

ΕΙΔΙΚΟ ΑΡΘΡΟ SPECIAL ARTICLE

Ο ρόλος της κλιματικής αλλαγής στην εμφάνιση και εξάπλωση του νέου κορωνοϊού

Η νόσος COVID-19, που προκαλείται από τον κορωνοϊό SARS-CoV2, συνεχίζει να αποτελεί μια παγκόσμια απειλή. Οι συνέπειες από την πανδημία είναι καταστροφικές όχι μόνο για την υγεία των ανθρώπων και τα εθνικά συστήματα υγείας αλλά και για την παγκόσμια οικονομία. Οι νυχτερίδες, ο φοιιδωτός μυρμηγκοφάγος, η μοσχογαλή αλλά και άλλα άγρια ζώα έχουν ενοχοποιηθεί ως πιθανοί ξενιστές του ιού. Σύμφωνα με πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα, η αυξημένη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα φαίνεται να έχει συνεισφέρει σημαντικά στην εξάπλωση (αερογενή διασπορά) και επιθετικότητα της νόσου, δεδομένου ότι οι μεγαλουπόλεις με υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης παρουσίασαν τον μεγαλύτερο αριθμό κρουσμάτων και θανάτων. Φαίνεται ακόμη ότι η κατάρρευση των φυσικών οικοσυστημάτων που απορρέει από την ολοένα και εξελισσόμενη κλιματική αλλαγή ήταν καίριας σημασίας για τη μετακίνηση ζώων σε νέες περιοχές και την αλληλεπίδρασή τους με άλλα ζώα τα οποία κανονικά δεν θα συναντούσαν, με αποτέλεσμα την εμφάνιση νέων παθογόνων που με τη σειρά τους μόλυναν τον άνθρωπο. Είναι φανερό πλέον ότι εγκαινιάστηκε η εποχή της «Κλιματικής Ιατρικής», που θα αποτελέσει ακρογωνιαίό λίθο για την άσκηση της Ιατρικής στον 21ο αιώνα.

Τον Δεκέμβριο του 2019 στην περιοχή Wuhan της Κίνας απομονώθηκε νέος κορωνοϊός (coronavirus), τύπου SARS (severe acute respiratory syndrome), στον οποίο αργότερα δόθηκε το όνομα SARS-CoV2 (severe acute respiratory syndrome-coronavirus 2), ενώ η νόσος που προκαλεί ονομάστηκε COVID-19 (coronavirus disease-2019).¹ Οι ασθενείς που προσβάλλονται μπορεί να είναι τελείως ασυμπτωματικοί ή να εμφανίζουν κλινικές εκδηλώσεις, οι οποίες κυμαίνονται από ήπια συμπτώματα κοινού κρυολογήματος έως και σοβαρή πνευμονία, που μπορεί να επιπλακεί και να οδηγήσει στο σύνδρομο της οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας, στη σήψη και στην πολυοργανική ανεπάρκεια, επιφέροντας τελικά τον θάνατο.¹ Σύντομα, ο ιός εξαπλώθηκε ταχύτατα σε όλον τον κόσμο και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας

(ΠΟΥ) αναγνώρισε τη νέα ασθένεια ως πανδημία και κήρυξε τον πλανήτη σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης.² Μέχρι το τελευταίο δεκάημερο του Ιουνίου 2020 είχαν επιβεβαιωθεί 8.506.107 κρούσματα της νόσου και 455.231 θάνατοι σε σύνολο 216 χωρών.² Οι συνέπειες από την πανδημία είναι καταστροφικές όχι μόνο για την υγεία των ανθρώπων και τα εθνικά συστήματα υγείας, που αποδείχθηκαν απροετοίμαστα στην αντιμετώπιση του πρωτοφανούς φαινομένου, αλλά και για την παγκόσμια οικονομία, που ήδη έχει πληγεί σοβαρά.³ Πληθώρα επιστημονικών δεδομένων και θεωρίες συνομωσίας έχουν κατακλύσει το διαδίκτυο, ενώ οι φαρμακευτικές εταιρείες αναζητούν το κατάλληλο φάρμακο για τη θεραπευτική αντιμετώπιση και το εμβόλιο που θα μπορούσε να περιορίσει την εξάπλωση της νόσου.

ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2020, 37(5):704–707
ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2020, 37(5):704–707

Χ.Β. Γελαδάρη,¹
Ε.Β. Γελαδάρη,²
Ε.Α. Ανδρεάδης,¹
Ν. Βαλλιάνου,³
Σ.Π. Ντουράκης²

¹Παθολογική Κλινική, Όμιλος Ιατρικού Αθηνών, Κλινική Ψυχικού, Νέο Ψυχικό

²Β΄ Παθολογική Κλινική και Ομώνυμο Εργαστήριο, Ιατρική Σχολή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Ιπποκράτειο», Αθήνα

³Α΄ Παθολογική Κλινική, Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Ο Ευαγγελισμός – Οφθαλμιατρείο Αθηνών – Πολυκλινική», Αθήνα

The role of climate change
in the emergence and spread
of the novel coronavirus

Abstract at the end of the article

Λέξεις ευρητηρίου

Ατμοσφαιρική ρύπανση
Κλιματική αλλαγή
Κορωνοϊός
Λοιμώδη νοσήματα
Υπόθεση του διπλού κτυπήματος

Υποβλήθηκε 5.5.2020

Εγκρίθηκε 10.5.2020

Ο νέος ιός είναι ο έβδομος κατά σειρά κορωνοϊός (της οικογένειας των β-κορωνοϊών) που απομονώθηκε.⁴ Ο SARS-CoV2, καθώς και οι κορωνοϊοί SARS-CoV και MERS-CoV μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή νόσο, σε αντίθεση με άλλα στελέχη κορωνοϊών που σχετίζονται με ήπια συμπτωματολογία κοινού κρυολογήματος (HKU1, NL63, OC43 και 229E).⁴ Τι ευθύνεται όμως για την εμφάνιση και εξάπλωση της νέας λοίμωξης; Σύμφωνα με τη διαθέσιμη βιβλιογραφία, οι νυχτερίδες, ο φολιδωτός μυρμηγκοφάγος (γνωστός και ως παγκολίνος) και η μοσχογαλή θεωρούνται ως οι πιθανοί αρχικοί ξενιστές του ιού, μέσω των οποίων ο κορωνοϊός μεταφέρθηκε στον άνθρωπο, ενώ έχει ενοχοποιηθεί και η εκτροφή άλλων άγριων ζώων.⁵ Αμερικανοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι «είναι εξαιρετικά απίθανο ο ιός να είναι αποτέλεσμα εκούσιας γενετικής μηχανικής εργαστηριακών χειρισμών και δεδομένης της μεγάλης ομοιότητάς του με άλλους γνωστούς κορωνοϊούς που σχετίζονται με νυχτερίδες, είναι σχεδόν σίγουρο ότι προήλθε από τη φύση».⁵ Ακόμη, είναι εμφανές το γεγονός ότι οι πυκνοκατοικημένες μεγαλουπόλεις με υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης ήταν αυτές που παρουσίασαν τον μεγαλύτερο αριθμό κρουσμάτων.⁶

Παράλληλα, η ελληνική λέξη «κρίση» μοιάζει να έχει στιγματίσει τη νέα γενιά αποδεκατίζοντας τα όνειρα για ένα καλύτερο μέλλον. Πρώτα ηθική (κρίση αξιών), έπειτα κοινωνική, οικονομική, πολιτική, μεταναστευτική, εθνική... Και τώρα, κρίση υγείας. Οι επιθετικοί προσδιορισμοί όμως δεν σταματούν εδώ. Η γενιά μας θα έλθει αντιμέτωπη με τη μεγαλύτερη πρόκληση του αιώνα μας. Η κλιματική κρίση μοιάζει να είναι προ των πυλών. Είναι προφανές ότι εγκαινιάστηκε μια νέα εποχή για την ιατρική επιστήμη. Η εποχή της Κλιματικής Ιατρικής (climate medicine), που θα αλλάξει τα δεδομένα, μαζί με την Ιατρική τη βασιζόμενη στις ενδείξεις (evidence-based medicine, EBM) και την τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence, AI) θα αποτελέσουν τον ακρογωνιαίο λίθο για την άσκηση της Ιατρικής του 21ου αιώνα.

Τα τελευταία έτη έχει παρατηρηθεί ραγδαία αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας, η τιμή της οποίας το 2019 ήταν κατά 0,98 °C υψηλότερη από τον μέσο όρο.⁷ Η αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, οξείδιο του αζώτου κ.λπ.) που πυροδοτείται από τις ολοένα και επεκτεινόμενες ανθρώπινες δραστηριότητες είναι ο κυριότερος παράγοντας για την υπερθέρμανση του πλανήτη μας.⁸ Οι φονικές πυρκαγιές του προηγούμενου έτους και οι αποψιλώσεις των δασών στον Αμαζόνιο, στη Σιβηρία και στην Αυστραλία, που τροφοδοτήθηκαν περαιτέρω από την ακραία εκδήλωση του φαινομένου «El Niño» (“El Niño” – το ωκεάνιο φαινόμενο κατά το οποίο τα κεντρικά και

ανατολικά νερά του Ειρηνικού ωκεανού κοντά στον ισημερινό είναι θερμότερα σε σχέση με άλλες περιοχές),⁹ κατέστρεψαν τους «πνεύμονες» του πλανήτη μας και επιτάχυναν την κλιματική αλλαγή.^{10,11} Η επερχόμενη κατάρρευση των φυσικών οικοσυστημάτων κατέστησε αναγκαία τη μετακίνηση ζώων από την ξηρά και από τη θάλασσα προς ψυχρότερες περιοχές για την επιβίωσή τους. Ως εκ τούτου, αυξήθηκε ο κίνδυνος έκθεσής μας σε νέα λοιμώδη νοσήματα, δεδομένου ότι οι μη φυσιολογικές περιστάσεις αποτέλεσαν το έναυσμα για ζώα να έλθουν σε επαφή με άλλα ζώα, που δεν θα συναντούσαν κανονικά, και να δημιουργηθούν έτσι οι συνθήκες για την εισαγωγή νέων παθογόνων σε ξενιστές που μόλυναν ακολούθως τον άνθρωπο.¹²

Ερευνητική ομάδα από τη Σχολή Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου του Harvard έδειξε ότι άνθρωποι οι οποίοι ζούσαν σε μεγαλουπόλεις με υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και αυξημένη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων με διάμετρο <2,5 μm είχαν μεγαλύτερη πιθανότητα να προσβληθούν από τον SARS-CoV2 και να καταλήξουν τελικά, ανεξάρτητα από τη συνύπαρξη άλλων παραγόντων κινδύνου, όπως είναι το βεβαρημένο ιατρικό ιστορικό, το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο και η πρόσβαση σε υγειονομική περίθαλψη.¹³ Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής ήταν μάλιστα συμβατά με εκείνα προηγούμενων επιστημονικών μελετών τις οποίες διεξήγαγαν επιστήμονες από την Κίνα και την Ευρώπη και είχαν δείξει ότι ασθενείς με έκθεση σε περιβαλλοντική ρύπανση και ιστορικό καπνίσματος είχαν χειρότερη έκβαση μετά από εμφάνιση αναπνευστικών λοιμώξεων σε σχέση με εκείνους οι οποίοι ανέπνεαν καθαρό αέρα και δεν ήταν καπνιστές.¹⁴ Είναι λοιπόν αναγκαίο να ληφθούν άμεσα μέτρα πρόληψης σε μέρη όπου τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι ιδιαίτερα αυξημένα, καθώς και να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις ευπαθείς ομάδες, δηλαδή σε αστέγους που δεν έχουν πρόσβαση σε κλιματιζόμενους χώρους με φιλτραρισμένο αέρα ή ασφάλιση υγείας, και στους ήδη πάσχοντες από αναπνευστικά νοσήματα. Οι ηλικιωμένοι, οι έγκυες γυναίκες και τα παιδιά αποτελούν επίσης ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού.^{6,15} Αδιαμφισβήτητη, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ο περιορισμός της παγκόσμιας υπερθέρμανσης θα προστατεύσει το ανθρώπινο είδος από την εμφάνιση και τη διασπορά νέων, ίσως και σοβαρότερων λοιμώξεων.¹⁶

Πρόσφατα, ερευνητική ομάδα από την Ευρώπη προσπάθησε να εξηγήσει το πώς η έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου <2,5 μm αύξησε την πιθανότητα σοβαρής COVID-19.¹⁷ Οι ερευνητές πρότειναν την «υπόθεση του διπλού κτυπήματος» (“double-hit hypothesis”). Σύμφωνα με την εν λόγω υπόθεση, η χρόνια έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου <2,5 μm προκαλεί υπερέκφραση του

κυψελιδικού υποδοχέα των πνευμόνων ACE-2 (angiotensin converting enzyme, μετατρεπτικό ένζυμο της αγγειοτασίνης), στον οποίο προσκολλάται ο SARS-CoV2 για να εισέλθει στον οργανισμό του ανθρώπου. Η υπερέκφραση αυτή έχει ως συνέπεια τη διευκόλυνση της εισόδου του ιού και την αύξηση του ιικού φορτίου σε ασθενείς που εκτίθενται σε ρύπους. Παράλληλα, η υψηλή συγκέντρωση οξειδίου του αζώτου (NO₂) στον ατμοσφαιρικό αέρα συνιστά ένα «δεύτερο κύττημα» προκαλώντας σοβαρή μορφή της νόσου σε ασθενείς με ήδη εξαντλημένα επίπεδα του εν λόγω υποδοχέα, με αποτελέσματα καταστροφικά για την υγεία.¹⁸

Ομοίως, ερευνητικά δεδομένα από την Ιταλική Εταιρεία Περιβαλλοντικής Ιατρικής (Società Italiana di Medicina Ambientale, SIMA) για τη διασπορά της νόσου COVID-19 στη βόρεια Ιταλία υποστηρίζουν ότι τα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας διευκολύνουν την «εξάπλωση» του ιού με τον αέρα σε ακόμη μεγαλύτερες αποστάσεις, για ώρες ή ακόμη και ημέρες. Η τοπική ατμοσφαιρική σύσταση φαίνεται να είναι ένας άλλος περιβαλλοντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη στην επιταχυνόμενη διάδοση του συγκεκριμένου ιού.¹⁹

Ο SARS-CoV2, όπως και η πλειονότητα των κορωνοϊών, αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα ο επερχόμενος καύσωνας του καλοκαιριού να μη φαίνεται αρκετός για να αναχαιτίσει την εξάπλωσή του.²⁰ Η τήρηση των φυσικών (και όχι «κοινωνικών») αποστάσεων (physical distancing) από τους οικείους μας, τους γνωστούς και τους γύρω μας, ο καλός αερισμός των χώρων και η καλή και σωστή υγιεινή των χεριών μας είναι οι προτιμώμενες μέθοδοι για την προστασία μας από την εξάπλωση/διάδοση του ιού.²¹

Με οποιονδήποτε τρόπο, οι ιοί θα βρίσκουν πάντα έναν τρόπο να επιβιώνουν. Ειδικά οι ιοί RNA, οι οποίοι έχουν πολύ υψηλά ποσοστά μετάλλαξης με ευρεία και ταχεία προσαρμοστικότητα.²² Το ίδιο ισχύει και για τον πλανήτη μας, τη Γη, όπου τα τελευταία δισεκατομμύρια έτη έχουν συμβεί πέντε μαζικές εξαφανίσεις.²³ Θα συμβεί ωστόσο το ίδιο με το ανθρώπινο είδος; Ποια θα είναι η εξέλιξή μας σε ένα μεταβαλλόμενο κλίμα; Θα βρουν οι σύγχρονοι επιστήμονες τρόπους για να προστατεύσουν την ανθρωπότητα και να αποτρέψουν την έκρηξη μεγάλη μαζική εξαφάνιση, που σύμφωνα με τις θεωρίες τους ήδη λαμβάνει χώρα; Αδιαμφισβήτητη, η κλιματική αλλαγή θα επιφέρει καταστροφικές συνέπειες για τον πλανήτη μας και τα οικοσυστήματα: οι πάγοι λιώνουν, η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει, τα δάση καίγονται. Η ανθρώπινη υγεία θα κινδυνεύσει και θα υπάρξει κίνδυνος ακόμη και για την επιβίωση του είδους μας. Το μέλλον μοιάζει αβέβαιο.

Η υιοθέτηση τρόπων από τον καθένα από εμάς, που θα στοχεύουν στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (πράσινη ανάπτυξη κ.λπ.), θα μπορούσε να επιφέρει μείωση του αριθμού των εκτιμώμενων θανάτων των σχετιζόμενων με την κλιματική αλλαγή στο μέλλον.²⁴ Επί πλέον, η εισαγωγή της «Κλιματικής Ιατρικής» ως σημαντικού μαθήματος σε όλα τα κλινικά και ακαδημαϊκά ινστιτούτα της χώρας, από τα οποία σήμερα απουσιάζει εντελώς, είναι αναγκαία. Η σταθερότητα του εθνικού συστήματος υγείας και η βέλτιστη εκπαίδευση και ετοιμότητα των ιατρών, καθώς και η εξοικείωσή τους με όρους από την κλιματική επιστήμη θα αποτελέσουν σημαντικά και κρίσιμα βήματα για την καταπολέμηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην υγεία των ανθρώπων.

ABSTRACT

The role of climate change in the emergence and spread of the novel coronavirus

C.V. GELADARI,¹ E.V. GELADARI,² E.A. ANDREADIS,¹ N. VALLIANOU,³ S.P. DOURAKIS²

¹Clinic of Internal Medicine, Athens Medical Group, Psychiko Clinic, Neo Psychiko, ²Second Department of Internal Medicine and Laboratory, School of Medicine, National and Kapodistrian University of Athens, "Hippokratation" General Hospital, Athens, ³First Department of Internal Medicine, "Evangelismos – Ophthalmiatrio of Athens – Polikliniki" General Hospital, Athens, Greece

Archives of Hellenic Medicine 2020, 37(5):704–707

COVID-19, caused by the coronavirus SARS-CoV2, continues to pose a global threat. The consequences from the pandemic are devastating, not only for human health and the national health systems throughout the world, but also for the global economy. Bats, pangolins, muskrats and other wild animals have been implicated as possible hosts of the virus. According to recent research data, the increased concentration of particulate air matter in the atmosphere appears to have contributed significantly to the spread (airborne transmission) and aggressiveness of the disease, as large cities with high levels of air pollution showed the highest numbers of SARS-CoV2 cases and deaths. It also

appears that the collapse of natural ecosystems resulting from the ever-evolving climate change has been crucial for the migration of animals to new areas and their interaction with other animals that they would not normally encounter, resulting in the emergence of new pathogens, which in turn infected humans. It is now clear that the era of “climate medicine” which will be a cornerstone for the practice of medicine in the 21st century, has already begun.

Key words: Air pollution, Climate change, Coronavirus, Double-hit hypothesis, Infectious diseases

Βιβλιογραφία

- ZHOU F, YU T, DU R, FAN G, LIU Y, LIU Z ET AL. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: A retrospective cohort study. *Lancet* 2020, 395:1054–1062
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO Director-General’s opening remarks at the media briefing on COVID-19. WHO, 11 March, 2020
- CHEN S, IGAN D, PIERRI N, PRESBITERO AF. *Tracking the economic impact of COVID-19 and mitigation policies in Europe and the United States*. IMF, Special Series on COVID-19, 2020:1–10
- CORMAN VM, MUTH D, NIEMEYER D, DROSTEN C. Hosts and sources of endemic human coronaviruses. *Adv Virus Res* 2018, 100:163–188
- ANDERSEN KG, RAMBAUT A, IAN LIPKIN W, HOLMES EC, GARRY RF. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med* 2020, 26:450–452
- ZHU Y, XIE J, HUANG F, CAO L. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China. *Sci Total Environ* 2020, 727:138704
- NOAA NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION. State of the climate: Global climate report for October 2019. Published online January 2020. Available at: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201913> (retrieved on 14.3.2020)
- SOLOMON S, QIN D, MANNING M, ALLEY RB, BERNTSEN T, BINDOFF NL ET AL. Technical summary. In: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB et al (eds) *AR4 climate change 2007: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge and New York, NY
- FISHMAN DN, TUIE AR, BROWN KA. Impact of El Niño Southern Oscillation on infectious disease hospitalization risk in the United States. *Proc Natl Acad Sci USA* 2016, 113:14589–14594
- DE MAGALHÃES NETO N, EVANGELISTA H, CONDOM T, RABATEL A, GINOT P. Amazonian biomass burning enhances tropical Andean glaciers melting. *Sci Rep* 2019, 9:16914
- LINDENMAYER DB, KOOYMAN RM, TAYLOR C, WARD M, WATSON JEM. Recent Australian wildfires made worse by logging and associated forest management. *Nat Ecol Evol* 2020, 4:898–900
- ROCHE B, GUEGAN JF. Ecosystem dynamics, biological diversity and emerging infectious diseases. *C R Biol* 2011, 334:385–392
- WU X, NETHERY RC, SABATH BM, BRAUN D, DOMINICI F. Exposure to air pollution and COVID-19 mortality in the United States: A nationwide cross-sectional study. *medRxiv* 2020. Available at: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.05.20054502>
- FATTORINI D, REGOLI F. Role of the chronic air pollution levels in the COVID-19 outbreak risk in Italy. *Environ Pollut* 2020, 264:114732
- MEAD MN. Who’s at risk? Gauging susceptibility to air pollutants. *Environ Health Perspect* 2011, 119:A176
- SHUMAN EK. Global climate change and infectious diseases. *N Engl J Med* 2010, 362:1061–1063
- FRONTERA A, CIANFANNELLI L, VLACHOS K, LANDONI G, CREMONA G. Severe air pollution links to higher mortality in COVID-19 patients: The “double-hit” hypothesis. *J Infect* 2020, S0163–4453(20)30285–1. doi: 10.1016/j.jinf.2020.05.031
- SETTI L, PASSARINI F, DE GENNARO G, DI GILIO A, PALMISANI J, BUONO P ET AL. Position paper – Relazione circa l’effetto dell’inquinamento da particolato atmosferico e la diffusione di virus nella popolazione. SIMA – Società Italiana di Medicina Ambientale, 2020:1–6
- PASTORINO B, TOURET F, GILLES M, DE LAMBALLERIE X, CHARREL RN. Evaluation of heating and chemical protocols for inactivating SARS-CoV-2. *bioRxiv* 2020:1–9
- OTTER JA, DONSKEY C, YEZLI S, DOUTHWAITE S, GOLDENBERG SD, WEBER DJ. Transmission of SARS and MERS coronaviruses and influenza virus in healthcare settings: The possible role of dry surface contamination. *J Hosp Infect* 2016, 92:235–250
- DUFFY S. Why are RNA virus mutation rates so damn high? *PLoS Biol* 2018, 16:e3000003
- CONDIE KC. The biosphere. In: Condie KC (ed) *The earth as an evolving planetary system*. 3rd ed. Academic Press, 2016, 9:279–331
- BELL E. Ready health services for climate change: A policy framework for regional development. *Am J Public Health* 2011, 101:804–813

Corresponding author:

S.P. Dourakis, 28 Achaia street, 115 23 Athens, Greece
e-mail: spdour@med.uoa.gr