

## ΕΙΔΙΚΟ ΑΡΘΡΟ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗΣ

# «ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΕΚΝΕΦΩΣΗΣ- ΑΕΡΟΖΟΛΟΠΟΙΗΣΗΣ , ΩΣ ΜΕΘΟΔΟ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΕΝΑΝΤΙ SARS-COV-2»

**Ντελέζος Κωνσταντίνος,**

Υγιεινολόγος Msc, PhDc Λέκτορας Εφαρμογών Υγιεινής, Τμήμα Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

DOI: 10.5281/zenodo.5651600

Cite as:

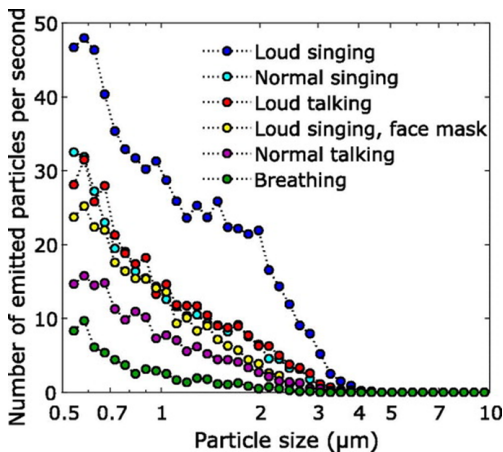
Με βάση την ενασχόλησή που επί 27 έτη παρέχω στο Εργαστήριο Απολύμανσης –Αποστείρωσης –Απομίανσης του τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας του πρώην ΤΕΙ Αθήνας και νυν Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, αλλά και ως συγγραφέας των 15 υγειονομικών πρωτοκόλλων για 15 κλάδους επιχειρήσεων του Επαγγελματικού Επιμελητηρίου Αθήνας, (1) την περίοδο επαναφοράς της οικονομικής δραστηριότητας μετά την πανδημική κρίση, σας παραθέτω γνωμοδότηση για την αποτελεσματικότητα και ασφάλεια της χρήσης απολυμαντικών ουσιών σε μορφή νέφους ή αεροζόλης για την αντιμετώπιση του SARS-COV-2.

Καταρχήν θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν η χρονική συγκυρία και ιδιαίτερα η εμφάνιση μεταλλαγμένων μορφών του ιού με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Στις 5/4/2021 το CDC αναφέρει ότι η μετάδοση μέσω των επιφανειών δεν είναι πλέον ο βασικός τρόπος μετάδοσης του ιού, αλλά η αερογενής οδός φαίνεται αρκετά ενισχυμένη (2). Επίσης στην αρχή της πανδημίας λαμβανόταν ως δεδομένο η παραμονή του ιού έως 3 ώρες στον αέρα.(3). Μετά από ενάμιση χρόνο, αυτή η παραδοχή δεν είναι καθόλου δεδομένη. Σε διαδικτυακή ομιλία του στο ΕΛΙΝΥΑΕ τον Απρίλιο του 2021 (4), ο Ακαδημαϊκός και Καθηγητής Πνευμονολογίας Θ. Μπεχράκης, παραθέτει τα εξής στοιχεία: Η μία ανθρώπινη εισπνοή λαμβάνει ½ lt αέρα / min. Με το σκεπτικό 16 αναπνοές /min, ένας άνθρωπος λαμβάνει

480lt αέρα /h, δηλαδή 3000 lt αέρα/7 h. Η αναπνοή όμως είναι διφασική λειτουργία: κάθε εκπνοή αποβάλλει 3000 σταγονίδια όχι σταθερού όγκου. Μόρια ύδατος αποβάλλονται, ανάλογα με τη Θ- RH. Τα παραμένοντα σωματίδια κατά Μ.Ο είναι διαμέτρου 5μm και επιπλέον στον αέρα για πολλές ώρες. Πόσο μακριά πηγαίνουν ? 6-8 μέτρα. Στο ίδιο συμπέρασμα φτάνει και επιστημονική ομάδα από την Ελληνική εταιρεία έρευνας αερολυμάτων (HAAR) και το ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος»(5): 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. Υπενθυμίζεται ότι ο ιός βρίσκεται σε μέγεθος αρκετά μικρότερο (9-12nm). Αυτά δεν είναι στοιχεία τα οποία παρουσιάστηκαν με αφορμή τον κορονοϊό. Είναι γνωστές οι μελέτες αρκετών ετών πίσω στο παρελθόν. Σε μελέτη στο Microbiol Mol Bio I Rev το 2008(6) αναφέρεται ότι τα σταγονίδια που παράγονται κατά το βήχα και το φτάρνισμα φτάνουν σε μέγεθος  $\geq 5\mu\text{m}$  και βεληνεκές  $\approx 1\text{m}$  (?), ενώ οι πυρήνες σταγονιδίων κατά την ομιλία έχουν μέγεθος  $\leq 5\mu\text{m}$ , προκύπτουν με την εξατμισμό των σταγονιδίων και πρακτικά παραμένουν αιωρούμενα συνεχώς.

Παρακάτω παρατίθεται πίνακας δημοσιευμένος στο Aerosol Science and Technology το Νοέμβριο του 2020

(7), όπου φαίνεται ότι και η ανθρώπινη δραστηριότητα που είχε προηγηθεί στο χώρο πριν την απολύμανση έχει ρόλο στον αριθμό και στην απόσταση που θα κινηθούν τα σωματίδια που προέρχονται από τη στοματική κοιλότητα. Φαίνεται ότι παράγεται μεγαλύτερος αριθμός σωματιδίων μικρότερα από  $1\mu\text{m}$  (κοντά στο μέγεθος του ιού) όταν στο χώρο έχει προηγηθεί με σειρά προτεραιότητας δυνατό τραγουδι-ήπιο τραγουδι-δυνατή φωνή- ήρεμη ομιλία –απλή αναπνοή. Η παραμονή επί ημέρες στον αέρα ενός χώρου για σωματίδια που έχουν διάμετρο περίπου  $0,5\mu\text{m}$  επιβεβαιώνεται και από τη μελέτη (8) του ACGIH (Ένωση Αμερικανών Βιομηχανικών Υγιεινολόγων) το 2002.

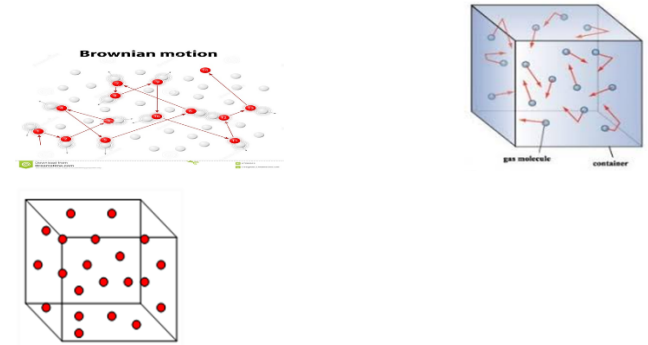


Πηγή: *Alsved, Matamis et al., 2020 (7)*

Ο λόγος που αναφέρονται τα παραπάνω στοιχεία είναι για να γίνει αντιληπτή η συμπεριφορά των σωματιδίων στη μορφή του βιοαεροζόλ. Προκειμένου να επιτευχθεί επαφή των ιικών σωματιδίων με τα σωματίδια της χημικής απολυμαντικής ουσίας και στη συνέχεια αδρανοποίησή τους, λογικό είναι και τα χημικά σωματίδια να βρίσκονται στην ίδια μορφή και να παρουσιάζουν την ίδια συμπεριφορά.

Πού διαφέρει ένα χημικό απολυμαντικό στην υγρή μορφή ψεκασμού και στη μορφή του νέφους ή του αεροζόλ? Η απάντηση δίνεται από τη Φυσική επιστήμη, όπου τα σωματίδια δημιουργίας της ύλης, γνωστά ως σωματίδια Brown, στην υγρή μορφή, είναι πολλά, με μεγάλη ταχύτητα, προσκρούουν στις επιφάνειες και

αντανακλώνται, ενώ στη μορφή της αεροζόλης είναι αραιότερα, με μικρότερη ταχύτητα και «επιπλέουν» στον αέρα.



Πηγή: Available at: <https://studiousguy.com/brownian-motion-examples/> (19)

Επομένως εξάγεται το συμπέρασμα, ότι η χημική απολυμαντική ουσία, όταν βρίσκεται στη μορφή της αεροζόλης-νέφους, θα επιτύχει περισσότερες επαφές στον αέρα με τα ιικά σωματίδια, άρα θα αδρανοποιήσει πολύ μεγαλύτερο αριθμό ιών από το να βρίσκεται σε υγρή μορφή.

Η αποτελεσματικότητα της εκνέφωσης –αεροζολοποίησης έχει ήδη προταθεί από το 2003 από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας για την έκτακτη αντιμετώπιση επιδημικών εκρήξεων μολυσματικών νόσων (9). Στην ίδια βιβλιογραφική πηγή (9), η Π.Ο.Υ συνιστά ότι τα σωματίδια χημικών ουσιών, εφόσον βρίσκονται σε διαμέτρους  $10-30\mu\text{m}$ , μπορούν να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι η εκνέφωση –αεροζολοποίηση χρησιμοποιείται επί χρόνια ως μέθοδος στη βιομηχανία τροφίμων (10). Παράλληλα και άλλοι αναγνωρισμένοι διεθνώς επιστημονικοί φορείς, όπως ο Health and Safety Executive (επίσημος κυβερνητικός συμβουλευτικός οργανισμός στο Ηνωμένο Βασίλειο) και η Society of Food Hygiene and Technology στο Ηνωμένο Βασίλειο, προτείνουν την χρήση εκνέφωσης ως προτεινόμενη κατά του κορονοϊού. (11), (12).

Όσον αφορά τις ελληνικές οδηγίες του Υπουργείου Υγείας, με την εγκύκλιο Αριθμ. Πρωτ. Δ1γ/Γ.Π/οικ

19954/20-3-20, στους προτεινόμενους τρόπους απολύμανσης εν μέσω πανδημίας COVID19, συμπεριλαμβάνεται ξεκάθαρα η μέθοδος της εκνέφωσης (13), με έμφαση πάντα στην αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια. Η δημιουργηθείσα εντύπωση ότι το CDC δεν προτείνει την εκνέφωση για την απολύμανση έναντι SARS-COV-2 προέρχεται από παλαιότερη οδηγία του 2003-2008(14), με την οποία γίνεται σύσταση αποφυγής εκνέφωσης για τα δωμάτια ασθενών στους χώρους υγείας. Σε νεώτερη οδηγία το CDC, το 2011 (15) αναφέρει την ανάγκη παρουσίασης περισσότερων στοιχείων για να εκτιμηθεί η αποτελεσματικότητα του εκνεφωτή.

Σχετικά με τα θέματα ασφαλείας που προκύπτουν από την χρήση της εκνέφωσης-αεροζολοποίησης, οι βιβλιογραφικές πηγές του OSH(Occupational Safety Hazard) (16) τονίζουν την έλλειψη αποδεκτών ορίων επαγγελματικής έκθεσης (threshold limit values) για τα βιοαεροζόλ. Ο κύριος λόγος για αυτό είναι η έλλειψη καλά τεκμηριωμένων και επιδημιολογικά αποδεδειγμένων σχέσεων δόσης-απόκρισης μεταξύ της έκθεσης σε συγκεκριμένους βιολογικούς παράγοντες και των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία που προκαλούνται από την ακριβή δόση. Επιπλέον, η ευαισθησία σε κάθε οργανισμό είναι ατομική και η ισχύς της ανοσολογικής αντίδρασης στους συγκεκριμένους παράγοντες συνήθως δεν είναι ίδια σε όλους. Παρά την πρόοδο στην ανάπτυξη τεχνικών δειγματοληψίας αερολύματος και αναλυτικών μεθόδων κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η παγκόσμια επιστημονική βάση δεδομένων για τα βιοαερολύματα εξακολουθεί να μην επαρκεί για να χαρακτηρίσει ποσοτικά και ποιοτικά τα όρια επικινδυνότητάς τους. Όπου αναφέρονται οριακές τιμές αναφοράς, συνήθως συνδέονται με την κλινική εικόνα μίας συγκεκριμένης ασθένειας που προκαλείται από τον παράγοντα, λαμβάνοντας υπόψη την παρουσία της σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο του περιβάλλοντος μόνο (πχ άρρωστο κτίριο).

Ενδεχόμενα μελλοντικές οριακές τιμές της χρήσης εκνεφωμάτων -αεροζόλ σε επαγγελματικούς χώρους, θα

προκύψουν από τα Ευρωπαϊκά πρότυπα, τα οποία προτείνει η επιτροπή CEN TC137 (17)

Είναι χαρακτηριστικό ότι, όπου αναφέρονται περιπτώσεις ευαισθητοποίησης ατόμων σε εκνεφώματα-αεροζόλες, αυτά καταγράφονται σε χώρους όπου συγκέντρωναν τα χαρακτηριστικά του «συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου» (SBS) ή «σύνδρομο βλεννογόνου» (MMS, συνήθως οδηγεί σε ξηρό βήχα, ερεθισμό των ματιών, της μύτης και του λαιμού). Στις περισσότερες περιπτώσεις τα παρατηρούμενα αποτελέσματα είναι αποτέλεσμα μικτής έκθεσης σε χημικά μαζί με αλλεργιογόνα τα οποία υπήρχαν στο χώρο, προβλήματα εξασρισμού και αυξημένα επίπεδα υγρασίας ή θερμοκρασίας (18). Για αυξημένη αίσθηση ασφαλείας των κατοίκων, εφόσον το κτίριο δεν παρουσιάζει προβλήματα εξασρισμού ή υγρασίας, μπορεί να προτείνεται η επαναλειτούργια του χώρου εφαρμογής της εκνέφωσης -αεροζολοποίησης μία ώρα μετά. Εννοείται ότι χρησιμοποιούνται χημικά σκευάσματα τα οποία έχουν εγκριθεί, περιλαμβάνονται στην επικαιροποιημένη λίστα N του EPA-USA τον Ιανουάριο του 2021, ή στο technical report που εξέδωσε το ECDC το Μάρτιο του 2020, ως κατάλληλα έναντι SARS-COV-2.

**Συμπέρασμα:** οι απολυμαντικές διαδικασίες εκνέφωσης-αεροζολοποίησης, αποτελούν μία εξίσου αποτελεσματική, εναλλακτική λύση στην καταπολέμηση των μικροοργανισμών, ιδιαίτερα όταν αντιμετωπίζονται αερογενείς μεταδιδόμενες λοιμώξεις. Προτείνονται από διεθνείς και ελληνικούς οργανισμούς για την καταπολέμηση ειδικά του SARS-COV-2. Δεν παρουσιάζεται θέμα ασφαλείας των ατόμων που θα χρησιμοποιήσουν τον χώρο μετά την εφαρμογή, εφόσον στο πεδίο επικρατούν κανονικές συνθήκες εξασρισμού, υγρασίας και θερμοκρασίας,

Ο γνωμοδοτών

**Κων/νος Ντελέζος**

## REFERENCES

1. Επαγγελματικό Επιμελητήριο Αθηνών. Available at: <https://www.eea.gr/arthra-eea/odigies-gia-tin-epanarxi-drastiriotitas-meta-apo-lockdown-pan-dimias-koronoiou-sars-cov-2/>. Accessed at: 15/3/2021
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Science Brief: SARS-CoV-2 and Surface (Fomite) Transmission for Indoor Community Environments. Available at: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/science-and-research/surface-transmission.html>. Accessed at: 15/3/2021
3. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN. ... Munster VJ. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *New England journal of medicine*. 2020; 382(16): 1564-1567.
4. ΕΛΙΝΥΑΕ, Διαδικτυακή εκδήλωση: «Υγιεινή χώρων εργασίας: ποιότητα εσωτερικού αέρα και COVID-19» στις 9/4/2021. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=uyJcv5YPhQI>. Accessed at: 15/3/2021.
5. Διαπούλη-HAAR (Ελληνική Εταιρεία Έρευνας Αερολυμάτων) Διαδικτυακή εκδήλωση ΕΛΙΝΥΑΕ :«Υγιεινή χώρων εργασίας: ποιότητα εσωτερικού αέρα και COVID-19» στις 9/4/2021. Available at: [https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2021-04/ppt\\_Diapouli.pdf](https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2021-04/ppt_Diapouli.pdf) . Accessed at: 15/3/2021.
6. Verreault D, Moineau, S, Duchaine, C. Methods for sampling of airborne viruses. *Microbiology and molecular biology reviews*. 2008; 72(3): 413-444.
7. Alsveld M, Matamis A, Bohlin R, Richter M, Bengtsson P E, Fraenkel CJ, ... Löndahl, J. Exhaled respiratory particles during singing and talking. *Aerosol Science and Technology*. 2020; 54(11): 1245-1248.
8. Martinez KF. Anthrax: environmental sampling in: *Mold, spores, and remediation workshop*, ACGIH Worldwide, Cincinnati, 2002.
9. World Health Organization (WHO). Space spray application of insecticides for vector and public health pest control: a practitioner's guide. (No. WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2003.5), Geneva, 2003.
10. Burfoot D, Hall K, Brown K, Xu. Fogging for the disinfection of food processing factories and equipment. *Trends Food Sci Technol*. 1999; 10(6-7):205-210.
11. Health and Safety Executive (HSE) guidelines. Disinfecting using fog, mist and other systems during the coronavirus (COVID-19) pandemic, 2021. Available at: <https://www.hse.gov.uk/coronavirus/disinfecting-premises-during-coronavirus-outbreak.htm>. Accessed at: 30/9/2021.
12. Society of Food Hygiene and Technology (SOFHT). Guide to Cleaning And Disinfection Regime With Regard To novel Coronavirus, 2020.
13. Available at: <http://www.sofht.co.uk/wp-content/uploads/2012/11/Guide-to-Cleaning-and-Disinfection-Regime-With-Regard-to-novel-Coronavirus.pdf>. Accessed at: 15/3/2021. Εγκύκλιος ΑΠ Δ1γ/Γ.Π/οικ 19954/20-3-20, ΕΛΙΝΥΑΕ: Μέτρα καθαρισμού και απολύμανσης σε χώρους και επιφάνειες κατά την εξέλιξη της πανδημίας του SARS-CoV-2 Available at: [https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2020-05/egk%2019954\\_2020.pdf](https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2020-05/egk%2019954_2020.pdf) . Accessed at: 15/3/2021.
14. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Disinfection and Sterilization. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008, update:2019 Available at: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/disinfection-guidelines-H.pdf> . Accessed at: 15/3/2021.

15. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). II. Summary of Recommendations Guideline for the Prevention and Control of Norovirus Gastroenteritis Outbreaks in Healthcare Settings, 2011. Available at <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/norovirus/recommendations.html>. Accessed at: 15/3/2021.
16. OSH WIKI Networking Knowledge. Bioaerosols and OSH, Available at :[https://oshwiki.eu/wiki/Bioaerosols\\_and\\_OSH](https://oshwiki.eu/wiki/Bioaerosols_and_OSH), Accessed at: 15/3/2021.
17. Górny RL, Cyprowski M, Ławniczek-Wałczyk A, Gołofit-Szymczak M. Zapór L. Biohazards in the indoor environment – a role for threshold limit values in exposure assessment', In: Dudzińska, M. R. (Ed.), "Management of indoor air quality," CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, Leiden, 2011:1-20.
18. Douwes J, Thorne P, Pearce N, Heederik D. Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. *Annals of Occupational Hygiene*. 2003;47(3):187-200.
19. Brownian Motion Examples in Real Life. Available at: <https://studiousguy.com/brownian-motion-examples/> .Accessed at: 15/3/2021