

# ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

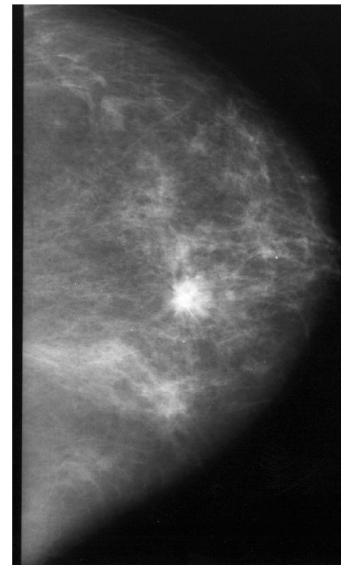
Ευάγγελος Παντελής  
Επ. Καθ. Ιατρικής Φυσικής  
Εργαστήριο Ιατρικής Φυσικής  
Ιατρική Σχολή Αθηνών

<http://eclass.uoa.gr/courses/MED808>

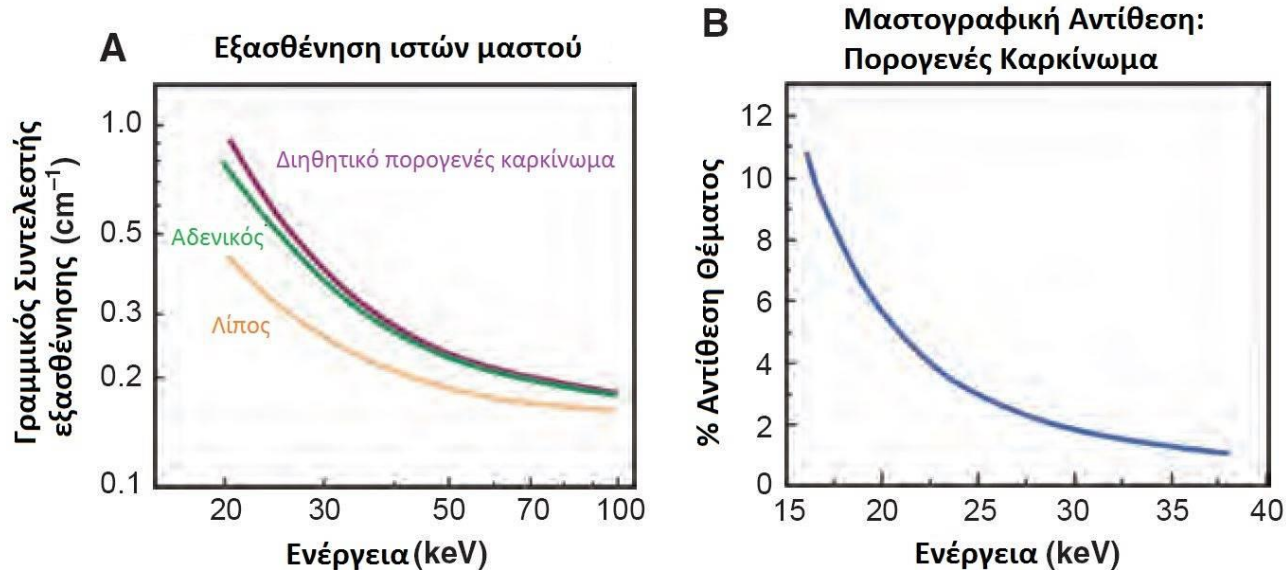
ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ – Διαγνωστικές και θεραπευτικές εφαρμογές  
ακτινοβολιών : Κεφάλαιο 8

# Μαστογραφία

- Ακτινογραφική εξέταση ειδικά σχεδιασμένη για την ανίχνευση μη φυσιολογικών δομών του μαστού

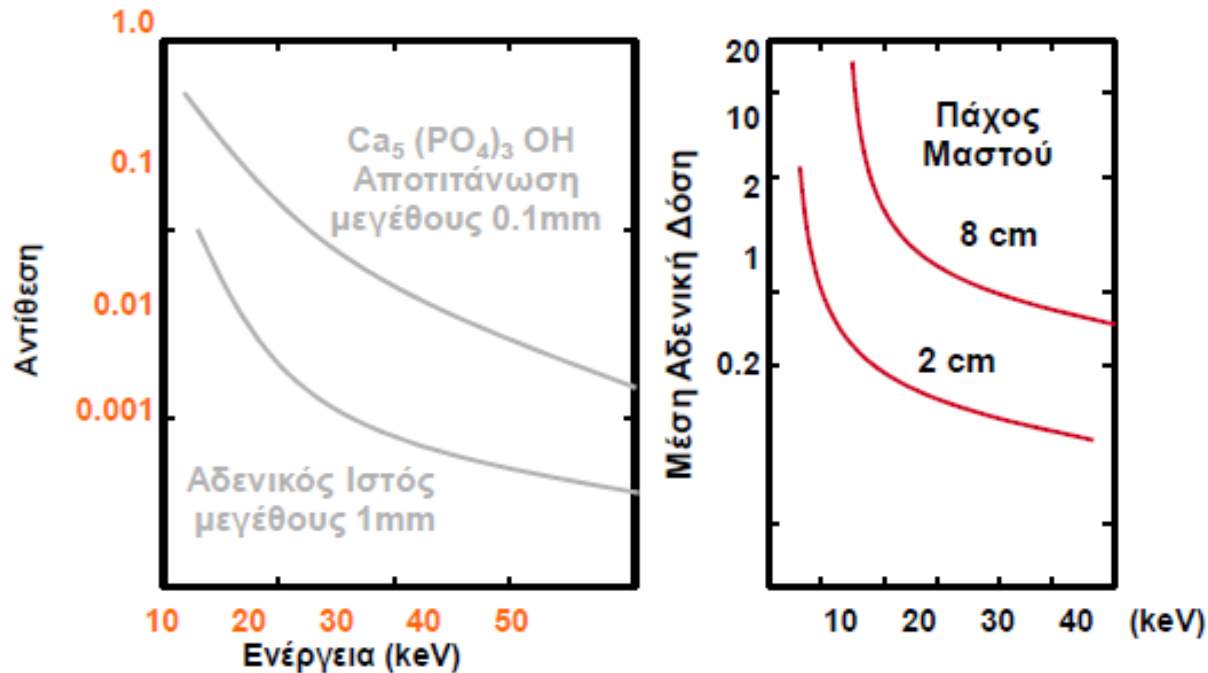


# Γραμμικός συντελεστής εξασθένησης



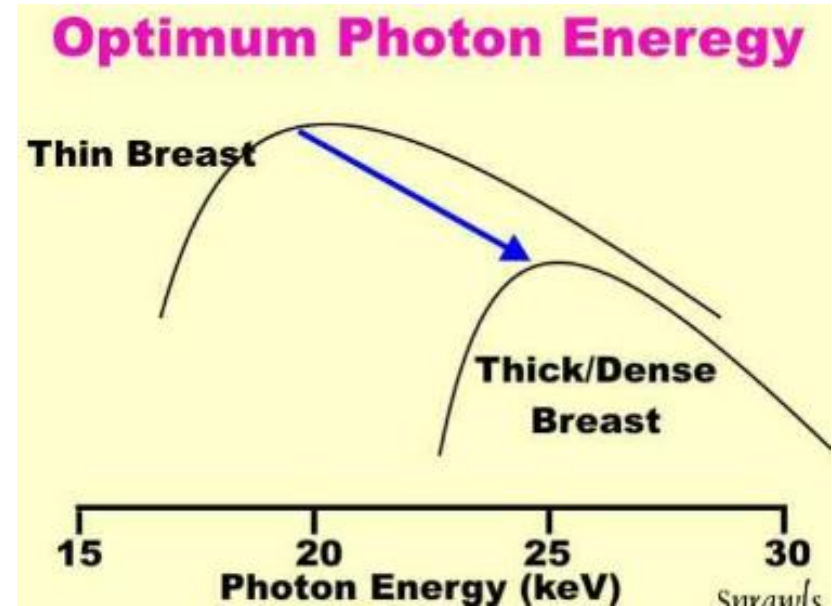
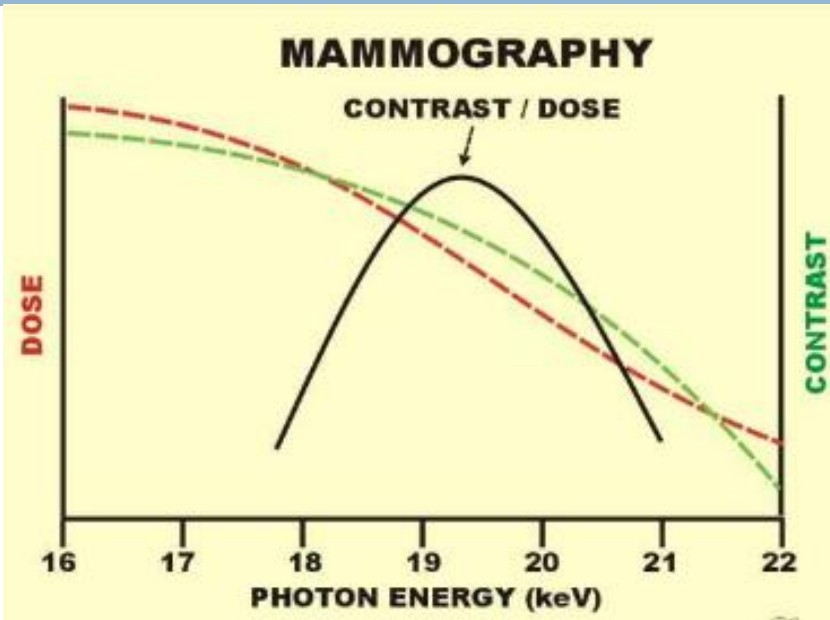
- Στις χαμηλές ενέργειες ο βασικός μηχανισμός αλληλεπίδρασης της ακτινοβολίας με τους ιστούς είναι η φωτοηλεκτρική απορρόφηση ( $\sim Z^3$ ).
- Αυτό σημαίνει ότι με το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο οι διαφορές στον ατομικό αριθμό ενισχύονται, και ενώ οι ιστοί έχουν μικρές διαφοροποιήσεις ως προς την σύστασή τους παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά στην απορρόφηση των φωτονίων X λόγω της διαφοράς ( $\sim Z_1^3 - Z_2^3$ ).

# Αρχή λειτουργίας



- Η εμφάνιση κακοήθων όγκων συνοδεύεται συχνά από την παρουσία αποτιτανώσεων.
- Οι αποτιτανώσεις έχουν μεγάλο ατομικό αριθμό ( $Z$  ασβεστίου=20), πράγμα που ευνοεί την φωτοηλεκτρική απορρόφηση και βελτιώνει σημαντικά την αντίθεση.

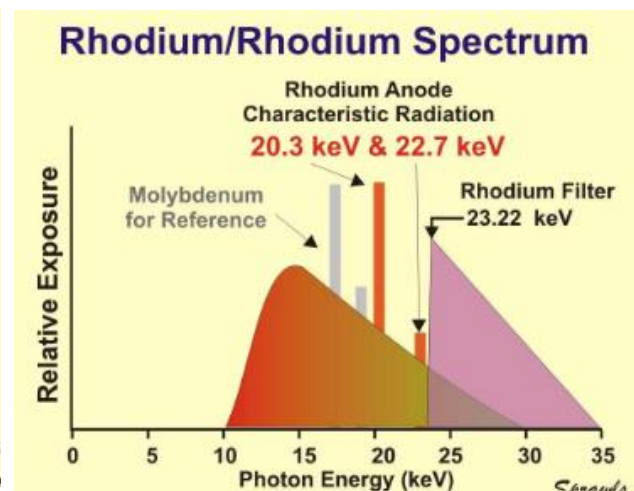
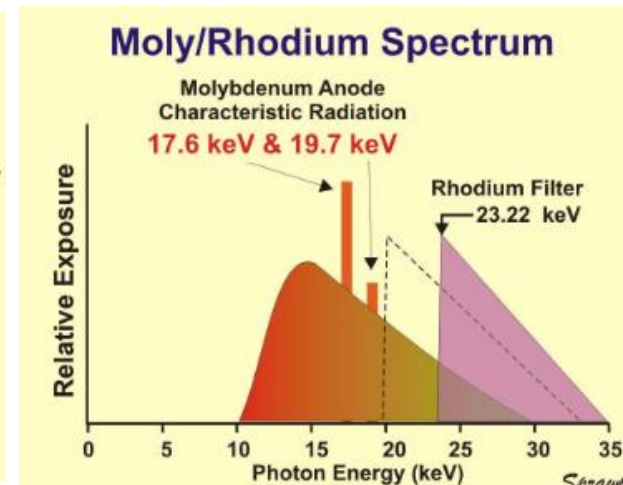
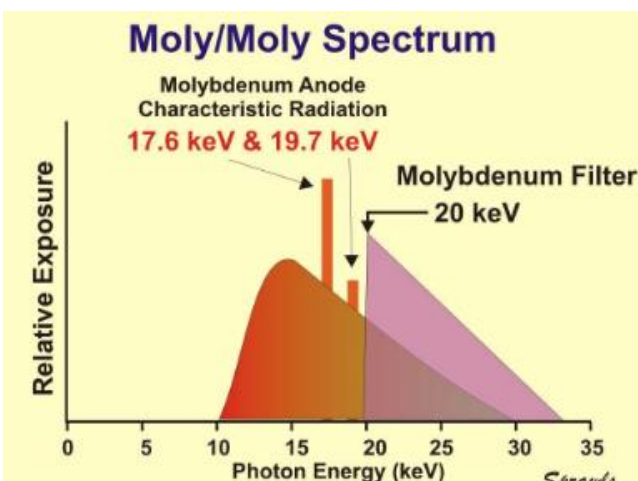
# Επιλογή βέλτιστου φάσματος ακτίνων -Χ



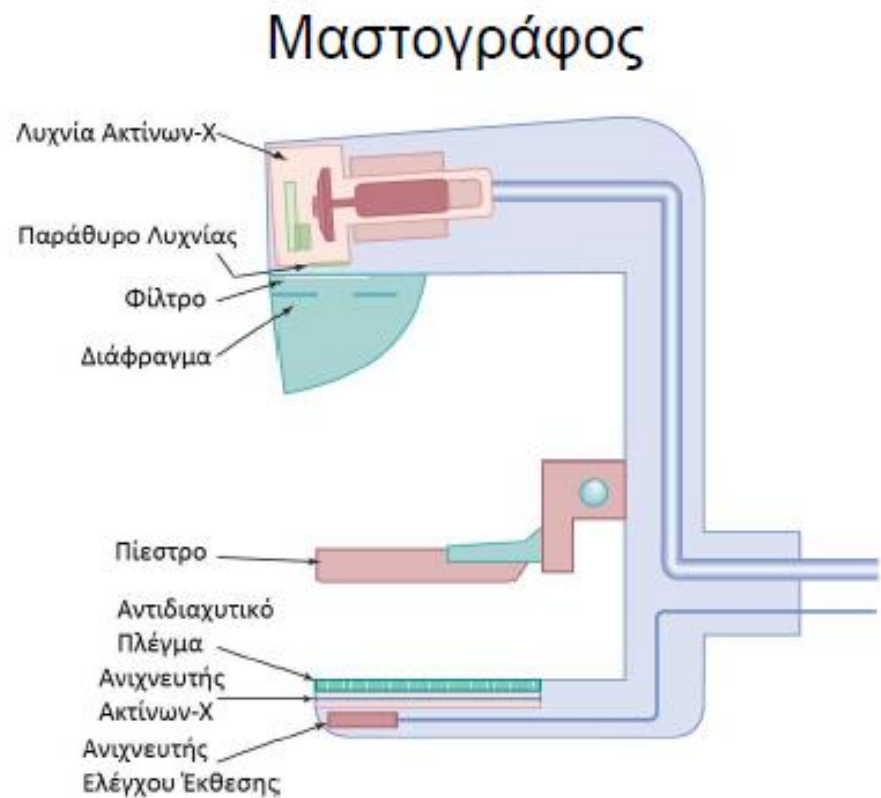
- Αντίθεση - Δόση
  - αυξάνεται με την μείωση της ενέργειας (βλ. φωτοηλεκτρικό φαινόμενο)
- Δόση
  - αυξάνεται με την μείωση της ενέργειας
- Για μικρές ενέργειες όμως η απορρόφηση είναι πολύ μεγάλη και επομένως η ροή των φωτονίων που διέρχονται τον μαστό μειώνεται μειώνοντας κατά συνέπεια την αντίθεση
- Η επιλογή ενέργειας γίνεται έτσι ώστε ο λόγος αντίθεσης προς δόση να είναι μέγιστος.
- Εξάρτηση από τις διαστάσεις και την πυκνότητα του μαστού

# Αρχή λειτουργίας

- Χαρακτηριστικά Λυχνίας
  - ▣ Εστία 0,1- 0,3 mm
    - Μείωση γεωμετρικής ασάφειας
    - Βελτίωση διακριτικής ικανότητας
  - ▣ Υλικό ανόδου: Mo, Rh
  - ▣ Φίλτρο K-αιχμής: Mo (20keV), Rh (23.4keV)



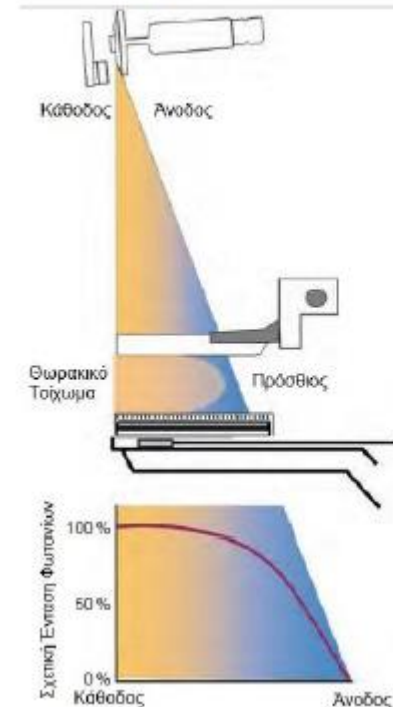
# Μαστογράφος



# Μαστογράφος

- Η κεφαλή του μαστογράφου περιλαμβάνει την ακτινολογική λυχνία, το σύστημα συμπίεσης και το σύστημα καταγραφής (κασέτα - φιλμ).
- Η ακτινολογική λυχνία είναι τοποθετημένη έτσι, ώστε η άνοδος να είναι προς την πλευρά της θηλής και η κάθοδος προς την πλευρά του θωρακικού τοιχώματος

## Δέσμη Ακτίνων-Χ





# Γεννήτρια

- Η γεννήτρια σήμερα είναι υψηλής συχνότητας και εξασφαλίζει χαμηλό κυματισμό (ripple)  $< 5\%$  που προσομοιάζει με την ιδανική ανόρθωση σταθερού δυναμικού και ταυτόχρονα εξασφαλίζεται μεγάλη σταθερότητα, επαναληψιμότητα και ακρίβεια στις παραμέτρους  $kVp$ ,  $mA$  και χρόνο έκθεσης  $s$  καθώς και γραμμικότητα στο γινόμενο  $mAs$ .
- Αυτή βρίσκεται μέσα στο σώμα του μηχανήματος. Επί του σώματος του μηχανήματος είναι προσαρμοσμένο ένα θωρακισμένο προστατευτικό φύλλο από μολυβδύαλο. Πίσω από το θωρακισμένο φύλλο βρίσκεται ο χειριστής του μαστογράφου.
- Για την ενεργοποίηση της λυχνίας διατίθεται κατάλληλος χειροδιακόπτης, ο οποίος συνδέεται στο σώμα του μηχανήματος με καλώδιο, έτσι ώστε ο χειριστής να μπορεί να τον ενεργοποιεί όταν βρίσκεται από το προστατευτικό φύλλο μολυβδουάλου.

# Σύστημα συμπίεσης μαστού (πίεστρο)

- Πέραν της μείωσης της δόσης το σύστημα πίεσης του μαστού εξασφαλίζει :
  - Το πάχος των ιστών να είναι σταθερό σε όλο το ακτινοβολούμενο πεδίο.
  - Ακινητοποίηση του μαστού και συνεπώς ελαχιστοποίηση της ασάφειας λόγω κίνησης.
  - Μείωση σκεδαζόμενης ακτινοβολίας
  - Σε ορισμένα σύγχρονα συστήματα μαστογραφίας διατίθεται ένα πνευματικό σύστημα συμπίεσης. Με τη χρήση του πιέστρου, το πάχος του μαστού μειώνεται στα 4 - 6cm.

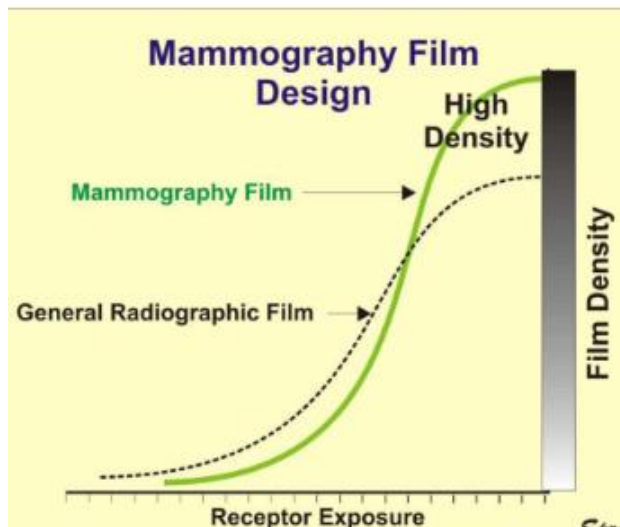
# Αντιδιαχυτικό διάφραγμα

- Το αντιδιαχυτικό διάφραγμα τοποθετείται ανάμεσα στο μαστό και στο σύστημα ενισχυτικών πινακίδων - φιλμ, για να μειώσει την ανεπιθύμητη δευτερογενή ακτινοβολία που φθάνει στο φιλμ.
- Η χρήση του αντιδιαχυτικού διαφράγματος αυξάνει τη δόση, παρέχει όμως καλύτερης ποιότητας εικόνες, με δυνατότητα ανίχνευσης πολύ μικρών βλαβών.
- Σε πολύ μικρούς μαστούς είναι δυνατόν να μη χρησιμοποιηθεί αντιδιαχυτικό διάφραγμα, χωρίς σημαντική επίπτωση στην ποιότητα της εικόνας.
- Η απόσταση εστίας – φιλμ (SID είναι 65 cm).

# Ανιχνευτές

## □ Σύστημα ενισχυτικών πινακίδων – φιλμ

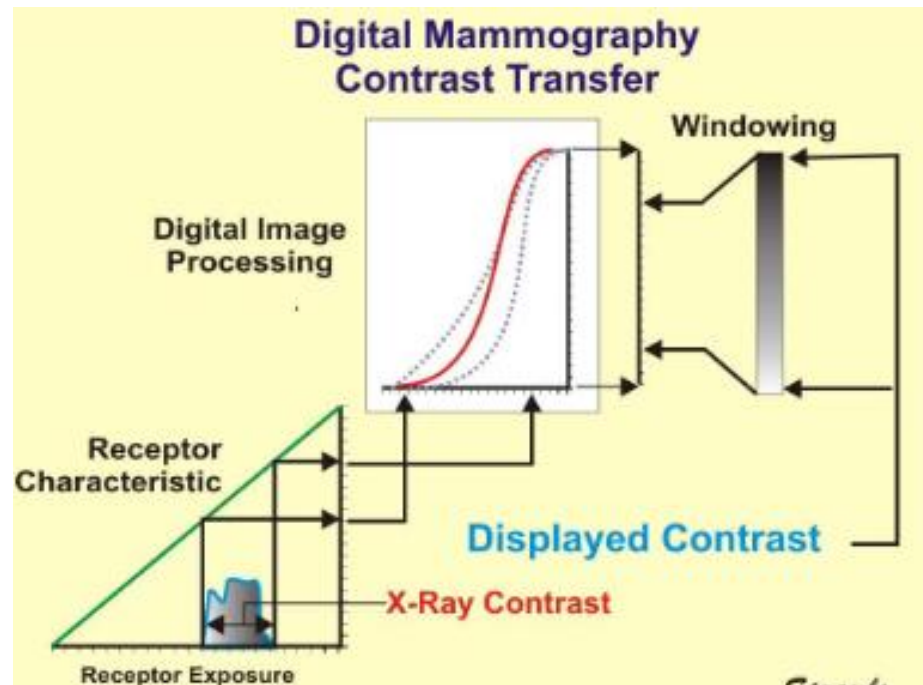
- Φιλμ μονής επίστρωσης, που τοποθετούνται σε κασέτες με μια ενισχυτική πινακίδα( $\text{CaWO}_4$  ή σπανίων γαιών).
- Οι κασέτες είναι ειδικής κατασκευής, διαστάσεων 18 x 24 ή 24 x 30 και εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή επαφή ενισχυτικής πινακίδας - φιλμ.
- Το φιλμ που χρησιμοποιείται για την καταγραφή των μαστογραφιών έχει κόκκους μικρών διαστάσεων (λεπτόκοκκο) και μονού φωτογραφικού γαλακτώματος.



# Ανιχνευτές

## □ Ψηφιακός ανιχνευτής

- Τα φωτόνια της δέσμης ανιχνεύονται απευθείας από φωτοευαίσθητους ημιαγωγούς (συνήθως από Σελήνιο) και δημιουργείται ψηφιακό σήμα.
- Αξιολόγηση της εικόνας σε ψηφιακές οθόνες



# Σύστημα αυτόματης έκθεσης (ΑΕΣ)

- Οι σύγχρονοι μαστογράφοι, εκτός από τη δυνατότητα της ελεύθερης επιλογής ακτινολογικών στοιχείων από το χρήστη, διαθέτουν και σύστημα αυτόματου ελέγχου έκθεσης.
- Το σύστημα αυτόματης έκθεσης αποτελείται από έναν ανιχνευτή - μετρητή ακτινοβολίας στερεάς κατάστασης, που βρίσκεται κάτω από την κασέτα. Αυτός μετρά τη δόση σε μια αντιπροσωπευτική περιοχή του μαστού. Όταν καταμετρηθεί η δόση που παρέχει την επιθυμητή αμαύρωση στο φιλμ, το σύστημα σταματά αυτόματα την έκθεση.
- Μείωση πιθανότητας λάθους επιλογής ακτινολογικών στοιχείων και, κατά συνέπεια, μείωση πιθανότητας επανάληψης της εξέτασης.

# Τυπικές προβολές μαστογραφίας

## Τυπικές προβολές



Κεφαλοκραία  
Cranio-caudal (CC)\*



Μεσοπλάγια λοξή  
Mediolateral oblique (MLO)\*



Έσω-Έξω  
Mediolateral (ML)\*

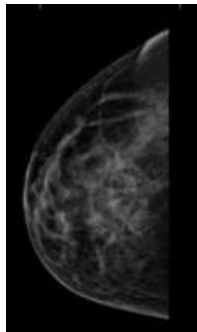


Έξω-Έσω  
Lateromedial (LM)

# Μαστογραφία

- Μαστογραφία :
  - οι βλάβες συνήθως βρίσκονται στον μαστικό αδένα (μεγαλύτερης πυκνότητας) και όχι στο λίπος (μικρότερης πυκνότητας)
  - Δύσκολη ανίχνευση (βλέπε μείωση ενέργειας -> αύξηση αντίθεσης).
  - Σε μια προβολή μπορεί να επικαλύπτεται η βλάβη από ιστό μεγαλύτερης πυκνότητας και να μην είναι ευδιάκριτη.
  - Περισσότερες μαστογραφίες από διαφορετικές γωνίες (προβολές)
- Αν πάρουμε πολλές προβολές του μαστού σε διαφορετικές γωνίες μπορούμε μαθηματικά να ανακατασκευάσουμε την τρισδιάστατη ακτινογραφική εικόνα του μαστού
  - Τρισδιάστατη μαστογραφία – Digital Breast Tomosynthesis

Μια προβολή



Πολλές προβολές

