

## **Πόσο επηρεάζει η θερμοκρασία, η υγρασία και το γεωγραφικό πλάτος τη μεταδοτικότητα και την εποχικότητα του COVID-19**

Στις 11 Ιουνίου 2020, δημοσιεύθηκε στο έγκριτο περιοδικό JAMA η επίδραση της θερμοκρασίας, υγρασίας και το γεωγραφικό πλάτος στη μεταδοτικότητα και την εποχικότητα του COVID-19. Η μελέτη ανασκοπείται από τους Καθηγητές του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών **Δημήτριο Παρασκευή** (Αναπληρωτή Καθηγητή Επιδημιολογίας και Προληπτικής Ιατρικής), **Νίκο Θωμαΐδη** (Καθηγητής στο Τμήμα Χημείας) και **Θάνο Δημόπουλο** (Καθηγητή Θεραπευτικής και Πρύτανη ΕΚΠΑ).

Μέχρι τις 10 Μαρτίου 2020, παρατηρήθηκε σημαντική μετάδοση κατά μήκος μιας στενής ζώνης γεωγραφικού πλάτους τόσο σε ανατολικές όσο και δυτικές περιοχές της υφηλίου. Αρχικά, οι περιοχές με έντονη διασπορά ήταν περίπου κατά μήκος 30° έως 50° στο Βόρειο ημισφαίριο, συμπεριλαμβανομένων της Νότιας Κορέας, Ιαπωνίας, του Ιράν και της Βόρειας Ιταλίας. Έκτοτε, οι περιοχές με σημαντική διασπορά περιλαμβάνουν τις βορειοδυτικές ΗΠΑ, την Ισπανία και τη Γαλλία. Κατά την ίδια περίοδο, η νόσος δεν εξαπλώθηκε σε βορειότερες ζώνες όπως η Ρωσία, καθώς και νοτιότερα της Κίνας. Ο αριθμός των κρουσμάτων και θανάτων λόγω COVID-19 σε περιοχές όπως στη Νοτιοανατολική Ασία (Μπανγκόκ, Ταϊλάνδη, και Βιετνάμ) ήταν πολύ χαμηλότερος σε σύγκριση με τις πιο εύκρατες ζώνες της Ασίας.

Επίσης κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου 2020 τόσο στη Γουχάν όσο και σε άλλες πληγείσες πόλεις, επικρατούσαν παρόμοιες κλιματολογικές συνθήκες (μέση θερμοκρασία 4-9°C). Εκτός από τις παρόμοιες μέσες θερμοκρασίες οι περιοχές αυτές είχαν και άλλα κοινά χαρακτηριστικά όπως οι σχετικά σταθερές θερμοκρασίες για διάστημα μεγαλύτερο του ενός μήνα κατά τη χειμερινή περίοδο, δηλαδή και στις 8 πληγείσες πόλεις επικρατούσε μέση θερμοκρασία μεταξύ 2 και 10 °C κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Αυτές οι πόλεις είχαν μεταβλητά επίπεδα σχετικής υγρασίας (RH: 44% -84%) αλλά σταθερά χαμηλή ειδική υγρασία (Q: 3-6 g/kg) και απόλυτη υγρασία (AH: 4-7 g/m<sup>3</sup>). Αποτελεί ενδιαφέρον ότι οι πόλεις αυτές με εκτεταμένη διασπορά μέχρι τις 10 Μαρτίου σχημάτισαν μια διακριτή ομάδα με παρόμοιες χαμηλές τιμές μέσης θερμοκρασίες (3-9°C στους μετεωρολογικούς σταθμούς του αεροδρομίου) και χαμηλές τιμές Q (4-6 g/kg), σε σχέση με τις πόλεις που δεν είχαν COVID-19.

**Κατόπιν σύγκρισης περιοχών με διαφορετικά επίπεδα διασποράς, βρέθηκε ότι οι πόλεις με εκτεταμένη διασπορά COVID-19 είχαν σημαντικά χαμηλότερη μέση θερμοκρασία, και χαμηλότερη μέση ειδική υγρασία Q, ενώ αντίθετα δεν βρέθηκε συσχέτιση με τα επίπεδα της σχετικής υγρασίας. Όσο χαμηλότερη, επίσης, ήταν η μέση θερμοκρασία και η μέση ειδική υγρασία τόσο υψηλότερα τα επίπεδα διασποράς.**

Δεδομένης της ταυτόχρονης εξάπλωσης σε γεωγραφικές περιοχές με παρόμοιες κλιματολογικές συνθήκες και γεωγραφικό πλάτος, ενδεχομένως να μπορούσε να προβλεφθεί η εξάπλωση του COVID-19 κατά τον Μάρτιο και τον Απρίλιο του 2020. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα θερμοκρασίας και υγρασίας του 2019 για τον Μάρτιο και Απρίλιο, θα αναμέναμε η διασπορά να είναι μεγαλύτερη για περιοχές βορειότερα όπως η Μαντζουρία, η Κεντρική Ασία, η περιοχή του Καυκάσου, η Ανατολική και Κεντρική Ευρώπη, το Ηνωμένο Βασίλειο, οι βορειοανατολικές και κεντροδυτικές ΗΠΑ, καθώς και η Βρετανική Κολομβία του Καναδά.

Η θερμοκρασία και η υγρασία αποτελούν γνωστούς παράγοντες που επηρεάζουν την επιβίωση των SARS-CoV, MERS-CoV και της γρίπης. Είναι αξιοσημείωτο, ότι σημειώθηκαν νέες εστίες διασποράς κατά τη διάρκεια παρατεταμένων περιόδων με θερμοκρασίες παρόμοιες με τις αρχικές εστίες. **Εκτός από την καλύτερη βιωσιμότητα του ιού, άλλοι πιθανοί μηχανισμοί που σχετίζονται με τα χαμηλότερα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας περιλαμβάνουν τη σταθεροποίηση των σταγονιδίων, την αυξημένη μετάδοση στον ρινικό βλεννογόνο και την εξασθενημένη ανοσία, όπως έχει βρεθεί ανάλογα και με άλλους ιούς του αναπνευστικού.** Είναι σημαντικό ότι σε πιο ψυχρές περιοχές στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη οι μεταδόσεις COVID-19 ήταν περιορισμένες, υποδεικνύοντας ότι ο ιός πιθανόν μεταδίδεται σε ένα συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασίας. Αν και οι περισσότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στην σχετική υγρασία RH, αυτή μπορεί να επηρεαστεί από τη θερμοκρασία και, συνεπώς, η υγρασία Q (αποτελεί δείκτη απόλυτης υγρασίας) αποτελεί δείκτη που εκτιμά την υγρασία ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία. Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι χαμηλές τιμές Q αποτελούν βασικό παράγοντα για την μετάδοση της γρίπης σε εργαστηριακό περιβάλλον καθώς και στην έναρξη της εποχικής γρίπης στις ΗΠΑ. **Όλα τα παραπάνω υποδεικνύουν μια πιθανή συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας και επιβίωσης του SARS-CoV-2 στο περιβάλλον.**

Οι κορωνοϊοί του κοινού κρυολογήματος (HCoV 229E, HCoV HKU1, HCoV NL63 και HCoV OC43) παρουσιάζουν έντονη εποχικότητα μεταξύ Δεκεμβρίου και Απριλίου ενώ απουσιάζουν τους καλοκαιρινούς μήνες από τις εύκρατες περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου. Συγκεκριμένα προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι ο αλφα-κορωνοϊός HCoV 229E παρουσιάζει κορύφωση το φθινόπωρο, ενώ ο HCoV OC43 (που ανήκει στην κατηγορία των βητα-κορωνοϊών όπως ο SARS-CoV-2) παρουσιάζει κορύφωση το χειμώνα. Αν και είναι δύσκολο να γίνουν μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις, είναι πιθανό η διασπορά του COVID-19 να μειωθεί σημαντικά στις πληγείσες περιοχές (πάνω από γεωγραφικό πλάτος 30 °B) τους επόμενους μήνες και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ωστόσο, δεδομένου ότι ο SARS-CoV-2 είναι νέος ιός, δεν υπάρχει ανοσία στον πληθυσμό και αυτό μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα. Σε παρόμοιες περιπτώσεις, κατά την πανδημία γρίπης του H1N1 το 2009, και την πρώτη πανδημία κοκίτη στην Περσία και τη Γαλλία το 1400 και το 1500, αντίστοιχα, οι αρχικές επιδημίες ήταν απρόβλεπτες, και παρουσίασαν εξάρσεις και εκτός από την περιόδους της εποχικότητας τους.

Η εξάπλωση του ιού SARS-CoV-2 τα επόμενα χρόνια θα μπορούσε να ακολουθήσει διαφορετικά μοτίβα. Θα μπορούσε να επικρατήσει σε χαμηλά επίπεδα ή να ακολουθήσει εποχικές εξάρσεις όπως η γρίπη, που μεταδίδεται στο νότιο ημισφαίριο και επανέρχεται στα τέλη του φθινοπώρου και του χειμώνα στις εύκρατες περιοχές του βορείου ημισφαιρίου του επόμενου έτους. Μια άλλη πιθανότητα είναι ότι, σε συνδυασμό με εντατικά περιοριστικά μέτρα να περιοριστεί σημαντικά το καλοκαίρι στις τροπικές περιοχές και στο νότιο ημισφαίριο και τελικά να εξαφανιστεί, όπως συνέβη και με τον SARS-CoV το 2003. Ωστόσο, ο ολοένα αυξανόμενος αριθμός κρουσμάτων παγκοσμίως καθιστά αυτό το σενάριο όλο και λιγότερο πιθανό. Ο ιός MERS-CoV αποτελεί παράδειγμα κορωνοϊού που μπορεί να εξαπλώνεται όλες τις εποχές.

Ένα πεδίο για περαιτέρω έρευνα περιλαμβάνει τη χρήση σύνθετων επιδημιολογικών μοντέλων που ενσωματώνουν κλιματολογικές/καιρικές μεταβλητές (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία), τις χωροχρονικές αλλαγές τους, καθώς και προσομοίωση σεναρίων ανθρώπινων αλληλεπιδράσεων. (π.χ. μετακινήσεις, πυκνότητα πληθυσμού). Τέτοια μοντέλα μπορούν να βελτιώσουν τις βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις των προβλέψεων. Αυτή η προσέγγιση θα επέτρεπε να απαντηθούν ερωτήματα όπως ποιοι πληθυσμοί διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο και για

πόσο διάστημα, πού να γίνεται πιο εκτεταμένη επιτήρηση, που να εφαρμόζονται πιο αυστηρά περιοριστικά μέτρα, ή πώς μπορεί να περιοριστεί η εξάπλωση του ιού στο νότιο ημισφαίριο, καθώς και προβλέψεις για τη διασπορά του ιού το 2021 και το 2022. Η καλύτερη κατανόηση των παραμέτρων που σχετίζονται με την εποχικότητα των κορωνοϊών και άλλων ιών του αναπνευστικού θα βοηθούσε για την ανάπτυξη καλύτερων θεραπειών και στρατηγικών πρόληψης και θα ήταν σημαντική στον προσδιορισμό των περιοχών που χρειάζονται αυξημένη επιτήρηση.