



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ - ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ**

*Εκπαιδευτικό Σεμινάριο*  
*Ακτινοβολίες & Ακτινοπροστασία*



*Ακτινοθεραπεία – Βασικές Αρχές*  
*Λειτουργίας και Ακτινοπροστασία*

*Κική Θεοδώρου*  
*Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ιατρικής Φυσικής,*  
*Τμήμα Ιατρικής, Παν/μιο Θεσσαλίας*

*Λάρισα, 2014*



## Ιστορική Αναδρομή

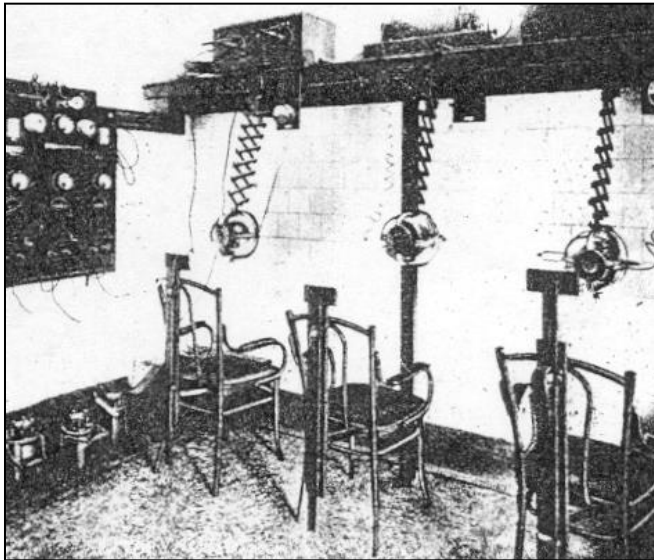
- Αρχές αιώνα:
- Δεκαετία 30:  
(*P & M Curie*)
- Δεκαετία 50:
- Δεκαετία 70:

Ακτίνες Χ

Ράδιον

Ιρίδιον,  $^{60}\text{Co}$

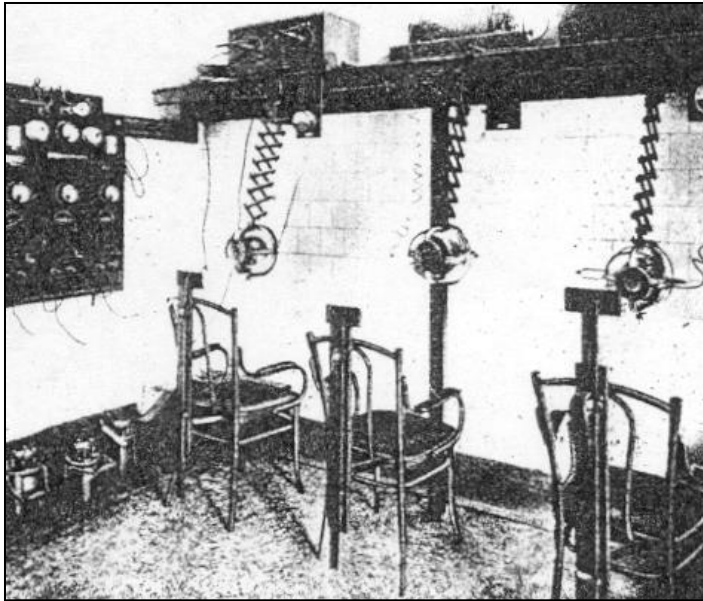
Γρ. Επιταχυντές



*London's Radiotherapy  
Department 1905*



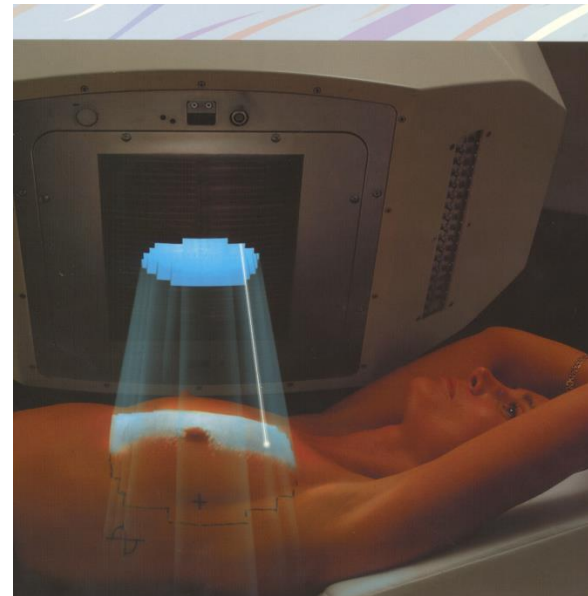
# Εξέλιξη



*London's Radiotherapy Department 1905*



*Radiotherapy 2010*



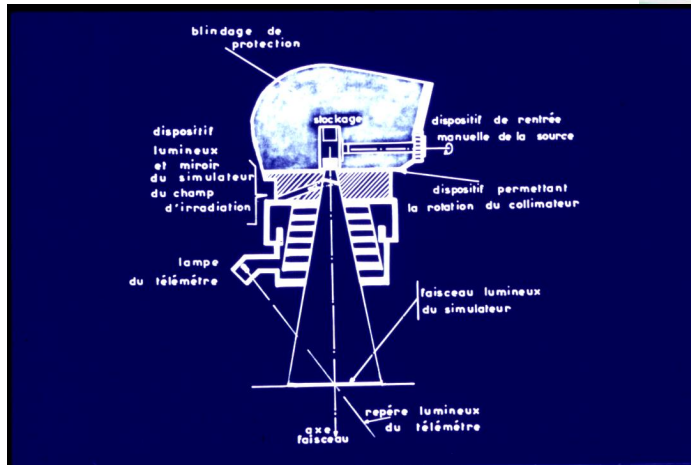
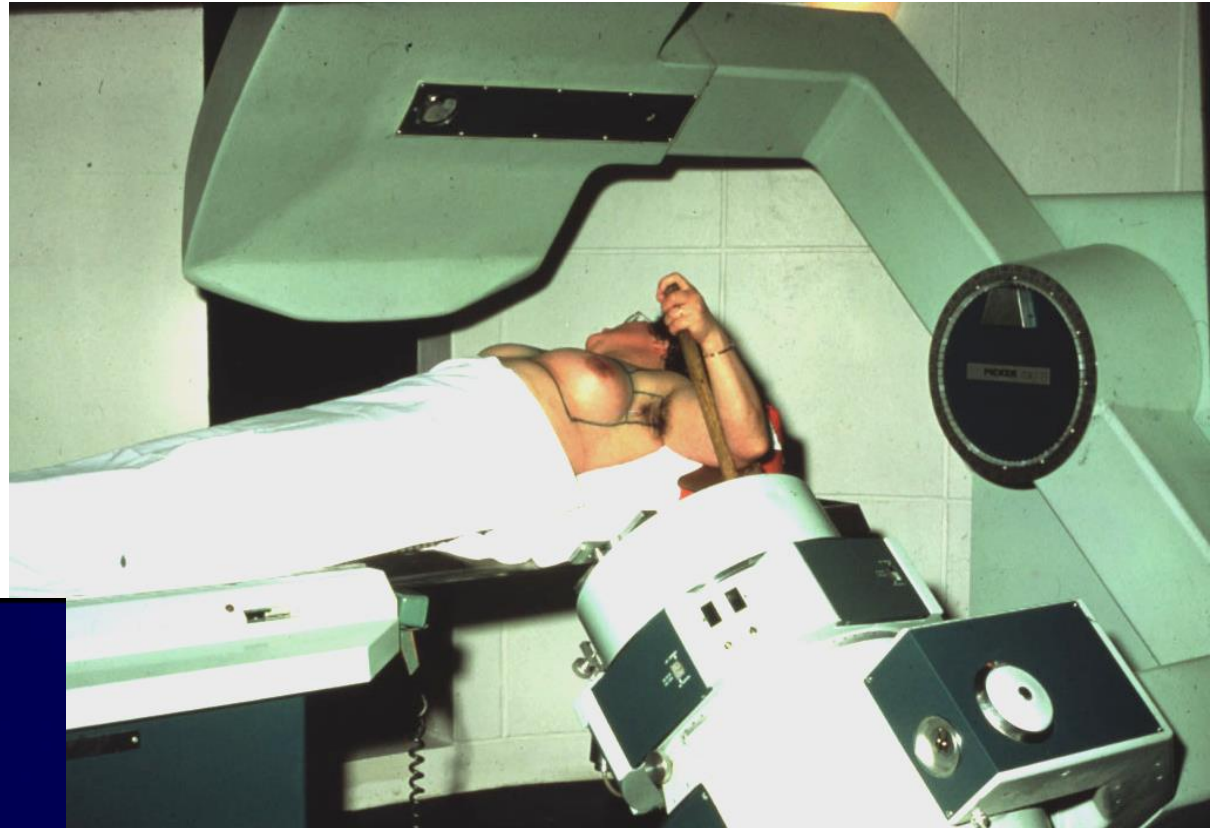
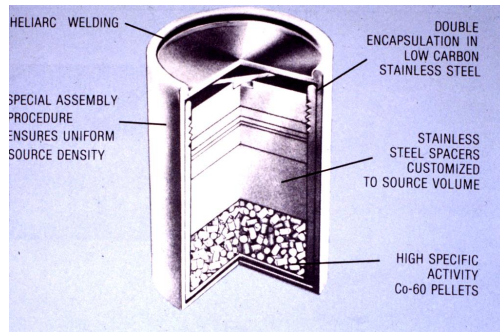


## Τεχνολογία

- **Μηχανήματα εξωτερικής ακτινοβολήσης**
  - ✓ *Μονάδες Κοβαλτίου*
  - ✓ *Ορθοδυναμικές Μονάδες*
  - ✓ *Γραμμικοί Επιταχυντές*
  
- **Μηχανήματα Βραχυθεραπείας**
  
- **Μηχανήματα εξακρίβωσης της θεραπείας**
  - ✓ *Εξομοιωτής*
  - ✓ *Μεγαδυναμική απεικόνιση*
  
- **Συστήματα Σχεδιασμού Θεραπείας**
  
- **Συστήματα καταγραφής και επικοινωνίας**

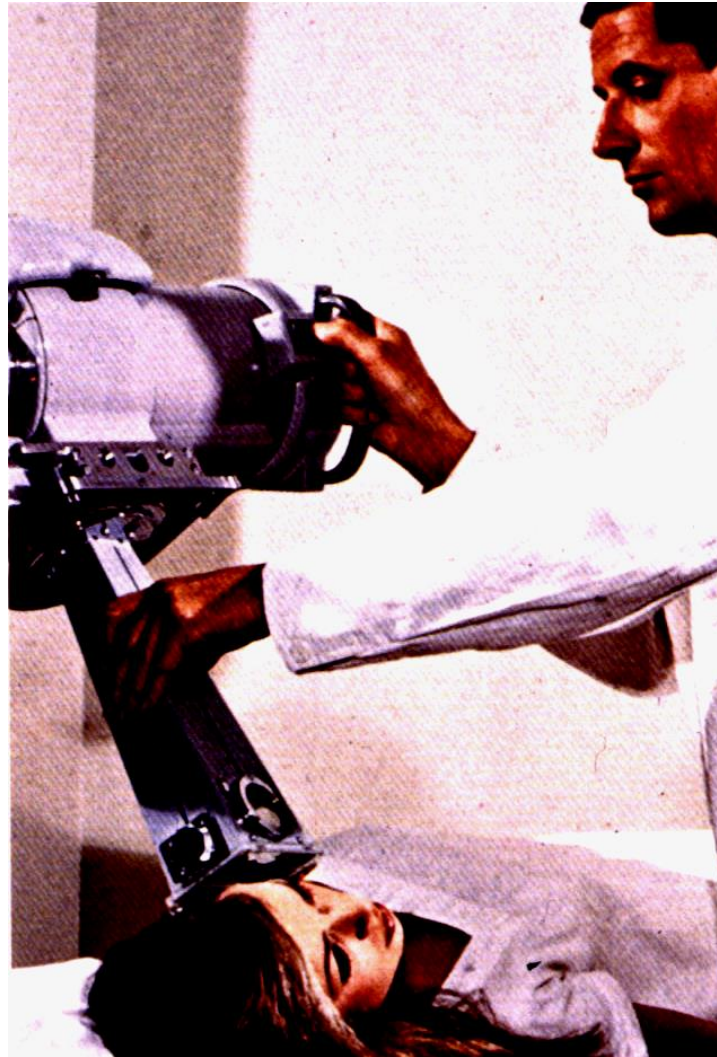


# Μονάδες Κοβαλτίου



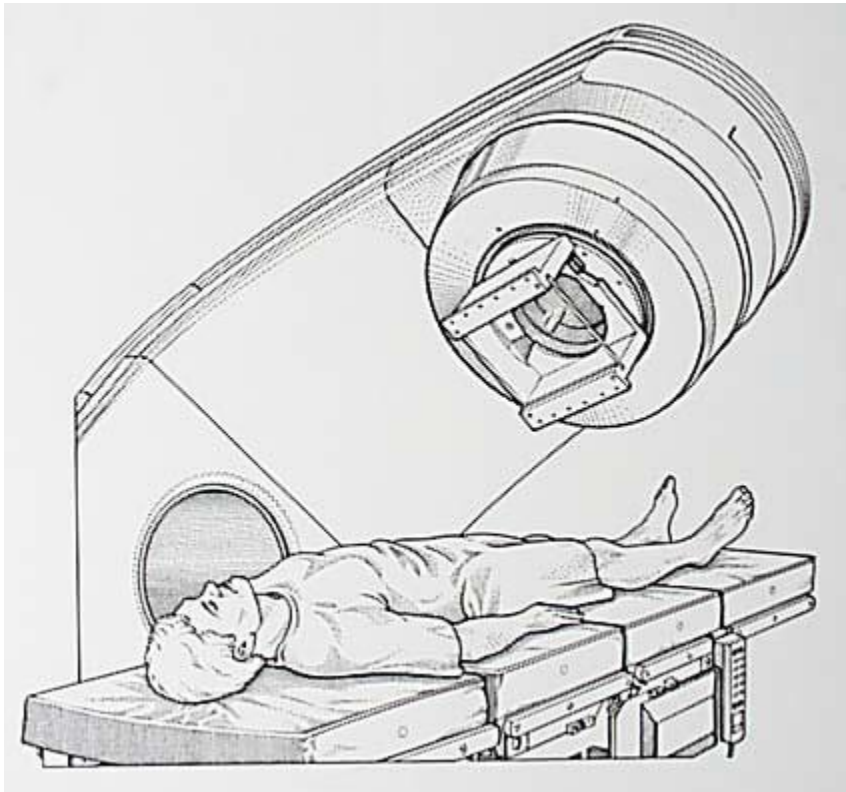


# Ορθοδυναμική Θεραπεία

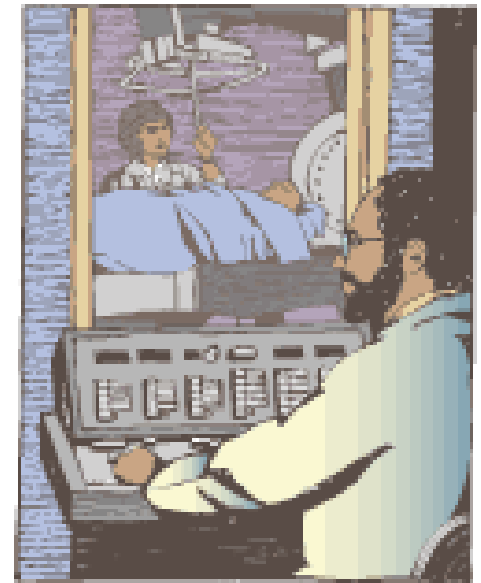




# Γραμμικοί Επιταχυντές



## Γραμμικοί Επιταχυντές (Linear Accelerators - Linacs)





# Γραμμικοί Επιταχυντές



Ιατρικός  
Γραμμικός  
Επιταχυντής

Όλοι οι γραμμικοί επιταχυντές είναι ισοκεντρικοί, έχουν δηλαδή την δυνατότητα η πηγή να περιστρέφεται γύρω από ένα σταθερό νοητό σημείο στο χώρο σε απόσταση 1m από αυτή.

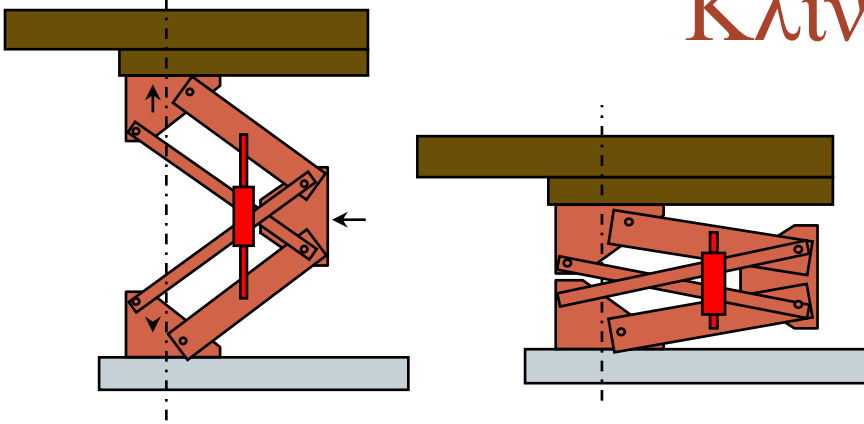






# Γραμμικοί Επιταχυντές

## Κλίση



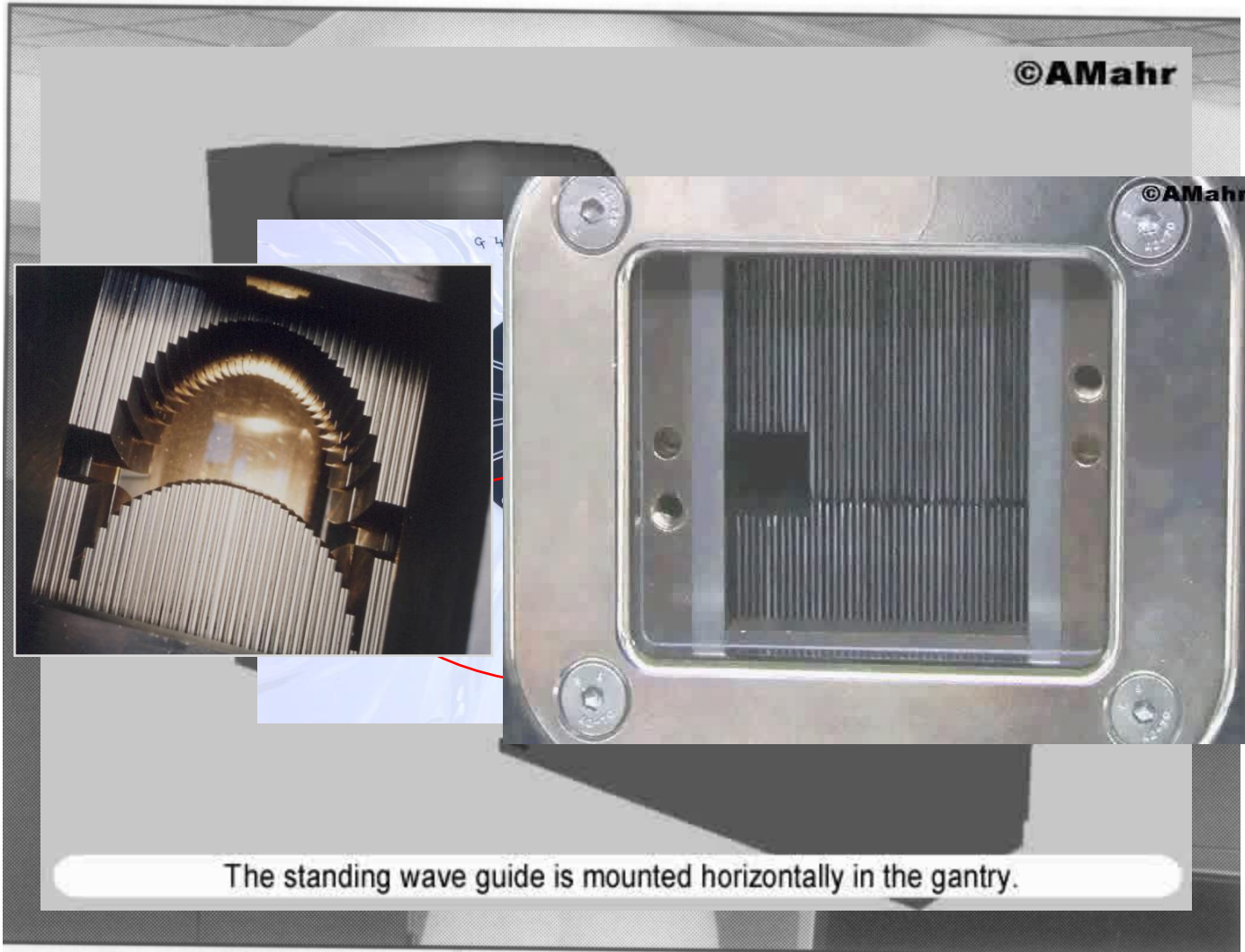


# Αρχές Λειτουργίας





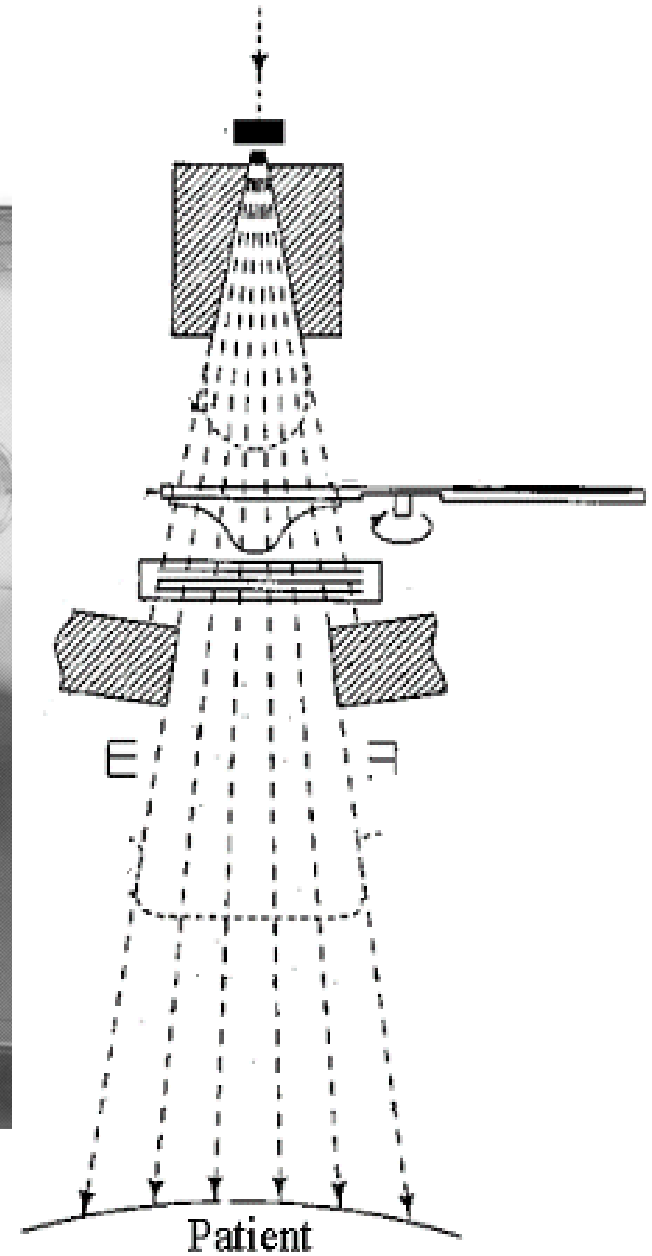
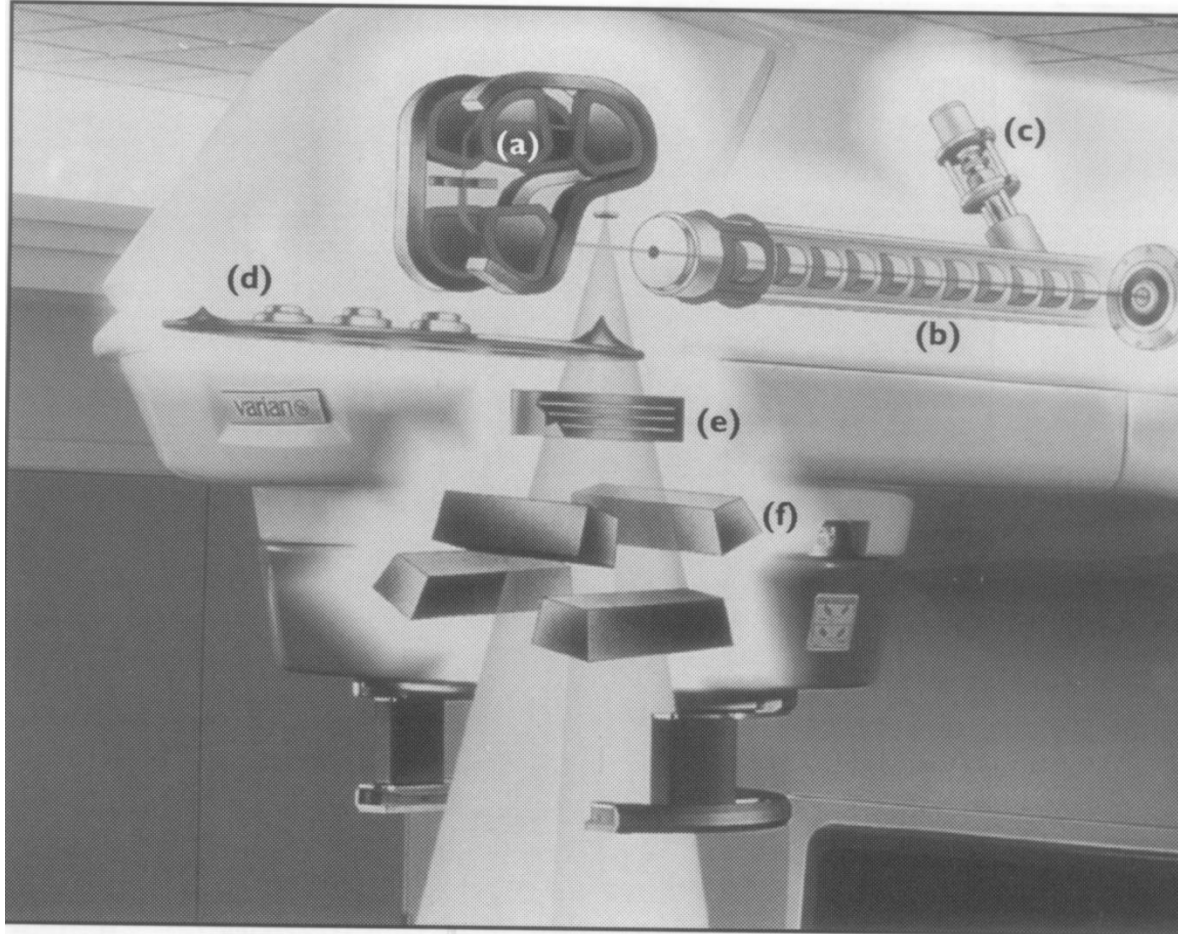
# Αρχές Λειτουργίας



The standing wave guide is mounted horizontally in the gantry.

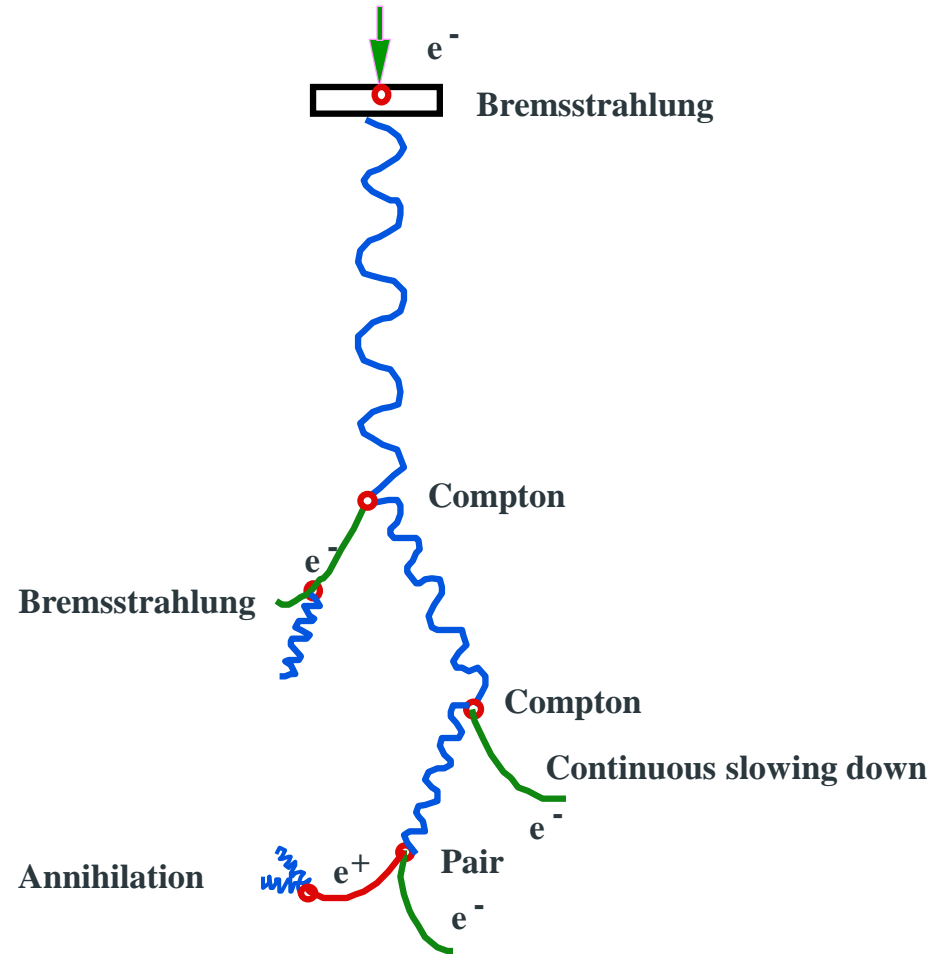
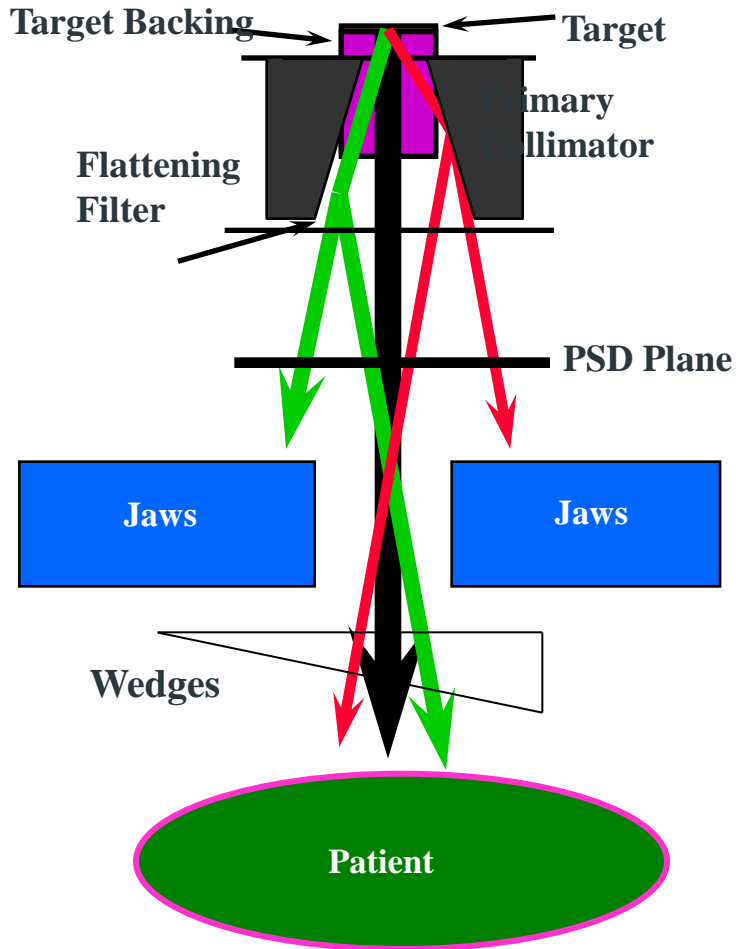


# Αρχές Λειτουργίας





# Κλινική Δέσμη Φωτονίων





# Κλινική Δέσμη Φωτονίων

Air



● Photon  
Interaction

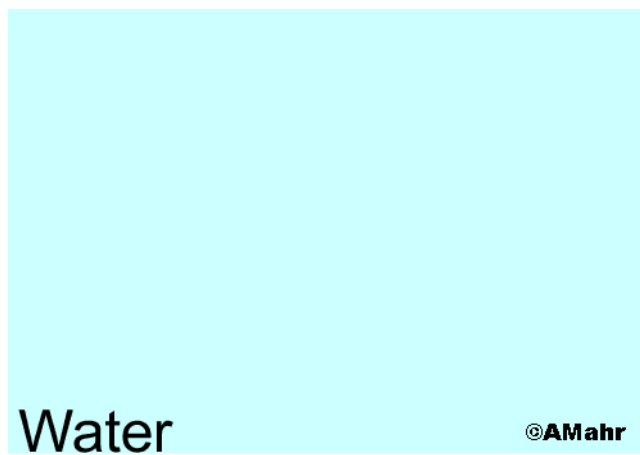


Water

Air

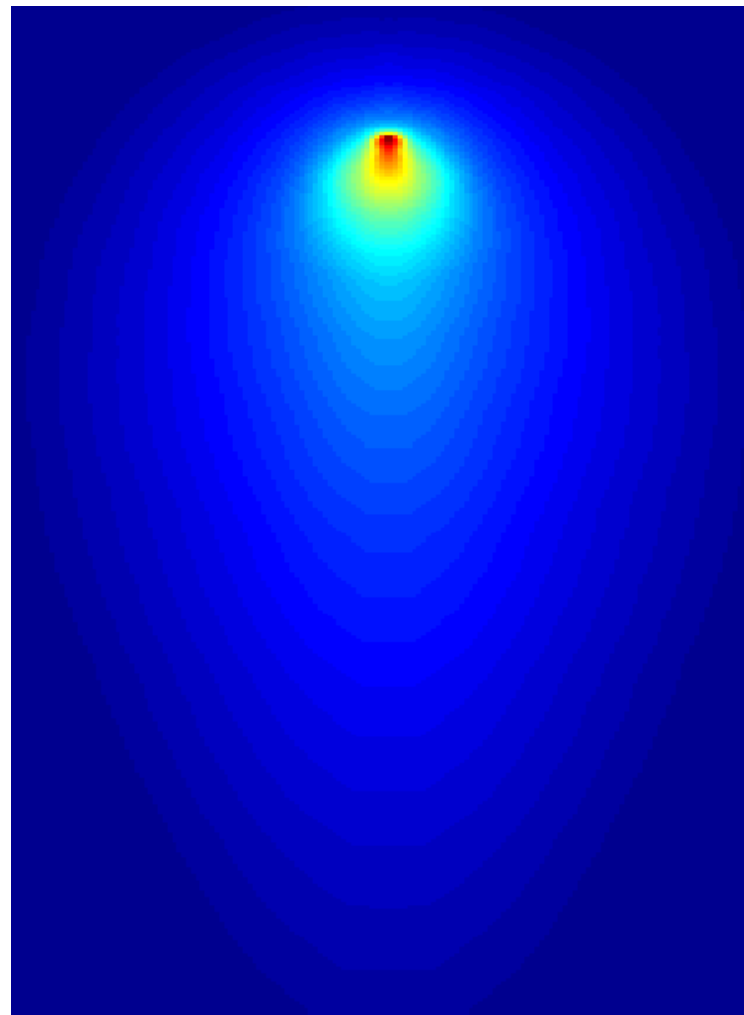


● Photon  
Interaction



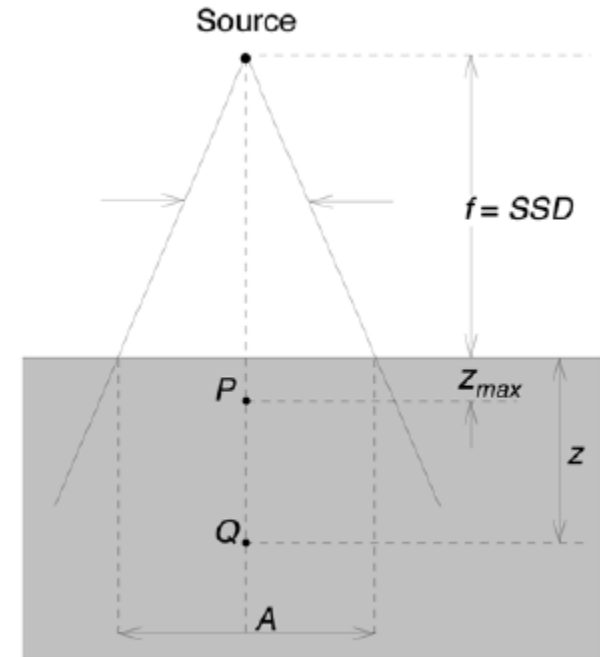
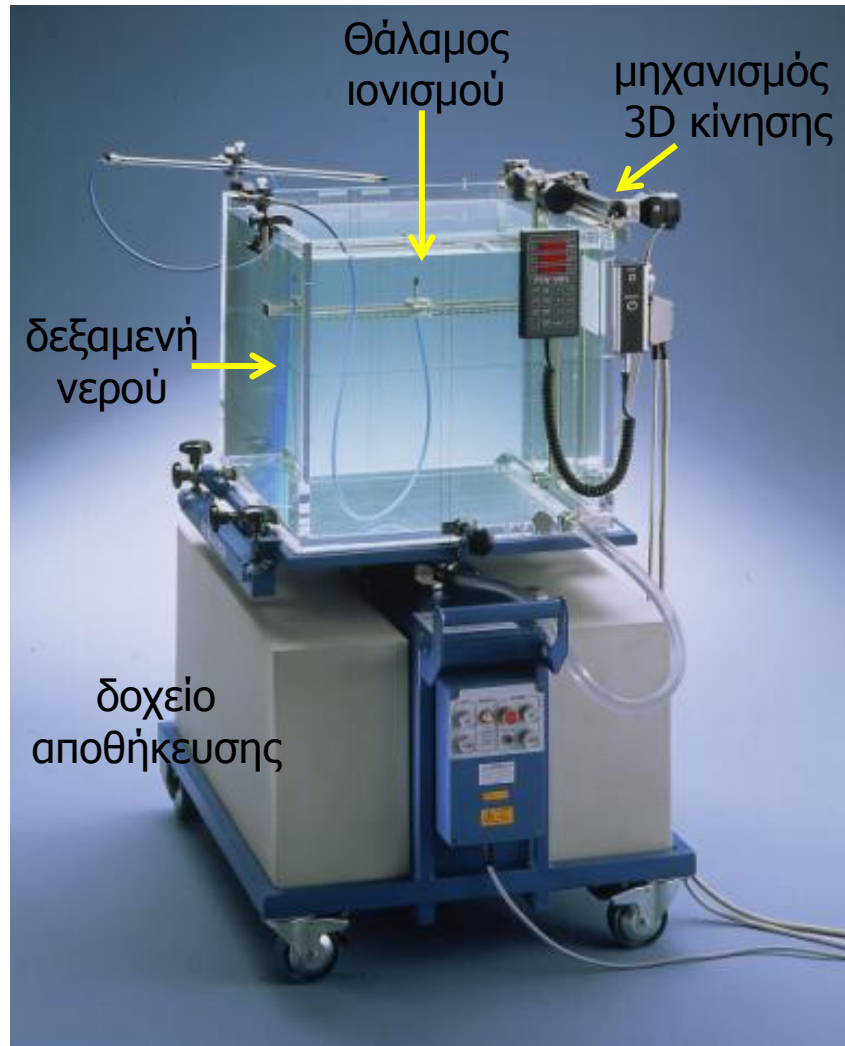
Water

©AMahr





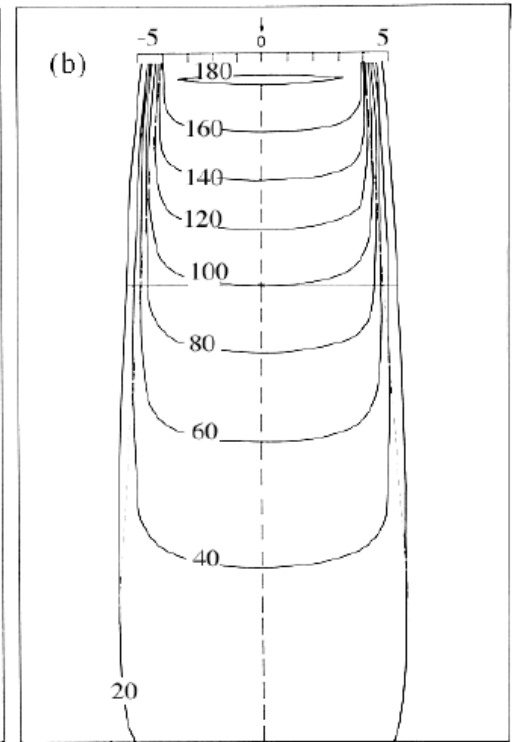
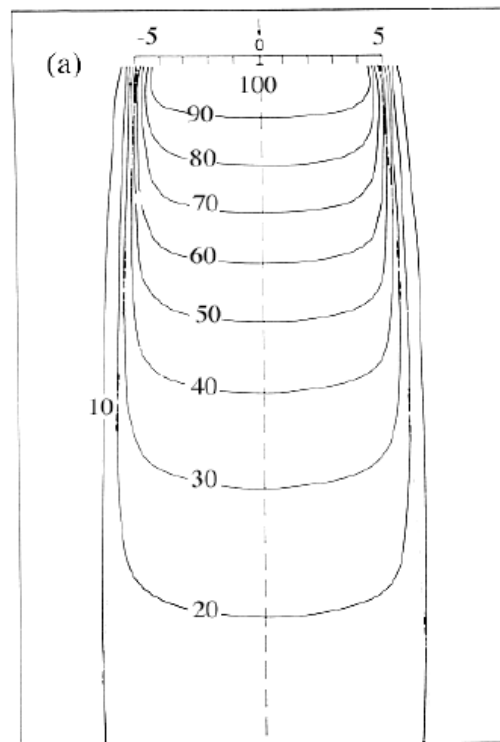
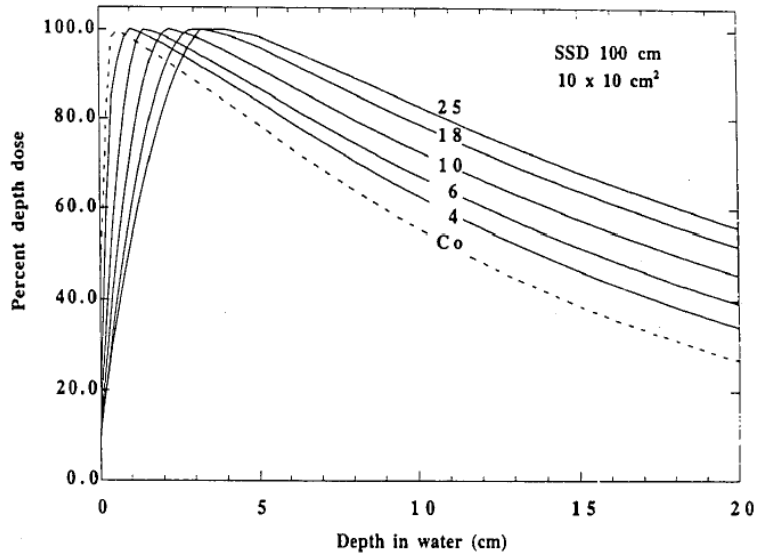
# Κλινική Δέσμη Φωτονίων



$$PDD(d, A, f, hv) = 100 \frac{D_Q}{D_P} = 100 \frac{\dot{D}_Q}{\dot{D}_P}$$



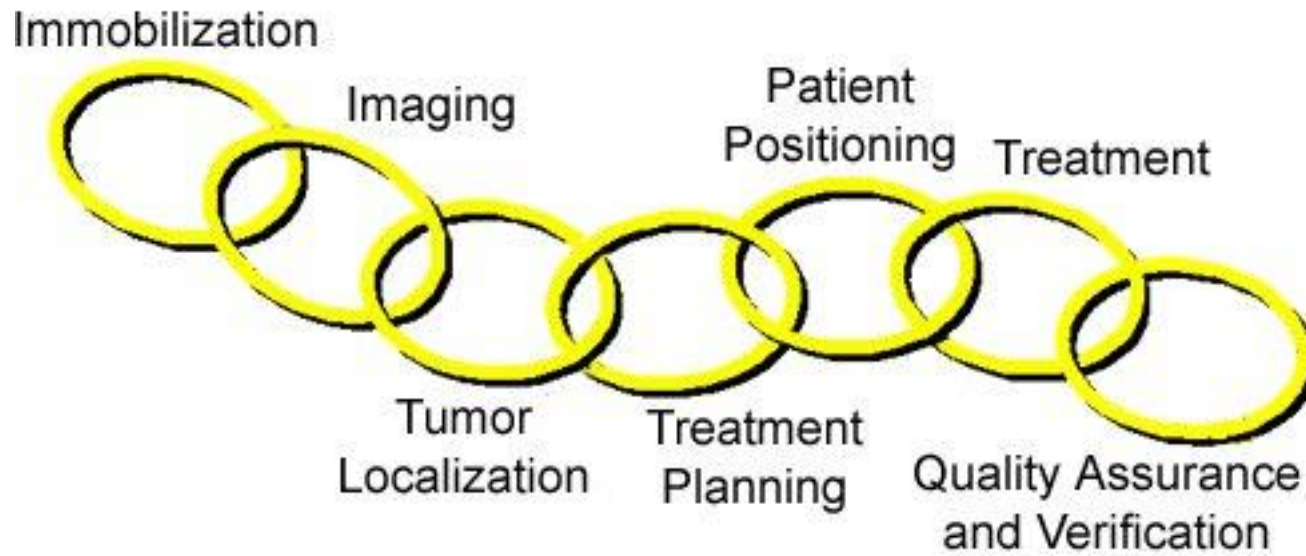
# Κατανομή Δόσης





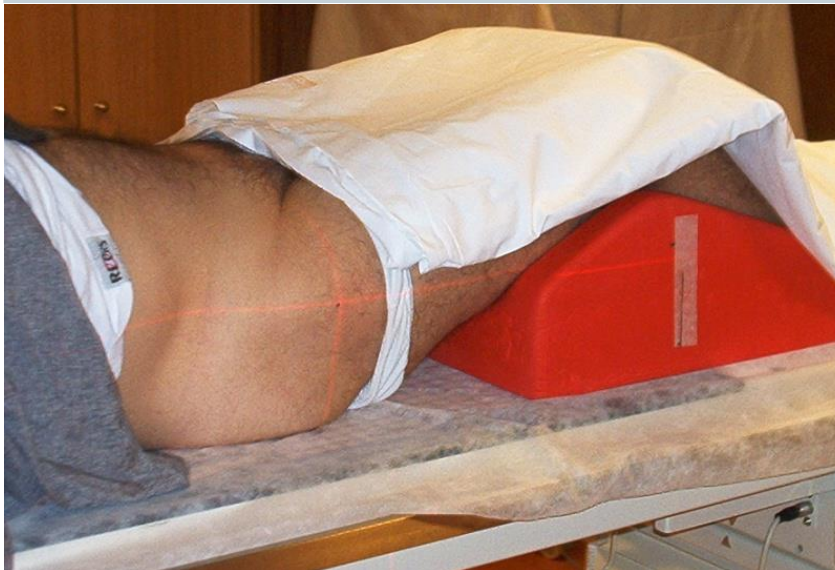


# Ακτινοθεραπεία - Διαδικασία





# Ακτινοθεραπεία - Ακίνητοποίηση





## Ακτινοθεραπεία - Απεικόνιση

Οι εικόνες στην Ακτινοθεραπεία μπορούν να χωριστούν σε:

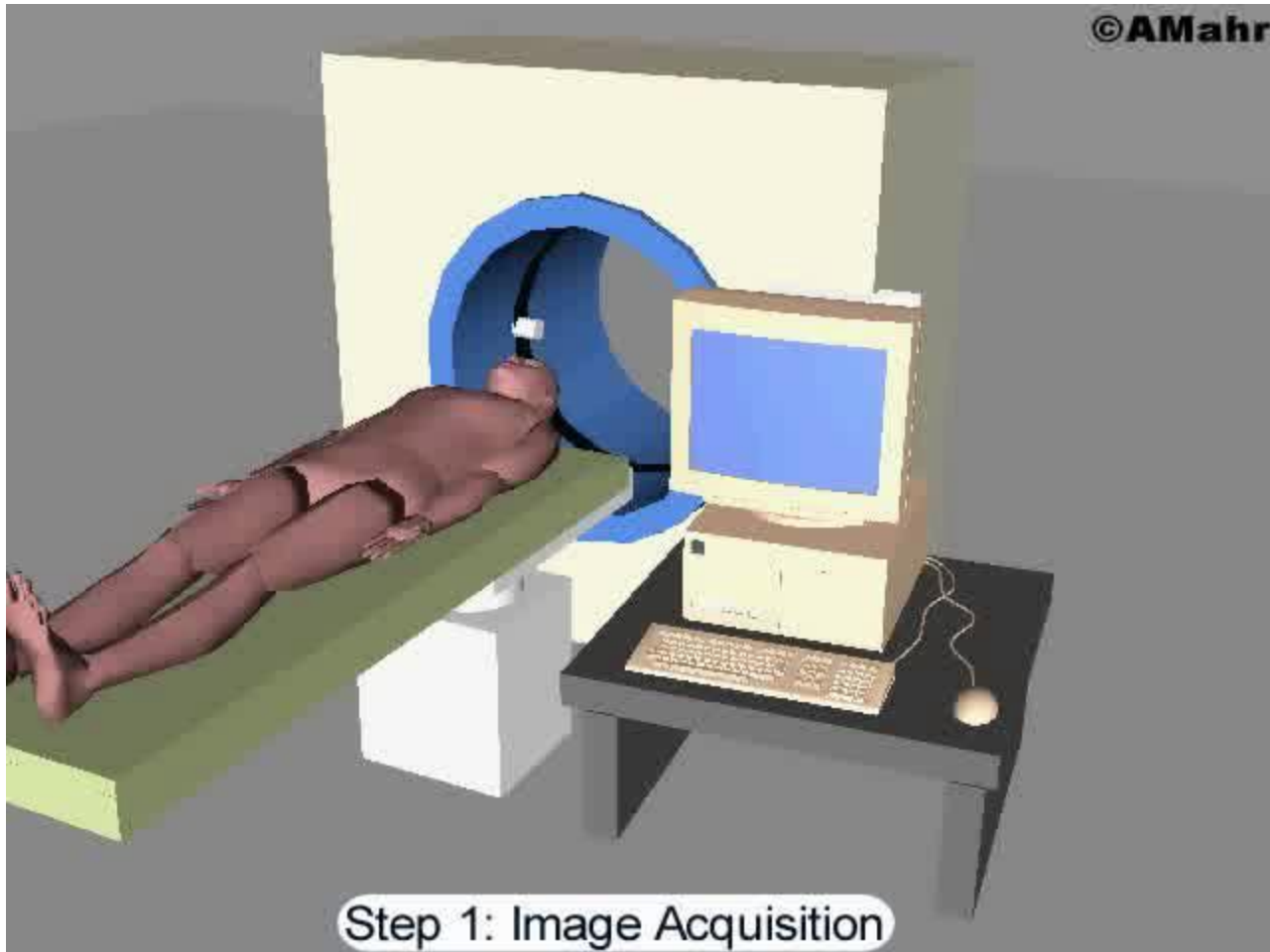
- ✓ Ανατομικές / Φυσικο-γεωμετρικές  
Εικόνες Αξονικού Τομογράφου
- ✓ Λειτουργικές  
MRI, Ultrasound, Nuclear Medicine (PET/SPECT) etc.

Στον Αξονικό Τομογράφο η  
τοποθέτηση του ασθενούς είναι σε  
**ΘΕΣΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**



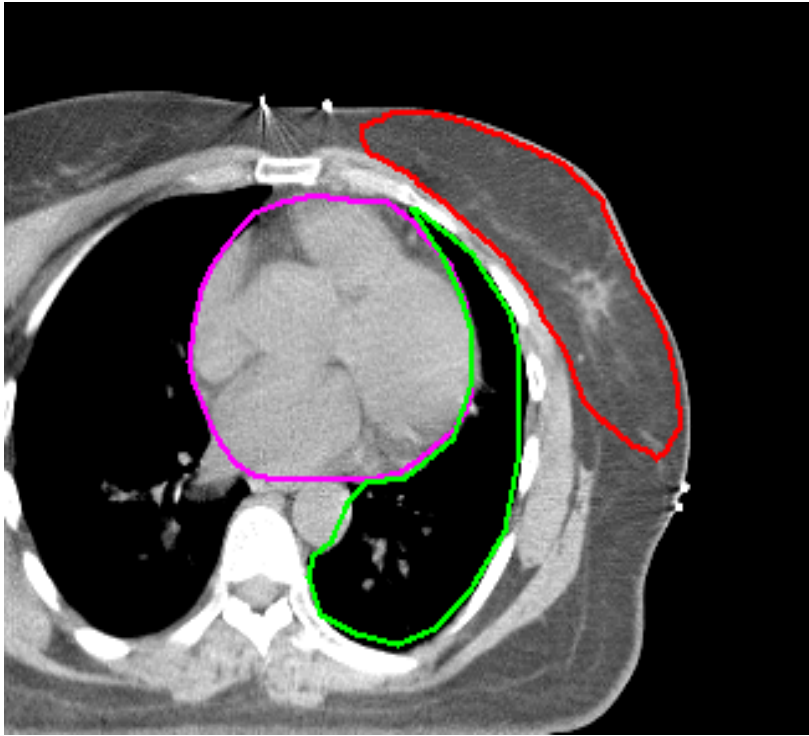


# Ακτινοθεραπεία - Απεικόνιση





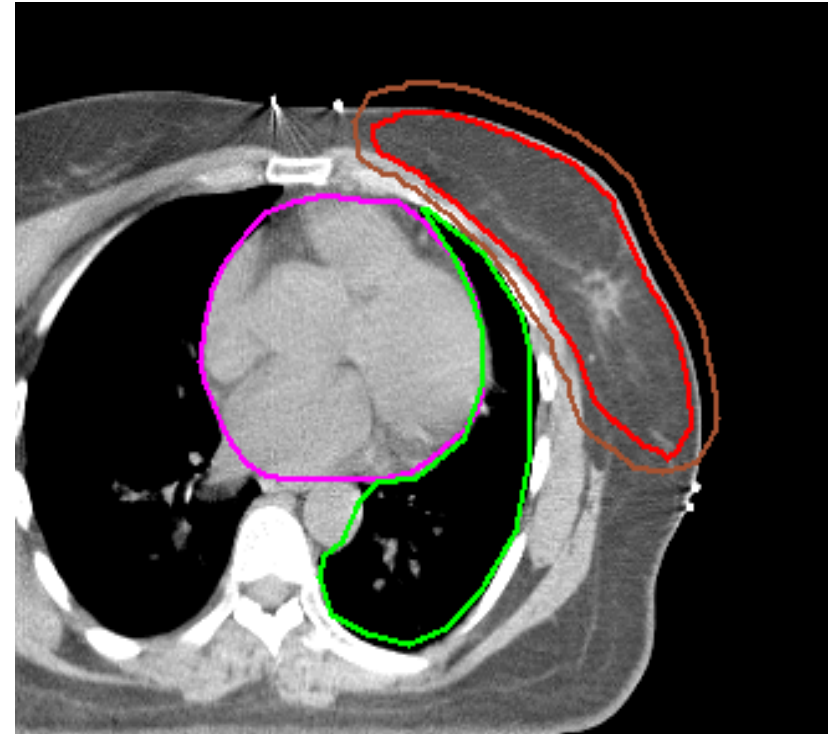
# Ακτινοθεραπεία – Καθορισμός Δομών



CTV – Clinacal Target Volume

OAR<sub>1</sub> – Organ at Risk - hart

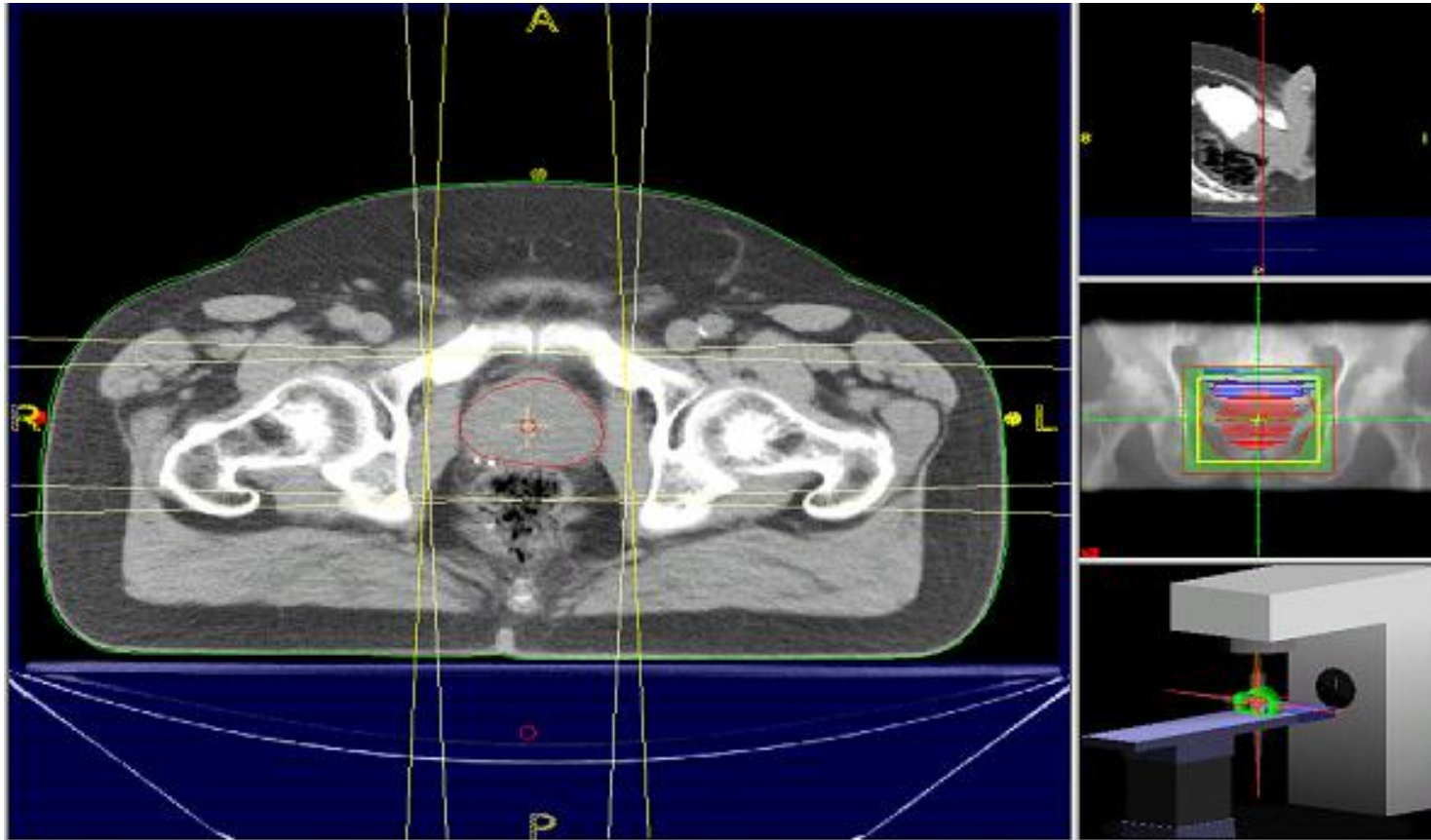
OAR<sub>2</sub> – Organ at Risk - lung



Planning Target Volume

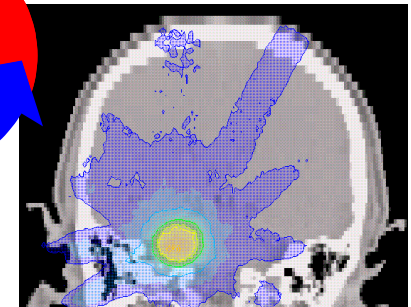
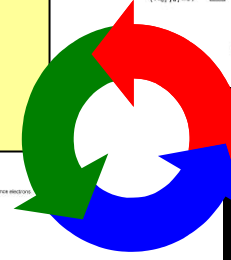
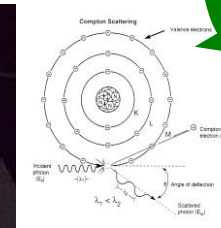
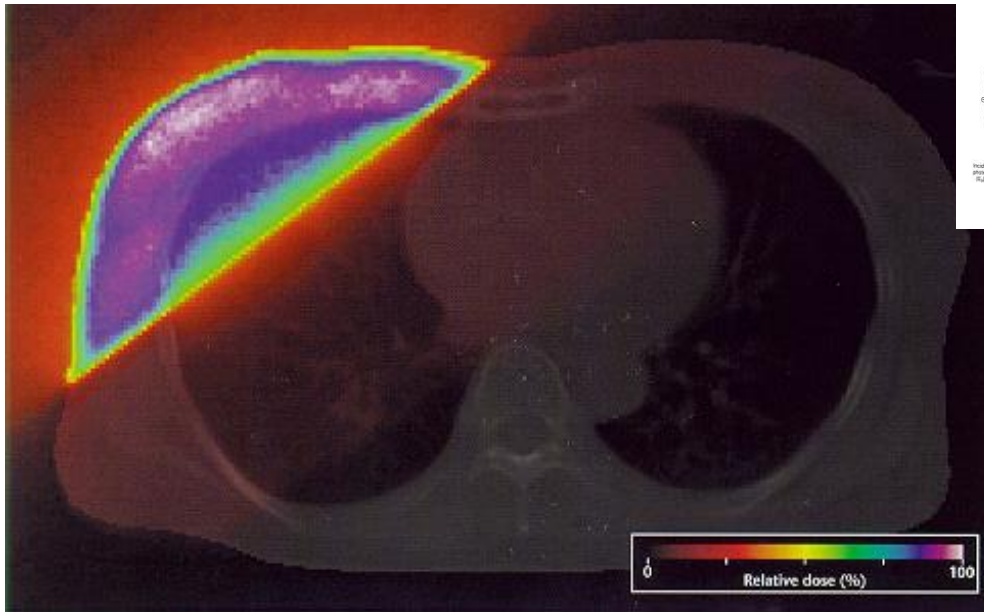
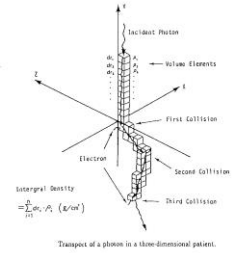
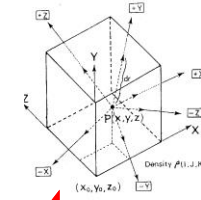
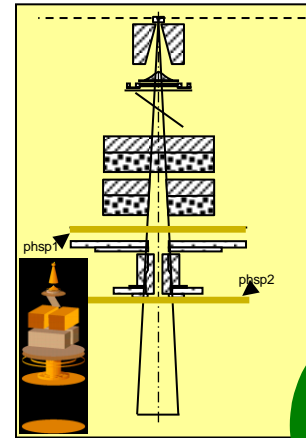


# Ακτινοθεραπεία – Σχεδιασμός Πλάνου





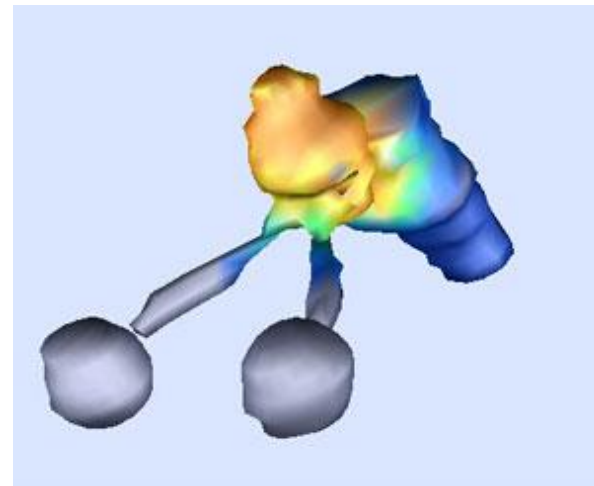
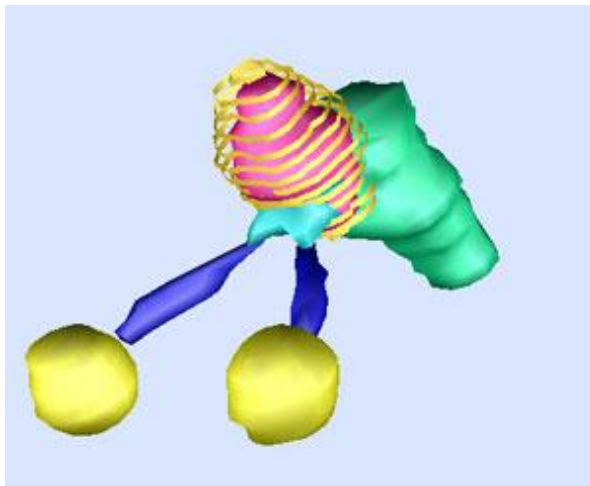
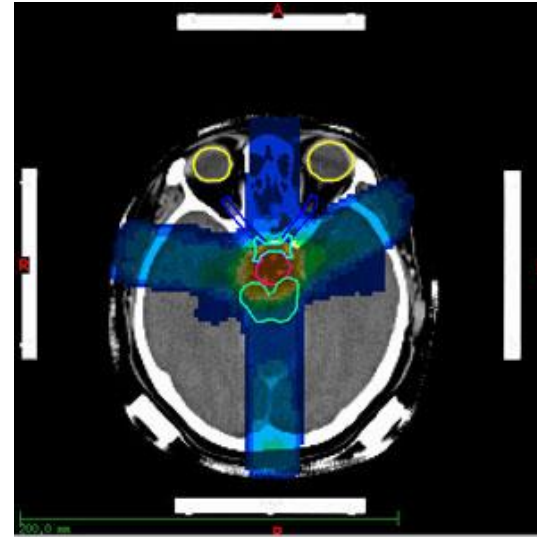
# Ακτινοθεραπεία – Υπολογισμός Δόσης



3D Dose Calculation  
with Monte Carlo



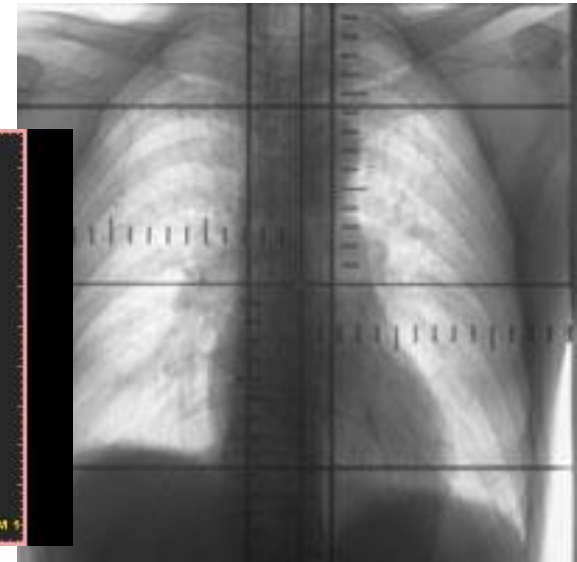
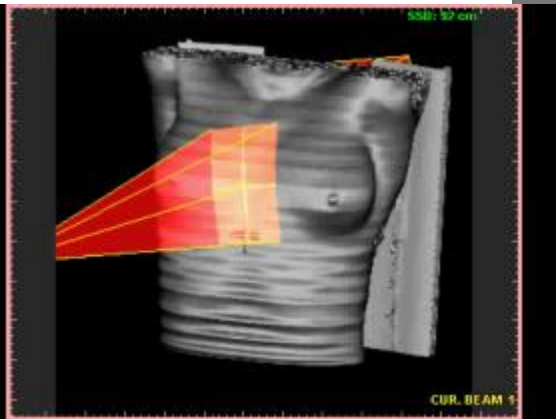
# Ακτινοθεραπεία – Αξιολόγηση Πλάνου





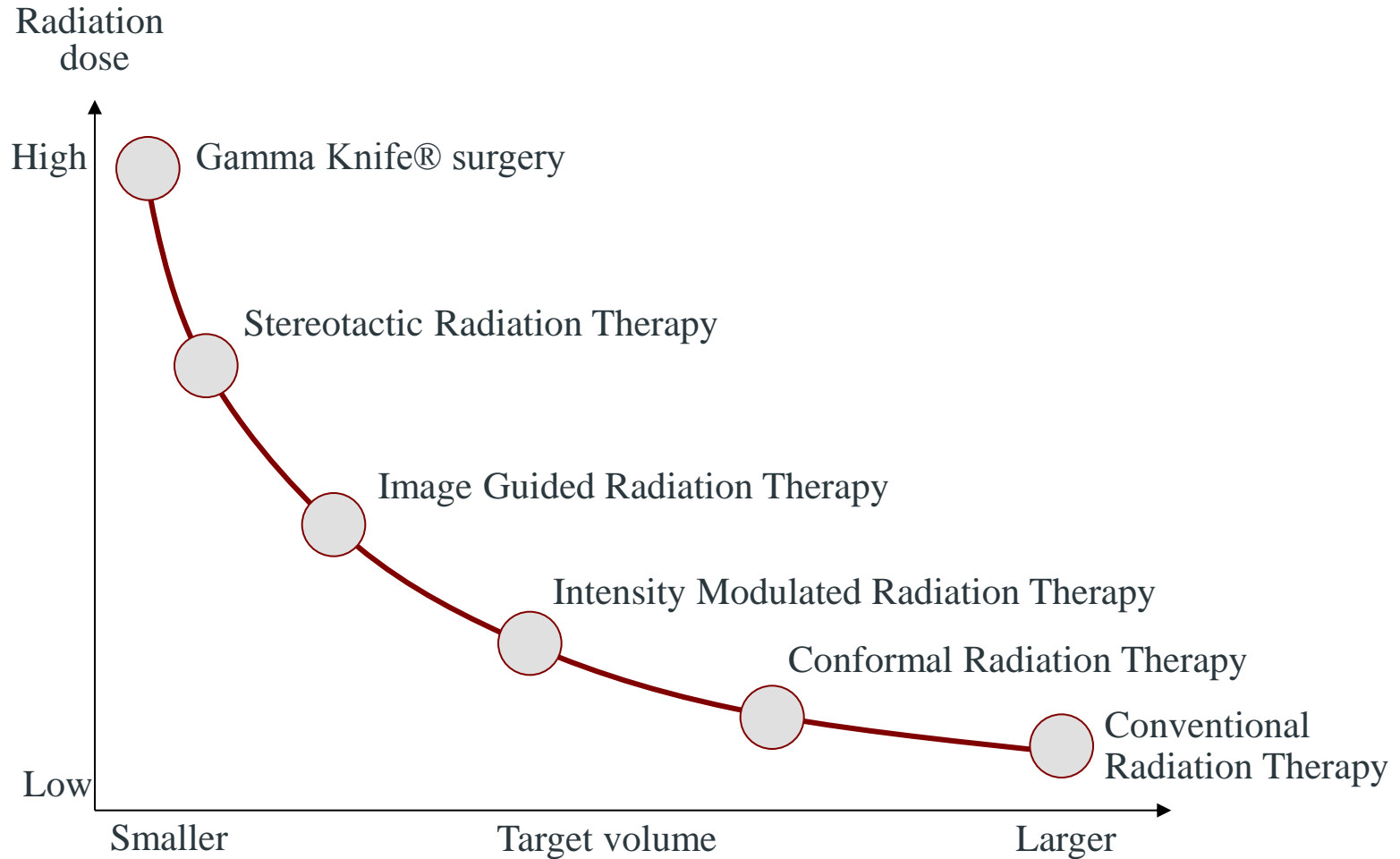


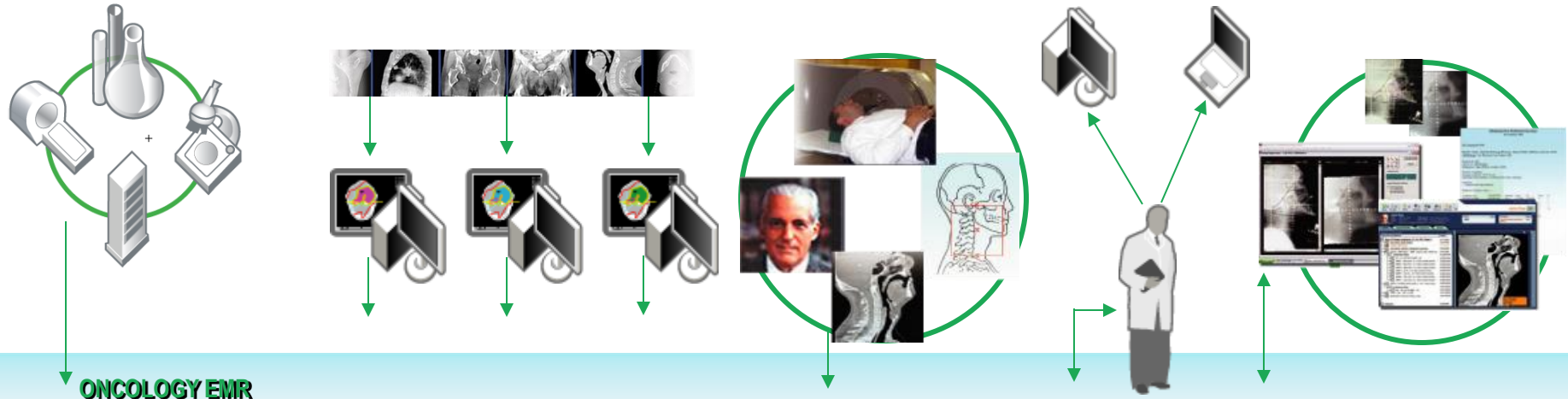
# Ακτινοθεραπεία – Εξομοίωση



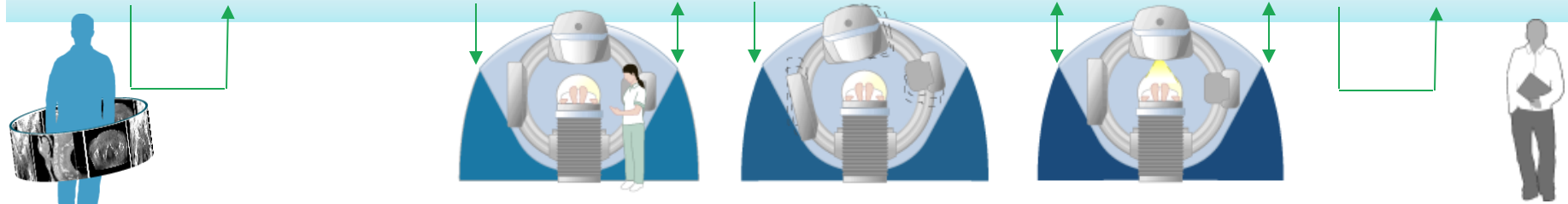
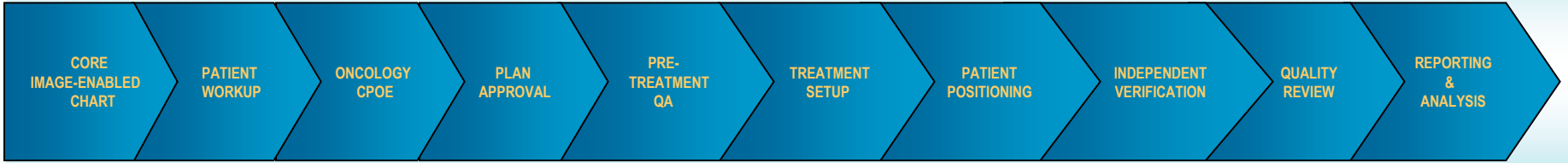


# Ακτινοθεραπεία – Τεχνικές





**ONCOLOGY EMR**





## Ακτινοθεραπεία – Ποιοτικός Έλεγχος

- ✓ Τοποθέτηση και ακινητοποίηση του ασθενούς
- ✓ Λήψη εικόνων και μεταφορά τους στο Σύστημα Σχεδιασμού Θεραπείας
- ✓ Καθορισμός δομών – καθορισμός της ηλεκτρονικής πυκνότητας
- ✓ Καθορισμός των δεσμών ακτινοβολίας
- ✓ Υπολογισμός δόσης
- ✓ Αξιολόγηση πλάνου θεραπείας
- ✓ Πραγματοποίηση του πλάνου θεραπείας

Μέγιστη επιτρεπόμενη ανακρίβεια = 5-7%

*AAPM Protocol*



# Ακτινοθεραπεία – Ποιοτικός Έλεγχος



REMOTE SERVICE - demo2\_e8\_poorstability

File View Configure Download IPVs Window Help

demo2\_e8\_poorstability:2

demo3\_e8\_HPplot:1

Item	Part	Description	Value	Avg	Min	Max	Range
162	4	HP ph. ctrl [Confirmed Value]	1100	1100	1099	1101	2
44	4	D/rate 1 [Confirmed Value]	182	226	0	605	605
161	4	Tuner ctrl [Confirmed Value]	2599	2769	2598	2949	351
161	141	Tuner ctrl [Gain 1]	-2500	-2500	-2500	-2500	0
327	4	Gun I ctrl [Confirmed Value]	484	484	484	484	0
161	142	Tuner ctrl [Gain 2]	300	300	300	300	0
1	4	Cal blk ID [Confirmed Value]	5213	5213	5213	5213	0

Graph... Sample: 1 of 110 Timestamp: 2000/02/0

demo2\_e8\_poorstability:1

Item	Part	Description	Value	Avg	Min	Max	Range
44	4	D/rate 1 [Confirmed Value]	0	338	0	414	414
2	4	State ctrl [Confirmed Value]	41	41	41	42	1
161	4	Tuner ctrl [Confirmed Value]	2180	2717	2148	2818	670
546	4	Gun Diff [Confirmed Value]	-327...	1497	-327...	18131	50899
327	4	Gun I ctrl [Confirmed Value]	365	473	364	540	176
191	13	Outer Hump mon [Access Pointer]	170	170	170	170	0
190	4	Inner Hump mon [Confirmed Value]	-327...	268	-327...	817	33585
236	4	Comp phase [Confirmed Value]	-327...	-348	-327...	576	33344
233	4	Phase leg2 [Confirmed Value]	-327...	428	-327...	1459	34227
232	4	Phase leg1 [Confirmed Value]	-327...	322	-327...	1771	34539
46	4	Inhibit 1 [Confirmed Value]	209	209	209	209	0
47	4	Inhibit 2 [Confirmed Value]	210	210	210	210	0
1	4	Cal blk ID [Confirmed Value]	5213	5213	5213	5213	0

Graph... Sample: 1 of 250 Timestamp: 2000/02/0

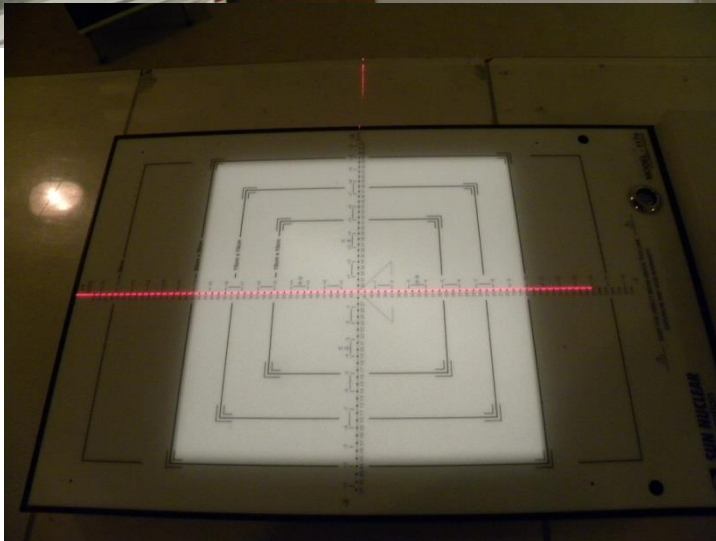
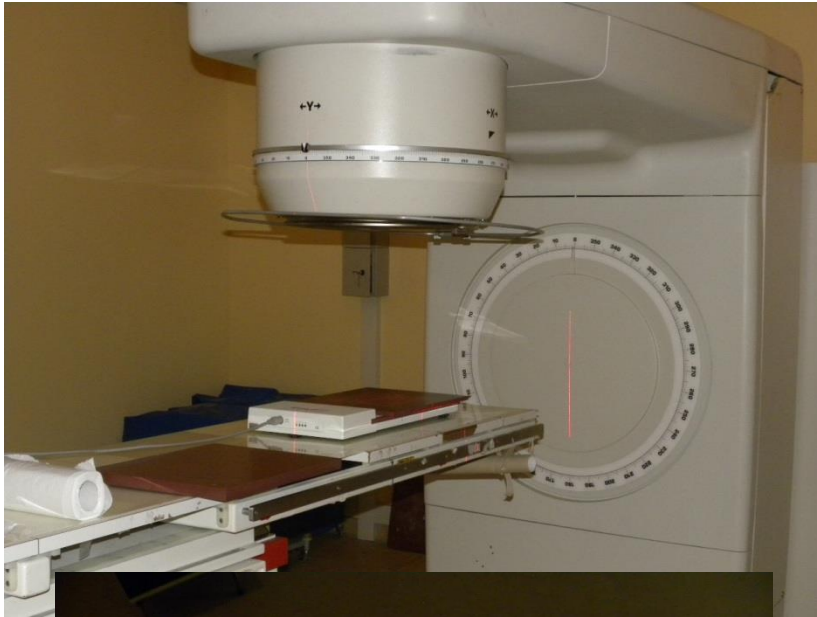
demo3\_e8\_HPplot:2

TX RX

Start REMOTE SERVICE - ... 10:44

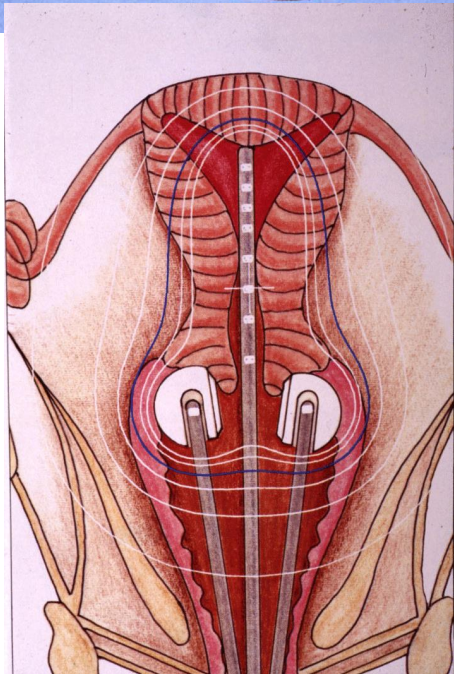
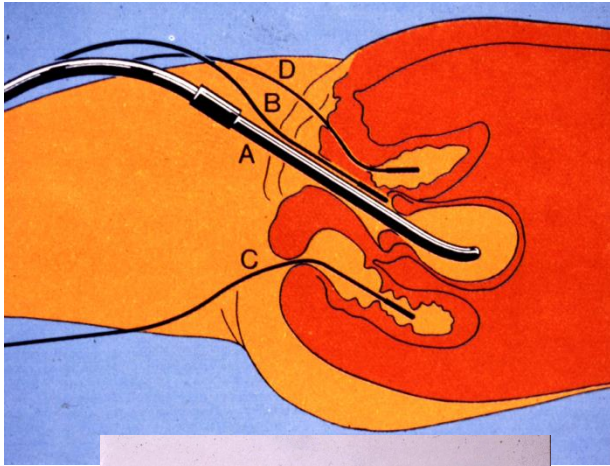


# Ακτινοθεραπεία – Ποιοτικός Έλεγχος





# Βραχυθεραπεία

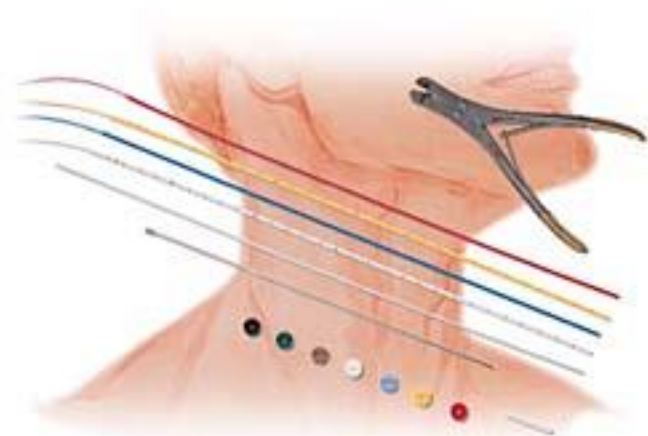
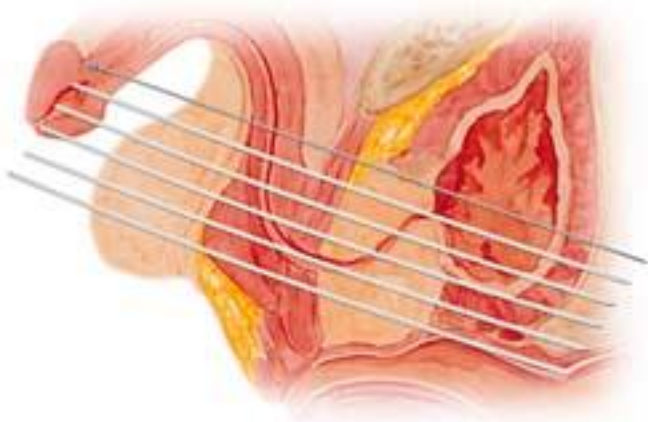




# Βραχυθεραπεία



Η βραχυθεραπεία είναι μία μέθοδος ακτινοθεραπείας κατά την οποία ραδιενεργές πηγές κατανέμονται ενδοκοιλοτικά ή ενδοϊστικά, με σκοπό την ακτινοβόληση του στόχου με μεγάλες δόσεις και την παράλληλη ελαχιστοποίηση της ακτινοβόλησης των παρακείμενων υγιών ιστών-οργάνων.







# Βραχυθεραπεία

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| α) χαμηλού ρυθμού δόσης (LDR) | : 0.4-2 Gy/h                                   |
| β) μέσου ρυθμού δόσης (MDR)   | : 2-12 Gy/h                                    |
| γ) υψηλού ρυθμού δόσης (HDR)  | : >12 Gy/h (συνήθως στην περιοχή των 150 Gy/h) |

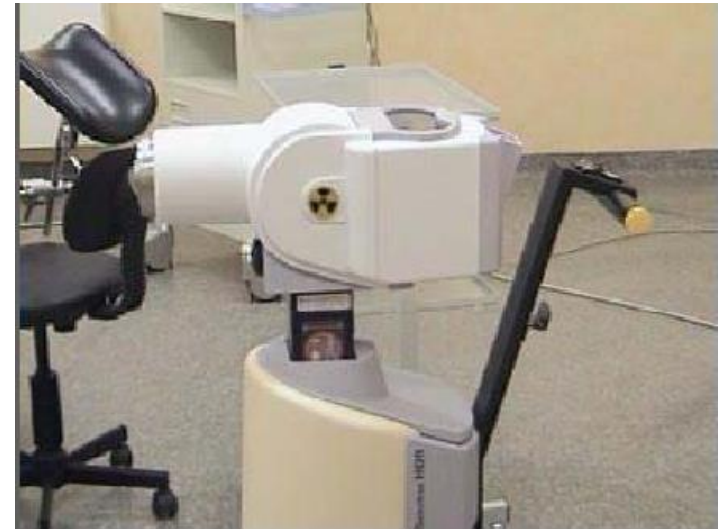
Ειδικότερα όσον αφορά την βραχυθεραπεία υψηλού ρυθμού δόσης (HDR) χρησιμοποιούνται πηγές υψηλής ενεργότητας (1-10 Ci) κυρίως  $^{192}\text{Ir}$ .

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα συγκρινόμενη με τη LDR βραχυθεραπεία κυρίως γιατί η δόση παρέχεται σε πολύ πιο σύντομο χρονικό διάστημα, το οποίο μπορεί να είναι της τάξης των μερικών λεπτών της ώρας, σε σύγκριση με τη LDR βραχυθεραπεία όπου η ίδια δόση μπορεί να δοθεί σε μερικές μέρες.

Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αποφευχθούν πολλές επιπλοκές που παρουσιάζονται στη LDR βραχυθεραπεία λόγω του μεγάλου χρόνου θεραπείας. Επιπρόσθετα το κόστος θεραπείας μειώνεται λόγω της αποφυγής της παραμονής του ασθενή στο νοσοκομείο.



# Βραχυθεραπεία



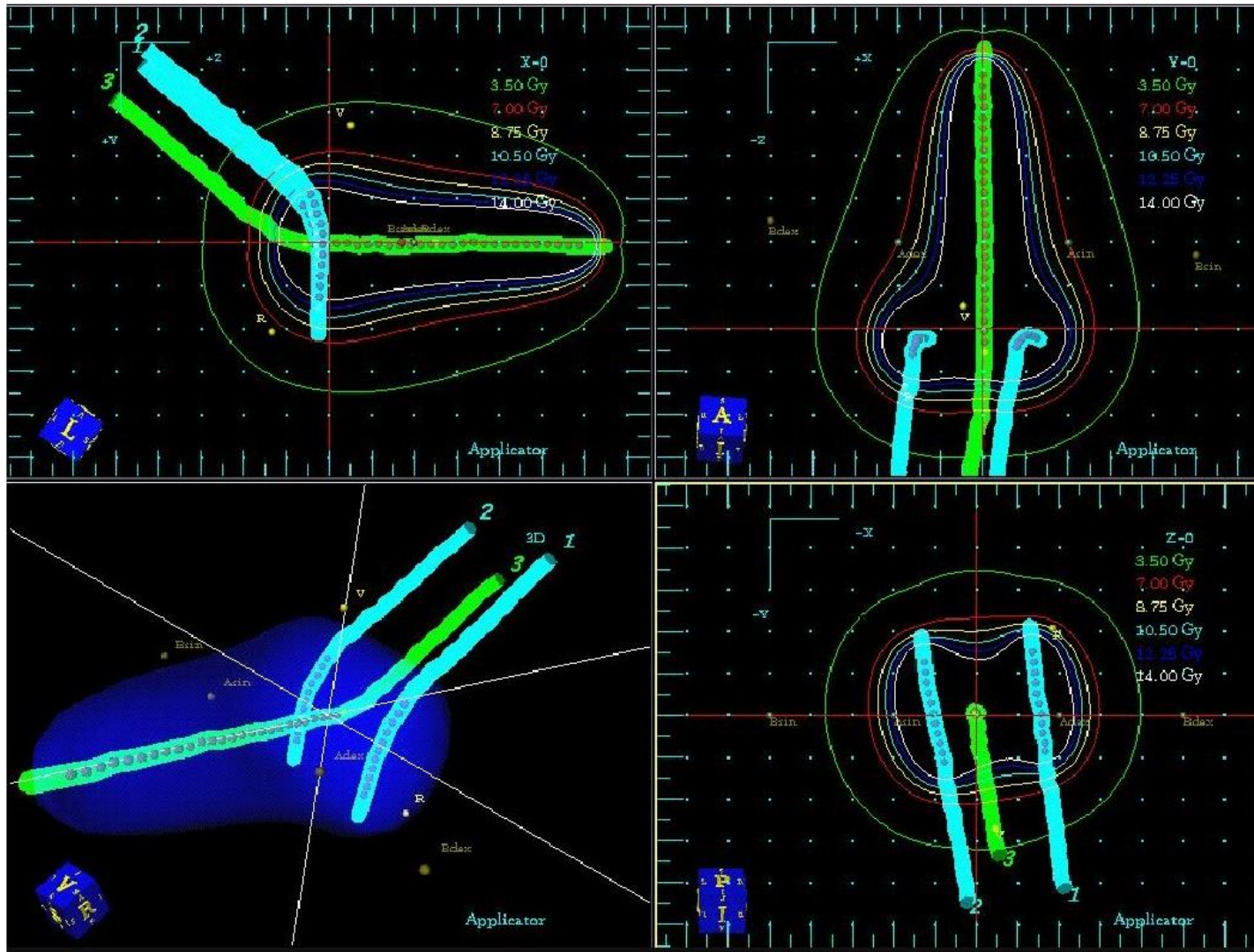


# Βραχυθεραπεία



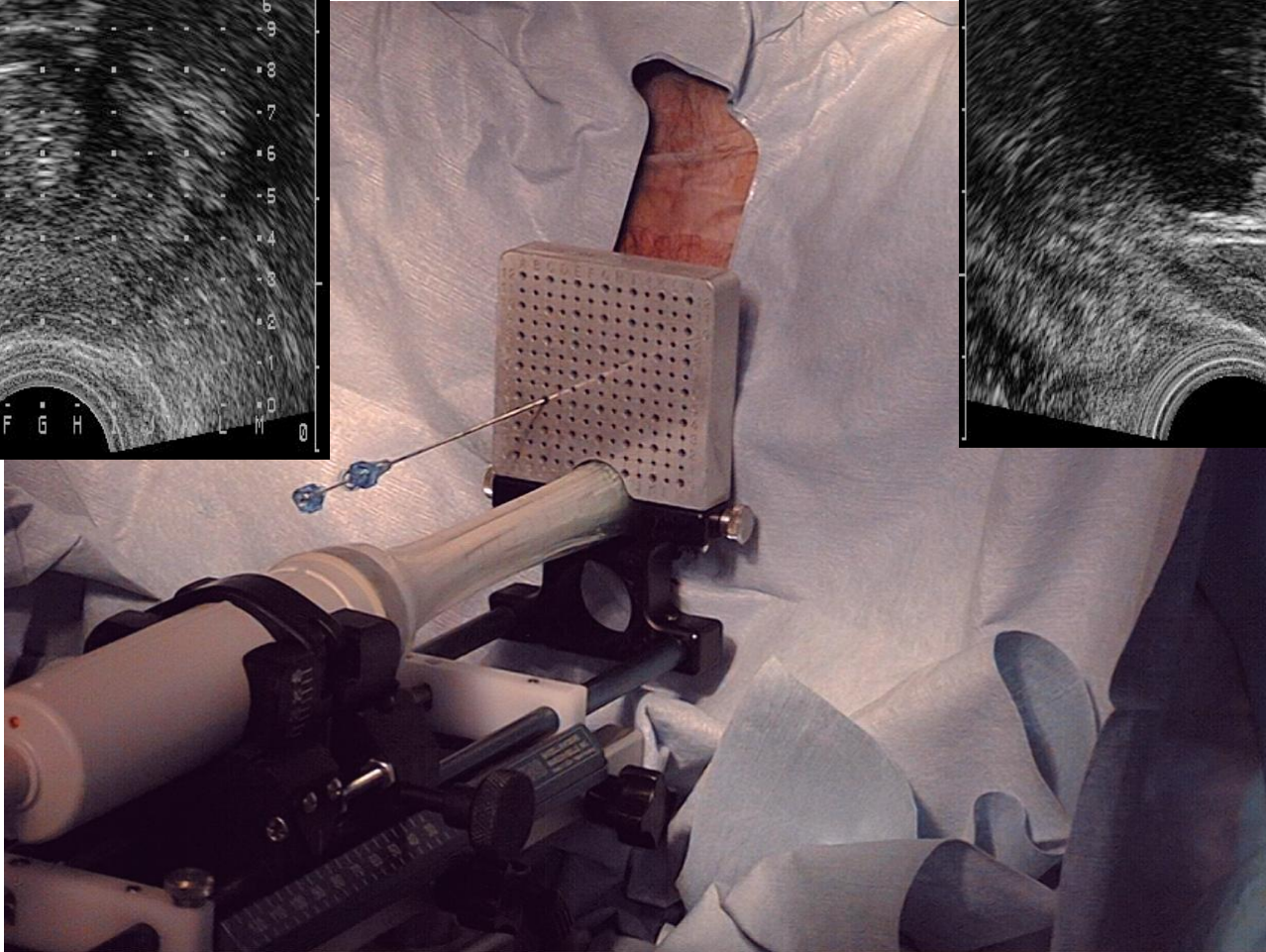
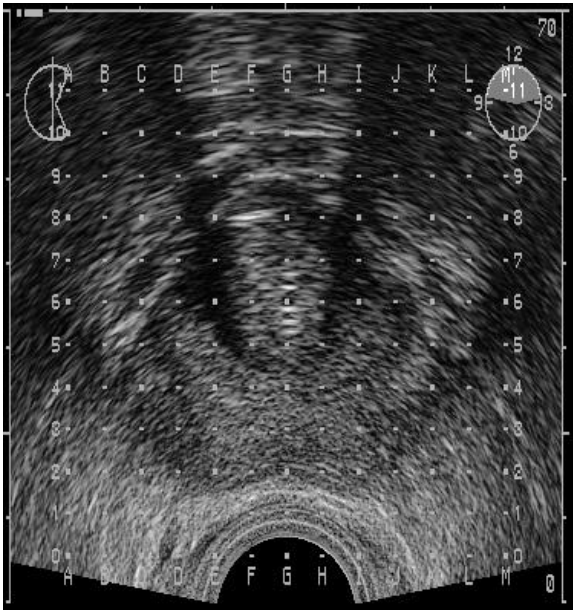


# Βραχυθεραπεία





# Βραχυθεραπεία





# Ακτινοθεραπεία – Ακτινοπροστασία

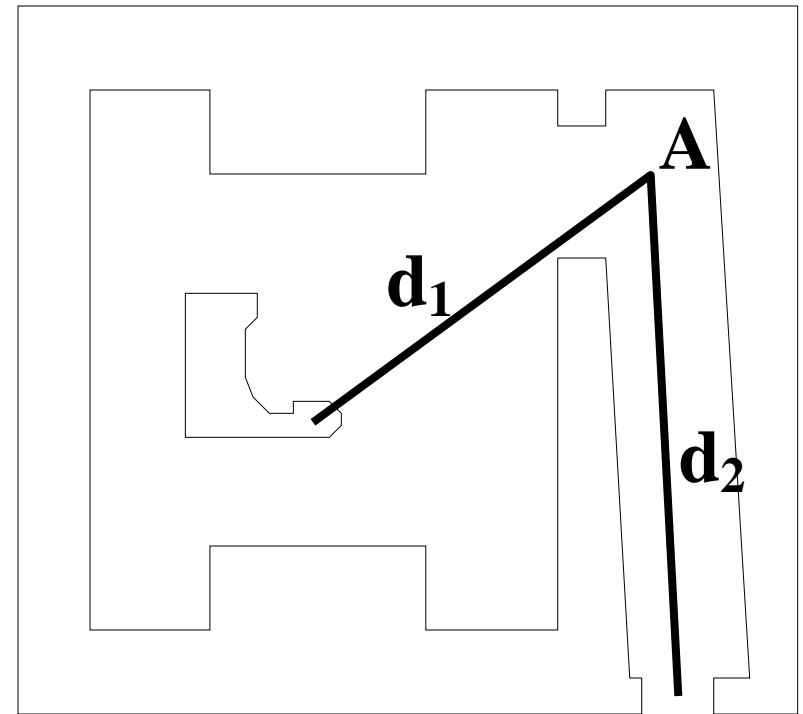
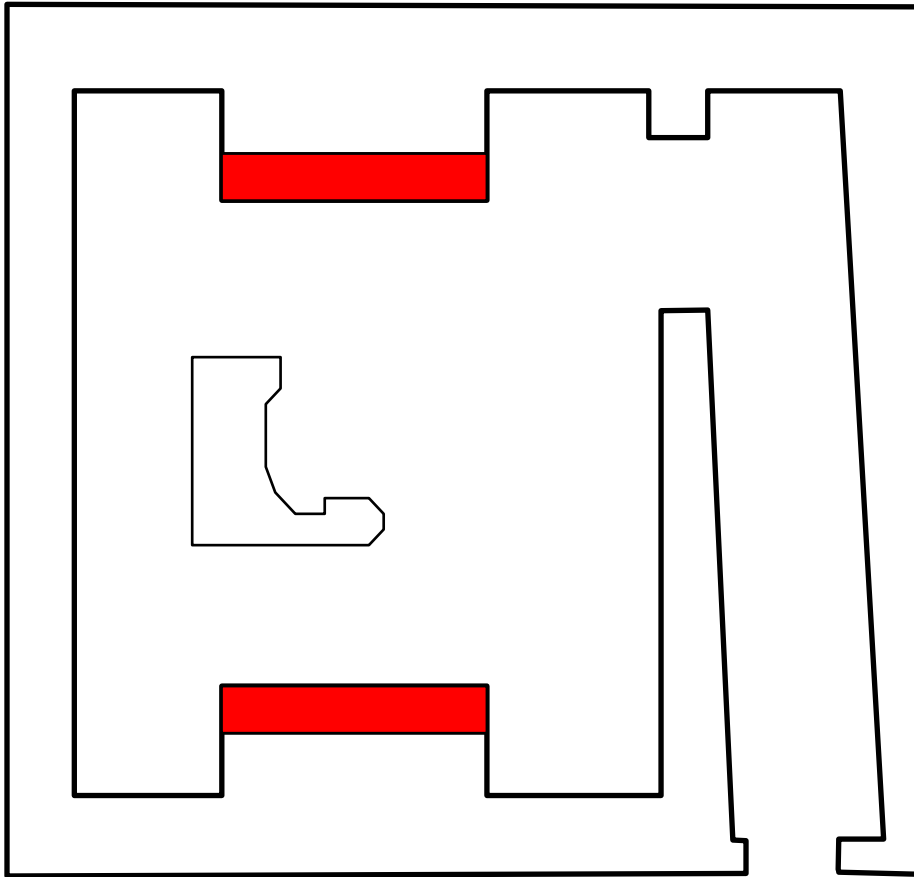
- ✓ Χώρου
- ✓ Ασθενούς
- ✓ Προσωπικού





# Ακτινοθεραπεία – Ακτινοπροστασία

## Κατασκευαστικές απαιτήσεις





# Ακτινοθεραπεία – Ακτινοπροστασία







# Ακτινοθεραπεία – Ακτινοπροστασία



**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ !!!**



**Ερωτήσεις?**