

Ορθές πρακτικές έκθεσης ασθενών σε ιοντίζουσα ακτινοβολία για διαγνωστικούς σκοπούς

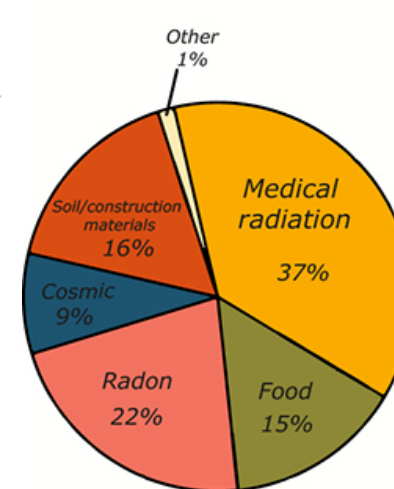
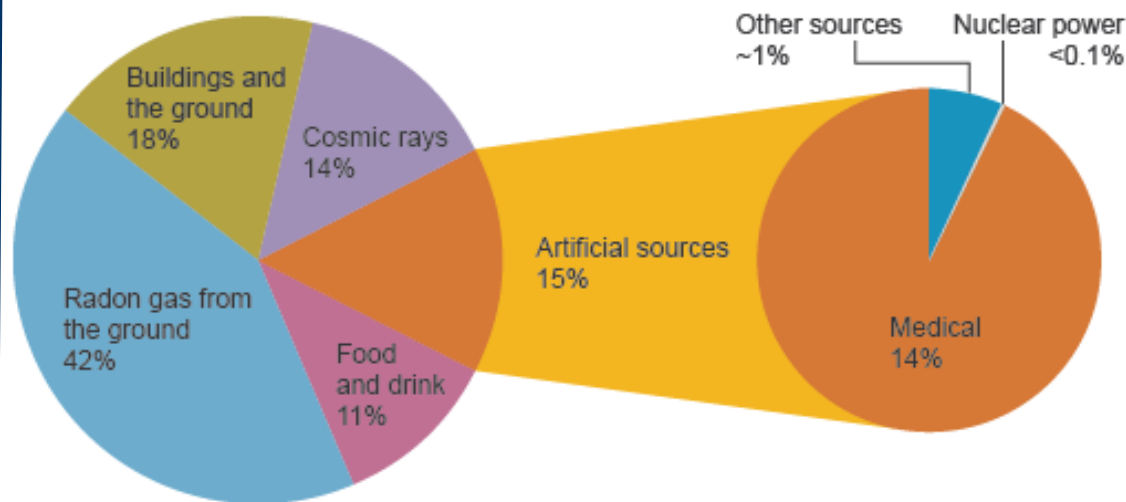
Ιωάννης Τσαλαφούτας, Ακτινοφυσικός, PhD

Προϊστάμενος Τμήματος Ιατρικής Φυσικής, Γ.Α.Ο.Ν.Α. «Ο Άγιος Σάββας»

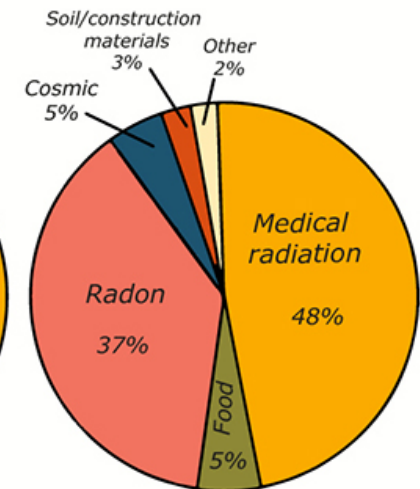
Ιατρικές εκθέσεις: πηγή ακτινοβολησης

- ❖ Οι διαγνωστικές εξετάσεις που γίνονται με χρήση ιοντιζουσών ακτινοβολιών, είναι η κύρια αιτία για την αύξηση της συλλογικής δόσης του γενικού πληθυσμού από τις μη φυσικές πηγές ακτινοβολησης.

Background Radiation



The Netherlands (2008)
Total 2,4 mSv



United States (2006)
Total 6,2 mSv

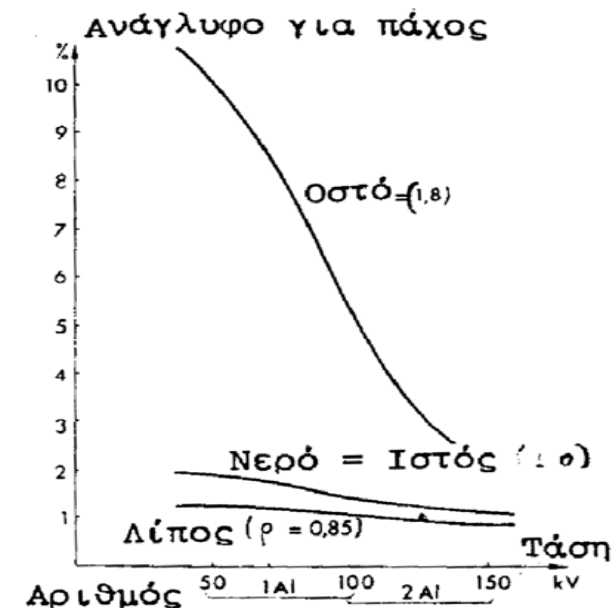
- ❖ Όμως, τα διαγνωστικά οφέλη που προσφέρουν οι εξετάσεις αυτές τις έχουν καθιερώσει και οι εφαρμογές των ιοντιζουσών ακτινοβολιών αυξάνονται διαρκώς.
- ❖ Για τις διαγνωστικές εξετάσεις δεν υπάρχουν όρια δόσης, αλλά ...:
 - Οι εξετάσεις πρέπει να είναι πρώτα από όλα αιτιολογημένες (αποφυγή άσκοπων εκθέσεων).
 - Οι εξετάσεις πρέπει να είναι βελτιστοποιημένες (χρήση της ελάχιστης δυνατής δόσης που εξασφαλίζει αξιόπιστο διαγνωστικό αποτέλεσμα, σύγκριση με ΔΕΑ).

Ορθή πρακτική: Τι σημαίνει;

- ❖ Η ορθή πρακτική είναι αυτή που εξασφαλίζει το καλύτερο δυνατό διαγνωστικό αποτέλεσμα με τη λιγότερη δυνατή δόση.
- ❖ Λόγω της στατιστικής φύσης της ακτινοβολίας, η αύξηση της δόσης, προκαλεί μείωση του θορύβου και βελτιώνει την ποιότητα απεικόνισης.
- ❖ Αλλά ... προκαλεί αντίστοιχη αύξηση της δόσης στον ασθενή.
- ❖ Όμως, δεν είναι μόνο η δόση που επηρεάζει την ποιότητα απεικόνισης.
- ❖ Υπάρχουν πολλές άλλοι παράμετροι, που μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το ακτινογραφικό μηχάνημα και το σύστημα απεικόνισης, αλλά σε γενικές γραμμές οι βασικές είναι:
 - Η θέση του ασθενούς (επικέντρωση και συμπίεση για μαστογράφο)
 - Η κίνηση του ασθενούς (θόρυβος)
 - Η επιλογή των στοιχείων έκθεσης (π.χ. kV που επηρεάζουν την ποιότητα δέσμης και την ακτινογραφική αντίθεση, ειδικά σε εξετάσεις με σκιαγραφικά)
 - Ο χρόνος έκθεσης (μεγάλος χρόνος έκθεσης=αύξηση πιθανότητας κίνησης ασθενούς).
 - Επιλογή κατάλληλου ανατομικού προγράμματος/φίλτρου επεξεργασίας (CT, DR, CR, Mammo).
- ❖ Προκειμένου να εμβαθύνουμε λίγο στην έννοια της ορθής πρακτικής θα επικεντρωθούμε στις απλές ακτινογραφικές εξετάσεις.

Workflow: παλιά και τώρα

- ❖ Ο ασθενής τοποθετείται στον ορθοστάτη (με ΑΔ) ή στην οριζόντια τράπεζα.
- ❖ Για εξετάσεις στην οριζόντια τράπεζα, ανάλογα με το είδος εξέτασης και το πάχος της ανατομικής περιοχής υπό εξέταση, η κασέτα τοποθετείται στο συρτάρι (με Α.Δ.) ή ακριβώς κάτω από το υπό ακτινοβολήση θέμα (χωρίς Α.Δ.).
- ❖ Ο τεχνολόγος πρέπει να επιλέξει την εστιακή απόσταση (π.χ. 100 cm οριζόντια τράπεζα, 180 cm θώρακος-τηλεκαρδίας στον ορθοστάτη).
- ❖ Ο τεχνολόγος παλιά έπρεπε να επιλέξει χειροκίνητα τα στοιχεία έκθεσης: kV, mA, s (τώρα συνήθως AEC).
- ❖ Το πιο βασικό ήταν και είναι τα kV γιατί επηρεάζει τόσο την ποσότητα ($\sim$ ανάλογη kV^2) αλλά και την ποιότητα της ακτινοβολίας.
- ❖ Η επιλογή υψηλής τιμής kV παράγει διεισδυτικές δέσμες, οπότε μειώνεται η δόση, αλλά **μειώνεται η αντίθεση, ειδικά για τα οστά και για τα σκιαγραφικά**.
 - Tip: Η επιλογή υψηλού kV για τις ακτινογραφίες θώρακος έγινε επειδή ασαφοποιούνται τα οστά και αναδεικνύεται το παρέγχυμα.



Σχ. 6.4. Ανάγλυφο για διαφορά πάχους 1mm

Workflow: την παλιά εποχή ...

- ❖ Στα ακτινογραφικά συστήματα χωρίς σύστημα αυτομάτου ελέγχου έκθεσης (AEC), στην εποχή των συμβατικών φιλμ (film-screen systems), η επιλογή των στοιχείων έκθεσης ήταν πραγματική πρόκληση.
- ❖ Ο τεχνολόγος έπρεπε ανάλογα με το σωματότυπο του ασθενούς να επιλέξει τα κατάλληλα στοιχεία έκθεσης, έτσι ώστε τα φιλμ να έχουν σωστή αμαύρωση.
- ❖ Την πολύ παλιά εποχή με τις γνωστές «βούτες», ακόμη και η εμφάνιση ενός φιλμ ήταν πραγματική πρόκληση. Η αμαύρωση του φιλμ εξαρτιόταν από το χρόνο στα υγρά εμφάνισης και την κατάσταση των υγρών αυτών.
- ❖ Με τα αυτόματα εμφανιστήρια οι συνθήκες εμφάνισης σταθεροποιήθηκαν αλλά πάλι η χρήση του σκοτεινού θαλάμου είχε κάποια δυσκολία και συνεπαγόταν χρονική καθυστέρηση.
- ❖ Με τα **daylight** αυτόματα εμφανιστήρια, η διαδικασία εμφάνισης απλοποιήθηκε.
- ❖ Ωστόσο, αν η δόση ήταν πολύ υψηλή το φιλμ ήταν πολύ μαύρο, αν η δόση ήταν πολύ χαμηλή το φιλμ πολύ άσπρο. Σε ορισμένες περιπτώσεις η ακτινογραφία ήταν μη διαγνωστική.
- ❖ Η βέλτιστη ποιότητα απεικόνισης εξασφαλιζόταν όταν όλες οι αμαυρώσεις (οπτικές πυκνότητες φιλμ) των ανατομικών δομών ενδιαφέροντος ήταν στο γραμμικό τμήμα της καμπύλης του φιλμ.
- ❖ Φιλμ με υψηλή αντίθεση είχαν μικρό εύρος γραμμικού τμήματος (μικρό latitude) και αντίστροφα.

Ακτινογραφίες: Ανάλυση λόγων απόρριψης

- ❖ Φυσικά, για μια σωστή απεικόνιση η σωστή θέση του ασθενούς, η σωστή επικέντρωση στο θέμα, η ευθυγράμμιση πεδίου ακτινοβολίας και κασέτας, η ακινησία του ασθενούς **αλλά και η χρήση των διαφραγμάτων** (μειώνεται η σκέδαση και η δόση) ήταν βασικοί παράγοντες «επιτυχίας».
- ❖ Από δικές μου μελέτες (στο Αγία Όλγα) αλλά και από δεδομένα της διεθνούς βιβλιογραφίας ήταν φανερό ότι οι κύριοι λόγοι απόρριψης και επανάληψης ακτινογραφιών ήταν η κακή επικέντρωση του θέματος (~40%) και η λάθος αμαύρωση (~35%).
- ❖ Σήμερα, με τα ψηφιακά συστήματα (CR και DR) το πρόβλημα με την αμαύρωση του φιλμ ουσιαστικά δεν υφίσταται.
- ❖ Στα ψηφιακά συστήματα η αμαύρωση και η αντίθεση των εικόνων μπορεί να διορθωθεί εκ των υστέρων.
- ❖ Ακτινογραφίες με λιγότερη δόση, θα έχουν λίγο περισσότερο θόρυβο αλλά δύσκολα θα είναι μη διαγνωστικές.
- ❖ **Προσοχή όμως!** Οι ακτινογραφίες με παραπάνω δόση θα είναι καλύτερη ποιότητας (εκτός από ακραίες περιπτώσεις, detector saturation) και αφού οι ιατροί δεν θα παραπονεθούν, αυτό μπορεί να οδηγήσει στη μόνιμη χρήση υψηλής δόσης. **Προσοχή λοιπόν στο δείκτη έκθεσης (EI, EXI, S, IgM κλπ).**
- ❖ Άρα τα περισσότερα προβλήματα λύθηκαν?
- ❖ Όχι ακριβώς ...

Ψηφιακά συστήματα: πολλά και διάφορα

- ❖ Ο όρος ψηφιακή ακτινογραφία είναι ένας πολύ γενικός όρος που περιλαμβάνει μηχανήματα πολύ διαφορετικής τεχνολογίας και δυνατοτήτων.
 - ❑ Υπάρχουν τα κλασικά ακτινογραφικά μηχανήματα (με AEC και ανατομικά πρωτόκολλα) όπου αντί της κλασικής κασέτας με φιλμ υπάρχουν:
 - Κασέτες CR διαφόρων μεγεθών: Μετά την έκθεση γίνεται σάρωση στο CR-reader και ακολουθεί ψηφιακή επεξεργασία της εικόνας. Μετά γίνεται αποστολή στο PACS ή στον ψηφιακό εκτυπωτή.
 - Ψηφιακή κασέτα (wireless ή όχι) ενός μεγέθους, εναλλάσσεται μεταξύ τράπεζας και ορθοστάτη: Η ψηφιακή εικόνα εμφανίζεται άμεσα στο σταθμό εργασίας για επεξεργασία και αποστολή στο PACS ή στον ψηφιακό εκτυπωτή.
 - Για κάποια είναι δυνατή η αποθήκευση κάποιων από τις παραμέτρους έκθεσης στα DICOM data της ψηφιακής εικόνας.
 - ❑ Υπάρχουν τα πλήρως ψηφιακά ακτινογραφικά μηχανήματα όπου έχουν ενσωματωμένους ψηφιακούς ανιχνευτές (1 τράπεζα, 1 ορθοστάτη). Αυτά έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:
 - Όλες οι παράμετροι έκθεσης αλλά και οι γεωμετρικές παράμετροι (FID, Grid, collimation size, πρόσθετο φίλτρο) αποθηκεύονται στο πρωτόκολλο εξέτασης.
 - Ο τεχνολόγος μπορεί να τροποποιήσει τις τιμές των προεπιλεγμένων παραμέτρων.
 - Οι τελικές τιμές αποθηκεύονται στα DICOM data της κάθε ψηφιακής εικόνας.
 - Πρόσθετες δυνατότητες όπως ευθυγράμμιση και συγχρονισμός της κίνησης λυχνίας και ανιχνευτή, διευκολύνουν τη χρήση και παρέχουν πρόσθετη ασφάλεια στην τοποθέτηση.

Τελικά τι κάνει ένας τεχνολόγος σήμερα?

- ❖ Με τα προβλήματα της εμφάνισης και αμαύρωσης λυμένα, με τα ψηφιακά μηχανήματα ο τεχνολόγος χρειάζεται να κάνει 3-4 πράγματα μόνο.
 - ❑ Να γράψει σωστά το όνομα του ασθενούς και να τοποθετήσει τον ασθενή ή το υπό εξέταση μέλος του στη σωστή θέση και κλίση.
 - ❑ Να χρησιμοποιήσει το κατάλληλο πρωτόκολλο εξέτασης (αν δεν υπάρχει πρέπει να το φτιάξει ή να τροποποιήσει ένα παρόμοιο) ώστε να επιλεγθούν:
 - Ο σωστός ανιχνευτής (τράπεζα ή ορθοστάτης), ο κατάλληλος συνδυασμός θαλάμων AEC, η πρόπουσα τιμή kV, «αμαύρωση» +1,+2 ... (για δύσκολες ακτινογραφίες όπως η ΟΜΣΣ), πρόσθετα φίλτρα κλπ.
 - Προσοχή! Αν επιλεγθεί το AEC της τράπεζας και η λυχνία «βλέπει» στον ορθοστάτη, στα συστήματα χωρίς συστήματα ασφαλείας (safety interlocks) ή έκθεση θα σταματήσει στο ανώτατο όριο για τα mAs (ακόμη και 600 mAs +). !!!!!
 - Προσοχή στην επιλογή θαλάμων AEC! Αν χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός AEC (π.χ. L+C+R) για ακτινογραφία μηρών, η έκθεση θα σταματήσει πρόωρα γιατί ο κεντρικός ανιχνευτής θα είναι ακάλυπτος. Αν η θέση του «αντιπροσωπευτικού δείγματος» δεν είναι προβλέψιμη (π.χ. πλάγια ΟΜΣΣ) πιθανόν να προτιμηθούν τα χειροκίνητα στοιχεία.
 - ❑ Να εστιάσει στο θέμα με το φωτεινό πεδίο και να κλείσει τα διαφράγματα (ειδικά στα συστήματα που το μέγεθος του πεδίου δεν περιλαμβάνεται στο πρωτόκολλο εξέτασης).
 - Η επέκταση του πεδίου ακτινοβολίας πέραν της περιοχής ενδιαφέροντος (+2-3 cm όρια ασφαλείας) είναι «πλημμέλημα» και υποδηλώνει ανασφάλεια και έλλειψη εμπειρίας.
 - Η περεταίρω επέκταση του πεδίου ακτινοβολίας πέραν των ορίων του ανιχνευτή είναι «εγκληματική» αμέλεια που υποδηλώνει αδιαφορία και έλλειψη επαγγελματισμού.
 - Προσοχή ! Η δόση στον ασθενή είναι ανάλογη του πεδίου ακτινοβολίας (DAP).
 - Προσοχή ! Αύξηση του πεδίου ακτινοβολίας συνεπάγεται και αύξηση της σκεδαζόμενης.

Παραδείγματα προς αποφυγή ... (αμέλεια)

- ❖ Ακτινογραφία ΑΜΣΣ ΠΟ (wireless).



Το πεδίο είναι ήδη μεγάλο προς τα πάνω.

- Στην πραγματικότητα το πεδίο ακτινοβολίας είναι αρκετά μεγαλύτερο.
- Έχουν χρησιμοποιηθεί ηλεκτρονικά διαφράγματα (cropping).



Η θέση του διακεκομμένου πλαισίου υποδηλώνει τη θέση που τοποθετήθηκαν τα ψηφιακά διαφράγματα.

- Το πεδίο ακτινοβολίας είναι ~25% μεγαλύτερο

Παραδείγματα προς αποφυγή ... (αδιαφορία)

❖ Ακτινογραφία ΟΜΣΣ ΠΟ (wireless).



... and the winner is:

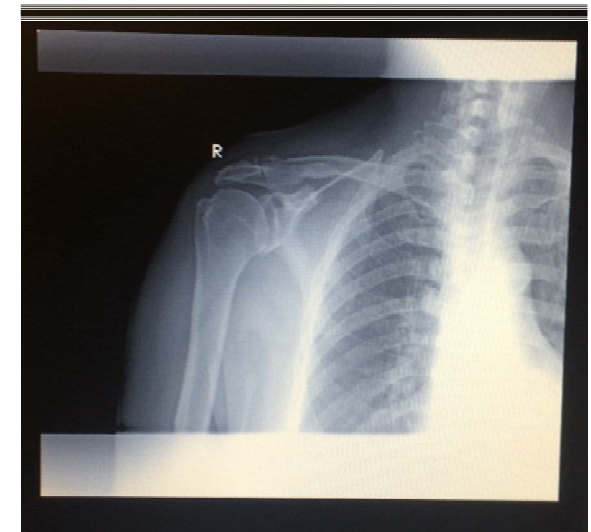
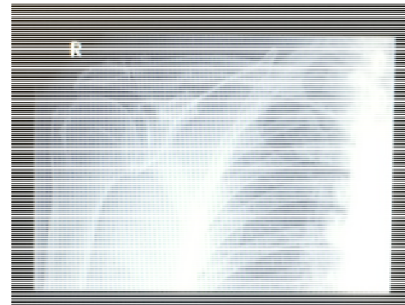
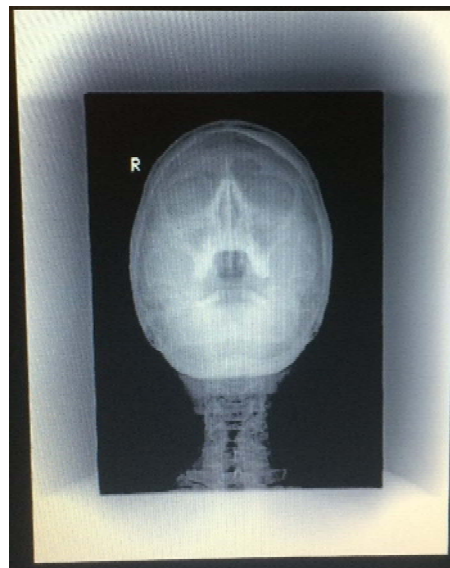
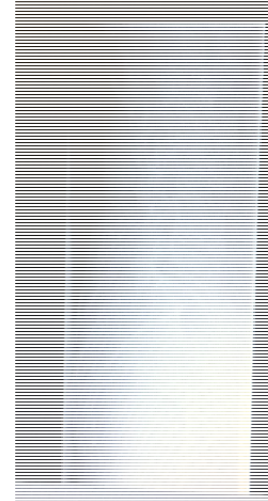
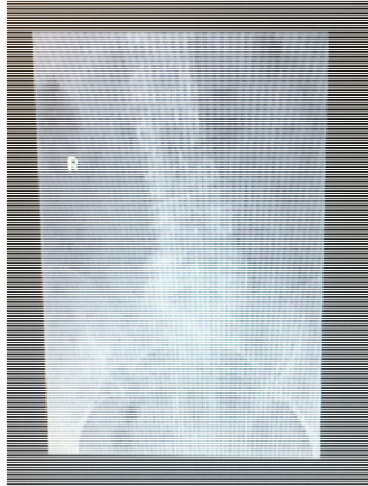
❖ Ακτινογραφία ΑΜΣΣ Πλάγια (wireless).



Το πεδίο ακτινοβολίας +90% μεγαλύτερο από την εικόνα (διαφράγματα πάνω και κάτω?).

Το πεδίο ακτινοβολίας 3! φορές μεγαλύτερο από την εικόνα.

Περισσότερα παραδείγματα ...



Ψηφιακή επεξεργασία?

- ❖ Προσοχή χρειάζεται και στα ψηφιακά φίλτρα.
 - Μπορεί να αλλοιώσουν την εικόνα και να οδηγήσουν σε λάθος διάγνωση.
 - Κάποια ψηφιακά φίλτρα δεν μπορούν να ρυθμιστούν στα PACS αλλά μόνο στα RAW data.
- ❖ Κανονικά, για τα ψηφιακά συστήματα, η διάγνωση πρέπει να γίνεται σε διαγνωστικό σταθμό με ειδική οθόνη (medical grade).
- ❖ Αν γίνεται διάγνωση από φιλμ (ψηφιακή εκτύπωση), ο τεχνολόγος πρέπει να φροντίσει ώστε η εκτυπωμένη εικόνα να αναδεικνύει το «θέμα» και ειδικά τις όποιες περιοχές υπάρχει «εμφανές» πρόβλημα (ρύθμιση WW, WL).
- ❖ Προσοχή όμως δεν χρειάζονται υπερβολές στην αντίθεση.
- ❖ Η γνώμη του Ακτινολόγου είναι αυτή που τελικά μετράει για τις ρυθμίσεις «αμαύρωσης» και «αντίθεσης».



- Ευχαριστώ για την προσοχή σας -

