ΕΛΛΗΝΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ
ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ
ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το έργο συγχρηματοδοτείται από τον κρατικό προϋπολογισμό κατά 71,42% το οποίο αντιστοιχεί σε 75% από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και 25% από το Ελληνικό Δημόσιο και κατά 28,58% από πόρους του ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. (Λ.Α.Ε.Κ.)

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Ευάγγελος Αλεξόπουλος
Ειδικός Ιατρός Εργασίας

ΑΘΗΝΑ 2007

ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

ISBN: 978-960-7678-69-0

Α΄ Έκδοση: Απρίλιος 2007
Copyright © Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας
Λιοσίων 143 και Θειρσίου 6, 104 45 ΑΘΗΝΑ
Τηλ.: 210 82 00 100
Φαξ: 210 82 00 222 – 210 88 13 270
Email: info@elinyae.gr
Internet: http://www.elinyae.gr

Σελιδοποιήθηκε και τυπώθηκε από τον
ΕΚΔΟΤΙΚΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΛΙΒΑΝΗ ΑΒΕ,
Σόλωνος 98 – 106 80 Αθήνα.
Τηλ.: 210 3661200, Fax: 210 3617791
Internet: http://www.livanis.gr

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή μέρους ή όλου του εντύπου, με οποιονδήποτε τρόπο, χωρίς αναφορά της πηγής.

ΔΙΑΝΕΜΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε. • ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΠΩΛΗΣΗ ΑΠΟ ΤΡΙΤΟΥΣ

ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

Πρόεδρος: • **Βασίλειος Μακρόπουλος**

Αντιπρόεδροι: • **Ιωάννης Δραπανιώτης** (Σ.Ε.Β., Γ.Σ.Ε.Β.Ε.Ε., Ε.Σ.Ε.Ε.)
• **Ανδρέας Κολλάς** (Γ.Σ.Ε.Ε.)

Μέλη: • **Ιωάννης Αδαμάκης** (Γ.Σ.Ε.Ε.)
• **Θεόδωρος Δέδες** (Σ.Ε.Β.)
• **Νικόλαος Θωμόπουλος** (Γ.Σ.Ε.Ε.)
• **Δημήτριος Λέντζος** (Γ.Σ.Ε.Β.Ε.Ε.)
• **Αναστάσιος Παντελάκης** (Ε.Σ.Ε.Ε.)
• **Κυριάκος Σιούλας** (Γ.Σ.Ε.Ε.)

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ

Μηνάς Αναλυτής, Οικονομολόγος, PhD

Επιμέλεια κειμένου: **Εβίτα Καταγή**
Επιμέλεια έκδοσης: **Εβίτα Καταγή**, **Ελένη Ζαρέντη**
Τμήμα Εκδόσεων, Κέντρο Τεκμηρίωσης-Πληροφόρησης ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.

Ευχαριστίες στον **Ιωακείμ Καντατζή**, Ναυπηγό Μηχανολόγο Μηχανικό και τους εργοδηγούς ηλεκτροσυγκολλητές των Ελληνικών Ναυπηγείων ΑΕ για τις χρήσιμες υποδείξεις τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 7

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 9

2. ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 12
2.1 Ακτινοβολία 12
2.1.1 Υπέρυθρη ακτινοβολία (IR) 12
2.1.2 Ορατή ακτινοβολία και φωτισμός 13
2.1.3 Υπεριώδης ακτινοβολία (UV) 13
2.2 Θόρυβος και θερμικό περιβάλλον 15

3. ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ 16
3.1 Πηγές έκθεσης 16
3.2 Καπνοί και αέρια ηλεκτροσυγκόλλησης 22

4. ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ . . 25
4.1 Μυοσκελετικές παθήσεις 25
4.2 Νεφροί 26
4.3 Νευρικό σύστημα 26
4.4 Δέρμα 26
4.5 Αναπαραγωγικό σύστημα 26
4.6 Αναπνευστικό σύστημα 27
4.6.1 Πυρετός από ατμούς μετάλλων (metal fume fever or brass chills) . . 27
4.6.2 Ρινίτιδα 27
4.6.3 Βρογχίτιδα 28
4.6.4 Άσθμα 31
4.6.5 Πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας και τοξική πνευμονίτιδα 37

4.6.6 Πνευμονοκονίαση 41
4.6.7 Διάμεσες πνευμονοπάθειες (ILDs) / Ιδιοπαθής πνευμονική ίνωση . . 43
4.6.8 Βρογχογενές καρκίνωμα 45
4.6.9 Χρόνιες επιδράσεις στην αναπνευστική λειτουργία 47
4.7 Ιατρική καταγραφή και παρακολούθηση (medical surveillance) 52
4.7.1 Διεθνείς συστάσεις 53

5. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ 55
5.1 Εξαερισμός και έλεγχος αναθυμιάσεων 55
5.2 Αναπνευστικός προστατευτικός εξοπλισμός 55
5.3 Ιονίζουσες ακτινοβολίες 56
5.4 Ειδικά μέτρα πρόληψης 57
5.5 Συγκόλληση με αέριο 58
5.6 Συγκόλληση με τόξο 59
5.7 Κοπή με τόξο 62
5.8 Συγκόλληση περιεκτών (κοντέινερς) 63

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 65

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι 71

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ 77

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ηλεκτροσυγκόλληση είναι μια δραστηριότητα ευρέως διαδεδομένη στο βιομηχανικό τομέα. Πλοία, αυτοκίνητα, μεταλλικές κατασκευές απαιτούν εργασίες ηλεκτροσυγκόλλησης. Πολλές χιλιάδες άνθρωποι παγκοσμίως απασχολούνται στις εργασίες αυτές και εκθέτουν καθημερινά την υγεία τους στους κινδύνους από τις διάφορες μορφές ακτινοβολίας (υπέρυθρη, υπεριώδης), το θόρυβο, το θερμικό περιβάλλον, τους καπνούς και τα αέρια. Όλοι αυτοί οι παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν στους εργαζόμενους μυοσκελετικές παθήσεις, προβλήματα στους νεφρούς, το δέρμα, το νευρικό και το αναπαραγωγικό σύστημα αλλά κυρίως στο αναπνευστικό σύστημα (πυρετό, ρινίτιδες, βρογχίτιδες, άσθμα κ.ά.).

Η ενημέρωση για τους κινδύνους και τα μέτρα προστασίας που προτείνονται στο βιβλίο αυτό, θα βοηθήσουν στην επίτευξη του στόχου που είναι η πρόληψη των επαγγελματικών παθήσεων, σ' έναν κατά τεκμήριο επικίνδυνο για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων που ασκούν αυτή τη δραστηριότητα.

Βασίλης Μακρόπουλος
πρόεδρος ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.
καθηγητής Εθνικής Σχολής
Δημόσιας Υγείας

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ηλεκτροσυγκόλληση (η/σ)[1], η οποία εξειδικεύθηκε πολύ τις τελευταίες δεκαετίες, απασχολούνται παγκοσμίως εκατοντάδες χιλιάδες άτομα [1].

Η η/σ περιλαμβάνει διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για στερεή και μόνιμη συνένωση (συγκόλληση) μεταλλικών κομματιών πραγματοποιούμενη με τοπική σύντηξη. Μπορεί ή όχι να παρεμβάλλεται συγκολλητικό υλικό, όπως και να ή να μην εφαρμόζεται πίεση.

Παρεμφερείς διαδικασίες είναι η κοπή, η αργυροκόλληση και η κασσιτεροκόλληση (καλάϊ). Στην κοπή χρησιμοποιείται μία πηγή θερμότητας υψηλής απόδοσης, όπως η τέλεια καύση από οξυγόνο του αέριου ακετυλενίου καθώς αυτό εξέρχεται από ακροφύσιο. Έτσι επιτυγχάνεται η διάτμηση με έντονη τοπική οξείδωση του μετάλλου. Στην αργυροκόλληση/κασσιτεροκόλληση χρησιμοποιείται ένα εύτηκτο υλικό γέμισης το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο κομματιών του βασικού μετάλλου με τρόπο ώστε να σχηματίσει ένα δεσμό χωρίς να λιώσει το βασικό μέταλλο.

Με τον όρο η/σ στο παρόν κείμενο δε γίνεται διάκριση κάποιας μεθόδου, εκτός και αν αναφέρεται το αντίθετο. Στον πίνακα 1 επισημαίνονται εννοιολογικά οι κυριότερες διαφορές των μεθόδων η/σης [1–3]. Οι συχνότερες μέθοδοι για συγκόλληση με βολταϊκό τόξο είναι η συγκόλληση με ηλεκτρόδιο (SMAW), η συγκόλληση με σύρμα (GMAW, MIG ή MAG), η συγκόλληση με ηλεκτρόδιο βολφραμίου (GTAW ή TIG) και η συγκόλληση βυθισμένου τόξου (SAW). Η παρουσία οξυγόνου ή αζώτου στο τήγμα μπορεί να αδυνατίζει την ένωση πολλών μετάλλων, γι' αυτό οι περισ-

1. ηλεκτροσυγκόλληση και παράγωγοι όροι: η/σ
ηλεκτροσυγκολλητής και παράγωγοι όροι: η/τ

σότερες διαδικασίες η/σ περιλαμβάνουν ένα επιπρόσθετο αέριο (ή/και ρευστό υλικό) προστασίας (shielding gas) γύρω από το τόξο για τον αποκλεισμό του περιβαλλοντικού αέρα. Δύο από τα περισσότερο κοινά είδη η/σ είναι η συγκόλληση με ηλεκτρόδιο, shielded metal arc (SMAW) και η συγκόλληση με σύρμα, gas metal arc (GMAW). Στη SMAW, η στερεή επικάλυψη του ηλεκτροδίου όταν θερμαίνεται από το τόξο, λιώνει και εξαερώνεται προκειμένου να σχηματίσει τοπικά ένα προστατευτικό αέριο και ρευστό στρώμα. Αυτό αποκλείει το περιβαλλοντικό οξυγόνο και άζωτο. Στην GMAW συγκόλληση το προστατευτικό αέριο εισάγεται πάνω από το τόξο μέσω ένος εκχυτήρα (ακροφύσιο) από μία δεξαμενή πεπιεσμένου αερίου (συνήθως αργό, κοργκόν, ήλιο ή διοξείδιο του άνθρακα) [4].

Τα πλεονεκτήματα της η/σ από πλευράς παραγωγικότητας και ποιότητας εργασίας είναι πολλά. Εν τούτοις η η/σ και οι συναφείς με αυτή μέθοδοι συντελούν στη δημιουργία δυσμενούς εργασιακού περιβάλλοντος με κινδύνους για την υγεία, οι οποίοι προέρχονται: από την ακτινοβολία, τον ηλεκτρισμό, το θόρυβο, τις κλιματικές συνθήκες, τις εκπομπές αερίων και ατμών μετάλλων, τα εργονομικά προβλήματα από τις στάσεις του σώματος, κ.ά. [5]. Όλες οι διαδικασίες περικλείουν την πιθανότητα εισπνευστικής έκθεσης που μπορεί να οδηγήσει σε οξεία ή χρόνια αναπνευστική νόσο. Οι συγκολλητές συχνά βουρτσίζουν ή πελεκίζουν με ισχυρά εργαλεία για να απομακρύνουν τη σκουριά και ανωμαλίες από τη συγκολλούμενη επιφάνεια. Επίσης λειαίνουν την επιφάνεια με ένα ταχύ αποξεστικό τροχό που μπορεί να δημιουργήσει έναν επιπρόσθετο αναπνευστικό κίνδυνο με τη μορφή λεπτών σωματιδίων μετάλλου. Οι η/τ μπορεί επίσης να εκτίθενται σε μία ποικιλία κινδύνων που οδηγούν σε συνήθεις επαγγελματικές βλάβες – ηλεκτρικό ρεύμα, υψηλές θερμοκρασίες, θόρυβο, δονήσεις, εκτινασσόμενα ξένα σώματα, μηχανικό τραύμα και τυχαίες εκθέσεις στο περιβάλλον εργασίας όπως π.χ. σε αμίαντο και μόλυβδο. Η η/σ ενέχει επίσης τον κίνδυνο εγκαυμάτων από τη φλόγα, το τόξο, το τήγμα του μετάλλου, τις θερμές επιφάνειες και τα σωματίδια μετάλλου που εκσφενδονίζονται.

Οι η/τ συχνά εργάζονται σε περιορισμένους χώρους, όπου οι διαδικασίες μπορεί να δημιουργήσουν έλλειψη οξυγόνου. Το περιβάλλον εργασίας σε σχέση με την υγεία περιλαμβάνει επίσης πέρα από το φυσικό και το χημικό φορτίο (θόρυβος, δονήσεις, ακτινοβολία, κλίμα, καπνός, αέρια) (Πίνακας 2), τις απαιτήσεις για δραστηριότητα (μυϊκό και διανοητικό φορτίο) και το κοινωνικό φορτίο (σχέσεις και οργάνωση εργασίας). Αυτές και άλλες επιδράσεις στην υγεία θα αναφερθούν συνοπτικά στη συνέχεια, ενώ θα αναπτυχθούν οι επιδράσεις στο αναπνευστικό.

Πίνακας 1 Μέθοδοι ηλεκτροσυγκόλλησης [1–3]

Συγκόλληση με τόξο (Arc welding) Διαδικασίες συγκόλλησης μετάλλων θερμαίνοντάς τα με ένα τόξο, με ή χωρίς πίεση, με ή χωρίς αδρανή αέρια (shielding) ή μέταλλα γέμισης (filler metal). **Arc air cutting** Κοπή τόξου με χρήση ηλεκτροδίου άνθρακα. **Electron beam welding** Συγκόλληση μέσω της θερμότητας που παράγει μία δέσμη ηλεκτρονίων (υψηλής ταχύτητας) προσκρούοντας στο μέταλλο. **Flux-cored arc welding** Συγκόλληση με χρήση ηλεκτροδίου μετάλλου γέμισης (αναλώσιμου) και ρευστού (προστατευτικού τήγματος – liquid shielding) **Gas metal arc welding (GMAW, MIG ή MAG)** Συγκόλληση με αναλώσιμο ηλεκτρόδιο γέμισης και χρήση αερίου ή μίγματος αερίων (εξωγενούς τροφοδοσίας) για προστασία (gas shielding). Παραλλαγές της μεθόδου είναι οι συγκολλήσεις MIG ή CO_2. **Gas tungsten arc welding (GTAW ή TIG)** Συγκόλληση με μη αναλώσιμο ηλεκτρόδιο βολφραμίου με gas shielding, με ή χωρίς πίεση και μέταλλο γέμισης. **Laser beam welding** Συγκόλληση με δέσμη ακτίνων laser. **Οξυγονοκόλληση (Oxyacetylene welding)** Συγκόλληση (αέριου οξυακετυλενίου) μέσω της φλόγας που παράγεται από την καύση του ακετυλενίου με το οξυγόνο. Με ή χωρίς εφαρμογή πίεσης, με ή χωρίς μέταλλο γέμισης (συγκολλητικό υλικό).	**Plasma arc cutting** Κοπή μέσω τήξης από ένα μικρό τόξο και απομάκρυνσης του τήγματος με έναν ισχυρό εκτοξευτήρα θερμού ιονισμένου αερίου που βγαίνει από το στόμιο. **Plasma arc welding** Συγκόλληση μετάλλων θερμαίνοντάς τα με ένα μικρό τόξο από σταθερό ή μετακινούμενο ηλακτρόδιο. Το θερμό ιονισμένο αέριο με ή χωρίς επικουρικό αέριο δρα προστατευτικά (shielding). Μπορεί να είναι αδρανές αέριο ή μίγμα αερίων. Με ή χωρίς πίεση, με ή χωρίς μέταλλο γέμισης. **Resistance welding (Stud welding)** Συγκόλληση με εφαρμογή πίεσης στο υπό συγκόλληση μέταλλο που θερμαίνεται γιατί δρα ως αντίσταση σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που το περιλαμβάνει (ηλεκτροπόντα). **Shielded metal arc welding (SMAW)** Συγκόλληση μέσω θερμότητας που παράγει το τόξο μεταξύ του μετάλλου και ενός επικαλυμμένου μεταλλικού ηλεκτροδίου. Η διάσπαση της επικάλυψης του ηλεκτροδίου παρέχει την προστασία (shielding). Χωρίς πίεση και μέταλλο γέμισης παρέχεται από το ηλεκτρόδιο. **Submerged arc welding (SAW)** Συγκόλληση μέσω θερμότητας τόξου ή τόξων με ακάλυπτο (-α) ηλεκτρόδιο (-α). Το τόξο και το τήγμα του μετάλλου καλύπτονται από κοκκώδες εύτηκτο υλικό για προστασία. Χωρίς πίεση και το μέταλλο γέμισης παρέχεται από το ηλεκτρόδιο ή μερικές φορές από συμπληρωματική πηγή (ράβδος συγκόλλησης, χημικό ρευστό ή κόκκους μετάλλου).

2. ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

2.1 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η η/σ είναι μία από τις ισχυρότερες τεχνητές πηγές ακτινοβολίας. Σε κάθε είδος η/σ εκπέμπεται ακτινοβολία διαφορετικού φάσματος και έντασης. Τα κυριότερα συστατικά της εκπομπής αποτελούν η υπεριώδης και η ορατή ακτινοβολία. Επιπρόσθετα, έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία λαμβάνει χώρα κατά την εργασία σε εξωτερικούς χώρους. Η μη ιοντίζουσα αντινοβολία έχει ποικίλες επιδράσεις στον οργανισμό που εξαρτώνται κάθε φορά από το συγκεκριμένο μήκος κύματος [13, 14].

Η **ηλιακή ακτινοβολία** που τροποποιείται καθώς διέρχεται από την ατμόσφαιρα, συνίσταται κατά 55% από υπέρυθρη ακτινοβολία (θερμαίνει τη γη), κατά 40% από ορατή και 5% από υπεριώδη.

2.1.1 Υπέρυθρη ακτινοβολία (IR)

Το φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας περιλαμβάνει μήκη κύματος από 0,75 μm έως τα 3.000 μm. Κάθε θερμό σώμα εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία. Σημαντική υπέρυθρη ακτινοβολία εκπέμπουν οι κλίβανοι, τα θερμά μέταλλα, ο εξοπλισμός αφύγρανσης, ξήρανσης και ψησίματος των χρωμάτων και των επικαλύψεων, συγκεκριμένα lasers και εξοπλισμός ιατρικής φυσιοθεραπείας.

Η **υπέρυθρη ακτινοβολία** επιδρά μόνο στα επιφανειακά στρώματα του δέρματος και μπορεί να προκαλέσει οξύ έγκαυμα, αυξημένη εναπόθεση της χρωστικής μελανίνης (μαύρισμα) και οφθαλμικές βλάβες. Αυτές περιλαμβάνουν: καταρράκτη (καταρράκτης υαλουργών, “heat cataract” ή “glass blower’s cataract” – λόγω απορρόφησης στον κερατοειδή και επαγωγή θερμότητας στο φακό), βλάβη στον αμφιβληστροειδή λόγω μετουσίωσης πρωτεϊνών και ερεθισμό του κερατοειδούς (“dry eye”).

2.1.2 Ορατή ακτινοβολία και φωτισμός

Εκτείνεται μεταξύ των 400 και 750 nm. Υψηλής έντασης λάμψεις και παλμικά lasers μπορεί να προκαλέσουν θερμική ή και φωτοχημική (η «μπλέ ακτινοβολία», 400 – 500 nm) βλάβη στον αμφιβληστροειδή. Εξίσου σημαντική είναι η ποιότητα και ποσότητα του φωτισμού στον εργασιακό χώρο. Θάμβωση από τις λάμψεις δεν είναι σπάνιο φαινόμενο κατά την η/σ ενώ πολύ συχνά ο φωτισμός στη θέση εργασίας είναι ανεπαρκής. Είναι πολύ συνηθισμένο να υπάρχει φωτισμός 10 Lux πίσω από τη μάσκα του η/τ (ελάχιστη απαίτηση περίπου 200 Lux). Ο γενικός φωτισμός είναι συχνότατα πολύ χαμηλός για κάθε είδος εργασίας. Μεγαλύτερης ηλικίας άτομα χρειάζονται περισσότερο φως. Ένας πενηντάχρονος η/τ χρειάζεται σχεδόν δύο φορές περισσότερο φως από έναν εικοσάχρονο. Η επιφάνεια εργασίας μπορεί να αντανακλά τόση ακτινοβολία ώστε να προκαλεί θάμβωση στον η/τ. Κόπωση και κεφαλαλγία είναι συμπτώματα που μπορεί να οφείλονται στον ακατάλληλο φωτισμό του χώρου εργασίας.

2.1.3 Υπεριώδης ακτινοβολία (UV)

Το ηλιακό φως αποτελεί σημαντική πηγή έκθεσης σε εργασίες εξωτερικού χώρου. Βιομηχανική παραγωγή UV ακτινοβολίας έχουμε εκτός από την η/σ, σε εργασίες με καμινευτήρα (αυλό) πλάσματος (πλήρως ιονισμένο αέριο πολύ υψηλής θερμοκρασίας) και θερμά μέταλλα, τη χημική σύνθεση και ανάλυση, τη φωτοεγχάραξη (εκτύπωση), την επεξεργασία χρωμάτων, την επιθεώρηση υλικών, την αποστείρωση τροφίμων, τα laser (δεν εκπέμπουν παράλληλα και ορατό φως), την παραγωγή βιταμινών και την ιατρική τεχνολογία [14].

Το UV φάσμα (200 nm – 400 nm) διαιρείται σε τρεις περιοχές: την UV-A από 315 ως 400 nm, καλούμενη και περιοχή μαύρου φωτός, την UV-B από 280 ως 315 nm ή ερυθηματώδη περιοχή και την UV-C –κάτω από τα 280 nm– ή μικροβιοκτόνο περιοχή. Μήκη κύματος κάτω από 295 nm απορροφώνται στην επιδερμίδα ενώ μεγαλύτερα διεισδύουν στο χόριο. Επιπλέον τα μήκη κύματος άνω των 300 nm μεταδίδονται διαμέσου του κερατοειδούς και απορροφώνται από τους φακούς.

Η απορρόφηση της UV παράγει φωτοχημικές αντιδράσεις που μπορεί να καταλήξουν και σε δεσμούς DNA – πρωτεϊνών. Οι επιδράσεις περιλαμβάνουν: *φωτοκερατίτιδα* και *επιπεφυκίτιδα* (welders' flash, arc-eye, snow-blindness), ιδιαίτερα μετά από έκθεση στα 270 ως τα 280 nm. Πόνος, δακρύρροια, δυσανεξία στο φως, θάμβωση και αίσθημα άμμου στα μάτια είναι τα κύρια συμπτώματα, καταρράκτης από υπερβολική έκθεση σε UV της περιοχής 295 ως 310 nm. Σε άτομα που έχει αφαιρεθεί ο φακός π.χ. λόγω καταρράκτη, έκθεση σε UV ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει απώλεια της όρασης από βλάβη στον αμφιβληστροειδή.

Τις οφθαλμικές βλάβες συμπληρώνει το οφθαλμικό έγκαυμα από τις εκτοξευόμενες σταγόνες τηγμένου μετάλλου, ιδιαίτερα εκεί που δεν χρησιμοποιούνται σωστά τα ατομικά μέσα προστασίας [15].

Η έκθεση στην περιοχή των 300 nm (UV-B) προκαλεί ερύθημα (ερυθρότητα) του δέρματος, το *ηλιακό έγκαυμα*. Το «μαύρισμα» επίσης αρχίζει με την έκθεση αυτή εξαιτίας της μετανάστευσης της χρωστικής μελανίνης.

Μακροχρόνιες επιδράσεις περιλαμβάνουν: την *πρόωρη γήρανση του δέρματος* (φωτογήρανση) με βλάβη στο συνδετικό ιστό και απώλεια της ελαστικότητας που καταλήγει σε ρυτίδωση. Πιο σημαντικός είναι ο κίνδυνος για *κακοήθειες του δέρματος* (συχνότερα βασικοκυτταρικό και επιδερμοειδές). Ο σοβαρότερος και σπανιότερος, το *μελάνωμα* συχνά εμφανίζεται σε περιοχές με σχετικά μικρότερη έκθεση όπως ο κορμός και τα άκρα. Πάντως συσχετίζεται ισχυρά με φυσαλλιδώδη ηλιακά εγκαύματα της παιδικής ηλικίας.

Η UV ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει αντίδραση *φωτοευαισθησίας* αν το άτομο έχει επίσης εκτεθεί σε φωτοτοξικούς παράγοντες όπως ψωραλένια, πίσσα και κατά την παρασκευή κάποιων καλλυντικών. *Φωτοαλλεργικές* αντιδράσεις μέσω του ανοσολογικού συστήματος μπορεί να συμβούν μετά από έκθεση σε συγκεκριμένα φάρμακα και αντιβιοτικά (τετρακυκλίνη), εξαχλωροφένιο και καλλυντικά. Οι εργαζόμενοι σε φωτοευαισθητοποιά υλικά πρέπει να αποφεύγουν την έκθεση σε ηλιακό φως και άλλες πηγές UV ακτινοβολίας ή να λαμβάνουν τα απαραίτητα προστατευτικά μέτρα.

Η UV ακτινοβολία που παράγεται από ένα τόξο συγκόλλησης μπορεί να πυροδοτήσει χημική αντίδραση που σχηματίζει όζον και οξείδια του αζώτου από το οξυγόνο και αέριο φωσγένιο από τους χλωριωμένους διαλύτες.

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από τα τόξα η/σ είναι αρκετά ισχυρή για να προκαλέσει βλάβη στο δέρμα και τον οφθαλμό. Σε ένα σουηδικό ναυπηγείο με περίπου 3.000 εργάτες αναφέρθηκαν περισσότερες από 7.000 οφθαλμικές βλάβες σε ένα χρόνο. Περίπου το 30% προκλήθηκαν από έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία [15]. Είσφρυση σωματιδίων στον κερατοειδή συχνά πρέπει να αφαιρεθούν χειρουργικά.

2.2 ΘΟΡΥΒΟΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η έκθεση σε υψηλά επίπεδα θορύβου είναι συνηθέστατη στο περιβάλλον της η/σ. Πολλές εργασίες δημιουργούν θόρυβο που υπερβαίνει κατά πολύ τα ασφαλή όρια. Το θρυμμάτισμα της σκουριάς με αεροπίστολα, η κοπή με πλάσμα (υψίσυχνοι θόρυβοι), οι σφύρες των σιδηρουργών, οι κρούσεις σε λαμαρίνες και οι αντανακλάσεις, δημιουργούν θορύβους εντάσεως 90 ως και 120 dB(A). Η σοβαρή επαγγελματική βαρηκοΐα δεν είναι το μόνο πρόβλημα [16, 17]. Η δυσκολία επικοινωνίας με συναδέλφους, ο κίνδυνος ακουστικού τραύματος και ατυχήματος και ψυχολογικές επιπτώσεις αποτελούν σημαντικά προβλήματα. Οι η/τ που εργάζονται σε ύπτια θέση μπορεί να υποστούν βλάβη από καυτά σωματίδια που διαπέρασαν το τύμπανο και έβλαψαν το λαβύρινθο, προκαλώντας σοβαρό πόνο και οξύ ίλιγγο. Την οξεία αυτή φάση μπορεί να διαδεχθεί μείωση της ακοής και χρόνια λοίμωξη.

Πολλοί η/τ είναι εκτεθειμένοι σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες και στην ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι και σε χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα. Η εκτίμηση του θερμικού περιβάλλοντος περιλαμβάνει παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα και η διεύθυνση του αέρα, ο ρουχισμός, η χρήση μέσων ατομικής προστασίας κ.ά. Στην η/σ οι συνθήκες εξαρτώνται από τη θέση εργασίας [16]. Οι τιμές του Δείκτη Θερμοκρασίας-Υγρασίας (WBGT) πολύ συχνά το καλοκαίρι στη χώρα μας φθάνουν στα όρια που απαιτείται λήψη μέτρων. Τα προστατευτικά ρούχα που πρέπει να φορά ο η/τ μπορεί να επιτείνουν το πρόβλημα. Η έκθεση σε δυσμενές θερμικό περιβάλλον (συνήθως πολύ θερμό) μπορεί να προκαλέσει εξάνθηματα, κράμπες, εξάντληση και θερμοπληξία.

Το Ιατρείο Εργασίας πρέπει να επιλαμβάνεται της πρόληψης της θερμικής καταπόνησης και θερμοπληξίας των εργαζομένων, με την εκτέλεση και αρχειοθέτηση μετρήσεων θερμοκρασίας – υγρασίας ιδιαιτέρως τη θερινή περίοδο, την έκδοση οδηγιών και την εισήγηση μέτρων προστασίας κυρίως για τις ευαίσθητες ομάδες. Ανάλογα μέτρα πρέπει να λαμβάνονται για την έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Για τους εργαζόμενους που δουλεύουν σε εσωτερικό περιβάλλον τα συνιστώμενα μέτρα πρόληψης περιλαμβάνουν επιπλέον την εκτροπή του θερμού αέρα προς την οροφή, άλλα τεχνικά και οργανωτικά μέτρα και τη διάθεση ροφημάτων με ηλεκτρολύτες.

3. ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

3.1 Πηγές έκθεσης

Η κύρια πηγή εισπνεύσιμου σωματιδιακού υλικού στις περισσότερες εργασίες η/σ είναι το αναλώσιμο ηλεκτρόδιο (ράβδος) ή το ηλεκτρόδιο του υλικού γέμισης, το οποίο παρέχει συγκολλητικό υλικό για τα υπό ένωση κομμάτια του βασικού μετάλλου. Τα ηλεκτρόδια αυτά είναι μερικώς εξαερούμενα στους καπνούς και τα αέρια της η/σ.

Τα καπναέρια της η/σ σχηματίζονται κυρίως από το υλικό γέμισης και περιλαμβάνουν υλικό από τις επικαλύψεις των ηλεκτροδίων, τα προστατευτικά αέρια και τα προστατευτικά ρευστά (εύτηκτες ουσίες ή συλλιπάσματα[2]) που προστίθενται στο τήγμα, τα αέρια που σχηματίζονται από τις υψηλές θερμοκρασίες και την ακτινοβολία του τόξου, τους ατμούς από το βασικό μέταλλο και τα χρώματα ή τις επικαλύψεις. Ατμοί μετάλλων σχηματίζονται όταν εξατμιζόμενα μέταλλα συμπυκνώνονται (υγροποιούνται) στον αέρα μετατρεπόμενα σε εισπνεύσιμα σωματίδια οξειδίων των μετάλλων. Αυτά τα σωματίδια συχνά συνεχίζουν να συνενώνονται στον αέρα για να σχηματίσουν μεγαλύτερα σωματίδια [1, 2, 4-6]. Οι ατμοί των οξειδίων των μετάλλων είναι ιδιαίτερα σημαντικό συστατικό των αερίων της η/σ εξαιτίας του μεγέθους τους –είναι τόσο μικρά ώστε εναποτίθενται στα τελικά βρογχιόλια και τις κυψελίδες, παρακάμπτοντας τη δράση του βλεννοκροσσωτού επιθηλίου. Έτσι όταν εκτιμούνται οι πηγές επαγγελματικής εκθέσης ενός η/τ, η γνώση της χημικής σύνθεσης της «ράβδου» ή του «σύρματος» του ηλεκτροδίου είναι εξίσου σημαντική με τη γνώση του είδους του βασικού μετάλλου που χρησιμοποιείται. Αυτή η πληροφορία δίνεται από τα πιστοποιητικά χημικής ανάλυσης και μηχανικών δοκιμών και από τα δελτία με τα Δεδομένα Ασφάλειας Υλικού (Material Safety Data Sheets – MSDS) που παρέχονται από τον κατασκευαστή των προϊόντων. Στο παράρτημα ΙΙ επισυνάπτεται αντίγραφο πιστοποιητικού προϊόντος για ηλεκτρόδιο συγκόλλησης ανοξείδωτων με-

2. Τα συλλιπάσματα είναι υλικά που σχηματίζουν μία προστατευτική υγρή φάση γύρω από το τήγμα που απομακρύνει τις προσμείξεις και μπορεί χημικώς να δεσμεύει οξυγόνο από το τήγμα.

τάλλων. Η ακριβής σύνθεση της πάστας του ηλεκτροδίου (βασικό ή ρουτυλίου) είναι άγνωστη λόγω βιομηχανικού απορρήτου.

Η πιο συχνή η/σ διαδικασία είναι η συγκόλληση ηλεκτρικού τόξου του χάλυβα. Πάνω από το 90% των συγκολλήσεων εκτελείται σε χάλυβα και χαμηλής πρόσμειξης κράματα χάλυβα με χρώμιο, αλουμίνιο, μολυβδένιο, τιτάνιο ή νικέλιο και λιγότερο από 10% σε όλα τα άλλα μέταλλα συνδυασμένα. Αν και σημαντικό μέρος της η/σ στη βιομηχανία έχει αυτοματοποιηθεί, η συγκόλληση με χειροκίνητο τόξο (τσιμπίδα ή λαβίδα του ηλεκτροδίου) είναι ευρέως διαδεδομένη και απαιτεί στενή παρατήρηση της επιφάνειας συγκόλλησης από τον η/τ, από μία απόσταση μικρότερη από 60 εκατοστά ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη ποιότητα στο αποτέλεσμα.

Χημικές αντιδράσεις στην αέρια φάση της η/σ συμβαίνουν τόσο λόγω της θερμότητας των υλικών που συγκολλούνται, των προστατευτικών αερίων και του περιβαλλοντικού αέρα όσο και από φωτοχημικές αντιδράσεις που εκλύονται από την υπεριώδη ακτινοβολία που εκπέμπεται από το τόξο. Σε συγκεκριμένες η/σ διαδικασίες (όπως είναι η συγκόλληση αλουμινίου με τόξο αέριου βολφραμίου), η υπεριώδης ακτινοβολία που εκλύεται μπορεί να σχηματίσει ικανή ποσότητα όζοντος (O_3) από το περιβαλλοντικό οξυγόνο ώστε να αποτελεί κίνδυνο σε μία ανεπαρκώς αεριζόμενη περιοχή.

Επειδή η η/σ και οι συγγενείς διαδικασίες συμπεριλαμβάνουν έναν αριθμό διαφορετικών τεχνικών που εκτελούνται σε μία μεγάλη ποικιλία μετάλλων και κραμάτων (και μερικές φορές σε συνυπάρχοντες ρυπαντές), τα επικίνδυνα υλικά που μπορεί να συνδέονται με τις η/σ διαδικασίες είναι πολλά. Σε εκτίμηση των στοιχείων που παράγονται από ποικίλες μεθόδους η/σ, μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μετρήθηκαν για το αλουμίνιο (Al), μαγγάνιο (Mn), σίδηρο (Fe), νικέλιο (Ni), χρώμιο (Cr), χαλκό (Cu) και ψευδάργυρο (Zn) [9]. Μερικά από αυτά και άλλοι συναφείς παράγοντες κινδύνου παρουσιάζονται στον πίνακα 2 [1, 10].

Ο ρυθμός παραγωγής των βλαβερών παραγόντων στο άμεσο περιβάλλον του η/τ εξαρτάται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται και επηρεάζεται από μεταβλητές όπως το παρεχόμενο ρεύμα, το προστατευτικό αέριο και η προσωπική τεχνική του η/τ.

Επιπλέον η συγκέντρωση των στοιχείων στον αέρα είναι μία συνάρτηση του όγκου του χώρου όπου διενεργείται η η/σ και του ρυθμού των ανανεώσεων του αέρα στο χώρο, ανά ώρα, ή του ρυθμού της απαγωγής του καπνού από την αναπνευστική ζώνη του η/τ παρουσία τοπικού απαγωγού εξαερισμού. Με την κατάλληλη προετοιμασία και την εξασφάλιση ικανού εξαερισμού ώστε να απομακρύνονται οι καπνοί της η/σ από την αναπνευστική ζώνη του η/τ, η η/σ μπορεί να εκτελείται με ασφάλεια χωρίς κίνδυνο πρόκλησης βλαβών στο αναπνευστικό σύστημα. Όμως όταν υπάρχουν ελλείψεις στον τοπικό εξαερισμό ή την προστασία του αναπνευστικού, κάποιες η/σ διαδικασίες σε κλειστούς χώρους μπορεί να οδηγήσουν σε ταχεία αύξηση της συγκέντρωσης των ερεθιστικών αερίων, των ατμών μετάλλων και των σωματιδίων με συνεπαγόμενες αρνητικές επιδράσεις στην υγεία.

Η συγκόλληση τόξου χαρακτηρίζεται από την τοπική ανάπτυξη πολύ υψηλών θερμοκρασιών, πάνω από 1200°C. Στις θερμοκρασίες αυτές, πολλά μέταλλα εξαερώνονται και παράγονται προϊόντα πυρόλυσης μεγάλης τοξικότητας από σχετικά ακίνδυνα συστατικά, όπως το υψηλής τοξικότητας αέριο φωσγένιο, από τους κοινούς χλωριωμένους υδρογονάνθρακες που συχνά χρησιμοποιούνται σα βιομηχανικοί διαλύτες στην απολίπανση των μετάλλων. Όταν η συγκόλληση ή η κοπή εκτελείται σε μέταλλα επικαλυμμένα με χρώματα ή σε κράματα μετάλλων που περιέχουν κάδμιο, ψευδάργυρο, βηρύλλιο ή άλλα, παράγονται υψηλές συγκεντρώσεις ερεθιστικών και τοξικών ουσιών που μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρή οξεία βλάβη των πνευμόνων ή και θάνατο.

Οι η/σ διαδικασίες αλλάζουν με το χρόνο και το είδος και η ποσότητα των υλικών στα αέρια και τους ατμούς μπορεί επίσης να μεταβάλλονται. Μία νέα τεχνική, η παλμική συγκόλληση τόξου αέριου μετάλλου, χρησιμοποιεί γρήγορες παλμικές επανεκκινήσεις (on – off) της πηγής ισχύος και έτσι μειώνεται ο ρυθμός παραγωγής ατμών και αερίων. Η συγκόλληση σημειακής αντίστασης (ηλεκτροπόντα), μία μερικώς αυτοματοποιημένη μορφή η/σ που χρησιμοποιεί πίεση όπως επίσης και ηλεκτρισμό συνήθως προκαλεί ελάχιστη παραγωγή ατμών.

Πίνακας 2. Συνήθεις χημικοί παράγοντες κινδύνου στην ηλεκτροσυγκόλληση και οι επιδράσεις τους[1,10]

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΑΜΕΣΕΣ ΤΟΞΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	ΧΡΟΝΙΕΣ ΤΟΞΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ
ΧΗΜΙΚΟΙ		
ακετυλένιο	κεφαλαλγία, ναυτία, ζάλη, κώμα	
μονοξείδιο του άνθρακα	κεφαλαλγία, ναυτία, ζάλη, κώμα, θάνατος	καρδιαγγειακές επιδράσεις (μυοκαρδιοπάθεια, επιδείνωση στεφανιαίας νόσου)
οξείδια του αζώτου	πνευμονίτιδα, πνευμονικό οίδημα	χρόνια βρογχίτιδα, εμφύσημα, πνευμονική ίνωση
όζον	ερεθισμός αναπνευστικής οδού, ξηρότητα βλεννογόνων, κεφαλαλγία, υπνηλία, κόπωση, πνευμονικό οίδημα, συριγμός	αναπνευστική ανεπάρκεια
φωσγένιο	βρογχιολίτιδα, πνευμονικό οίδημα	ΧΑΠ, πνευμονική ίνωση
αρσενικό	δερματίτιδα, συμπτώματα ΓΕΣ (ναυτία, έμετος, διάρροια)	καρκίνος (πνεύμονα, λεμφικός, δέρματος), δέρμα (υπέρχρωση, παλαμιαίοι και πελματιαίοι σπίλοι, υπερκεράτωση), αναιμία, λευκοπενία, μυοκαρδιοπάθεια, ηπατική κίρρωση, περιφερική νευρίτιδα (αιμωδίες, αδυναμία, αταξία)
αλουμίνιο	ερεθισμός αναπνευστικού/δέρματος	χρόνια βροχίτιδα, πνευμονική ίνωση
βηρύλλιο	δέρμα (έλκη, δερματίτιδα), επιπεφυκίτιδα, ρινίτιδα, φαρυγγίτιδα, τραχειοβρογχίτιδα, χημική πνευμονίτιδα	καρκίνος (πνεύμονα), αναπνευστικό (βήχας, θωρακαλγία, κυάνωση), γενικευμένη αδυναμία, ηπατομεγαλία, σπληνομεγαλία
κάδμιο	πνευμονικό οίδημα, ερεθισμός και εξέλκωση ρινικής κοιλότητας	καρκίνος (προστάτη, πνεύμονα), πνευμονική ίνωση, εμφύσημα, νεφροί (πρωτεϊνουρία), απλαστική αναιμία, οστεομαλακία, ανοσμία

χρώμιο (εξασθενές)	δέρμα (έλκη, δερματίτιδα), ερεθισμός αεραγωγών, επίσταξη και σηπτική διάτρηση ρινός, επιπεφυκίτιδα	καρκίνος (πνεύμονα), πιθανή νεφρική και ηπατική βλάβη
κοβάλτιο	ευαισθητοποίηση πνεύμονα (ασθματοειδής) και δέρματος	πνευμονική ίνωση, υπερπλασία θυροειδούς (πιθανή), πολυκυτταραιμία (πιθανή)
χαλκός	πυρετός από ατμούς μετάλλων, ερεθισμός ρινικού βλεννογόνου	
σίδηρος		σιδήρωση (πνευμονική εναπόθεση σκόνης σιδήρου)
μόλυβδος		νευρικό (νευροπάθεια-παράλυση εκτεινόντων), ΓΕΣ (ανορεξία, δυσκοιλιότητα κωλικοί εντέρου), νεφροπάθεια, επιδράσεις στο αναπαραγωγικό (στον εμβρυϊκό εγκέφαλο) και στο αιμοποιητικό (διαταραχές μεταβολισμού πορφυρίνης)
μαγνήσιο	ερεθισμός ρινικού βλεννογόνου και επιπεφυκότα	
μαγγάνιο	χημική πνευμονίτιδα	νευρικό (ερεθιστικότητα, υπνηλία, ανικανότητα, δυσκαμψία, σπασμωδικός κλαυσίγελος, διαταραχές ομιλίας και βαδίσματος)
μολυβδένιο	ερεθισμός βλεννογόνων	
νικέλιο	δερματίτιδα, ασθματοειδής αντίδραση	καρκίνος (ρινός, λάρυγγα και πνεύμονα), ερεθισμός αεραγωγών (αιμορραγία και εξέλκωση ρινός, σηπτική διάτρηση ριν. διαφράγματος)
άργυρος (ασήμι)		αργυρία ή αργύρωση (χρώση δέρματος και οφθαλμών από εναπόθεση αργύρου)
κασσίτερος	ερεθισμός βλεννογόνων αναπνευστικού	στάννωση (πνευμονοκονίαση από εισπνοή οξεδίου του κασσίτερου)
τιτάνιο		πνευμονοκονίαση

βολφράμιο	επιπεφυκίτιδα, ερεθισμός ανώτερης	εξωγενές άσθμα, αναπνευστικής οδού πνευμονοκονίαση, διάχυτη διάμεση πνευμονική ίνωση
βανάδιο	ερεθισμός αεραγωγών, επιπεφυκίτιδα, δερματίτιδα	ΧΑΠ, πνευμονία, δερματίτιδα, πιθανές αλλεργικές εκδηλώσεις
ψευδάργυρος	πυρετός από ατμούς μετάλλων, δερματικό εξάνθημα	
φωσφίνη	κεφαλαλγία, καταβολή, ναυτία, έμετος, δίψα, βήχας, δύσπνοια, αταξία, παραισθησία, τρόμος, διπλωπία	ΧΑΠ, χρονία βρογχίτιδα, πρωτεϊνουρία
φώσφορος	ναυτία, έμετος, κοιλιακό άλγος, βρογχόσπασμο, βήχα, χημική πνευμονίτιδα, οξύ πνευμονικό οίδημα, αρρυθμία, ουραιμία, ίκτερος, ηπατομεγαλία	ΧΑΠ, χρονία βρογχίτιδα, πρωτεϊνουρία
οργανικός υδράργυρος	αιμωδίες άκρων, χειλέων, εξανθήματα	μείωση συντονισμού κινήσεων, αταξία, τρόμος, μείωση οπτικών πεδίων, βαρηκοΐα κεντρικού τύπου, μυική ακαμψία, σπαστικότητα, διανοητική και συναισθηματική απορρύθμιση
κολοφώνιο	συριγμός	άσθμα
εποξέα	αλλεργική δερματίτιδα, ερεθισμός, ευαισθητοποίηση αναπνευστικού	ενδοκρινικές διαταραχές χρωμοσωμικές αλλοιώσεις
αλδεΰδες	ερεθισμός βλεννογόνων αναπνευστικού, βήχας, ριναλγία, φαρυγγοδυνία	δερματίτις, άσθμα, δύσπνοια, μείωση FVC με θετική απάντηση στη βρογχοδιαστολή
ισοκυανιούχα	φλεγμονή ανωτ. αναπνευστικού, χημική πνευμονίτιδα, επαγγ. άσθμα μείωση αναπν. λειτουργίας κατά τη βάρδια	άσθμα επίμονο, χρόνια μείωση αναπνευστικής λειτουργίας
αμίαντος		καρκίνος (πνεύμονα, μεσοθηλίου), αμιάντωση, πάχυνση υπεζωκότα
φθοριούχα	συμπτώματα αναπνευστικού και ΓΕΣ	οστεοσκλήρυνση, αναπνευστική ανεπάρκεια, νεφρικές δυσλειτουργίες
διοξείδιο πυριτίου		πυριτίαση

3.2 Καπνοί και αέρια ηλεκτροσυγκόλλησης

Οι πηγές έκθεσης και το σύνολο σχεδόν των επιβλαβών αερίων και ατμών που εκπέμπονται κατά την η/σ έχουν ήδη αναφερθεί. Εδώ συνοψίζονται ορισμένες διαδικασίες εκπομπής τους. Οι υψηλές θερμοκρασίες τήκουν τα μέταλλα και προκαλούν έκλυση ατμού μετάλλων που στην επαφή τους με τον αέρα (οξυγόνο) σχηματίζουν οξείδια των μετάλλων. Άλλα αέρια εκλύονται από τις επικαλύψεις των ηλεκτροδίων και τα επιχρίσματα των επιφανειών. Ομίχλη λαδιού, σκόνη, όζον (O_3), θετικά και αρνητικά ιόντα με αβέβαιες επιδράσεις υπάρχουν επίσης στους καπνούς της η/σ. Η ποσότητα των καπνών που παράγεται εξαρτάται από τη μέθοδο, την ένταση και την τάση του ρεύματος, τα επίπεδα θερμοκρασίας που αναπτύσσονται στο τόξο, την υπό συγκόλληση μεταλλική επιφάνεια, τα προστατευτικά αέρια και ρευστά αλλά και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Οι αναθυμιάσεις από τη συγκόλληση και τη φλογοκοπή προκύπτουν από ποικιλία πηγών:

1. το μέταλλο που συγκολλείται ή το μέταλλο της ράβδου πλήρωσης π.χ. σίδηρος, αλουμίνιο ή από συστατικά διαφόρων τύπων χάλυβα, όπως το νικέλιο ή το χρώμιο
2. τυχόν μεταλλική επικάλυψη του αντικειμένου ή της ράβδου πλήρωσης π.χ. ψευδάργυρος και κάδμιο από γαλβάνισμα και χαλκός από την επικάλυψη των ράβδων πλήρωσης
3. τυχόν χρώμα, γράσσο, υπολείμματα κ.λπ. στο υπό συγκόλληση κομμάτι π.χ. μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα, καπνός και άλλα ερεθιστικά προϊόντα αποσύνθεσης
4. το προστατευτικό ρευστό (flux) της ράβδου πλήρωσης π.χ. ανόργανο φθόριο
5. τη δράση της θερμότητας ή της υπεριώδους ακτινοβολίας στον περιβάλλοντα αέρα π.χ. διοξείδιο του αζώτου, όζον
6. τα αδρανή αέρια που χρησιμοποιούνται σαν προστατευτικά π.χ. διοξείδιο του άνθρακα, ήλιο, αργό.

Επιδράσεις στα πειραματόζωα. Τα αέρια της η/σ προκαλούν μη ειδικές μεταβολές στους πνεύμονες. Επιπλέον περιορισμένες ενδείξεις υπάρχουν εργαστηριακά για γονοτοξικότητα. Αρουραίοι που εκτέθηκαν σε αέρια η/σ μαλακού χά-

λυβα είτε δια εισπνοής είτε δια ενδοτραχειακής ενστάλλαξης έδειξαν μη ειδικές πνευμονικές μεταβολές χωρίς σημεία ίνωσης μετά από διάστημα 450 ημερών (IARC 1990) [1,8].

Παρατηρήθηκε συσσώρευση μακροφάγων και πάχυνση του κυψελιδικού επιθηλίου με πολλαπλασιασμό των κοκκιωδών πνευμονοκυττάρων. Παρόμοιες αλλαγές παρατηρήθηκαν σε πειραματόζωα με διαφορετικά επίπεδα και χρονική διάρκεια έκθεσης. Σε 11 από τα 15 in vitro τεστ και στα 3 in vivo τεστ δε διαπιστώθηκε αυξημένη επίπτωση γονοτοξικότητας από την έκθεση σε αέρια η/σ. Συγκρίνοντας διαφορετικές τεχνικές η/σ ως προς την τοξικότητα των αερίων και την αποβολή τους από τον πνεύμονα πειραματοζώων φάνηκε ότι τα αέρια από την MS (mild steel) η/σ καθαίρονται ταχύτερα από αυτά της SS (stainless steel) η/σ, τα οποία είχαν και μεγαλύτερη τοξικότητα. Η απελευθέρωση παραγόντων φλεγμονής (TNFa, IL - 1 κ.λπ.) ήταν αυξημένη στην SS η/σ [11].

Οι επιδράσεις στον άνθρωπο προέρχονται κυρίως από τους ατμούς των μετάλλων, τα τοξικά αέρια και την υπεριώδη και υπέρυθρη ακτινοβολία. Τα αέρια που παράγονται κατά την η/σ εξαρτώνται κυρίως από τη σύνθεση των μετάλλων που συγκολλούνται και από τα ηλεκτρόδια. Όταν το βασικό μέταλλο είναι σίδηρος ή χάλυβας (ατσάλι) με παρόμοιας σύνθεσης ηλεκτρόδια, το κύριο συστατικό των αερίων θα είναι το οξείδιο του σιδήρου. Στη συγκόλληση ανοξείδωτου χάλυβα παράγονται αέρια με νικέλιο και εξασθενές χρώμιο. Στη συγκόλληση σε γαλβανισμένες (επιψευδαργυρωμένες) λαμαρίνες και βαμμένα μέταλλα θα παραχθούν αέρια με κάδμιο, οξείδιο του ψευδαργύρου ή μόλυβδο. Ανάλογα με την επικάλυψη του ηλεκτροδίου μπορεί να παραχθούν φθοριούχα και ελεύθερα πυριτικά. Γενικά, διαφορετικές διαδικασίες η/σ παράγουν διαφορετικά αέρια και τοξικά συστατικά και γι' αυτό οι κίνδυνοι πρέπει να εκτιμούνται ανάλογα. Τα τοξικά αέρια που παράγονται περιλαμβάνουν το μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου και όζον (Πίνακας 2). Αν υπάρχουν χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες υπό μορφή διαλυτών (είτε πάνω στα μέταλλα είτε στον αέρα) τότε μπορεί να παραχθούν υψηλής τοξικότητας αέρια όπως το φωσγένιο και το υδροχλώριο.

Η εγρήγορση που πρέπει να έχουν οι επαγγελματίες υγείας υπογραμμίζεται στο ακόλουθο παράδειγμα μικρο-η/σ στη βιομηχανία τηλεπικοινωνιών. Η εισαγωγή νέων τεχνολογιών στη συγκόλληση κραμάτων ψευδαργύρου και μολύβδου οδήγησε σε ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών συγκεντρώσεων, σε βιολογικούς δείκτες που δεν υπερέβαιναν τα θεσμοθετημένα όρια, αλλά οι δυσμενείς επιδράσεις του μολύβδου στη σύνθεση της αίμης στους η/τ συνεχίστηκαν [12].

Συνήθεις κλινικές εκδηλώσεις της έκθεσης στους καπνούς της η/σ περιλαμβάνουν αδρά ως αποτέλεσμα οξείας έκθεσης, ερεθισμό οφθαλμών και ρινοφάρυγγος, πυρετό, ρίγη, κεφαλαλγία, ναυτία, επιπόλαια αναπνοή, μυαλγίες και μεταλλική γεύση στο στόμα ενώ χρονίως μπορεί να αναπτυχθεί έκπτωση αναπνευστικής λειτουργίας με βήχα και συρίττοντες στην ακρόαση.

4. ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

4.1 Μυοσκελετικές παθήσεις

Οι η/τ στη Σουηδία συχνότερα αποζημιώνονται για ασθένειες που προκαλούνται από σωματική φόρτιση παρά για εκείνες εξαιτίας έκθεσης σε χημικές ουσίες. Μυοσκελετικά συμπτώματα συσχετίζονται με την αύξηση των απουσιών και της ζήτησης υπηρεσιών υγείας. Οι εργαζόμενοι που απουσίασαν εξαιτίας μυοσκελετικών προβλημάτων βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο απουσίας τα επόμενα έτη [17]. Τα μυοσκελετικά προβλήματα αυξάνονται με τα χρόνια εργασίας [18]. Παρά ταύτα για έναν η/τ σε καλή φυσική κατάσταση, η η/σ σε ύπτια θέση είναι το μόνο είδος που ταξινομείται ως βαρειά εργασία [19]. Ο ταχύς ρυθμός εργασίας συχνά θεωρείται σαν ο δυσμενέστερος παράγοντας φόρτου. Κόπωση, μυαλγίες, συμπτώματα από την οσφύ και τον ώμο είναι συνήθη στους η/τ [20α].

4.2 Νεφροί

Υψηλές συγκεντρώσεις οξειδίου του καδμίου μπορεί να σχηματιστούν κατά τη φλογοκοπή «επικαδμιωμένου» χάλυβα και μετά από μακρόχρονη έκθεση να προκαλέσουν βλάβη στα νεφρικά σωληνάρια. Συγκόλληση με ειδικά ηλεκτρόδια ενισχυμένου χάλυβα προκαλεί αύξηση της απέκκρισης β-γλυκουρονιδάσης στα ούρα που υποδηλώνει σωληναριακή βλάβη. Όμως γενικά η η/σ δε σχετίζεται με χρόνια νεφροπάθεια [2].

4.3 Νευρικό σύστημα

Οι σποραδικές περιπτώσεις η/σ με συμπτωματολογία από το ΚΝΣ που έχουν αναφερθεί, συσχετίζονταν με έκθεση σε αλουμίνιο, μόλυβδο και μαγγάνιο. Σε μηχανικούς αεροσκαφών που συγκολλούν ανοξείδωτο χάλυβα και χρησιμοποιούν σαν καθαριστικά χλωριωμένους και φθοριωμένους οργανικούς διαλύτες έχει αναφερθεί παράταση του χρόνου αντίδρασης, διαταραχές ισορροπίας και δυσκολία στη διάκριση χρωμάτων [20].

4.4 Δέρμα

Οι η/τ συνήθως έχουν ουλές στο δέρμα τους οφειλόμενες σε εγκαύματα από θερμά μεταλλικά σωματίδια. Δερματίτιδα εξ' επαφής λόγω έκθεσης στα αέρια (εξασθενές χρώμιο) έχει περιγραφεί όπως επίσης και περιπτώσεις κνίδωσης (βλέπε και πίνακα 2) [21]. Το ενδεχόμενο ανάπτυξης καρκίνου του δέρματος είναι ένα ακόμα σημείο στην υγεία των η/τ που χρήζει προσοχής *(βλέπε UV ακτινοβολία)*.

4.5 Αναπαραγωγικό σύστημα

Σε θήλεις η/τ διαπιστώθηκε αυξημένη (όχι στατιστικά σημαντική) συχνότητα αποβολών καθώς και γέννησης λιποβαρών εμβρύων σε σχέση με άλλες βιομηχανικές εργάτριες.

Κακή ποιότητα σπέρματος παρατηρήθηκε σε αυξημένο ποσοστό η/τ πιθανά λόγω έκθεσης σε υψηλές θερμοκρασίες. Αν και ο μηχανισμός της υπογονιμότητας παραμένει άγνωστος διαπιστώθηκε αυξημένη συχνότητα ανωμαλιών στην ποιότητα του σπέρματος που σχετίζεται με τα έτη υπηρεσίας [1].

4.6 Αναπνευστικό σύστημα

4.6.1 Πυρετός από ατμούς μετάλλων (metal fume fever or brass chills)

Πρόκειται για μία οξεία αναπνευστική νόσο (μιμείται τη γρίππη) που απαντάται συχνά στους η/τ. Πολλοί, αν όχι οι περισσότεροι η/τ (40% άνω των 30 ετών) παθαίνουν τουλάχιστον ένα επεισόδιο κατά τη διάρκεια της εργασιακής τους ζωής. Επειδή η συχνότερη αιτία αυτής της οξείας και αυτοπεριοριζόμενης εμπυρέτου νόσου είναι οι ατμοί οξειδίου του ψευδαργύρου, οι η/τ που εργάζονται σε γαλβανισμένα φύλλα μετάλλων (συνήθως χάλυβας επικαλυμμένος με ψευδάργυρο) παρουσιάζουν τη νόσο, εκτός αν λαμβάνονται ειδικές προφυλάξεις για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης. Έχουν ενοχοποιηθεί και άλλοι ατμοί οξειδίων μετάλλων (χαλκός και μαγνήσιο), αλλά όχι τόσο συχνά όσο το οξείδιο του ψευδαργύρου.

Οι περισσότεροι η/τ είναι εξοικειωμένοι με τα συμπτώματα και δεν αναζητούν ιατρική φροντίδα, γνωρίζοντας ότι η νόσος διαρκεί λίγες ώρες. Αν και συμβαίνει συχνότερα στους η/τ από την τοξική ή την εξ' υπερευαισθησίας πνευμονίτιδα, σε πρώϊμα στάδια η διαφοροδιάγνωση είναι δύσκολη. Συνήθως αρχίζει μερικές ώρες μετά τη δουλειά και αποδράμει μέσα σε 24 ώρες. Συχνότερα παρουσιάζονται πυρετός και λευκοκυττάρωση αλλά επίσης μπορεί να υπάχουν ρίγη, βήχας, μυαλγία, μεταλλική γεύση, σιελόρροια και ήπιος συριγμός. Σοβαρότερη αναπνευστική βλάβη μπορεί να εκδηλωθεί με τρίζοντες στην ακρόαση, πνευμονική διήθηση και απαιτεί συνεχή παρακολούθηση [10].

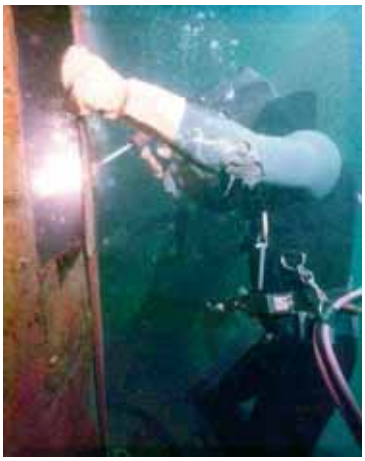
4.6.2 Ρινίτιδα

Χρόνια φλεγμονή του ρινικού βλεννογόνου (ρινίτις) έχει περιγραφεί σχετιζόμενη με τη συγκόλληση κράματος χάλυβα με μαγγάνιο. Συγκόλληση ανοξείδωτου χάλυβα με επικαλυμμένα ηλεκτρόδια έχει συσχετιστεί με ατροφική ρινίτιδα. Με ρινίτιδα έχει επίσης συσχετιστεί η έκθεση σε κολοφώνιο κατά την κασσιτεροκόλληση στη βιομηχανία ηλεκτρονικών.

4.6.3 Βρογχίτιδα

Στη χρόνια βρογχίτιδα υπάρχει αυξημένη παραγωγή βλέννης τέτοια ώστε να προκαλεί παραγωγικό βήχα για τουλάχιστον 3 μήνες το χρόνο για 2 συνεχή χρόνια. Πολλοί τη διακρίνουν σε 1) απλή, με βλεννώδη απόχρεμψη 2) αποφρακτική, με απόφραξη (με μεταβολές στη σπιρομέτρηση, μείωση της FEV1) και 3) χρόνια ασθματική βρογχίτιδα, με επεισόδια λοιμώδους έξαρσης με συρρίτοντες, δύσπνοια και υπεραντιδραστικότητα.

Παθολογοανατομία: η χρόνια βρογχίτιδα χαρακτηρίζεται από υπερπλασία και υπερτροφία των βλεννοπαραγωγών αδενίων του υποβλεννογόνιου χιτώνα των μεγάλων βρόγχων. Ο δείκτης Reid ισούται με το πηλίκο του πάχους της στοιβάδας των αδενίων προς το συνολικό πάχος του τοιχώματος των βρόγχων και φυσιολογικά είναι 0,44±0,09. Στη χρόνια βρογχίτιδα είναι σημαντικά αυξημένος με μέσο όρο 0,52±0,08. Στους μικρούς βρόγχους οι βλάβες προκαλούν σημαντικότερη μείωση της ροής του αέρα εξαιτίας της υπερπλασίας των καλυκοειδών κυττάρων, των φλεγμονωδών κυττάρων στο βλεννογόνο και υποβλεννογόνιο χιτώνα, την περιβρογχική ίνωση, και τις ενδαυλικές συρροές βλέννης και της υπερπλασίας των λείων μυϊκών ινών.



Επιβαρυντικοί παράγοντες: 1) Κάπνισμα. Προκαλεί διαταραχή στους κροσσωτό επιθήλιο, υπετροφία και υπερπλασία των βλεννωδών αδενίων, αναστολή των αντιπρωτεασών και διέγερση των ουδετεροφίλων με απελευθέρωση πρωτεολυτικών ενζύμων καθώς και σύσπαση των λείων μυϊκών ινών που αυξάνουν τις αντιστάσεις στους βρόγχους. 2) Ατμοσφαιρική ρύπανση. Το διοξείδιο του θείου προκαλεί εξάρσεις βρογχίτιδας ενώ το διοξείδιο του αζώτου βρογχιολίτιδας. 3) Λοιμώξεις. Πιο συχνά σε εξάρσεις ΧΑΠ βρίσκονται οι ρινοϊοί. 4) **Επαγγελματική έκθεση** [10]. Μερικές από τις ανόργανες σκόνες που ενοχοποιούνται για *υπερέκκριση βλέννης ή/και απόφραξη* περιλαμβάνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 3. Ουσίες που προκαλούν βρογχοκυψελιδικές αλλοιώσεις[10]

Ανόργανες σκόνες	Υπερέκκριση βλέννης	Απόφραξη	Πνευμονοκονίαση (P) Καρκίνος (C)
Αντιμόνιο	+		P
Αρσενικό	+		C
Βάριο και ενώσεις	+		P
Κάδμιο	+	+	P
Σκόνη τσιμέντου	+	+	
Χρώμιο και ενώσεις	+		C
Σκόνη άνθρακα	+		P
Γραφίτης	+	+	P
Σκόνη σιδήρου	+		P
Φώσφορος	+	+	
Σουλφιδικές ενώσεις	+	+	
Βανάδιο (πεντοξείδιο)	+	+	

Άλλοι χημικοί παράγοντες που ενέχονται στην πρόκληση χρόνιας βρογχίτιδας είναι η αμμωνία, το υδρόθειο, πιθανά το διοξείδιο του αζώτου και το διοξείδιο του θείου, οι φθαλικοί ανυδρίτες και το φωσγένιο.

Οι διαταραχές φυσιολογίας περιλαμβάνουν στένωση των αεραγωγών λόγω αύξησης του πάχους του τοιχώματός τους, μείωση της ελαστικότητας (ενδοτικότητας) του πνευμονικού παρεγχύματος και αύξηση των εκκρίσεων που προκαλούν μείωση της μέγιστης εκπνευστικής ροής λόγω αύξησης των αντιστάσεων. Οι αντιστάσεις είναι μεγαλύτερες στην εκπνοή γιατί τότε η διατοιχωματική πίεση ($P_{κυψ} - P_{πλευρ} = P_{ελαστ}$) διαρκώς ελαττώνεται με αποτέλεσμα να μειώνεται η διάμετρος των αεραγωγών. Το σημείο σύμπτωσης των αεραγωγών, όπου προκαλείται παγίδευση αέρα, ονομάζεται σημείο ίσων πιέσεων ή σημείο πνιγμού. Η αύξηση των εκπνευστικών αντιστάσεων λόγω των διαταραχών στη φυσιολογία που προαναφέρθηκαν, δεν επιτρέπει στο αναπνευστικό σύστημα στο τέλος της εκπνοής να φτάσει στο σημείο ισορροπίας, δηλαδή στη λειτουργική υπολειπόμενη χωρητικότητα (FRC). Έτσι η εισπνοή αρχίζει σε όγκους με θετική ελαστική δύναμη επαναφοράς (δυναμική υπερδιάταση) και με θετική πίεση του συστήματος στο τέλος της εκπνοής (θετική τελοεκπνευστική πίεση, PEEPi). Οι αναπνευστικοί μύες επιτελούν επιπλέον έργο γιατί

κατά την έναρξη της εισπνοής θα πρέπει να υπερνικήσουν την PEEPi. Αυτή η δυσλειτουργία μπορεί να οδηγήσει σε ελάττωση του κυψελιδικού αερισμού και σε αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα (υπερκαπνία). Η δυναμική υπερδιάταση, λόγω αύξησης των ενδοθωρακικών αντιστάσεων ελαττώνει τη φλεβική επαναφορά και μειώνει την καρδιακή παροχή με μείωση της μερικής πίεσης του οξυγόνου. Τα παραπάνω προκαλούν διαταραχές του αερισμού αιμάτωσης που είναι η κύρια αιτία υποξαιμίας στις χρόνιες αποφρακτικές πνευμονοπάθειες (ΧΑΠ).

Τα κύρια διαγνωστικά ευρήματα περιλαμβάνουν ιστορικό καπνιστικής συνήθειας πλέον των 20 ετών, ηλικία άνω των πενήντα, μακρύ ιστορικό με βήχα και έντονη βλεννοπυώδη απόχρεμψη, αρχικά μόνο το χειμώνα, στη συνέχεια όμως όλο το χρόνο. Τα κλινικά ευρήματα περιλαμβάνουν δύσπνοια προσπαθείας (στην κόπωση), παχυσαρκία και κυάνωση ("blue bloaters"), απουσία δύσπνοιας ή ταχύπνοιας σε ηρεμία και επιδεινούμενη αναπνευστική ανεπάρκεια. Κατά την κλινική εξέταση μπορεί να διαπιστωθούν καρδιακή ώση δεξιά του στέρνου λόγω υπερτροφίας της δεξιάς καρδίας, φυσιολογική τυμπανικότητα κατά την επίκρουση των πνευμόνων και παχείς υγρούς και συρρίττοντες που αλλάζουν με το βήχα και την απόχρεμψη κατά την ακρόαση. Επίσης δυσμενή κλινικά ευρήματα περιλαμβάνουν διαστολικό κύλισμα και ολοσυστολικό φύσημα λόγω ανεπάρκειας (λειτουργικής) της τριγλώχινας στην ακρόαση της καρδιάς, διάταση σφαγίτιδων, ηπατομεγαλία, ασκίτη, περιφερικά οιδήματα, κυάνωση, βουβωνοκήλη και σπάνια πληκτροδακτυλία. Στη διάρκεια του ύπνου εμφανίζεται μείωση του κορεσμού της αιμοσφαιρίνης και επεισόδια άπνοιας που επιδεινώνουν τον υποαερισμό και την πνευμονική υπέρταση.

Οι εργαστηριακές εξετάσεις περιλαμβάνουν αέρια αίματος (PCO_2 χρονίως 45 – 55 mmHg, PO_2: 45 – 60 mmHg), μέτρηση λειτουργικότητας πνευμόνων, στατικών όγκων και διάχυσης, όπου η ολική χωρητικότητα των πνευμόνων (TLC) είναι συχνά φυσιολογική με μικρή αύξηση του υπολειπόμενου όγκου (RV). Η ζωτική χωρητικότητα (VC) είναι ελαφρά μειωμένη και η μέγιστη εκπνευστική ροή είναι μειωμένη. Η διάχυση δεν επηρεάζεται, ενώ είναι κατά κύριο λόγο αυξημένες οι αντιστάσεις στους αεραγωγούς. Στην ακτινογραφία θώρακα μπορεί να διαπιστωθεί αύξηση του καρδιοθωρακικού δείκτη, επίταση του βρογχαγγειακού δένδρου στις βάσεις, διάταση των πνευμονικών αρτηριών και κεντροβοτρυδιακό εμφύσημα.

Η/Σ και βρογχίτιδα: Σε αρκετές μελέτες η η/σ βρέθηκε να συσχετίζεται με αύξηση του επιπολασμού της χρόνιας βρογχίτιδας, κυρίως σε η/τ που εργάζονται με κράματα χάλυβα και αλουμίνιο [22 - 27]. Μελέτες έχουν δείξει αυξημένη θνησιμότητα

των η/τ από χρόνια βρογχίτιδα ή πνευμονικό εμφύσημα και από μη κακοήθεις αναπνευστικές παθήσεις γενικότερα [28, 29].

Οξεία ή χρόνια συμπτωματολογία από το αναπνευστικό ανιχνεύεται συχνότερα σε η/τ όπως δείχνουν μεγάλες συγχρονικές μελέτες. Πολλές μελέτες έδειξαν αυξημένο επιπολασμό βήχα και πτυέλων μεταξύ των η/τ και της ομάδας ελέγχου μετά διόρθωση για το κάπνισμα [23, 27, 30 - 33]. Για παράδειγμα ο Cotes κ.ά. βρήκαν ότι οι η/τ ναυπηγείων έχουν σχετικό κίνδυνο για χρόνια βρογχίτιδα 2,8 φορές μεγαλύτερο, συγκρινόμενοι με την ομάδα ελέγχου. Στην ίδια μελέτη, οι καπνιστές είχαν 3,2 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο. Οι η/τ συχνότερα παρουσιάζουν συμπτώματα των αεραγωγών που δεν πληρούν τα κριτήρια για χρόνια βρογχίτιδα [30 - 34]. Μία πρόσφατη προοπτική μελέτη σε η/τ ναυπηγείου έδειξε αυξημένη συχνότητα εμφάνισης παραγωγικού βήχα, συριγμού και συσφικτικού θωρακικού άλγους που υποχωρούσαν τα Σαββατοκύριακα και τις διακοπές. Στην ίδια ομάδα δεν υπήρχε σημαντική αύξηση χρόνιας βρογχίτιδας. Μετά από τρία έτη παρακολούθησης, στους ίδιους η/τ διαπιστώθηκε μείωση των συμπτωμάτων ανάλογη με τη μείωση της έκθεσης.

4.6.4 Άσθμα

Πρόκειται για νόσο των αεραγωγών, η οποία χαρακτηρίζεται από υπεραντιδραστικότητα του τραχειοβρογχικού δένδρου σε πολλαπλά ερεθίσματα. Χαρακτηρίζεται από οξείες προσβολές βρογχικής απόφραξης μερικώς ή πλήρως αναστρέψιμες μεταξύ των προσβολών.

Επίπτωση και αιτιολογία: πάσχει 4 - 5 % του πληθυσμού, το 50% κάτω των 10 ετών και ένα επιπλέον 25% κάτω των 40 ετών. Σε νεότερες ηλικίες, έχει διπλάσια επίπτωση στους άρρενες. Το άσθμα ταξινομείται για πρακτικούς μόνο λόγους σε: 1) αλλεργικό (οικογενειακό ιστορικό, αυξημένη ανοσοσφαιρίνη Ε (IgE), συνοδά ρινίτιδα, έκζεμα, κνίδωση, εκλύεται μετά εισπνοή ορισμένων αντιγόνων) και 2) ιδιοσυγκρασικό (χωρίς οικογενειακό ιστορικό, φυσιολογική IgE, δερματικά τεστ αρνητικά, χωρίς συνοδές εκδηλώσεις). Γενικά όταν η έναρξη είναι σε νεαρή ή παιδική ηλικία συνήθως υπάρχει αλλεργικό υπόβαθρο, όταν αναπτύσσεται αργά μη αλλεργικό ή μικτό.

Παθογένεια: μη ειδική υπεραντιδραστικότητα του βρογχικού δένδρου. Ο βασικός μηχανισμός παραμένει άγνωστος, όμως η επικρατέστερη άποψη είναι η φλεγμονή των αεραγωγών. Το ερέθισμα δρα στα μαστοκύτταρα (αλλά και στα βασεόφιλα και μακροφάγα) που απελευθερώνουν φλεγμονώδεις παράγοντες οι οποίοι δρουν άμεσα στις λείες μυϊκές ίνες των αεραγωγών και στη διαβατότητα των τριχοειδών προκαλώντας οξεία φλεγμονώδη αντίδραση (που ακολουθείται από χρονία λόγω της χημειοταξίας κυτταρικών στοιχείων στη βλάβη).

Τα ερεθίσματα μπορεί να είναι:

- ✔ *Αλλεργικά*, μέσω της IgE που ελέγχεται από τα Β και Τ λεμφοκύτταρα. Η ενεργοποίηση ξεκινά από την αλληλεπίδραση του αντιγόνου με το μαστοκύτταρο που φέρει στην επιφανειά του την IgE. Την έκθεση ακολουθεί σε λεπτά απόφραξη των αεραγωγών που στη συνέχεια υποχωρεί και ακολουθεί νέος όψιμος βρογχόσπασμος μετά 6-10 ώρες (στο 30 - 50%). Η αντίδραση αντιγόνου - αντισώματος (Ag-Ab) στην επιφάνεια του μαστοκυττάρου των πνευμόνων οδηγεί στην παραγωγή και απελευθέρωση ουσιών της άμεσης υπερευαισθησίας δηλ. ισταμίνη, βραδυκινίνη, λευκοτριένες C, D, E, ενεργοποιητή των αιμοπεταλίων, προσταγλανδίνες, θρομβοξάνη Α2 που ερεθίζουν επιπλέον τις νευρικές απολήξεις με αποτέλεσμα βρογχόσπασμο, αγγειακή συμφόρηση και οίδημα αεραγωγών. Επίσης οι λευκοτριένες αυξάνουν την παραγωγή βλέννης και μειώνουν την κίνηση των κροσσών. Ακολουθεί συσσώρευση ηωσινοφίλων και πολυμορφοπυρήνων λόγω των χημειοτακτικών παραγόντων.
- ✔ *Φαρμακευτικά*, π.χ. η αντίδραση στην ασπιρίνη. Συνήθως ξεκινά σαν αγγειοκινητική ρινίτιδα, υπερπλαστική παραρρινοκολπίτιδα με ρινικούς πολύποδες και τελικά άσθμα. Έκθεση ακόμη και σε μικρή δόση προκαλεί στους ευαισθητοποιημένους ρινική και οφθαλμική συμφόρηση και βρογχόσπασμο.

Υπάρχει διασταυρούμενη αντίδραση με άλλα μη στερινοειδή αντιφλεγμονώδη (NSAIDS). Η απευαισθητοποίηση επιτυγχάνεται με σταδιακή χορήγηση του φαρμάκου (μηχανισμός μέσω λευκοτριενών). Οι β-αναστολείς (blockers) προκαλούν βρογχόσπασμο, αλλά και οι εκλεκτικοί β1 μπορεί να τον επιδεινώσουν (κυρίως σε αυξημένες δόσεις) ακόμη και σε τοπική χρήση π.χ. σε γλαύκωμα. Πολλά τρόφιμα, κυρίως λόγω των θειούχων ενώσεων, μπορεί να προκαλέσουν οξεία απόφραξη σε ευαισθητοποιημένα άτομα.

- ✔ *Περιβαλλοντικά.* Σχετίζονται με τις κλιματικές συνθήκες (αυξημένες συγκεντρώσεις ρυπαντών και αντιγόνων όπως σε θερμοκρασιακή αναστροφή). Οι κυριότεροι είναι το όζον, το διοξείδιο του αζώτου και το διοξείδιο του θείου.
- ✔ *Επαγγελματικά.* Μεγάλος αριθμός ουσιών ευρείας βιομηχανικής χρήσης ενοχοποιείται για πρόκληση οξείας ή χρόνιας απόφραξης των αεραγωγών. Βρογχόσπασμος μπορεί να προκύψει από έκθεση σε: άλατα μετάλλων (όπως λευκόχρυσος, χρώμιο και νικέλιο), κόνεις ξύλου και λαχανικών (βελανιδιά, ερυθρός κέδρος, σιτηρά, αλεύρι, κουκιά, φασόλια, καουτσοκόδενδρα κ.ά.), φαρμακευτικούς παράγοντες (αντιβιοτικά, πιπεραζίνη και σιμετιδίνη), βιομηχανικά χημικά και πλαστικά (διισοκυανιούχο τολουόλιο, άνυδρο φθαλικό οξύ, τριμηλιτικός ανυδρίτης, αιθυλενοδιαμίνη, παραφαινυλοδιαμίνη και διάφορες χρωστικές), βιολογικά ένζυμα (απορρυπαντικά και παγκρεατικά ένζυμα) καθώς και σκόνες, ορούς και εκκρίσεις ζώων και εντόμων. Είναι σημαντικό να αναγνωρίζεται ότι η έκθεση σε χημικούς ευαισθητοποιητές π.χ. χρώματα, διαλύτες και πλαστικά μπορεί να συμβεί και κατά τον ελεύθερο χρόνο ή σε δραστηριότητες μη σχετιζόμενες με την εργασία. Οι υποκείμενοι μηχανισμοί είναι μάλλον τρεις: 1) ανοσολογικός με σχηματισμό IgE (άμεση, επιβραδυνομένη ή μικτή αντίδραση), 2) άμεση απελευθέρωση βρογχοσυσπαστικών ουσιών και 3) άμεση ή αντανακλαστική δράση ερεθιστικών ουσιών στους αεραγωγούς υποκλινικών ή γνωστών ασθματικών. Οι ασθενείς δίνουν ένα χαρακτηριστικό κυκλικό ιστορικό (εκτός των περιπτώσεων της άμεσης και μικτής ανοσολογικής απάντησης). Είναι καλά όταν φθάνουν στην εργασία, τα συμπτώματα αναπτύσσονται προς το τέλος της βάρδιας, επιδεινώνονται στη συνέχεια και μετά την αποχώρηση από την εργασία και τελικά υποστρέφουν. Αποχή από την εργασία επιφέρει μείωσή τους. Παράλληλα, πιθανόν να υπάρχουν παρόμοια συμπτώματα σε συναδέλφους τους.
- ✔ *Λοιμώδη.* Οι ιογενείς, και όχι τόσο οι βακτηριακές, λοιμώξεις είναι αυτές που κάνουν έξαρση στο άσθμα. Στα παιδιά ο ιός του αναπνευστικού συγκυτίου (RSV) και της παραϊνφλουέζας και στους ενήλικες οι ρινοϊοί και οι ιοί της γρίπης. Δεν αρκεί ο απλός αποικισμός αλλά χρειάζεται λοίμωξη της αναπνευστικής οδού. Πιθανά φλεγμονώδεις αλλοιώσεις στο βλεννογόνο του βρογχικού δένδρου, τον κάνουν πιο επιδεκτικό στα εξωγενή ερεθίσματα. Η

υπεραντιδραστικότητα των αεραγωγών, που εκδηλώνεται με βήχα και σπάνια με συριγμό, μπορεί να διαρκέσει 2-8 εβδομάδες μετά τη λοίμωξη τόσο σε πάσχοντες από άσθμα όσο και σε υγιείς.

- ✔ *Σχετιζόμενα με άσκηση.* Ίσως λόγω των μεταβολών της θερμοκρασίας προκαλείται υπεραιμία των αεραγωγών χωρίς συμμετοχή (σύσπαση) των λείων μυϊκών ινών. Μπορεί η κρίση άσθματος σε άσκηση να προηγηθεί της πλήρους εκδήλωσης της νόσου.
- ✔ *Ψυχολογικά.* Φαίνεται ότι επηρεάζουν την εμφάνιση και έξαρση της νόσου (πιθανά μέσω δραστηριότητας του πνευμονογαστρικού ή ενδορφινών).

Διαταραχές στη φυσιολογία. Στο βρογχικό άσθμα έχουμε στένωση των αεραγωγών λόγω σύσπασης των λείων μυϊκών ινών, αγγειακής συμφόρησης και οιδήματος του τοιχώματος των βρόγχων και των παχύρρευστων βρογχικών εκκρίσεων. Το αποτέλεσμα είναι μείωση του βιαίως εκπνεόμενου αέρα στο πρώτο δευτερολέπτο (FEV1) κατά τη σπιρομέτρηση (30% λιγότερο της προβλεπομένης), υπερδιάταση των πνευμόνων και του θώρακα που αυξάνει την αρνητική πίεση στον υπεζωκότα και το έργο της αναπνοής λόγω της προσπάθειας για σύμπτυξη στη εκπνοή και τελικά αναπτύσσεται πνευμονική υπέρταση και δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια. Όταν ο ασθενής έρχεται για θεραπεία η FVC είναι περίπου 50% της προβλεπομένης και ο RV στην οξεία φάση φτάνει το 400% του φυσιολογικού. Υποκειμενικά η κρίση λήγει σε τιμές του RV γύρω στο 200%.

Τα αέρια αίματος δείχνουν αρχικά μικρή ή καθόλου υποξία (λόγω της υπέρπνοιας και του υπεραερισμού των μη στενωμένων περιοχών). Όσο επιδεινώνεται η κρίση αυξάνονται οι στενωμένες περιοχές και αναπτύσσεται υποξαιμία και υποκαπνία (μείωση του διοξειδίου του άνθρακα) λόγω της συνεχιζόμενης υπέρπνοιας. Αν συνεχιστεί η κρίση, η συνεχής υπέρπνοια προκαλεί κόπωση των αναπνευστικών μυών και μείωση του υπεραερισμού με αποτέλεσμα την περαιτέρω υποξαιμία και την αναστροφή της υποκαπνίας. Σε κρίση άσθματος η φυσιολογική PCO_2 και βέβαια η υπερκαπνία υποδηλώνουν βαριά κατάσταση. Το στάδιο αυτό ο ασθενής δεν ανατάσσεται συντηρητικά και απαιτεί μηχανική υποστήριξη της αναπνοής. Στα μεσοδιαστήματα των κρίσεων ο ασθενής είναι ελεύθερος συμπτωμάτων και η σπιρομέτρηση φυσιολογική, όμως ο έλεγχος των μικρών αεραγωγών δείχνει μικρού βαθμού απόφραξη.

Παθολογοανατομικά. Βρίσκουμε πάχυνση της βασικής μεμβράνης των αεραγωγών, διήθηση από ηωσινόφιλα και αυξημένη βλέννη (σε ηρεμία).

Κλινικά. Η κλασσική τριάδα δύσπνοια, βήχας, συρρίτοντες. Επιπλέον παράταση εκπνοής, ταχύπνοια, ταχυκαρδία, ήπια συστολική υπέρταση και σε βαριά κρίση παράδοξος σφυγμός και χρήση επικουρικών αναπνευστικών μυών και κυάνωση. Σε βαριά κρίση λόγω της εκτεταμένης απόφραξης των αεραγωγών μπορεί να απουσιάζουν οι συρίττοντες και να υπάρχει σιγή στην ακρόαση που αποτελεί βαρύ προγνωστικό σημείο. Στο τέλος της κρίσης μπορεί να υπάρχει αποβολή πτυέλων, παχύρευστων, νηματοειδών σαν εκμαγείο των βρόγχων (Curschmann's spirals). Μικροσκοπικά ανευρίσκονται ηωσινόφιλα και κρύσταλλοι Charcot-Leyden. Ατελεκτασία, αυτόματος πνευμοθώρακας και πνευμομεσοθωράκιο αποτελούν σπάνιες επιπλοκές. Χαρακτηριστικό του άσθματος είναι η αφύπνιση στη διάρκεια της νύχτας με δύσπνοια ή συριγμό. Υποτροπιάζοντα επεισόδια βρογχόσπασμου μπορεί να έχουμε σε καρκινοειδείς όγκους, υποτροπιάζουσες πνευμονικές εμβολές και σε χρόνια βρογχίτιδα.

Διάγνωση. Επιβεβαιώνεται με την ανάδειξη της αναστρεψιμότητας της απόφραξης των αεροφόρων οδών. Μιλάμε για αναστρεψιμότητα όταν υπάρχει αύξηση της FEV1 κατά τουλάχιστον 15% μετά από δύο εισπνοές β αδρενεργικών αγωνιστών. Αν η αρχική σπιρομέτρηση είναι φυσιολογική χορηγείται μεταχολίνη, ισταμίνη ή κρύος αέρας και τότε αυξάνει η αντιδραστικότητα. Μπορεί να υπάρχει αυξημένη IgE και ηωσινόφιλα στο αίμα και τα πτύελα τα οποία δεν είναι ειδικά.

Η/Σ και άσθμα. Έκθεση σε εξασθενές χρώμιο κατά την η/σ με επικαλυμμένα ηλεκτρόδια ανοξείδωτου χάλυβα έχει συσχετιστεί με ασθματικές αντιδράσεις (άμεσου και έμμεσου τύπου) [32]. Απόφραξη μπορεί να συμβεί εξαιτίας της έκθεσης σε όζον, κατά την MIG συγκόλληση του αλουμινίου.

Σε μία μεγάλη δανέζικη μελέτη διαπιστώθηκε αυξημένο ποσοστό ασθματικών κρίσεων στους η/τ ανάλογα και με τη δόση έκθεσης. Επίσης αυξημένη ήταν και η συχνότητα της βρογχικής υπεραντιδραστικότητας [38].

Θεωρείται ότι και μία υπερβολική έκθεση σε ερεθιστικά αέρια μπορεί να προκαλέσει βρογχική υπεραντιδραστικότητα (θετικό τεστ μεταχολίνης) που επιμένει για μεγάλο διάστημα. Έχει περιγραφεί περίπτωση όπου 4 χρόνια μετά από μία μόνη έκθεση η/τ διαπιστώθηκε υπεραντιδραστικότητα και βρογχική απόφραξη που απαντούσε στα βρογχοδιασταλτικά [35].

Έκθεση σε ουσίες που απελευθερώνονται από τη διάσπαση των χρωμάτων μπορεί να προκαλέσουν αναστρέψιμη βρογχική απόφραξη.

Το κολοφώνιο είναι μία ρητίνη πεύκου που από τα αρχαία χρόνια χρησιμοποιείται ως αντιδιαβρωτική συγκολλητική ουσία. Είναι ευρέως διαδεδομένη στη βιομηχανία ηλεκτρονικών. Το 20% των εργαζομένων που εκτέθηκαν σε αέρια κολοφωνίου σε εργοστάσιο στην Αγγλία παρουσίασαν συμπτώματα άσθματος. Στη δοκιμασία πρόκλησης υπάρχει μικρή συσχέτιση της αντίδρασης στο κολοφώνιο και της μη ειδικής αντιδραστικότητας στην ισταμίνη, πιθανώς γιατί υπάρχει ειδική ευαισθητοποίηση. Ουσίες που περιέχουν χλωριούχο αμμώνιο και χλωριούχο ψευδάργυρο έχουν επίσης συσχετιστεί με πρόκληση άσθματος.

Στη συγκόλληση αλουμινίου τα παραγόμενα αέρια του υλικού που περιείχε αμινο-αιθυλαιθανολαμίνη προκάλεσαν βρογχόσπασμο σε αρκετούς εργάτες.

Το άλας του τετραφθοριούχου αλουμινίου με κάλιο προκάλεσε άσθμα σε πέντε από τους επτά εργάτες στη συγκόλληση αλουμινίου.

Ένας γνωστός παράγοντας πρόκλησης άσθματος, το διισοκυανιούχο τολουόλιο, σχηματίζεται από την επικάλυψη με πολυουρεθάνη των ηλεκτροδίων [34]. Διαπιστώθηκε ότι έκθεση στα προϊόντα θερμικής αποικοδόμησης αυτών των ηλεκτροδίων έχει βλαβερές επιδράσεις στους βλεννογόνους του οφθαλμού, της ρινός, του φάρυγγα και τους αεραγωγούς.

Υπάρχουν λίγες σχετικά δημοσιευμένες περιπτώσεις επαγγελματικού άσθματος σε η/τ και ελάχιστες προοπτικές μελέτες διερεύνησής του όμως αποτελεί αδιαμφισβήτητο κίνδυνο στην η/σ [42]. Η σημασία της έγκαιρης διάγνωσης και της απομάκρυνσης από τον υπεύθυνο παράγοντα είναι κριτικής σημασίας. Καθυστερημένη διάγνωση μπορεί να οδηγήσει σε μη ειδική βρογχική αντιδραστικότητα και επιμονή των συμπτωμάτων [38, 39]. Το επαγγελματικό άσθμα είναι συχνό σε κασσιτεροκολλητές, τις περισσότερες φορές σαν αποτέλεσμα αλλεργικής αντίδρασης στο κολοφώνιο, που χρησιμοποιείται σε πολλά κράματα κασσίτερου. Περιπτώσεις επαγγελματικού άσθματος έχουν επιβεβαιωθεί με ειδικές δοκιμασίες πρόκλησης σε η/σ ανοξείδωτου χάλυβα. Γενικά, το αν η έκθεση σε ερεθιστικά αέρια η/σ μπορεί να προκαλέσει ή να επιδεινώσει μη αλλεργική υπεραντιδραστικότητα των αεραγωγών απαιτεί περισσότερη έρευνα. Μία πρόσφατη προοπτική μελέτη 50 η/τ που εργάζονταν κάτω από ελεγχόμενα επίπεδα έκθεσης έδειξε ότι δεν παρουσίασαν αύξηση θετικής δοκιμασίας πρόκλησης μεταχολίνης μετά από 3ετή παρακολούθηση, αν και ένας παρουσίασε επαγγελματικό άσθμα συνδυασμένο με αξιοσημείωτη αύξηση στην αντιδραστικότητα των αεραγωγών [43, 44].

Η επαγγελματική έκθεση βρέθηκε επίσης να σχετίζεται με τη μη ειδική περιβαλλοντική ρύπανση και την ανάπτυξη βρογχικού άσθματος. Εργασία σε περιβάλ-

λον με μη ειδικούς αέριους ρύπους τριπλασιάζει τον κίνδυνο για άσθμα. Τα αποτελέσματα ήταν ανεξάρτητα ιστορικού ατοπίας, της έκθεσης σε κάπνισμα, σε ισοκυανιούχα, σε η/σ ανοξείδωτου χάλυβα ή σε άλατα αλουμινίου [37]. Αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη για σωστές συνθήκες αερισμού.

4.6.5 Πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας και τοξική πνευμονίτιδα

Πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας ή εξωγενής αλλεργική κυψελιδίτιδα ονομάζεται η ανοσολογικής αρχής φλεγμονώδης διεργασία του πνευμονικού παρεγχύματος που αφορά το τοίχωμα των κυψελίδων και τα τελικά βρογχιόλια και είναι δευτεροπαθής από επαναλαμβανόμενη εισπνοή οργανικών παραγόντων από έναν ευαίσθητο οργανισμό. Η αιτία είναι γνωστή, σε αντίθεση με τις άλλες διάμεσες πνευμονίτιδες. Μερικά από τα αίτια αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 4. Αίτια πνευμονιτίδων εξ υπερευαισθησίας

Νόσος	**Αντιγόνο**	**Προέλευση αντιγόνου**
Βαγάσσωση Πνεύμονας αγρότη Πνεύμονας εργάτη σε μανιτάρια Πνεύμονας εργάτη σε κοσκίνισμα πατάτας	Θερμόφιλοι. Ακτινομύκητες.	«Μουχλιασμένα» (σακχαροκάλαμο), άχυρα, δημητριακά, χόρτα, «φουσκί» μανιταριών.
Πνεύμονας εκτροφέα πτηνών	Πρωτείνες παπαγάλων, περιστεριών, ορνίθων κ.λπ.	Περιττώματα και φτερά πτηνών.
Πνεύμονας τυροκόμου	Penicillium casei.	Μουχλιασμένο τυρί.
Πνεύμονας εργάτη σε χημικά	Ισοκυανιούχα.	Αφρός πολυουρεθάνης, βερνίκια, λούστρα.
Πνεύμονας εργάτη σε «κοπρόχωμα» (φουσκί) Πνεύμονας εργάτη σε βύνη Πνεύμονας καπνεργάτη	Ασπέργιλλος. Aspergillus fumigatus ή clavatus.	Κοπρόχωμα. Μουχλιασμένο κριθάρι. Μούχλα σε καπνά.
Νόσος εργάτη σε απορρυπαντικά	Ένζυμα Bacillus subtilis.	Απορρυπαντικά.
Πνεύμονας γουναρά	Σκόνη ζωϊκής γούνας.	Δέρματα ζώων.
Πνεύμονας συντηρητή κλιματιστικών (πνευμονίτιδα αερισμού) Sequoiosis. Πνεύμονας χρήστη σάουνας	Aureobasidium pullulans ή άλλοι μικροοργανισμοί.	Εποικισμένο νερό στην ύγρανση και ατμοποίηση των κλιματιστικών. Πριονίδι σεκόϊας. Εποικισμένο νερό σάουνας.
Πνεύμονας μυλωνά	Sitophilus granarius.	Εντομοβριθές σιτάλευρο.
Lycoperdonosis	Λυκόπερδον, πορδομανίταρο.	Πικραλίδα (άγριο χορταρικό).

Παθογένεια: η πρώιμη αντίδραση χαρακτηρίζεται από αύξηση των πολυμορφοπυρήνων στις κυψελίδες και τους μικρούς αεραγωγούς. Αυτή η αρχική διαταραχή

όμως ακολουθείται από συσσώρευση μονοπύρηνων στον πνεύμονα και τη δημιουργία κοκκιώματος (εδώ έχουμε επιβραδυνομένου τύπου υπερευαισθησία). Έχουν βρεθεί στο αίμα των εκτεθιμένων ατόμων αντισώματα έναντι των υπεύθυνων αντιγόνων. Στο βρογχοκυψελιδικό έκπλυμα υπάρχει αύξηση των Τ-λεμφοκυττάρων όπως και σε άλλες κοκκιωματώδεις νόσους (CD8) ενώ σε πρόσφατη έκθεση υπάρχει αύξηση πολυμορφοπυρήνων και CD4.

Κλινικά: επικρατεί η εικόνα της διάμεσης πνευμονίτιδας. Εμφανίζεται ως α) οξεία με βήχα, δύσπνοια, πυρετό, κακουχία, ρίγη, 6–8 ώρες μετά την έκθεση στο υπεύθυνο αντιγόνο και υποχωρεί σε λίγες μέρες αν δεν επαναληφθεί η έκθεση β) υποξεία, εξελίσσεται ύπουλα σε περίοδο εβδομάδων με βήχα και δύσπνοια και μπορεί να καταλήξει σε κυάνωση και βαριά δύσπνοια, οπότε απαιτεί νοσηλεία. Μπορεί η υποξεία να ακολουθήσει την οξεία μορφή αν συνεχιστεί η έκθεση στον αιτιολογικό παράγοντα. Σπανιότερα μεταπίπτουν σε χρόνια γ) χρόνια σαν προοδευτικά εξελισσόμενη διάμεση πνευμονίτιδα με βήχα και δύσπνοια. Συνήθως όταν είναι μικρή η συγκέντρωση του αντιγόνου.

Διάγνωστικά ευρήματα: Ορολογικά-αίμα: Η έκθεση σε αναγνωρισμένο αντιγόνο και η ανίχνευση των ειδικών αντισωμάτων στον ορό. Ουδετεροφιλία, λεμφοπενία, χωρίς ηωσινοφιλία, αυξημένοι δείκτες φλεγμονής (ΤΚΕ, CRP, RF) και ανοσοσφαιρίνες. Απεικονιστικά: Η α/α θώρακα μπορεί να είναι και φυσιολογική ακόμη και σε συμπτωματικούς ασθενείς. Τα ευρήματα μπορεί να είναι μικρές, στικτές ή διάχυτες διηθήσεις, δικτυοζώδης απεικόνιση έως και εικόνα μελικηρήθρας. Εξαιρετικά σπάνια πλευριτική συλλογή ή πυλαία λεμφαδενοπάθεια. Η αξονική τομογραφία (HRCT) θώρακα δε δίνει παθογνωμονικές εικόνες αλλά αναδεικνύει κεντρολοβιακές ανωμαλίες, ασαφή οζίδια (στο 50%) εντός των αεροφόρων χώρων, εικόνα «θαμβής υάλου» (ground glass). Σε οξεία φάση παρατηρείται διάχυτη πύκνωση [45]. Αναπνευστικές δοκιμασίες: περιοριστικού τύπου πνευμονοπάθεια, μειωμένη ικανότητα διάχυσης, μειωμένη ενδοτικότητα και υποξαιμία που εκλύεται με την άσκηση. Βρογχοκυψελιδικό έκπλυμα (lavage): Ανευρίσκονται αυξημένα Τ-λεμφοκύτταρα, τα οποία είναι κατά κύριο λόγο CD8. Σε πρόσφατη έκθεση ανευρίσκεται και αύξηση των CD4 και των πολυμορφοπυρήνων. Επίσης μαστοκύτταρα και ηωσινόφιλα. Βιοψία πνεύμονα: Συνήθως διαβρογχική. Η κλασσική τριάδα είναι: μονοπύρηνα στα τελικά βρογχιόλια, διάμεση διήθηση από λεμφοκύτταρα και πλασματοκύτταρα και μεμονωμένο μη νεκρωτικό κοκκίωμα (σπάνια διάσπαρτα κοκκιώματα) χωρίς συμμετοχή των αγγείων.

Τα δερματικά tests και ο ερεθισμός με εισπνεόμενα αντιγόνα μόνο ερευνητικά στη διάγνωση (λόγω έλλειψης τυπικών μη ερεθιστικών αντιγόνων σε αποδεδειγμένα ελεγχόμενα πρωτόκολλα). Και τα in vitro τεστ δεν έχουν συσχετιστεί επαρκώς.

Με τον όρο **τοξική πνευμονίτιδα**, εδώ περιλαμβάνονται η χημική πνευμονίτιδα, η οξεία βλάβη των πνευμόνων, το πνευμονικό οίδημα και το σύνδρομο αναπνευστικής δυσχέρειας των ενηλίκων (ARDS).

Η διαφοροδιάγνωση της τοξικής και της πνευμονίτιδας εξ' υπερευαισθησίας μπορεί να είναι δύσκολη αν και το θεραπευτικό κριτήριο βοηθά (χρήση γλυκοκορτικοειδών συστηματικά).

Διαφοροδιάγνωση:

Πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας	Τοξική πνευμονίτιδα
Συνεχή και κλιμακωτής έντασης επεισόδια βήχα, συσφικτικό θωρακικό άλγος, επιπόλαια αναπνοή και πυρετός που συμβαίνουν αρκετές ώρες μετά την έναρξη της έκθεσης.	Απομονωμένο γεγονός που σχετίζεται με ασυνήθη έκθεση και σχετικά καθυστερημένη εμφάνιση 4-6 ή περισσότερες ώρες μετά την έκθεση (χαρακτηριστικό το πνευμονικό οίδημα από το διοξείδιο του αζώτου).
Πυρετός και ρίγη συχνά.	Πυρετός και ρίγη σπανιότερα.
Μπορεί να μην πάσχουν συνάδελφοι στον ίδιο χώρο εργασίας (δόσεις έκθεσης για ευαισθητοποίηση και χαμηλές).	Συνήθως οι συνεκτιθέντες αναπτύσσουν παρόμοια συμπτωματολογία.
Προηγηθείσα έκθεση στον αντιγονικό παράγοντα (τουλάχιστον μία).	(δεν απαιτείται)

Μεγάλη ποικιλία υλικών που παράγονται κατά την η/σ μπορεί να προκαλέσουν πνευμονίτιδα τοξική ή εξ υπερευαισθησίας συνήθως υπό συνθήκες συγκόλλησης ή κοπής σε ασυνήθη μέταλλα [46]. Μερικά από τα υλικά που ενοχοποιούνται για πρόκληση των πνευμονίτιδων κατά την η/σ περιλαμβάνουν το βηρύλλιο, το κάδμιο, το μαγγάνιο, το διοξείδιο του αζώτου, το όζον, το φωσγένιο και η φωσφίνη. Άλλοι τοξικοί χημικοί παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν τοξική πνευμονίτιδα είναι οι ατμοί οξέων (H_2SO_4, HNO_3), η αμμωνία, τα κυανιούχα άλατα, η φορμαλδεΰδη, το υδρόθειο και τα ισοκυανιούχα. Οι σύγχρονες πρακτικές εργασίας κατά την η/σ έχουν μειώσει τον κίνδυνο οξείας τοξικής βλάβης που όμως είναι υπαρκτός. Ση-

μειώνεται ότι ο κίνδυνος αυξάνει πολύ όταν παραβλέπεται η αφαίρεση χρωμάτων και επικαλύψεων από την επιφάνεια των μετάλλων πριν την η/σ.

Αμέσως μετά από ένα οξύ επεισόδιο πνευμονίτιδας, μέτρηση των μετάλλων (όπως του καδμίου, υδραργύρου ή ψευδαργύρου) σε δείγμα ούρων 24ώρου μπορεί να επιβεβαιώσει τη διάγνωση. Αναλύσεις για μέταλλα και ιχνοστοιχεία στο πνευμονικό παρέγχυμα η/τ με διάμεση πνευμονοπάθεια χρησιμεύουν στην ανάδειξη των αιτιολογικών παραγόντων, αλλά συνήθως δεν επηρεάζουν τη θεραπευτική αγωγή. Νέες τεχνικές για ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό του ανόργανου σωματιδιακού υλικού στον πνεύμονα (π.χ. microprobe analysis) παρέχονται σε κλινική βάση σε επιλεγμένα κέντρα.

4.6.6 Πνευμονοκονίαση

Ο όρος πνευμονοκονίαση χρησιμοποιείται για την ομάδα εκείνη των πνευμονοπαθειών, οι οποίες προκαλούνται από την εισπνοή σκόνης. Μερικές επιφέρουν αντιδραστική ίνωση με ανάλογη κλινική συμπτωματολογία ενώ άλλες υψηλής ακτινοσκιερότητας (ανάλογης με τον ατομικό αριθμό των εισπνεομένων στοιχείων) δεν προκαλούν ανάλογη συμπτωματολογία. Τέτοιες καλοήθεις πνευμονοκονιάσεις προκαλεί η έκθεση σε οξείδιο του σιδήρου (σιδήρωση), σε οξείδια σιδήρου και αργύρου (αργυροσιδήρωση), σε κασσίτερο (στάνωση), σε βάριο (βαρίτωση), σε αντιμόνιο, χρώμιο, ζιρκόνιο και δημήτριο.

Σε μελέτη επιχειρήθηκε να συσχετιστεί η συγκέντρωση και το σχήμα (angular και fibrous) των σωματιδίων στους πνεύμονες πασχόντων με την επαγγελματική έκθεση. Η σύνθεση των σωματιδίων εξηγήθηκε πλήρως από το επαγγελματικό ιστορικό, αλλά η μεγάλη ποικιλία τους κατέδειξε την πολυπλοκότητα στον καθορισμό συγκεκριμένης επαγγελματικής έκθεσης ως αιτίας νόσου [47].

Η συγκέντρωση ρυπαντών στον πνεύμονα η/τ μετρήθηκε με μαγνητική μέθοδο από 0,03 έως 1,5 gr. Είχαν εναποτεθεί κυρίως στις κεντρικές περιοχές των πνευμόνων αν και υπήρχε μεγάλη ποικιλομορφία στην κατανομή και τη συγκέντρωση, παρά τις όμοιες συνθήκες έκθεσης. Στους η/τ με περισσότερα από 5 χρόνια έκθεσης, η ποσότητα της σκόνης ήταν ανεξάρτητη του χρόνου έκθεσης. Φαίνεται ότι η «συγκέντρωση» ρυπαντών σταθεροποιείται μετά τα πέντε χρόνια [48].

Ο όρος «πνεύμονας η/τ», αν όχι τελείως άχρηστος είναι μη ειδικός. Στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί και πρέπει να γίνεται πιο ειδική διάγνωση μετά από προσεκτική σύγκριση του ιστορικού έκθεσης με την κλινική εικόνα του η/τ. Η πνευμονοκονίαση στον η/τ μπορεί να προέρχεται από απλές ή μικτές εκθέσεις με α-

θροιστική δράση. Στη διαφοροδιάγνωση πρέπει να υπολογίζεται και η έκθεση σε αμίαντο ή πυρίτιο. Επαναλαμβανόμενα επεισόδια πνευμονίτιδας εξ υπερευαισθησίας μπορεί να προκαλέσουν χρόνια πνευμονική διάμεση ίνωση που πρέπει να διαφοροδιαγιγνώσκεται από την πνευμονοκονίαση.

Μία καλοήθης πνευμονοκονίαση είναι η σιδήρωση ("arc welder's siderosis"). Είναι αναστρέψιμη και όταν ανακαλύπτεται μπορεί να μη συνοδεύεται από συμπτώματα.

Σκιερότητες σε ακτινογραφίες θώρακος η/τ περιγράφηκαν πρώτα από τους Doig και McLaughlin το 1936 και ερμηνεύθηκαν σαν ένδειξη εναποθέσεων οξειδίου του σιδήρου (σιδήρωση) παρά σαν πνευμονική ίνωση. Οι ίδιοι συγγραφείς δέκα χρόνια αργότερα περιέγραψαν περιπτώσεις που οι ακτινογραφικές αλλοιώσεις υπέστρεψαν μετά τη διακοπή της έκθεσης.

Σε μελέτη σε η/τ βιομηχανίας στη Σκωτία διαπιστώθηκε ότι παρουσίαζαν μικρές σκιερότητες στην α/α θώρακα σε ποσοστό 5% μετά από 20 χρόνια εργασίας και 20% μετά από 35 με 40 χρόνια. Το οξείδιο του σιδήρου (Fe_2O_3) είναι περισσότερο ακτινοσκιερό από κάθε άλλη επαγγελματική σκόνη αλλά ελάχιστα ή καθόλου ινωτικό (δεν προκαλεί ίνωση) και έτσι ο ασθενής με πνευμονοκονίαση αμιγώς από οξείδιο του σιδήρου (σιδήρωση) παρουσιάζει μία πολύ «παθολογική» ακτινογραφία χωρίς ελάττωση της αναπνευστικής λειτουργίας από την έκθεση στην η/σ (σε αντίθεση με την αμιάντωση όπου η ακτινογραφία υποεκτιμά τη σοβαρότητα της βλάβης).

Κατά την παρακολούθηση μίας ομάδας εν ενεργεία και συνταξιούχων η/τ ναυπηγείου, με μία τεχνική μέτρησης του σιδήρου των πνευμόνων με μαγνήτες (magnetopneumotography), διαπιστώθηκε μία συσσώρευση περίπου 70 mg σιδήρου ετησίως στους πνεύμονες νέων η/τ, ένα μέσο ολικό φορτίο των πνευμόνων της τάξεως του 1 g μετά 10 χρόνια η/σ και τελική κάθαρση από τους πνεύμονες περίπου 20% του συσσωρευμένου φορτίου ετησίως σε μη εκτεθειμένους πρώην η/τ [49]. Ακτινολογικά η σιδήρωση δεν είναι συχνή σήμερα. Όμως υποδεικνύει την ανάγκη για προσεκτική διερεύνηση του επαγγελματικού ιστορικού. Λόγω της ομοιότητας στα ακτινολογικά ευρήματα η διαφοροδιάγνωση βάσει των κλινικών δεδομένων από την ίνωση από μικτές σκόνες, την πυριτίαση και την αμιάντωση δεν είναι εύκολη. Οι η/τ μπορεί επίσης να αναπτύξουν πνευμονοκονίαση από οξείδιο του κασσίτερου (κασσιτέρωση, stannosis), από σκόνη άνθρακα (ανθράκωση) και από οξείδιο του αλουμινίου (αλουμίνωση, αργίλωση).

Σε μία έρευνα του 1978 σε η/τ στη Μ. Βρετανία, διαπιστώθηκε ότι το 7% είχε κάποιου βαθμού πνευμονοκονίαση αλλά κανείς προϊούσα μαζική ίνωση.

Πολλές επιδημιολογικές μελέτες δεν ανέδειξαν σχέση μεταξύ η/σ και περιοριστικού τύπου πνευμονοπάθειας σαν έκφραση πνευμονικής ίνωσης. Παρά ταύτα, περιπτώσεις η/τ ναυπηγείων με περιοριστικού τύπου πνευμονοπάθεια έχουν ανακοινωθεί.

Οι η/τ εκτίθενται εκτός του οξειδίου του σιδήρου, σε μη κρυσταλλικό διοξείδιο του πυριτίου, αμίαντο και φθοριούχα από τις επικαλύψεις των ηλεκτροδίων. Επίσης σε μέταλλα όπως αλουμίνιο, κάδμιο, χρώμιο, μαγγάνιο και νικέλιο από τους πυρήνες (πάστα) των ηλεκτροδίων και σε αέρια όπως το φωσγένιο, το διοξείδιο του αζώτου και το όζον. Η/τ που εργάζονται κοντά σε αμμοβολές μπορεί να εκτίθενται σε κρυσταλλικό διοξείδιο του πυριτίου, όπως και σε αμίαντο στα ναυπηγεία και σε άλλες βαρειές βιομηχανίες.

Σημαντική λειτουργικά πνευμονική ίνωση στους η/τ αποδίδεται κυρίως στην έκθεση σε σκόνη πυριτίου, σε αέριο διοξείδιο του αζώτου ή άλλα συστατικά των καπναερίων της η/σ. Αυτή η πιο σοβαρή μορφή ίνωσης των η/τ μοιάζει με την επιπλεγμένη πνευμονοκονίαση μειοψηφίας ασθενών με πυριτίαση (σιλίκωση) με μικρά οζίδια (1-10 mm) στα άνω πνευμονικά τμήματα που μπορεί να αποτιτανωθούν, «κέλυφος ωού» από την αποτιτάνωση των πυλαίων λεμφαδένων και ενίοτε εμφυσηματικές αλλοιώσεις ή με την πνευμονοκονίαση των ανθρακωρύχων (με κομβολογιοειδή ή οζώδη διαφραγμάτια, με υποπλευρικά και κεντρολοβιακά οζίδια στο διάμεσο ιστό) [45]. Η επιπλεγμένη αυτή πνευμονοκονίαση είναι αυτή που σε σημαντικό ποσοστό καταλήγει στη σοβαρότατη προοδευτική μαζική ίνωση (PMF). Εργαστηριακές τοξικολογικές μελέτες δείχνουν ότι η έκθεση στα καπναέρια η/σ μπορεί να οδηγήσει σε χρόνια διάμεση πνευμονική ίνωση με πιθανούς αιτιολογικούς παράγοντες το εξασθενές χρώμιο στην η/σ ανοξείδωτου χάλυβα και το διοξείδιο του αζώτου.

«Σωμάτια η/σ» έχουν περιγραφεί σε τομές αιματοξυλίνης ηωσίνης από δείγματα πνευμόνων η/τ. Αυτά τα επικαλυμμένα με σίδηρο σωματίδια αντιπροσωπεύουν ανθρακούχα ή μεταλλικά συστατικά των καπναερίων που εισπνεύσθηκαν και εναποτέθηκαν στα αναπνευστικά βρογχιόλια.

4.6.7 Διάμεσες πνευμονοπάθειες (ILDs) / Ιδιοπαθής πνευμονική ίνωση

Πρόκειται για ετερογενή ομάδα νοσημάτων που αφορά στο κυψελιδικό τοίχωμα και τον περικυψελιδικό χώρο. Χαρακτηρίζονται από χρόνια και ύπουλη πορεία. Αρχικά αναπτύσσεται φλεγμονή στο κυψελιδικό τοίχωμα (κυψελιδίτιδα), ακολουθεί επέκταση στο διάμεσο ιστό και τελικά αναπτύσσεται διάμεση ίνωση. Αδρά, οι διάμεσες

πνευμονοπάθειες διακρίνονται σ' αυτές με γνωστό αίτιο, συχνά επαγγελματικής αιτιολογίας και σ' αυτές με άγνωστο αίτιο, με συχνότερες τη σαρκοείδωση, την ιδιοπαθή πνευμονική ίνωση και τα αυτοάνοσα νοσήματα. Επίσης διακρίνονται σε αυτές που κάνουν κοκκίωμα ή όχι. Ο αμίαντος, η ακτινοβολία και η πνευμονίτιδα εξ υπερευαισθησίας (από οργανικές σκόνες) προκαλούν μη κοκκιωματώδεις διάμεσες πνευμονοπάθειες ενώ ανόργανες σκόνες όπως του βηρυλλίου και τα πυριτικά κάνουν και κοκκίωμα.

Για την ιδιοπαθή πνευμονική ίνωση που είναι αντιπροσωπευτική της κατηγορίας των διάμεσων πνευμονοπαθειών θα αναφερθούν συνοπτικά στοιχεία.

Παθογένεια. Αφορά το κυψελιδικό τοίχωμα (πνευμονοκύτταρα Ι και ΙΙ), το διάμεσο στηρικτικό ιστό (ινοβλάστες, κολλαγόνο, πρωτεογλυκάνες), το τριχοειδικό ενδοθήλιο αλλά όχι τους ανώτερους αεραγωγούς. Στις κυψελίδες ανευρίσκονται μακροφάγα, διάμεσα μονοκύτταρα, πολυμορφοπύρηνα, λεμφοκύτταρα και ηωσινόφιλα. Είναι χαρακτηριστική η ενεργοποίηση των μακροφάγων (το κεντρικό κύτταρο) από κάποιο αντιγόνο (Ag) που δεν έχει προσδιοριστεί και αρχίζει μία ανοσολογική απάντηση. Το μακροφάγο απελευθερώνει: 1) χημειοτακτικούς παράγοντες (IL - 8 και λευκοτριένη Β4) που μεταφέρουν πολυμορφοπύρηνα και ηωσινόφιλα από το αίμα στην κυψελίδα και 2) PDGF - B (αυξητικούς παράγοντες των αιμοπεταλίων) που ενεργοποιούν τους ινοβλάστες, ένα παράγοντα που μοιάζει με τον Insulin growth factor προκαλώντας έτσι υπερπλασία των λείων μυϊκών κυττάρων.

Αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την έξοδο κυττάρων και χημειοτακτικών ουσιών στο διάμεσο ιστό, οίδημα στην ενδοκυψελιδική μεμβράνη, τοιχωματική φλεγμονή και αύξηση της διαπερατότητας των τριχοειδών με συνέπεια ίνωση, απόφραξη κυψελίδων, ανάπτυξη ουλώδους ιστού και κυστικών περιοχών από έλξη.

Διάγνωση. Τα κλινικά ευρήματα περιλαμβάνουν ηλικία γύρω στα 50 έτη, ξηρό βήχα, δύσπνοια, αδυναμία στην προσπάθεια, καταβολή, ανορεξία, απώλεια βάρους και αρθραλγίες. Επίσης διαπιστώνονται μη μουσικοί ή και εκπνευστικοί τρίζοντες στις βάσεις άμφω, ταχύπνοια στην ηρεμία, κυάνωση, πληκτροδακτυλία (χωρίς υπερτροφική οστεοαρθροπάθεια) και τελικά πνευμονική καρδία με ευρήματα δεξιάς καρδιακής ανεπάρκειας. Απεικονιστικά: στην ακτινογραφία θώρακα υπάρχει η χαρακτηριστική δικτυοζώδης σκίαση στα κατώτερα πνευμονικά πεδία. Αρχικά εικόνα θαμβής υάλου ("ground glass") λόγω φλεγμονής των κυψελίδων (οξεία κυψελιδίτιδα) στις βάσεις. Ακολουθούν γραμμοειδείς σκιάσεις από εξίδρωμα στο διάμεσο

ιστό και οζώδεις διηθήσεις και τελικά εικόνα μελικηρήθρας ή ελβετικού τυριού σε όλα τα πνευμονικά πεδία και δακτυλιοειδείς βλάβες λόγω βρογχεκτασιών.

Τα εργαστηριακά ευρήματα περιλαμβάνουν αυξημένη ΤΚΕ, κρυοσφαιριναιμία, υπεργαμμασφαιριναιμία, ανοσοσυμπλέγματα, αυξημένα ANA και αντιDNA (10%). Η TLC, RV και VC είναι μειωμένες. Η FEV1 δε μεταβάλλεται (περιοριστικού τύπου βλάβη). Υπάρχει υποξαιμία, ενώ η PCO2 είναι φυσιολογική ή μειωμένη. Το PH φυσιολογικό και η διάχυση (TLCO) μειωμένη κατά 30 – 50%. Στο βρογχοκυψελιδικό έκπλυμα βρίσκουμε κυρίως πολυμορφοπύρηνα (>20%), ηωσινόφιλα (1 - 4%), αυξημένη IgG, ελαττωμένη γλουταθειόνη (αντιοξειδωτικό) και αυξημένη ισταμίνη.

4.6.8 Βρογχογενές καρκίνωμα

Αποτελεί τη συχνότερη αιτία θανάτου από καρκίνο. Κυρίως εμφανίζεται μεταξύ 55-65 ετών. Τη στιγμή της διάγνωσης 20% των πασχόντων έχει τοπική νόσο, στο 25% η νόσος έχει επεκταθεί στους επιχώριους λεμφαδένες και στο 55% διαπιστώνονται απομακρυσμένες μεταστάσεις. Οι καπνιστές διατρέχουν 13-15 φορές μεγαλύτερο κίνδυνο και η σχέση είναι δοσοεξαρτώμενη. Η περιβαλλοντική ρύπανση (π.χ. έκθεση σε ραδόνιο) συμμετέχει συνεργικά και το παθητικό κάπνισμα φαίνεται να αυξάνει τον κίνδυνο κατά 50%. Οι περιπτώσεις που αποδίδονται σε επαγγελματική έκθεση κυμαίνονται μεταξύ 9,2 και 15% ενώ το κάπνισμα μπορεί να ευθύνεται μέχρι και για 85% των καοηθειών του πνεύμονα [56-59]. Κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες φαίνεται να επιδρούν ανεξάρτητα από την επαγγελματική έκθεση, το κάπνισμα και άλλους μείζονες συγχυτικούς παράγοντες (confounders) στην επίπτωση του καρκίνου του πνεύμονος [60].

Ο κίνδυνος καρκίνου του πνεύμονα στους η/τ είναι ένα σημαντικό θέμα της επαγγελματικής επιδημιολογίας διότι αφορά περισσότερους από τρία εκατομύρια εργαζόμενους στις προηγμένες τεχνολογικά χώρες και είναι επιβεβαιωμένο ότι οι η/τ εκτίθενται σε καρκινογόνα, όπως το εξασθενές χρώμιο και το νικέλιο. Επιπροσθέτως οι η/τ μπορεί να εκτίθενται σε αμίαντο σε χώρους όπως τα ναυπηγεία και άλλες βιομηχανίες. Το βρογχογενές καρκίνωμα είναι η σημαντικότερη ανησυχία των η/τ. Οι ατμοί της η/σ έχουν ταξινομηθεί ως πιθανά καρκινογόνα στους ανθρώπους (possibly carcinogenic to humans – International Agency for Research on Cancer, IARC) από την ειδική επιτροπή της IARC. Το συμπέρασμα βασίστηκε σε περιορισμένες ("limited") ενδείξεις για καρκινογένεση των ατμών της η/σ στους ανθρώπους και ανεπαρκείς στα πειραματόζωα. Τα κύρια στοιχεία αντλήθηκαν από 11 προοπτικές μελέτες κοορτής και 12 μελέτες ασθενών μαρτύρων. Δύο από τις μελέτες κο-

ορτής δε βρήκαν σχέση μεταξύ αερίων η/σ και καρκίνου του πνεύμονα. Οι υπόλοιπες μελέτες κοορτής ανέδειξαν στατιστικά σημαντική σχέση επαγγέλματος και καρκίνου του πνεύμονα. Από τις 12 μελέτες ασθενών – μαρτύρων, οι 10 ανέδειξαν συσχέτιση και οι δύο όχι. Ο σχετικός κίνδυνος προσδιορίστηκε περίπου στο 1,3 - 1,4 δηλαδή μία αυξημένη επίπτωση καρκίνου του πνεύμονα σε η/τ της τάξεως του 40-50%. Μελέτη με διόρθωση για το κάπνισμα και το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο έδειξε 33% αποδοτέο κίνδυνο στην η/σ για καρκίνο του πνεύμονα. Σε άλλη μελέτη ο σχετικός κίνδυνος προσδιορίστηκε στο 1,65 τόσο για την η/σ μαλακού χάλυβα (MS) όσο και ανοξείδωτου χάλυβα (SS) [62]. Τη συχέτιση η/σ και καρκίνου επιπλέκουν το κάπνισμα, η έκθεση σε αμίαντο ή άλλα καρκινογόνα απόντα στον καπνό της η/σ, η αύξηση του κινδύνου σε συγκεκριμένες η/σ διαδικασίες και η άμβλυνση του μεγέθους της σχέσης (dilution) για όλους τους η/τ και ο μεγάλος λανθάνων χρόνος (η αύξηση του κινδύνου δεν γίνεται εμφανής πριν από 20 ως 30 χρόνια μετά την πρώτη έκθεση). Σε μεγάλη προοπτική μελέτη αναφέρεται ότι θετική συσχέτιση έκθεσης σε αέρια η/σ και καρκίνου, τελικά, αποδόθηκε στην έκθεση σε αμίαντο, χρώματα και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδογονάνθρακες (PAHs) [61].

Μία μετα-ανάλυση που περιέλαβε όλες τις δημοσιευμένες μελέτες μεταξύ 1954 και 1994 (συγκεκριμένα 18 μελέτες ασθενών – μαρτύρων και 31 προοπτικές μελέτες) έδειξε μία αύξηση 30-40% του σχετικού κινδύνου (ΣΚ) για καρκίνο του πνεύμονα στους η/τ, η οποία δε μπορούσε να εξηγηθεί από την έκθεση στο νικέλιο και το χρώμιο η/τ που εργάζονταν με ανοξείδωτο χάλυβα (SS) [63]. Η μελέτη δεν έδειξε αυξημένο κίνδυνο για τους SS η/τ σε σχέση με τους MS (mild steel) η/τ. Πιθανώς το SMR για τους πρώτους να υποεκτιμάται από ένα εντονότερο φαινόμενο υγιούς εργάτη [64]. Οι σοβαρότεροι συγχυτικοί παράγοντες στις επιδημιολογικές μελέτες η/σ και καρκίνου του πνεύμονα, το κάπνισμα και η έκθεση στον αμίαντο ίσως ερμηνεύουν συνεργικά ένα ποσοστό του υπολογισθέντος σχετικού κινδύνου [65]. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το γεγονός ότι οι η/τ ναυπηγείων είχαν ΣΚ 1,30, χαμηλότερο από αυτόν των η/τ όλων των κατηγοριών (ΣΚ 1,38) [63, 66].

Το Εθνικό Ίδρυμα για την Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια των ΗΠΑ (NIOSH) συνιστά την αντιμετώπιση της η/σ σε ανοξείδωτο χάλυβα με έκθεση σε νικέλιο και εξασθενές χρώμιο σαν έκθεση σε επαγγελματικά καρκινογόνα, εν αναμονή νεότερων ευρημάτων. Άλλες κακοήθειες του ανώτερου αναπνευστικού καθώς και η πιθανότητα λευχαιμίας (ηλεκτρομαγνητικά πεδία) έχουν αναφερθεί αλλά δεν είναι επιβεβαιωμένες.

4.6.9 Χρόνιες επιδράσεις καπναερίων στην αναπνευστική λειτουργία

Η αναπνευστική λειτουργία είναι μία από τις πολλές πλευρές που έχουν μελετηθεί όσον αφορά την επίδραση των αερίων της η/σ. Τα πολυάριθμα συστατικά των αερίων της η/σ διαφοροποιούνται ανάλογα με τα υλικά και τη μέθοδο που χρησιμοποιείται αλλά η περιβαλλοντική έκθεση των η/τ επηρεάζεται επιπλέον και από τις γενικότερες συνθήκες εργασίας, όπως τη θέση εργασίας και την τεχνική, τον εξαερισμό και τη χρήση προστατευτικών συσκευών. Όπως και σε άλλες επιδημιολογικές μελέτες επαγγέλματος και αναπνευστικής λειτουργίας, το κάπνισμα επιπλέκει την ανάδειξη σχέσεων και αποτελεί μείζονα συγχυτικό παράγοντα.

Οι δημοσιευμένες μελέτες είναι μερικές φορές ειδικές για μία συγκεκριμένη μέθοδο η/σ αλλά περιλαμβάνουν λίγους η/τ ή αντίθετα αφορούν μεγάλο πληθυσμό αλλά με ετερογενείς δραστηριότητες. Ίσως η εντυπωσιακή εικόνα των καπναερίων της η/σ είναι ένας από τους παράγοντες που οδήγησαν στη μελέτη των χρονίων επιδράσεών των στην αναπνευστική λειτουργία. Οι περισσότερες μελέτες είναι συγχρονικές (cross-sectional) στο σχεδιασμό χρησιμοποιώντας ως συγκριτική ομάδα, μη η/τ εργαζόμενους, του ιδίου εργασιακού χώρου. Οι περισσότερες εξέτασαν μόνο εν ενεργεία η/τ που μπορεί να αποτελούν επιλεγμένο πληθυσμό. Η ακρίβεια των δεδομένων που συλλέγονται αναδρομικά όσον αφορά την έκθεση μπορεί να εισάγει μεροληψία (συστηματικό σφάλμα, bias) και να βλάπτει σημαντικά την εκτίμηση κινδύνου [67]. Με τους περιορισμούς αυτούς μερικές μελέτες δε βρήκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων ενώ άλλες βρήκαν μικρές διαφορές μόνο μεταξύ των καπνιστών (η/τ και μη) και επιδράσεις στις μέσες ροές (mid-flows).

Λόγω της ποικιλίας στην έκθεση, ποιοτική και ποσοτική, των η/τ και την έλλειψη ατομικών μετρήσεων έκθεσης στις περισσότερες μελέτες είναι δύσκολο να υποθέσουμε ότι τα ευρήματα μίας μελέτης μπορούν να γενικευθούν χωρίς περιορισμούς.

Οι δύο κύριοι τύποι διαταραχών της αναπνευστικής λειτουργίας είναι ο αποφρακτικός και ο περιοριστικός. Στις συνήθεις αποφρακτικές πνευμονοπάθειες ανήκουν το άσθμα, η ΧΑΠ (χρόνια βρογχίτιδα και εμφύσημα), η βρογχεκτασία, η κυστική ίνωση και η βρογχιολίτιδα. Στις περιοριστικές η σαρκοείδωση, η ιδιοπαθής πνευμονική ίνωση, η πνευμονοκονίαση και η φαρμακευτική ή ακτινική διάμεση πνευμονοπάθεια. Περιοριστικά εξωπαρεγχυματικά νοσήματα είναι η παράλυση του διαφράγματος, η μυασθένεια Gravis, το σύνδρομο Guillain-Barré, μυϊκές δυστροφίες, η κυφοσκολίωση, η παχυσαρκία, η αγκυλοποιητική σπονδυλίτιδα κ.ά.

Μεταβολές της αναπνευστικής λειτουργίας

	TLC	RV	VC	FEV1/FVC
Αποφρακτικού τύπου	N ή ↑	↑	↓	↓ (ή N με ↓ $FEF_{25-75\%}$ ήπια απόφραξη μικρών αεραγωγών)
Περιοριστικού τύπου	↓	↓	↓	N ή ↑

Μειωμένη λειτουργική ικανότητα των πνευμόνων έχει παρατηρηθεί σε η/σ αλλά αυτό μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της έκθεσης σε άλλα τοξικά του επαγγελματικού περιβάλλοντος, όπως το κρυσταλλικό πυρίτιο. Ο έλεγχος των επιδράσεων των ατμών της η/σ στο αναπνευστικό, όπως καταγράφεται στις σπιρομετρήσεις, δεν αναδεικνύει σταθερά ευρήματα [22 - 23, 50 - 55].

Προβλεπόμενες τιμές μεταβλητών αναπνευστικής λειτουργίας

Ο συνολικός όγκος αέρα στους πνεύμονες υποδιαιρείται σε όγκους που παραμένουν αμετακίνητοι με τις αναπνευστικές κινήσεις (αμετάθετοι) και σε μεταθετούς. Η μέτρηση των μεταθετών όγκων αποτελεί αξιόπιστη εκτίμηση της πνευμονικής διατασιμότητας [75]. Το άθροισμα μεταθετών και αμετάθετων όγκων ονομάζεται Ολική Πνευμονική Χωρητικότητα (TLC, total lung capacity) και συνήθως υπολογίζεται έμμεσα από την άθροιση της VC και του RV (υπολειπόμενος όγκος). Ο μέγιστος όγκος που εκπνέεται σε μία πλήρη εκπνοή μετά από μία μεγίστη εισπνοή ονομάζεται ζωτική χωρητικότητα (VC, vital capacity). Η βιαίως εκπνεόμενη ζωτική χωρητικότητα (**FVC**, forced vital capacity) περιγράφει τον όγκο αέρα που εκπνέεται κατά τη διάρκεια βίαιης και πλήρους εκπνοής, από το επίπεδο της μεγίστης εισπνοής. Με τη FVC αποτιμάται η μείωση των μεταθετών όγκων αέρα του πνεύμονα καθώς και η ακεραιότητα του αυλού των αεραγωγών. Ενώ φυσιολογικά ισούται με τη VC, στα αποφρακτικά σύνδρομα μειώνεται γιατί η βίαιη εκπνοή προκαλεί υψηλότερες διαπνευμονικές πιέσεις που επιτείνουν την απόφραξη των βρογχιολίων και την παγίδευση αέρος. Στο πρώτο δευτερόλεπτο (**FEV1**) περισσότερο από το 80 % της VC μπορεί να εκπνευσθεί στη δοκιμασία βίαιης μεγίστης εκπνοής. Ο FEV1 πρόκειται για μέτρηση της μέσης μέγιστης εκπνευστικής ροής, στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ο δείκτης Tiffeneau, T, **FEV1/FVC %**, είναι φυσιολογικά 50-60% σε 0,5 sec, 75-85 % σε 1 sec, 94 % σε 2 sec και 97% σε 3 sec. Η βίαιη εκπνευστική ροή στα 25-75 % της FVC ($FEF_{25-75\%}$ = MMFR) εκφράζει τη μέση ροή με την οποία εκπνέ-

εται το συγκεκριμένο μέσο τμήμα της VC και προκειμένου για νεαρό ενήλικα ισούται κατά μέσο όρο με 4,7 l/min. Οι τιμές **MEF_{max}**, **MEF_{75}**, **MEF_{50}** και **MEF_{25}** στα 0,90, 0,75, 0,50 και 0,25 της FVC είναι οι στιγμιαίες τιμές των μεγίστων ροών στα προαναφερθέντα κλάσματα του εκπνεόμενου όγκου [75]. Το δεύτερο μέρος της καμπύλης ροής-όγκου και ιδιαίτερα το τελευταίο 25% της VC είναι ανεξάρτητο της προσπάθειας. Μείωση της ροής σε αυτό το κλάσμα της VC είναι από τις πιο πρώιμες εκδηλώσεις της αποφρακτικής πνευμονοπάθειας, κυρίως αυτής που προσβάλλει τους μικρούς αεραγωγούς [73].

Οι μεταβολές των αναπνευστικών όγκων μετρώνται μέσω σπιρομέτρου (το εισήγαγε ο Hutchinson το 1846), το οποίο καταγράφει το μετακινούμενο όγκο (όγκος/χρόνος) ή πνευμοταχογράφου που καταγράφει την εκπνευστική ροή (ροή/όγκος). Σπανιότερα χρησιμοποιείται πληθυσμογράφος όγκου και όταν πρόκειται να εκτιμηθεί και ο RV χρησιμοποιούνται μέθοδοι «εκπλύσεως» ή «αραιώσεως» αερίων ή πληθυσμογραφικές.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τα όρια των φυσιολογικών τιμών είναι τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, το φύλο, η φυλή και το υψόμετρο στο οποίο έγιναν οι δοκιμασίες. Το ύψος σχετίζεται στατιστικά σημαντικά, περισσότερο από τα άλλα σωματομετρικά χαρακτηριστικά. Αντίθετα μικρή είναι η συσχέτιση του βάρους. Οι εξισώσεις προβλεπομένων τιμών (εξισώσεις πολλαπλής εξάρτησης) εξαρτώνται από την ηλικία του εξετασμένου, συνηθέστερα μετά την ενηλικίωση. Οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των διαστάσεων του θώρακος και του ύψους του σώματος σε διάφορες φυλές κάνουν αναγκαία την τροποποίηση των εξισώσεων των προβλεπομένων τιμών για κάθε φυλή ξεχωριστά. Ο μελετώμενος πληθυσμός αφορά υγιείς, μη καπνιστές, που δεν εκτίθενται σε ρυπογόνες ουσίες περιβαλλοντικά ή επαγγελματικά.

Στην παιδική ηλικία η αναπνευστική λειτουργία εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από το ύψος. Αυξάνεται μέχρι τα 20 - 25 έτη για τους άνδρες και τα 18 - 22 έτη για τις γυναίκες και στη συνέχεια αρχίζει η έκπτωση που εξαρτάται από το φύλο, τη φυλή και τον τρόπο ζωής. Γίνεται φανερή για λόγους συγκρισιμότητας η ανάγκη τυποποίησης των φυσιολογικών τιμών στον ελληνικό χώρο. Υπάρχουν διαθέσιμες ελληνικές πρότυπες τιμές και είναι ιδιαιτέρα απαραίτητες στην εκτίμηση των επιδράσεων της επαγγελματικής έκθεσης ή της ρύπανσης στην αναπνευστική λειτουργία [50].

Η μείωση της FEV% (FEV1/FVC X 100) είναι μία έκφραση της βρογχικής απόφραξης. Η FEV% δε σχετίζεται με το βάρος σώματος και η μέση μείωση στους άνδρες δεν υπερβαίνει το 0,4% ετησίως.

Οι τιμές των FVC και FEV1 δε διέφεραν ουσιαστικά από τις αντίστοιχες ευρωπαϊκές και αμερικανικές. Σε ελληνική μελέτη, η μέση ετήσια έκπτωση της FEV1 ήταν **28 ml** και η μέση ετήσια έκπτωση της **FVC** κυμάνθηκε μεταξύ **15 και 20 ml**.

Η/Σ και αναπνευστική λειτουργία

Μελέτες που συμπεριέλαβαν πάνω από 100 ν/τ ναυπηγείων έδειξαν μία μεγαλύτερη μείωση (της τάξεως του 4 % κατά μέσο όρο) του FEV % στους ν/τ από εκείνη των ομάδων ελέγχου. Σε συγχρονικές (cross-sectional) μελέτες της αναπνευστικής λειτουργίας ν/τ με ιδιαίτερη έμφαση στη δυσλειτουργία των μικρών αεραγωγών φάνηκε μία μείωση της μέσης εκπνευστικής ροής (MEF) στο 25% και στο 50% της ζωτικής χωρητικότητας (MEF_{25}, MEF_{50}) ενώ οι άλλες παράμετροι FVC και FEV1 που εξετάστηκαν δεν είχαν διαφορές από αυτές της ομάδας ελέγχου [72, 77, 78]. Η ανάλυση πολλαπλής εξάρτησης έδειξε ότι το κάπνισμα ερμήνευε την παρατηρηθείσα διακύμανση. Μόνο στη MEF_{25} η διάρκεια της έκθεσης στα αέρια της ν/σ είχε σημαντική επίδραση. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνουν την παρουσία νόσου των μικρών αεραγωγών στους ν/τ αλλά το κάπνισμα ερμηνεύει σε υπερδιπλάσιο ποσοστό τις διαφορές στη MEF_{25} από ότι η χρόνια έκθεση στα αέρια της ν/σ.

Η αποτίμηση της χρησιμότητας της σπιρομέτρησης ως τεστ διαλογής (screening) χρονίων αναπνευστικών προβλημάτων των ν/τ ήταν το αντικείμενο μίας καναδικής μελέτης [68]. Έγιναν τρεις διαδοχικές σπιρομετρήσεις με μεσοδιαστήματα 5 ετών. Οι μέσες τιμές στην πρώτη μέτρηση ήταν 102% των προβλεπομένων για την FEV1, 107% για την FVC και 79% για το δείκτη FEV1/FVC. Οι μέσες ετήσιες μειώσεις ήταν αντίστοιχα 47 ml, 46 ml και 0,3%. Η στατιστική ανάλυση δεν ανέδειξε συσχέτιση της αναπνευστικής λειτουργίας με την έκθεση στα αέρια της ν/σ. Αυτή η μελέτη έδειξε αδυναμία της σπιρομέτρησης για πρώϊμη ανίχνευση της μείωσης της λειτουργικής ικανότητας πιθανά εξαιτίας των πολλών πηγών ετερογένειας (μεταβλητότητας) και την ιεράρχησε ως δεύτερη εξέταση διαλογής μετά το ερωτηματολόγιο (συμπτωματολογία).

Σε άλλη μελέτη διαπιστώθηκε ότι η ν/σ μαλακού χάλυβα σχετιζόταν με εντονότερη συμπτωματολογία από το αναπνευστικό. Οι ν/τ που κάπνιζαν είχαν σε μεγαλύτερη συχνότητα χρόνια βρογχίτιδα από την ομάδα ελέγχου [49]. Η διαφορά όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Η FVC, η FEV1, η PEF και η MMEF ήταν σημαντικά μικρότερες στους καπνιστές ν/τ αλλά όχι στους μη καπνιστές. Η μελέτη αυτή ανέδειξε συνέργεια καπνίσματος και έκθεσης σε αέρια ν/σ στην εμφάνιση χρόνιας βρογχίτιδας και μείωσης της αναπνευστικής λειτουργίας [49].

Σε άλλη μελέτη δε βρέθηκαν διαφορές στην αναπνευστική λειτουργία σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο μεταξύ η/τ και ομάδας ελέγχου (ηλεκτρολόγοι) ναυπηγείου. Παρά ταύτα το ποσοστό των «αποφρακτικού τύπου» σπιρομετρήσεων ήταν μεγαλύτερο στους η/τ σε αντίθεση με τα «περιοριστικά». Διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της αύξησης του RV και της συγκέντρωσης του καπνού στις αναπνευστικές ζώνες των η/τ [70].

Σε άλλη μελέτη στην Μ. Βρετανία διαπιστώθηκε σημαντική μείωση των FVC και FEV1 στην ομάδα των η/τ σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον διαπιστώθηκε θετική συσχέτιση οξείας μείωσης της FEV1 με τα επίπεδα του οξειδίου του σιδήρου που παρήχθησαν κατά την η/σ [71].

Σε μελέτη που συνέκρινε τη μέγιστη εκπνευστική ροή (PEF) μη καπνιστών η/τ με την ομάδα ελέγχου από την έναρξη της βάρδιας εργασίας και για ένα 12ωρο (στα 15 και 30 min και στην 1η, 2η, 4η, 7η και 12η ώρα) διαπιστώθηκε ότι η μέγιστη μέση έκπτωση της PEF ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στους η/τ όπως και η διαφορά στο πρώτο 15λεπτο. Ίσως μία αντίδραση αμέσου τύπου στους η/τ όπως αυτή που συμβαίνει σε μερικές περιπτώσεις επαγγελματικού άσθματος, εξηγεί τα ευρήματα [72]. Σε άλλες μελέτες δεν διαπιστώθηκαν διαφορές στην αναπνευστική λειτουργία μεταξύ η/τ και ομάδων ελέγχου ή οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές [74, 77 - 78].

Η μελέτη των επιδράσεων στο αναπνευστικό από τη χρόνια έκθεση σε αέρια η/σ επιχειρήθηκε μέσω άμεσης εκτίμησης των αερίων που συγκεντρώνονται στους πνεύμονες. Βασίστηκε στη μέτρηση μαγνητικών πεδίων (LMF) και βρήκε ότι η συγκέντρωση των αερίων της η/σ συσχετιζόταν με αποφρακτικές μεταβολές της αναπνευστικής λειτουργίας [49].

Σε μία μελέτη εκτιμήθηκε η βιολογική αποτελεσματικότητα των μέσων ατομικής προστασίας με μακρόχρονη παρακολούθηση και καταγραφή του βιαίως εκπνεόμενου όγκου και της μέγιστης εκπνευστικής ροής [70]. Στη μελέτη αυτή φάνηκε ότι η χρήση προστατευτικών μέσων του αναπνευστικού δεν εμπόδισε μία μικρή μείωση της αναπνευστικής λειτουργίας, αλλά μειώθηκαν τα συμπτώματα από το αναπνευστικό και στους συνεπείς χρήστες διαπιστώθηκε αναστρεψιμότητα της έκπτωσης με διακοπή της έκθεσης [70]. Συνεπώς επιβάλλεται η αυστηρή εφαρμογή των Μέσων Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ).

Σε μελέτη σε μη καπνιστές η/τ και ηλεκτροτεχνίτες διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά στις FVC, TLC, FEV1, PEFR, MEF^{75} και στην ικανότητα διάχυσης [28].

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα αποτελέσματα η/τ – μαρτύρων όσον αφορά τη διαπίστωση σημαντικής έκπτωσης της αναπνευστικής λειτουργίας.

Μελέτες σπιρομετρήσεων σε η/τ και ομάδων ελέγχου τα τελευταία 20 χρόνια

Έτος δημοσίευσης	Βιβλιογραφία	Αριθμός (n) Η/τ & control	Στατιστικά σημαντικές διαφορές
1979	26	25/25	Όχι
1980 & 93	31, 33	209/109	Όχι
1982	70	258/258	Όχι
1983	1	91/80	Όχι
1984	30	135/135	Όχι
1985	1	258/180	Όχι
1989	54	526/81	Ναι (όχι για μη καπνιστές)
1989	52	226/-	Ναι, μόνο για $MEF_{25\%}$
1989	27	74/31	Ναι
1995	25	110/55	Ναι
1997	22	64/102	Ναι, μόνο για $MEF_{25\%}$
1997	34	50(113)/65	Ναι
1998	32	134/252	Όχι
1998	23, 24	62/75	Ναι

4.7 Ιατρική καταγραφή και παρακολούθηση (medical surveillance)

Για τη χρησιμότητα της στενής παρακολούθησης της αναπνευστικής λειτουργίας των η/τ δεν έχουν γίνει πολλές μελέτες. Ο συνδυασμός των ερωτηματολογίων και των σπιρομετρήσεων περιοδικά φαίνεται χρήσιμος στην πρώιμη αναγνώριση περιπτώσεων επαγγελματικής βρογχίτιδας και άσθματος. Αν και δεν απαιτείται από τα πρότυπα της Υπηρεσίας Επαγγελματικής Υγείας και Ασφάλειας των ΗΠΑ (OSHA), η NIOSH των ΗΠΑ συστήνει ένα ετήσιο πρόγραμμα κλινικού ελέγχου των η/τ που πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον το ιστορικό, την κλινική εξέταση, οφθαλμολογική εξέταση, α/α θώρακα και ακοομέτρηση [8].

Εργαζόμενοι που εκτίθενται σε χημικούς κινδύνους πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά με σκοπό την πρόληψη της επαγγελματικής βλάβης και ασθένειας [61]. Το πρόγραμμα παρακολούθησης πρέπει να περιλαμβάνει την εκπαίδευση εργοδοτών και εργαζομένων για τους επαγγελματικούς κινδύνους, την πρώιμη ανί-

χνευση των επιδράσεων στην υγεία και τις παραπομπές των εργαζομένων για διάγνωση και θεραπεία. Η εμφάνιση επαγγελματικών νόσων ή παρενεργειών πρέπει να υπαγορεύει την άμεση εκτίμηση των κύριων προληπτικών μέτρων (όπως έλεγχοι της επαγγελματικής υγιεινής, τεχνικοί έλεγχοι και μέσα ατομικής προστασίας). Η ιατρική παρακολούθηση συμπληρώνει, δεν υποκαθιστά τέτοια μέτρα. Η ανίχνευση και ο έλεγχος επαγγελματικών βλαβών προϋποθέτει:

α) Την ιατρική εκτίμηση προ της τοποθέτησης. Η κατάσταση υγείας του η/τ πρέπει να εκτιμηθεί από τον ιατρό εργασίας μετά από λεπτομερή λήψη του ιατρικού ιστορικού, διερεύνηση πιθανής προηγούμενης περιβαλλοντικής ή/και επαγγελματικής έκθεσης, κλινική εξέταση και κατάλληλες εργαστηριακές εξετάσεις που εξαρτώνται από τους επαγγελματικούς κινδύνους, όπως καταγράφονται στην εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου. Προϋπάρχουσες αναπνευστικές παθήσεις ή καταστάσεις που αυξάνουν τον κίνδυνο από τα αέρια της η/σ πρέπει να είναι αντικείμενο περαιτέρω προβληματισμού και λεπτομερέστερων εκτιμήσεων αν και με κανένα τρόπο δεν πρέπει να θεωρούνται απόλυτες αντενδείξεις για την τοποθέτηση στην εργασία.

β) Περιοδικές ιατρικές εκτιμήσεις. Αν και δεν υπάρχουν θεσμοθετημένα πρότυπα, κάθε 3 με 5 χρόνια ή και συχνότερα όπου κρίνεται απαραίτητο (π.χ. στα ναυπηγεία) πρέπει να γίνεται ιατρική εκτίμηση, με έμφαση στο αναπνευστικό, όπως και σύγκριση με την αρχική εκτίμηση ή με ένα πληθυσμό αναφοράς.

γ) Τελικές εκτιμήσεις. Πλήρης, όπως και η αρχική εκτίμηση, πρέπει να διενεργείται κατά την αλλαγή ή αποχώρηση από την εργασία. Οι μεταβολές πρέπει να συγκρίνονται με τις αναμενόμενες ενός κατάλληλου πληθυσμού αναφοράς. Η παρακολούθηση ίσως χρειαστεί να επεκταθεί χρονικά λόγω του αυξημένου λανθάνοντος χρόνου μερικών επαγγελματικών παθήσεων. Έλεγχος βιολογικών δεικτών για τα αέρια της η/σ δεν έχει αναπτυχθεί επί του παρόντος [8]. Ανάλογα μέτρα πρέπει να εφαρμόζονται για την έκθεση στην UV ακτινοβολία [14].

4.7.1 Διεθνείς συστάσεις

Θεσμοθετημένα όρια έκθεσης (μέγιστες εισπνευστικές συγκεντρώσεις) υπάρχουν για πολλά από τα συστατικά που περιέχονται στα καπναέρια της η/σ (π.χ. TLVs (mg/m^3): Cr=1, Fe_2O_3=5, Mn=5, Ni=0,1, Zn=5 και για τη σκόνη, μικτά αναπνεύσιμα σωματίδια τα 5 mg/m^3. Επιπλέον η **Υπηρεσία Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας των ΗΠΑ (Occupational Safety and Health Administration: OSHA)** έχει εκδόσει ένα φυλλάδιο για την υγεία και την ασφάλεια κατά την η/σ (www.osha.gov). Οι κατασκευαστές και οι προμηθευτές ηλεκτροδίων η/σ, μετάλλων γέμισης και συλλιπα-

σμάτων υποχρεούνται να σηματοδοτούν όλα τα επικίνδυνα για την υγεία προϊόντα προκειμένου να ενημερώνεται ο τελικός χρήστης (η/τ). Υλικά που περιέχουν κάδμιο και φθόριο απαιτούν ιδιαίτερη σήμανση για τις επιδράσεις τους στην υγεία.

Η OSHA δε συστήνει, επί του παρόντος, όρια έκθεσης για τα αέρια της η/σ.

Το **Εθνικό Ινστιτούτο για την Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια των ΗΠΑ (National Institute for Occupational Safety and Health: NIOSH)** καθιέρωσε ως προτεινόμενο όριο έκθεσης (REL) για τα αέρια η/σ (και τα ολικά σωματίδια) αυτό της χαμηλότερης εφικτής συγκέντρωσης. Θεωρεί δε, τα αέρια ως πιθανά επαγγελματικά καρκινογόνα (NIOSH 1992).

Η **Αμερικανική Εταιρεία Κυβερνητικών Υγιειονολόγων Βιομηχανίας (American Conference of Governmental Industrial Hygienists: ACGIH)** προτείνει τα 5 mg/m^3 ως οριακή τιμή (TLV - TWA) για 8ώρη 5ήμερη εργασία (ACGIH 2003).

Το όριο του NIOSH βασίζεται στον κίνδυνο για καρκίνο και αναπνευστική νόσο, ενώ το όριο της ACGIH στον κίνδυνο των τοξικών επιδράσεων των αερίων της η/σ.

Τα TLVs για την UV ακτινινοβολία (βασισμένα στον κίνδυνο οφθαλμικών βλαβών) από το ACGIH είναι για 8ώρη εργασία τα 3 mJ/cm^2. Για περιόδους μεγαλύτερες των 16,7 min περιορίστηκε στο 1 mW/cm^2 και για μικρότερες στο 1 J/cm^2 σε μη προστατευμένα μάτια. Οι τιμές αυτές δεν είναι εφαρμόσιμες για άτομα που εκτίθονται σε UV lasers ή σε φωτοευαισθητοποιητές.

Το NIOSH επισημαίνει ότι οι η/τ τόξου, οι εργάτες γυαλιού κ.ά. μπορεί να εκτίθενται και σε υπέρυθρη και σε υπεριώδη ακτινοβολία και απαιτείται χρήση ειδικών γυαλιών που απορροφούν και στις δύο περιοχές του φάσματος. Έχουν τεθεί δε και όρια έκθεσης σε IR για αποφυγή των οξέων και χρόνιων φαινομένων (ενδεικτικά μια μέγιστη ασφαλής επιτρεπτή δόση είναι 0,1 έως 0,8 $Wsec/cm^2$ ή 0,1 – 0,2 cal/cm^2).

5. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ

5.1 Εξαερισμός και έλεγχος αναθυμιάσεων

Οι αναθυμιάσεις και τα καπναέρια της η/σ πρέπει να απομακρύνονται στην πηγή μέσω τοπικού εξαερισμού απορρόφησης. Αυτό μπορεί να γίνει με φυσούνες-φούσκες τοποθετημένες πολύ κοντά και κατά μήκος των θέσεων συγκόλλησης έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η δέσμευση των αναθυμιάσεων. Εάν δεν μπορεί να παρασχεθεί τοπικός εξαερισμός απορρόφησης τότε θα απαιτηθεί μια υψηλή στάθμη γενικού αερισμού και αυτό θα γίνει συνήθως με ένα είδος εξαερισμού πίεσης. Οξυγόνο δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιείται για να εμπλουτίσει τον αέρα σε δεξαμενή ή σε περιορισμένο χώρο.

5.2 Αναπνευστικός προστατευτικός εξοπλισμός

Σωστή πρακτική βιομηχανικής υγιεινής σημαίνει ότι όπου μπορούν να γίνουν τεχνικές παρεμβάσεις για να μειώσουν τις συγκεντρώσεις επικίνδυνων υλικών, πρέπει να γίνονται. Σε μερικές περιπτώσεις όμως απαιτείται η χρήση αναπνευστικών συσκευών για έλεγχο της έκθεσης. Αναπνευστήρες μπορεί να χρησιμοποιηθούν πριν την εφαρμογή των τεχνικών μέτρων, σε εργασίες που οι εκθέσεις είναι άγνωστες, σε εργασίες σε δεξαμενές ή κλειστούς χώρους και σε επείγουσες καταστάσεις.

Οι εργοδότες ή οι υπεύθυνοι πρέπει να παρακολουθήσουν κάποιο πλήρες πρόγραμμα για την αναπνευστική προστασία που θα περιλαμβάνει θέματα όπως η επιλογή των αναπνευστικών συσκευών ή μασκών, η εκτίμηση της ικανότητας του εργαζομένου να εκτελεί την εργασία του ενώ φοράει τη συσκευή, η τακτική εκπαίδευση του προσωπικού, η δοκιμασία εφαρμογής της συσκευής, ο περιοδικός έλεγχος στη θέση εργασίας, η τακτική συντήρησης, καθαρισμού και ελέγχου της [8].

Όταν υπάρχει κίνδυνος για την υγεία από τοξικές αναθυμιάσεις π.χ. μόλυβδου

και ο τοπικός εξαερισμός (με απορρόφηση) δεν είναι εφαρμόσιμος π.χ. όταν μολυβδοχρώματα σε μεταλλικές επιφάνειες διασπώνται με φλογοκοπή, η χρήση εξοπλισμού αναπνευστικής προστασίας είναι αναγκαία.

Η χρήση αναπνευστικής συσκευής πρέπει να ενθαρρύνεται σε τέτοιες περιπτώσεις. Τακτική συντήρηση του μοτέρ και της μπαταρίας είναι αναγκαία ειδικά σε ρινοστοματικό αναπνευστήρα υψηλής θετικής πίεσης.

Οποτεδήποτε πρέπει να φορεθεί αναπνευστικός προστατευτικός εξοπλισμός, η ασφάλεια της θέσης εργασίας πρέπει να αναθεωρείται για να καθορισθεί αν χρειάζονται επιπλέον προφυλάξεις, λαμβάνοντας υπόψη την περιορισμένη όραση, τις πιθανότητες εμπλοκής (μπερδέματος των σωλήνων τροφοδοσίας ή έμφραξής των) και τα πρόσωπα που φορούν τον αναπνευστικό εξοπλισμό.

Αναπνευστήρας φίλτρου για κάλυψη από τους καπνούς της η/σ θα συμπληρώσει τον καλό τοπικό και γενικό εξαερισμό. Το πιο αποτελεσματικό μέτρο είναι η χρήση τοπικού εξαερισμού όπου μία καλύπτρα (κουκούλα) αεριοσυλλογής τοποθετείται κοντά στο τόξο ή τη φλόγα της η/σ και οι καπνοί απομακρύνονται από την εισπνευστική ζώνη του η/τ. Το σύστημα αποτελείται από κινητές κουκούλες εξαερισμού, εύκαμπτους ή σταθερούς αεραγωγούς, έναν εξαεριστήρα και ένα συλλέκτη των καπνών και της σκόνης.

5.3 Ιονίζουσες ακτινοβολίες

Σε εργαστήρια συγκόλλησης όπου οι συγκολλήσεις επιθεωρούνται ακτινολογικά με εξοπλισμό ακτίνων Χ ή γ, οι συνήθεις προειδοποιήσεις (σημάνσεις) και οδηγίες πρέπει να τηρούνται αυστηρά. Οι εργάτες πρέπει να βρίσκονται σε μια ασφαλή απόσταση από τέτοιο εξοπλισμό. Τις ραδιενεργές πηγές πρέπει να τις χειριζόμαστε μόνο με ειδικά εργαλεία και κάτω από τις απαιτούμενες ειδικές προφυλάξεις.

Συχνά θεατές και περαστικοί πίσω από τις θέσεις η/σ υπερεκτίθενται σε υπεριώδη ακτινοβολία από τα τόξα. Πηγές UV ακτινοβολίας όπως τα τόξα της η/σ πρέπει να αποκλείονται με αδιαπέρατα (στην UV) υλικά κοντά στη θέση λειτουργίας. Για τον η/σ που εκτίθεται άμεσα η χρήση σκούρων προστατευτικών γυαλιών και προστατευτικά προσώπου καθώς και ρούχα πυκνής ύφανσης ή δερμάτινα θα ελαττώσουν την έκθεση. Για τους βοηθούς η/τ και τους άλλους εργαζομένους κοντά στην η/σ η έκθεση σε UV πρέπει να ελαχιστοποιείται χρησιμοποιώντας προστατευτικά παραπήγματα ή παραπετάσματα (κουρτίνες) και βάφοντας με σκούρα χαμηλής ανάκλα-

σης (ματ) χρώματα τοίχους, οροφή και άλλες επιφάνειες. Ποικιλία γυαλιών και plexiglass προστατεύουν από διαφορετικά μήκη κύματος της UV.

Έτσι όπου είναι δυνατόν η UV ακτινοβολία πρέπει να περιορίζεται με αδιαφανή υλικά. Γενικά τα ανθρακούχα πλαστικά περέχουν επαρκή προστασία. Γυαλιά, PVC, plexiglass μπλοκάρουν την ακτινοβολία σε διαφορετικούς βαθμούς.

Κατάλληλη σήμανση των περιοχών πρέπει να υπάρχει και όπου δεν είναι δυνατόν να περιοριστεί ή να εγκλεισθεί η πηγή της ακτινοβολίας πρέπει ο χρόνος έκθεσης να ελαχιστοποιείται ή/και η απόσταση εργαζομένου και πηγής να αυξάνεται [13, 14].

Επιπλέον οι εργαζόμενοι πρέπει να ελαχιστοποιούν την έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία ή/και να χρησιμοποιούν μέσα ατομικής προστασίας (όπως καπέλο, αντηλιακή κρέμα κ.λπ.). Στον ατομικό προστατευτικό εξοπλισμό περιλαμβάνονται: προστατευτικά γυαλιά και μάσκες (με πλαϊνή κάλυψη αν είναι δυνατόν), ένδυμα πυκνής ραφής με μανίκια για μέγιστη δυνατή κάλυψη του σώματος και αντηλιακή κάλυψη (με δείκτη προστασίας άνω του 15, πλήρους φάσματος και για UV-A και για UV-B) για όλα τα εκτεθειμένα μέρη του σώματος [8].

5.4 Ειδικά μέτρα πρόληψης

Οι προσπάθειες μείωσης των κινδύνων για την υγεία από την η/σ εστιάζονται στην ανάπτυξη και χρήση διαδικασιών που παράγουν λιγότερο καπνό. Κατάλληλος εξαερισμός και πρακτικές εργασίας τέτοιες που να ελαχιστοποιούν την υπερβολική παραγωγή των τοξικών αερίων αποτελούν τα κύρια μέτρα πρόληψης. Προετοιμασία του μετάλλου πριν τη συγκόλληση με απομάκρυνση των λαδιών, των χρωμάτων και των άλλων επικαλύψεων είναι ουσιώδους σημασίας. Όπου είναι αναπόφευκτη η έκθεση σε υψηλά επίπεδα τοξικών αερίων πρέπει να χρησιμοποιούνται προστατευτικές αναπνευστικές συσκευές, αν και η δυσανεξία που προκαλούν κάποιες από αυτές αποτρέπει τη χρήση τους. Ένας άλλος παράγοντας πρόκλησης επιπλέον δυσανεξίας είναι η συχνή εργασία των η/τ κοντά σε πηγές θερμότητας ή υψηλές θερμοκρασίες, που καθιστούν τις συσκευές λιγότερο εφαρμόσιμες από ότι σε άλλα επαγγέλματα. Μία μελέτη κατέγραψε χρήση των εν λόγω συσκευών από το ένα τρίτο μόνο των η/τ κατά την εργασία τους. Αποτελεσματικότεροι φαίνεται να είναι οι τοπικοί εξαεριστήρες. Η/τ πάσχοντες από άσθμα ή άλλη μη επαγγελματική πνευμονοπάθεια μπορεί να χρειάζονται ειδικές συνθήκες για ασφαλή εργασία.

Ακολουθεί μία αναφορά των κυριότερων μέτρων πρόληψης στις εργασίες συγκόλλησης για να επισημανθεί το ευρύ φάσμα των απαιτούμενων παρεμβάσεων και οι προϋποθέσεις για ασφαλή και υγιεινή εργασία.

5.5 Συγκόλληση με αέριο

Πρόληψη έκρηξης. Εφόσον μπορεί να γίνει έκρηξη όταν ακετυλένιο (ασετυλίνη) υπάρχει στον αέρα σε συγκεντρώσεις από 2% έως 80%, επαρκής αερισμός και εξέταση για εκροή αερίου είναι βασικά.

Πρόληψη φωτιάς. Πρέπει να δίνεται προσοχή στους γύρω τοίχους, τα πατώματα, τα κοντινά αντικείμενα ή σε άχρηστα υλικά. Όλα τα εύφλεκτα υλικά πρέπει να απομακρύνονται ή να προστατεύονται από φύλλα μετάλλων. Δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιούνται μουσαμάδες. Πρέπει να προστατεύονται οι ξύλινες κατασκευές και τα ξύλινα πατώματα πρέπει να καλύπτονται ή να βρέχονται προσεκτικά.

Προστατευτικά μέτρα πρέπει να λαμβάνονται στην περίπτωση ανοιγμάτων ή ρωγμών στους τοίχους και τα δάπεδα. Εύφλεκτα υλικά σε γειτονικούς χώρους πρέπει να μεταφέρονται σε ασφαλή θέση.

Κατάλληλος πυροσβεστικός εξοπλισμός πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμος. Σε περίπτωση εγκατάστασης χαμηλής πίεσης με γεννήτρια ασετυλίνης, πρέπει να υπάρχουν κουβάδες με στεγνή άμμο. Πυροσβεστήρες ξηρής σκόνης ή τετραχλωριδίου άνθρακος είναι ικανοποιητικοί. Νερό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ποτέ.

Εάν υπάρχει κίνδυνος πυρκαϊάς, ένα υπεύθυνο άτομο πρέπει να επιτηρεί τη θέση τουλάχιστον για μισή ώρα μετά την ολοκλήρωση της εργασίας για να αντιμετωπίσει τυχόν ξέσπασμα φωτιάς (δες παλαιές οδηγίες θερμών εργασιών, παράρτημα Ι).

Δεν πρέπει ποτέ να διαρρέει οξυγόνο μέσα σε περιορισμένο χώρο. Πολλά μέταλλα, ρουχισμός και άλλα υλικά γίνονται ενεργά καύσιμα παρουσία οξυγόνου.

Κατά την κοπή με αέριο, τυχόν οξυγόνο που μπορεί να μην καταναλώθηκε, θα εκλυθεί στην ατμόσφαιρα. Κοπή με αέριο δεν πρέπει ποτέ να γίνεται σε περιορισμένο χώρο, χωρίς κατάλληλες συνθήκες εξαερισμού. Κράματα πλούσια σε μαγνήσιο ή άλλα εύφλεκτα μέταλλα, πρέπει να τηρούνται μακριά από τη φλόγα κοπής.

Φωτισμός. Ένα καλό επίπεδο φωτισμού στη θέση εργασίας είναι ουσιώδες.

Προστασία από τη θερμότητα και τα εγκαύματα. Εγκαύματα των ματιών και των εκτεθειμένων σημείων του σώματος μπορούν να συμβούν από το διασκορπισμό πυρακτωμένων μεταλλικών σωματιδίων. Η έντονη ακτινοβολία από τη φλόγα και το πυρακτωμένο μέταλλο στην «πισίνα» συγκόλλησης μπορούν να προκαλέσουν δυσανεξία στο χειριστή και σε άτομα κοντά στη θέση συγκόλλησης. Γι' αυτό οι προφυλάξεις είναι αναγκαίες. Η ποδιά (εμπροσθέλλα) προστατεύει από τα εκτοξευόμενα σωματίδια. Κατά τις εργασίες κοπής, κάταλληλη ενδυμασία ή πέτσινες γκέτες πρέπει να φοριούνται για αποφυγή πτώσης θερμών σωματιδίων μέσα στις μπότες ή τα παπούτσια. Για την προστασία των χεριών από τη θερμότητα, τα διασκορπισμένα σωματίδια, σκουριές κ.λπ. γάντια τύπου περιχειρίδος είναι ικανοποιητικά. Κατά την επισκευή μεγάλων χυτηρίων, πρέπει να φοριούνται τζάκετ ή ποδιά και προστατευτικά περιβραχιόνια από θερμοανθεκτικά υλικά. Βαριά αντικείμενα, που αφέθηκαν ζεστά όταν τελείωσε η συγκόλληση, πρέπει πάντα να επισημαίνονται σαν «ζεστά» για να προειδοποιούνται οι άλλοι εργάτες.

5.6 Συγκόλληση με τόξο

Ηλεκτρική ασφάλεια. Αν και οι τάσεις λειτουργίας (χωρίς φορτίο) στην η/σ χειροκίνητου τόξου είναι σχετικά χαμηλές (περίπου 80 Volt ή λιγότερο) το ρεύμα συγκόλλησης είναι υψηλό ενώ τα πρωτεύοντα κυκλώματα των μετασχηματιστών παρουσιάζουν τους συνήθεις κινδύνους εξοπλισμού που λειτουργεί υπό την τάση του δικτύου παροχής ρεύματος. Γι' αυτό ο κίνδυνος ηλεκτροπληξιών δεν πρέπει να αγνοείται, ειδικά σε περιορισμένους χώρους και σε μη ασφαλείς θέσεις. Πριν αρχίσει η συγκόλληση, η εγκατάσταση γείωσης του εξοπλισμού πρέπει να ελέγχεται πάντα.

Καλώδια και συνδέσεις πρέπει να είναι γερές, χωρίς φθορές και επαρκούς ισχύος. Ο κατάλληλος μηχανισμός γείωσης πρέπει να χρησιμοποιείται πάντοτε. Εκεί όπου δύο ή περισσότερες μηχανές συγκόλλησης γειώνονται στην ίδια επιφάνεια ή όπου άλλα φορητά ηλεκτρικά εργαλεία χρησιμοποιούνται επίσης, η γείωση πρέπει να επιθεωρείται από αρμόδιο πρόσωπο.

Η θέση εργασίας πρέπει να είναι στεγνή, ασφαλής και απαλλαγμένη από επικίνδυνα εμπόδια. Μια καλά τακτοποιημένη, επαρκώς φωτισμένη και καθαρή θέση εργασίας είναι απαραίτητη για λόγους ασφάλειας.

Για εργασία σε περιορισμένους χώρους ή επικίνδυνες θέσεις, πρόσθετη ηλε-

κτιρική προστασία (συσκευές άνευ φορτίου, χαμηλής τάσης) μπορεί να εγκατασταθεί στο κύκλωμα συγκόλλησης, εξασφαλίζοντας παροχή εξαιρετικά χαμηλής έντασης ρεύματος στη λαβίδα του ηλεκτροδίου όταν δεν λαμβάνει χώρα συγκόλληση. Λαβίδες ηλεκτροδίων, στις οποίες τα ηλεκτρόδια συγκρατούνται μέσω αρπάγης με ελατήριο ή κοχλιωτού σπειρώματος, πρέπει να προτιμούνται.

Η δυσανεξία λόγω θερμότητας, μπορεί να μειωθεί με αποτελεσματική θερμομόνωση εκείνου του μέρους της λαβίδας που κρατιέται με το χέρι. Οι σιαγώνες και οι συνδέσεις των λαβών πρέπει να καθαρίζονται και να σφίγγονται περιοδικά για αποφυγή υπερθέρμανσης.

Πρόβλεψη πρέπει να γίνεται για ασφαλή τοποθέτηση της λαβίδας του ηλεκτροδίου, όταν δεν χρησιμοποιείται μέσω μονωμένου αγκίστρου ή να χρησιμοποιείται έτσι ώστε η συνεχής κάμψη του καλωδίου να μην προκαλεί φθορά ή βλάβη μόνωσης. Το τράβηγμα των καλωδίων και των πλαστικών σωλήνων παροχής προστατευτικού αερίου πάνω σε ζεστές πλάκες ή συγκολλήσεις πρέπει να αποφεύγεται. Ο αγωγός του ηλεκτροδίου δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με τη γείωση της εργασίας ή με οποιαδήποτε άλλη γείωση. Λαστιχένιοι σωλήνες ή καλώδια καλυμμένα με λάστιχο δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται οπουδήποτε κοντά στο ηλεκτρικό τόξο, επειδή το παραγόμενο όζον θα καταστρέψει το λάστιχο. Πλαστικοί σωλήνες και καλώδια μονωμένα με PVC (θερμοπλαστικά) πρέπει να χρησιμοποιούνται για όλες τις παροχές, από το μετασχηματιστή μέχρι τη λαβίδα του ηλεκτροδίου, αλλά τα βουλκανισμένα ή τα «ντυμένα» με σκληρό λάστιχο καλώδια είναι ικανοποιητικά στην περιοχή του πρωτεύοντος. Ρύποι και μεταλλική ή άλλη αγώγιμη σκόνη μπορούν να προκαλέσουν διακοπή της μονάδας και πρέπει να καθαρίζονται τακτικά με πεπιεσμένο αέρα.

Αποφυγή πυρκαγιάς. Η θέση εργασίας και ο περιβάλλον χώρος πρέπει να είναι καθαροί από ότι μπορεί να πιάσει φωτιά από σπινθήρες και διασκορπούμενα σωματίδια. Προφυλάξεις πρέπει να ληφθούν κατά τη συγκόλληση δοχείων που περιείχαν εύφλεκτες ουσίες.

Προστασία τραυμάτων οφθαλμών και εγκαυμάτων. Οι βλαβερές επιδράσεις των ακτινοβολιών που εκπέμπονται μπορεί να αποφευχθεί με τη χρήση μιας μάσκας (ασπίδας) ή κράνους εξοπλισμένου με κατάλληλο φίλτρο και την αποφυγή τυχαίων εκθέσεων σε άλλα τόξα. Κατάλληλη θωράκιση για προστασία των υπολοίπων εργατών στην περιοχή είναι ουσιώδης. Οι βοηθοί πρέπει να φοράνε κατάλληλα προστατευ-

τικά γυαλιά. Το πρόσωπο, ο λαιμός και άλλα εκτεθειμένα μέρη του σώματος πρέπει να προστατεύονται αντίστοιχα.

Ένας υψίσυχνος σπινθήρας που χρησιμοποιείται για την έναρξη του τόξου μπορεί να προκαλέσει τοπικά βαθειά εγκαύματα στην επιδερμίδα. Εγκαύματα οφειλόμενα σε επαφή με θερμά υλικά μπορούν επίσης να προκληθούν, λόγω έλλειψης προσοχής ή λόγω της μη χρήσης κατάλληλου προστατευτικού ρουχισμού, απαλλαγμένου από λάδια ή γράσσο.

Η θέση εργασίας πρέπει να είναι καθαρή και απαλλαγμένη από εύφλεκτα υλικά. Τα χέρια και οι βραχίονες πρέπει να προστατεύονται με κατάλληλα γάντια ή μανσόν (περιβραχιόνια). Σε συγκολλήσεις πάνω από το ύψος του κεφαλιού είναι αναγκαία κατάλληλη κάπα και κράνος ή καπέλλο.

Προστατευτικός εξοπλισμός. Για όλες τις εργασίες συγκόλλησης με ηλεκτρικό (βολταϊκό) τόξο είτε ένα κράνος είτε μια μάσκα στηριζόμενη από το χέρι (χειρασπίδα) είναι αναγκαία για προστασία από την ακτινοβολία, τα διασκορπιζόμενα φλεγόμενα σωματίδια ή την καυτή σκουριά.

Στη μέθοδο συγκόλλησης τόξου με προστατευτικό αέριο οι επίπεδες (πλατιές) χειρασπίδες δεν παρέχουν ικανοποιητική προστασία από την ανακλώμενη ακτινοβολία. Για εργασίες σε αλουμινοκατασκευές ή κοντά σε άλλους συγκολλητές, πρέπει να προστατεύεται και το πίσω μέρος της κεφαλής.

Όταν αφαιρείται η σκουριά από τις συγκολλήσεις με πελέκημα (θρυμμάτισμα) κ.λπ., τα μάτια πρέπει να προστατεύονται με γυαλιά ή άλλα μέσα.

Τα κράνη και οι χειρασπίδες συνοδεύονται από ένα γυάλινο φίλτρο και ένα προστατευτικό καλυπτικό γυαλί εξωτερικά. Το τελευταίο πρέπει να καθαρίζεται όπως απαιτείται και να αντικαθίσταται όταν είναι χαραγμένο ή κατεστραμμένο. Για προστασία των χεριών από τη θερμότητα, τα διασκορπιζόμενα σωματίδια και την ακτινοβολία, πρέπει να φοριούνται γάντια τύπου περχειρίδων (κανβάδες) από δέρμα με πέδες από καναβάτσο ή δέρμα. Λαστιχένια γάντια είναι ακατάλληλα. Όλες οι ραφές των γαντιών να είναι εσωτερικές για να μην παγιδεύουν σφαιρίδια λιωμένου μετάλλου.

Ο συγκολλητής πρέπει να φορά ποδιά από πετσί ή άλλο κατάλληλο υλικό για προστασία του σώματος και του ρουχισμού από τη θερμότητα και τα εγκαύματα και να αποφεύγει την καταστροφική επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας και του όζοντος στα ρούχα.

Η ποδιά είναι αναγκαία όπου ο χειριστής κάθεται για συγκόλληση σε ένα πάγκο.

Εάν ο χειριστής φορά συνηθισμένα ρούχα και συγκολλά σε ορισμένες θέσεις, μπορεί να χρειάζονται πέτσινα περιβραχιόνια και γκέτες όπως επίσης και μια ποδιά.

Χειρασπίδες και κράνη πρέπει να ελέγχονται συστηματικά, ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν εισέρχεται φως από τρύπες εξαιτίας καψίματος και ότι χρησιμοποιείται ο κατάλληλος βαθμός γυάλινου φίλτρου για σκίαση. Η προστατευτική ένδυση όπως οι ποδιές, τα γάντια, οι γκέτες κ.λπ. πρέπει να επιθεωρούνται για σκισμένες ραφές ή τρύπες από τις οποίες θα μπορούσε να εισέλθει λιωμένο μέταλλο ή σκουριά.

Αναπνευστική προστασία. Οι εκλυόμενοι καπνοί όταν συγκολλούνται επικαλυμμένα ή επεξεργασμένα μέταλλα, μπορεί να είναι επικίνδυνοι και αντίστοιχες προφυλάξεις (ενισχυμένος εξαερισμός ή αναπνευστικός προστατευτικός εξοπλισμός) απαιτούνται. Ειδική προσοχή πρέπει να δίνεται επίσης στον εξαερισμό κατά τη συγκόλληση μη σιδηρούχων μετάλλων και ορισμένων κραμάτων χάλυβα, όπως επίσης στην προστασία από τους κινδύνους από το όζον, το μονοξείδιο του άνθρακα και το φωσγένιο που μπορούν να παραχθούν.

Παραπετάσματα και παραπήγματα. Όλες οι διαδικασίες συγκόλλησης τόξου, πρέπει να θωρακίζονται ώστε να προστατεύονται και άλλα πρόσωπα που εργάζονται κοντά. Όπου η εργασία διεξάγεται σε σταθερούς πάγκους ή σε εργαστήρια συγκόλλησης, πρέπει όπου είναι δυνατόν, να ανεγείρονται σταθερά θωράκια (παραπέτα) ειδάλλως να χρησιμοποιούνται προσωρινά παραπέτα. Όλα τα παραπέτα πρέπει να είναι αδιαφανή, στερεάς κατασκευής και από ανθεκτικό στη φλόγα υλικό.

Η χρήση μαύρων χρωμάτων στο εσωτερικό των παραπηγμάτων συγκόλλησης έχει γίνει μια αποδεκτή πρακτική, αλλά το χρησιμοποιούμενο χρώμα θα πρέπει να είναι υποανακλαστικό (μάτ). Κατάλληλος φωτισμός περιβάλλοντος θα πρέπει να προβλεφθεί για αποφυγή καταπόνησης των ματιών που οδηγεί σε πονοκεφάλους. Τα παραπήγματα συγκόλλησης και τα φορητά παραπέτα, πρέπει να ελέγχονται τακτικά για να εξασφαλισθεί ότι δεν υπάρχει σημαντική φθορά η οποία θα μπορούσε να έχει συνέπειες.

5.7 Κοπή με τόξο

Οι προφυλάξεις που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια κοπής με τόξο δεν διαφέρουν από εκείνες που απαιτούνται κατά τη συγκόλληση με τόξο. Εν τούτοις, δεδομένου ότι τα χρησιμοποιούμενα ρεύματα είναι γενικά υψηλότερων εντάσεων, περισσότερα

και βαρύτερα προστατευτικά ενδύματα χρειάζονται γενικά. Όταν χρησιμοποιείται η μέθοδος κοπής με τόξο άνθρακος, ένα καλό κράνος πρέπει να προτιμάται από μια χειρασπίδα. Γκέτες δερμάτινες πρέπει να φοριούνται για προστασία των ποδιών από επαφή λειωμένου μετάλλου.

Στη **συγκόλληση με δέσμη ηλεκιρονίων** οι κίνδυνοι και τα προστατευτικά μέσα είναι παρόμοια με των άλλων μεθόδων. Ένας αθέατος κίνδυνος σε υψηλές τάσεις είναι η δημιουργία ακτίνων Χ. Κατάλληλη θωράκιση πρέπει να προβλεφθεί για αποφυγή διασποράς των ακτίνων Χ. Η λειτουργία της θωράκισης πρέπει να προαπαιτείται για να ενεργοποιηθεί η μηχανή. Οι μηχανές πρέπει να ελέγχονται κατά το χρόνο της εγκατάστασης για διαρροές ακτινοβολίας Χ. Στη **συγκόλληση ηλεκιροσκωρίας (electro-slag)** επιπλέον προστασία ένδυσης και υπόδησης (παπούτσια χαλκού) απαιτείται. Στην **κοπή τόξου πλάσματος** ο κίνδυνος λόγω των υψηλών τάσεων (μέχρι 400 Volt) είναι αυξημένος, καθώς και ο θόρυβος που απαιτεί προστασία της ακοής. Επιπλέον βλάβες και κακώσεις μπορεί να συμβούν από τις μηχανές **συγκόλλησης με αντίσταση**. Οι υψηλές τάσεις και η χρήση διηλεκτρικού λαδιού (αναφλέξιμο, ερεθιστικό, αναθυμιάσεις) παράγει επιπλέον κινδύνους. Στη **συγκόλληση thermit** λόγω της ευκολίας ανάφλεξης του μίγματος των οξειδίων αλουμινίου – σιδήρου πρέπει να λαμβάνονται οι κατάλληλες προφυλάξεις κατά το χειρισμό και την αποθήκευση.

5.8 Συγκόλληση περιεκιών (κοντέινερς)

Εάν τα προηγούμενα περιεχόμενα είναι άγνωστα, έναν περιέκτη πρέπει να τον χειριζόμαστε πάντα σαν να περιείχε στο παρελθόν εύφλεκτη ουσία. Ατυχήματα μπορούν να αποφευχθούν είτε με αφαίρεση τυχόν εύφλεκτου υλικού είτε μετατρέποντάς το σε μη εκρηκτικό και σε μη εύφλεκτο. Απομάκρυνση εύφλευκτου υλικού από μικρούς περιέκτες μπορεί να γίνει με εξάτμιση ή βρασμό. Σε μεγάλα δοχεία, μπορεί να υπάρχει κίνδυνος για εκρηκτικότητα ή τοξικότητα ή και τα δύο. Κάθε τέτοιο δοχείο, πρέπει να πιστοποιείται από υπεύθυνο πρόσωπο ότι είναι ασφαλές για είσοδο και εργασία με τόξο ή φλόγα.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Beckett WS. Welding. Chapter 42 in Industries Associated with Respiratory a Disease (section 8) Schenker MB. 1992 pp 704-17.
2. Sjogren B. Effects of gases and particles in welding and soldering in Selected Work Categories of Concern, 1993, pp 917-25.
3. Π/Δ 95 άρθρο 2 της 17-2-1978 (ΦΕΚ 20).
4. Ross DS. Welders' health – obtaining information from medical examination – The respiratory system and welding – Non respiratory aspects. Met Constr 1977, 78; 9 & 10: 568-71 & 204-9.
5. Sferlazza S, Beckett W. The respiratory health of welders: state of the art. Am Rev Respir Dis 1991;143:1134-1148.
6. Flechsig R. What do we know today about welding-fume effects on the respiratory system? Ind Health 1988;26:93-100.
7. Lyndon GS. Welding and thermal cutting, 1991:2290 – 95.
8. http://www.osha-slc.gov a. exposure limits b. health hazard information c. medical surveillance
9. Apostoli P, Porru S, Brunelli E, Alessio L. Multiple exposure to metals in eight types of welding. G Ital Med Lav Ergon 1997;19:8-14.
10. Harrison TR. Principles of internal medicine.13rd edition 1994 McGraw-Hill, Inc.
11. Antonini JM, Krishna Murthy GG, Rogers RA, Albert R, Ulrich GD, Brain JD. Pneumotoxicity and pulmonary clearance of different welding fumes after intratracheal instillation in the rat. Toxicol Appl Pharmacol 1996;140:188-99.
12. Masci O, Carelli G, Vinci F, Castellino N. Blood lead concentration and biological effects in workers exposed to very low lead levels. J Occup Environ Med 1998;40:886-94.
13. Tenkate TD. Optical radiation hazards of welding arcs. Rev Environ Health 1998;13:131-46.
14. Knave B, Niland J, Zenz C. Nonionizing radiation pp 384-6 in The Physical Occupational Environment 1996.

15. Chou BR, Cullen AP. Ocular hazards of industrial spot welding. Optom Vis Sci 1996;73:424-7.
16. Αλεξόπουλος Ε, Λαμπρόπουλος Δ, Μοστράτος Ζ, Παπαδόπουλος Σ. Συνθήκες εργασίας και προβλήματα υγείας των ηλεκτροσυγκολλητών στη ναυπηγική βιομηχανία. Δημόσια Υγεία 1988;4:195-212.
17. Burdorf A, Naaktgeboren B, Post W. Prognostic factors for musculoskeletal sickness absence and return to work among welders and metal workers. Occup Environ Med 1998;55:490-5.
18. Matsko NV. The working, life style and health conditions of welders (social hygiene research). Lik Sprava 1998;4:133-5.
19. Hagberg M, Silverstein B, Wells R, et al. Work related musculoskeletal disorders (WMSDs): a reference book for prevention. London: Taylor and Francis, 1995.
20. Kilburn KH. Neurobehavioral and respiratory fidings in jet engine repair workers: a comparison of exposed and unexposed volunteers. Environ Res 1999;80:244-52.
20α. Alexopoulos EC, Tanagra D, Konstantinou E, Burdorf A. Musculoskeletal disorders in shipyard industry: prevalence, health care use and absenteeism. BMC Musculoskeletal disorders, 2006; 7:88.
21. Fisher AA. Contact dermatitis. 3rd ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1986.
22. Wolf C, Pirich C, Valic E, Waldhoer T. Pulmonary function and symptoms of welders. Int Arch Occup Environ Health 1997;69:350-3.
23. Bradshaw LM, Fishwick D, Slater T, Pearce N. Chronic bronchitis, work related respiratory symptoms, and pulmonary function in welders in New Zealand. Occup Environ Med 1998;55:150-4.
24. Hessel PA, Melenka LS, Michaelchuk D, Herbert FA, Cowie RL. Lung health among boilermakers in Edmonton, Alberta. Am J Ind Med 1998;34:381-6.
25. Ozdemir O, Numanoglu N, Gonullu U, et al. Chronic effects of welding exposure on pulmonary function tests and respiratory symptoms. Occup Environ Med 1995;52:800-3.
26. McMillan GHG, Heath J. The health of welders in naval dockyards: acute changes in respiratory function during standardized welding. Ann Occup Hyg 1979;22:19-32.
27. Lyngenbo O, Groth S, Groth M, Olsen O, Rossing M. Occupational lung function impairment in never-smoking Danish welders. Scand J Soc Med 1989;17:157-64.
28. Speizer FE. The rise in chronic obstructive pulmonary disease mortality. Am Rev Respir Dis 1989;140:S1-107.
29. Moulin JJ, Wild P, Haguenoer JM, Faucon D, De Gaudemaris, Mur JM. A mortality study among mild steel and stainless steel welders. Br J Ind Med 1993;50:234-243.

30. McMillan GHG, Pethybridge RJ. A clinical, radiological and pulmonary function case–control study of 135 dockyard welders aged 45 years and over. J Soc Occup Med 1984;34:3-23.
31. Akbar-Khanzadeh F. Short – term respiratory function changes in relation to workshift welding fume exposures. Int Arch Occup Environ Health 1993;64:393-7.
32. Sobaszek A, Edme JL, Boulenguez C, Shirali P, Mereau M, Robin H, Haguenoer JM. Respiratory symptoms and pulmonary function among stainless steel welders. J Occup Environ Med 1998;40:223-9.
33. Akbarkhanzadeh F. Long–term effects of welding fumes upon respiratory symptoms and pulmonary function. J Occup Med 1980;22:337-41.
34. Jakobson K, Kronholm Diab K, Rylander L, Hagmar L. Airway symptoms and lung function in pipelayers exposed to thermal degradation products from MDI-based polyurethane. Occup Environ Med 1997;54:873-9.
35. Khoo GT. Occupational asthma from welding: a case report. Ann Acad Med Singapore 1996;25:293-5.
36. Fishwick D, Bradshaw LM, Slater T, Pearce N. Respiratory symptoms, across-shift lung function changes and lifetime exposures of welders in New Zealand. Scand J Work Environ Health 1997;23:351-8.
37. Flodin U, Ziegler J, Jonnson P, Axelson O. Bronchial asthma and air pollution at workplaces. Scand J Work Environ Health 1996;22:451-6.
38. Nielsen J, Dahlqvist M, Welinder H, et al. Small airaway function in aluminum and stainless steel welders. Int Arch Occup Environ Health 1993;65:101-5.
39. Donoghue AM, Glass WI, Herbison GP. Transient changes in the pulmonary function of welders – A cross sectional study of Monday peak expiratory flow. Occup Environ Med 1994;51:553-6.
40. Keskinen H, Kalliomaki PL, Alanko K. Occupational asthma due to stainless steel welding fumes. Clin Allergy 1980;10:151-9.
41. Vandenplas O, Dargent F, Auverdin JJ, Boulanger J, et al. Occupational asthma due to gas metal arc welding on mild steel. Thorax 1995;50:587-8.
42. Wang Z, Larsson K, Malmberg P, et al. Asthma, lung function and bronchial responsiveness in welders. Am J Ind Med 1994;26:741-54.
43. Palmer K, Grane G. Respiratory disease in workers exposed to colophony solder flux fumes: continuing health concerns. Occup Med 1997;47:491-6.
44. Contreras GR, Chan-Yeung M. Bronchial reactions to exposure to welding fumes. Occup Environ Med 1997;54:836-9.

45. Δρόσος ΧΣ. Η υψηλής διακριτικότητας αξονική τομογραφία (HRCT) στη μελέτη του πνευμονικού παρεγχύματος. 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νοσημάτων Θώρακος Αθήνα 1996, Κλινικό Φρονιστήριο 5, σελ. 64 – 75.
46. Newman-Taylor A. Respiratory irritants encountered at work. Thorax 1996;51:541-5.
47. Dufresne A, Bigin R, Dion C, Jagirdar J, Rom WN, Loosereewanich P, Muir DC. Angular and fibrous particles in lung are markers of job categories. Sci Total Environ 1997;206:127-36.
48. Kalliomaki K, Kalliomaki PL, Kelha V, Sortti V, Vaaranen V. Measurement of lung contamination among mild steel and stainless steel welders. Doc No VIII-788-78 Int Inst Weld London 1982 pp 1-21.
49. Nakadate T, Aizawa Y, Yagami T, Zheg YQ, Kotani M, Ishiwata K. Change in obstructive pulmonary function as a result of cumulative exposure to welding fumes as determined by magnetopneumography in Japanese arc welders. Occup Environ Med1998;55:673-7.
50. Γουργουλιάνης ΚΙ. Προβλεπόμενες τιμές αναπνευστικής λειτουργίας σε ενήλικες. 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νοσημάτων Θώρακος Αθήνα 1996, Κλινικό Φρονιστήριο 3, σελ. 48 – 51.
51. Chinn D, Stevenson I, Cotes J. Longitudinal respiratory survey of shipyard workers: effects of trade and atopic status. Br J Ind Med 1990;47:83-90.
52. Cotes JE, Feinman EL, Male VJ, Remies ES, Wickham CAG. Respiratory symptoms and impairment in shipyard welders and caulker burners. Br J Ind Med 1989;46: 292-301.
53. Simonato L, Fletcher AC, Andersen A, Anderson K, Becker N, Chang-Claude J, et al. An historical prospective study of European stainless steel, mild steel and shipyard welders. Br J Ind Med 1991;48:145-54.
54. Kilburn KH, Warshaw R. Pulmonary functional impairment from years of arc welding. Am J Ind Med 1989;87:62-69.
55. Sjogren B, Ulfvarson U. Respiratory symptoms and pulmonary function among welders working with aluminium, stainless steel, and railroad tracks. Scand J Work Environ Health 1985;11:27-32.
56. Doll R, Peto R. The causes of cancer. Oxford: Oxford University Press, 1981.
57. Morabia A, Markowitz S, Garibaldi K, Wynder EL. Lung cancer and occupation: results of a multicentre case-control study. Br J Ind Med 1992;49:721-7.
58. Higginson J, Muir CS. Proportion of cancers due to occupation. Prev Med 1980;9: 180-8.

59. Simonato L, Vineis P, Fletcher AC. Estmates of the proportion of lung cancer attributable to occupational exposure. Carcinogenesis 1988;9:1159-65.
60. Van Loon AJ, Goldbohm RA, Kant IJ, Swaen GMH, Kremer AM, van den Brandt PA. Socioeconomic status and lung cancer incidence in men in The Netherlands: is there a role for occupational exposure? J Epidemiol Community Health 1997;51:24-9.
61. Van Loon AJ, Kant IJ, Swaen GMH, Goldbohm RA, Kremer AM, van den Brandt PA. Occupational exposure to carcinogens and risk of lung cancer: results from The Netherlands cohort study. Occup Environ Med 1997;54:817-824.
62. Lauritsen JM, Hansen KS. Lung cancer mortality in stainless steel and mild steel welders: a nested case-referent study. Am J Ind Med 1996;30:383-91.
63. Sjogren B, Hansen KS, Kjuus H, Persson PG. Exposure to stainless steel welding fumes and lung cancer: a meta-analysis. Occup Environ Med 1994;51:335-6.
64. Choi BCK. Definition, sources, magnitude, effect modifiers, and strategies of reduction of the healthy worker effect. J Occup Med 1992;34:979-88.
65. Moulin JJ. A meta-analysis of epidemiologic studies of lung cancer in welders. Scand J Work Environ Health 1997;23:104-13.
66. Steeland K, Beaumont J, Eliot L. Lung cancer in mild steel welders. Am J Epidemiol 1991;48:145-54.
67. Hansen KS. Validity of occupational exposure and smoking data obtained from surviving spouses and colleagues. Am J Ind Med 1996;30:392-7.
68. Rossignol M, Seguin P, DeGuire L. Evaluation of the utility of spirometry in a regional public health screening program for workers exposed to welding fumes. J Occup Environ Med 1996;38:1259-63.
69. Hansen H, De Rosa CT, Pohl H, Fay M, Mumtaz MM. Public health challenges posed by chemical mixtures. Environ Health Perspect 1998;106(suppl 6):1271-80.
70. Hayden SP, Pincock AC, Hayden J, et al. Respiratory symptoms and pulmonary function of welders in the engineering industry. Thorax 1984;39:442-7.
71. Chinn D, Cotes J, Gamal FE, Wollaston JF. Respiratory health of young shipyard welders and other tradesmen studied cross sectionally and longitudinally. Occup Environ Med 1995;55:33-42.
72. Beckett WS, Pace PE, Sferlazza SJ, et al. Airway reactivity in welders: a controlled prospective cohort study. J Occup Environ Med 1996;38:1229-38.
73. Hjortsberg U, Orbaeck P, Arborelius MJr. Small airways dysfunction among non-smoking shipyard arc welders. Br J Ind Med 1992;49:441-4.
74. Ahlbom A. Biostatistics for epidemiologists. Boca Raton (FL): Lewis Publishers, 1993.

75. Μαθιουδάκης Γ, Ευαγγελοπούλου Β. Λειτουργικές εξετάσεις αναπνοής. 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νοσημάτων Θώρακος Αθήνα 1996, Κλινικό Φρονιστήριο 3, σελ. 20 – 42.
76. Speight FY, Campbell HC. Fumes and gases in the welding environment. CIS 81-810 American Welding Society 1979:232.
77. Nakadate T, Yagami T. Transit time analysis of forced expiration in workers exposed to dust: a cross–sectional study. Ind Health 1989;27:1-7.
78. Hayden SP, Pincock AC, Tyler LE, Bishop JM. Respiratory function in welders in the engineering industry. Eur J Resp Dis 1982;62:60.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΠΟ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΚΑΙ ΦΛΟΓΟΚΟΠΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ (1960-1970) ΤΩΝ ΝΑΥΠΗΓΕΙΩΝ ΣΚΑΡΑΜΑΓΚΑ

Οι κάτωθι οδηγίες είναι απολύτως χρήσιμες για την εργασία του χειριστού και εξασφαλίζουν την απόλυτη ασφάλειά του κατά την εργασία.

1. Πριν τοποθετήσετε τα μανόμετρα στις φιάλες, εξαερώστε τα.
2. Βρίσκεστε στο πίσω μέρος της φιάλης κατά το άνοιγμα αυτής.
3. Εξαερώνετε καλά τα παραλαμβανόμενα λάστιχα -καινούργια ή μη- πριν τα χρησιμοποιήσετε.
4. Σε κάθε εκκένωση της φιάλης λύστε τα μανόμετρα αποκοχλιώνοντας συγχρόνως τις βαλβίδες πιέσεως (πεταλούδα).
5. Τοποθετήστε τα κλείστρα των φιαλών 30-40 cm πάνω στο πάτωμα και κατά το δυνατόν όρθια.
6. Μετακινείτε πάντοτε με προσοχή τις φιάλες αποφεύγοντας τα απότομα κτυπήματα είτε αυτές είναι πλήρεις είτε κενές.
7. Απαγορεύεται η χρήση γράσων ελαίων ή πετρελαίων στα σπειρώματα των οργάνων οξυγόνου και ασετιλίνης όπως επίσης η χρήση χειροκτίων (γαντιών) κατά τις κοχλιώσεις αυτών.
8. Προσδένετε την κλείδα της ασετιλίνης μετά αλύσεως επί των μανόμετρων ταύτης.
9. Χρησιμοποιείτε γυαλιά κατά τη διάρκεια της εργασίας.
10. Πριν από κάθε εργασία διαπιστώστε με προσοχή την ασφάλεια της πίσω περιοχής του προς κοπή αντικειμένου.
11. Μην προβαίνετε σε εργασίες εάν πλησίον σας υπάρχουν εύφλεκτα υλικά.
12. Να παραδίδετε για επισκευή φλογοκόπτες που δεν λειτουργούν σωστά και μην προβαίνετε στην επισκευή τους εσείς οι ίδιοι.

13. Τοποθετήστε κατάλληλα τα λάστιχα κατά τη διάρκεια της εργασίας σας ώστε να είναι ευχερής και ταχεία η μετακίνησή σας.
14. Πριν προβείτε σε κοπή οποιουδήποτε αντικειμένου λάβετε προφυλακτικά μέτρα για την πτώση του αντικειμένου.
15. Ειδοποιείτε την Πυρασφάλεια πριν εργαστείτε σε κλειστούς χώρους ή επί πλοίων.
16. Αποφεύγετε αυθαίρετες πράξεις και σε περίπτωση δύσκολης εργασίας συμβουλευτείτε τον υπεύθυνο εργοδηγό.
17. Εργάζεστε πάντα ήρεμα.
18. Αναγκαία εφόδια φλογοχειρηστή α) κλειδί ασετιλίνης, β) γαλλικό κλειδί, γ) αναπτήρας, δ) γυαλιά, στ) βελόνα καθαρισμού των μπεκ.
19. Μην χρησιμοποιείτε οιοδήποτε άλλο «εργαλείο» σας αντί σφυριού.
20. Σε περίπτωση απορροφήσεως του φλοκοκόπτου ενεργείτε ψύχραιμα και ταχέως προβαίνοντας στο κλείσιμο των φιαλών και εν συνεχεία σε εξαέρωση του «εργαλείου» σας ή εάν αυτό σας είναι αδύνατο λόγω της θέσεώς σας τσακίστε τα λάστιχα και καλέστε για να σας κλείσουν τις φιάλες εξαερώνοντας ταυτόχρονα το «εργαλείο» σας.
21. Τοποθετήστε προφυλακτικό ελαστικό σωλήνα στο μπεκ του «εργαλείου» σας μετά το πέρας της εργασίας σας.

Εν Σκαραμαγκά τη 23η Αυγούστου 1969

ΟΔΗΓΙΑΙ ΔΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΙΝ ΠΥΡΚΑΪΩΝ ΟΦΕΙΛΟΜΕΝΩΝ ΕΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΚΟΠΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΣ

Αι κάτωθι οδηγίαι προς πρόληψιν και καταπολέμησιν εκδηλωθείσης πυρκαϊάς, έχουν σκοπόν την συμπλήρωσιν και όχι την κατάργησιν υπάρχουσων μονίμων οδηγιών.

ΟΔΗΓΙΑΙ ΠΡΟΣ ΠΡΟΛΗΨΙΝ ΠΥΡΚΑΪΑΣ

Επανειλημμένως έχουν παρατηρηθεί καταστάσεις αι οποίαι θα ηδύναντο να οδηγήσουν εις πυρκαϊάς, κατά τας εργασίας οξυγονοκοπής και ηλεκτροσυγκολλήσεως. Προς αποφυγήν του κινδύνου τούτου, τα κάτωθι μέτρα δέον όπως ληφθούν αμέσως:

1. Ο χώρος εργασίας να επιθεωρείται επισταμένως τόσον υπό του προσωπικού ασφαλείας, όσον και υπό του προϊσταμένου του συνεργείου εργασίας αλλά και από τον τεχνίτην ο οποίος πρόκειται να εργασθεί με οξυγόνο ή ηλεκτροσυγκόλληση ώστε να καταστή βέβαιον, ότι τίποτε εύφλεκτον δεν υπάρχει εις επαρκείν απόστασιν. Η διαπίστωσις αυτή πρέπει να ξαναγίνεται μετά την έναρξιν της εργασίας προς διαπίστωσιν ότι οι εκτοξευόμενοι σπινθήρες δεν πίπτουν πλησίον αναφλέξιμων υλικών.

2. Εφ' όσον εργασία εκτελείται σε ενδιάμεσον φρακτήν ή σε εξωτερικόν έλασμα, ο χώρος και από τις δύο πλευρές της φρακτής πρέπει να επιθεωρηθή και τα εύφλεκτα υλικά (σχοινιά, χρώματα, πετρέλαια, ξύλα, μουσαμάδες, στουπιά κ.λπ.) να απομακρυνθούν.
3. Οι κλειστοί χώροι να ελέγχωνται για την ύπαρξη εκρηκτικών αερίων. Να εξασφαλίζεται συνεχής αερισμός πλησίον του χώρου εργασίας ώστε να αποκλεισθή η περίπτωσις δημιουργίας εκρηκτικών θυλάκων κατά την διάρκειαν της εργασίας.
4. Εφ' όσον εργασίαι κοπής η ηλεκτροσυγκολλήσεως εκτελούνται εις δεξαμενάς Πετρελαίου καλόν είναι αι επιφάνειαι εργασίας σπινθήρες, να καθορισθούν με κατάλληλον διαλυτικόν υγρόν.

Εις περιπτώσεις επειγουσών εργασιών να ψεκάζωνται αι επιφάνειαι με ειδικόν άφλεκτον ύγρον.

Κατά τας εργασίας εις πετρελαιοδεξαμενάς, να καθαρίζωνται επιμελώς αι οριζόντιαι ενδυναμώσεις (stringers) κάτωθεν και άνωθεν του σημείου εργασίας. Ιδε ανωτέρω.

5. Εάν γίνωνται εργασίαι πλησίον οοιουδήποτε εξαεριστικού δεξαμενής πρέπει να ελέγχεται κατά πόσον το εξαεριστικόν καταλήγει εις δεξαμενήν πετρελαίου ή άλλου εφλέκτου υλικού. Εάν ναι, ειδικαί προφυλάξεις πρέπει να ληφθούν.

Δια την τήρησιν όλων των ανωτέρω υπεύθυνοι είναι οι προϊσταμένοι του έργου, οι άνδρες ασφαλείας αλλά και οι ίδιοι οι εργαζόμενοι οξυγονισταί και ηλεκτροσυγκολληταί μετά των φυσικών προϊσταμένων των (Ομαδαρχών, Βοηθών Υπεργοδηγού, Υπεργοδηγών, Εργοδηγών κ.λπ.).

ΙΙ ΔΙΑΤΑΞΙΣ ΥΛΙΚΟΥ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

1. Εις κατάλληλα σημεία του δικτύου πυρκαϊάς του πλοίου να ευρίσκονται μονίμως συνδεδεμένοι οθόνινοι σωλήνες, επαρκείς να φθάσουν οιαδήποτε σημείον του σκάφους.
2. Εις περίπτωσεις εργασιών εντός δεξαμενών, καλόν είναι, να καταβιβάζεται, πλησίον των εργαζομένων εις την δεξαμενήν, σωλήν πυρκαϊάς ευρισκόμενος μονίμως υπό πίεσιν. Εις περίπτωσιν δημιουργίας εστίας πυρκαϊάς ο εργαζόμενος, θα δύναται αμέσως να την προσβάλη με νερό και να την κατασβέση.
3. Ομοίως εις περίπτωσεις ως ανωτέρω η εις εργασίας εντός άλλων κλειστών χώρων

όπου δεν είναι δυνατόν να αποκλεισθή περίπτωσις αναφλέξεως, πλησίον του εργαζομένου, δέον όπως υπάρχουν πυροσβεστήρες. Προσβολή της εστίας πυρκαϊάς κατά τα πρώτα στάδια έχει άμεσα αποτελέσματα. Όλοι οι εργαζόμενοι πρέπει να γνωρίζουν να χειρίζονται τον πυροσβεστήρα.

4. Τα ανωτέρω ισχίουν διεργασίας εις το Μηχανοστάσιον, Λεβητοστάσιον Αντλιοστάσιον κ.λπ., όπου όλοι οι εργαζόμενοι πρέπει να γνωρίζουν που ευρίσκεται ο σωλήν πυρκαϊάς, αμέσου δράσεως, καθώς και την θέσιν των πυροσβεστήρων.
5. Χώροι χαρακτηρίσθαντες ελέυθεροι εκρηκτικών αερίων πρέπει να διατηρούνται ελεύθεροι δια συνεχούς αερισμού.
6. Είναι αποδεδειγμένον ότι ο ταχύτερος τρόπος κατασβέσεως μιας περιορισμένης πυρκαϊάς είναι με χρησιμοποίησιν αφρού, ο οποίος πρέπει να κατευθύνεται εις την εστίαν.

Δια την άμεσον χρησιμοποίησιν των συσκευών αφρού παραγγέλονται τα κάτωθι:

- Αριθμός πυροσβεστήρων να ευρίσκεται εις έκαστον πλοίον και εις στρατηγικά σημεία.
- Αριθμός δοχείων αφρού, να ευρίσκεται μονίμως επί τροχοφόρου οχήματος ετοίμου να ρυμουλκηθή από το πυροσβεστικόν όχημα εις τον τόπον της πυρκαϊάς ευθύς ως σημανθή συναγερμός.
- Αριθμός αυλών εκτοξεύσεως αφρού να ευρίσκεται μονίμως επί του ως άνω οχήματος καθώς και κατάλληλο κλειδί αφαιρέσεως του πώματος των δοχείων.
- Να επανεκτιμηθεί ο αριθμός των αναγκαιούντων αυλών εκτοξεύσεως αφρού, καθώς και η διάταξις αναρροφήσεως ώστε να επιτυγχάνεται μεγαλυτέρα ευκινησία, χρήσεως.
- Δοχεία αφρού των 40 γαλλονίων να είναι έτοιμα προς άμεσον μεταφοράν εις τον τόπο πυρκαϊάς. Προς τούτο εις στρατηγικά σημεία του ναυπηγείου να υπάρχουν μικρά στοκ αμέσου χρήσεως υποδεικνύονται, αι κεφαλαί και βάσεις προβλητών δεξαμεναί κ.λπ.
- Να τοποθετηθεί σύστημα αφρού εις την Δεξαμενή Νο 1.
- Εις σκάφη όπου εκτελούνται εργασίαι μέσα είς τας δεξαμενάς να συνδέεται το δίκτυον αφρού και να καταβιβάζωνται σωλήνες έτοιμοι προς χρήσιν μέσα εις τας δεξαμενάς.
- Οι οθόνινοι σωλήνες πρέπει να συντηρούνται κατά τας υποδείξεις των κατασκευαστών των, άλλως υφίστανται φθοράς και κατά την κρίσιμον στιγμήν μπορεί να κοπούν.

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΙΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. .....

Προς: Ηλεκτροσυγκολλητάς, ελασματουργούς

Οι χειριζόμενοι ηλεκτροσυγκολλήσεις πρέπει να είναι ιδιαιτέρως προσεχτικοί κατά τους θερινούς μήνας. Το ιδρωμένο σώμα, η βρεγμένη από τον ιδρώτα φόρμα, τα βρεγμένα παπούτσια αποτελούν καλό αγωγό του ηλεκτρισμού και κάθε επαφή με ηλεκτροφόρο καλώδιο μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία.

Προσέχετε λοιπόν:

1. τα γάντια σας να είναι στεγνά
2. τα καλώδια τα ηλεκτροφόρα να μην ακουμπούν επάνω σας
3. τα καλώδια και η τσιμπίδα να είναι σε καλή κατάσταση.

Όσοι εργάζονται σε στενούς χώρους, ή περνούν από ανθρωποθυρίδες, πρέπει να είναι πολύ προσεχτικοί.

Εν Σκαραμαγκά τη 24η Ιουνίου 1967

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΙΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. .....

Αφορά: Κακή χρήση εργαλείων οξυγονοκοπής

Παρατηρείται ότι μεγάλος αριθμός εργαλείων οξυγονοκοπής καταστρέφεται λόγω κακής χρήσεως αυτών.

Υπενθυμίζομεν ότι τα εργαλεία οξυγονοκοπής πρέπει να χρησιμοποιούνται **μόνο δια την κοπήν**. Η χρησιμοποίησις των ως σφυρί δια τη αποσύνδεσιν κοπέντων τεμαχίων επιφέρει σοβαράς βλάβας εις το εργαλείον αρ' ετέρου δε δύναται να γίνει αιτία ατυχημάτων.

Εν Σκαραμαγκά τη 19η Νοεμβρίου 1964

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

GRINOX 514

Classification

AWS A5.4-92 : E318-16
EN 1600-97 : E 19 12 3 Nb R 12

General description

Rutile basic-all position stainless steel electrodes for welding
Ti or Nb stabilized 316 or equivalent steels
High resistance to general and intergranular corrosion
Smooth bead appearance
Easy slag release
Strong electrode coating
Weldable on AC and DC
Also available in SRP (vacuum sealed)

Temperature range

pressure parts : -60...+400°C
oxidation resistance : n.a.

Welding positions

ISO/ASME PA/1G PB/2F PC/2G PF/3G up PE/4G PF/5G up

Current type

AC / DC electr. +/-

Approvals

DB	TÜV	UDT
+	+	+

Chemical composition (w%), typical, all weld metal and ferritenumber

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Nb	FN
0.030	0.8	0.85	18.0	11.5	2.7	0.35	6-12

Mechanical properties, all weld metal

Condition	0.2% Proof strength (N/mm²)	Tensile strength (N/mm²)	Elongation (%)	Impact ISO-V(J) +20°C	-20°C	-60°C
As welded						
Required AWS A5.4-92	not required	min. 550	min. 25	not required		
EN 1600-97	min. 350	min. 550	min. 25	not required		
Typical values	500	630	38	60	50	35

Packaging, available sizes and identification

Diameter (mm)	2.0	2.5	2.5	3.2	4.0	4.0	5.0
Length (mm)	300	250	350	350	350	450	450
Unit: Box							
Pieces / unit (nominal)	300	173	173	105	68	68	49
Net weight/unit (kg)	3.2	2.6	3.8	3.8	3.6	4.7	5.0

Identification Imprint: GRINOX514 Tip colour: red

Liability: All information in this data sheet is based on the best available knowledge, is subject to change without notice and can only be considered as suitable for general guidance.
Fumes: Consult information on Welding Safety Sheet, available upon request

MDS GRINOX 514 3

GRINOX 514

Materials to be welded

Steel grades	EN 10088-1/-2	EN 10213-4	W.Nr.	ASTM/ACI A240/A312/A351	UNS
Extra low carbon	X2 CrNiMo 17-12-2		1.4404	(TP)316L	S31603
C<0,03%				CF-3M	J92800
	X2 CrNiMo 18-14-3		1.4435	(TP)316L	S31603
	X2 CrNiMoN 17-11-2		1.4406	(TP)316LN	S31653
X2 CrNiMoN 17-13-3			1.4429		
Medium carbon	X4 CrNiMo 17-12-2		1.4401	(TP)316	S31600
C>0,03%	X4 CrNiMo 17-13-3		1.4436		
		GX5 CrNiMo 19-11	1.4408	CF 8M	J92900
Ti-, Nb	X6 CrNiMoTi 17-12-2		1.4571	316Ti	S31635
stabilized	X6 CrNiMoNb 17-12-2		1.4580	316Cb	S31640
	X6 CrNiNb 18-10		1.4550	(TP)347	S34700
		GX5 CrNiNb 19-10	1.4552	CF-8C	J92710

Calculation data

Sizes Diam. x length	Current range	Current type	Arc time - per electrode	Energy at max.	Dep.rate current -	Weight/ 1000 pcs.	Electrodes/ kg weldmetal	kg Electrodes/ kg weldmetal
(mm)	(A)		(s)*	E(kJ)	H(kg/h)	(kg)	B	1/N
2.0 x 300	30 - 60	DC+	36	36	0.65	10.7	152	1.64
2.5 x 250	40 - 90							
2.5 x 350	40 - 90	DC+	46	82	0.98	20.3	80	1.64
3.2 x 350	70 - 110	DC+	52	137	1.4	32.1	48	1.54
4.0 x 350	90 - 140	DC+	61	212	1.9	48.6	31	1.49
4.0 x 450	90 - 140							
5.0 x 450	140 - 190							

* stub end = 35 mm

Welding parameters, optimum fill passes

Welding positions: Diameter(mm)	1G Current(A)	2F	2G	3G up	4G	5G up
2.0		45	45	40	40	40
2.5	70	70	70	60	60	60
3.2	100	100	100	70	70	70
4.0	140	140	140	80		
5.0						

For rootpasses DC- is recommended.

Remarks