

Σεμινάριο

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Τεχνολογία Ακτινολογίας

Τσούγκος Ιωάννης

Ακτινολογικό μηχάνημα



Κεφαλή

Λυχνία παραγωγής ακτίνων-Χ & σύστημα ψύξης

Η παραγωγή ακτίνων-Χ βασίζεται στην ακτινοβολία πέδησης.

Ηλεκτρόνια επιταχύνονται από την κάθοδο και προσκρούουν στην άνοδο (εστία) όπου παράγονται φωτόνια λόγω πέδησης.

Παράλληλα εκπέμπεται χαρακτηριστική ακτινοβολία του υλικού της εστίας (συνήθως βολφράμιο)



Κιβώτιο διαφραγμάτων

Σύστημα περιορισμού της δέσμης ακτινοβολίας στις επιθυμητές διαστάσεις.

Ζεύγη οριζόντιων και κάθετων μολύβδινων πλακιδίων.

Η φωτεινή προβολή του πεδίου της ακτινοβολίας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ισχυρού λαμπτήρα και κατόπτρου

Εξεταστική Τράπεζα

Είναι κατασκευασμένη από υλικά που προκαλούν όσο το δυνατό χαμηλότερη εξασθένιση της ακτινοβολίας.

Μπορεί να μετακινηθεί κατά ύψος, παράλληλα και κάθετα ώστε να εξασφαλιστεί η κατάλληλη τοποθέτηση του ασθενή για την εξέταση.

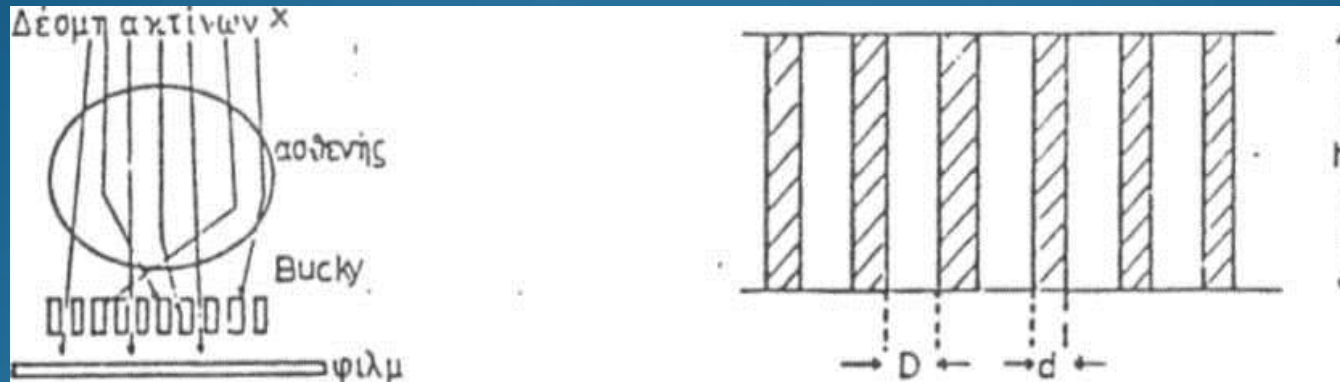
Στο κάτω μέρος της τράπεζας βρίσκεται η διάταξη που δέχεται το ακτινολογικό film και το αντιδιαχυτικό διάφραγμα (bucky)

Αντιδιαχυτικό διάφραγμα (bucky)

Το ιδανικό στον σχηματισμό της εικόνας είναι να συμμετέχουν ακτίνες-Χ (φωτόνια) που ΔΕΝ αλληλεπίδρασαν με τον ασθενή.

Επειδή σκεδασμένα φωτόνια υπάρχουν πάντα, χρησιμοποιείται το αντιδιαχυτικό διάφραγμα για να τα εμποδίσει να προσβάλουν το film και να υποβαθμίσουν την ποιότητα της εικόνας

Αντιδιαχυτικό διάφραγμα (bucky)

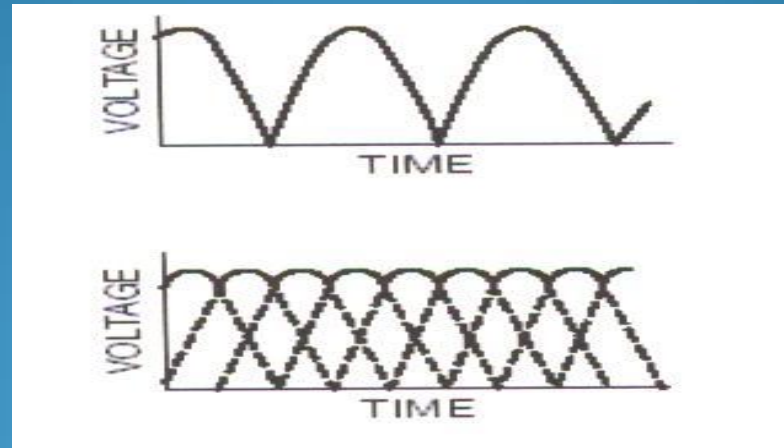


Αποτελούνται από λωρίδες μολύβδου σε διάφορες διατάξεις (παράλληλες, εστιασμένες, διασταυρωμένες) ανάλογα το είδος της εξέτασης

Το bucky χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που το ακτινογραφούμενο τμήμα του ασθενή έχει πάχος μεγαλύτερο από 10 cm και η υψηλή τάση είναι μεγαλύτερη από 60 kV

Γεννήτρια υψηλής τάσης

Για την παραγωγή ακτινοβολίας απαιτείται τάση μεταξύ καθόδου-ανόδου της τάξης των χιλιάδων Volt. Για την ενίσχυση της παρεχόμενης από τη ΔΕΗ τάσης (220 V) αλλά και τη μετατροπή της από εναλλασσόμενη σε συνεχή, χρησιμοποιούνται κατάλληλες γεννήτριες. Στα σύγχρονα συστήματα οι γεννήτριες είναι τριφασικές, 6 ή 12 παλμών



Χειριστήριο

Επιλογή

kV: Υψηλή τάση της λυχνίας

mA: ρεύμα ηλεκτρονίων στη
λυχνία παραγωγής

msec: χρόνος ακτινοβολίας

Το γινόμενο **mA**s είναι ενδεικτικό
της ποσότητας της ακτινοβολίας
που εκπέμπεται



Παράγοντες που επηρεάζουν την εκπομπή ακτινοβολίας X

Ιδιότητες ακτίνων X



Ποιότητα δέσμης

Η διεισδυτική της ικανότητα

kV, το ολικό φίλτρο & κυματομορφή

Ποσότητα δέσμης

Το ποσό ακτινοβολίας δηλ. ο αριθμός των φωτονίων

mA, mAs

Ρύθμιση kV

Η ενέργεια της δέσμης των ακτίνων-Χ, δηλαδή η διεισδυτική της ικανότητα, εξαρτάται από τη ρύθμιση των kV

Συνεπώς όσο πιο παχύς είναι ο ασθενής τόσο πιο μεγάλη τιμή kV_p επιλέγουμε με σκοπό τα φωτόνια να έχουν ικανή ενέργεια ώστε να διαπεράσουν τον ασθενή και να προσπέσουν στο ακτινολογικό film.

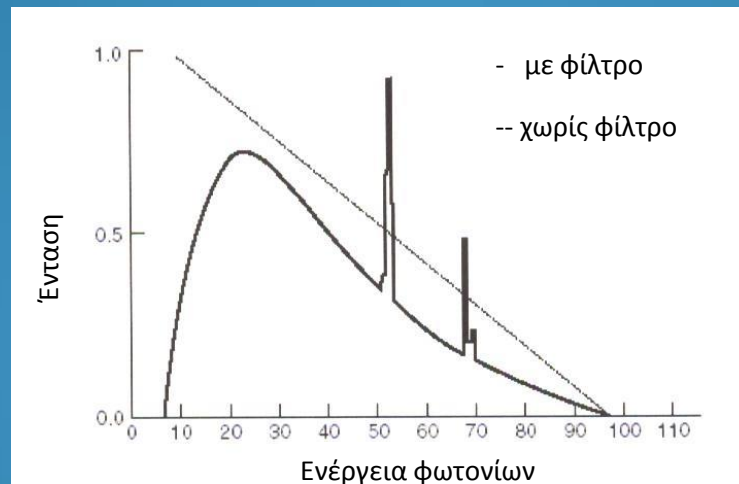
Η ακτινολογική λυχνία εκπέμπει φωτόνια με συνεχές φάσμα ενεργειών.

Με την επιλογή των kV_p ουσιαστικά ορίζουμε τη μέγιστη τιμή της ενέργειας του φάσματος των φωτονίων.

Φίλτρο

Καθώς τα φωτόνια χαμηλής ενέργειας απορροφούνται από το σώμα του ασθενούς (αυξάνοντας έτσι τη δόση που δέχεται), δεν συνεισφέρουν στην εικόνα.

Για την εξάλειψη αυτών των φωτονίων, τοποθετούνται στην έξοδο της λυχνίας, ειδικά φίλτρα από αλουμίνιο τα οποία τα απορροφούν χωρίς να επηρεάζουν τα φωτόνια υψηλής ενέργειας.



Ρύθμιση mA, sec, mAs

mA

Ο αριθμός ηλεκτρονίων που εκπέμπονται από την κάθοδο & έλκονται από την άνοδο στη μονάδα του χρόνου, αντιπροσωπεύει το ηλεκτρικό ρεύμα. Σαν μέγεθος είναι ενδεικτικό του ρυθμού παραγωγής φωτονίων (φωτόνια/sec) στην άνοδο της λυχνίας

Sec

Χρόνος ακτινοβολήσης

Ο χρόνος να είναι όσο το δυνατό **μικρότερος** ώστε να αποφευχθεί η **ασάφεια** που προκαλείται στην εικόνα λόγω της **κίνησης** του ασθενούς ή της κίνησης των ανατομικών δομών που απεικονίζουμε (π.χ. καρδιά, πνεύμονες)

Ρύθμιση mA, sec, mAs

mAs

Το γινόμενο του ρεύματος επί τον χρόνο ονομάζεται **έκθεση** και είναι ενδεικτικό του **πλήθους** των φωτονίων που παρήγαγε η λυχνία.

Τα mAs καθορίζουν την **αμαύρωση** που θα προκληθεί στο ακτινολογικό film. Δηλαδή, όσο πιο πολλά φωτόνια (μεγάλα mAs) προσπέσουν στο film τόσο μεγαλύτερη αμαύρωση θα προκληθεί

Σύστημα αυτόματου ελέγχου (ΑΕΕ)

Στα πιο σύγχρονα ακτινογραφικά μηχανήματα χρησιμοποιείται ως **χρονοδιακόπτης** ένας ή περισσότεροι παράλληλοι επίπεδοι θάλαμοι ιονισμού.

Οι θάλαμοι αυτοί είναι κατάλληλα τοποθετημένοι ώστε να μετρούν την **ποσότητα της ακτινοβολίας** που προσπίπτει **στο film** άρα και το επίπεδο της **αμαύρωσης** που έχει προκληθεί.

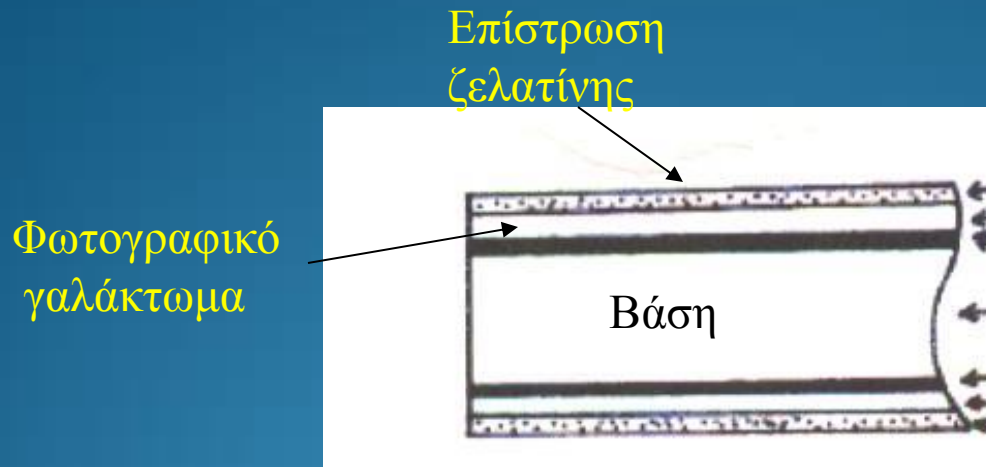


Σύστημα αυτόματου ελέγχου (ΑΕC)

Όταν η ποσότητα της ακτινοβολίας (άρα και η αμαύρωση) πάρει την επιθυμητή τιμή τότε οι θάλαμοι δίνουν εντολή διακοπής της ακτινοβολήσης.

Η χρήση του συστήματος Α.Ε.С. εξασφαλίζει τη σωστή αμαύρωση του film καθώς αποφεύγεται η υπο/υπερ - έκθεσή του

Ακτινογραφικό film



Αποτελείται από μια συνθετική **βάση**, πάχους 0.1 mm, σχεδόν **διάφανη** στο ορατό φως.

Στις δυο πλευρές της (ή μόνο στη μια) είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο το **φωτογραφικό γαλάκτωμα** (πάχους 0.01 mm). Το ενεργό συστατικό του γαλακτώματος είναι οι **κόκκοι AgBr και AgI** οι οποίοι είναι **ευαίσθητοι στο ορατό φως** και **λιγότερο ευαίσθητοι στην ακτινοβολία**.

Η βάση και το φωτογραφικό γαλάκτωμα περιβάλλονται από **μια προστατευτική επίστρωση ζελατίνης** για λόγους μηχανικής αντοχής και ευκαμψίας.

Ενισχυτική πινακίδα

Επειδή το film από μόνο του δεν είναι αρκετά ευαίσθητο στην ακτινοβολία-X, ο σχηματισμός ικανής εικόνας θα απαιτούσε μεγάλο αριθμό φωτονίων και κατά συνέπεια μεγάλη δόση στον ασθενή.

Το πρόβλημα αυτό παρακάμπτεται με τη χρήση ενισχυτικής πινακίδας.



Ενισχυτική πινακίδα

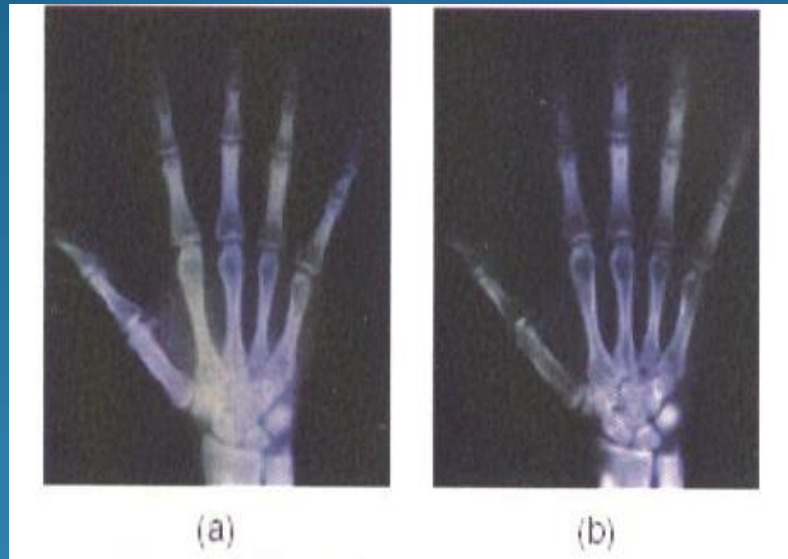
Τοποθετείται μεταξύ ασθενή και film (σε επαφή) και μετατρέπει την **ενέργεια των φωτονίων** που προσπίπτουν σε αυτή σε **ορατό φως** με το φαινόμενο του φθορισμού.

Το **ορατό φως** προσπίπτει στο **film** και μέσω **φωτοχημικών αντιδράσεων** σχηματίζεται η «**λανθάνουσα**» **εικόνα** (με τον όρο αυτό εννοούμε ότι η εικόνα δεν φαίνεται αποτυπωμένη στο film όμως η πληροφορία της έχει καταγραφεί σε αυτό).

Για λόγους μηχανικής αντοχής και φωτοστεγανότητας, το film και η ενισχυτική πινακίδα τοποθετούνται μέσα σε ειδική κασέτα.

Ενισχυτική πινακίδα

125 mAs



7 mAs

Χωρίς εν. πινακίδα

Με εν. πινακίδα

Οι εικόνες ελήφθησαν με τα ίδια kV

Στην (β) περίπτωση η δόση στον ασθενή είναι 18 φορές μικρότερη

Εμφάνιση

Η εμφάνιση του ακτινολογικού film είναι αντίστοιχη αυτής του φωτογραφικού.

Με χημικές διαδικασίες η λανθάνουσα εικόνα μετατρέπεται σε ορατή.

Οι περιοχές του film που ακτινοβολήθηκαν έχουν μαύρο χρώμα ενώ αυτές που δεν ακτινοβολήθηκαν λευκό.



Εμφάνιση

Προσοχή

Τα στοιχεία λειτουργίας του εμφανιστηρίου (θερμοκρασία, pH) πρέπει να είναι αυτά που ορίζει ο κατασκευαστής και οι κύλινδροι να διατηρούνται πάντα καθαροί.



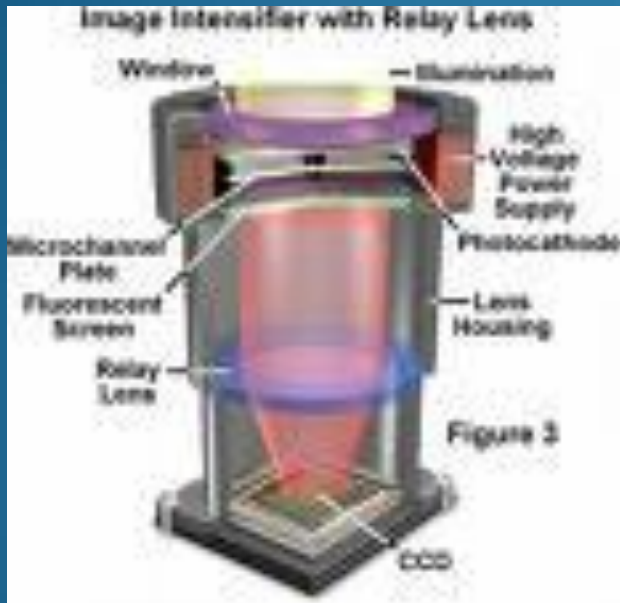
Ακτινοσκόπηση



Η ακτινοσκόπηση προσφέρει τη δυνατότητα παρατήρησης της κίνησης των οργάνων σε πραγματικό χρόνο και καθιστά δυνατή τη μελέτη δυναμικών λειτουργιών.

Ακτινοσκόπηση

Στην ακτινοσκόπηση λαμβάνουμε την εικόνα σε οθόνη tv με τη βοήθεια του ενισχυτή εικόνας. Το ακτινοσκοπικό μηχάνημα είναι ίδιο με το κλασικό ακτινολογικό.



ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Ενισχυτής εικόνας

Μετατροπή ακτίνων
χ σε ορατά φωτόνια

Ενίσχυση ορατού
φωτός

Η χρήση του ενισχυτή εικόνας προσφέρει τη δυνατότητα **μεγέθυνσης** των περιοχών ενδιαφέροντος.

Αυτόματος έλεγχος φωτεινότητας

Ειδικό ηλεκτρονικό κύκλωμα που διατηρεί **σταθερή** τη **φωτεινότητα της εικόνας** ρυθμίζοντας το ρυθμό έκθεσης στην οθόνη.

Λειτουργεί ανάλογα με το πάχος και την ανατομία της εξεταζόμενης περιοχής.

Μεταβάλλει αυτόματα τα **kV** ή/και τα **mA** ώστε να επιτύχει συγκεκριμένη τιμή φωτεινότητας.

Μαστογραφία

Απαιτεί την καλύτερη ποιότητα εικόνας με τη μικρότερη δόση

Ακτινοευαισθησία

Μορφολογία μαστού

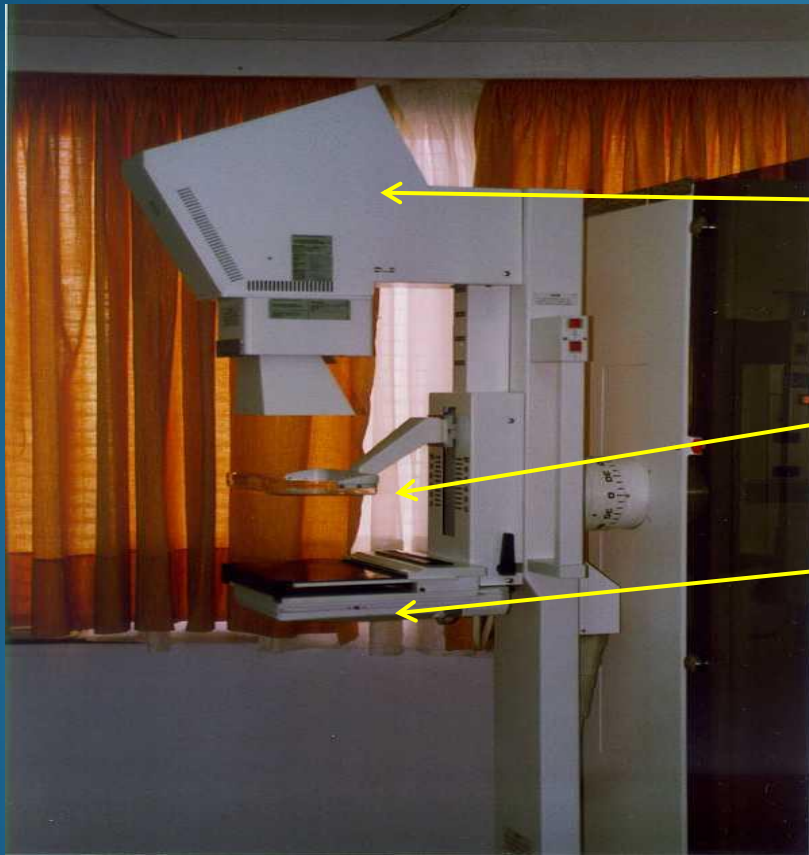
Για την απεικόνιση του μαστού απαιτείται τεχνική
ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

Χρήση ατίνων –Χ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΧΑΜΗΛΑ ΚV

Μαστογράφος



Λυχνία παραγωγής ακτίνων-
Χ

Πίεστρο
μαστού

Θήκη κασέτας

Μαστογράφος

Άνοδος: Mo (μολυβδαίνιο) ή Rh (ρόδιο)

kV: 25-35 (χαμηλή ενέργεια – φωτοηλεκτρικό φαινόμενο)

Το φάσμα που εκπέμπεται δίνει τον καλύτερο συνδυασμό αντίθεσης & δόσης

Φίλτρα : Mo και Rh

Μαστογράφος

Οι συνδυασμοί **ανόδου-φίλτρου** συμβολίζονται **Mo/Mo**, **Mo/Rh**, **Rh/Rh** και επηρεάζουν το φάσμα της δέσμης ακτίνων-Χ που εκπέμπεται.

Ανάλογα το **πάχος** και την **πυκνότητα** του **μαστού** επιλέγεται ο κατάλληλος συνδυασμός **ανόδου-φίλτρου**.

Mo/Mo	→	μέσος μαστός
Mo/Rh	→	πυκνός-παχύς μαστός
Rh/Rh	→	αρκετά πυκνός-παχύς μαστός

Μαστογράφος

Σύστημα αυτόματου ελέγχου έκθεσης (AEC)

Ρυθμίζει αυτόματα τα mAs (ή και τα kV) ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή τιμή αμαύρωσης στο film.

!!! Προσοχή στη σωστή επιλογή της θέσης του θαλάμου




Προσφέρει:

- Σταθερή ποιότητα εικόνας
- Αποφυγή επανάληψης της εξέτασης λόγω λανθασμένων στοιχείων (kV, mAs)
- Μειωμένη δόση στην ασθενή

Μαστογράφος

Σύστημα συμπίεσης μαστού

Πετυχαίνουμε:

- Ομοιογενές πάχος  βελτίωση αντίθεσης
- Μικρότερο πάχος  μικρότερη δόση
- Ακινητοποίηση  ελαχιστοποίηση ασάφειας
- Μειωμένη σκεδαζόμενη ακτινοβολία
- Καλύτερη απεικόνιση ιστών θωρακικού τοιχώματος

Μαστογράφος

Εμφανιστήριο-κασέτες

Ιδιαίτερη προσοχή στην καθαριότητα των κυλίνδρων, των υγρών εμφάνισης & κασετών.

Ακαθαρσίες στην επιφάνεια της κασέτας μπορεί να εμφανιστούν στο film σαν αποτιτανώσεις.

Ψηφιακός Μαστογράφος

2 τεχνολογίες ψηφιακής απεικόνισης

Έμμεση ψηφιοποίηση (CR)

Ψηφιακή κασέτα

Ειδική διάταξη απορροφά την ορατή ακτινοβολία από την ενισχυτική πινακίδα .

Η κασέτα τοποθετείται στον ψηφιοποιητή και η εικόνα ψηφιοποιείται.

Προβολή σε monitor /εκτύπωση

Άμεση ψηφιοποίηση (DR)

Δεν χρησιμοποιείται κασέτα.

Η ακτινοβολία ανιχνεύεται από μήτρα ημιαγωγών και η εικόνα ψηφιοποιείται άμεσα.

Η ψηφιακή μαστογραφία προσφέρει καλή διακριτική ικανότητα, ανεξαρτησία από συνθήκες εμφάνισης-εμφανιστήριο-υγρό

Αξονική τομογραφία (CT)



- Η λυχνία παραγωγής ακτίνων X
- Οι κατευθυντήρες
- Οι ανιχνευτές
- Το σύστημα απόκτησης δεδομένων
- Ο Η/Υ με τις περιφερειακές μονάδες

Αξονική τομογραφία (CT)

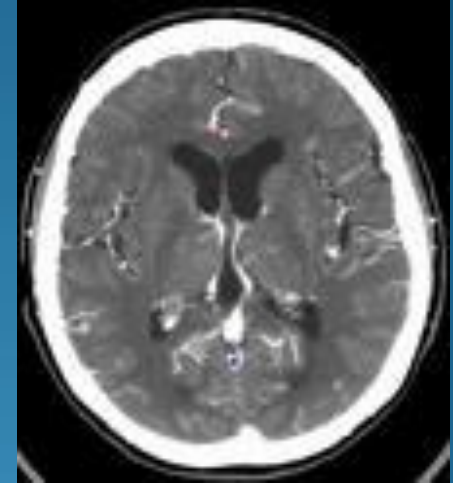


Ο αριθμός & η διάταξη των ανιχνευτών & της λυχνίας, η μορφή της δέσμης καθώς & η κίνησή τους τροποποιήθηκαν στη διαχρονική εξέλιξη των αξονικών τομογράφων.

Αξονική τομογραφία (CT)

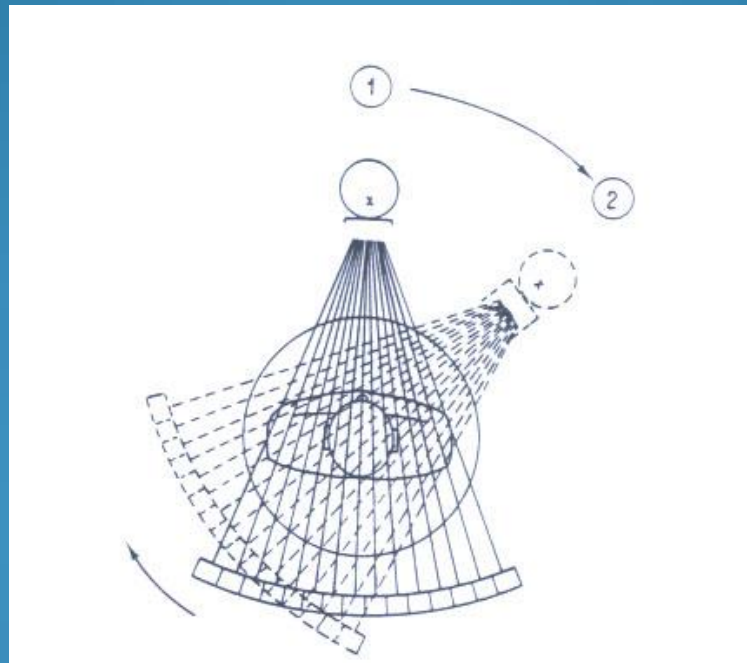
Η λειτουργία του CT βασίζεται στη μέτρηση των συντελεστών εξασθένισης (μ) των ιστών που διαπερνά η ακτινοβολία.

Η εικόνα σχηματίζεται από μαθηματική επεξεργασία σε υπολογιστές.

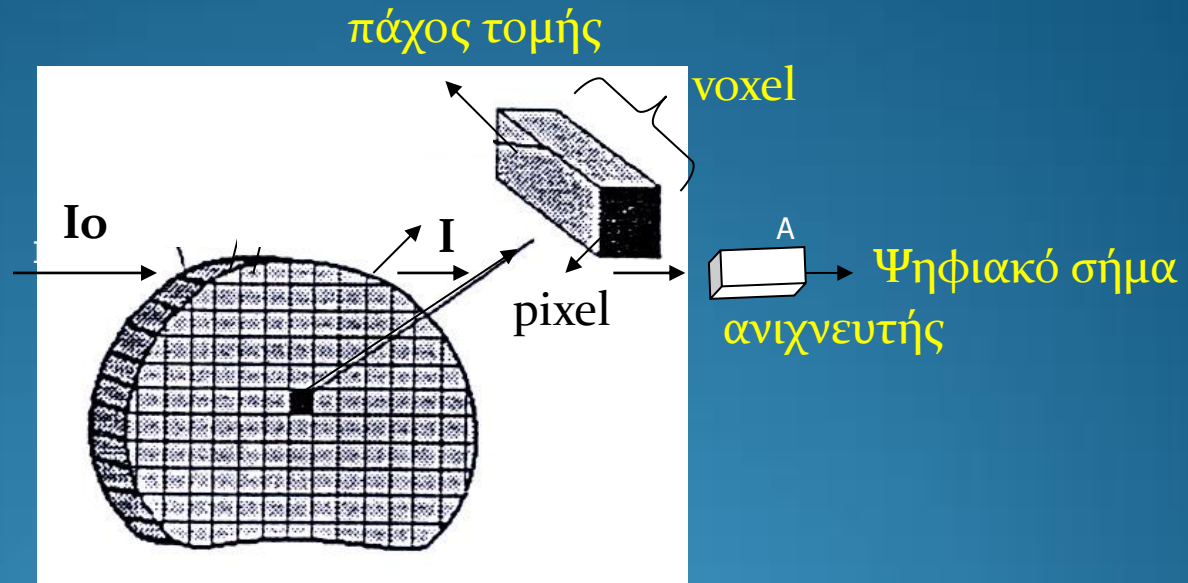


Αξονική τομογραφία (CT)

- Η λυχνία διαγράφοντας κύκλους εκπέμπει δέσμη ακτίνων-Χ η οποία αλληλεπιδρά με τον ασθενή
- Η εξερχόμενη από το σώμα του ασθενή ακτινοβολία, φιλτράρεται (θυμηθείτε το bucky στα ακτινολογικά) και ανιχνεύεται από ειδικούς ανιχνευτές



Αξονική τομογραφία (CT)



Η τομή χωρίζεται σε πλήθος ίσων **voxels**.

Το πάχος του voxel είναι το **πάχος της τομής**.

I_0 :εισερχόμενη ένταση δέσμης, **I** :εξερχόμενη ένταση δέσμης

Από τη σχέση **$I=I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$** υπολογίζεται η τιμή του **μ** για κάθε **voxel**.

Αξονική τομογραφία (CT)

Αριθμοί CT (ή HU)

Αφού βρεθεί ο συντελεστής εξασθένισης μ για όλα τα voxel, υπολογίζεται ο αριθμός CT από τη σχέση:

$$\text{Αριθμός CT} = 1000 \frac{\mu_{\text{voxel}} - \mu_{\text{νερού}}}{\mu_{\text{νερού}}}$$

Αν το **voxel** περιέχει :

νερό τότε ο αριθμός CT του θα είναι **0**.

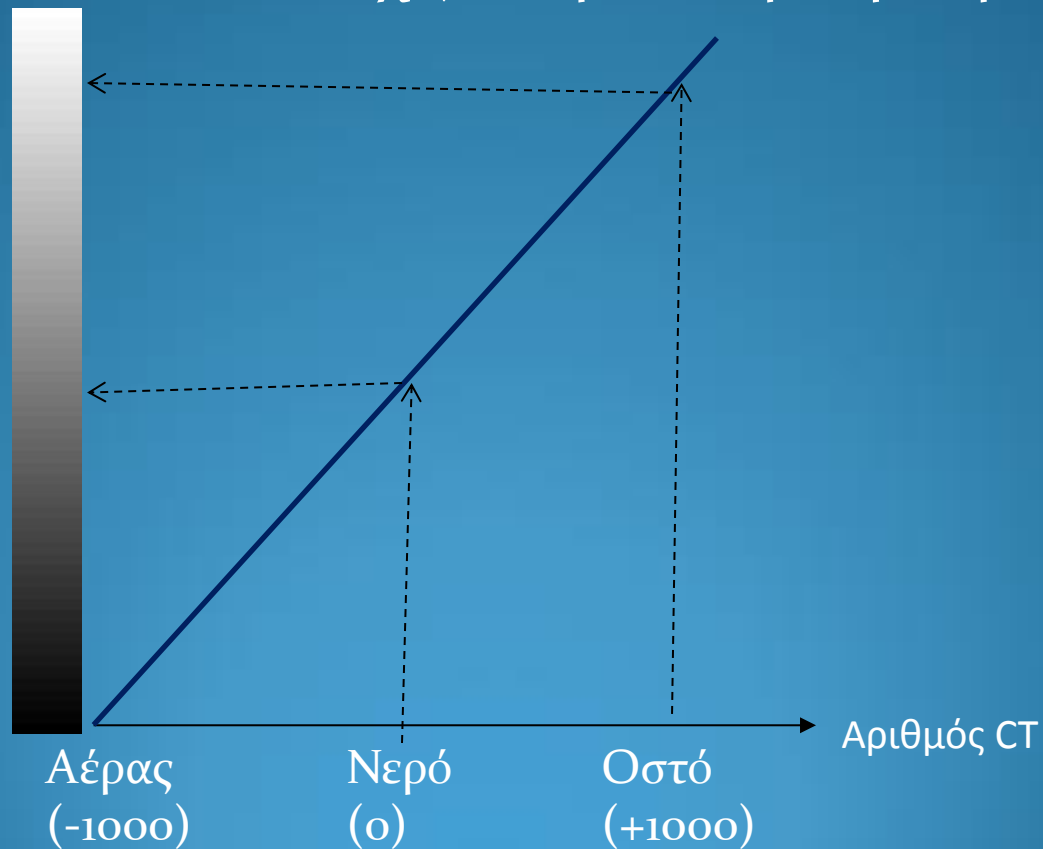
αέρα τότε ο αριθμός CT του θα είναι **-1000** (διότι $\mu_{\text{αέρα}}=0$).

οστό τότε ο αριθμός CT του θα είναι **+1000** (διότι $\mu_{\text{οστό}}=2 \mu_{\text{νερό}}$)

Αξονική τομογραφία (CT)

Σχηματισμός εικόνας

Σε κάθε αριθμό CT αντιστοιχίζεται μια διαβάθμιση του γκρι



Αξονική τομογραφία (CT)

Δυνατότητα λήψης



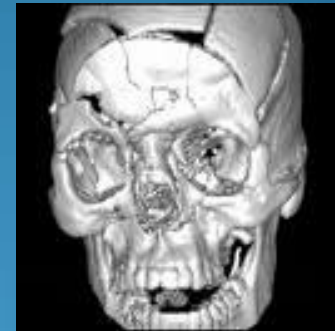
Αξονικών τομών



Στεφανιαίων τομών



Οβελιαίων τομών



3D

Αξονική τομογραφία (CT)

Παλαιά τεχνολογία



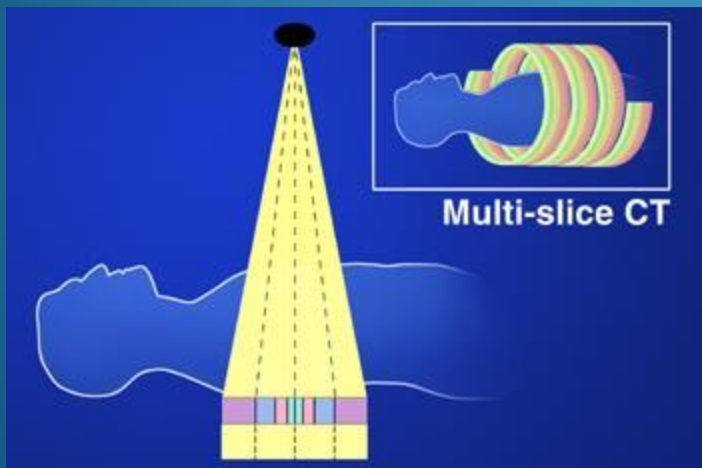
1 τομή σε κάθε περιστροφή της λυχνίας

Σύγχρονη τεχνολογία



πολλαπλές τομές σε κάθε περιστροφή της λυχνίας

MULTISLICE CT



Η διάταξη των ανιχνευτών επιτρέπει τη λήψη πολλαπλών διαδοχικών τομών με διάφορα πάχη τομής.

Μικρός χρόνος εξέτασης, τομές ιδιαίτερα μικρού πάχους.

Ψηφιακός αγγειογράφος



Ακτινοσκοπικό σύστημα με αναβαθμισμένες δυνατότητες

Παλμική ακτινοσκόπηση (παλμοί ακτινοβολίας / sec)

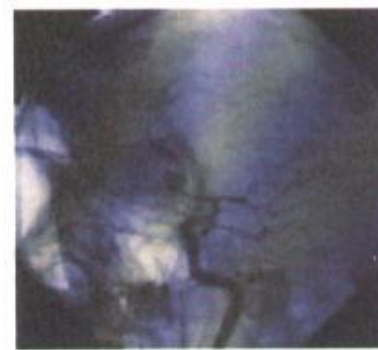
Καταγραφή cine (εικόνες / sec)

Ψηφιακή αφαίρεση υποβάθρου (DSA)

Ψηφιακός αγγειογράφος

Ψηφιακή αφαιρετική αγγειογραφία DSA

1. Λήψη εικόνας πριν τη χορήγηση σκιαγραφικής ουσίας στο αγγείο
2. Λήψη εικόνας μετά τη χορήγηση
3. Ψηφιακή αφαίρεση της εικόνας (1) από την εικόνα (2) προσφέρει μόνο την εικόνα του αγγείου



(a)



(b)



(c)



(d)

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

Με τον όρο ποιότητα ιατρικής εικόνας εννοούμε το σύνολο των χαρακτηριστικών που την αξιολογούν ως προς την πληροφορία που μπορεί να προσφέρει στον παρατηρητή

Υποκειμενική, ωστόσο έχουν οριστεί μαθηματικές έννοιες που προσφέρουν αντικειμενικά κριτήρια

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

Παράγοντες που την επηρεάζουν:

➤ Αντίθεση θέματος

➤ Αντίθεση εικόνας

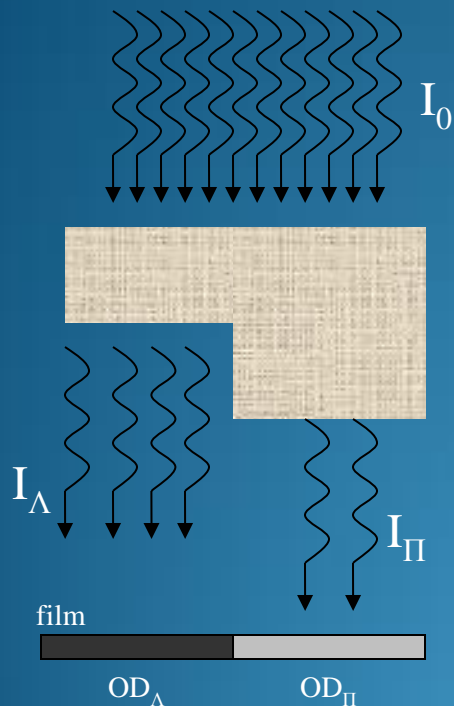
➤ Ασάφεια

➤ Θόρυβος

➤ Γεωμετρία της απεικόνισης & αντικειμένου

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

1. Αντίθεση θέματος



$$C_s = (I_A - I_B) / I_A$$

Παράγοντες που την επηρεάζουν:

- Διαφορά πάχους
- Διαφορά πυκνότητας
- Διαφορά ατομικού αριθμού
- Ενέργεια ακτίνων-Χ
- Σκιαγραφικά υγρά

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

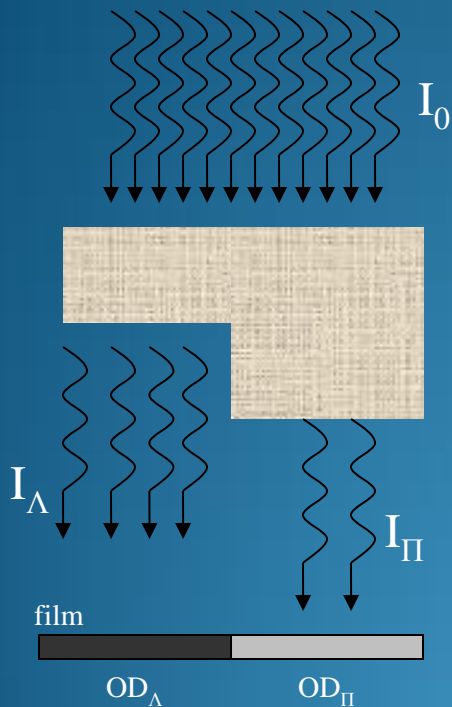
1. Αντίθεση εικόνας

$$C_i = OD_{\Lambda} - OD_{\Pi}$$

Εξαρτάται

➤ Από ότι επηρεάζεται η αντίθεση θέματος

➤ Από το σύστημα εν. πινακίδα-film



Ποιότητα ιατρικής εικόνας

3. Ασάφεια

Η αδυναμία της μεθόδου να απεικονίσει αυστηρά το περίγραμμα ή τα όρια του αντικειμένου.

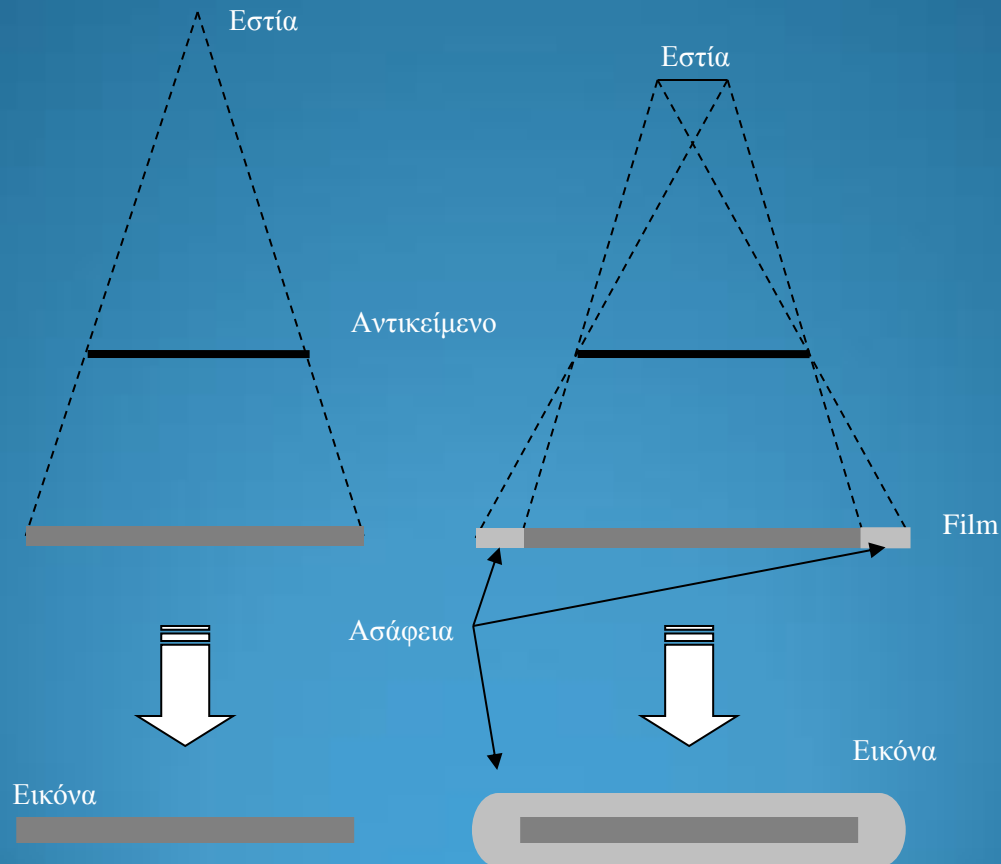
Εξαρτάται:

- ✦ Μέγεθος εστίας
- ✦ Κίνηση του αντικειμένου
- ✦ Γεωμετρικά χαρακτηριστικά αντικειμένου
- ✦ Ενισχυτική πινακίδα

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

3. Ασάφεια

Η εστία δεν είναι σημειακή



Ποιότητα ιατρικής εικόνας

4. Θόρυβος δομής

Η παρουσία ανατομικών δομών στην εικόνα οι οποίες δεν συνεισφέρουν στη διάγνωση.



Η προβολή των οστών του θώρακα εμποδίζει την πλήρη απεικόνιση των πνευμόνων.



Η προβολή των οστών της σπ. στήλης και της λεκάνης επικαλύπτει δομές σε μια α/γ άνω –κάτω κοιλίας

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

4. Κβαντικός Θόρυβος

Θόρυβος στατιστικού χαρακτήρα.

Για να σχηματιστεί αποδεκτή ακτινολογική εικόνα απαιτείται ένα ελάχιστο πλήθος φωτονίων.

Αν το πλήθος είναι μικρότερο τότε η εικόνα θα εμφανίζεται «κοκκώδεις»

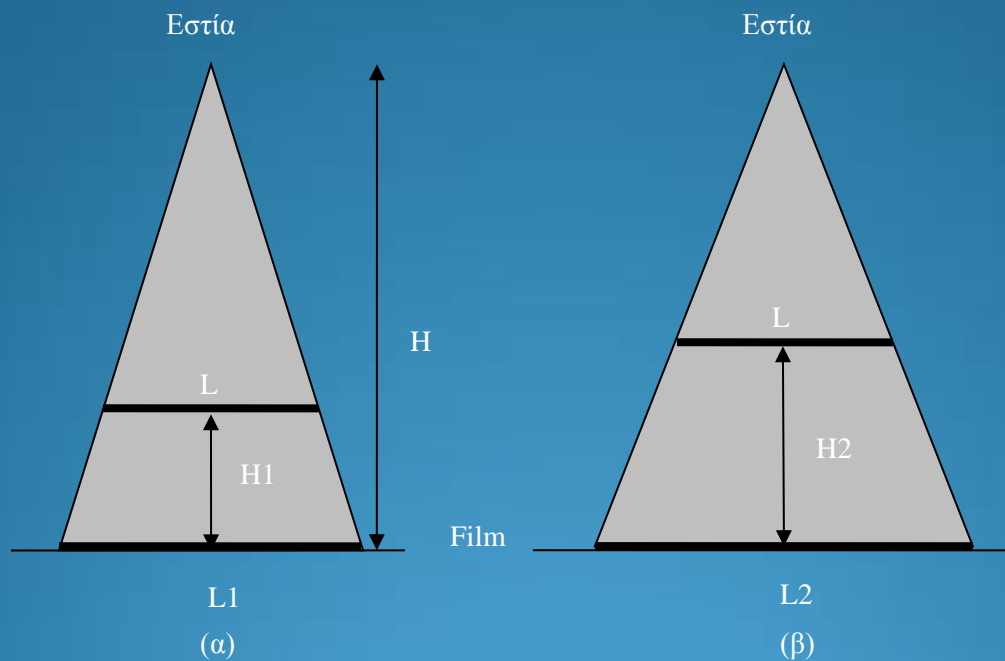


Ο κβαντικός θόρυβος μειώνεται με αύξηση των mAs
(αυξάνονται τα φωτόνια που συμμετέχουν στη δημιουργία της

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

5. Γεωμετρία της απεικόνισης

- Μεγέθυνση



Η μεγέθυνση αυξάνεται όσο απομακρύνεται το αντικείμενο από το film.

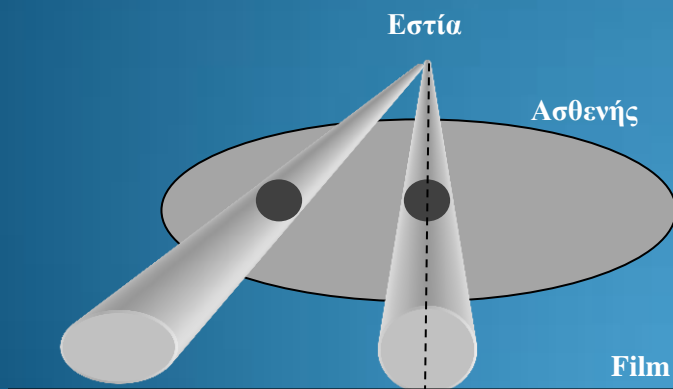
Συντελεστής μεγέθυνσης: μήκος ειδώλου / μήκος αντικειμένου

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

5. Γεωμετρία της απεικόνισης

- Παραμόρφωση σχήματος

Οφείλεται στην ανομοιόμορφη μεγέθυνση των δομών που απεικονίζονται



Τα δυο αντικείμενα είναι κυκλικά.
Το αντικείμενο που βρίσκεται στον άξονα της δέσμης απεικονίζεται κυκλικό.

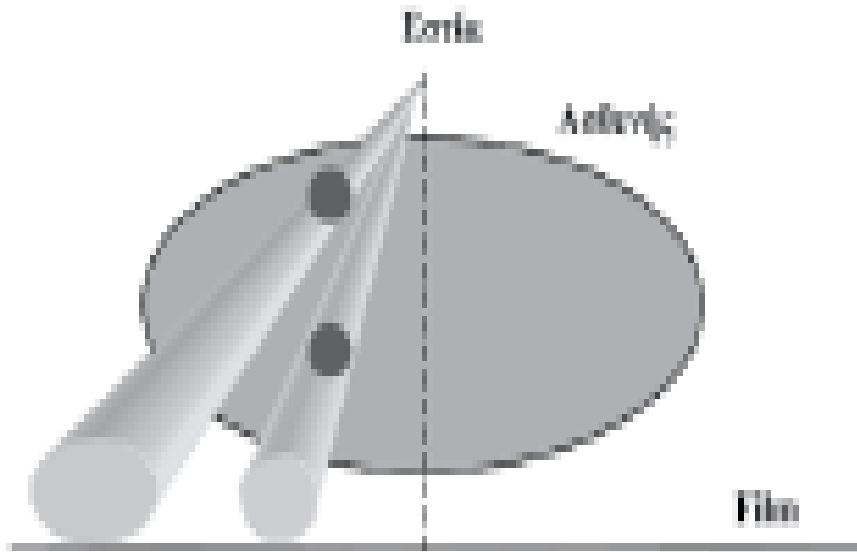
Το άλλο απεικονίζεται ελλειψοειδές.

Ποιότητα ιατρικής εικόνας

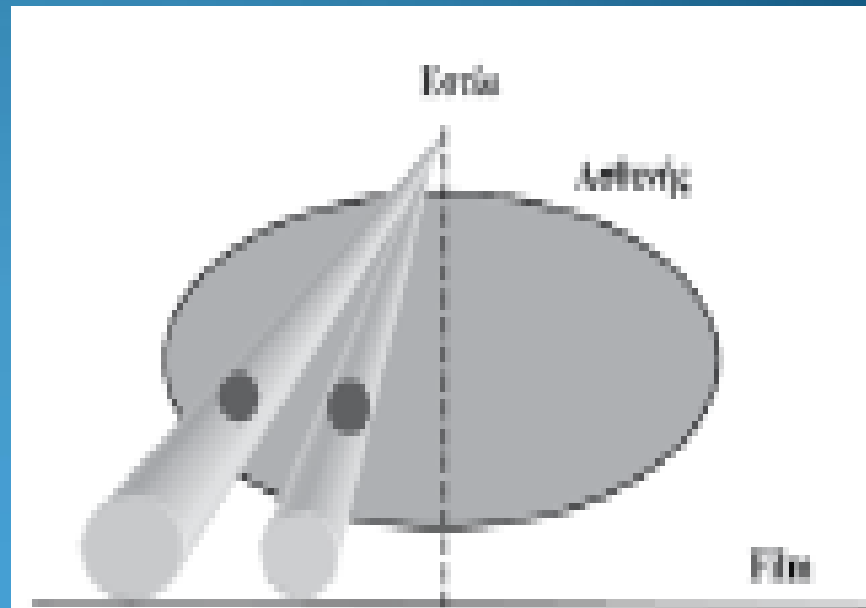
5. Γεωμετρία της απεικόνισης

Παραμόρφωση θέσης

Τα δυο αντικείμενα
βρίσκονται το ένα κάτω από
το άλλο



Στην εικόνα απεικονίζονται
το ένα δίπλα στο άλλο.



Διασφάλιση ποιότητας

Το ζητούμενο σε μια ακτινολογική εξέταση είναι η λήψη διαγνωστικής εικόνας με βέλτιστα χαρακτηριστικά και τη μέγιστη ακτινοπροστασία του ασθενή και του προσωπικού που διενεργεί την εξέταση.

Τα παραπάνω ζητούμενα εξασφαλίζονται από το πρόγραμμα διασφάλισης ποιότητας του εργαστηρίου.

Διασφάλιση ποιότητας είναι το σύνολο των διεργασιών που ακολουθείται προκειμένου να λειτουργεί σωστά ένα τμήμα.

Η διασφάλιση ποιότητας απαιτεί τη συνεργασία όλων των μελών του προσωπικού (ιατροί, ακτινοφυσικοί, τεχνολόγοι-χειριστές, νοσηλεύτες) τα οποία έχουν διακριτούς ρόλους

Ποιοτικός έλεγχος

Ο ποιοτικός έλεγχος περιλαμβάνει όλες τις μετρήσεις που εξασφαλίζουν τη σωστή λειτουργία των μηχανημάτων, τη βαθμονόμηση των οργάνων και την καταλληλότητα των films.

Ακτινολογικό σύστημα-εμφανιστήριο

- Σύμπτωση του φωτεινού πεδίου με το πεδίο της ακτινοβολίας. Χρησιμοποιώντας μεταλικές γωνίες που οριοθετούν το φωτεινό πεδίο λαμβάνεται εικόνα και ελέγχεται η σύμπτωση με το πεδίο της ακτινοβολίας.
- Έλεγχος καθαριότητας των κυλίνδρων του εμφανιστηρίου εμφανίζοντας ένα μη ακτινοβολημένο film.

Μαστογράφος

- Περιοδικά, ακτινοβολείται ειδικό ομοίωμα μαστού και ελέγχεται η ποιότητα απεικόνισης των δομών που προκύπτει

Ποιοτικός έλεγχος

Αξονικός τομογράφος

- Καθημερινά εκτελείται η διαδικασία βαθμονόμησης του αξονικού με ή χωρίς (ανάλογα το μηχάνημα) την τοποθέτηση του ομοιώματος ποιοτικού ελέγχου που συνοδεύει το σύστημα. Κατά τη διαδικασία αυτή ελέγχονται αυτόματα οι κρίσιμες παράμετροι λειτουργίας του αξονικού τομογράφου.

Σύστημα μέτρησης οστικής πυκνότητας

- Με παρόμοιο τρόπο όπως στον αξονικό τομογράφο, καθημερινά ελέγχονται οι κρίσιμες παράμετροι λειτουργίας του συστήματος πριν την έναρξη λειτουργίας του τμήματος.

Οδηγίες - Αρχεία

Γραπτές οδηγίες

- Παρασκευή των σκιαγραφικών ουσιών
- Εξεταστικά πρωτόκολλα

Αρχεία

- Βλαβών/επισκευών των μηχανημάτων
- Ασθενών (μετρήσεις DAP)
- Ποιοτικών ελέγχων
- Ατυχημάτων
- Δοσιμετρίας προσωπικού

Ανάλυση απορριπτών film

Από την ποιοτική εξέταση των απορριπτών film μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα.

- Σχετικά με τα στοιχεία ακτινοβόλησης που χρησιμοποιήθηκαν, την τοποθέτηση του ασθενή, την ποιότητα του film ή της ενισχυτικής πινακίδας.
- Μπορούν να εντοπιστούν προβλήματα στη λειτουργία του ακτινολογικού συστήματος ή του εμφανιστηρίου.

Τα απορριπτά film δεν πρέπει να καταστρέφονται.

Σημειώστε με μαρκαδόρο τα στοιχεία που χρησιμοποιήσατε και συζητήστε με τον αρμόδιο ακτινοφυσικό για την πιθανή αιτία που προκάλεσε το μη επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ατυχήματα

Ακτινοβόληση
προσωπικού

Υπερέκθεση
ασθενή

Ακτινοβόληση εγκύου
(χωρίς να είναι γνωστή
η εγκυμοσύνη)

ΣΕ ΚΑΜΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΠΟΣΙΩΠΗΘΕΙ ΤΟ ΣΥΜΒΑΝ

Σημειώστε:

- Το μηχάνημα ή τον θάλαμο
- Το είδος της εξέτασης και τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν
- Τα στοιχεία του ασθενή (αν το ατύχημα αφορά αυτόν)

Ενημερώστε:

- Τον Ακτινολόγο και τον Ακτινοφυσικό
- Την Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (αν είναι αναγκαίο)

Ακτινοπροστασία ασθενή

Ταυτοποίηση

1. Πριν από την πραγματοποίηση της εξέτασης πρέπει να ταυτολογηθεί ο ασθενής και το είδος της εξέτασης
2. Στο φιλμ πρέπει να αναγράφονται:
 - Τα στοιχεία του εξεταζομένου
 - η ημερομηνία εξέτασης
 - τα διακριτικά θέσης (R – L) που προσδιορίζουν την εξεταζόμενη πλευρά του σώματος

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Οι ασθενείς συνήθως είναι ανήσυχοι και στρεσαρισμένοι όταν πρόκειται να υποβληθούν σε εξετάσεις.

- σωστή προσέγγιση/επικοινωνία
- εξήγηση της εξέτασης και της διαδικασίας

Η διακοπή της εξέτασης ή η λήψη μη διαγνωστικής εικόνας οδηγούν σε ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ και επιπλέον δόση στον ασθενή.

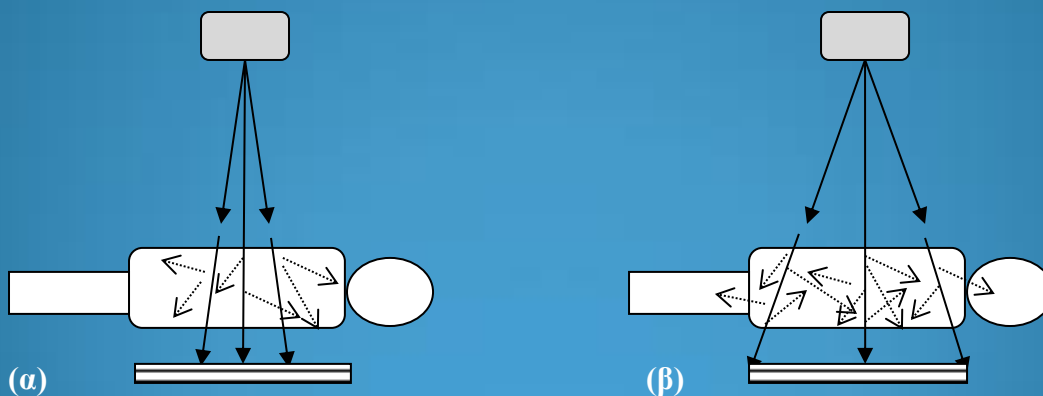
Τοποθέτηση-Ακίνητοποίηση

- Ο ασθενής πρέπει να ενημερωθεί να μείνει ακίνητος για την αποφυγή ασάφειας (λόγω κίνησης) στην εικόνα .
- Για τον περιορισμό της ασάφειας λόγω ακούσιας κίνησης (κίνηση καρδιάς, αναπνοή κλπ) φροντίζουμε να χρησιμοποιούμε όσο το δυνατό μικρότερο χρόνο ακτινοβολήσης (msec).

Πεδίο ακτινοβολίας

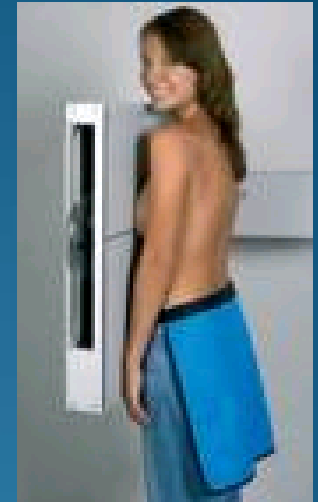
Η ποιότητα της εικόνας βελτιώνεται και η δόση ακτινοβολίας επί του εξεταζομένου ελαττώνεται με τον περιορισμό της ακτινολογικής δέσμης στο μικρότερο δυνατό πεδίο που απαιτείται για τη μέγιστη διαγνωστική πληροφόρηση.

Όσο μεγαλύτερο είναι το πεδίο ακτινοβολίας τόσο περισσότερη σκεδασμένη ακτινοβολία εκτός της περ. ενδιαφέροντος.

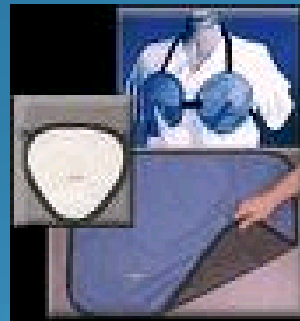


Προστασία ευαίσθητων περιοχών

- Γονάδες



- Στήθος



- Θυρεοειδής



Πίνακες στοιχείων εξέτασης

Για κάθε εξέταση

- Απόσταση λυχνίας-ασθενή
- Χρήση Bucky
- kV
- mA
- msec ή mAs

Για κάθε τύπο ασθενή

- Άνδρας
- Γυναίκα
- Παιδί

Για κάθε σωματότυπο

- Αδύνατος
- Κανονικός
- Παχύς

Φορητό ακτινολογικό

Ο χειριστής πρέπει να χρησιμοποιεί απόσταση ασθενής-λυχνία μεγαλύτερη των 30 cm.

Σε μικρότερες αποστάσεις, η δόση εισόδου στον ασθενή είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη δόση εξόδου.

Δηλαδή, το δέρμα στην είσοδο της δέσμης ακτινοβολείται αδικαιολόγητα με υψηλή δόση.

ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Οι ακτινοσκοπικές εξετάσεις χαρακτηρίζονται από **υψηλούς ρυθμούς δόσης στον ασθενή** και από άποψη ακτινικής επιβάρυνσης βρίσκονται στην κορυφή της λίστας ανάμεσα στις διαγνωστικές ακτινολογικές πράξεις.

Τα αποτελέσματα αυτά εμφανίζονται μερικές εβδομάδες ή και μήνες μετά την εξέταση και δεν γίνονται αντιληπτά κατά τη διάρκεια της εξέτασης ώστε να ληφθούν επιτόπου μέτρα ακτινοπροστασίας.



ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Αρχείο ασθενών

- Όνομα ασθενή
- Ημ/νία εξέτασης
- Είδος εξέτασης
- Χρονική διάρκεια ακτινοβολήσης
- Ένδειξη DAP

ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Απόσταση δέρματος-ενισχυτή εικόνας

Πρέπει να είναι η μικρότερη δυνατή ώστε το αυτόματο σύστημα φωτεινότητας να μην αυξάνει τα mA για να επιτύχει σωστή εικόνα.

Περιορισμός του πεδίου ακτινοβολίας

Το πεδίο της ακτινοβολίας (διαφράγματα) κατά την ακτινοσκόπηση πρέπει να διαμορφώνεται έτσι ώστε να περικλείει μόνο την περιοχή ενδιαφέροντος.

Στοιχεία ακτινοβολήσης

Τα υψηλά kV (85-120) μειώνουν τη δόση του ασθενή και



ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Διακοπτόμενη ακτινοβολήση

Καλό είναι η ακτινοσκόπηση να μην είναι συνεχής αλλά να ενεργοποιείται κατά διαστήματα και για μικρούς χρόνους. Σε αυτό βοηθάει η ύπαρξη συστήματος προβολής της τελευταίας εικόνας που λήφθηκε ώστε ο ιατρός να βλέπει την τελευταία εικόνα χωρίς να ακτινοβολείται ο ασθενής.

Χρονόμετρο ακτινοβολήσης

Ο ιατρός μπορεί να προρυθμίσει έναν μέγιστο χρόνο ακτινοβολήσης (5 min) και όταν αυτός ξεπεραστεί τότε το σύστημα σταματά αυτόματα την παροχή ακτινοβολίας.

Συσκευή DAP

Στην ίδια φιλοσοφία με το χρονόμετρο ακτινοβολήσης είναι και η συσκευή DAP.

Ο ακτινοφυσικός σε συνεργασία με τον ιατρό ακτινολόγο και τον

ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ

Μεγέθυνση (zoom)

Η λειτουργία της μεγέθυνσης αυξάνει τη δόση του ασθενή.

Η χρήση του zoom πρέπει να γίνεται μόνο όταν είναι απαραίτητο και για μικρά χρονικά διαστήματα.

Αγγειογράφος/ακτινοσκόπηση cine

Τα μέτρα μείωσης της δόσης του ασθενή είναι τα ίδια που περιγράψαμε για την ακτινοσκόπηση.

Η επιλογή των παραμέτρων λήψεις/sec για τη cine ακτινοσκόπηση και παλμοί/sec για την παλμική είναι σημαντική.

Να έχετε πάντα υπόψη ότι όσο πιο μικρή είναι η τιμή των παραμέτρων αυτών τόσο μειώνεται η δόση που δέχεται ο ασθενής.

Μαστογραφία

Ιδιαίτερη προσοχή διότι ο μαστός είναι αρκετά ακτινοευαίσθητος

- Προσεκτική επιλογή kV, mAs με βάση πίνακες.
- Σωστή συμπίεση του μαστού ώστε η εικόνα να παρέχει την απαραίτητη πληροφορία για τη διάγνωση.
- Καθαρές κασέτες (χωρίς σκόνη και ακτινοσκιερές ουσίες) και σωστά συντηρημένο εμφανιστήριο.

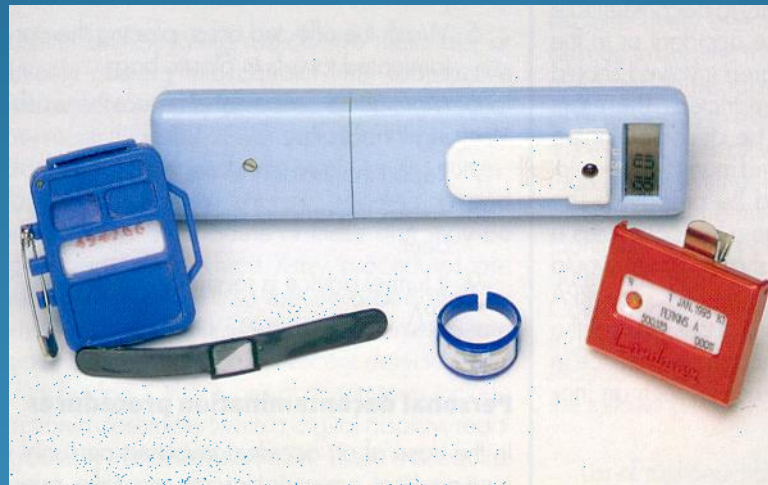
Αξονική τομογραφία

- Ενημέρωση του ασθενή για τον χρόνο της εξέτασης, την ακινητοποίηση του, τις ενέργειες που πρέπει να κάνει στα παραγγέλματα του χειριστή (π.χ. αναπνοές-παύση)
- Σωστή τοποθέτηση ασθενή (χέρια, πόδια κλπ)
- Προσεκτική επιλογή πρωτοκόλλου εξέτασης
- Προστασία ευαίσθητων ιστών (π.χ. γονάδες) κατά τον προγραμματισμό των τομών (σε συνεργασία με τον Ακτινολόγο)

Ακτινοπροστασία προσωπικού

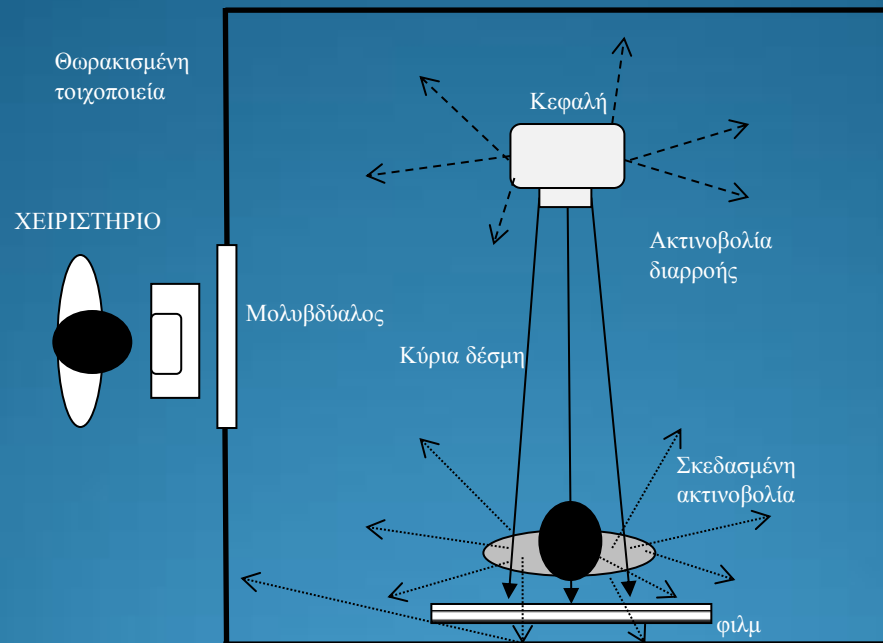
Ατομικό δοσίμετρο

Όταν εργάζεστε πρέπει ΠΑΝΤΑ να φοράτε το προσωπικό σας δοσίμετρο.



Αν χρησιμοποιείτε μολύβδινη ποδιά τότε πρέπει να τοποθετήσετε το δοσίμετρο πάνω από αυτή (εξωτερικά).

Θωρακισμένοι χώροι



Η ακτινοβολήση του προσωπικού οφείλεται:

- Ακτινοβολία διαρροής της κεφαλής του συστήματος
- Σκεδασμένες ακτίνες-Χ

Θωρακισμένοι χώροι

Οι χώροι εγκατάστασης συστημάτων παραγωγής ιοντιζουσών ακτινοβολιών ικανοποιούν τις προϋποθέσεις που ορίζει ο νόμος περί ακτινοπροστασίας.

Όπου απαιτείται, προστίθεται θωράκιση (μόλυβδος, σκυρόδεμα κ.α.)

Πριν την κατασκευή, τα σχέδια των χώρων και τα πάχη των προτεινόμενων θωρακίσεων ελέγχονται από την Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας.

Αμέσως μετά την κατασκευή και περιοδικά διενεργούνται επιτόπιοι έλεγχοι ακτινοπροστασίας των χώρων για τυχών διαρροές ή υπερβάσεις των ορίων.

Εκτός από την ΕΕΑΕ, περιοδικές μετρήσεις διενεργεί ο υπεύθυνος Ακτινοφυσικός.

Ζώνες

Ελεγχόμενη ζώνη: κάθε περιοχή μέσα στην οποία ενδέχεται να γίνει υπέρβαση των 6 mSv ετησίως.



Επιβλεπόμενη ζώνη: θεωρείται κάθε περιοχή στην οποία ενδέχεται να γίνει υπέρβαση του 1 mSv ετησίως και η οποία δεν θεωρείται ελεγχόμενη ζώνη.

Παράμετροι λειτουργίας

Σημαντικό ποσοστό της ακτινοβολήσης που δέχεται το προσωπικό οφείλεται στις σκεδασμένες ακτίνες-Χ στο σώμα του ασθενή και στα διάφορα υλικά.

Περιορισμός της σκεδασμένης ακτινοβολίας επιτυγχάνεται με:

- **Περιορισμό** του πεδίου της ακτινοβολίας στην περιοχή ενδιαφέροντος.
- Σωστή επιλογή **kV και mAs**.

Ακτινοσκόπηση, φορητά και C-arm

Όταν κατά την ακτινοβόληση του ασθενή είναι απαραίτητη η παρουσία σας στον θάλαμο :

Να φοράτε μολύβδινη ποδιά και κολάρο προστασίας του θυρεοειδούς.

Κατά τις λήψεις με κλασικό φορητό ακτινολογικό θα πρέπει να απομακρύνεστε όσο γίνεται και να επιλένετε θέσεις πίσω



Ακτινοσκόπηση, αγγειογράφος, C-arm

Η κεφαλή του συστήματος της ακτινοσκόπησης ή του αγγειογράφου πρέπει να είναι κάτω από την εξεταστική κλίνη και να προστατεύεται από λωρίδες μολύβδου.

Ειδικά στον αγγειογράφο πρέπει να υπάρχει πέτο από μολυβδύαλο.



Συστήνεται και η χρήση γυαλιών από μολυβδύαλο

ΑΚΤΙΝΟΣΚΟΠΗΣΗ, ΑΓΓΕΙΟΓΡΑΦΟΣ, C-arm

Ο ενισχυτής εικόνας πρέπει να τοποθετείται όσο το δυνατό πιο κοντά στην επιφάνεια του ασθενή.

Με τον τρόπο αυτό, το αυτόματο σύστημα έκθεσης, δεν αυξάνει τα στοιχεία της ακτινοβολήσης (ενέργεια, ένταση δέσμης).

Η λειτουργία της μεγέθυνσης (zoom) επηρεάζει την ενέργεια και την ένταση της δέσμης. Όσο αυξάνεται η μεγέθυνση αυξάνεται η ενέργεια και η ένταση με αποτέλεσμα την αύξηση της σκεδαζόμενης ακτινοβολίας και της δόσης του προσωπικού.

Αν υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης των παλμών ακτινοβολήσης ή των καρτέλ λήψης (cine) να θυμάστε ότι η αύξηση τους προκαλεί αυξημένη της σκεδασμένης ακτινοβολίας. Οι ρυθμίσεις αυτές γίνονται ΠΑΝΤΑ σε

Ακτινοσκόπηση, αγγειογράφος, C-arm

Μην ξεχνάτε ποτέ την ΑΠΟΣΤΑΣΗ

Εργαζόμαστε στη μέγιστη δυνατή απόσταση από την κεφαλή παραγωγής ακτίνων-Χ.

