

The background is a teal gradient with abstract geometric patterns. It includes thin white lines forming a network, a cluster of small teal spheres on the left, and several larger teal spheres connected by lines. A large white number '9' is positioned on the right side.

9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ



ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

Συνοπτικό περιεχόμενο

Εισαγωγή

9.1 Προσωπικό εργαστηρίου

9.2 Προϋποθέσεις ακτινοπροστασίας

9.3 Ακτινοπροστασία κατά τη χρήση “φορητού μηχανήματος”
(τροχήλατο)

9.4 Ακτινοπροστατευτικά υλικά

Περίληψη



Σ τ ό χ ο ι

Μετά την ολοκλήρωση αυτής της ενότητας θα πρέπει να είσαι σε θέση:

1. Να γνωρίζεις τις προϋποθέσεις ακτινοπροστασίας και τους παράγοντες που συμβάλλουν στην ακτινοπροστασία.
2. Να εξηγείς πως εξασθενεί η ακτινοβολία.
3. Να αναφέρεις τα μέτρα ακτινοπροστασίας που χρειάζεται να λαμβάνονται όσον αφορά το προσωπικό.
4. Να αναφέρεις τα ιδιαίτερα μέτρα ακτινοπροστασίας, όταν γίνονται ακτινογραφίες με φορητό μηχάνημα.
5. Να χρησιμοποιείς σωστά τα διάφορα ακτινοπροστατευτικά υλικά.

Ο ρ ο λ ο γ ί α

Διαρρέουσα ακτινοβολία
.....
Μόλυβδος
.....
Νόμος της πυκνότητας
.....
Νόμος του αντίστροφου
του τετραγώνου

Προστατευτικά γάντια
.....
Προστατευτικό
θυρεοειδούς αδένος
.....
Προστατευτική ποδιά
.....
Σκεδαζόμενη ακτινοβολία

Εισαγωγή

Όλο το πλέγμα της ακτινοπροστασίας βασίζεται στον τρόπο κατασκευής των μηχανημάτων και εγκαταστάσεων, στην άψογη λειτουργία τους και στον ανθρώπινο παράγοντα.

Σε ό,τι αφορά τον τρόπο κατασκευής, αυτός έχει να κάνει κυρίως με τη θωράκιση των πηγών είτε αυτές είναι μία λυχνία παραγωγής ακτινών X για ιατρικούς σκοπούς είτε ένας πυρηνικός αντιδραστήρας.

Σε ό,τι αφορά τον τρόπο λειτουργίας και χρήσης των πηγών ιοντίζουσας ακτινοβολίας, τα μέτρα αυτά σχετίζονται με την προστασία του προσωπικού κατά τη λειτουργία των πηγών και την εκπαίδευσή του.

9.1. Προσωπικό εργαστηρίου

Για την ασφαλή λειτουργία εργαστηρίου ιοντίζουσων ακτινοβολιών, από άποψη ακτινοπροστασίας, απαιτείται *ειδικευμένο και κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό*, του οποίου τόσο η επαγγελματική απασχόληση στο εργαστήριο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του όσο και η γενικότερη φροντίδα, επίβλεψη και υπευθυνότητα, θα εξασφαλίζουν την προστασία των ατόμων και του περιβάλλοντος από τις ιοντίζουσες ακτινοβολίες με τήρηση των κανόνων ακτινοπροστασίας.

Το ακτινολογικό εργαστήριο στελεχώνεται από προσωπικό, το οποίο με την κατάλληλη εκπαίδευσή του εργάζεται με ευσυνειδησία και αποτελεσματικότητα. Όλοι οφείλουν να ακολουθούν τους κανονισμούς ακτινοπροστασίας που προβλέπονται για τη λειτουργία του εργαστηρίου ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία των ιδίων και των εξεταζόμενων.

Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι σε κάθε εργασία με ιοντίζουσες ακτινοβολίες υπάρχει και υπεύθυνος ακτινοπροστασίας, ο οποίος έχει εκπαιδευτεί κατάλληλα για να φροντίζει για την τήρηση των μέτρων προστασίας και την εφαρμογή των κανονισμών ακτινοπροστασίας.

Ο υπεύθυνος ακτινοπροστασίας συμμετέχει στην οργάνωση και επιβλέπει τα προγράμματα διασφάλισης ποιότητας στο εργαστήριο, τα οποία στοχεύουν στη βελτίωση των παρεχόμενων ιατρικών πράξεων από πλευράς ακτινοπροστασίας καθώς και στην ελαχιστοποίηση των δόσεων στους εξεταζόμενους και το κοινό. Προτείνει νέες μεθόδους ή τροποποίηση των

εφαρμοζόμενων μεθόδων για τη μείωση της δόσης στους εξεταζόμενους και τη βελτιστοποίηση της απεικονιστικής. Οργανώνει, εποπτεύει και εκτελεί προγράμματα ποιοτικών ελέγχων, τα οποία αποσκοπούν στη σωστή και ασφαλή λειτουργία καθώς και στην ικανοποιητική απόδοση των ακτινολογικών συστημάτων και του βοηθητικού εξοπλισμού. Είναι υπεύθυνος για την επιμόρφωση και εκπαίδευση του προσωπικού του εργαστηρίου για θέματα ακτινοπροστασίας.

Οι εργαζόμενοι στα εργαστήρια ιοντιζουσών ακτινοβολιών χαρακτηρίζονται ως επαγγελματικά εκτιθέμενοι και πρέπει:

- να είναι πάνω από 18 χρόνων,
- να φέρουν δοσίμετρα,
- να γνωρίζουν τους πιθανούς κινδύνους από τη χρήση ακτινοβολιών και τις βασικές αρχές ακτινοπροστασίας, οι οποίες θα εφαρμοσθούν στην πράξη.

Η Ι.C.R.P. (Διεθνής Επιτροπή Ακτινοπροστασίας. Σύσταση αριθμός 34 1982) στη δημοσίευσή της καθορίζει το ρόλο του τεχνολόγου-ακτινολόγου απόφοιτου ΤΕΙ σχετικά με την ακτινοπροστασία, ως εξής:

“Οι τεχνολόγοι-ακτινολόγοι απόφοιτοι ΤΕΙ βρίσκονται σε θέση - κλειδί σχετικά με τη χορηγούμενη δόση ακτινοβολίας και ανάλογα με την εκπαίδευσή τους και την επαγγελματική τους ικανότητα, καθορίζουν μέσα σε ευρέα όρια το επίπεδο της χορηγούμενης δόσης”.

Πολλοί πιστεύουν ότι η δόση της ακτινοβολίας στον εξεταζόμενο - για ακτινογραφίες ίδιου θέματος - είναι περίπου η ίδια. Έρευνες έχουν αποδείξει όμως ότι δεν ισχύει αυτό, αφού οι δόσεις μπορούν να διαφέρουν δραματικά μεταξύ τους τόσο από νοσοκομείο σε νοσοκομείο όσο ακόμα και από θάλαμο σε θάλαμο.

Οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη διακύμανση της δόσης είναι πολλοί: αναφέρονται ενδεικτικά οι εξής: η τοποθέτηση του ασθενούς κατά την ακτινολογική εξέταση, η εστιακή απόσταση, οι ενισχυτικές πινακίδες, τα φίλμ, η χημική επεξεργασία τους και τα ακτινολογικά στοιχεία.

Ωστόσο όλοι οι παράγοντες είναι ή οφείλουν να είναι κάτω από τον πλήρη έλεγχο του εξεταστή. Αυτό έχει μεγάλη αξία για τον εξεταζόμενο αλλά και για τον ίδιο τον εργαζόμενο από άποψη ακτινοπροστασίας.

Προϋποθέσεις χώρων ακτινολογικού εργαστηρίου

Η δόση της ακτινοβολίας στους εργαζόμενους μπορεί να περιοριστεί δραστικά, αν γίνει σωστή μελέτη των χώρων του εργαστηρίου.

Σε ένα ακτινολογικό εργαστήριο πρέπει :

- Οι διαστάσεις του να ικανοποιούν τις απαιτήσεις που προκύπτουν από τις διαστάσεις των μηχανημάτων και να εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή λειτουργικότητα του εργαστηρίου.
- Οι θωρακίσεις του να είναι σύμφωνα με τους προβλεπόμενους κανονισμούς ακτινοπροστασίας.
- Ο θαλαμίσκος του χειριστηρίου να είναι και αυτός θωρακισμένος και να βρίσκεται σε τέτοια θέση, ώστε να υπάρχει εύκολη και γρήγορη πρόσβαση στο θάλαμο ακτινογραφιών. Ο έλεγχος του θαλάμου επιτυγχάνεται μέσω ειδικού παραθύρου, το οποίο καλύπτεται με μολυβδύαλο.
- Να υπάρχει εμφανές οπτικό και ακουστικό σήμα στο χειριστήριο του μηχανήματος, το οποίο θα λειτουργεί κατά το χρόνο της εξέτασης.

Επίσης για καλύτερη ασφάλεια - ακτινοπροστασία - κατά τη λειτουργία του εργαστηρίου είναι ευνόητο ότι:

- Το προσωπικό πρέπει να παραμένει πίσω από τα προστατευτικά πετάσματα κατά την διάρκεια των ακτινοδιαγνωστικών εξετάσεων. Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε πρέπει να φορά προστατευτική ποδιά από μολυβδοκαουτσούκ.
- Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση, μετακίνηση ή αντικατάσταση του εξοπλισμού του εργαστηρίου από άτομα, τα οποία δεν έχουν οριστεί υπεύθυνα γι' αυτές τις εργασίες.

Για τους εργαζόμενους στα ακτινολογικά εργαστήρια, οι οποίοι αναμφισβήτητα πρέπει να γνωρίζουν και να εφαρμόζουν σχολαστικά τους κανονισμούς της ακτινοπροστασίας, υπάρχει ένα διπλό κίνητρο:

- Κίνητρο ηθικό για τη διαφύλαξη της υγείας του εξεταζόμενου
- Κίνητρο ατομικής προστασίας για την προάσπιση των ιδίων των εργαζόμενων.

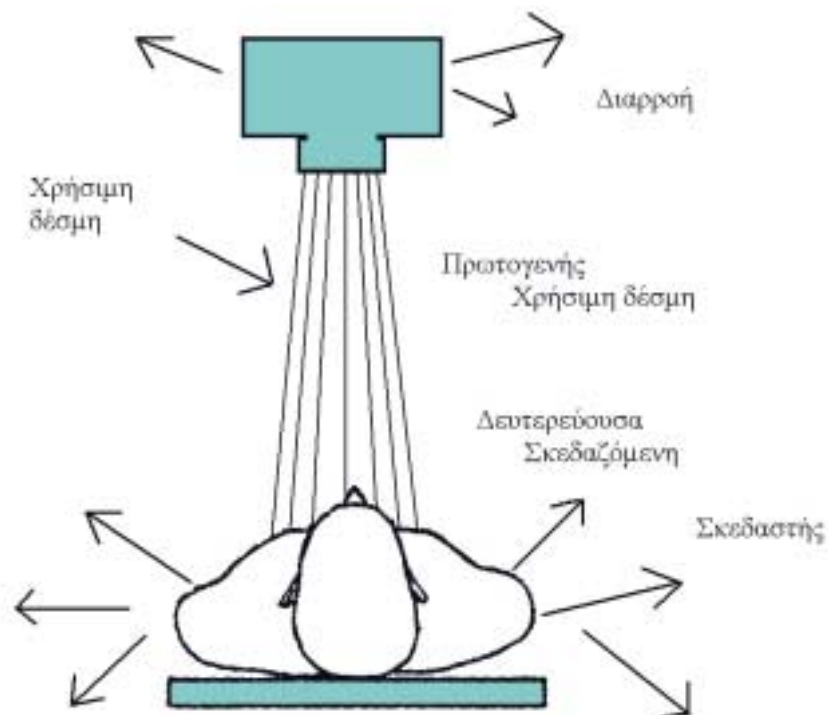
9.2 Προϋποθέσεις ακτινοπροστασίας

Στην όλη φροντίδα του εξεταζόμενου βασικό μέλημα και υποχρέωση του εργαζόμενου στα ακτινολογικά εργαστήρια είναι ο περιορισμός της ακτινοβολήσής του στα όρια του εξεταζόμενου θέματος.

Σε όλες τις εξετάσεις, στις οποίες γίνεται χρήση ιοντίζουσας ακτινοβολίας, η πρωτογενής δέσμη της ακτινοβολίας θα πρέπει να κατευθύνεται στην εξεταζόμενη περιοχή. Κατά τη διέλευση της πρωτογενούς ακτινοβολίας από το σώμα του εξεταζόμενου δημιουργείται σκεδαζόμενη ακτινοβολία - σε ενέργειες μεγαλύτερες των 60 kV - η οποία μαζί με τη διαρρέουσα ακτινοβολία ονομάζεται δευτερογενής ακτινοβολία.

Η ένταση της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας είναι μικρότερη σε σχέση με την πρωτογενή ακτινοβολία και εξαρτάται από:

1. την ένταση της πρωτογενούς ακτινοβολίας που θα προσπέσει στο σώμα. Η αύξηση της τιμής της συνεπάγεται και αύξηση της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας.
2. το πεδίο ακτινοβολήσης. Αν οι διαστάσεις είναι μικρές, η σκεδαζόμενη ακτινοβολία μειώνεται αισθητά.
3. το πάχος του εξεταζόμενου. Σε παχύσαρκα άτομα παρατηρείται αύξηση της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας, γι' αυτό φροντίζουμε με διάφορους τρόπους να περιορίσουμε το πάχος που θα διασχίσει η δέσμη της ακτινοβολίας. Αυτό μπορεί να γίνει με πιεστικές ζώνες ή με τοποθέτηση του εξεταζόμενου σε τέτοια θέση ώστε να μειώνεται το πάχος του π.χ. ακτινογραφία οσφυϊκής μοίρας σπονδυλικής στήλης σε πρηνή θέση.



Εικ. 9.1. Δημιουργία σκεδαζόμενης ακτινοβολίας.

Η πορεία της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας είναι ανεξέλεγκτη. Όμως η πρωτογενής ακτινοβολία είναι ελεγχόμενη και κατευθύνεται μόνο στον εξεταζόμενο. Θα πρέπει λοιπόν το προσωπικό του εργαστηρίου να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα ακτινοπροστασίας.

Κατά τη διάρκεια της έκθεσης του εξεταζόμενου θα πρέπει ο εργαζόμενος να βρίσκεται σε χώρο, ο οποίος είναι μόνιμα θωρακισμένος (χειριστήριο). Η έκθεση της ακτινοβολίας ελέγχεται λοιπόν μόνο από τη θέση του χειριστηρίου. Σε μερικές όμως διαγνωστικές τεχνικές και εξετάσεις στις οποίες είναι ανέφικτος αυτού του είδους ο έλεγχος, το προσωπικό χρειάζεται απαραίτητα να λαμβάνει κατάλληλα μέτρα ακτινοπροστασίας, φορώντας π.χ. τη μολύβδινη ποδιά - προσωρινή θωράκιση - σε εξετάσεις με φορητή ακτινολογική μονάδα.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην περίπτωση που δεν υπάρχει συνοδός για να παραμείνει μέσα στο θάλαμο παραγωγής ιοντίζουσας ακτινοβολίας για τη συγκράτηση του εξεταζόμενου (μικρό παιδί). Πρέπει αυτός που θα παραμείνει να μην ανήκει στο προσωπικό του εργαστηρίου.

Όσοι χρησιμοποιούν την ιοντίζουσα ακτινοβολία σε εξετάσεις για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς, πρέπει να τηρούν τις παρακάτω βασικές προϋποθέσεις ακτινοπροστασίας:

Χρόνος - Απόσταση - Θωράκιση.

1. Χρόνος

Επειδή η δόση σχετίζεται άμεσα με τη διάρκεια της έκθεσης, η μείωση του χρόνου έκθεσης θα μειώσει ανάλογα και τη δόση. Παλαιότερα κατά την κλασική ακτινοσκόπηση χωρίς τη χρήση ενισχυτή εικόνας η ελάττωση του χρόνου παραμονής του εργαζόμενου μείωνε δραστικά και την έκθεσή του στην ακτινοβολία.

$$\text{Δόση} = \text{ρυθμός δόσης} \times \text{χρόνος}$$

Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι ο χρόνος έκθεσης κατά τη λήψη απλών ακτινογραφικών εξετάσεων περιορίζεται σε κλάσματα δευτερολέπτου. Έτσι μειώνεται στο ελάχιστο η πιθανότητα μετακίνησης του εξεταζόμενου θέματος που θα είχε ως συνέπεια την επανάληψη της ακτινογραφίας.

2. Απόσταση

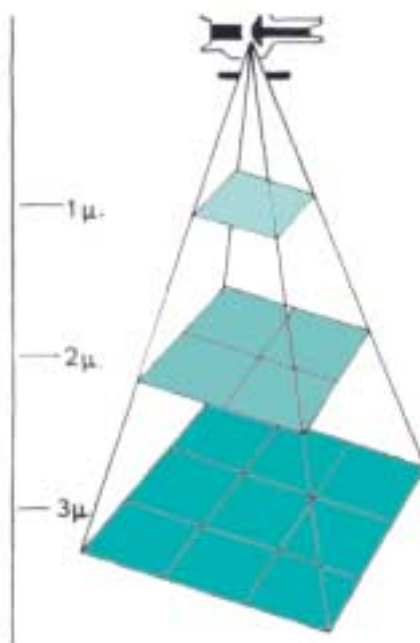
Η ένταση της ακτινοβολίας κατά την δίοδό της στον αέρα βαθμιαία εξασθενεί. Η εξασθένιση αυτή είναι συνάρτηση της απόστασης από την πηγή.

Προκειμένου περί μιας αποκλίνουσας δέσμης η έντασή της θα κατανέμεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια σύμφωνα με το “νόμο του αντίστροφου του τετραγώνου της απόστασης”

$$I = I_0 \cdot \frac{X_0^2}{X^2}$$

όπου I η ένταση της ακτινοβολίας σε μία απόσταση X μακριά από την πηγή και I_0 η ένταση σε απόσταση X_0 κοντά στη πηγή.

Σύμφωνα με το νόμο αυτό η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από μία σημειακή πηγή είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης από την σημειακή πηγή. Στην πράξη τα παραπάνω δηλώνουν ότι, όταν διπλασιαστεί η απόσταση από την πηγή, η ένταση της ακτινοβολίας υποβιβάζεται στο $1/4$ της αρχικής τιμής, όταν τριπλασιαστεί η ένταση υποβιβάζεται στο $1/9$ κ.ο.κ.



Εικ. 9.2. Η ένταση της ακτινοβολίας ελαττώνεται με το νόμο του αντίστροφου του τετραγώνου της απόστασης.

Ο νόμος του αντίστροφου του τετραγώνου είναι χρήσιμος: για τον υπολογισμό της έντασης της ακτινοβολίας. Αυτό σημαίνει ότι, αν αυξηθεί η απόσταση του ατόμου από την πηγή, θα μειωθεί η ένταση της ακτινοβολίας, στο 1 μέτρο 2 φορές, στα 2 μέτρα 4 φορές, στα 3 μέτρα 9 φορές κ.ο.κ.

Γι' αυτό, όσον αφορά τον εργαζόμενο, γίνεται αντιληπτό ότι και στις περιπτώσεις, στις οποίες κατά τη διάρκεια της εξέτασης δεν υπάρχει δυνατότητα κάλυψής του πίσω από το μόνιμο μολύβδινο υλικό - π.χ ακτινογραφία επί κλίνης - τότε θα πρέπει να φορά υποχρεωτικά τη μολύβδινη ποδιά και να βρίσκεται, όσο γίνεται πιο μακριά από τη λυχνία (τουλάχιστον 2 μέτρα). Έτσι εξασθενεί η ένταση της ακτινοβολίας λόγω της απόστασης και μειώνεται αισθητά ο κίνδυνος έκθεσης.

Στην περίπτωση αλλαγών της εστιακής απόστασης και προκειμένου να διατηρηθεί ίδια πυκνότητα στο φιλμ χρησιμοποιείται ο νόμος τετραγώνου ή διατήρησης της πυκνότητας.

Πρέπει να τονισθεί ότι η μεταβολή της εστιακής απόστασης επιφέρει αλλαγές και σε άλλους παράγοντες που συμβάλλουν στην δημιουργία της ακτινολογικής εικόνας.

Ο υπολογισμός της ποσότητας της ακτινοβολίας, την οποία απαιτεί μία έκθεση, όταν αλλάζει απόσταση σε σχέση με την ποσότητα που απαιτούνταν για την ίδια ακτινογραφία σε δεδομένη απόσταση, δίνεται από την παρακάτω σχέση :

$$\frac{\text{νέα } mAs}{\text{παλιά } mAs} = \frac{\text{νέα απόσταση}^2}{\text{παλιά απόσταση}^2} \quad \text{ή} \quad \frac{mAs_2}{mAs_1} = \frac{(SID_2)^2}{(SID_1)^2}$$

Παράδειγμα: από 70 kVp και 100 mAs και εστιακή απόσταση (SID) 180 cm αλλάζουμε σε 90 cm την εστιακή απόσταση.

Τα νέα mAs θα είναι σύμφωνα με το νόμο του τετραγώνου

$$\frac{X}{100} = \frac{90^2}{180^2} \quad \text{ή} \quad x = \frac{100 \times 90^2}{180^2} = 25 \text{ mAs}$$

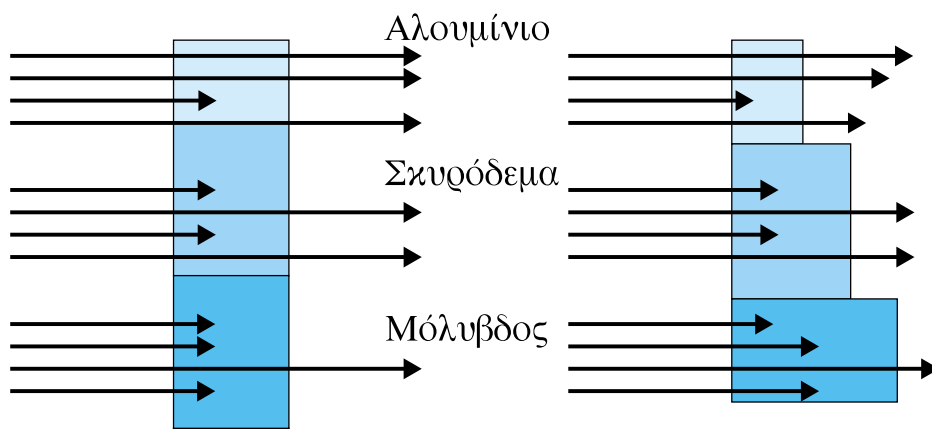
Όταν αυξηθεί η εστιακή απόσταση, θα πρέπει αντίστοιχα να αυξηθούν και τα ακτινολογικά στοιχεία με βάση το νόμο του τετραγώνου της απόστασης. Αυτό σημαίνει αύξηση του θερμικού φορτίου στην άνοδο της λυχνίας με αποτέλεσμα τη ταχύτερη καταστροφή της.

Συμπερασματικά ο ρόλος της απόστασης είναι διττός:

- α.** Επηρεάζει την ένταση της ακτινοβολίας (Νόμος του αντίστροφου του τετραγώνου της απόστασης).
- β.** Επηρεάζει τη διατήρηση της ίδιας πυκνότητας σε περίπτωση μεταβολής της εστιακής απόστασης (Νόμος τετραγώνου της απόστασης).

3. Θωράκιση

Είναι ο πλέον ασφαλής τρόπος μείωσης της έκθεσης του προσωπικού στην ακτινοβολία αλλά όχι ανέξοδος. Οποιοδήποτε υλικό παρεμβαλλόμενο στη δέσμη των ακτίνων X, απορροφά μέρος της ακτινοβολίας και μειώνει μ' αυτόν τον τρόπο την ένταση της δέσμης. Όσο παχύτερο είναι το υλικό και όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητά του τόσο περισσότερο απορροφά την ακτινοβολία (Σχ. 9.3.)



Εικ. 9.3. Η πυκνότητα και το πάχος του υλικού που χρησιμοποιείται για τη θωράκιση επηρεάζει το ποσοστό της απορροφούμενης ακτινοβολίας.

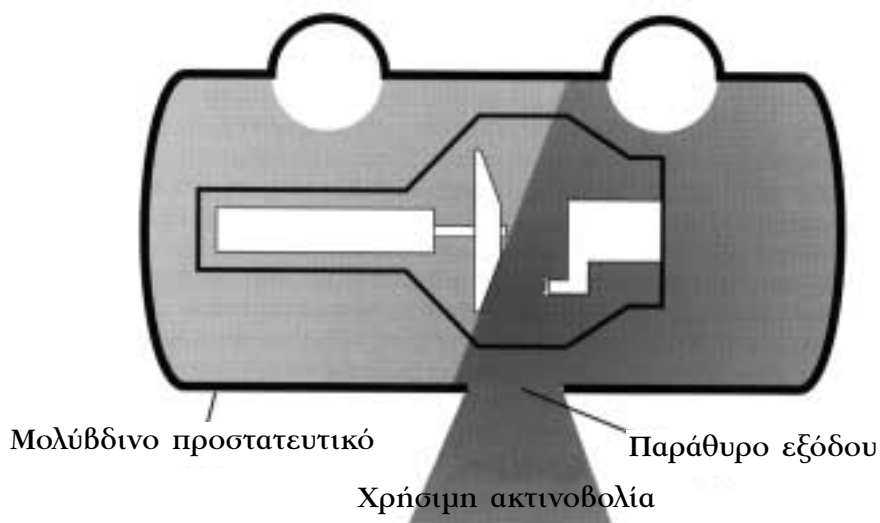
Για τα ακτινολογικά εργαστήρια, ο μόλυβδος χρησιμοποιείται ευρέως ως ακτινοπροστατευτικό υλικό, επειδή λόγω του μεγάλου ατομικού αριθμού και της μεγάλης του πυκνότητας εξασφαλίζει μεγαλύτερη απορρόφηση της ακτινοβολίας, ακόμα και όταν έχει μικρό πάχος. Σαν υλικό είναι εύκαμπτο και έχει μικρό κόστος. Τονίζεται ότι μια ιδιότητα των ακτίνων X είναι ότι, όταν διέρχονται από υλικά μεγάλου ατομικού αριθμού, απορροφώνται σε μεγάλο βαθμό. Ο μόλυβδος, επειδή έχει μεγάλο ατομικό αριθμό, είναι άριστο υλικό απορρόφησης.

Η θωράκιση της λυχνίας των ακτίνων X, πρέπει, να είναι τέτοια, ώστε μόνο μικρό ποσοστό ακτινοβολίας να εξέρχεται απ' αυτήν προς άλλες κατευθύνσεις από την πρωτογενή δέσμη.

Η ακτινοβολία, η οποία εξέρχεται της λυχνίας προς άλλες κατευθύνσεις εκτός της θυρίδας εξόδου ονομάζεται *διαρρέουσα ακτινοβολία*.

Ο έλεγχος της λυχνίας ως προς το ποσοστό της διαρρέουσας ακτινοβολίας γίνεται με θάλαμο ιονισμού, σε διάφορες θέσεις και σε καθορισμένες αποστάσεις (1 μέτρο) από τη λυχνία.

Μια εύκολη μέθοδος εντοπισμού διαρρέουσας ακτινοβολίας η οποία μπορεί να γίνει από τον εργαζόμενο σε ένα ακτινολογικό μηχάνημα, είναι η τοποθέτηση φιλμ στο εξωτερικό περίβλημα της λυχνίας. Από τη χημική επεξεργασία του φιλμ εντοπίζεται η διαρροή. Κατά τη διάρκεια του ελέγχου του ποσοστού της διαρρέουσας ακτινοβολίας, τα διαφράγματα βάθους πρέπει να είναι κλειστά. Τα στοιχεία της ακτινολογικής λήψης που επιλέγονται είναι 100 KVp, μεγάλος χρόνος, λίγα mA.



Εικ. 9.4. Θωράκιση ακτινολογικής λυχνίας

Το πάχος θωράκισης της λυχνίας και το επιτρεπτό ποσοστό ακτινοβολίας καθορίζονται από τους ισχύοντες κανονισμούς ακτινοπροστασίας και είναι διαφορετικά για τις διαγνωστικού¹ και θεραπευτικού τύπου λυχνίες.

Έτσι λοιπόν στα εργαστήρια η λυχνία φέρνει το προστατευτικό κέλυφος που παρέχει ακτινοπροστασία, αφού επιτρέπει να διέλθει μόνο η ωφέλιμη δέσμη των ακτίνων X από τη θυρίδα εξόδου. Στη θυρίδα εξόδου έχουν προσαρμοστεί φίλτρα και το κιβώτιο διαφραγμάτων.

Η μείωση των διαστάσεων του πεδίου ακτινοβολίας είναι ευεργετική τόσο για την προστασία εξεταζόμενου αλλά και του εργαζόμενου. Συγκεκριμένα μειώνοντας το πεδίο ακτινοβολήσης μειώνεται και το ποσοστό της παραγόμενης σκεδαζόμενης ακτινοβολίας.

1. Στις διαγνωστικού τύπου λυχνίες δεν επιτρέπεται η διαρροή ακτινοβολίας να έχει ρυθμό έκθεσης μεγαλύτερο του 1 mSv/h για πεδίο 100 cm² σε απόσταση 1 μέτρο με στοιχεία λειτουργίας 100 KVp και μέγιστο ρεύμα λυχνίας.

Η σωστή λειτουργία των διαφραγμάτων βάθους είναι σημαντικός παράγοντας, ο οποίος πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για την ακτινοπροστασία του εξεταζόμενου αλλά και του εργαζόμενου. Η σύμπτωση του πεδίου ακτινοβολήσης και του φωτεινού πεδίου πρέπει να είναι καλύτερη από $\pm 2\%$ της απόστασης εστίας - συστήματος αποτύπωσης εικόνας.

Το πεδίο ακτινοβολήσης είναι ανάγκη να περιορίζεται μόνο στην περιοχή του ενδιαφέροντος ή το πολύ στις διαστάσεις του συστήματος αποτύπωσης εικόνας (φιλμ) μειωμένο περιμετρικώς κατά 1 cm. Όταν ο λαμπτήρας της φωτεινής επικέντρωσης δε λειτουργεί, τότε δεν μπορεί να καθοριστεί και το πεδίο ακτινοβολήσης του εξεταζόμενου. Στην περίπτωση αυτή καλό είναι να μην γίνονται ακτινολογικές εξετάσεις, αφού ο εξεταζόμενος θα δεχθεί ακτινοβολία σε μεγαλύτερη ή και σε μικρότερη επιφάνεια από την ελεγχόμενη.

Η *θωράκιση του θαλάμου*, στον οποίο βρίσκεται η λυχνία των ακτίνων X, έχει σκοπό τη μείωση της ιοντίζουσας ακτινοβολίας εκτός του θαλάμου για την προστασία των εργαζόμενων σε γειτονικούς χώρους αλλά και του κοινού. Το πάχος, γι' αυτήν την περίπτωση, της απαιτούμενης θωράκισης καθώς και η θέση της εξαρτάται από πλήθος παραγόντων όπως η ενέργεια των ακτίνων X, η κατεύθυνση της πρωτογενούς δέσμης, ο φόρτος εργασίας, η συχνότητα παραμονής προσώπων και άλλων.

Το χειριστήριο των ακτίνων X είναι δυνατό, αναλόγως του προσφερόμενου χώρου, να βρίσκεται είτε εκτός του κυρίως θαλάμου είτε εντός αυτού? πάντοτε όμως επαρκώς θωρακισμένο. Το παράθυρο του χειριστηρίου είναι συνήθως κατασκευασμένο από μολυβδύαλο έτσι, ώστε να προστατεύεται ο εργαζόμενος από τη δευτερογενή ακτινοβολία αφενός και να ελέγχει αφετέρου τον εξεταζόμενο.

Για την ορθή θωράκιση τόσο του θαλάμου όσο και του χειριστηρίου απαιτείται μελέτη θωράκισης συντεταγμένη από ακτινοφυσικό, για την αποφυγή από τη μια βασικών σφαλμάτων και παραλείψεων και από την άλλη σπατάλης υλικού θωράκισης και περιττών εξόδων.

Για την προστασία του δε το *προσωπικό* όταν βρίσκεται στο χώρο του χειριστηρίου, τότε καταφεύγει στα εξής μέτρα προστασίας:

- Στον προστατευτικό εκ μολύβδου θώρακα
- Στην προστατευτική τροχήλατη μολυβδύαλο
- Στις προστατευτικές ποδιές
- και γάντια, τα οποία είναι κατασκευασμένα από μολυβδοκαουτσούκ, ισοδύναμου πάχους 0.5 ή 0.25 mm Pb ή από βινύλιο εμποτισμένο με μόλυβδο.



Εικ. 9.5.
Μολύβδινη
προστατευτική
ποδιά

Εικ. 9.6.
Μολύβδινα
προστατευτικά
γάντια



9.3. Ακτινοπροστασία κατά τη χρήση φορητού μηχανήματος

Η έκθεση της ακτινοβολίας ελέγχεται μόνο από τη θέση του χειριστήριου. Σε μερικές όμως διαγνωστικές τεχνικές και εξετάσεις - για παράδειγμα ακτινογραφία επί κλίνης- στις οποίες δε μπορεί να γίνει αυτό, το προσωπικό χρειάζεται απαραίτητα να λαμβάνει μέτρα ακτινοπροστασίας. Τέτοια μέτρα είναι:

- Απομάκρυνση του εργαζόμενου τουλάχιστον δύο μέτρα από τη λυχνία (μήκος καλωδίου που πρέπει απαραίτητα να διαθέτει το ακτινολογικό μηχάνημα).
- Χρήση της προστατευτικής μολύβδινης ποδιάς καθώς και του προστατευτικού θυρεοειδούς αδένα ή και προστατευτικών γυαλιών.
- Απαγόρευση της συγκράτησης της ακτινογραφικής κασέτας από τον εργαζόμενο. Όπου απαιτείται επιβάλλεται η χρήση ειδικών μηχανικών υποδοχέων.
- Ύπαρξη οπτικού / φωτεινού πεδίου εντοπισμού της περιοχής ενδιαφέροντος στο κινητό ακτινογραφικό μηχάνημα. Η σύμπτωση του πεδίου ακτινοβολήσης και του φωτεινού πεδίου πρέπει να είναι καλύτερη από $\pm 2\%$ της απόστασης εστίας - συστήματος αποτύπωσης εικόνας.



Εικ. 9.7. Φορητό ακτινολογικό μηχάνημα.

- Περιορισμός του πεδίου ακτινοβολίας μόνο στην περιοχή του ενδιαφέροντος ή το πολύ στις διαστάσεις του συστήματος αποτύπωσης εικόνας, μειωμένο περιμετρικώς κατά 1 cm.
- Χρήση κασέτας κατά προτίμηση με ενισχυτικές πινακίδες σπανίων γαιών - μεγάλης ευαισθησίας - συνδυαζόμενης με το αντίστοιχο φιλμ.
- Ρητή διαβεβαίωση από το χειριστή φορητού μηχανήματος ότι κατά τη διάρκεια της ακτινοβολήσης το μόνο εκτιθέμενο πρόσωπο στη χρήσιμη δέσμη είναι ο εξεταζόμενος.
- Αποφυγή ακτινοσκόπησης με φορητό μηχάνημα, εκτός από την περίπτωση κατά την οποία γίνεται χρήση ενισχυτή εικόνας.
- Ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση εστίας - δέρματος είναι τα 30 cm.
- Επιτρεπτή χρήση κινητών μηχανημάτων μόνο σε περιπτώσεις αδυναμίας του ασθενούς ή απαγόρευσης μετάβασής του στον ακτινολογικό θάλαμο.

Εάν ένα φορητό μηχάνημα χρησιμοποιείται συνεχώς στον ίδιο χώρο, τότε η εγκατάσταση θεωρείται μόνιμη και απαιτείται ακτινοπροστασία μόνιμων εγκαταστάσεων.

9.4. Ακτινοπροστατευτικά υλικά

Τα ιατρικά εργαστήρια ακτινοβολιών πρέπει να διαθέτουν τον κατάλληλο ακτινολογικό εξοπλισμό και τα συναφή προς αυτόν εξαρτήματα, τα οποία θα χρησιμοποιεί ο εργαζόμενος και ο εξεταζόμενος κατά τη διάρκεια των ιατρικών εκθέσεων και είναι απαραίτητα για την ακτινοπροστασία. Ο εξοπλισμός αυτός περιλαμβάνει:

- προστατευτική μολύβδινη ποδιά 0,25 mm πάχος τουλάχιστον (για μικρά παιδιά το ελάχιστο πάχος θα πρέπει να είναι 0,50 mm),
- προστατευτικά γεννητικών οργάνων (διαφορετικά για άνδρες - γυναίκες),
- προστατευτικό θυρεοειδούς αδένος,
- προστατευτικά γυαλιά,
- μολύβδινα γάντια,
- προστατευτικό σκίαστρο γονάδων.



Εικ. 9.8. Μολύβδινο προστατευτικό θυρεοειδή αδένος.

Η χρήση των μολύβδινων προστατευτικών είναι επιβεβλημένη τόσο ως προς τους εξεταζόμενους αλλά και ως προς τους εργαζόμενους, οι οποίοι μπορεί να μην βρίσκονται πίσω από το μονίμως θωρακισμένο τμήμα του εργαστηρίου, για παράδειγμα ακτινογραφία επί κλίνης.

Τα ακτινοπροστατευτικά εξαρτήματα, τα οποία συνήθως χρησιμοποιεί ο εργαζόμενος, είναι η μολύβδινη ποδιά, το προστατευτικό θυρεοειδή αδένος, τα προστατευτικά γυαλιά και τα μολύβδινα γάντια.

Όλα τα προστατευτικά εξαρτήματα πρέπει να βρίσκονται στο θάλαμο ακτινολογικών εξετάσεων και κατά περίπτωση να χρησιμοποιούνται ανάλογα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην τοποθέτηση της μολύβδινης ποδιάς, η οποία χρειάζεται να είναι τοποθετημένη σε ειδική θέση, όπως κρεμάστρα, (εικ. 9.5.) ώστε να αποφεύγονται ενδεχόμενες ρωγμές που μπορεί να δημιουργηθούν, όταν αυτή διπλώνεται.

Κατά τη μεταφορά της μολύβδινης ποδιάς για ακτινογραφία επί κλίνης αυτή θα πρέπει να φοριέται και όχι να μεταφέρεται διπλωμένη. Μία μολύβδινη ποδιά, η οποία παρουσιάζει ρωγμές και χρησιμοποιείται, περιορίζει αισθητά την ακτινοπροστασία.



Εικ. 9.9. Μολύβδινα προστατευτικά γυαλιά.

Περίληψη

Βασικές προϋποθέσεις για την τήρηση των κανόνων ακτινοπροστασίας, είναι η απόσταση, η θωράκιση και ο χρόνος.

Η απόσταση από την πηγή ακτινοβολίας προστατεύει και μάλιστα, αν αυτή είναι πηγή ακτινοβολίας X ή γ, ελαττώνει την έντασή της ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης. Η παρεμβολή κατάλληλης θωράκισης μειώνει την έκθεση του προσωπικού στην ακτινοβολία. Επίσης η ελάττωση του χρόνου παραμονής σε περιοχές με πηγή ακτινοβολίας αποτελεί ένα απλό μέτρο ακτινοπροστασίας.

Σ' ένα ακτινολογικό εργαστήριο ο θάλαμος, στον οποίο γίνεται η παραγωγή των ακτίνων X είναι θωρακισμένος με το ανάλογο πάχος μολύβδου σύμφωνα με τους κανονισμούς ακτινοπροστασίας.

Ο εργαζόμενος κατά τον ακτινολογικό έλεγχο πρέπει να βρίσκεται στο χειριστήριο, το οποίο επιβάλλεται να είναι θωρακισμένο. Δεν επιτρέπεται στους επαγγελματίες εργαζόμενους με ακτινοβολίες να συγκρατούν οποιοδήποτε άτομο κατά την ακτινογράφιση.

Κατά τον ακτινολογικό έλεγχο με κινητό ακτινοδιαγνωστικό μηχάνημα είναι απαραίτητο ο εξεταστής να χρησιμοποιεί όλα τα απαραίτητα προστατευτικά.

Απαραίτητος επίσης είναι ο περιορισμός του πεδίου ακτινοβολήσης στα όρια του θέματος.

Ερωτήσεις

1. Διατυπώστε το νόμο του αντίστροφου του τετραγώνου της απόστασης και εξηγήστε τις πρακτικές του εφαρμογές.
2. Γιατί χρησιμοποιείται ο μόλυβδος ως ακτινοπροστατευτικό υλικό;
3. Πώς ονομάζεται η ακτινοβολία η οποία εξέρχεται της ακτινολογικής λυχνίας εκτός των διαφραγμάτων βάθους και με ποιον πρακτικό τρόπο μπορεί ο εργαζόμενος να την εντοπίσει;
4. Τι είναι η σκεδαζόμενη ακτινοβολία και πού δημιουργείται;
5. Ποιοι παράγοντες καθορίζουν το πάχος της θωράκισης του ακτινολογικού θαλάμου;
6. Στην περίπτωση που δε λειτουργεί η φωτεινή επικέντρωση, θα προχωρήσετε στον ακτινολογικό έλεγχο του εξεταζόμενου; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
7. Τι ακτινοπροστατευτικά υλικά πρέπει να υπάρχουν σε ένα ακτινολογικό εργαστήριο για την ακτινοπροστασία του εργαζόμενου;

Σημειώστε τη σωστή απάντηση στις παρακάτω ερωτήσεις:

8. Σε ποια περίπτωση δημιουργείται σκεδαζόμενη ακτινοβολία;
 - A. Στην άνοδο της λυχνίας
 - B. Στις ενισχυτικές πινακίδες
 - Γ. Στο σώμα του εξεταζόμενου
9. Κατά τη διάρκεια των ακτινοδιαγνωστικών εξετάσεων ο εργαζόμενος πρέπει να βρίσκεται
 - A. στο χειριστήριο
 - B. εκτός ακτινολογικού εργαστηρίου
 - Γ. μέσα στον ακτινολογικό θάλαμο και δίπλα στον εξεταζόμενο φορώντας την προστατευτική ποδιά.
10. Η πορεία της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας
 - A. ελέγχεται με το αντιδιαχυτικό διάφραγμα
 - B. ελέγχεται με το σύστημα ανίχνευσης της ακτινοβολίας
 - Γ. είναι ανεξέλεγκτη

11. Η αναγκαία συγκράτηση του εξεταζόμενου κατά τον ακτινολογικό έλεγχο γίνεται
 - A. από τον εξεταστή
 - B. από ένα άτομο του προσωπικού του εργαστηρίου, το οποίο δε θα πρέπει να βρίσκεται σε αναπαραγωγική ηλικία
 - Γ. από ένα άτομο εκτός του προσωπικού του εργαστηρίου
12. Ποια η σχέση του χρόνου έκθεσης με τη δόση της ακτινοβολίας
 - A. ανάλογη
 - B. αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης
 - Γ. αντιστρόφως ανάλογη
 - Δ. δεν έχει καμία σχέση
13. Συμπληρώστε τα κενά στην παρακάτω πρόταση.
Ο έλεγχος της διαρρέουσας ακτινοβολίας γίνεται με το όργανο _____ σε διάφορες θέσεις και σε απόσταση _____ από τη λυχνία.
14. Κατά τη διάρκεια ελέγχου της ακτινολογικής λυχνίας ως προς το ποσοστό της διαρρέουσας ακτινοβολίας τα διαφράγματα βάθους πρέπει να είναι
 - A. κλειστά
 - B. εντελώς ανοιχτά
 - Γ. στα όρια των πιο συνηθισμένων διεξαγόμενων εξετάσεων.
15. Κατά τον ακτινολογικό έλεγχο με χρήση φορητού ακτινοδιαγνωστικού μηχανήματος η ελάχιστη απόσταση εστίας-δέρματος είναι
 - A. 90cm
 - B. 60cm
 - Γ. 30cm
16. Τι μέτρα θα λάβετε κατά την ακτινογράφιση με ένα φορητό ακτινοδιαγνωστικό μηχάνημα, ώστε να αποφύγετε πιθανή δική σας έκθεση;

Απαντήσεις

- | | |
|-------|-------|
| 8. Γ | 12. A |
| 9. A | 14. A |
| 10. Γ | 15. Γ |
| 11. Γ | |

