

# ΜΟΛΥΒΔΟΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Σπύρος Δρίβας, Ειδικός Ιατρός Εργασίας – Υπεύθυνος Κέντρου Υγείας-Υγιεινής της Εργασίας ΕΛΙΝΥΑΕ**

**Σπύρος Δοντάς, Δρ. Χημικός – Κέντρο Υγείας-Υγιεινής της Εργασίας ΕΛΙΝΥΑΕ**

## 1. Ο ΜΟΛΥΒΔΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ο μόλυβδος χημικό στοιχείο που διεθνώς συμβολίζεται με τα λατινικά γράμματα Pb, είναι ένα αρκετά μαλακό και εύκαμπτο μέταλλο, χρώματος γκρίζου-μπλε, με ειδικό βάρος 13 φορές μεγαλύτερο του νερού, που αντιδρά εύκολα με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας δημιουργώντας μια θαμπή γκρίζα οξειδωμένη επιφάνεια.

Στη φύση συναντάμε τον μόλυβδο ενωμένο με διάφορα στοιχεία. Ο γαληνίτης (ένωση μολύβδου και θείου) είναι η κύρια πηγή εξόρυξης του μετάλλου.

Ο μόλυβδος:

- Λιώνει στους 330°C
- Εκπέμπει ατμούς και αναθυμιάσεις στους 450 - 470°C
- Βράζει στους 1500 - 1600°C

**Οι κυριότερες πηγές επαγγελματικής έκθεσης στον μόλυβδο και τις ενώσεις του είναι:**

- Οι εργασίες εξόρυξης, χύτευσης και τήξης του μετάλλου
- Η παραγωγή και χρήση μολυβδούχων χρωμάτων και βερνικιών
- Η παραγωγή και χρήση σμάλτων για την κεραμική
- Η παραγωγή και συντήρηση συσσωρευτών (μπαταριών αυτοκινήτων)
- Η παραγωγή και χρήση μολυβδούχων ηλεκτροδίων για συγκολλήσεις
- Η παραγωγή κρυστάλλων και υαλικών
- Η παραγωγή μολυβδούχων κραμάτων για σφαίρες και σκάγια
- Οι τυπογραφικές εργασίες με μολυβδούχα στοιχεία
- Οι εργασίες φανοποιείας και επιδιόρθωσης μηχανών αυτοκινήτου
- Η χρήση του μολύβδου σαν σταθεροποιητικό στην βιομηχανία πλαστικών
- Η παραγωγή ηλεκτρικών καλωδίων

Υπάρχει επίσης επαγγελματική έκθεση και στις διάφορες φάσεις ανάκτησης και ανακύκλωσης του μετάλλου στα χυτήρια όπου οι κίνδυνοι εντοπίζονται κυρίως:

- Στην διαδικασία καταστροφής των συσσωρευτών (σκόνη Pb)
- Στην μεταφορά των μολυβδούχων θραυσμάτων και στον εφοδιασμό (γέμισμα) των φούρνων (σκόνη Pb)
- Στην χύτευση και τήξη των μολυβδούχων μεταλλικών καταλοίπων (καπνοί και ατμοί Pb)
- Στον καθαρισμό των φούρνων (σκόνη Pb)

Επίσης υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης και για το εξωτερικό (ευρύτερο) περιβάλλον, όταν:

1. Οι καπνοί από τα φουγάρα των φούρνων απελευθερώνονται στο ευρύτερο περιβάλλον, όπου δεν υπάρχει σύστημα κατακράτησης (φιλτραρίσματος) των ρύπων
2. Ο αέρας σηκώνει την σκόνη από τις υπαίθριες αποθήκες
3. Η βροχή μεταφέρει την μολυβδόχο σκόνη στον υδροφόρο ορίζοντα

### **Πώς μπορεί κανείς να δηλητηριαστεί από επαγγελματική έκθεση στον μόλυβδο;**

Η δηλητηρίαση από μόλυβδο πραγματοποιείται βασικά με δύο τρόπους:

1. Αναπλέοντας μολυβδόχους ατμούς, καπνούς ή και σκόνη
2. Καταπίνοντας σκόνη μολύβδου

Οι καπνοί απελευθερώνονται κυρίως στην φάση της χύτευσης και τήξης του μετάλλου.

Οι σκόνες δημιουργούνται στις φάσεις της καταστροφής των συσσωρευτών ή και άλλων μολυβδόχων αντικειμένων για την ανάκτηση του μετάλλου, στην μεταφορά των μεταλλικών καταλοίπων, στον εφοδιασμό καθώς και στον καθαρισμό των φούρνων.

Οι σκόνες κατακάθονται σχεδόν παντού και μολύνουν τους τοίχους, τα δάπεδα, τις αυλές, τις μηχανικές επιφάνειες, τα εργαλεία, τα παπούτσια, τα μαλλιά, τα ρούχα εργασίας, τα χέρια, κλπ.

## **2. Ο ΜΟΛΥΒΔΟΣ ΚΑΙ Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ**

### **1. Πώς ο μόλυβδος εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό;**

Η είσοδος του μολύβδου και των ενώσεών του στον άνθρωπο, πραγματοποιείται:

α) Με την εισπνοή: ο μόλυβδος βρίσκεται στον αέρα που αναπνέουμε με τη μορφή της σκόνης, του καπνού και των ατμών.

Οι σκόνες αποτελούνται από στερεά σωματίδια, το μέγεθος των οποίων έχει άμεση σχέση με το σημείο εναπόθεσης της σκόνης μέσα στο αναπνευστικό σύστημα. Τα μεγάλα σωματίδια κατακρατούμενα από τον βλεννογόνο του ρινοφάρυγγα, αποβάλλονται εν μέρει με την καταρροή ή καταπνόμενα εισέρχονται στο στομάχι.

Τα μικρότερα σωματίδια εναποτίθενται στους μικρούς βρόγχους και στις κυψελίδες, απ' όπου σε μια δεύτερη φάση εισέρχονται στο αίμα.

Οι καπνοί συμπεριφέρονται σαν μικρά σωματίδια και εναποτίθενται στους μικρούς βρόγχους και τις κυψελίδες. Οι ατμοί συμπεριφέρονται όπως το οξυγόνο της ατμόσφαιρας και εισέρχονται απ' ευθείας στο αίμα με την εισπνοή τους.

β) Με την κατάποση: ο μόλυβδος μπορεί να φτάσει στο στομάχι είτε δια μέσου της κατάποσης των μεγάλων στερεών σωματιδίων και υγρών τροφών που έχουν ρυπανθεί από μόλυβδο. Ο μόλυβδος φθάνει επίσης στο στόμα και από τα βρώμικα χέρια, τις μολυσμένες τροφές και τσιγάρα.

γ) Με την δερματική επαφή: είναι μικρή η ποσότητα του μολύβδου που εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό δια μέσου της δερματικής απορρόφησης, αλλά σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να την αγνοήσουμε.

## **2. Πώς ο μόλυβδος μεταφέρεται στο ανθρώπινο σώμα;**

Μετά την απορρόφηση του ο μόλυβδος θα φθάσει στο αίμα, και θα μεταφερθεί με τα ερυθρά αιμοσφαίρια σε όλο το ανθρώπινο σώμα.

## **3. Πού αποθηκεύεται ο μόλυβδος στο ανθρώπινο σώμα;**

Κυρίως αποθηκεύεται στα οστά, αλλά και στο ήπαρ (συκώτι) και στους νεφρούς.

## **4. Πώς αποβάλλεται από τον οργανισμό;**

Η αποβολή του μολύβδου από τον οργανισμό γίνεται κυρίως:

- Από τα νεφρά δια μέσου των ούρων
- Από το συκώτι, δια μέσου της χολής και των κοπράνων
- Με τον ιδρώτα και τα γάλα

## **5. Τι προκαλεί ο μόλυβδος και οι ενώσεις του στον ανθρώπινο οργανισμό;**

Ο μόλυβδος και οι ενώσεις του είναι τοξικές ουσίες για τον ανθρώπινο οργανισμό, καθώς ευθύνονται για μια σειρά από συμπτώματα και επαγγελματικές ασθένειες που μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσουν και στο θάνατο.

Η χρόνια δηλητηρίαση από τον μόλυβδο ονομάζεται μολυβδίαση και είναι ιστορικά η πρώτη επαγγελματική ασθένεια που καταγράφηκε και αναγνωρίστηκε. Η ασθένεια αυτή εμφανίζει σταδιακά μια σειρά από ενοχλήματα και συμπτώματα που αφορούν τα εξής συστήματα:

### **α. Γαστρεντερικό σύστημα**

- Παρουσία εναπόθεσης στακτό-κυανού χρώματος, εντός των ούλων (παρυφή μολύβδου)
- Ναυτία, ανορεξία, απώλεια βάρους, δυσπεψία
- Δυνατοί κοιλιακοί πόνοι (κωλικοί του μολύβδου)
- Δυσκοιλιότητα

### **β. Καρδιο-αγγειακό σύστημα**

- Υψηλή αρτηριακή πίεση (υπέρταση)

### **γ. Αιματοποιητικό σύστημα**

- Αναιμία ήπιας μορφής
- Αναστολή σύνθεσης της αίμης

### **δ. Ουροποιητικό σύστημα**

- Σκλήρυνση των νεφρών
- Νεφρική ανεπάρκεια
- Νεφρικό αδένωμα

### **ε. Νευρικό σύστημα**

- Πονοκέφαλοι, ζάλη, διαταραχές του ύπνου και της μνήμης
- Παράλυση των δαχτύλων της χειρός (μέσου και παράμεσου)

### **στ. Σύστημα αναπαραγωγής**

- Αποβολές
- Πρόωρες γεννήσεις
- Γεννήσεις νεκρών εμβρύων

## 6. Πώς πραγματοποιείται η επίβλεψη της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται στον μόλυβδο;

Η επίβλεψη της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται στον μόλυβδο εντάσσεται στις διαδικασίες πρόληψης του επαγγελματικού κινδύνου και πραγματοποιείται αφ' ενός μεν σύμφωνα με τις διατάξεις του Π. Δ. 94/41987 που αναφέρεται στην «Προστασία των εργαζομένων που εκτίθενται στον μεταλλικό μόλυβδο και τις ενώσεις ιόντων του κατά την εργασία», εφ' ετέρου δε σύμφωνα με τις αρχές και την διεθνή επιστημονική πρακτική της Ιατρικής της Εργασίας.

- Η επίβλεψη της υγείας των εργαζομένων αρχίζει με την έναρξη της έκθεσης τους σε μόλυβδο και περιλαμβάνει κλινική και βιολογική εξέταση
- Η κλινική εξέταση πραγματοποιείται καθόλη τη διάρκεια της έκθεσης των εργαζομένων, τουλάχιστον μία (1) φορά το χρόνο και κατά την κρίση του γιατρού εργασίας
- Η βιολογική εξέταση που πραγματοποιείται με την έναρξη της έκθεσης στον μόλυβδο, περιλαμβάνει τουλάχιστον γενική εξέταση αίματος με αιματοκρίτη και προσδιορισμό μολύβδου στο αίμα και όλες τις αναγκαίες αναλύσεις και εξετάσεις για τη διάγνωση εκείνων των περιπτώσεων που η έκθεση του εργαζομένου στο μόλυβδο αντενδείκνυται.
- Η περιοδική βιολογική παρακολούθηση γίνεται κάθε έξι (6) μήνες τουλάχιστον και περιλαμβάνει:
  - α. Εξετάσεις αίματος:
    - Προσδιορισμό του μολύβδου στο αίμα (PhB)
    - Προσδιορισμό της δεϋδρατάσης του δ – αμινολεβουλινικού οξέως στο αίμα (ALAD)
    - Προσδιορισμό της ερυθροκυτταρικής ψευδαργυρούχου πρωτοπορφυρίνης (ZPP)
  - β. Εξετάσεις ούρων:
    - Προσδιορισμό του μολύβδου που αποβάλλεται με τα ούρα (PbU)
    - Προσδιορισμό του δ – αμινολεβουλινικού οξέως στα ούρα (ALAU)
    - Προσδιορισμό της κοπροπορφυρίνης ούρων (CPU)

Οι φυσιολογικές τιμές για τους μη επαγγελματικά εκτεθειμένους είναι:

- 1) Μόλυβδος στο αίμα (PhB): < 40 μg/dl
- 2) Μόλυβδος στα ούρα (PbU): 60 μg/l ή 50 μg/g κρεατινίνης
- 3) Δεϋδρατάση του δ – αμινολεβουλινικού οξέως στο αίμα (ALAD): 30 U/ml
- 4) Κοπροπορφυρίνη ούρων (CPU): 80 μg/l ή 60 μg/g κρεατινίνης
- 5) δ – αμινολεβουλινικό οξύ στα ούρα (ALAU): < 6 mg/l ή 4,5 mg/g κρεατινίνης
- 6) Ερυθροκυτταρική ψευδαργυρούχος πρωτοπορφυρίνη (ZPP): ≤ 12 μg/g αιμοσφαιρίνης.

Οι αποδεκτές τιμές για τους επαγγελματικά εκτεθειμένους είναι:

- 1) Μόλυβδος στο αίμα (PbB): δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 70  $\mu\text{g/dl}$  για τους άντρες και τα 50  $\mu\text{g/dl}$  για τις γυναίκες
- 2) Μόλυβδος στα ούρα (PbU): 100  $\mu\text{g/l}$  ή 80  $\mu\text{g/g}$  κρεατινίνης
- 3) Δεϋδρατάση του δ – αμινολεβουλιλικού οξέως στο αίμα (ALAD): > 20 U/ml
- 4) Κοπροπορφυρίνη ούρων (CPU): 100  $\mu\text{g/l}$  ή 80  $\mu\text{g/g}$  κρεατινίνης
- 5) δ – αμιλεβουλιλικό οξύ στα ούρα (ALAU): 10 mg/l
- 6) Ερυθροκυτταρική ψευδαργυρούχος πρωτοπορφυρίνη (ZPP): < 20  $\mu\text{g/g}$  αιμοσφαιρίνης.

#### Σημείωση:

- $\mu\text{g}$  (μικρογραμμάριο): είναι το ένα εκατομμυριοστό του γραμμαρίου (1g = 1.000.000  $\mu\text{g}$ )
- dl (δεκατόλιτρο): είναι το ένα δέκατο του λίτρου (1l = 10dl)
- ml (χιλιοστόλιτρο): είναι το ένα χιλιοστό του λίτρου (1l = 1000ml)
- U (Ευρωπαϊκή μονάδα)
- < : μικρότερο του .....
- $\leq$  : μικρότερο ή ίσο του .....
- > : μεγαλύτερο του .....

### **3. ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ**

#### **1. Μέτρηση του μολύβδου στον αέρα του χώρου εργασίας (έλεγχος του εργασιακού περιβάλλοντος)**

Οι μετρήσεις για να είναι αντιπροσωπευτικές της έκθεσης των εργαζομένων σε αερομεταφερόμενο μόλυβδο πρέπει να διενεργούνται με ατομικούς δειγματολήπτες και η ανάλυση των σωματιδίων που έχουν επικαθίσει πάνω στο φίλτρο, για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του μεταλλικού μολύβδου στο δείγμα του αέρα, πρέπει να γίνεται με φασματομετρία ατομικής απορρόφησης.

Αν οι μετρήσεις του μολύβδου στον αέρα υπερβαίνουν το όριο δράσης των  $75 \mu\text{g/m}^3$ , που υπολογίζεται σαν μέση χρονικά σταθμισμένη τιμή για οκτάωρη ημερήσια εργασία οι εργοδότες έχουν την υποχρέωση να εφαρμόσουν τα παρακάτω:

- Τακτικό έλεγχο του εργασιακού περιβάλλοντος (τουλάχιστον μια φορά κάθε τρεις μήνες)
- Επίβλεψη της υγείας των εργαζομένων (τουλάχιστον μια φορά στους έξι μήνες)
- Ειδικά μέτρα πρόληψης
- Ειδική ενημέρωση στους εργαζομένους που περιλαμβάνει και πληροφορίες σχετικές με τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μολύβδου στον εργασιακό αέρα, τα στατιστικά (όχι ονομαστικά) αποτελέσματα των βιολογικών εξετάσεων και την σημασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και των ιατρικών εξετάσεων, καθώς επίσης και πληροφορίες σχετικές με τους κινδύνους για την υγεία τους από την

έκθεση στον μόλυβδο και ιδιαίτερα τους έμμεσους κινδύνους για τα έμβρυα και τα βρέφη που τρέφονται με μητρικό γάλα.

- Τήρηση αρχείου στοιχείων ελέγχου περιβάλλοντος και ιατρικών φακέλων.

### **Τήρηση αρχείου έκθεσης του μολύβδου στον εργασιακό αέρα είναι 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Σε περίπτωση σημαντικής αύξησης της τιμής έκθεσης οι εργαζόμενοι απομακρύνονται αμέσως από τον εργασιακό χώρο που έχει προσβληθεί.

Εντοπίζονται τα αίτια της υπέρβασης και λαμβάνονται τα απαραίτητα τεχνικά ή άλλα επανορθωτικά μέτρα, ώστε η συγκέντρωση μολύβδου στον αέρα να μειωθεί το ταχύτερο δυνατό και η έκθεση των εργαζομένων να περιορισθεί σε τιμές κάτω από τα ανώτερα επιτρεπτά όρια.

Η χρήση ατομικών μέτρων προστασίας του αναπνευστικού συστήματος δεν είναι δυνατόν να είναι μόνιμη και η διάρκειά της πρέπει να περιορίζεται στον απόλυτα αναγκαίο χρόνο.

2. Πρέπει να τοποθετούνται ειδικά φίλτρα κατακράτησης των μολυβδούχων καπνών στα φουγάρα των φούρνων
3. Πρέπει να καταβρέχονται οι αποθήκες μολυβδούχων μεταλλικών καταλοίπων για να μην σηκώνεται τοξική σκόνη. Τα υγρά απόβλητα δεν πρέπει να καταλήγουν στους κοινούς υπονόμους.
4. Πρέπει να έχουν στην διάθεσή τους οι εργαζόμενοι κατάλληλες εγκαταστάσεις υγιεινής που θα περιλαμβάνουν και ντους
5. Πρέπει να πραγματοποιείται συχνός και επιμελημένος καθαρισμός όλων των εργασιακών χώρων, από ειδικά συνεργεία. Τα τοξικά απόβλητα θα μεταφέρονται σε ειδικούς χώρους τοξικών αποβλήτων.
6. Πρέπει οι εργαζόμενοι κατά τη διάρκεια της εργασίας τους σε μολυσμένο από μόλυβδο εργασιακό χώρο:
  - Να καπνίζουν
  - Να τρώνε
  - Να πίνουν
7. Πρέπει ο εργοδότης να εφοδιάζει τους εργαζόμενους με τα κατάλληλα ενδύματα και με άλλα ατομικά μέσα προστασίας (γάντια, παπούτσια, προσωπίδα, κτλ), ανάλογα με τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των ενώσεων του μολύβδου στις οποίες εκτίθενται
8. Ο καθαρισμός των ενδυμάτων εργασίας γίνεται με δαπάνες της επιχείρησης σε ειδικές εγκαταστάσεις ή σε ειδικά καθαριστήρια
9. Οι εργαζόμενοι πρέπει:
  - Να χρησιμοποιούν τις φόρμες εργασίας και τα ατομικά μέσα προστασίας
  - Να καθαρίζουν τα χέρια και το πρόσωπό τους πριν φάνε, πουν και καπνίσουν
  - Να φυλάνε τα ρούχα εργασίας τους σε ειδικά ντουλάπια και δεν πρέπει να τα μεταφέρουν σπίτι τους
  - Να πλένονται και να καθαρίζονται σχολαστικά στο τέλος της εργασίας τους

Πρέπει η κατεργασία του μολύβδου και των ενώσεών του να γίνεται σε κλειστά συστήματα

### Βιβλιογραφικές αναφορές

- Οδηγία 77/312/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 29<sup>ης</sup> Μαρτίου περί επιβλέψεως με βιολογικά μέσα του πληθυσμού σχετικά με τον κίνδυνο από μόλυβδο.
- Οδηγία 82/605/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 28<sup>ης</sup> Ιουλίου 1982 για την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που παρουσιάζονται συνέπεια της εκθέσεώς τους στο μεταλλικό μόλυβδο και στις ενώσεις ιόντων του κατά την διάρκεια της εργασίας.
- Π.Δ. 94/1987, Φ.Ε.Κ. 54/Α/22.4.1987  
Προστασία των εργαζομένων που εκτίθενται στον μεταλλικό μόλυβδο και τις ενώσεις ιόντων του κατά την εργασία
- G. Piangerelli, A. Carrara, A. Nova, R. Maremani: Dispensa di educazione sanitaria-Difendiamoci dal piombo  
Ed. CORTINA, Milano 1979

### **ΕΡΩΤΗΣΗ – ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Ο μόλυβδος μεταφέρεται στα διάφορα όργανα του σώματος μέσω του αίματος.  
Αποθηκεύεται μακροχρόνια κυρίως:

- στο ήπαρ
- στους νεφρούς
- στα οστά**