

COVID-19: oltre il domani. Che cos'è una procedura che genera aerosol?

COVID-19: Beyond Tomorrow What Is an Aerosol-Generating Procedure?

Michael Klompas, Meghan Baker,
Chanu Rhee

Harvard Pilgrim Health Care Institute,
Harvard Medical School,
Brigham and Women's Hospital,
Boston, Massachusetts.

JAMA Surgery, febbraio 2021;156(2):113-4.

Traduzione a cura di Enrica Martini

La pandemia di sindrome respiratoria acuta grave da Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) ha rinnovato con urgenza la domanda su cos'è una procedura che genera aerosol. Le istituzioni di sanità pubblica hanno evidenziato da tempo che alcune procedure mediche aumentano il rischio di trasmissione di patogeni respiratori perché generano aerosol. A differenza dei droplet, gli aerosol sono costituiti da particelle respiratorie abbastanza piccole e abbastanza leggere da rimanere sospese nell'aria per lunghi periodi di tempo, diffondersi oltre i 6 piedi (180 cm circa NdT) dal paziente fonte, e penetrare attraverso o aggirare le mascherine chirurgiche. Pertanto, agli operatori sanitari è raccomandato di indossare respiratori N95 (FFP2/FFP3 NdT) durante le procedure che generano aerosol in pazienti con probabile infezione da SARS-CoV-2 e, se possibile, di utilizzare stanze di isolamento per trasmissione aerea con 12 o più ricambi d'aria/ora e pressione negativa, per ridurre al minimo la quantità di aerosol infetti nella stanza e per prevenirne la diffusione al di fuori della stanza stessa.

Tuttavia, in pratica non c'è consenso su quali procedure generano aerosol. L'Organizzazione Mondiale della Sanità stabilisce che l'intubazione, la ventilazione non invasiva a pressione positiva, la tracheotomia, la rianimazione cardiopolmonare, la broncoscopia e l'induzione dell'espettorato sono definite procedure che generano aerosol perché gli studi epidemiologici hanno associato queste procedure ad un rischio maggiore di infezione per gli operatori sanitari.¹ Al contrario, l'ossigeno ad alti flussi e le nebulizzazioni sono definiti solo come possibili procedure che generano aerosol perché l'associazione tra queste procedure e le infezioni degli operatori sanitari è controversa.

Con l'emergere di SARS-CoV-2, le associazioni professionali hanno unilateralmente dichiarato una pletora di ulteriori procedure come generanti aerosol, inclusi il posizionamento del sondino nasogastrico, la toracentesi, l'esofago-gastro-duodenoscopia, la colonscopia, il cateterismo cardiaco, le prove da sforzo, i test di funzionalità respiratoria, il posizionamento di PEG (Gastrostomia Endoscopica Percutanea), la chirurgia facciale, la seconda fase del travaglio e altre ancora. A nostra co-

noscenza, la maggior parte di queste assegnazioni sono state fatte su basi teoriche piuttosto che sulla determinazione dell'aerosol generato o su studi epidemiologici che dimostrano un aumento del rischio di infezione. Nessuna di queste procedure è compresa negli elenchi ufficiali delle procedure che generano aerosol pubblicati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità o dai Centers for disease control and prevention americani.²⁻³

Per aumentare la confusione, un recente studio ha documentato che intubazioni ed estubazioni controllate in pazienti asintomatici generano un trascurabile quantità di aerosol, che rappresenta quindi solo una piccola frazione della quantità generata dalla tosse spontanea.⁴ Lo stesso fenomeno è stato documentato nella broncoscopia e nella ventilazione non invasiva.⁵ Quindi come si possono spiegare gli studi che associano queste procedure ad un aumentato rischio di infezioni per gli operatori sanitari? La risposta risiede negli studi scientifici, in continua evoluzione, riguardanti la trasmissione per via respiratoria. È ormai chiaro che la tradizionale dicotomia fra trasmissione per droplet e trasmissione attraverso aerosol è troppo semplicistica. In pratica, le persone producono abitualmente una profusione di particelle respiratorie in una gamma di dimensioni che includono sia droplet che aerosol, così come particelle di dimensioni intermedie.⁶ Particelle respiratorie di tutte le grandezze possono trasportare virus e tutte sono potenzialmente in grado di trasmettere l'infezione. La quantità di particelle respiratorie che si emettono varia in base all'attività. Un respiro tranquillo genera un piccolo ma costante flusso di aerosol. Parlare ad alta voce, respirare pesantemente e tossire ne producono molto di più. Le particelle respiratorie più grandi cadranno rapidamente a terra entro un raggio ristretto dal paziente fonte. Quelle più piccole possono rimanere sospese nell'aria ma si diffonderanno e verranno diluite nell'aria dell'ambiente circostante con concentrazioni di virus progressivamente inferiori man mano che ci si allontana dal paziente fonte.

Questo si traduce in quattro fattori che spiegano il rischio di trasmissione durante le procedure mediche. Il primo è l'aria forzata. Ogni volta che l'aria viene forzata attraverso la mucosa respiratoria umida, genererà più particelle respiratorie cariche di virus. Questo potrebbe spiegare l'aumentato rischio di infezione associato alla ventilazione non invasiva a pressione positiva e alla rianimazione cardiopolmonare. Tuttavia, secondo la stessa logica, anche la tosse, la spirometria e il respiro pesante dovrebbero essere considerati generatori di aerosol perché queste attività aumentano la velocità e il volume d'aria forzata sulla mucosa respiratoria.

Il secondo fattore è costituito dai sintomi e dalla gravità della malattia. I pazienti sintomatici hanno una maggiore pro-

babilità di avere una infezione attiva; è più probabile che abbiano una elevata carica virale ed è anche più probabile che diffondano il virus nell'aria ambientale circostante perché tossiscono, starnutiscono o respirano pesantemente. In uno studio, i contatti stretti di pazienti sintomatici avevano da 10 a 20 volte più probabilità di contrarre l'infezione rispetto ai contatti stretti di pazienti asintomatici.⁷

Il terzo fattore è la distanza. Le emissioni respiratorie sono più dense in vicinanza della loro fonte. Più ci si allontana dalla fonte, più le emissioni dalle vie respiratorie hanno tempo e spazio per diffondersi e diluirsi nell'aria dell'ambiente. Questo riduce il potenziale di inoculo e abbassa la probabilità di infezione. Tutto ciò è stato confermato da alcuni studi caso-controllo e aiuta a spiegare perché la trasmissione di SARS-CoV-2 a distanza è rara in ambienti ben ventilati.^{8,9} Al contrario, in ambienti poco ventilati, gli aerosol carichi di virus possono accumularsi, portando al contatto con una maggiore carica virale e ad un maggiore rischio di infezione anche a grande distanza dal paziente fonte.

Il quarto fattore è la durata. Più tempo si è esposti ad aerosol carichi di virus, maggiore è la probabilità di infezione. Questo è stato dimostrato in studi caso-controllo sulle infezioni di operatori sanitari e in studi epidemiologici relativi ai tassi di trasmissione su viaggiatori in treno; questo, in combinazione con la vicinanza, aiuta a spiegare l'altissimo tasso di trasmissione all'interno delle famiglie.^{9,10}

La combinazione di più fattori aumenta il rischio. La vicinanza prolungata ad un paziente altamente sintomatico in un ambiente con aria forzata espone a grandi quantità di emissioni respiratorie e determina un rischio elevato di infezione. Al contrario, una esposizione limitata a un paziente asintomatico ad una certa distanza si associa a un rischio di infezione molto basso, tanto più se vengono indossate mascherine dal paziente fonte (per filtrare le emissioni dalle vie respiratorie) e dall'operatore sanitario (per ridurre l'esposizione). Una buona ventilazione è probabilmente un fattore di mitigazione in quanto può abbassare la concentrazione di virus legati all'aerosol in spazi chiusi. Tuttavia è improbabile che la sola ventilazione fornisca una protezione adeguata per i medici che devono rimanere molto vicini a pazienti altamente sintomatici, perché saranno esposti a tutto il carico di emissioni non diluite dei pazienti stessi.

Questi fattori spiegano il paradosso dell'intubazione, cioè il fatto che le intubazioni controllate generino quantità trascurabili di aerosol (molto meno rispetto alla tosse volontaria), mentre sono state ripetutamente associate ad aumento del rischio di infezioni da parte degli operatori sanitari.¹⁴ La risposta è che per intubare un paziente con insufficienza respiratoria di origine virale l'operatore deve essere molto vicino alle vie respiratorie di una persona altamente sintomatica, spesso forzando anche l'aria sulla mucosa respiratoria ai fini della preossigenazione o del sostegno respiratorio in preintubazione. In altre parole, non è l'intubazione di per sé che genera aerosol e facilita la trasmissione, ma le circostanze che si accompagnano alla procedura, comprese le caratteristiche del paziente (ad es., malattia grave, alte cariche virali, tosse, dispnea, superemissioni) così come l'aria forzata, la particolare vicinanza alle vie respiratorie e per alcune procedure, una esposizione prolungata. Considerato tutto ciò, per l'intubazione il termine *procedura che genera aerosol* è improprio. Non è la procedura che aumenta il rischio, ma

la vicinanza prolungata al tratto respiratorio di un paziente altamente sintomatico.

Una maggiore chiarezza sui fattori che portano ad un aumento del rischio di trasmissione dovrebbe consentire agli ospedali e agli operatori sanitari di fare scelte più logiche sulla protezione respiratoria e sulle stanze a pressione negativa. Le maschere chirurgiche da sole sono probabilmente adeguate per procedure controllate in pazienti asintomatici e in contesti a bassa prevalenza di SARS-CoV-2. D'altro canto, una protezione respiratoria di livello superiore potrebbe essere necessaria per gli operatori sanitari che esercitano in contesti ad alta prevalenza e che hanno bisogno di rimanere vicini alle vie respiratorie dei pazienti, quando grandi quantità di aria vengono forzate attraverso le mucose delle vie respiratorie (ventilazione a pressione positiva, ossigeno ad alti flussi, tosse, respirazione pesante, spirometria) o in presenza di pazienti altamente sintomatici, anche in assenza di procedure che generano aerosol, così come tradizionalmente definite. ■

Bibliografia

1. Tran K, Cimon K, Severn M, Pessoa-Silva CL, Conly J. Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: a systematic review. *PLoS One* 2012;7(4):e35797. doi:10.1371/journal.pone.0035797
2. World Health Organization. Infection prevention and control during health care when coronavirus disease (COVID-19) is suspected or confirmed. Published June 29, 2020. Accessed November 2, 2020. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-IPC-2020.4>
3. Centers for Disease Control and Prevention. Which procedures are considered aerosol generating procedures in healthcare settings? Updated November 18, 2020. Accessed November 25, 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/faq.html>
4. Brown J, Gregson FKA, Shrimpton A, et al. A quantitative evaluation of aerosol generation during tracheal intubation and extubation. *Anaesthesia* 2020. doi:10.1111/anae.15292
5. O'Neil CA, Li J, Leavey A, et al; Centers for Disease Control and Prevention Epicenters Program. Characterization of aerosols generated during patient care activities. *Clin Infect Dis* 2017; 65(8):1335-41. doi:10.1093/cid/cix535
6. Morawska L, Johnson GR, Ristovski ZD, et al Size distribution and sites of origin of droplets expelled from the human respiratory tract during expiratory activities. *J Aerosol Sci* 2009; 40(3):256-9. doi:10.1016/j.jaerosci.2008.11.002
7. Luo L, Liu D, Liao X, et al. Contact settings and risk for transmission in 3410 close contacts of patients with COVID-19 in Guangzhou, China: a prospective cohort study. *Ann Intern Med* 2020;173(11):879-87. doi:10.7326/M20-2671
8. Doung-Ngern P, Suphanchaimat R, Panjangampatthana A, et al. Case-control study of use of personal protective measures and risk for SARS-CoV 2 infection, Thailand. *Emerg Infect Dis* 2020;26(11):2607-16. doi:10.3201/eid2611.203003
9. Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ; COVID-19 Systematic Urgent Review Group Effort (SURGE) study authors. 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):1973-87. doi:10.1016/S0140-6736(20)31142-9
10. Hu M, Lin H, Wang J, et al. The risk of COVID-19 transmission in train passengers: an epidemiological and modelling study. *Clin Infect Dis* 2020;ciaa1057. doi:10.1093/cid/ciaa1057