

Η σημασία του εξαερισμού και του καθαρισμού αέρα εσωτερικού χώρου στην αποτελεσματική αντιμετώπιση του Covid19

Constantinos Sioutas, ScD, Fred Champion Professor, Department of Civil & Environmental Engineering, University of Southern California, 3620 South Vermont Avenue, Los Angeles, CA 90089, USA

Μέχρι σήμερα, η παγκόσμια πανδημία COVID-19 που προκαλείται από τον ιό SARS-CoV-2 είχε ως αποτέλεσμα περισσότερα από 47 εκατομμύρια επιβεβαιωμένα κρούσματα και περισσότερους από 1.2 εκατομμύριο θανάτους (έκθεση του ΠΟΥ, 2020). Μια από τις σημαντικότερες ερωτήσεις που απασχολούν την ιατρική κοινότητα είναι γιατί είναι τόσο μεταδοτικός ο ιός. Πώς ακριβώς γίνεται η μετάδοση του COVID-19; Υπάρχουν οι άμεσοι ή έμμεσοι τρόποι "επαφής», δηλαδή ένα άτομο να αγγίξει τον εαυτό του έχοντας αγγίξει μια μολυσμένη από τον ιό επιφάνεια, είτε η επαφή από άτομο σε άτομο μεταξύ φορέων και υγιών ατόμων. Η λιγότερο προφανής airborne transmission (μετάδοση μέσω αέρα) μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους και δεν απαιτεί φυσική επαφή μεταξύ κρουσμάτων και υγιών ατόμων. Κατά τη διάρκεια ενός φταρνίσματος ή βήχα, γίνεται «ψεκασμός σταγονιδίων» συνήθως με διάμετρο μεγαλύτερη των 5 μm εκπεμπόμενα από τον φορέα του ιού σε ένα άλλο άτομο (1).

Ένα άτομο επίσης μπορεί να εισπνεύσει μικροσκοπικά σωματίδια αερολύματος που αποτελούνται από τα στερεά κατάλοιπα συστατικά των εξατμισμένων σταγονιδίων φταρνίσματος ή βήχα, τα οποία είναι αρκετά μικρά (<5 μm) για να παραμείνουν στον αέρα για ώρες. Η περισσότερη έρευνα για τις αερομεταφερόμενες ασθένειες πριν από την τρέχουσα πανδημία είχε επικεντρωθεί σε «βίαια» φαινόμενα εκπνοής, όπως το φτέρνισμα και ο βήχας. Λιγότερη προσοχή έχει δοθεί στη μετάδοση αερολύματος (aerosol), αλλά υπάρχουν σημαντικοί λόγοι να υποψιαζόμαστε ότι αυτός ο τρόπος μετάδοσης παίζει σημαντικό ρόλο στην υψηλή μεταδοτικότητα του COVID-19. Χρειάστηκε χρόνος για τους aerosol experts να πείσουν την ιατρική κοινότητα ότι, λόγω του μικρού μεγέθους των αερολυμάτων και της δυνατότητας τους να παραμείνουν στον αέρα αρκετές ώρες, σε συνδυασμό επίσης με την ανεπαρκή γνώση για την μετάδοση του COVID-19 μέσω σταγονιδίων, απαιτείται επανεξέταση του τρόπου με τον οποίο διαδίδεται ο COVID-19. Η κρίσιμη στιγμή ήρθε με τη δημοσίευση ενός "challenge document» με τίτλο "Είναι ώρα να αντιμετωπιστεί η μεταβίβαση μέσω του αέρα του COVID-19." την 6η Ιουλίου, απευθυνόμενο στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, υπογεγραμμένο από 239 διακεκριμένους aerosol επιστήμονες από όλο τον πλανήτη. (2) Τρεις μήνες αργότερα, η θέση του ΠΟΥ έχει αλλάξει και αναγνωρίζουν ότι η αερομεταφερόμενη μετάδοση μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο.

Αλλά εάν οι προ συμπτωμάτων ή ασυμπτωματικοί φορείς του ιού δεν φτερνίζονται ή βήχουν, πώς παράγουν αεροζόλ (αερολύματα); Οι άνθρωποι παράγουν μεγάλες ποσότητες σωματιδίων κάτω των 5 μm καθώς αναπνέουν και μιλούν. Αυτά τα εκπνεόμενα σωματίδια έχουν τυπικά διάμετρο περίπου 1 μm η μικρότερη, και επομένως είναι αόρατα με γυμνό μάτι. Οι περισσότεροι άνθρωποι που δεν είναι εξοικειωμένοι με τα αερολύματα δεν γνωρίζουν καν ότι υπάρχουν. Ακόμα και τα μεγαλύτερα σωματίδια που παράγονται από τον βήχα και το φτέρνισμα είτε πέφτουν στο έδαφος λόγω βαρύτητας μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα, είτε εξατμίζονται σε πολύ μικρότερα μεγέθη, στην περιοχή του 1 μικρομέτρου ή λιγότερο, και μένουν στον αέρα πολλές ώρες. Αυτά τα μικρότερα σωματίδια ταξιδεύουν ελεύθερα στον αέρα και μεταφέρουν το ιογενές τους περιεχόμενο δεκάδες μέτρα από το σημείο εκπομπής τους.

Τι μπορούμε λοιπόν να κάνουμε ελλείψει ενός αποτελεσματικού και ευρέως διαθέσιμου εμβολίου για την αύξηση της προστασίας του κοινού από τη μόλυνση Covid-19? Τα μέτρα που έχουν

ληφθεί μέχρι σήμερα, όπως η τήρηση φυσικών αποστάσεων, το πλύσιμο των χεριών, η αποφυγή συμφόρησης του πλήθους, και η χρήση μάσκας προσώπου, είναι όλα στη σωστή κατεύθυνση. Η χρήση μάσκας προσώπου έχει πολλά πλεονεκτήματα αλλά και περιορισμούς. (3) Αν και οι μάσκες είναι πολύ αποτελεσματικές στο φιλτράρισμα σωματιδίων μεγαλύτερων από 5 μικρόμετρα, η αποτελεσματικότητα τους μειώνεται στο 50% ή ακόμα λιγότερο για μικρότερα σωματίδια, ακόμη και αν ένα άτομο φοράει την μάσκα σφιχτά. Μια διαρροή μόλις 2% στη μάσκα προσώπου μειώνει αυτή την αποτελεσματικότητα αφαίρεσης σωματιδίων σε επίπεδα χαμηλότερα ακόμη και από 50%. (4)

Ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος για να μειωθούν δραστικά οι συγκεντρώσεις ακόμη και πολύ μικρών σωματιδίων σε εσωτερικούς χώρους είναι ο εξαερισμός σε συνδυασμό με τη χρήση φορητών καθαριστών αέρα (portable air purifiers). Πρόκειται για μια γνωστή στρατηγική καθαρισμού του αέρα εσωτερικών χώρων στην επιστημονική κοινότητα αερολυμάτων εδώ και δεκαετίες, αλλά δεν έχει τραβήξει προς το παρόν την προσοχή του κοινού, ιδίως των κρατικών αρχών και των πολιτικών υπευθύνων. (5). Αυτοί οι φορητοί καθαριστές αέρα εξοπλισμένοι με φίλτρα υψηλής απόδοσης (HEPA), για την αφαίρεση σωματιδίων μπορούν να καθαρίσουν πλήρως εσωτερικούς χώρους 50 -100 m² σε περίπου 15-20 λεπτά, αναλόγως μοντέλου. Η επιλογή του καθαριστή αέρα εξαρτάται κυρίως από τον όγκο του χώρου (σε κυβικά μέτρα, για παράδειγμα) για τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί - ένας εμπειρικός κανόνας είναι ότι ο ρυθμός ροής δειγματοληψίας του καθαριστή πρέπει να είναι τέτοιος ώστε ο όγκος του αέρα του συγκεκριμένου χώρου θα πρέπει να περάσει από τον καθαριστή (και να φιλτραριστεί) περίπου 4 έως 5 φορές σε μία ώρα. Στις ΗΠΑ το πρόγραμμα πιστοποίησης του Association of Home Appliance Manufacturers (AHAM, Ένωση Κατασκευαστών Οικιακών Συσκευών) παρέχει στο κοινό περισσότερες οδηγίες επιλογής αυτών των συσκευών. (6)

Η υψηλή αποτελεσματικότητα των εσωτερικών καθαριστών αέρα ενάντια του Covid19 έχει αποδειχθεί σε πρόσφατα δημοσιευμένες μελέτες. Μια εξαιρετικά σημαντική μελέτη στο Πεκίνο (7) που μόλις δημοσιεύθηκε στο διάσημο περιοδικό Environment International κατέληξε στο συμπέρασμα ότι αν και για τους χρήστες μάσκας, η ονομαστική μείωση της έκθεσης σε σωματίδια είναι περίπου 20%, στην πραγματικότητα, επειδή περνάμε πάνω από 90% του χρόνου μας σε εσωτερικούς χώρους το ποσοστό αυτό είναι $2,4 \pm 1,6\%$ για ολόκληρο τον ενήλικα πληθυσμό. Ως στρατηγική λουπόν αυτοπροστασίας από τη μακροχρόνια έκθεση σε σωματιδιακή ύλη, οι ερευνητές κατέληξαν, ότι η χρήση μάσκας προσώπου σε εσωτερικούς χώρους είναι πολύ χαμηλότερης αποτελεσματικότητας από την εγκατάσταση καθαριστών αέρα εσωτερικού χώρου, που επιτυγχάνουν καθαρισμό της τάξης του 90%». Επίσης, πρόσφατα δημοσιευμένη μελέτη (8) που βασίστηκε σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο Νοσοκομείο Παιδιών του Βατικανού έδειξε ότι «η σωστή χρήση των τοπικών συστημάτων εξαερισμού και καθαρισμού στο δωμάτιο του νοσοκομείου κατέληξε σε πλήρη μείωση των μολυσμένων σταγονιδίων που εξαπλώνονται από το στόμα ασθενών κατά τα πρώτα 0,5 δευτερόλεπτα μετά το βήχα και σε σημαντική μείωση της πιθανότητας μετάδοσης στον ασθενή που νοσηλεύτηκε στο διπλανό κρεβάτι από τον ασθενή φορέα του." Επιπρόσθετα, μελέτη που διεξήχθη για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων αέριου καθαρισμού για τη μείωση της έκθεσης των παιδιών σε ατμοσφαιρικούς ρύπους σε αίθουσες διδασκαλίας σχολείων της Νότιας Καλιφόρνιας έδειξε ότι ο συνδυασμός ενός καθαριστή αέρα με σύστημα εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC) μείωσε τις εσωτερικές συγκεντρώσεις σωματιδίων 90-96%. (9)

Με βάση τα παραπάνω, η χρήση καθαριστών αέρα εσωτερικού χώρου και αποτελεσματικών συστημάτων εξαερισμού είναι επιτακτική για την προστασία του κοινού από τον Covid19, ειδικά καθώς μπενουμε στο χειμώνα. Η χρήση αυτών των συστημάτων θα πρέπει να συσταθεί από τις αρμόδιες αρχές ως απολύτως απαραίτητη για την εστίαση, όπου οι άνθρωποι δεν μπορούν να φορούν μάσκες ούτως ή

άλλως, αλλά θα είναι επίσης πολύ χρήσιμη για τη δημόσια προστασία σε όλους τους άλλους χώρους, όπως νοσοκομεία, σχολεία, μέσα μαζικής μεταφοράς, πολυκαταστήματα και καταστήματα τροφίμων.

Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Sima Asadi, Nicole Bouvier, Anthony S. Wexler & William D. Ristenpart “The coronavirus pandemic and aerosols: Does COVID-19 transmit via expiratory particles?” *Aerosol Science and Technology*, Volume 54, 2020 - Issue 6
2. Morawska, Lidia, and Donald K. Milton. "It is time to address airborne transmission of COVID-19." *Clin Infect Dis* 6 (2020): ciaa939.
3. Morawska, L., Tang, J.W., Bahnfleth, W., Bluyssen, P.M., Boerstra, A., Buonanno, G., Cao, J., Dancer, S., Floto, A., Franchimon, F. and Haworth, C., 2020. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised?. *Environment international*, 142, p.105832
4. Frank Drewnick, Julia Pikmann, Friederike Fachinger, Lasse Moormann, Fiona Sprang & Stephan Borrmann (2020) Aerosol filtration efficiency of household materials for homemade face masks: Influence of material properties, particle size, particle electrical charge, face velocity, and leaks, *Aerosol Science and Technology*, DOI: 10.1080/02786826.2020.1817846
5. D. Lewis “Mounting evidence suggests coronavirus is airborne — but health advice has not caught up: *Nature* **583**, 510-513 (2020), doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02058-1>
6. Association of Home Appliance Manufacturers’ (AHAM) [certification program-
<https://www.ahamdir.com/room-air-cleaners/>](https://www.ahamdir.com/certification-program-https://www.ahamdir.com/room-air-cleaners/)
7. Shen et al :” Individual and population level protection from particulate matter exposure by wearing facemasks” [Environment International](https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106026), Volume 146, January 2021, 106026
8. Borro, Luca, Lorenzo Mazzei, Massimiliano Raponi, Prisco Piscitelli, Alessandro Miani, and Aurelio Secinaro. "The Role of Air Conditioning in the Diffusion of Sars-CoV-2 in Indoor Environments: a First Computational Fluid Dynamic Model, based on Investigations performed at the Vatican State Children’s Hospital." *Environmental Research* (2020): 110343.
9. A. Polidori, P. M. Fine, V. White, P. S. Kwon “Pilot study of high-performance air filtration for classroom applications”. *Indoor Air* 2013; 23: 185–195