

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΚΤΙΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Ι

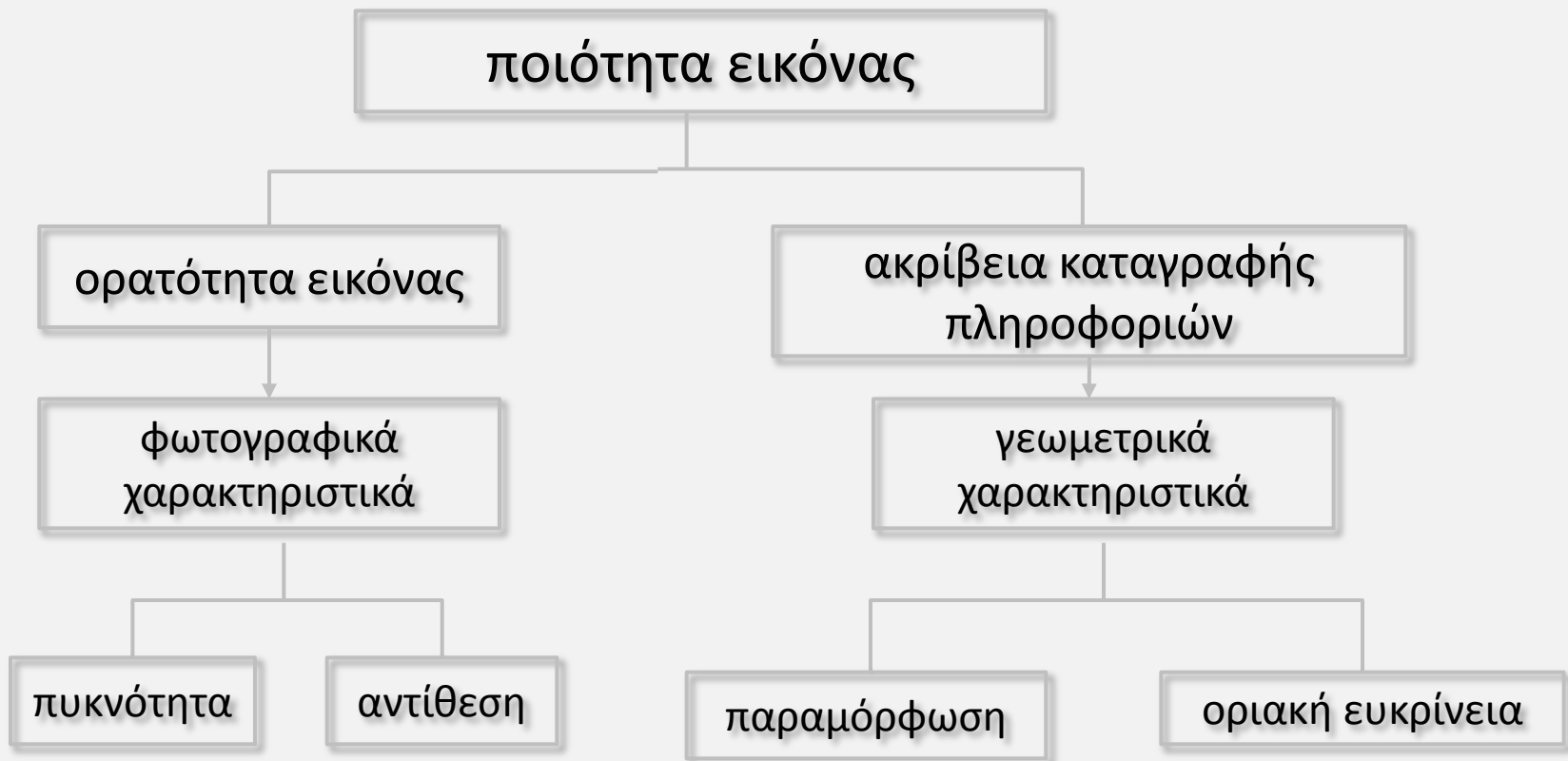
## ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

- ποιότητα εικόνας - παράγοντες έκθεσης
- γεωμετρικά χαρακτηριστικά εικόνας
- συστήματα έκθεσης - AEC
- σημεία αμαύρωσης

ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΥ Α. – ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Γ.

# ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- ΚΟΥΜΑΡΙΑΝΟΣ Δ. : ΑΤΛΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΒΟΛΩΝ – ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΡΟΒΟΛΕΣ
- Fauber L.T: Radiographic Imaging and Exposure
- Bushong C.S: Radiologic science for Technologists
- Dowd, et. al: Principles of Imaging Science and Protection
- Μπούτσικου Κ, Οικονόμου Γ: Σημειώσεις Εργαστηρίου Ακτινοτεχνολογίας Ι



# ΠΥΚΝΌΤΗΤΑ

ποσοστό συνολικής αμαύρωσης



- παράγοντες έκθεσης
  - kVp : ενέργεια (διεισδυτικότητα)
    - + αριθμός φωτονίων
  - mAs: αριθμός φωτονίων
- φίλτρα
- Ε.Α.
- Π.Α.
- Ε.Π.
- Α.Δ.
- κλίση λυχνίας
- πεδίο ακτινοβολήσης - διαφράγματα
- πάχος θέματος
- ύπαρξη γύψου – νάρθηκα
- σωματότυπος: υπερσθενικός - ασθενικός
- παθολογία
- χρήση μέσων σκιαγραφικής αντίθεσης
- χημική επεξεργασία

# επίδραση σε πυκνότητα

kVp	αντίστοιχη μεταβολή	κλίση λυχνίας	αντίθετη μεταβολή
mAs	αντίστοιχη μεταβολή	διαφράγματα	αντίστοιχη μεταβολή
Ε.Π.	αντίστοιχη μεταβολή	φαινόμενο πτέρνας	-
Ε.Α.	αντίθετη μεταβολή	φίλτρα	αντίστοιχη μεταβολή
Π.Α.	αντίθετη μεταβολή	χημική επεξεργασία	↑ με ↑ t + θ
Α.Δ.	αντίθετη μεταβολή	μέγεθος εστίας	-

**κύριος παράγοντας ρύθμισης της πυκνότητας : mAs**

σημείωση: σε σύστημα **CR** η πυκνότητα διορθώνεται μέσω συστήματος

# διόρθωση πυκνότητας

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ  
ΒΑΣΕΙ Ε.Α.

$$\frac{mAs_1}{mAs_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ  
ΒΑΣΕΙ Ε.Π.

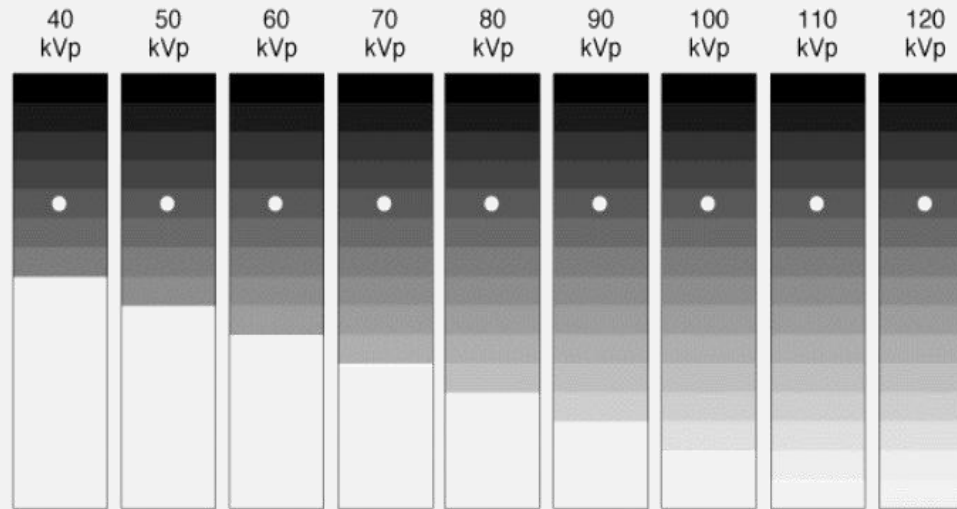
$$\frac{Ε. Π._1}{Ε. Π._2} = \frac{mAs_2}{mAs_1}$$

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ  
ΒΑΣΕΙ Α.Δ.

$$\frac{GCF_{\text{νέου}}}{GCF_{\text{αρχικού}}} = \frac{mAs_{\text{νέου}}}{mAs_{\text{αρχικού}}}$$

# αντίθεση

διαφορά αμαύρωσης – αποχρώσεις του γκρι



- παράγοντες έκθεσης
  - kVp : ενέργεια (διεισδυτικότητα)
- Α.Δ.
- Π.Α.
- πεδίο ακτινοβολησης
- πάχος θέματος
- φίλτρα
- ύπαρξη γύψου – νάρθηκα
- σωματότυπος: υπερσθενικός - ασθενικός
- παθολογία
- χρήση μέσων σκιαγραφικής αντίθεσης

# επίδραση σε αντίθεση

kVp	αντίθετη μεταβολή	κλίση λυχνίας	-
mAs	-	διαφράγματα	αντίθετη μεταβολή
Ε.Π.	-	φαινόμενο πτέρνας	-
Ε.Α.	-	φίλτρα	αντίθετη μεταβολή
Π.Α.	αντίστοιχη μεταβολή	χημική επεξεργασία	↓ με ↑ t + θ
Α.Δ.	αντίστοιχη μεταβολή	μέγεθος εστίας	-

κύριος παράγοντας ρύθμισης της πυκνότητας : kVp

σημείωση: σε σύστημα **CR** επικρατεί η ίδια επίδραση

# kVp – πυκνότητα/αντίθεση

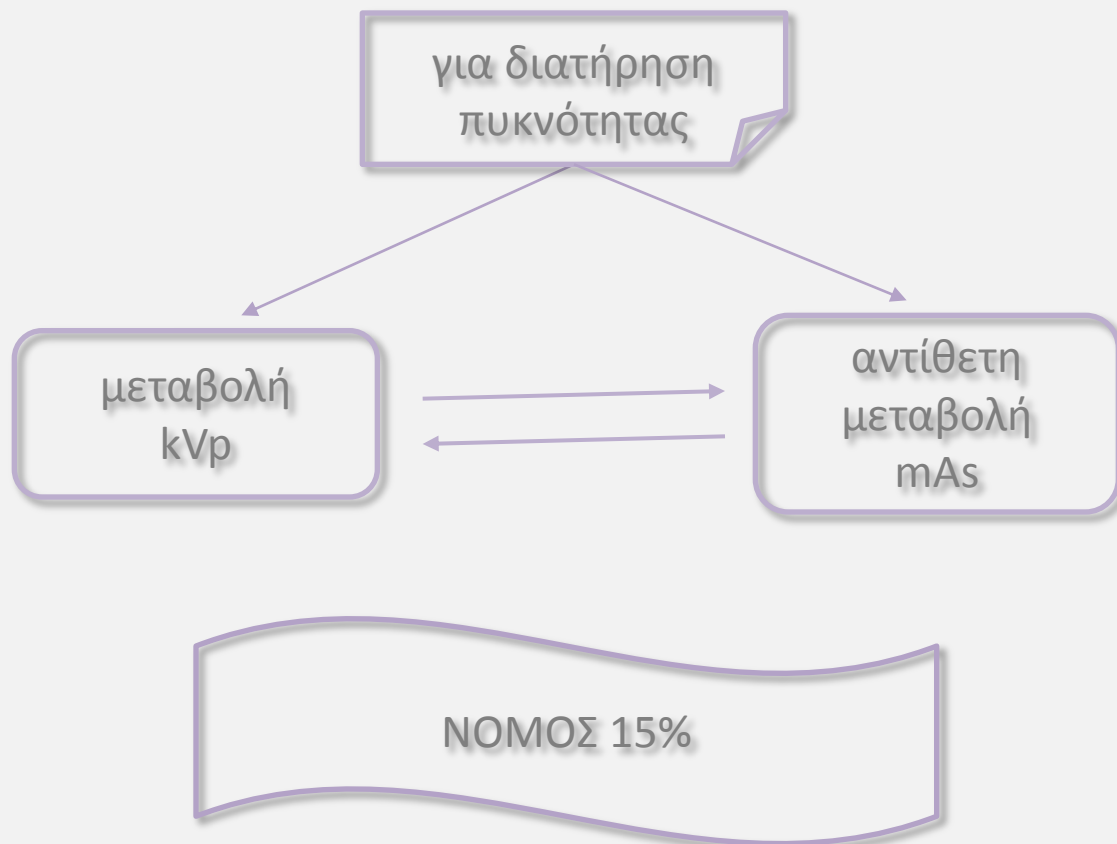


↑ αντίθεσης + ↓ πυκνότητας



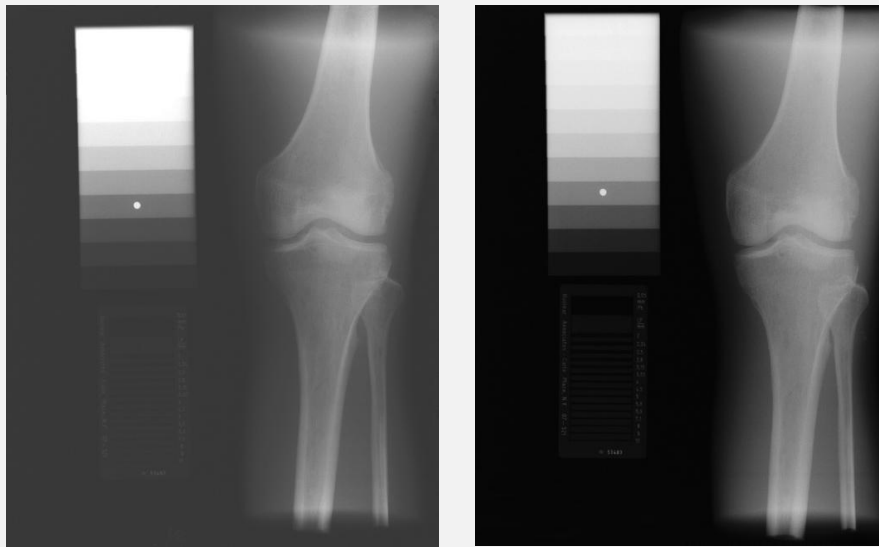
↓ αντίθεσης + ↑ πυκνότητας

# συμπέρασμα



# Νόμος του 15%

αλλαγή αντίθεσης με διατήρηση πυκνότητας



- ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ 15%  
μεταβολή kVp κατά 15% ( $kVp \pm 15\% kVp$ ) → διπλασιασμός/υποδιπλασιασμός έκθεσης

**Άρα**

↑ kVp κατά 15% πρέπει ↓ mAs στο μισό ( $mAs/2$ )

( συμβάλλει και σε ακτινοπροστασία kVp πιο ακτινοπροστατευτικά από mAs)

↓ kVp κατά 15% πρέπει ↑ mAs κατά το διπλάσιο ( $2mAs$ )

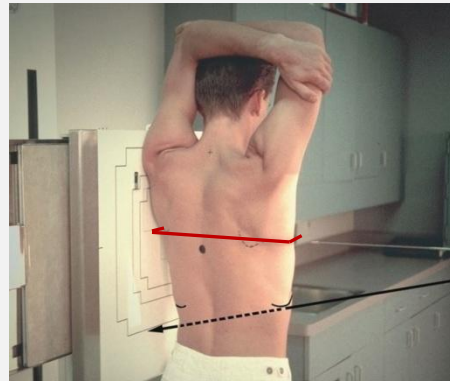
# πάχος θέματος

πάχος → απορρόφηση φωτονίων + σκέδαση φωτονίων

Ε.Π. – φιλμ: αντίθετη επίδραση σε πυκνότητα + αντίθεση

CR: καμία επίδραση σε πυκνότητα, αντίθετη επίδραση σε αντίθεση

	για κάθε 1cm	για κάθε 5 cm
mAs	$15 - 20\% \times \text{mAs}$	$2 \times \text{mAs}$
kVp	2kVp	10kVp



Μέτρηση στο επίπεδο που διέρχεται η κεντρική ακτίνα

σημείωση: επιδρά και σε γεωμετρικά χαρακτηριστικά εικόνας

# φίλτρα



με φίλτρο



χωρίς φίλτρο

# παθολογία



- Προσθετική παθολογία: μεταβολές δομών που οδηγούν σε  $\uparrow$  εξασθένησης  $\rightarrow$   $\downarrow$  πυκνότητας (απαιτείται  $\uparrow$  στοιχείων) π.χ. πνευμονία, νόσος Paget
- Αφαιρετική παθολογία: μεταβολές δομών που οδηγούν σε  $\downarrow$  εξασθένησης  $\rightarrow$   $\uparrow$  πυκνότητας (απαιτείται  $\downarrow$  στοιχείων) π.χ. οστεομυελίτιδα

# Σκιαγραφικά μέσα



- δ/τα που χορηγούνται ενδοφλέβια ή μέσω κατάποσης ή υποκλυσμού για μεταβολή της αντίθεσης μιας δομής σε σχέση με το περιβάλλον
  - Θετικά: ↓ πυκνότητας + ↑ αντίθεσης- (Αρνητικά: ↑ πυκνότητας + ↑ αντίθεσης )
  - Ιωδιούχα - Βάριο - αέρας
- Ανάλογα το είδος και τον τρόπο χορήγησης αναπροσαρμόζονται τα kVp

# Ελάχιστες αντιληπτές αλλαγές/διορθώσεις

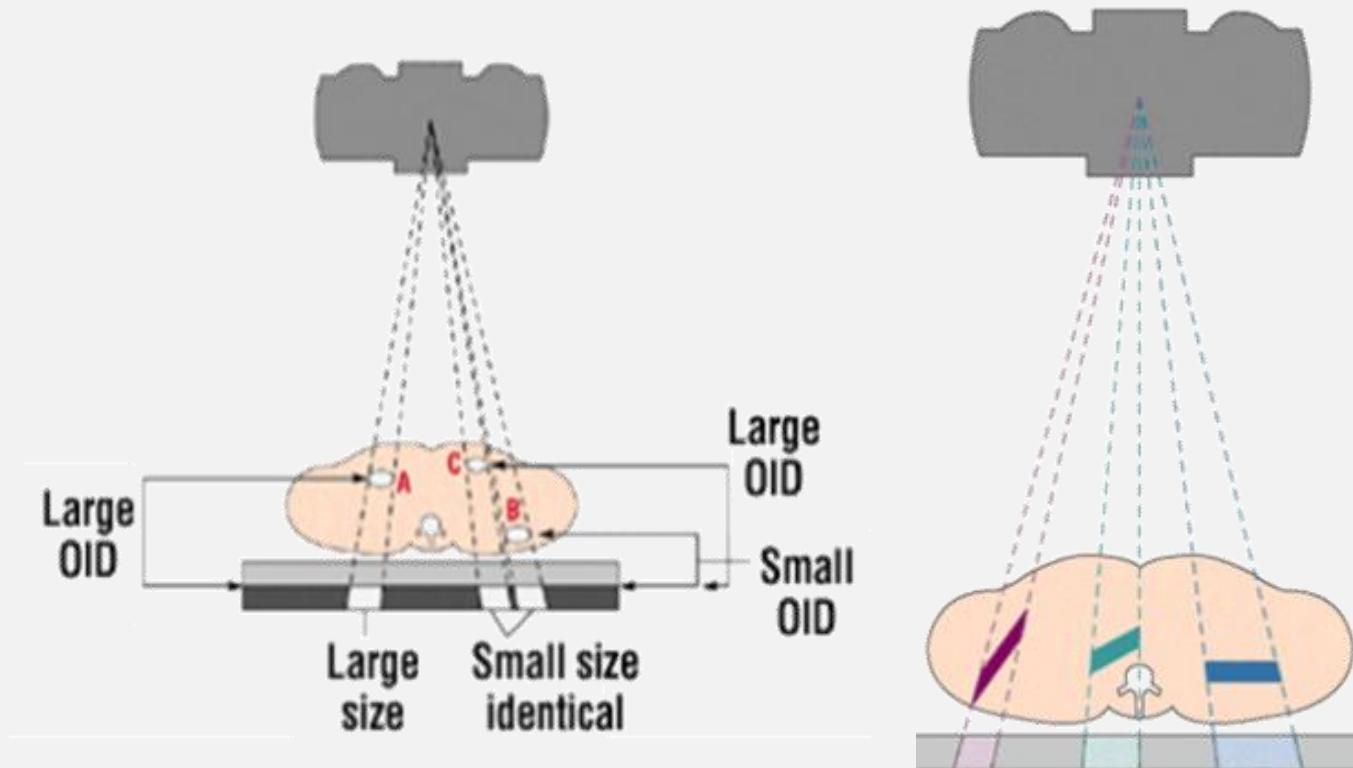
ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ	ΑΛΛΑΓΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΛΛΑΓΗ
mAs	πυκνότητας	κατά 30%
		αν απαιτείται επανάληψη χρήση παράγοντα <b>×/:</b> <b>πολλαπλάσιο του 2</b>

ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ	ΑΛΛΑΓΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΛΛΑΓΗ
kVp	αντίθεσης	κατά 8% ( 4 – 12% ανάλογα την αρχική τιμή, όσο μεγαλύτερη τόσο μεγαλύτερη μεταβολή απαιτείται)
		αν απαιτείται επανάληψη $\pm 15\%$

Γεωμετρικοί παράγοντες

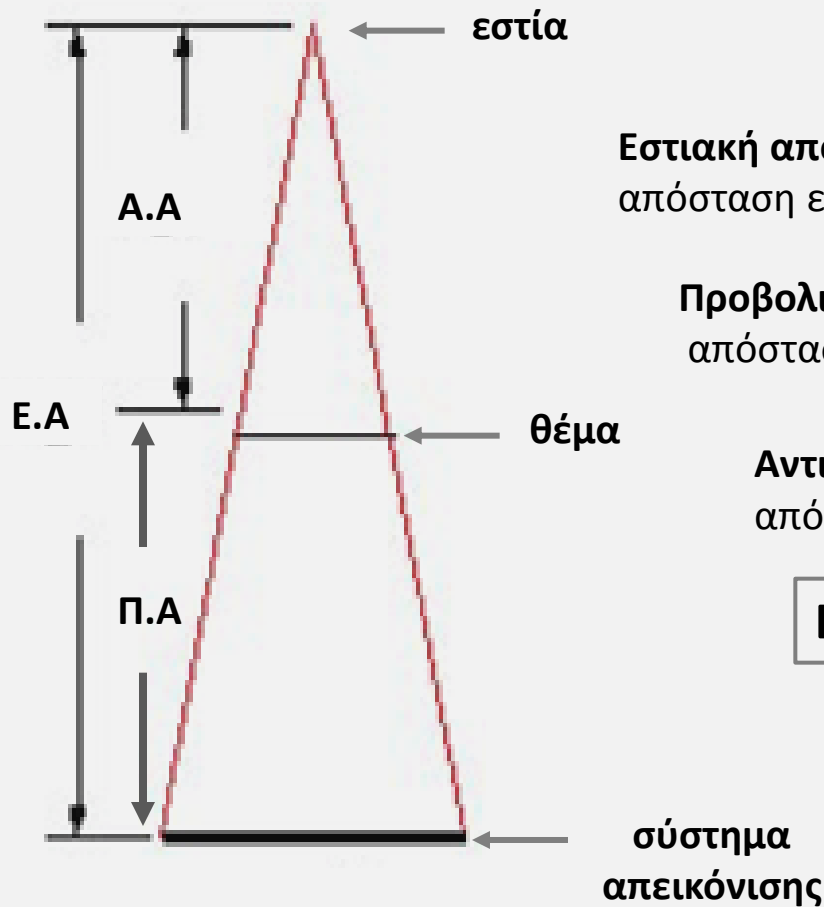
Παραμόρφωση

# Προβλήματα απεικόνισης



- Παραμόρφωση: παραποίηση πραγματικού μεγέθους ή σχήματος των δομών λόγω αποκλίνουσας δέσμης και διαφορετικής θέσης – διαφορετικού προσανατολισμού των δομών ως προς αυτήν

# Ε.Α – Π.Α. – Α.Α.



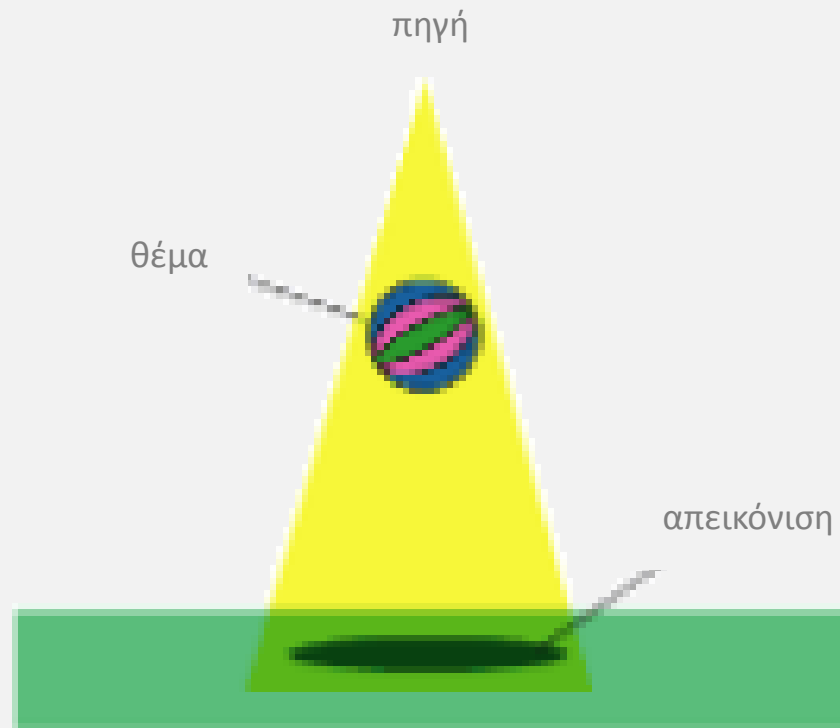
**Εστιακή απόσταση Ε.Α. (SID):**  
απόσταση εστίας λυχνίας – συστήματος απεικόνισης (IR)

**Προβολική απόσταση Π.Α. (OID):**  
απόσταση θέματος – συστήματος απεικόνισης (IR)

**Αντικειμενική απόσταση Α.Α. (SOD):**  
απόσταση εστίας λυχνίας – θέματος

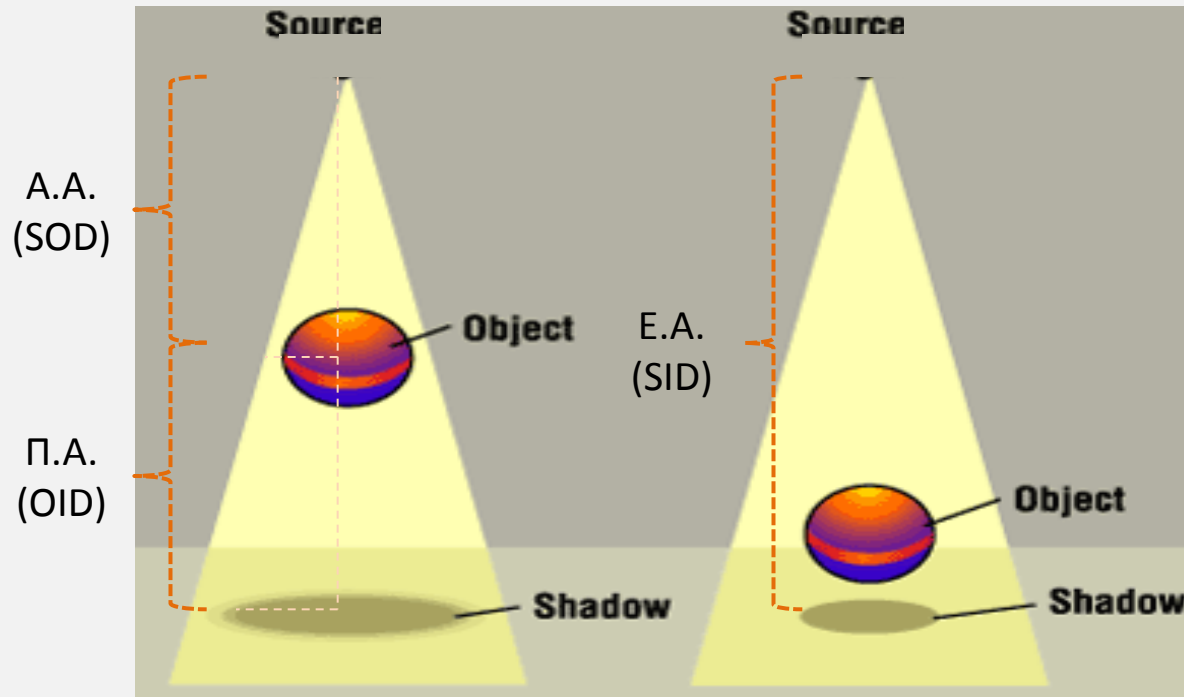
$$Ε.Α. = Α.Α. + Π.Α.$$

# ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ



- μέγεθος θέματος σε τελική εικόνα > μέγεθος θέματος που απεικονίζεται
- ↑ μεγέθους θέματος λόγω αποκλίνουσας δέσμης
- υπάρχει πάντα, θέλουμε η ελάχιστη δυνατή εκτός εξαιρέσεων

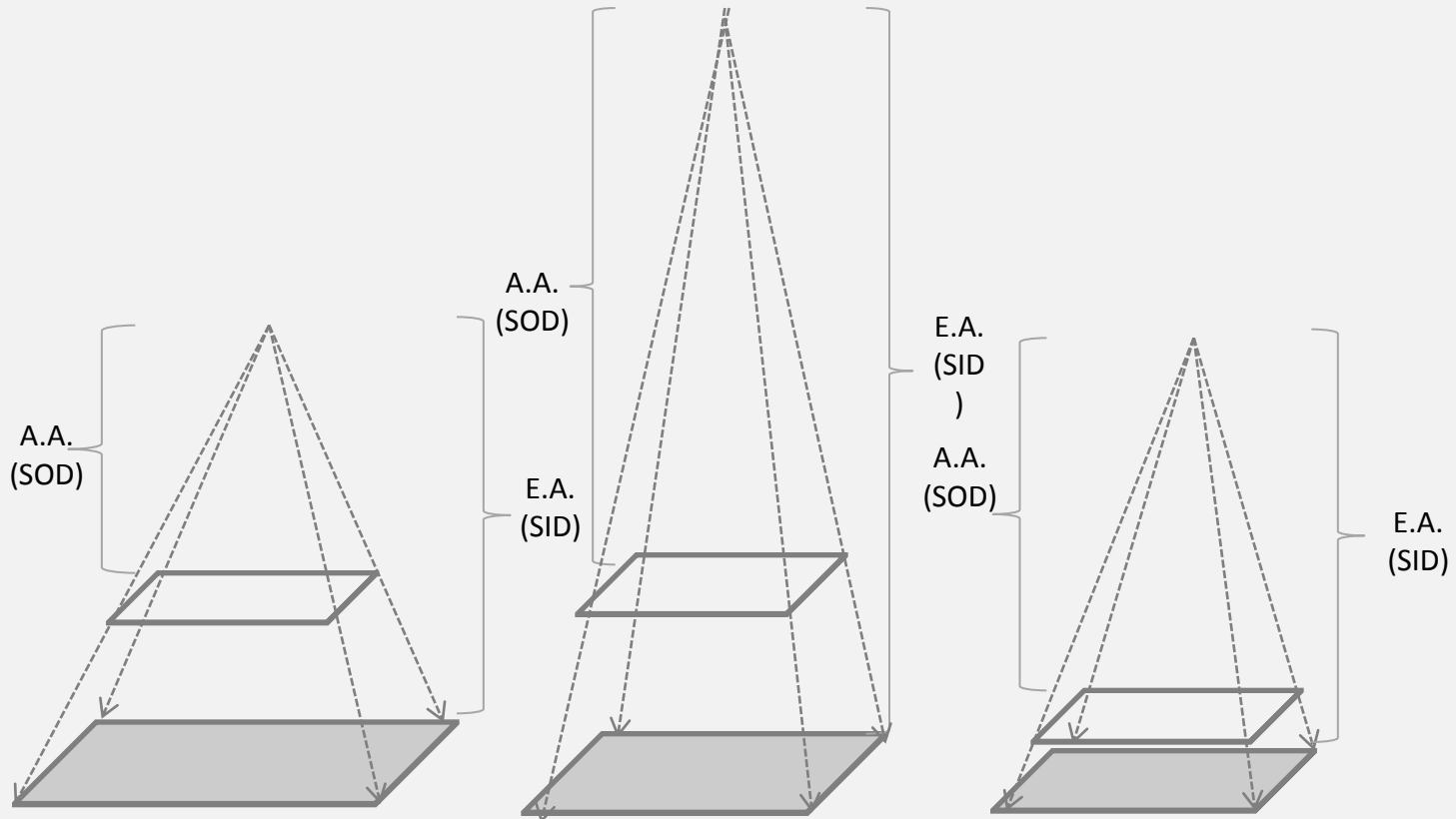
# Παράγοντας μεγέθυνσης (MF)



$$MF = \frac{\text{μέγεθος εικόνας}}{\text{μέγεθος θέματος}} = \frac{E.A.}{A.A.}$$

- εκφράζει το ποσοστό μεγέθυνσης
- μέγεθος εικόνας  $\approx$  μέγεθος αντικειμένου όταν  $E.A. \approx A.A.$  δηλαδή  $\Pi.A. \rightarrow 0$

# Μεγέθυνση – Ε.Α./Π.Α.



- ελαχιστοποίηση μεγέθυνσης:  $\uparrow$  Ε.Α. κ'  $\downarrow$  Π.Α.  
– ελαχιστοποίηση δόσης δέρματος
- για μεγέθυνση:  $\uparrow$  Π.Α.

# Μεγέθυνση



# παραμόρφωση

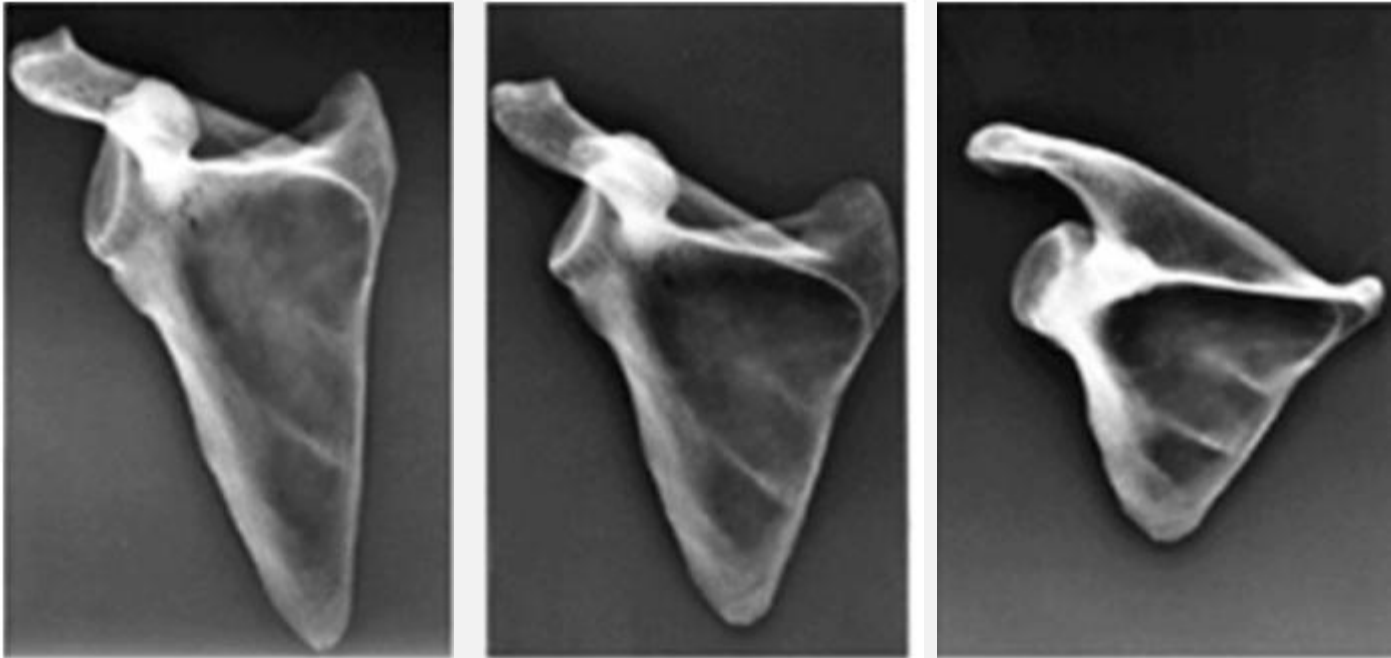


σμίκρυνση



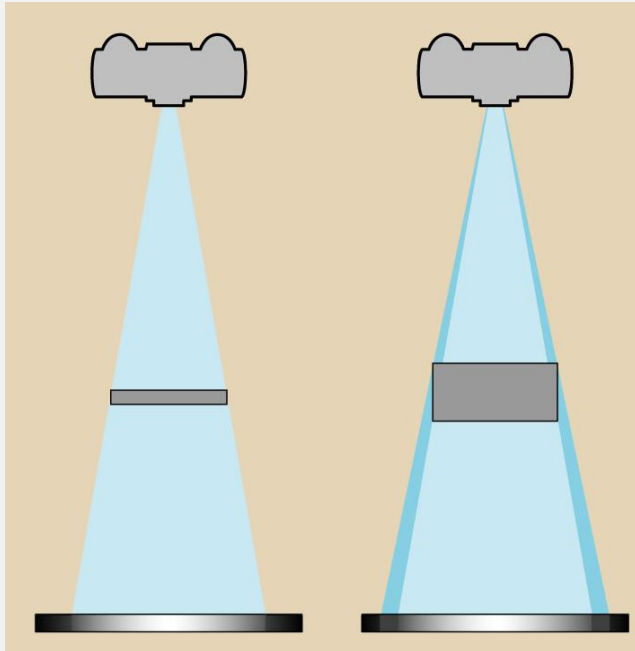
επιμήκυνση

# Παραμόρφωση σχήματος

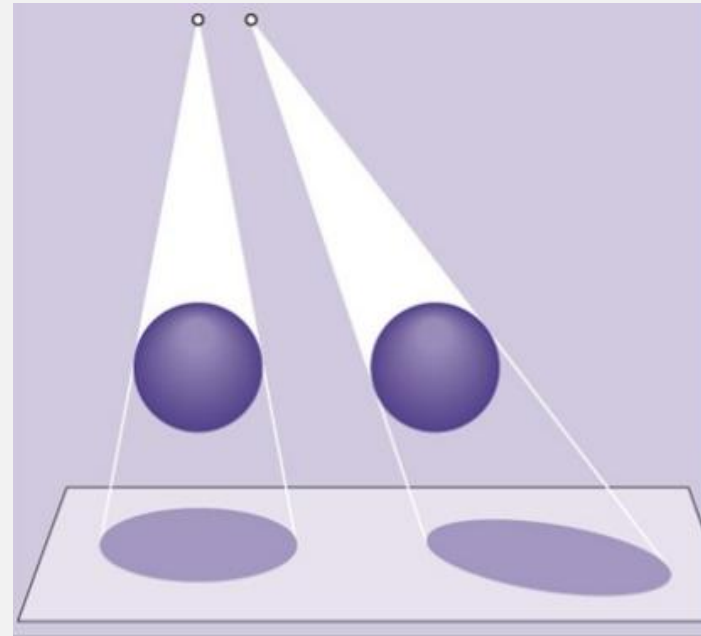


# Παραμόρφωση σχήματος

πάχος θέματος

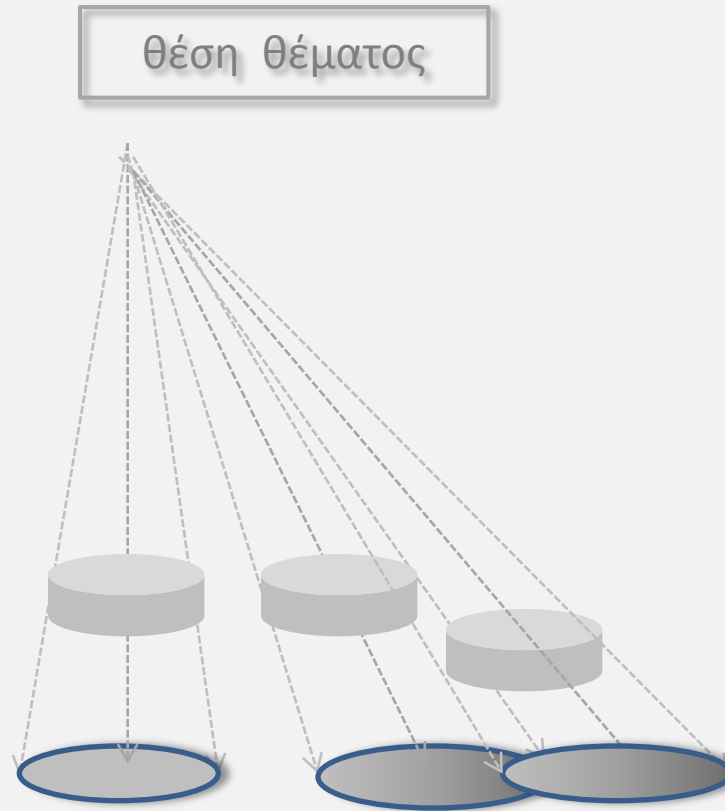


- $\uparrow$  πάχους  $\rightarrow$  διαφορετική Π.Α./ επίπεδο
- τμήματα με  $\uparrow$  Π.Α. εμφανίζουν μεγαλύτερη μεγέθυνση  $\rightarrow$  μη σαφή όρια



- $\uparrow$  απόστασης από κεντρική ακτίνα  $\rightarrow$  ανομοιόμορφη μεγέθυνση ως προς κέντρο συμμετρίας θέματος
- $\uparrow$  ασυμμετρίας  $\rightarrow$   $\uparrow$  ανομοιομορφία

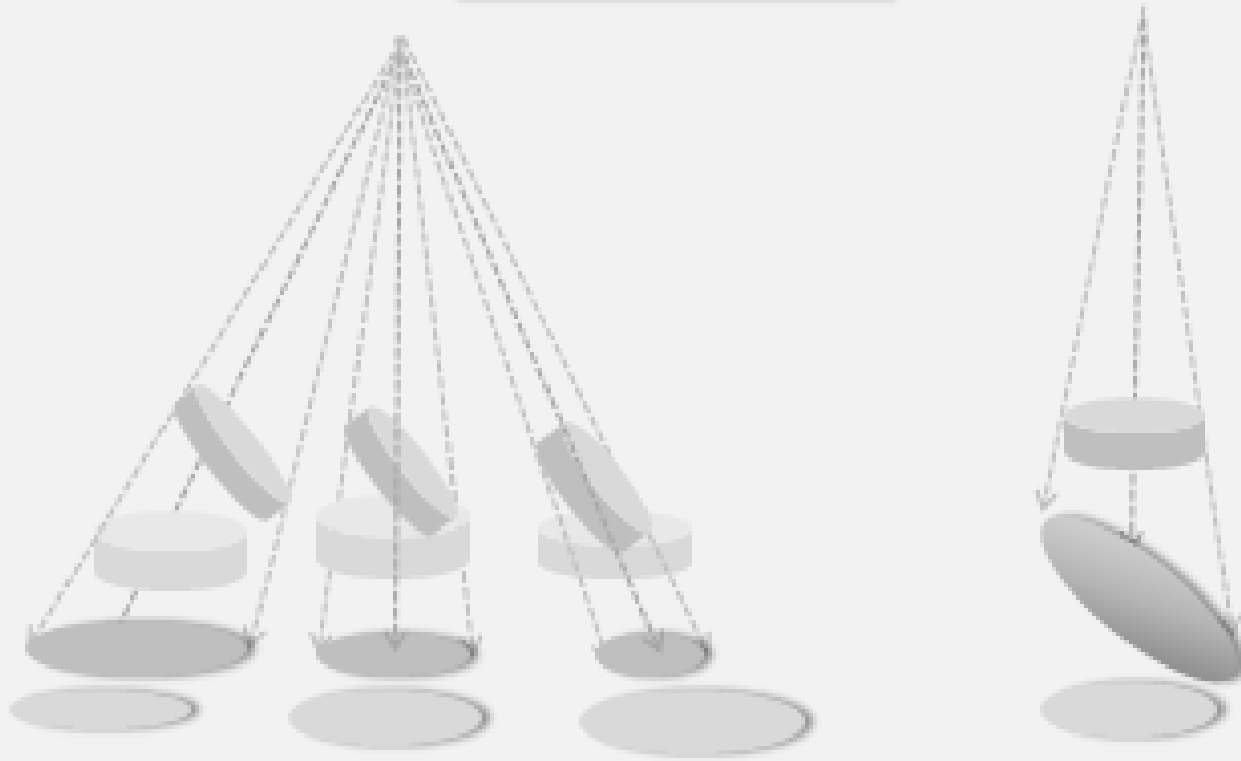
# Παραμόρφωση σχήματος



- $\uparrow$  απόστασης από κεντρική ακτίνα  $\rightarrow$   $\uparrow$  ανομοιόμορφης μεγέθυνσης
- δομές σε διαφορετικό επίπεδο απεικονίζονται ως μια δομή

# Παραμόρφωση σχήματος

θέση θέματος / IR



κλίση θέματος ως προς IR  $\rightarrow$  παραμόρφωση  
– ανάλογα τη θέση ως προς την κεντρική  
ακτίνα μπορεί να παρατηρηθεί επιμήκυνση  
ή σμίκρυνση

κλίση IR  $\rightarrow$  επιμήκυνση

# Παραμόρφωση σχήματος



Θέμα όχι // IR



Θέμα // IR

# Παραμόρφωση σχήματος

κλίση λυχνίας



κεφαλική κλίση



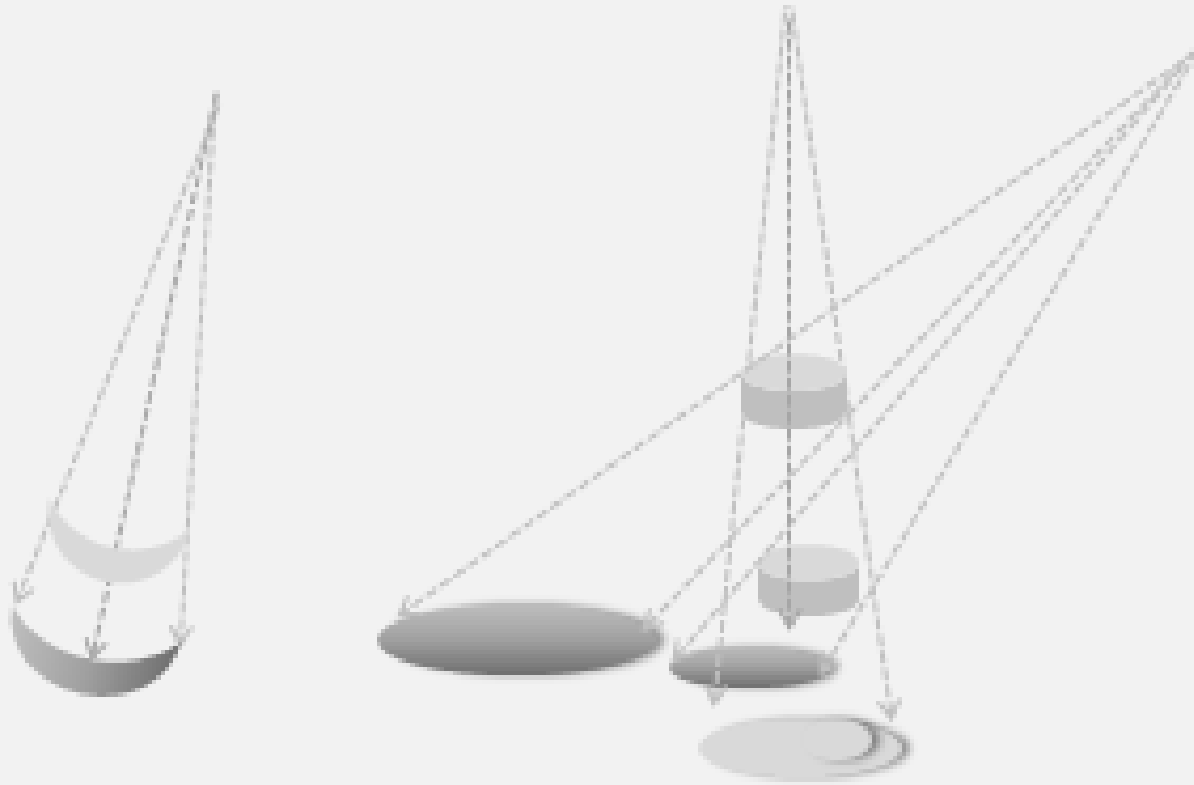
χωρίς κλίση



ουραία κλίση

κλίση → κεντρική ακτίνα όχι  $\perp$  σε θέμα και σε IR

# Κλίση λυχνίας?



κλίση λυχνίας

- ώστε κεντρική ακτίνα  $\perp$  σε θέμα  $\rightarrow$  βέλτιστη ανάδειξη
  - επίλυση επιπροβολών
- $\rightarrow$  βέλτιστη ανάδειξη
- εναλλακτικά σε αδυναμία εξεταζόμενου

# Κλίση λυχνίας?



όχι κλίση → κεντρική ακτίνα όχι  $\perp$  σε θέμα



κλίση → κεντρική ακτίνα όχι  $\perp$  σε θέμα

# Κλίση λυχνίας?



όχι κλίση → επιπροβολές

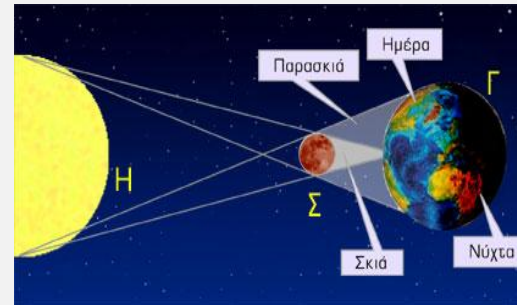
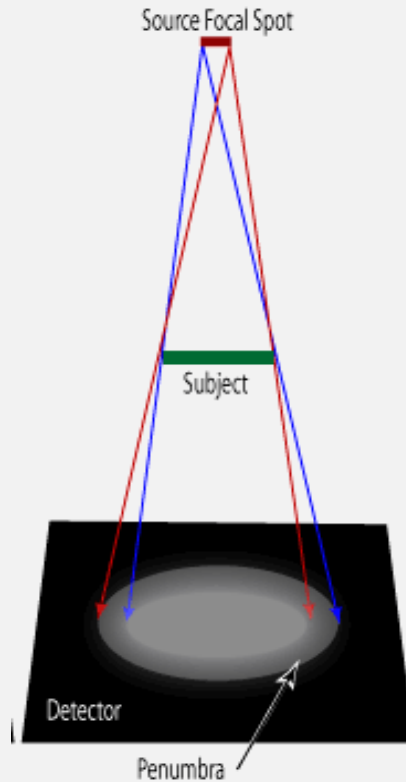


κλίση → ↓ επιπροβολών

Γεωμετρικοί παράγοντες

Οριακή ευκρίνεια

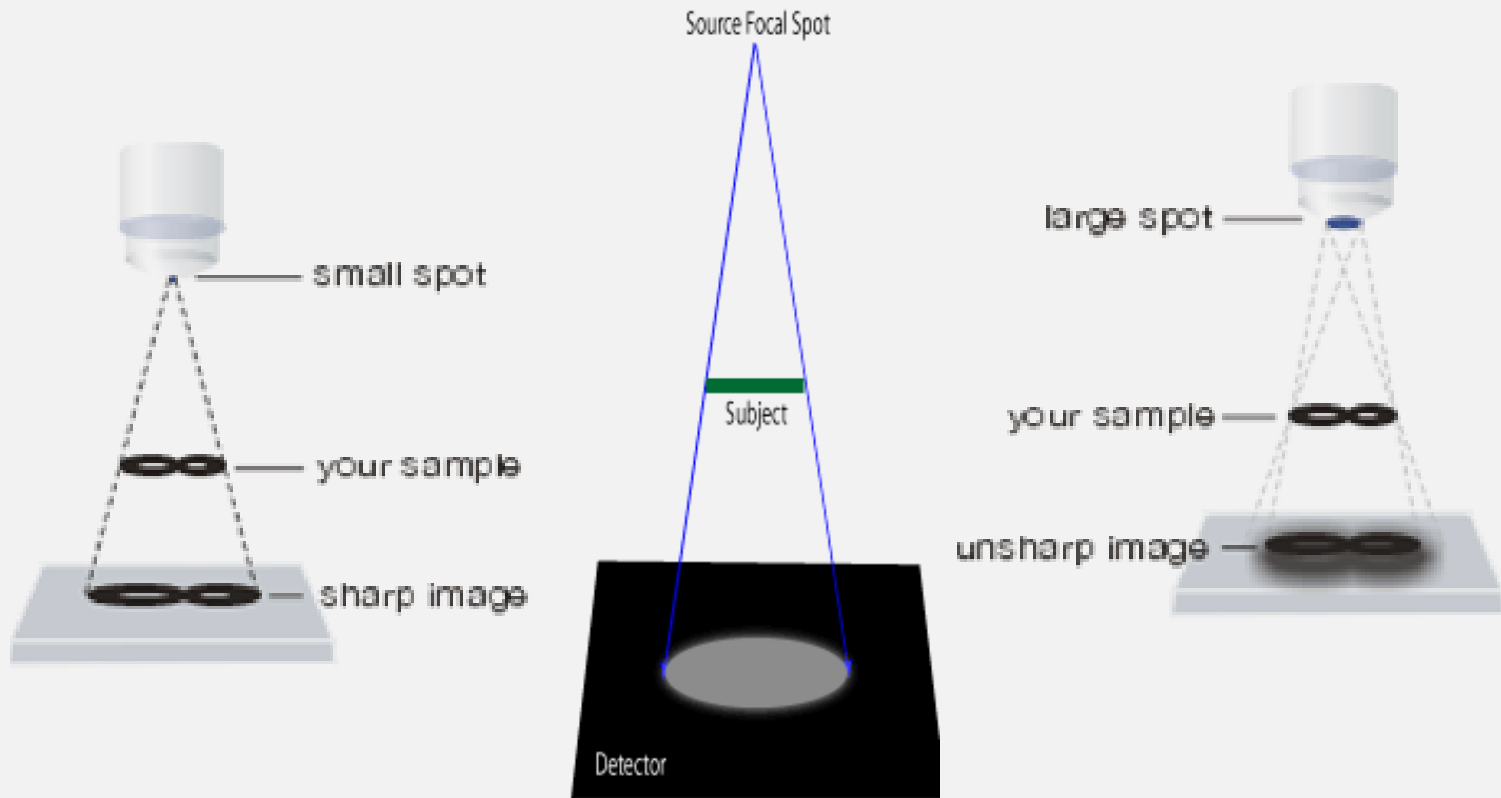
# Παρασκιά



μερική έκλειψη

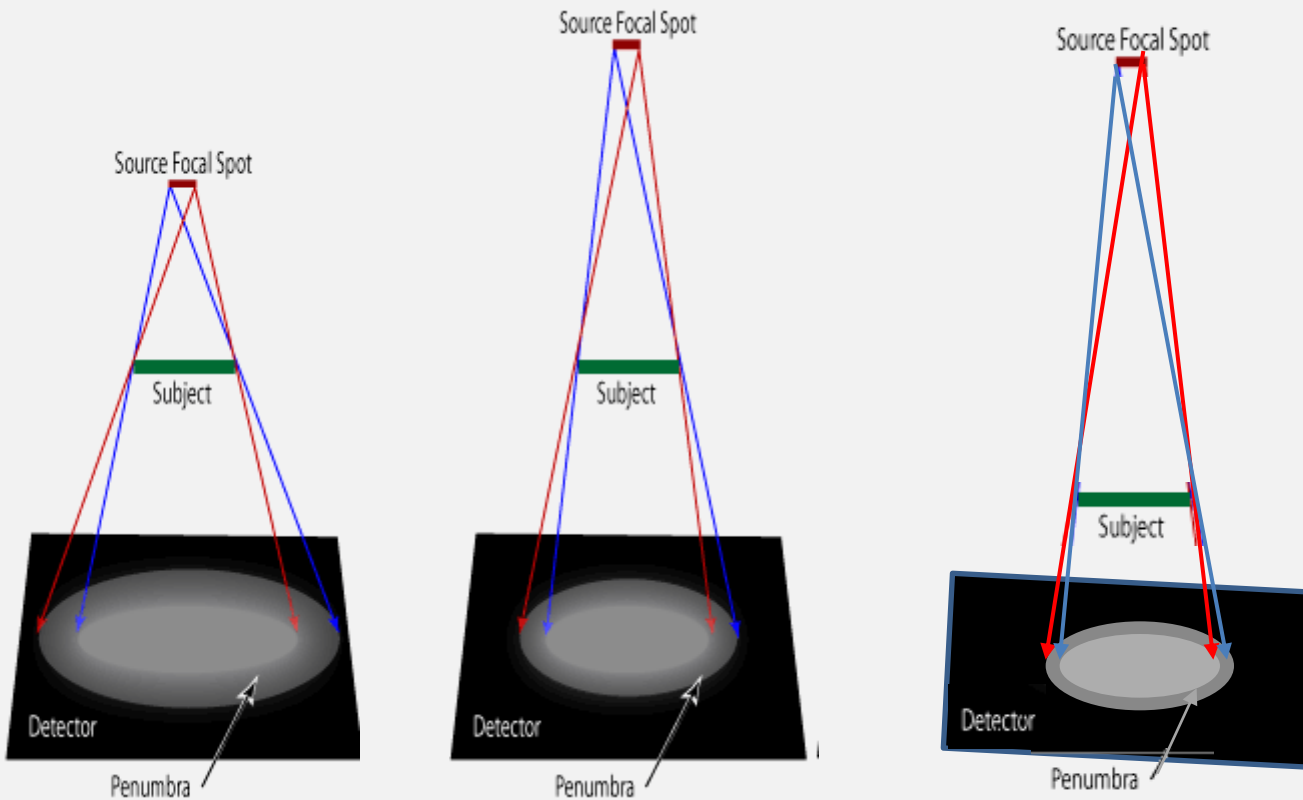
- Περιοχή μειωμένης αμαύρωσης που περιβάλλει την κυρίως αμαύρωση και οφείλεται στο μέγεθος της εστίας
- Δημιουργείται από φωτόνια τα οποία εκπέμπονται από διαφορετικό σημείο της πηγής , με πορεία εφαπτομενική των ορίων της δομής

# Παρασκιά – μέγεθος εστίας



- οδηγεί σε ↓ οριακής ευκρίνειας
- Σημειακή πηγή → ευκρινή όρια
- ↑ διαστάσεων εστίας → ↓ οριακής ευκρίνειας

# Παρασκιά – Ε.Α./Π.Α.



- Για συγκεκριμένη εστία:  
↑ Ε.Α - ↓ Π.Α. → ↓ παρασκιάς

# ↓ Οριακής ευκρίνειας

- Παρασκιά – γεωμετρική ασάφεια:  
μέγεθος παρασκιάς (P)

$$P = (\text{μέγεθος εστίας}) \times \frac{\text{Π. Α.}}{\text{Ε. Α.}}$$

- Σύστημα απεικόνισης (ταχύτητα, κατασκευή, σωστή επαφή Ε.Π- φιλμ)
- Κίνηση – κινητική ασάφεια:
  - Εκούσια κίνηση θέματος
  - Ακούσια κίνηση
  - Κίνηση συστήματος

Περιορισμός: ↓ χρόνου έκθεσης

(συνοδεύεται από ↑ mA για διατήρηση πυκνότητας)

καθοδήγηση εξεταζόμενου/ χρήση συστημάτων ακινητοποίησης

↑ Ε.Α. κ' ↓ Π.Α.



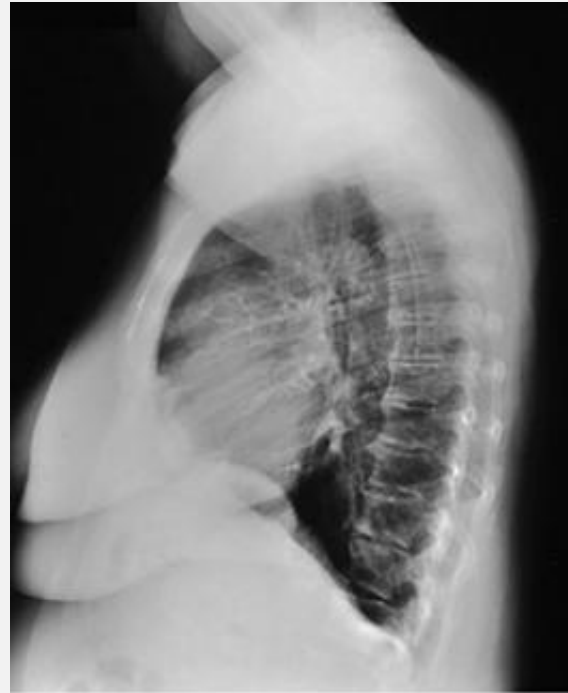
# Οριακή ευκρίνεια – μέγεθος εστίας



# οριακή ευκρίνεια – Ε.Α.



↓ Ε.Α.



↑ Ε.Α.

οριακή ευκρίνεια – κινητική ασάφεια



# επίδραση σε γεωμετρικά χαρακτηριστικά

Ε.Α.	αντίστοιχη επίδραση σε οριακή ευκρίνεια	μέγεθος εστίας	αντίθετη επίδραση σε οριακή ευκρίνεια
	αντίθετη επίδραση σε παραμόρφωση - μεγέθυνση		- σε παραμόρφωση
Π.Α.	αντίθετη επίδραση σε οριακή ευκρίνεια	κλίση λυχνίας	αντίθετη επίδραση σε οριακή ευκρίνεια
	αντίστοιχη επίδραση σε παραμόρφωση - μεγέθυνση		αντίστοιχη επίδραση σε παραμόρφωση
Ε.Π.	αντίθετη επίδραση σε οριακή ευκρίνεια	πάχος θέματος	αντίθετη επίδραση σε οριακή ευκρίνεια
	- σε παραμόρφωση		αντίστοιχη επίδραση σε παραμόρφωση
kVp	-	σχέση Κ.Α- θέμα - κασέτα	αντίθετη επίδραση σε παραμόρφωση
mAs	-	φαινόμενο πτέρνας	-
Α.Δ.	-	χημική επεξεργασία	-
διαφράγματα	-	φίλτρα	-

σημείωση: σε σύστημα **CR** επικρατεί η ίδια επίδραση

# ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΘΕΣΗΣ

# Συστήματα έκθεσης

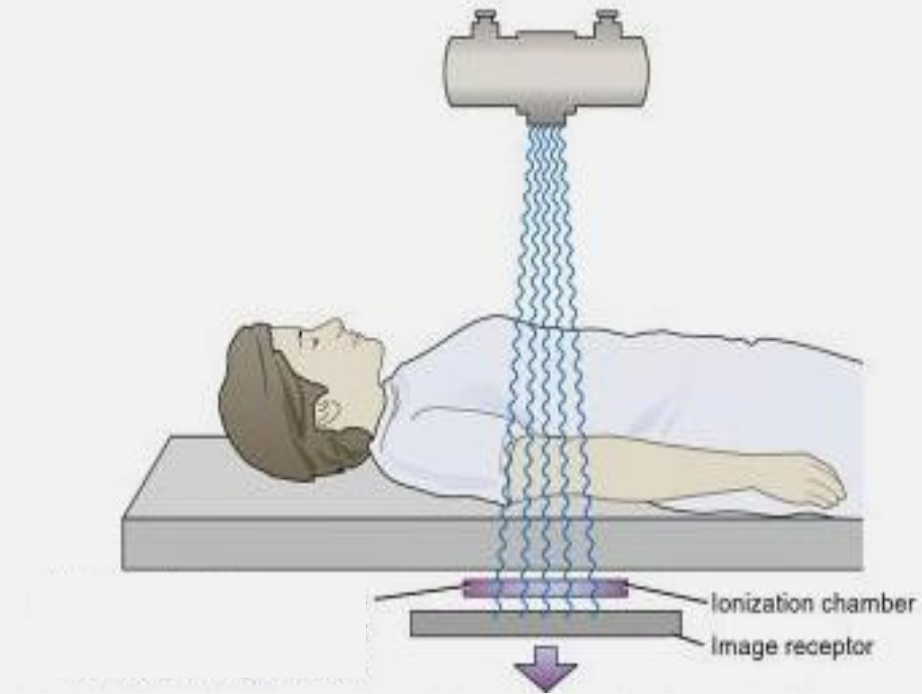
- Μέθοδοι κατάρτισης πινάκων έκθεσης
- Ο πίνακας περιέχει
  - kVp, mAs, mA, sec, E.Π. A.Δ. E.A., κλίση λυχνία κλπ για κάθε προβολή και για κάθε συγκεκριμένο πάχος θέματος
- Είδη
  - Σύστημα μεταβλητών kVp ( mAs = σταθερά/ανατομική περιοχή, kVp αλλάζουν βάσει πάχους θέματος )
    - Χρήση χαμηλότερων kVp → ↑ αντίθεσης
  - Σύστημα σταθερών kVp (kVp – σταθερά/ ανατομική περιοχή, mAs αλλάζουν βάσει πάχους θέματος)
    - ↓ δόσης
    - Σταθερή αντίθεση
    - ↓ χρόνου έκθεσης → ↓ κινητικής ασάφειας
  - Σύστημα αυτόματου ελέγχου έκθεσης (ΑΕΕ)

# Σύστημα αυτόματου ελέγχου



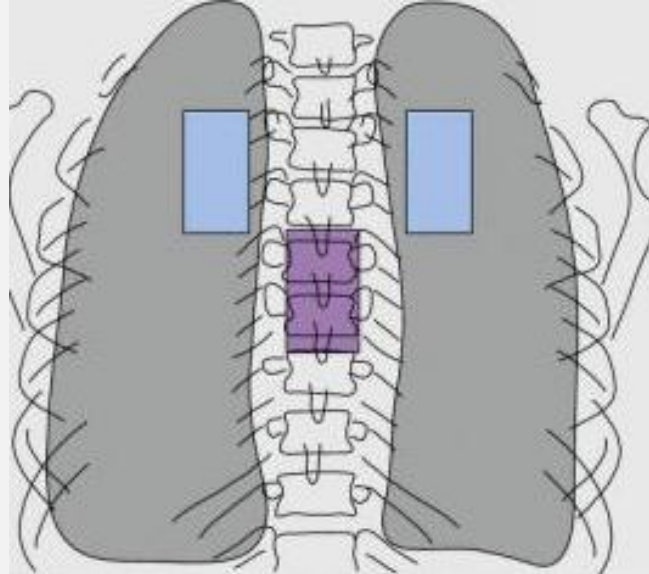
- Χρήση θαλάμων ιονισμού για τερματισμό έκθεσης
  - 3 θάλαμοι μπροστά από κασέτα και πίσω από Α.Δ.
- Τεχνολόγος καθορίζει: kVp, mA , E.A. και συνδυασμό θαλάμων
  - Το σύστημα καθορίζει τα mAs μέσω του χρόνου

# ρόλος



Οι θάλαμοι ιονισμού ανιχνεύουν το ποσοστό ακτινοβολίας που θα προσπέσει στο σύστημα καταγραφής και διακόπτουν την έκθεση όταν αυτό είναι ικανό να οδηγήσει στην ανάπτυξη κατάλληλης πυκνότητας για τη συγκεκριμένη προβολή

# επιλογή θαλάμου/ων



Επιλογή θαλάμου/ων που επικαλύπτονται πλήρως από δομή/ες ενδιαφέροντος, δηλαδή δομή/ες που θέλουμε να αναδεικνύονται στην τελική εικόνα

# Χαρακτηριστικά ΑΕΕ

- ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ

χρόνος που μεσολαβεί από στιγμή ανίχνευσης κατάλληλης ποσότητας ακτινοβολίας μέχρι τερματισμός έκθεσης (χρόνος αντίδρασης του συστήματος)

- Ελάχιστος χρόνος έκθεσης = 1ms

- ΧΡΟΝΟΣ ΕΦΕΔΡΕΙΑΣ

μέγιστος χρόνος που επιτρέπει την πραγματοποίηση έκθεσης

- Παρέχει προστασία εξεταζόμενου από εκτεταμένη έκθεση λόγω μη σωστής απόδοσης συστήματος ή λανθασμένης χρήσης του
- Ρυθμίζεται στο **150%** του αναμενόμενου χρόνου έκθεσης ή αυτόματα βάσει ανώτερης τιμής mAs 600
- Αν η διακοπή στηρίζεται σε αυτόν το χρόνο σημαίνει ότι τα mA που χρησιμοποιούνται είναι χαμηλά (για σωστά kVp)

# Χαρακτηριστικά ΑΕΕ

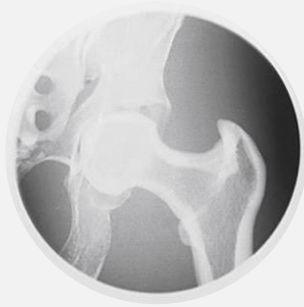


- ΕΠΙΛΟΓΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ IR

μεταβολή ευαισθησίας του συστήματος απεικόνισης αν αυτό διαφοροποιείται από το σύνηθες σύστημα απεικόνισης που χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ΑΕΕ

π.χ. ρύθμιση με ταχύτητα 400  
χρήση με ταχύτητα 100  
χωρίς επιλογή ευαισθησίας πυκνότητα?

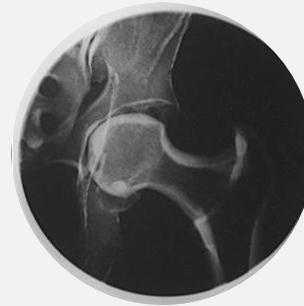
# ρύθμιση πυκνότητας



-2



0



+2

- ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ  
ρύθμιση τελικής πυκνότητας χωρίς αλλαγή στοιχείων  
– Τιμές  $\pm 1$ ,  $\pm 2$  (μεταβολή κατά 25%)

π.χ. επιλογή -2 ενώ έπρεπε 0 πυκνότητα?

# προβλήματα

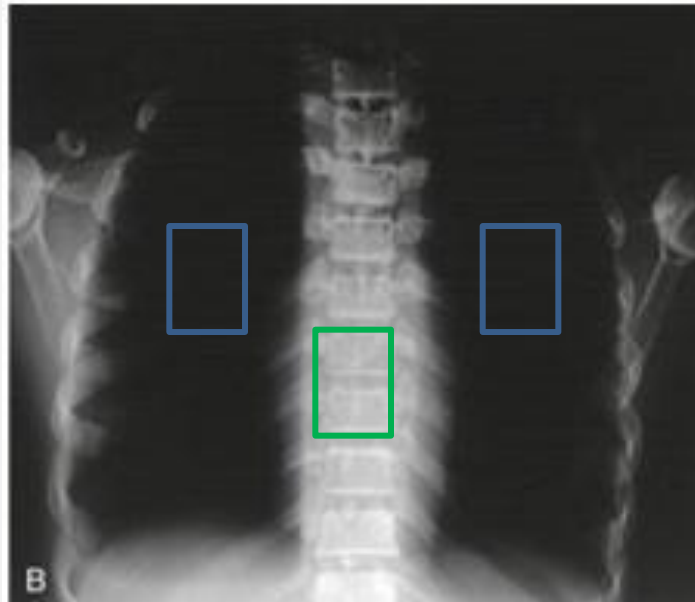


Λανθασμένη επιλογή επιφάνεια εργασίας

π.χ. χρήση ορθοστάτη με επιλογή Α.Δ. τραπεζιού πυκνότητα?

οδηγεί σε ενεργοποίηση του χρόνου εφεδρείας → υπερ- έκθεση

# προβλήματα

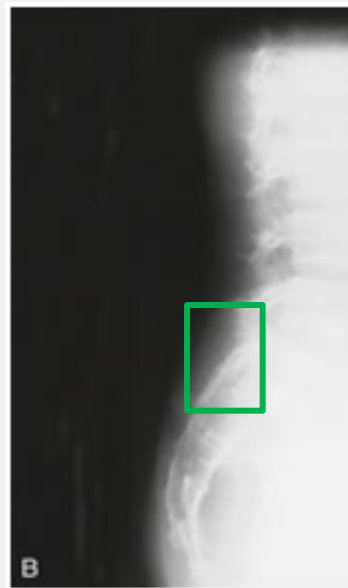
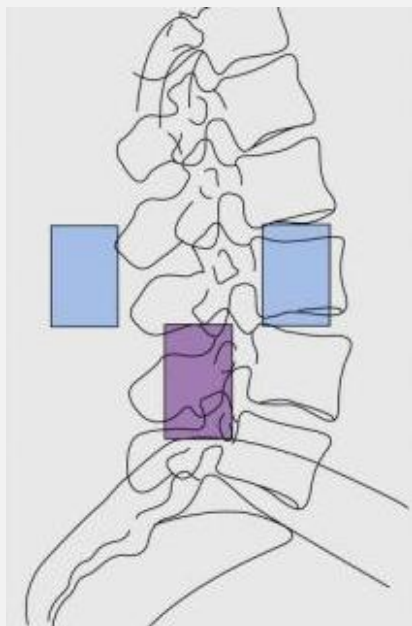


## Λανθασμένη επιλογή θαλάμου

Μέτρηση βάσει δομής που συμπίπτει με θάλαμο και όχι βάσει περιοχής ενδιαφέροντος (υπό- ή υπέρ – έκθεση)

π.χ. σε θώρακος επιλογή κεντρικού αυξημένη πυκνότητα σε πνευμονικό παρέγχυμα κατάλληλη σε Σ.Σ.

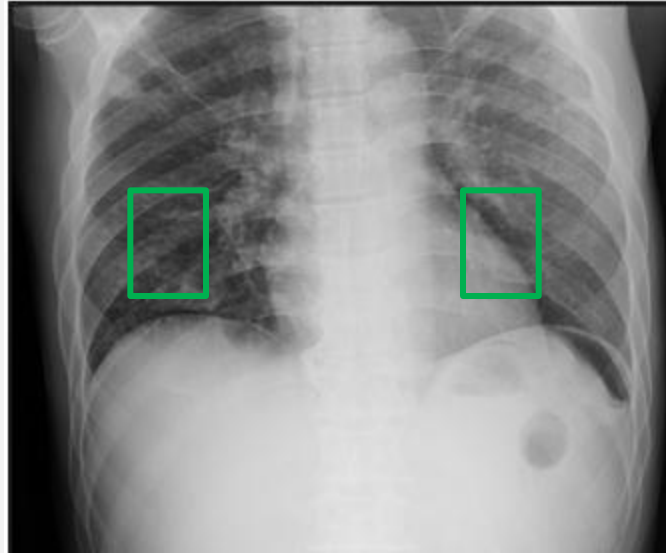
# προβλήματα



Λανθασμένη τοποθέτηση θέματος επί θαλάμου

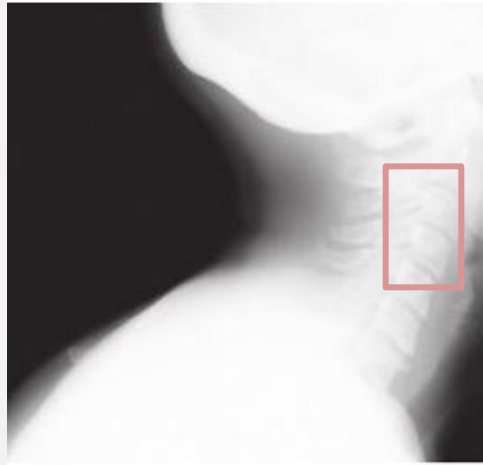
Μέτρηση βάσει συνδυασμού δομών που καλύπτουν το θάλαμο, ο χρόνος καθορίζεται από την πιο ακτινοπερατή

# προβλήματα



συνδυασμός θαλάμων + δομές διαφορετικής σύστασης – αναπνευστικές φάσεις

# προβλήματα



Μη ικανοποιητικός περιορισμός πεδίου

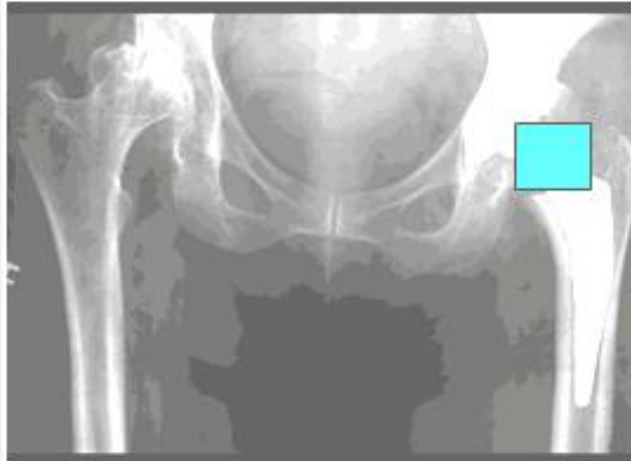
αυξημένο πεδίο → καταγραφή σκεδαζόμενης (γρηγορότερη παύση έκθεσης – υπό-έκθεση)

# προβλήματα



αποφυγή χρήσης με θέματα μικρών διαστάσεων (όχι πλήρης κάλυψη) και μη σαφή όρια για σωστό περιορισμό πεδίων (υπό- έκθεση)

# προβλήματα



- αποφυγή χρήσης σε παθολογία – υλικά με  $\uparrow Z$  (μέταλλα, σκιαγραφικά)
  - Πρώιμη διακοπή ή εκτεταμένη έκθεση – εφαρμογή χρόνου εφεδρείας πριν ανάπτυξη κατάλληλης πυκνότητας