

## ΡΥΠΑΝΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Λ. Σιχθητίδης

Τα τελευταία χρόνια αποδίδεται ολοένα και μεγαλύτερη σημασία στην ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων για την υγεία<sup>1,2</sup>.

Ο ενήλικος πληθυσμός των ανεπτυγμένων χωρών και ιδίως των πόλεων πολύ λίγο χρόνο της ημέρας διαβίει σε ανοικτό χώρο, ιδιαίτερα δε οι γυναίκες. Καθοριστικός δε καθίσταται ο παράγοντας έκθεσης για πολλούς ρύπους σε εσωτερικούς χώρους, που για μερικά άτομα αποτελεί τη μοναδική πηγή έκθεσης.

Η έρευνα για τη ρύπανση εσωτερικών χώρων άρχισε στο τέλος της δεκαετίας του '60 και τις αρχές του '70. Οι υποψίες ότι ο περιορισμός του αερισμού των κτιρίων, για λόγους οικονομίας ενεργείας, πιθανόν να αυξάνει τις συγκεντρώσεις των ρύπων και να οδηγεί σε βλάβες στην υγεία ερέθισε ουσιαστικά τις σχετικές έρευνες.

### ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ

Οι κίνδυνοι για την υγεία από τη ρύπανση εσωτερικών χώρων καθορίζονται από την ατομική έκθεση στους ρύπους και όχι απλά από τις συγκεντρώσεις των ρύπων στους εσωτερικούς χώρους. Η συνολική ατομική έκθεση στους ρύπους είναι το άθροισμα των συγκεντρώσεων των ρύπων σε σχέση με το χρόνο έκθεσης σε ποικίλα περιβάλλοντα. Από μελέτες του τύπου δραστηριότητας των ατόμων ανεπτυγμένων χωρών φαίνεται η σημασία του εσωτερικού περιβάλλοντος στον καθορισμό της συνολικής ατομικής έκθεσης<sup>3</sup>. Ο ρόλος

των διάφορων χώρων και πηγών ρύπων για την ατομική έκθεση μπορεί να εκτιμηθεί από πληροφορίες για τον τύπο και χρόνο δραστηριότητας των ατόμων σε συνδυασμό με στοιχεία από δειγματοληψίες που γίνονται με ειδικές συσκευές, φορητές ή μόνιμες<sup>4</sup>.

Οι παράγοντες που εμπλέκονται στις συγκεντρώσεις της ρύπανσης των εσωτερικών χώρων ποικίλλουν για κάθε ρύπο. Η ρύπανση εσωτερικού χώρου από ένα συγκεκριμένο ρύπο επηρεάζεται από τα επίπεδά του στο περιβάλλον, από τις πηγές εκπομπής του στους εσωτερικούς χώρους, το ρυθμό ανταλλαγής του αέρα μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και άλλα χαρακτηριστικά του κτιρίου και της επίπλωσης<sup>5</sup>. Ρύποι του περιβάλλοντος εισέρχονται σε ένα κτίριο δια των συστημάτων εξαερισμού ή με την ανταλλαγή του αέρα, που συμβαίνει σε όλα τα κτίρια μέσω των δομικών υλικών και δεν εξαρτάται μόνο από τη συγκέντρωση ρύπων στο περιβάλλον, αλλά επίσης και από το ρυθμό διήθησης του αέρα (μέσα-έξω), την ικανότητα καθαρισμού των συστημάτων φίλτρων, που στηρίζεται στην ιδιότητα των ρύπων να συμμετέχουν σε χημικές αντιδράσεις, και όσον αφορά τους στερεούς ρύπους από το μέγεθος και το σχήμα των σωματιδίων τους.

Μεταξύ των πηγών ρύπων των εσωτερικών χώρων, η καύση ουσιών σε περιβάλλον με ανεπαρκές σύστημα εξαερισμού, η εξάτμιση διαλυτών, η τριβή και απόξεση υλικών προκαλούν αέρια ή σωματιδιακή ρύπανση. Το ραδόνιο και τα προϊόντα

αποδόμησής του συγκεντρώνονται στους εσωτερικούς χώρους από το χώμα, το νερό και τα άλλα δομικά υλικά του κτιρίου. Στις βιολογικές πηγές ρύπων εσωτερικού χώρου περιλαμβάνονται τα έντομα, οι μύκητες, τα βακτηρίδια και τα εκκρίματα ζώων<sup>6</sup>.

### Οικιακό περιβάλλον

Τα δομικά χαρακτηριστικά των σπιτιών είναι ποιότητα και μερικοί τύποι (σπιτιών) πιθανόν να συντελούν στη ρύπανση εσωτερικού χώρου. Ο μειωμένος εξαερισμός σε νεώτερες κατασκευές (σύγχρονα μονωμένα σπίτια) μπορεί να οδηγήσει σε υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων. Τα τροχόσπιτα και τα προκάτ σπίτια παρουσιάζουν επίσης προβλήματα ποιότητας του εσωτερικού αέρα, γιατί έχουν μειωμένο εξαερισμό σε σχέση με τα συνηθισμένα σπίτια, είναι μικρότερα σε όγκο, συχνά αποτελούνται από υλικά που περιέχουν πτητικές συνθετικές ρητίνες και είναι συχνά εξοπλισμένα με σόμπες και φούρνους που λειτουργούν με υγραέριο.

Πηγές καύσης, όπως σόμπες και φούρνοι μαγειρέματος, θερμάστρες χώρου και καπνός τσιγάρων προκαλούν ρύπανση εσωτερικού χώρου. Από την καύση του γκαζιού κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος και της συντήρησης της καύσης του φλογίστρου απελευθερώνονται νιτρικά οξείδια, CO, CO<sub>2</sub> και νερό. Το κάπνισμα μέσα στο σπίτι αυξάνει τα επίπεδα εισπνεόμενων σωματιδίων, νικοτίνης, πολυκυκλικών υδρογονανθράκων, CO, ακρολεΐνης, NO<sub>2</sub> και άλλων ουσιών. Η αύξηση ποικίλλει ανάλογα με τον αριθμό των καπνιστών, τον αριθμό τσιγάρων των καπνιζόντων και την ύπαρξη συστημάτων αντιμετώπισης της ρύπανσης.

Η χρήση θερμαστών ξύλων ρυπαίνει τους εσωτερικούς χώρους με CO, σωματίδια, αρωματικούς υδρογονάνθρακες είτε με επανείσοδο του καπνού στο σπίτι είτε με άμεση απελευθέρωση μέσα στο σπίτι, λόγω διαφυγών. Σωστή χρήση θερμάστρας ξύλων προκαλεί μικρές αλλά μετρήσιμες εκπομπές σωματιδίων<sup>7</sup>. Αντίθετα το τζάκι προκαλεί μεγαλύτερη ρύπανση του εσωτερικού χώρου, αλλά συνήθως χρησιμοποιείται λιγότερο χρόνο.

Η φορμαλδεΐδη παράγεται στο σπίτι από πολλές πηγές όπως νοβοπάν, κοντραπλακέ, προϊόντα χαρτιού, καλύμματα δαπέδων, τάπητες, αυτοκόλλητες ταινίες, ρητίνες, ταπετσαρίες, κοσμητικά προϊόντα (βαφές νυχιών, κραγιόν κλπ). Ιδιαίτερα

υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί η χρήση UFFI: (Urea-Formaldehyde Foam Insulation), που αποτελεί ρητίνη από ουρία, φορμαλδεΐδη και νερό. Μετά την τοποθέτησή του (του UFFI) απελευθερώνεται αρχικά φορμαλδεΐδη που πολυμερίζεται και σκληραίνει. Εάν η επεξεργασία δεν είναι η πρόεπουσα, το UFFI αποτελεί μόνιμη πηγή απελευθέρωσης φορμαλδεΐδης<sup>8</sup>. Οι συγκεντρώσεις φορμαλδεΐδης είναι υψηλότερες σε τροχόσπιτα λόγω κατασκευής (π.χ. το νοβοπάν περιέχει μεγάλες ποσότητες φορμαλδεΐδης).

Πολλοί άλλοι ρυπαντές με πιθανώς βλαβερές επιδράσεις στην υγεία βρίσκονται στο οικιακό περιβάλλον. Πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds - VOCs) απελευθερώνονται από πολλά δομικά υλικά και προϊόντα οικιακής χρήσης. Βιολογικοί παράγοντες μπορεί να προέρχονται από πηγές μέσα ή έξω από το σπίτι. Το ραδόνιο και τα ραδιενεργά παράγωγά του ανακαλύπτονται σε υψηλά επίπεδα σε μερικά σπίτια. Ο αμιάντος χρησιμοποιείται ως μονωτικό σε καυστήρες και σωλήνες ατμού και θερμού νερού. Εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα χρησιμοποιούνται συχνά στα σπίτια<sup>9</sup>.

### Το περιβάλλον της εργασίας (κλειστός χώρος - γραφείο)

Υπάρχουν άπειρες πηγές επικίνδυνων ρυπαντών. Το κάπνισμα τσιγάρου, όπως και στο σπίτι, προσθέτει σωματίδια και αέρια στο περιβάλλον. Άλλες εκπομπές από καύσεις και εξατμίσεις αυτοκινήτων προσθέτουν σωματίδια και αέρια. Πτητικές ενώσεις απελευθερώνονται από αυτοκόλλητες ταινίες, καλύμματα τοίχων από βινίλιο, επιπλώσεις γραφείου, πλακάκια, χαλιά και φωτοτυπικές μηχανές. Διαλύτες, εντομοκτόνα, απορρυπαντικά και συνθετικές ίνες επίσης ρυπαίνουν τον αέρα. Βακτήρια και μύκητες μπορεί να αναπτυχθούν σε υγρές επιφάνειες σε κλιματιστικές συσκευές, σε αγωγούς, σε φίλτρα και συστήματα ύγρανσης του αέρα.

### Προβλήματα μετακίνησης

Μολονότι ο μέσος πολίτης δαπανά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου του στο σπίτι ή στη δουλειά, 5% του χρόνου κάθε μέρα «ξοδεύεται» στις μετακινήσεις<sup>10</sup>.

Χιλιάδες ανθρωποώρες ξοδεύονται κατά τις

μετακινήσεις. Στα περισσότερα μέσα μαζικής μεταφοράς ο εξαερισμός είναι αρκετά καλός, ωστόσο σε καταστάσεις υπερφόρτωσης ο αερισμός μπορεί να θεωρηθεί ανεπαρκής. Έτσι ουσιαστικής έκθεσης σε αέριους κύριους ρύπους διατηρείται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

Πηγές ρύπων από καύση έχουν ιδιαίτερη σημασία. Αέρια από την εξάτμιση μπορεί να μπουν στο χώρο επιβατών ενός οχήματος. Σε πτήσεις επίσης σε μεγάλα ύψη (> 40.000 πόδια) το όζον της στρατόσφαιρας ρυπαίνει το εσωτερικό του αεροπλάνου.

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΡΥΠΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

### Καπνός τσιγάρων

Από αρκετό καιρό παράλληλα με το ενεργητικό κάπνισμα ερευνάται και το παθητικό ως παράγοντας κινδύνου. Οι μη καπνιστές δεν εισπνέουν μόνο τον καπνό που εκπνέουν οι καπνιστές αλλά και τον καπνό από τη συνεχή (ελεύθερη) καύση του τσιγάρου. Τα αποτελέσματα από την έκθεση σε παθητικό και ενεργητικό κάπνισμα διαφέρουν ποιοτικά και ποσοτικά. Ο καπνός από την ελεύθερη καύση του τσιγάρου έχει υψηλότερες συγκεντρώσεις τοξικών και καρκινογόνων ουσιών από ό,τι ο από τον καπνιστή εκπνεόμενος. Οποσδήποτε εφόσον ο καπνός διασπείρεται αραιούμενος στον αέρα, ο παθητικός καπνιστής αναπνέει χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Συμπερασματικά: Το παθητικό κάπνισμα εκθέτει σε τοξικές ουσίες της καύσης του καπνού και είναι λογικό να λεχτεί ότι αποτελεί ένα σοβαρό παράγοντα πρόκλησης πνευμονικών νόσων (χρόνια βρογχίτιδα, καρκίνος) σε μη καπνιστές.

Η επίδραση στην υγεία είναι εμφανέστερη προκειμένου για παιδιά που εκτίθενται στον καπνό των «μεγάλων» στο σπίτι. Η κοτινίνη, κύριος μεταβολίτης της νικοτίνης, βρίσκεται στα σωματικά υγρά νηπίων και παιδιών και τα επίπεδά της αυξάνονται παράλληλα με την ένταση του καπνίσματος των γονέων<sup>11</sup>. Λόγω του υψηλού επιπολασμού του παθητικού καπνίσματος ακόμη και μικρές επιδράσεις στη νοσηρότητα και θνησιμότητα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.

Από επιδημιολογικές μελέτες φαίνεται ότι το παθητικό κάπνισμα των παιδιών συνδέεται με αυξημένη συχνότητα λοιμώξεων των κατώτερων αε-

ροφόρων οδών στη νηπιακή ηλικία, αυξημένη συχνότητα αναπνευστικών συμπτωμάτων και διαταραχές αναπνευστικής λειτουργίας. Από στοιχεία πολλών αντιπροσωπευτικών μελετών φαίνεται μεγαλύτερη συχνότητα συνήθων αναπνευστικών συμπτωμάτων (βήχας, απόχρεμψη και συριγμός) σε παιδιά καπνιστών<sup>12,13</sup>. Οι μελέτες αυτές αφορούν παιδιά της σχολικής ηλικίας. Η ελάττωση της επίδρασης του παθητικού καπνίσματος με την πρόοδο της ηλικίας πρέπει να αποδοθεί στις χαμηλότερες εκθέσεις στον καπνό, λόγω του ότι τα μεγαλύτερα παιδιά περνούν λιγότερο χρόνο της ημέρας στο σπίτι.

Ενώ φαίνεται ότι το παθητικό κάπνισμα σχετίζεται με την εμφάνιση αναπνευστικού συριγμού, οι ενδείξεις για την εμφάνιση βρογχικού άσθματος στα παιδιά αμφισβητείται<sup>14</sup>.

Υπάρχουν ενδείξεις για τη βλαβερή επίδραση του παθητικού καπνίσματος στην υγεία των ενηλίκων. Από πολλές μελέτες φαίνεται συσχέτιση παθητικού καπνίσματος και καρκίνου του πνεύμονα. Σύζυγοι καπνιστών έχουν 25% μεγαλύτερο κίνδυνο καρκίνου του πνεύμονα από συζύγους μη καπνιστών<sup>15</sup>. Φαίνεται επίσης ότι το παθητικό κάπνισμα προκαλεί μείωση της αναπνευστικής λειτουργίας σε ενήλικες μη καπνιστές<sup>16</sup> και αυξάνει τον κίνδυνο της στεφανιαίας νόσου<sup>17</sup>. Σύμφωνα με την Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρεία το παθητικό κάπνισμα είναι από τα σημαντικότερα αίτια των καρδιοαγγειακών παθήσεων, αίτια που είναι δυνατόν να προληφθούν<sup>18</sup>.

Όσο δεν έχει αποδειχτεί επιδημιολογικά ή πειραματικά η επίδραση του παθητικού καπνίσματος στην επιδείνωση άσθματος των ενηλίκων.

Συσσωρευμένες ενδείξεις ενοχοποιούν το παθητικό κάπνισμα για βλαβερές επιδράσεις στο αναπνευστικό σύστημα των παιδιών, όχι όμως αδιαμφισβήτητα των ενηλίκων. Για τη νηπιακή ηλικία υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι το παθητικό κάπνισμα προκαλεί αύξηση της συχνότητας νόσων των κατώτερων αναπνευστικών οδών. Συμπεραίνεται δε ότι το 23% των νόσων του κατώτερου αναπνευστικού στη νηπιακή ηλικία μπορεί να αποδοθεί στο παθητικό κάπνισμα. Τα δεδομένα σχετικά με την επίδραση του παθητικού καπνίσματος στην υγεία των παιδιών είναι επαρκή, για να δικαιολογήσουν τη λήψη μέτρων.

### Διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>)

Το NO<sub>2</sub> σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί βλάβη των πνευμόνων<sup>19</sup>. Οι επιδράσεις των επιπέδων που γενικά συναντώνται στους εσωτερικούς χώρους δεν έχουν χαρακτηριστεί με σαφήνεια. Οι μελέτες για τη σχέση έκθεσης σε NO<sub>2</sub> και υγείας εστιάστηκαν στον έλεγχο αναπνευστικών συμπτωμάτων και νόσων και λειτουργικών διαταραχών. Το NO<sub>2</sub> προκαλεί πνευμονικές βλάβες είτε άμεσα λόγω των οξειδωτικών ιδιοτήτων του είτε έμμεσα αυξάνοντας την ευαισθησία στις αναπνευστικές λοιμώξεις.

Οι περισσότερες επιδημιολογικές μελέτες αφορούν παιδιά της σχολικής ηλικίας. Με ειδικό ερωτηματολόγιο μελετήθηκαν η συμπτωματολογία και το ιστορικό αναπνευστικών νόσων. Σε μερικές μελέτες μετρήθηκε και η αναπνευστική λειτουργία. Σε αυτές τις μελέτες πηγή του NO<sub>2</sub> ήταν ο καυστήρας γκαζιού (στην κουζίνα). Η έκθεση συνήθως ελέγχθηκε με απλές ερωτήσεις για τον τύπο της κουζίνας που χρησιμοποιούνταν. Τα επίπεδα του NO<sub>2</sub> μετρήθηκαν μόνο σε λίγες μελέτες. Σταθερές ενδείξεις αναπνευστικών συμπτωμάτων και σαφείς νοσήσεις από το NO<sub>2</sub> σε παιδιά που εκτέθηκαν σε περιβάλλον κουζίνας γκαζιού δε βρέθηκαν<sup>20,21</sup>.

Μόνο λίγες μελέτες αφορούν ενήλικες. Από προοπτικές μελέτες για οξείες αναπνευστικές νόσους δεν αποδείχθηκαν ιδιαίτερες επιπτώσεις από κουζίνες υγραερίου<sup>22</sup>. Γενικά, δεν υπάρχουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία<sup>23</sup>. Οριστικά συμπεράσματα όσον αφορά τους κινδύνους για την υγεία σε έκθεση στο NO<sub>2</sub> δε μπορεί να βγουν ακόμη.

Πρακτικά μπορεί να επισημανθεί ότι η έκθεση σε συγκεντρώσεις NO<sub>2</sub>, που συνήθως προκαλείται από κουζίνες γκαζιού, δεν επιφέρει κλινικά σημαντικές επιδράσεις.

### Καπνός καύσης ξύλων

Ο καπνός από την καύση ξύλων είναι σύνθετο μίγμα ενώσεων που περιλαμβάνει αλδεΐδες, όπως ακρολεΐνη, και πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες, πολλοί από τους οποίους είναι μεταλλαξιογόνοι. Σε όχι ιδιαίτερα ανεπτυγμένες χώρες αποδείχθηκε σημαντική σχέση μεταξύ έντονης έκθεσης σε καπνό και χρόνιας πνευμονοπάθειας στους ενήλικους<sup>24</sup>.

Οι αναπνευστικές βλάβες από τον καπνό της καύσης ξύλων ελέγχθηκαν επίσης και σε παιδιά,

δε βρέθηκε όμως σχέση μεταξύ καπνού από την καύση ξύλων και αναπνευστικών ενοχλημάτων<sup>25</sup>.

Οπωσδήποτε το θέμα δε φαίνεται λυμένο οριστικά, δεδομένου ότι τα πορίσματα από τις διάφορες μελέτες είναι αλληλοσυγκρουόμενα<sup>26,27</sup>.

### Φορμαλδεΐδη

Είναι ένα άχρωμο πτητικό αέριο με χαρακτηριστική οσμή. Λόγω της υψηλής διαλυτότητάς της στο νερό ερεθίζει τους βλεννογόνους των ματιών και των ανώτερων αεροφόρων οδών.

Έχει διαπιστωθεί η αύξηση των αναπνευστικών παθήσεων (οξείες και χρόνιες διαταραχές της πνευμονικής λειτουργίας και άσθμα) σε επαγγελματική και οικιακή έκθεση σε φορμαλδεΐδη.

Βρέθηκε ότι η συχνότητα συριγμού και δερματικού ερεθισμού ήταν σημαντικά υψηλότερη σε άτομα που ζούσαν σε σπίτια από UFFI<sup>28</sup>. Παρουσία συμπτωμάτων επίσης βρέθηκε σε άτομα που εκτέθηκαν σε UFFI σε τροχόσπιτα, που χρησιμοποιήθηκαν ως χώροι δουλειάς<sup>29</sup>.

Οι επιδράσεις φορμαλδεΐδης ελέγχθηκαν σε επαγγελματικά εκτιθέμενα άτομα<sup>30</sup>. Σε ένα εργαστήριο ξυλουργικής οι εργαζόμενοι παρουσίασαν περισσότερα συμπτώματα και ελαφρά μείωση της αναπνευστικής λειτουργίας. Σε ταριχευτές όμως δε βρέθηκαν τέτοιες συσχετίσεις. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων από αυτές τις έρευνες είναι δύσκολη λόγω των μικρών δειγμάτων ή/και από την πιθανότητα εργαζόμενοι πιο ευαίσθητοι στη φορμαλδεΐδη να εγκαταλείπουν τη δουλειά ενωρίς.

Η φορμαλδεΐδη έχει αποδειχτεί ότι προκαλεί βρογχικό άσθμα με αδιευκρίνητο μηχανισμό<sup>31</sup>. Η διάγνωση πρέπει να τεθεί με τις ειδικές δοκιμασίες πρόκλησης και όχι μόνο από το ιστορικό της έκθεσης.

### Προβλήματα υγείας σχετιζόμενα με τα κτίρια (sick building syndrome)

Από τις αρχές της δεκαετίας του '70 πολλές «επιδημίες» έχουν περιγραφεί σε εργαζόμενους σε περιβάλλον γραφείου που δεν υφίσταται άμεση ρύπανση από κάποιο βιομηχανικό προϊόν. Σε μερικές περιπτώσεις υπήρχε μία ομοιόμορφη κλινική εικόνα, για την οποία ταυτοποιήθηκε μία ειδική αιτία. Οπωσδήποτε, σε πολλές περιπτώσεις οι εργαζόμενοι που προσβλήθηκαν ανέφεραν μη ειδικά συμπτώματα, που σχετίστηκαν παροδικά με

την παραμονή τους στο χώρο εργασίας. Τα τοπικά συμπτώματα ήταν: ερυθρότητα επιπεφυκότων, ερεθισμός της μύτης, βήχας, αίσθημα σύσφιξης στο στήθος, αίσθημα κόπωσης, κακουχία και κεφαλόπονος. Αυτές οι «μικροεπιδημίες» χωρίς σαφή αιτία συχνά συνέβησαν σε καινούργια ερμητικά στεγανά κτίρια γραφείων<sup>32</sup>.

Οι πιο πολλές γνώσεις πάνω στο θέμα έχουν συγκεντρωθεί από αναφορές ατόμων με ενοχλήματα, παρά από τυπικές επιδημιολογικές μελέτες. Το NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) συμπλήρωσε 356 εκτιμήσεις προβλημάτων υγείας από κτίρια. Στις αιτίες που πιστοποιήθηκαν σε αυτές περιλαμβάνονται αντιγόνα (παράγοντες που προκαλούσαν ευαισθητοποίηση), λοιμώδεις παράγοντες, χημικοί ρύποι και περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας στο χώρο. Στις μισές περιπτώσεις, εκτός από τον ανεπαρκή αερισμό του κτιρίου<sup>33</sup>, δε βρέθηκε κάποια συγκεκριμένη αιτία. Τα περισσότερα συμπτώματα παρατηρούνται σε κτίρια με τεχνητό αερισμό<sup>34</sup>.

Οι αιτιολογικοί παράγοντες που προκάλεσαν αυτές τις «επιδημίες» δεν είναι εύκολο να ταυτοποιηθούν. Ο έλεγχος των κτιρίων με εργαζομένους που προσβλήθηκαν δεν έδειξε συγκεντρώσεις ρύπων ανώτερες από τα επιτρεπτά επίπεδα. Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) είναι μια πιθανή αιτία τέτοιων δράσεων.

Μολονότι δεν έχουν βρεθεί ειδικοί αιτιολογικοί παράγοντες για τα σχετιζόμενα με τα κτίρια σύνδρομα, από κλινικές εκτιμήσεις και επιδημιολογικές έρευνες επιβεβαιώνεται η ύπαρξη τέτοιων συνδρόμων. Οι κλινικοί ιατροί οφείλουν να αντιμετωπίζουν τα σύνδρομα αυτά ως αιτία μη ειδικών αλλά ενοχλητικών συμπτωμάτων σε εργαζομένους και ειδικά προκειμένου για καινούργια μη καλά αεριζόμενα κτίρια.

### Ραδιενεργός ακτινοβολία

Η προέλευση του ραδονίου των κατοικιών αποδίδεται στην ανάδυσή του από το έδαφος. Διαχέεται μέσω των πατωμάτων και συγκεντρώνεται στον αέρα των κατοικιών. Επίσης το ραδόνιο παράγεται από τα οικοδομικά υλικά και αναβλύζει με το νερό.

Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η διαφυγή του ραδονίου από το έδαφος είναι το πορώδες του εδάφους, η υγρασία και η ροή μέσω

των υλικών. Καθόσον το έδαφος εκπέμπει το περισσότερο ραδόνιο, οι συγκεντρώσεις του σε πολυκατοικίες έχουν μικρότερες τιμές στους άνω ορόφους.

Το πλέον ραδιενεργό υλικό είναι ο γρανίτης και ορισμένα είδη πέτρας. Οι αργιλικόι σχιστόλιθοι, που επί πολλές δεκαετίες αποτελούσαν την πρώτη ύλη για τσιμέντο στη Σουηδία, αποδείχθηκαν εξαιρετικά ραδιενεργοί<sup>35</sup>. Στη Σουηδία στους 400 από τους 2.000 καρκίνους των πνευμόνων κατά διάφορους ερευνητές εμπλέκεται η υψηλή συγκέντρωση ραδονίου. Μια άλλη πηγή ραδονίου, λιγότερο σημαντική, είναι το νερό της βρύσης. Η «συνεισφορά» του νερού στο ραδόνιο των κατοικιών κάνει τον αέρα του μπάνιου και της κουζίνας μέχρι και 25% περισσότερο ραδιενεργό από ό,τι στους άλλους χώρους<sup>36</sup>.

Υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις για τη συσχέτιση θνησιμότητας από καρκίνο των πνευμόνων και συγκεντρώσεων ραδονίου σε κατοικίες<sup>37</sup>.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Υπάρχουν ορισμένες επιβεβαιωμένες σχέσεις έκθεσης σε ρύπους εσωτερικών χώρων και αναπνευστικών νόσων. Ωστόσο πολλά στοιχεία αμφισβητούνται. Το παθητικό κάπνισμα συμβάλλει στην πρόκληση πνευμονικής νόσου σε νήπια και σχετίζεται με την αύξηση της συχνότητας των αναπνευστικών συμπτωμάτων σε παιδιά σχολικής ηλικίας. Στους ενήλικους μειώνει την αναπνευστική λειτουργία και αυξάνει τον κίνδυνο καρκίνου του πνεύμονα και καρδιαγγειακών νόσων.

Για άλλες εκθέσεις οι ενδείξεις είναι λιγότερο ισχυρές. Το NO<sub>2</sub> από τις κουζίνες γκαζιού δε φαίνεται να προκαλεί σημαντικά προβλήματα. Ο καπνός από την καύση ξύλων πιθανόν προκαλεί υποτροπιάζουσες αναπνευστικές νόσους σε παιδιά, αλλά τα ευρήματα χρειάζονται περαιτέρω ανάλυση, δεδομένου ότι οι μελέτες έχουν δώσει αντικρουόμενα αποτελέσματα. Η επίδραση των χαμηλών επιπέδων φορμαλδεΐδης δεν έχει χαρακτηριστεί με σαφήνεια. Η διάγνωση άσθματος, που προκαλείται από τη φορμαλδεΐδη, πρέπει να επιβεβαιώνεται με δοκιμασίες πρόκλησης. Νόσος που πιθανόν σχετίζεται με κτίρια θα πρέπει να συζητείται σε περιπτώσεις μεγάλης στεγανότητας και άρα κακού αερισμού. Τέλος, το ραδόνιο ενοχοποιείται (κυρίως στους καπνιστές-συνέργεια) για πρόκληση καρκίνου στο οικιακό περιβάλλον.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Samet JM, Spengler JD. Indoor air pollution. A health perspective. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1991.
2. Gammage RB, Berven BA. Indoor air and human health, 2nd ed. Boca Raton, FL: Lewis-CRC Press, 1997.
3. National Research Council (NRC), Commission on Life Sciences, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, Committee on the Epidemiology of Air Pollutants. Epidemiology and air pollution. Washington, DC: National Academy Press, 1985.
4. Spengler JD, Soczek ML. Evidence for improved ambient air quality and the need for personal exposure research. *Environ Sci Technol* 1984, 18: 268-80.
5. National Research Council Committee on Indoor Pollutants, Indoor pollutants. Washington, DC: National Academy Press, 1981.
6. Samet JM, Marbury MC, Spengler JD. Health effects and sources of indoor air pollution. Part I. *Am Rev Respir Dis* 1987, 136: 1486-508.
7. Sexton K, Spengler JD, Treitman RD, Turner WA. Winter air quality in a wood-burning community: a case study in Waterbury, Vermont. *Atmos Environ* 1984, 18: 1357-70.
8. Godish T. Formaldehyde and building-related illness. *J Environ Health* 1981, 44: 116-21.
9. Gammage RB, Kaye SV. Indoor air and human health. Chelsea, Mich: Lewis Publishers, 1985.
10. Szaláï A, ed. The use of time: daily activities of urban and suburban populations in twelve countries. Mouton: The Hague, 1972.
11. Greenburg RA, Haley NJ, Etzel RA, Coda FA. Measuring the exposure in infants to tobacco smoke: nicotine and cotinine in urine and saliva. *N Engl J Med* 1984, 310: 1075-8.
12. Weiss ST, Tager IB, Schenker M, Speizer FE. The health effects of involuntary smoking. *Am Rev Respir Dis* 1983, 128: 933-42.
13. Σιγλετίδης Α, Δασκαλοπούλου Ε, Τσιότσιος Ι, Χλωρός Δ και συν. Η επίδραση της ρύπανσης του περιβάλλοντος στο αναπνευστικό σύστημα των παιδιών. *Ελλην Ιατρ* 1994, 60: 210-8.
14. Gortmacker SL, Walker DK, Jacobs FH, Rush-Poss H. Parental smoking and the risk of childhood asthma. *Am J Public Health* 1982, 72: 574-9.
15. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Environmental equity: reducing risk for all communities. Report to the Administrator from the EPA Environmental Equity Workgroup. Draft, publication no 230-DR-92-002. Washington, DC: EPA, 1992.
16. Kauffmann F, Tessier JS, Oriol P. Adult passive smoking in the home environment: a risk factor for chronic air flow limitation. *Am J Epidemiol* 1983, 117: 269-80.
17. Glantz SA, Parmley WW. Passive smoking and heart disease: epidemiology, physiology and biochemistry. *Circulation* 1991, 83: 1-12.
18. Taylor AE, Johnson DC, Kazemi H. Environmental tobacco smoke and cardiovascular disease: a position paper from the council on cardiopulmonary and critical care, American Heart Association. *Circulation* 1992, 86: 1-4.
19. National Research Council, Subcommittee on Nitrogen oxides Committee on Medical and Biological Effects of Environmental Pollutants. Nitrogen oxides. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1976.
20. Schenker MB, Samet JM, Speizer FE. Risk factors for child hood respiratory disease: the effect of host factors and home environment exposures. *Am Rev Respir Dis* 1983, 128: 1038-43.
21. Ware JH, Dockery DW, Spiro A, Speizer FE, Ferris BG Jr. Passive smoking, gas cooking, and respiratory health of children living in six cities. *Am Rev Respir Dis* 1984, 129: 366-74.
22. Love CJ, Lan SP, Shy CM, Riggan WB. Acute respiratory illness in families exposed to nitrogen dioxide ambient air pollution in Chattanooga, Tennessee. *Arch Environ Health* 1982, 37: 75-80.
23. Jarvis D, Chinn S, Luczynska C, Burney P. Association of respiratory symptoms and lung function in young adults with use of domestic gas appliances. *Lancet* 1996, 347: 426-32.
24. Pandey MR, Regmi HN, Neupane RP, Gautam A, Bhandari DP. Domestic smoke pollution and respiratory function in rural Nepal. *Tokai J Exp Clin Med* 1985, 10: 471-81.
25. Anderson HR. Respiratory abnormalities in Papua New Guinea children: the effects of locality and domestic wood smoke pollution. *Int J Epidemiol* 1978, 7: 63-72.
26. Sexton K. Indoor air quality: an overview of policy and regulatory issues. *Sci Technol Human Values* 1986, 2: 53-67.
27. Cain WS, Samet JM, Hodgson MH. The quest for

- negligible health risk from indoor air. *Ashrae J* 1995, 37: 38-44.
28. Thun MJ, Lakat MF, Altman R. Symptoms survey of residents of homes insulated with urea-formaldehyde foam. *Environ Res* 1982, 29: 320-34.
  29. Main DM, Hogan TJ, Health effects of low-level exposure to formaldehyde. *J Occup Med* 1983, 25: 896-900.
  30. Alexandersson R, Hedenstierna G, Kolmodin-Hedman B. Exposure to formaldehyde: effects on pulmonary function. *Arch Environ Health* 1982, 37: 279-83.
  31. Imbus HR. Clinical evaluation of patients with complaints related to formaldehyde exposure. *J Allergy Clin Immunol* 1985, 76: 831-40.
  32. Kreiss K. The epidemiology of building-related complaints and illness. In: Cone JE, Hodgson MJ, eds. *Problem buildings: building-associated illness and the sick building syndrome*. Philadelphia: Hanley and Belfus 1989, pp 575-92.
  33. Seiber WK, Stayner LT, Malkin R, et al. The National Institute for Occupational Safety and Health indoor environmental evaluation experience: Part three. Associations between environmental factors and self reported health conditions. *Appl Occup Environ Hyg* 1996, 11: 1387-92.
  34. Bourbeau J, Brisson C, Allaire S. Prevalence of the sick building syndrome symptoms in office workers before and after being exposed to a building with an improved ventilation system. *Occup Environ Med* 1995, 30: 285-95.
  35. Pershagen G. et al. Residential radon exposure and lung cancer in Sweden. *N Engl J Med* 1994, 330: 159-64.
  36. Wilkening M, Wicke A. Seasonal variation of indoor Rn at a location in the southwestern United States. *Health Phys* 1986, 51: 427-36.
  37. Samet J: Indoor radon and lung cancer: risky or not? *Natl Cancer Inst* 1994, 86: 1813-4.