

# FISICA DELLA MEDICINA NUCLEARE E DELLA RADIOTERAPIA - V

Giovanni Di  
Domenico

## TECNICHE SPECIALI IN RT:

- BRACHITERAPIA
- TOTAL BODY IRRADIATION (TBI)
- STEREOTASSI

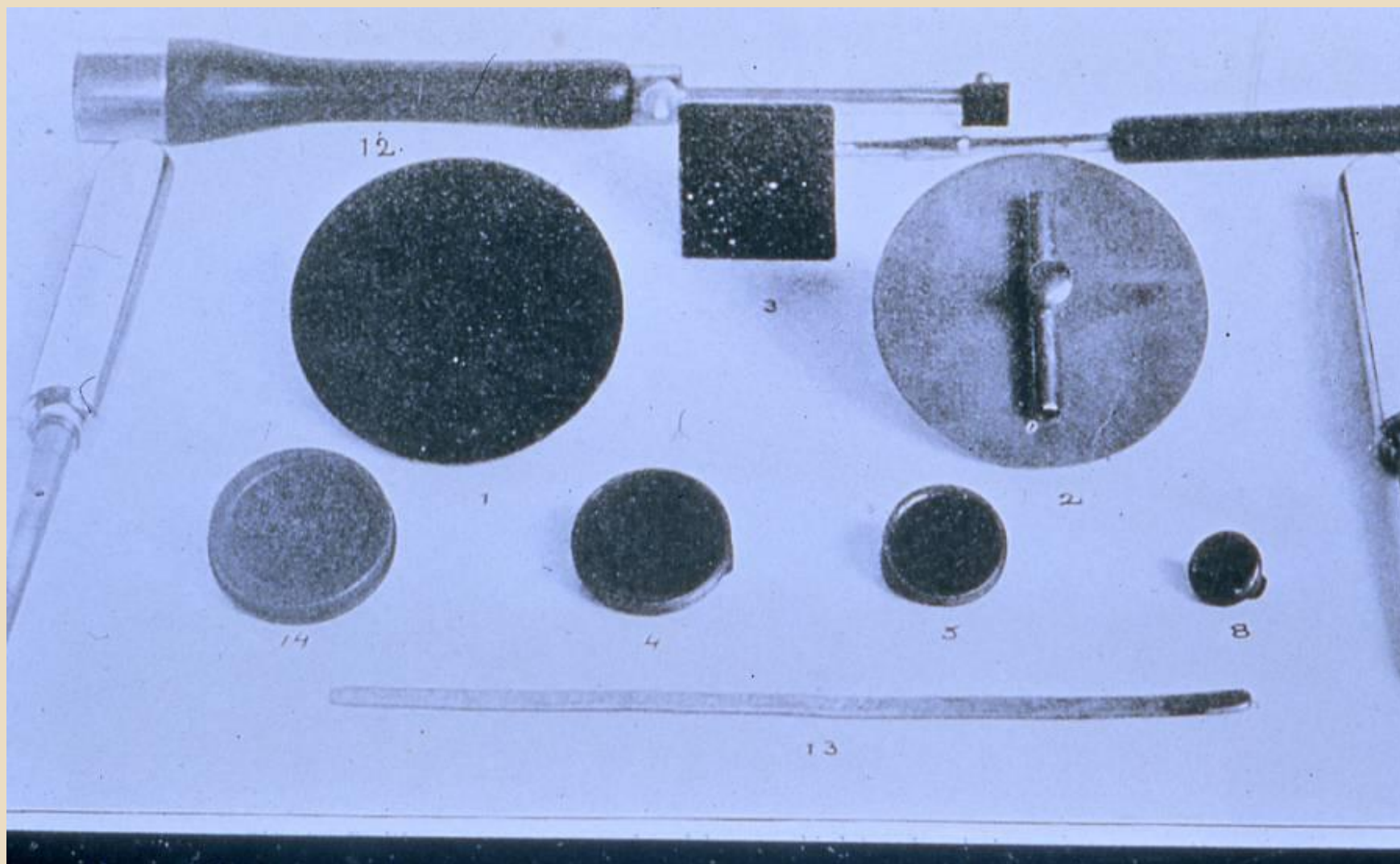
RADIOTERAPIA STEREOTASSICA (SRT)

RADIOCHIRURGIA STEREOTASSICA (SRS)

# DEFINIZIONE

- La **brachiterapia** (nota anche come Curie-Terapia) è definita come il trattamento a breve distanza di tumori con le radiazioni emesse da piccole sorgenti incapsulate.
- Le sorgenti sono poste direttamente nel volume da trattare o nelle sue vicinanze.

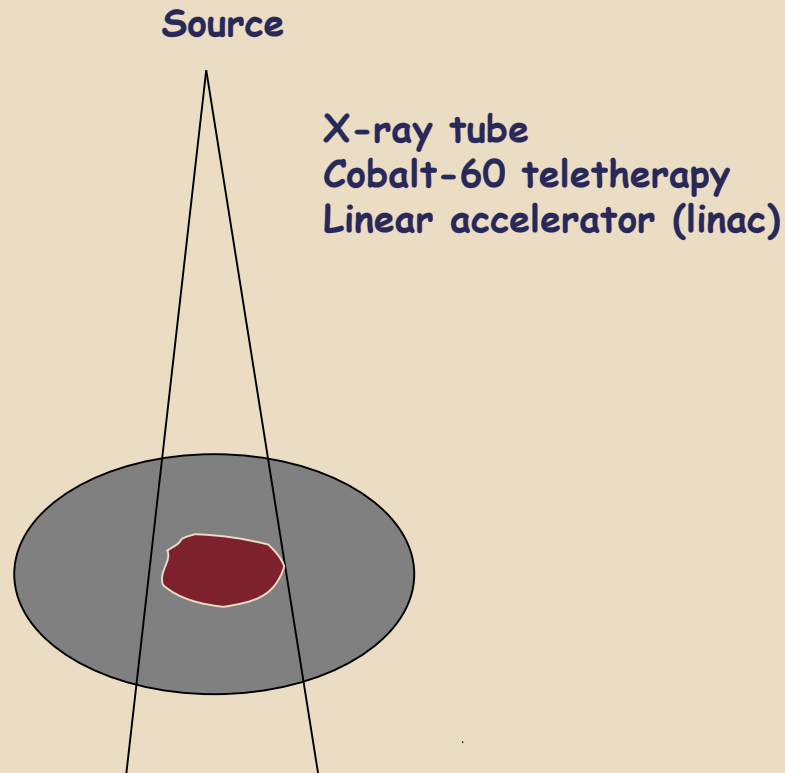




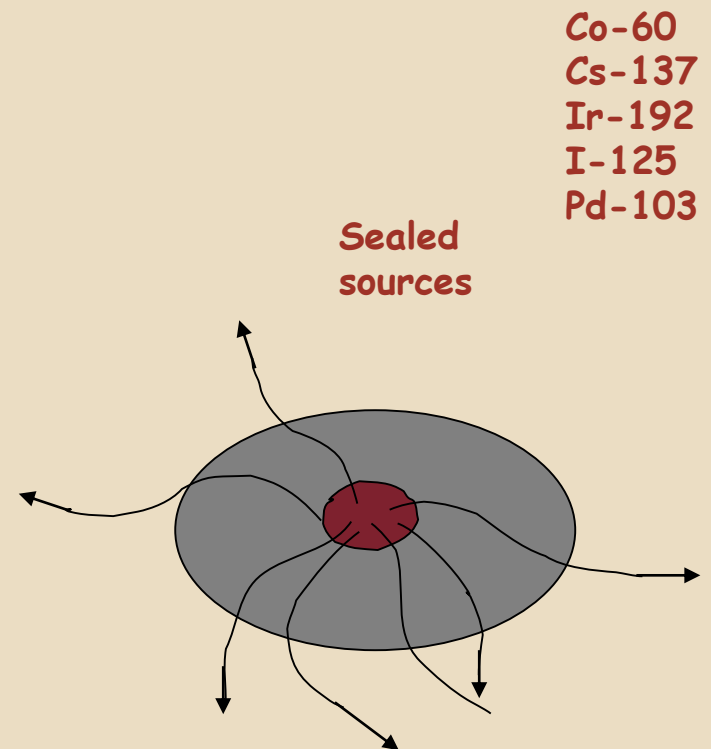


# INTRODUZIONE

## Radioterapia con fasci esterni (*external source of radiation*)



## Brachiterapia (*internal source of radiation*)



# INTRODUZIONE

## Brachiterapia vs. terapia con fasci esterni

- Vantaggi:
  - Migliore deposizione locale della dose al volume target
  - Rapida decrescita della dose all'esterno del volume target
  - Migliore terapia conformazionale
  
- Svantaggi:
  - Funziona bene per tumori localizzati
  - Funziona bene per piccole lesioni
  - Richiede molto lavoro

# INTRODUZIONE

- *La riuscita di un trattamento in brachiterapia dipende da:*
  - Particolare modello impiegato per la distribuzione della sorgente nel volume target
  - Algoritmi impiegati nel calcolo della dose
  - Metodi impiegati per la valutazione dell'intensità della sorgente
  - Rateo di dose e dose prescritta impiegati nel trattamento
- *Sorgenti impiegate*
  - Sorgenti di fotoni X o  $\gamma$  (Co-60, Cs-137, Ir-192, I-125, Pd-103)
  - Sorgenti beta (Sr-90/Y-90)
  - Sorgenti di neutroni (Cf-252)



# INTRODUZIONE

## Tipi di impianti in brachiterapia

- **Intracavitario:** le sorgenti è inserita in una cavità del corpo
- **Interstiziale:** le sorgenti è impiantata nel volume tumorale
- **Placca superficiale:** le sorgenti sono montate su una placca e portate a contatto con lesione superficiale della pelle
- **Intraluminale:** sorgenti inserita in un lume
- **Intra-operativa:** le sorgenti sono poste a contatto o nelle vicinanze di una lesione tramite un operazione chirurgica
- **Intravascolare:** le sorgenti sono portate a contatto o nelle vicinanze della lesione tramite l'ausilio di un vaso sanguigno

# INTRODUZIONE

## Classificazione rispetto alla durata del trattamento:

### ■ Impianto temporaneo

- La dose è impartita in un periodo di tempo breve rispetto alla vita media della sorgente
- Le sorgenti sono rimosse quando la dose prescritta è raggiunta

### ■ Impianti permanenti

- La dose è impartita per tutta la vita delle sorgenti
- Le sorgenti subiscono un completo decadimento radioattivo

## Classificazione rispetto al caricamento della sorgente:

### ■ Hot loading:

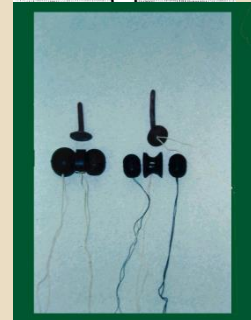
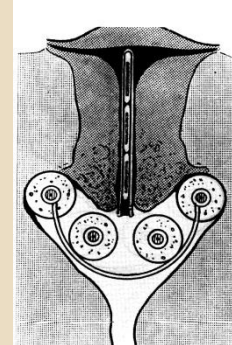
- applicatore pre-caricato con la sorgente al momento del posizionamento

### ■ Afterloading:

- L'applicatore è posizionato prima nel paziente e la sorgente caricato successivamente

# MANUAL AFTERLOADING

- In genere, le sorgenti sono caricate nell'applicatore o catetere precedentemente posizionato del volume target. Al termine del trattamento le sorgenti vengono rimosse sempre manualmente.
- L'operazione di caricamento e rimozione delle sorgenti può essere causa di esposizione aggiuntiva per l'operatore che compie le operazioni.



# REMOTE AFTERLOADING

- Per ridurre l'esposizione dei medici e dello staff di supporto, sono stati costruiti diversi sistemi controllati da PC per il caricamento e rimozione delle sorgenti.
- L'impiego di questi sistemi offre diversi vantaggi:
  - Aumenta la capacità di trattamento del paziente
  - Esposizione ridotta per lo staff
  - Somministrazione della dose riproducibile e conforme

# REMOTE AFTERLOADING SYSTEMS

## Remote afterloading

**1970-**

**Cobalt RALSTON**

**Diameter 3 mm**



**1990-**

**Ir-192 RALS**

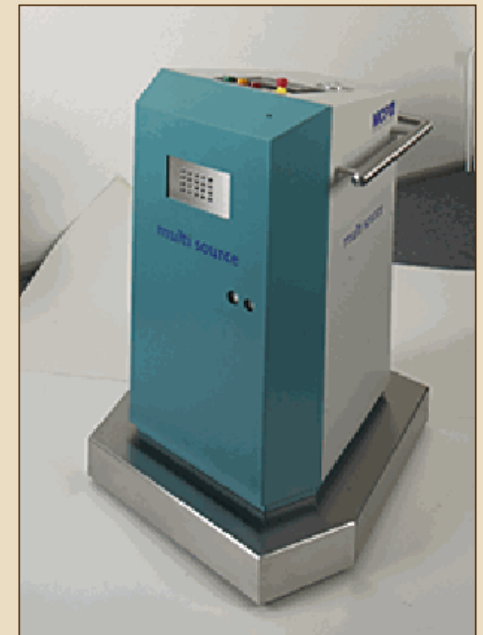
**Diameter 1.1 mm**



**2000-**

**Cobalt RALS**

**Diameter 1.1 mm**



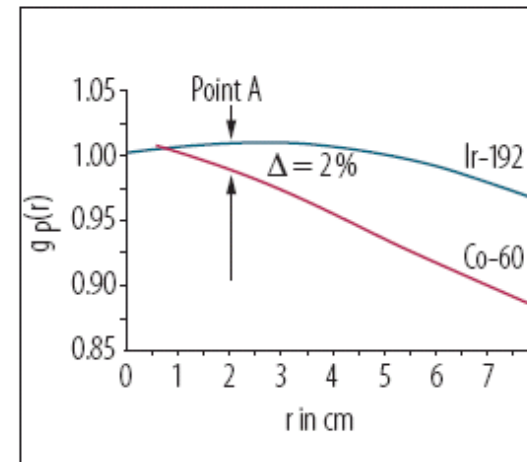
# CLASSIFICAZIONE

- Low Dose Rate (LDR) (0.4 - 2 Gy/h)
  - Medium Dose Rate (2 - 12 Gy/h)
  - High Dose Rate (HDR) (> 12 Gy/h)
- 
- In aggiunta abbiamo il Pulsed Dose Rate (PDR) nel quale si simula un low dose rate applicando le sorgenti per un periodo di tempo dell'ordine di 30 minuti separate da tempi di riposo di almeno un ora.
  - Le sorgenti di brachiterapia sono in genere incapsulate e le capsule servono:
    - Contenere la radioattività
    - Fornire rigidità alla sorgente
    - Assorbire le particelle alpha e beta prodotte nel decadimento

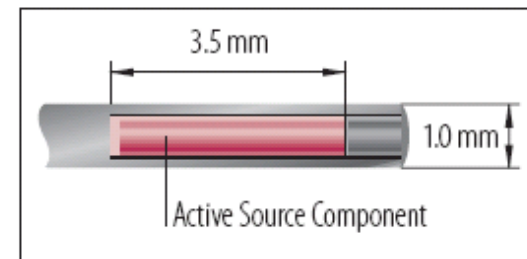
# SORGENTI DI FOTONI - 1

■ Le caratteristiche utili ai fini dosimetrici per le sorgenti sono:

- Energia dei fotoni,
- Half-life,
- Half-value per i materiali schermanti
- Attività specifica
- Intensità della sorgente
- Il decadimento della dose con la legge dell'inverso dei quadrati



Radial Dose Rate Function



Miniaturised Co-60 Source



# SORGENTI DI FOTONI - 2

- Energia dei fotoni utilizzati in brachiterapia influenzano:
  - La penetrazione nei tessuti,
  - Requisiti per la protezione da radiazioni
- La distribuzione di dose nei tessuti non è influenzata molto dallo scattering dei fotoni per energie superiori ai 300 keV, perché l'attenuazione nei tessuti è compensata dal build-up della dose dovuto allo scatter
- L'attenuazione dei tessuti è importante nel caso di fotoni con energie dell'ordine dei 30 keV o inferiori.

# SORGENTI DI FOTONI - 3

## Characteristics of common radionuclides used in brachytherapy

| Nuclide | Average<br>photon energy<br>(MeV) | Half-life | HVL in lead<br>(mm) | $\Gamma_{AKR}$<br>$\left( \frac{\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2}{\text{GBq} \cdot \text{h}} \right)$ | $\Lambda$<br>$\left( \frac{\text{cGy} \cdot \text{h}^{-1}}{\text{cGy} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{h}^{-1}} \right)$ |
|---------|-----------------------------------|-----------|---------------------|--|---|
| Co-60   | 1.25                              | 5.26 y    | 11                  | 309  | 1.11  |
| Cs-137  | 0.66                              | 30 y      | 6.5                 | 77.3   | 1.11  |
| Au-198  | 0.41                              | 2.7 d     | 2.5                 | 56.2   | 1.13  |
| Ir-192  | 0.38                              | 73.8 d    | 3.0                 | 108  | 1.12  |
| I-125   | 0.028                             | 60 d      | 0.02                | -  | -   |
| Pd-103  | 0.021                             | 17 d      | 0.01                | -  | -   |

$\Gamma_{AKR}$

Exposure rate constant

$\Lambda$

Dose rate constant

# Radionuclide Properties

| Radionuclide | Half-life  | Principal gamma-ray energies (MeV) | Transmission through lead TVL (mm) |
|--------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Radium-226   | 1600 years | 0.24-2.4                           | 55                                 |
| Cobalt-60    | 5.3 years  | 1.17,1.33                          | 40                                 |
| Caesium-137  | 30 years   | 0.66                               | 21                                 |
| Iridium-192  | 74 days    | 0.30-0.61                          | 15                                 |
| Gold-198     | 2.7 days   | 0.41                               | 11                                 |
| Iodine-125   | 60.1 days  | 0.035                              | 0.1                                |

(TVL: Tenth value layer)

# SORGENTI DI FOTONI - 4

- Le sorgenti di fotoni per brachiterapia hanno diverse forme:
  - Aghi (cesium-137).
  - Tubi (cesium-137).
  - Pellets (cobalt-60 and cesium-137).
  - Semi (iodine-125, paladium-103, iridium-192, gold-198).
  - Fili (iridium-192).

# SORGENTI DI FOTONI - 5

- Come specificare le sorgenti di fotoni:

1. Reference Air Kerma rate in aria  $(\dot{K}_{\text{air}}(d_{\text{ref}}))_{\text{air}}$
2. Air kerma strength  $S_k$
3. Exposure rate in aria  $\dot{X}_p$
4. Air kerma rate in aria  $(\dot{K}_{\text{air}}(d))_{\text{air}}$

# SORGENTI DI FOTONI - 6

1. Reference air kerma rate in air  $(\dot{K}_{\text{air}}(d_{\text{ref}}))_{\text{air}}$   
definite da ICRU (report No. 38 e 58) come l'air kerma rate in  
aria ad una distanza di riferimento  $d_{\text{ref}}$  di 1 m,  
corretta per l'attenuazione dell'aria e lo scattering (unit:  $1 \mu\text{Gy/h}$   
).

Nel SI l'unita di misura dell'air kerma rate is  $\text{Gy/s}$ , ma per motivi  
di specifica della sorgente è più conveniente utilizzare  
 $\mu\text{Gy/h}$  per LDR sources e  $\mu\text{Gy/s}$  per le sorgenti HDR.

# SORGENTI DI FOTONI - 7

2. Air kerma strength  $S_K$ , definite dall'AAPM come

$$S_K = (\dot{K}_{\text{air}}(d_{\text{ref}}))_{\text{air}} \times d_{\text{ref}}^2$$

l'unità di misura air kerma strength è  $\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ .

AAPM TG 43 raccomanda un'abbreviazione con U

$$1 \text{ U} = 1 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1} = 1 \text{ cGy} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$$



# SORGENTI DI FOTONI - 8

3. Exposure rate in air  $\dot{X}_p$  ad un punto in aria ad una distanza  $d$  dalla sorgente:

$$\dot{X}_p = \frac{A \Gamma_x}{d^2}$$

where

|            |  |
|------------|--|
| $A$        | è l'attività della sorgente in Ci                                      |
| $\Gamma_x$ | è l'exposure rate constant in $R \cdot m^2 \cdot Ci^{-1} \cdot h^{-1}$ |
| $d$        | è la distanza dalla sorgente in m                                      |

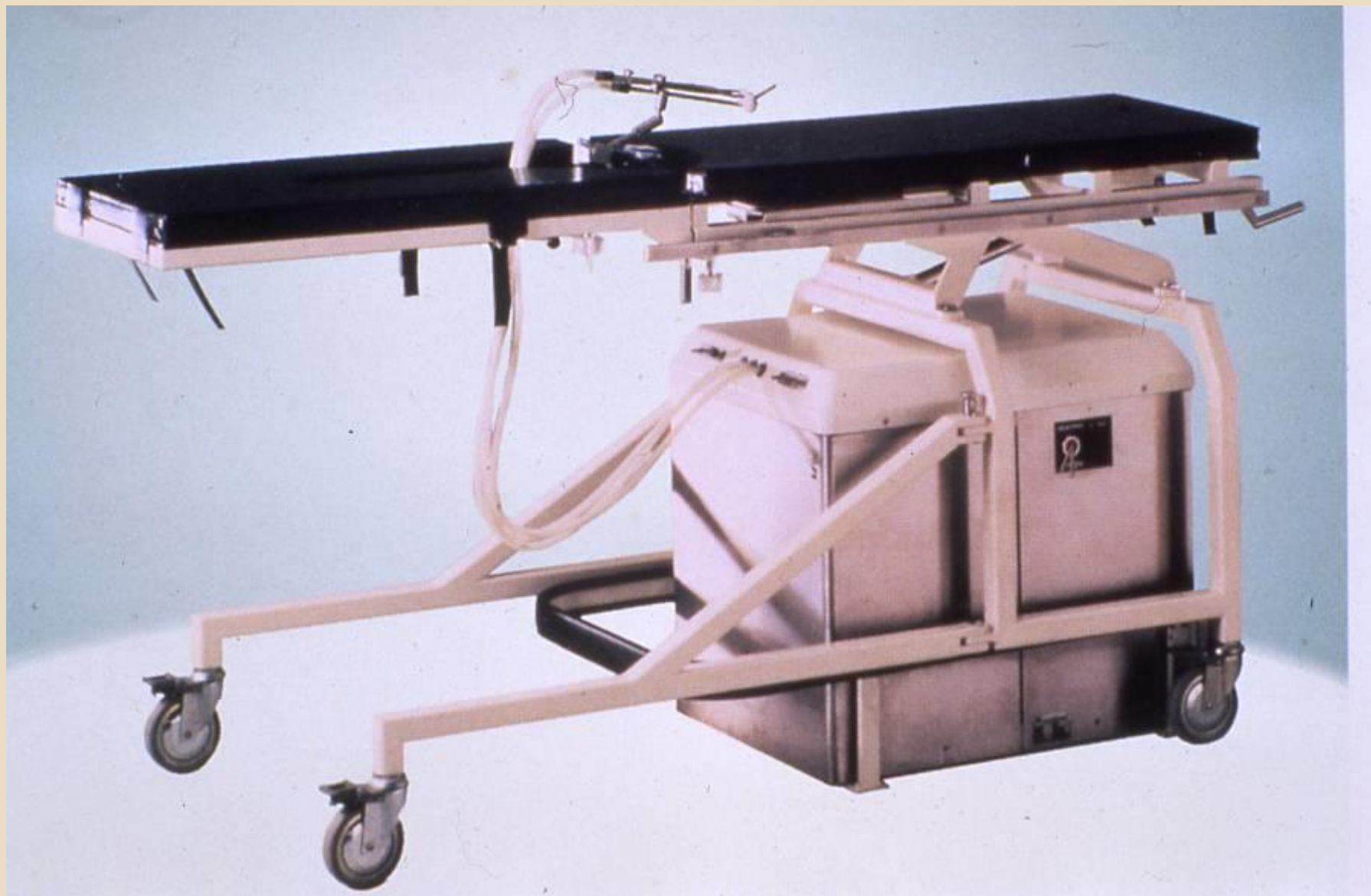
# SORGENTI DI FOTONI - 9

4. Air kerma rate in aria  $(\dot{K}_{\text{air}}(d))_{\text{air}}$  ad un punto P in aria a due distanza d dalla sorgente :

$$(\dot{K}_{\text{air}}(d))_{\text{air}} = \frac{A_{\text{app}} \Gamma_{\text{AKR}}}{d^2}$$

dove

$A_{\text{app}}$  è l'apparente attività della sorgente in Bq  
 $\Gamma_{\text{AKR}}$  è l' air kerma rate constant dato in  $(\mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2)/(\text{GBq} \cdot \text{h})$   
 $d$  è la distanza dalla sorgente in m

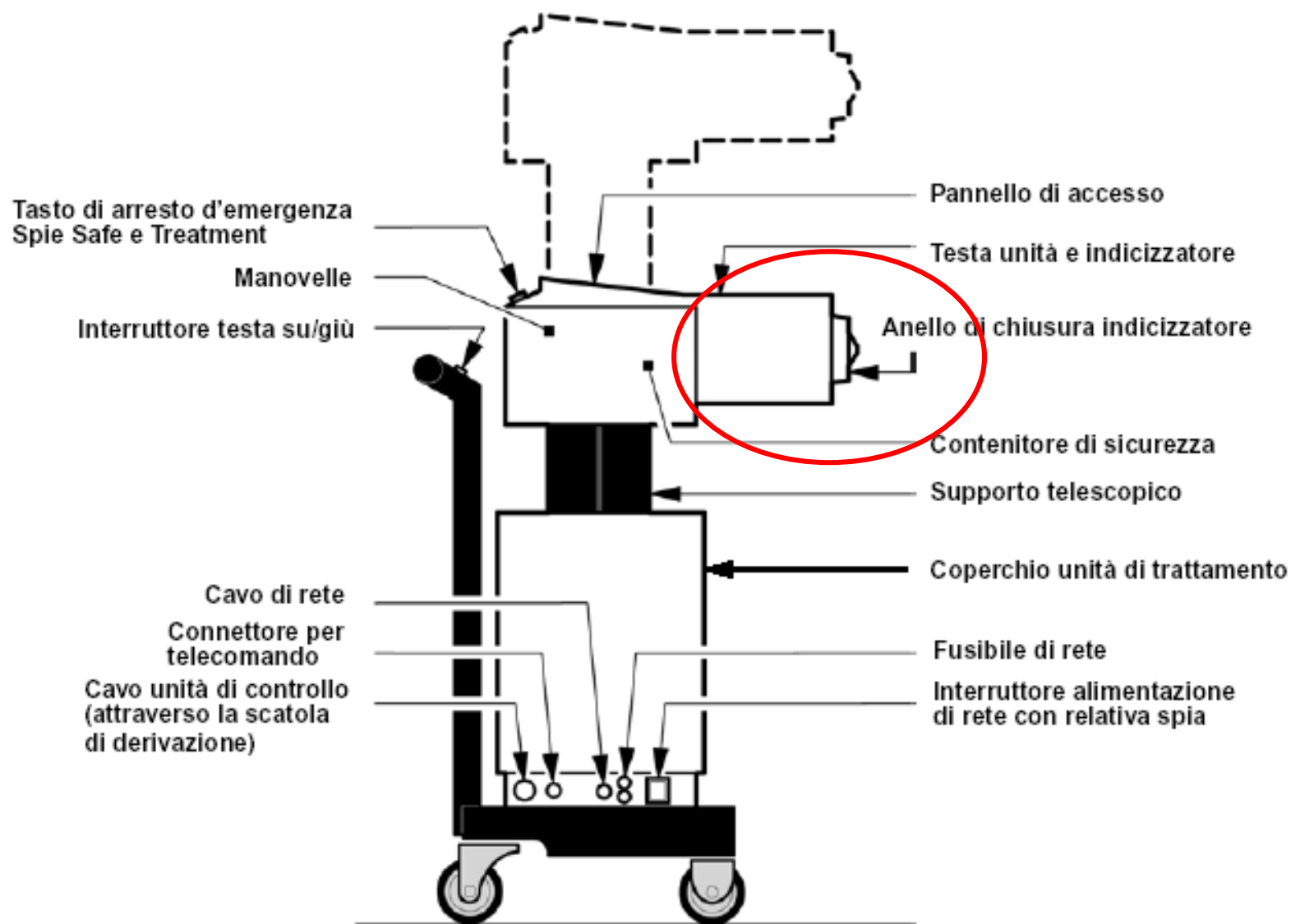




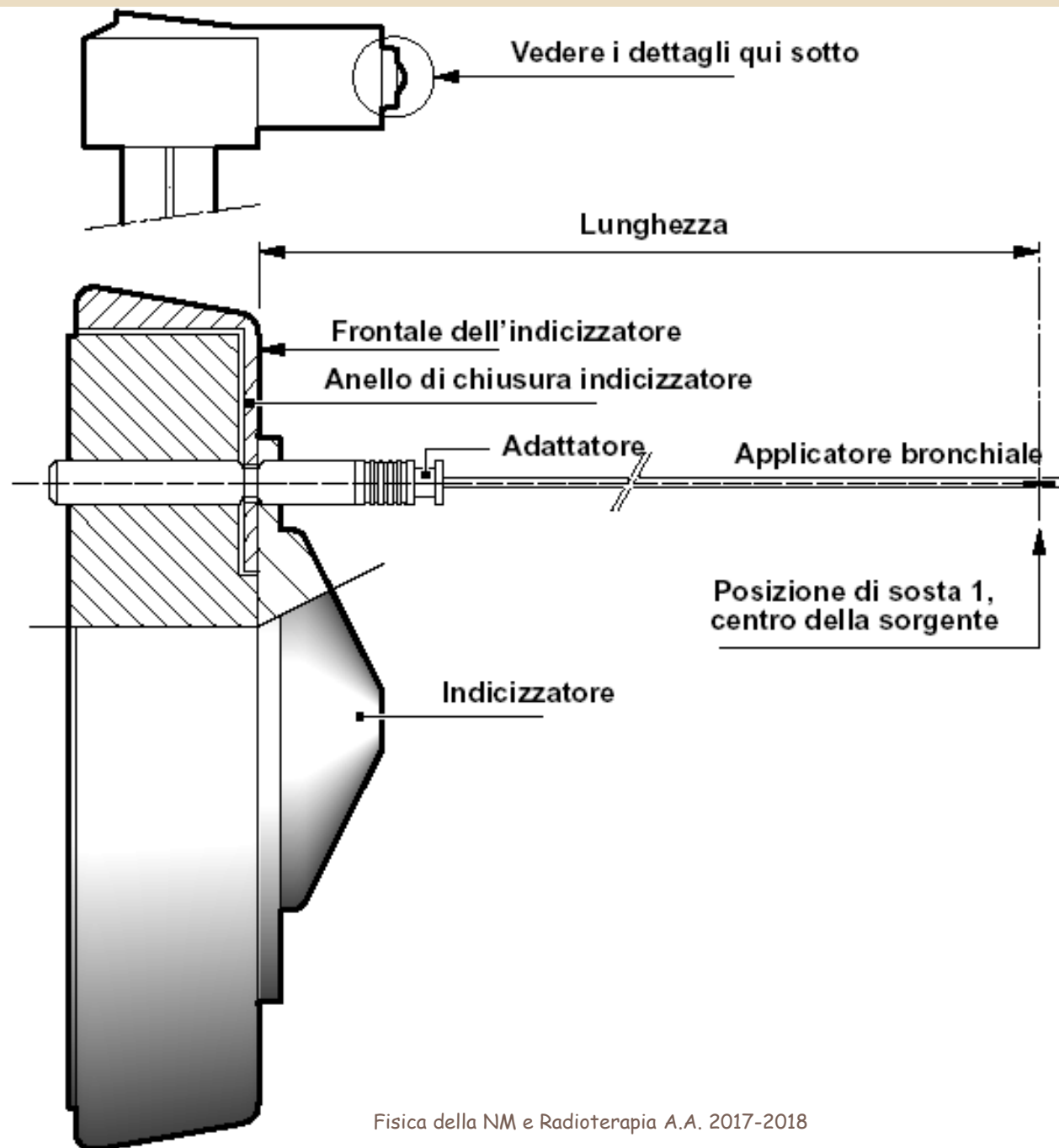




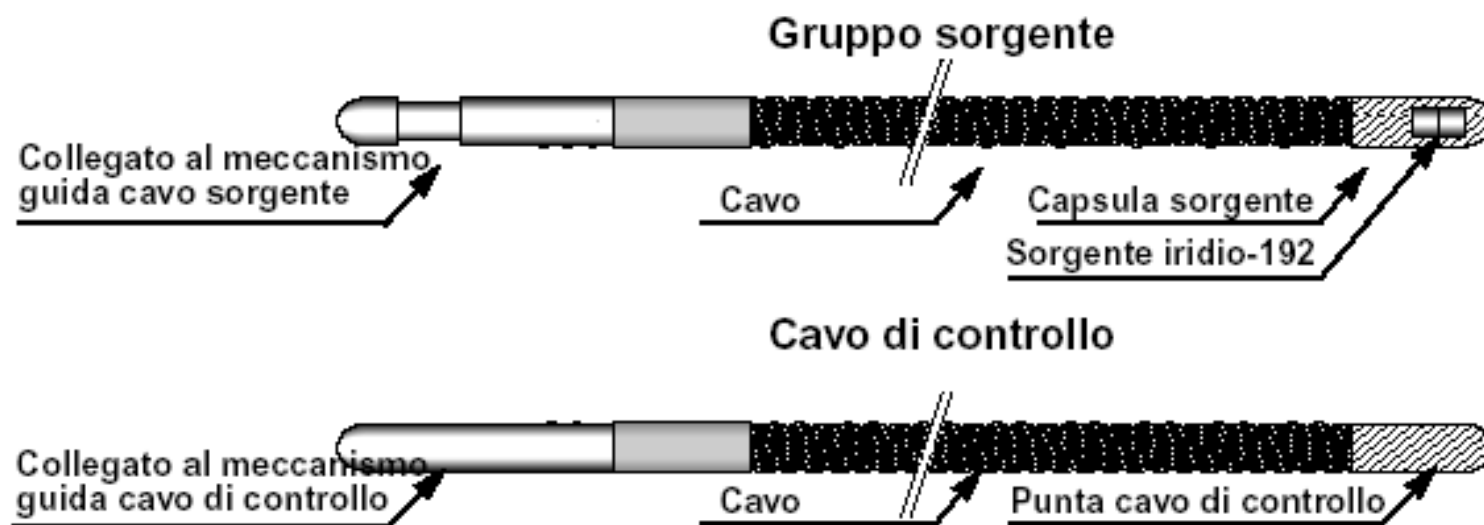


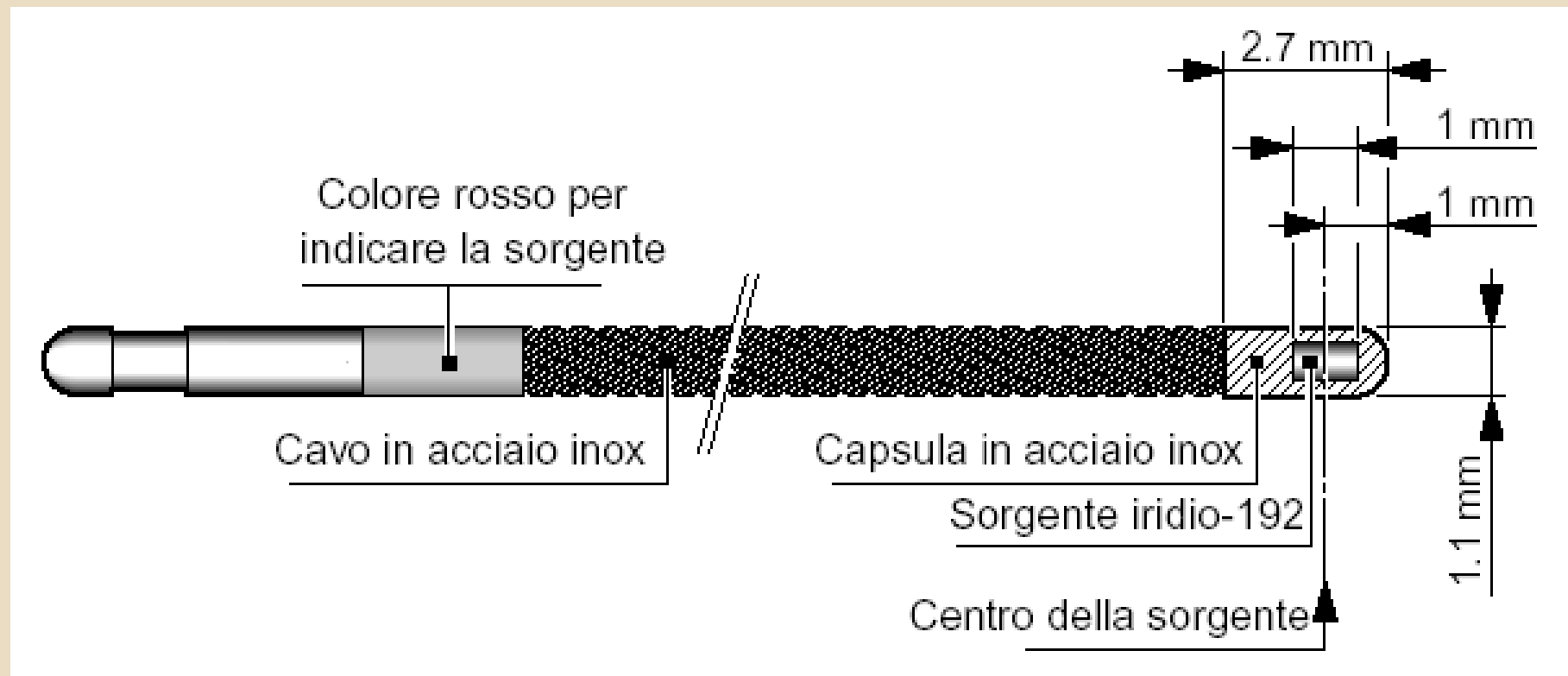


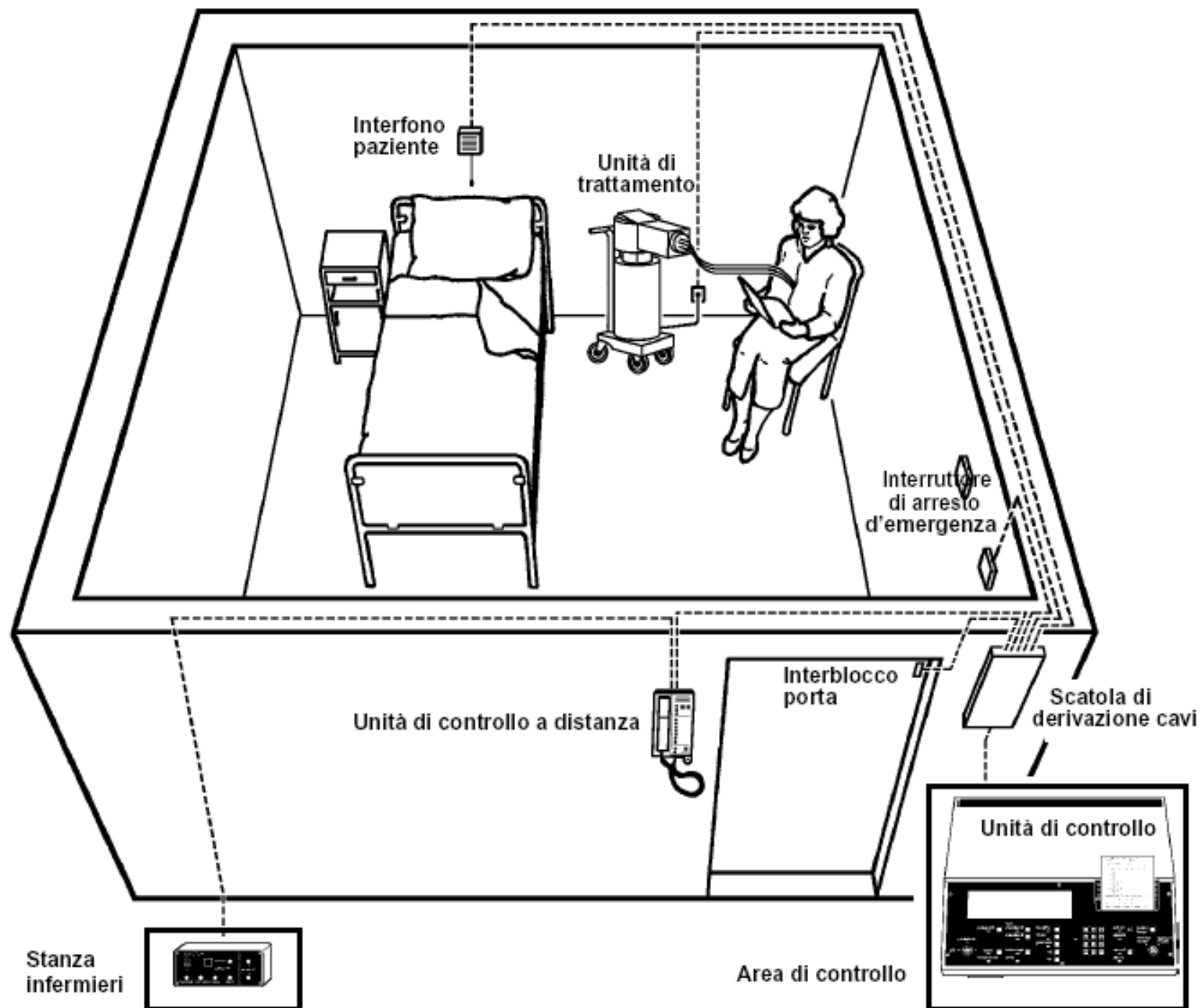




## Cavo sorgente e cavo di controllo



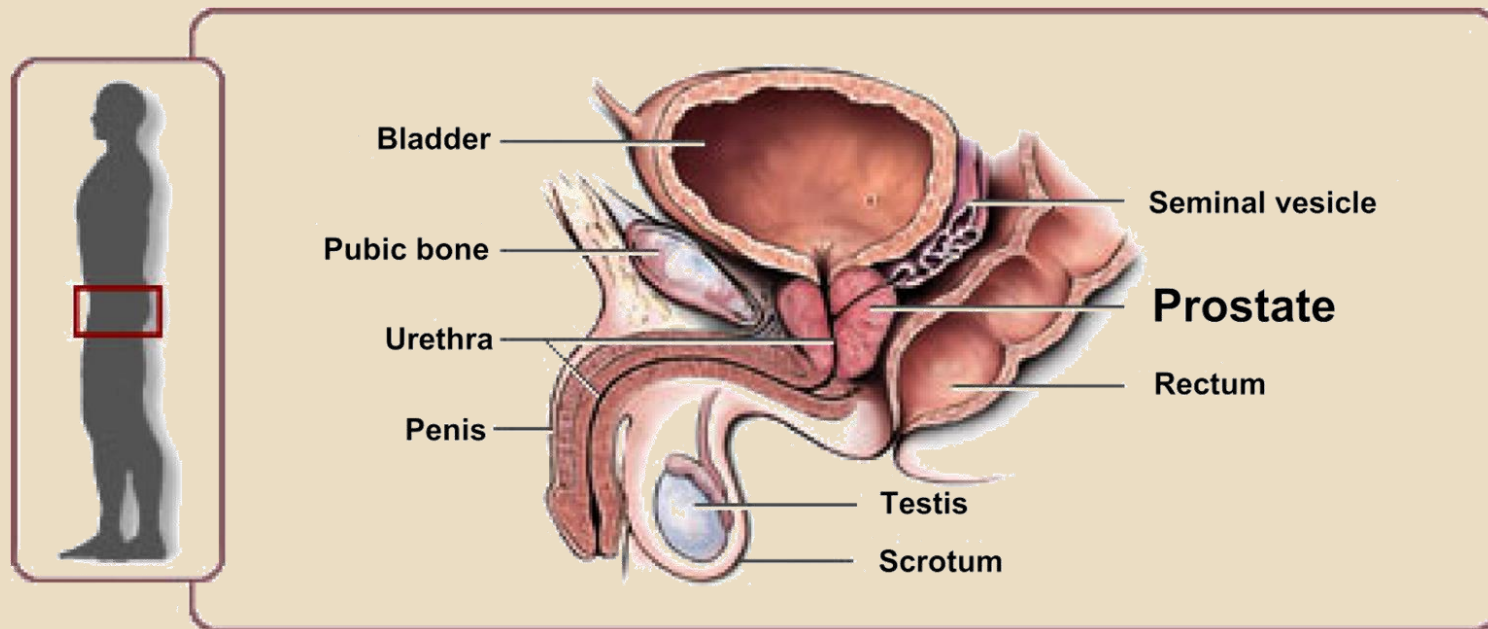




# BRACHITERAPIA DELLA PROSTATA

# TUMORE DELLA PROSTATA

- La brachiterapia è una delle modalità di trattamento del tumore della prostata in uno stadio iniziale quando il tumore è confinato ghiandola prostatica.
- Anatomia del bacino di un uomo:



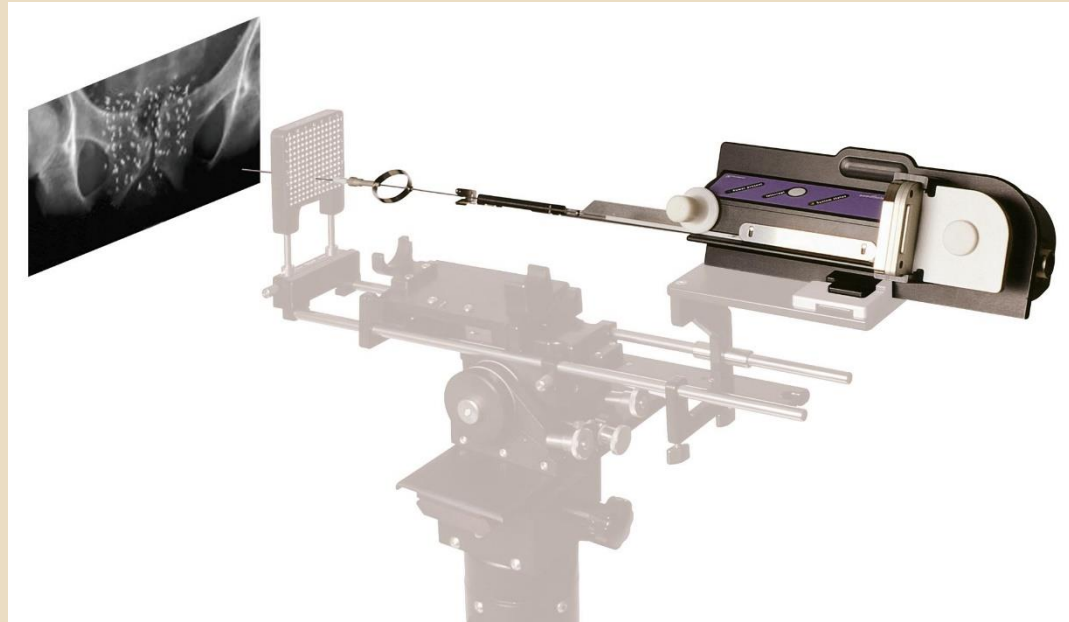
# TUMORE DELLA PROSTATA

- Le modalità di trattamento di questo tumore sono:
  - Chirurgia
  - Radioterapia con fasci esterni
  - Brachiterapia
- La brachiterapia è applicata nel trattamento della prostata:
  - Come trattamento iniziale utilizzando l'inserimento di sorgenti a emi-vita breve come I-125 o Pd-103 che emettono fotoni di bassa energia
  - Come boost per un trattamento con fasci esterni somministrando una dose frazionata o singola utilizzando una macchina HDR



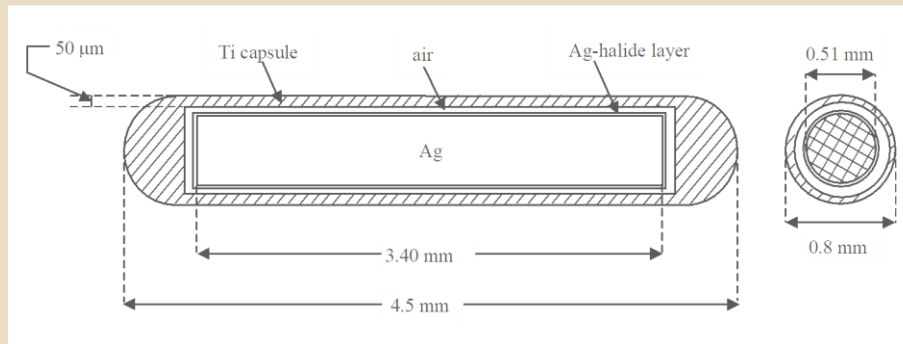
# SPOT

FIRST E' COSTITUITO DA:  
**Seed Selectron**



Sistema automatico di inserimento dei semi in  
accordo all' ultimo piano di cura con il  
seedSelectron

Sistema di pianificazione 3D 'live-planning' per visualizzare  
la REALE posizione degli aghi e dei semi ed il loro effetto



## La Sorgente di I-125 :

### ■ selectSeed I-125

- Fornito in contenitore sterilizzato e sigillato per facilitarne l'uso e garantire la massima protezione dalle radiazioni
- Calibrato secondo i formalismi dosimetrici AAPM TG-43 e NIST Air Kerma Strength calibration standard
- Articolo pubblicato su MedPhys 28 (8) Agosto 2001 (Karaiskos et al: Monte Carlo Dosimetry of...)

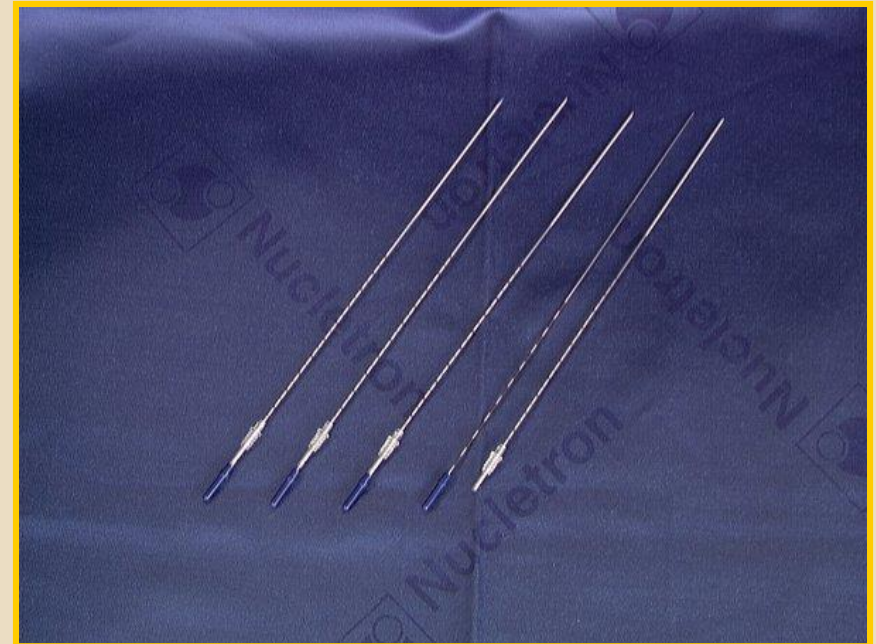
# Sicurezze



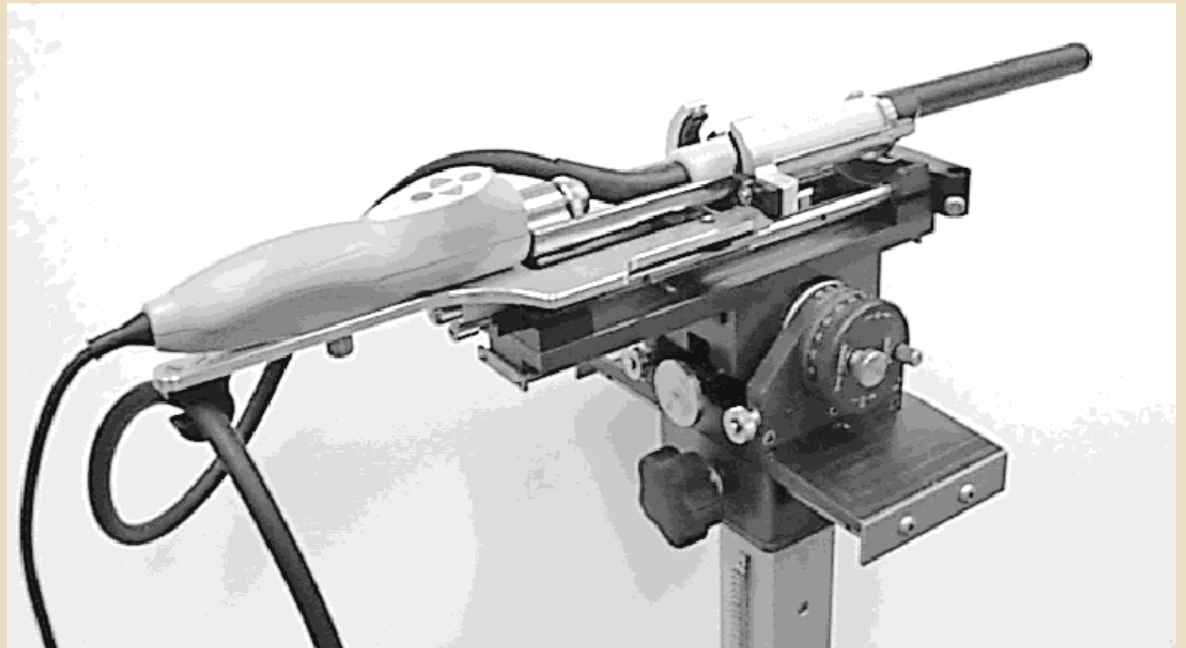
- I semi sono forniti in appositi contenitori sigillati :
  - Semplificazione nella composizione di semi e spaziatori
  - Nessun tipo di manipolazione di sostanze radioattive
  - Miglioramento nella radioprotezionistica del personale presente in sala e in laboratorio

## *La Soluzione...*

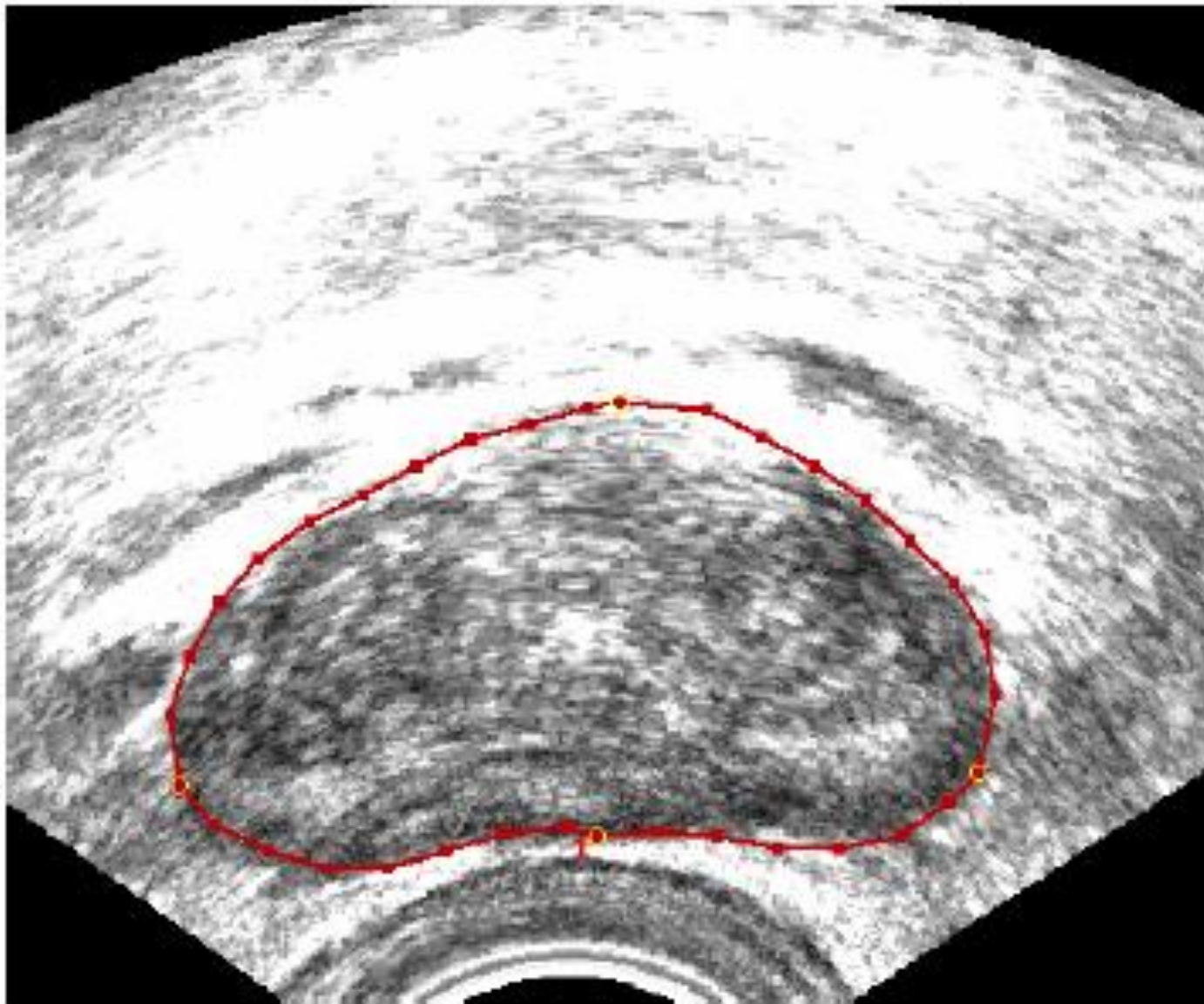
- Aghi con otturatore
  - 25 pezzi (5x5)
  - 18 G
  - Lunghezza totale 225 mm
  - Punta appuntita ed ecogenica
- Aghi con ancora
  - 2 pezzi

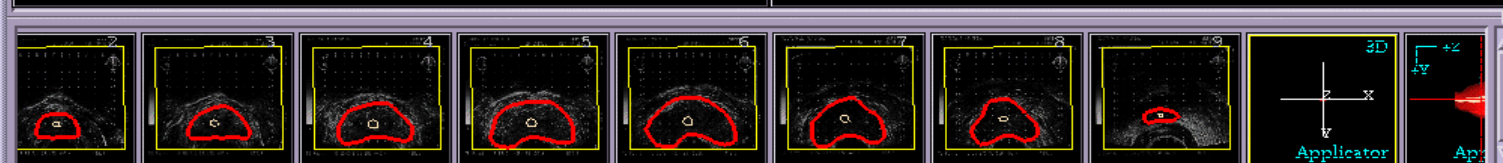
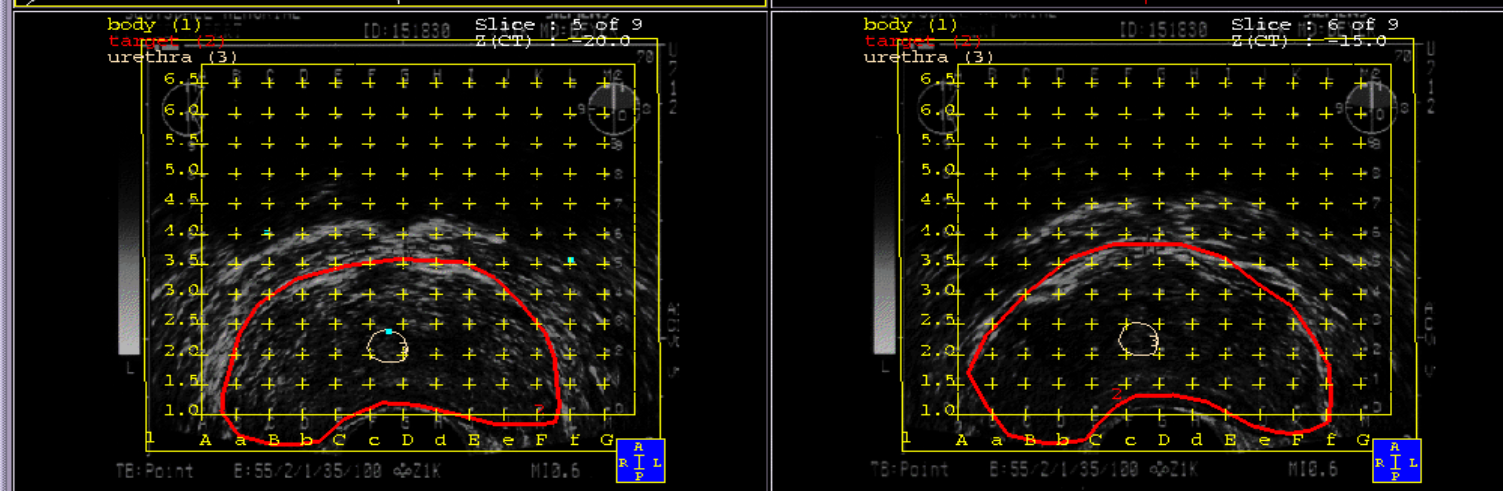
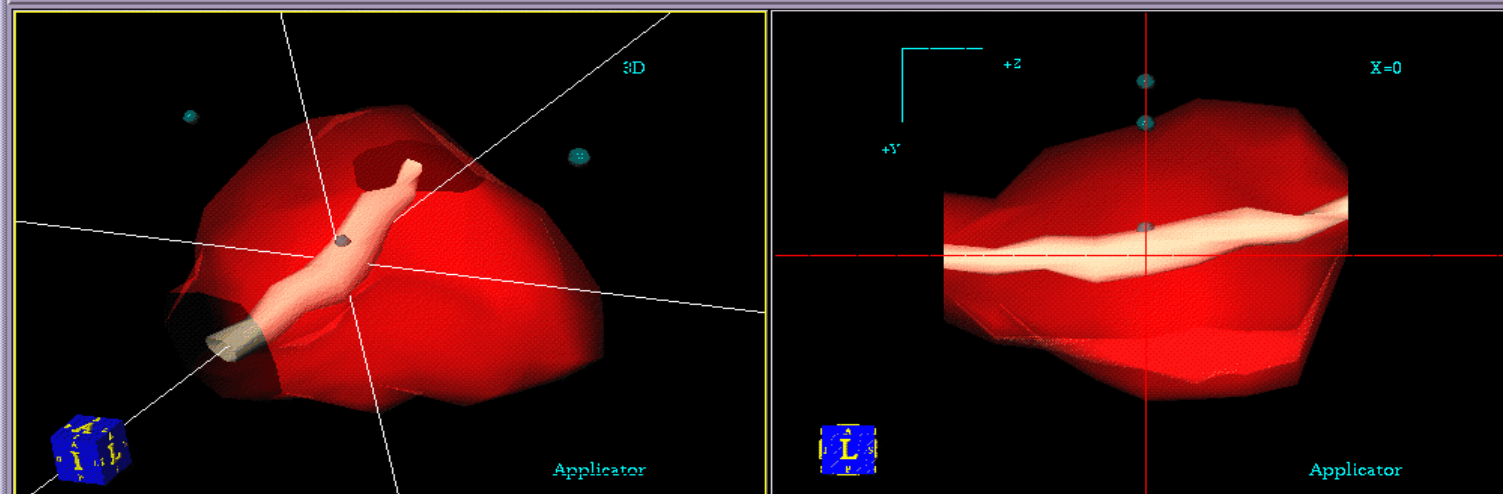


# ■ Il Sistema Mobile ad ultrasuoni per i piani di cura 3D della Prostata









### Display

☒ Light Box On/Off



### Image

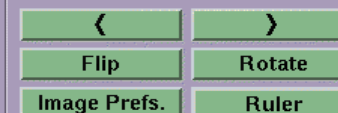
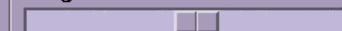


Image Zoom Level



WL 250



WW 3500



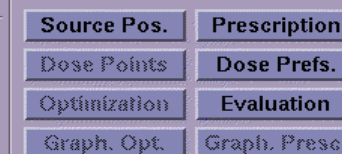
### Plan

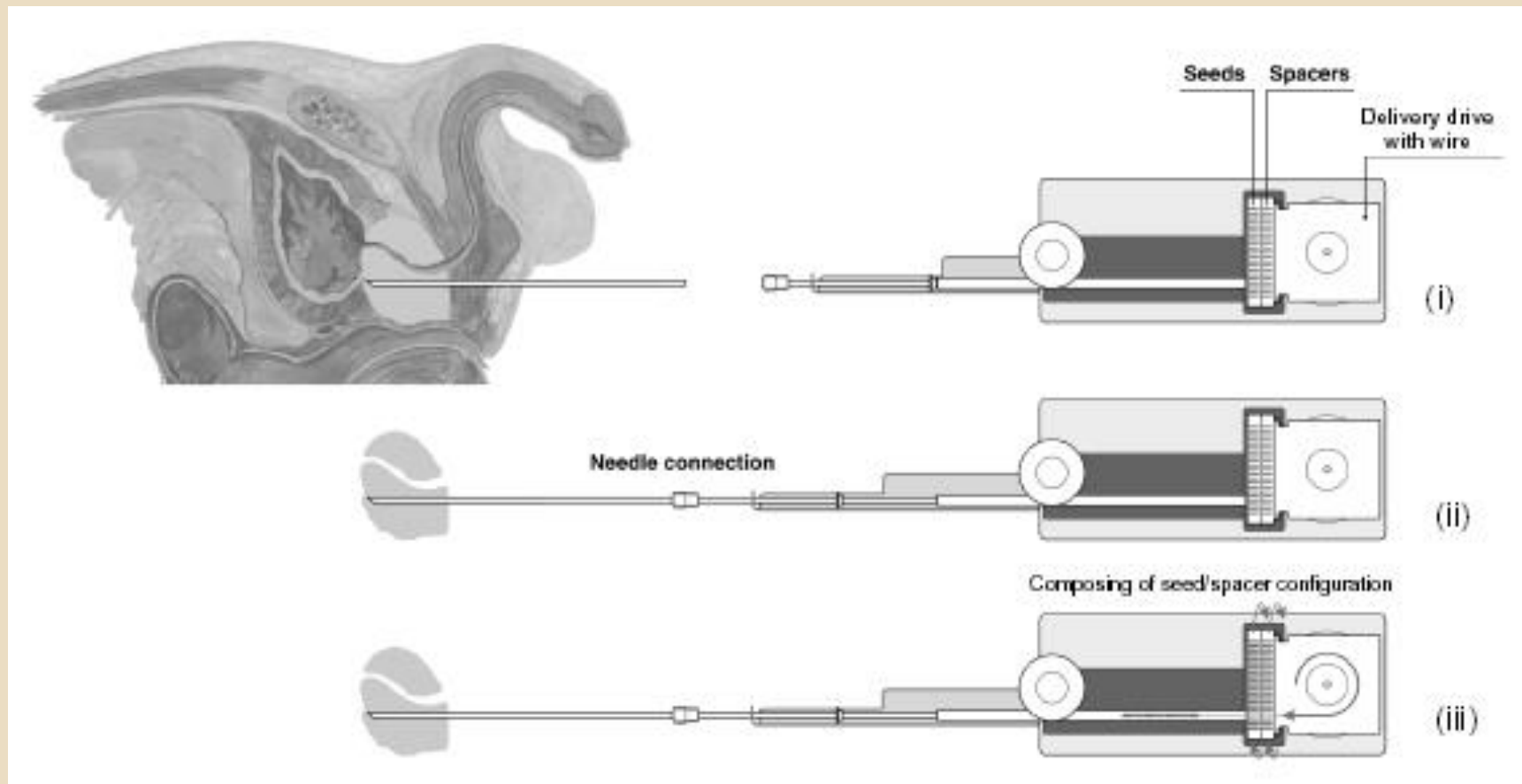


### Reconstruction



### Dose Distribution







Co-ordinates of the  
selected needle

seedSelection - Nucletron - [Treatment first screen]

File Edit Source data View Service Options Help

Patient ID: P015 Patient name: Preplan prostate Bathdate: 31/05/2001 Plan: Unfiled EDITED

Template

5 mm

D35

Planning data

|               |    |
|---------------|----|
| # needles     | 23 |
| # seeds       | 59 |
| # spacers     | 36 |
| Template type |    |

Cartridge info

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| # Seeds 98   | Seeds needed 57   |
| # Spacers 99 | Spacers needed 36 |

Plannings system  
PLATO BPS v142.1

Needle operations

Treatment

Testrun

Quit

Setup

Display

Needle

Close Add Seed Next

Treatment Plan

Enable edit Cancel edit Accept edit

Needle type

|     | Retr. Dkt. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-----|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| D35 | 5          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C35 | 15         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B35 | 20         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| A35 | 0          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D30 | 10         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C30 | 20         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B30 | 15         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| A30 | 5          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D25 | 5          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C25 | 15         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B25 | 20         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| A25 | 10         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D20 | 5          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C20 | 15         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B20 | 20         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| A20 | 10         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D15 | 5          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C15 | 15         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B15 | 20         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| A15 | 10         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D10 | 5          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C10 | 15         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B10 | 20         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| A10 | 10         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D5  | 5          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C5  | 15         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B5  | 20         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| A5  | 10         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| D0  | 5          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| C0  | 15         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| B0  | 20         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
| A0  | 10         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

Co-ordinates of the needle

Retraction distance

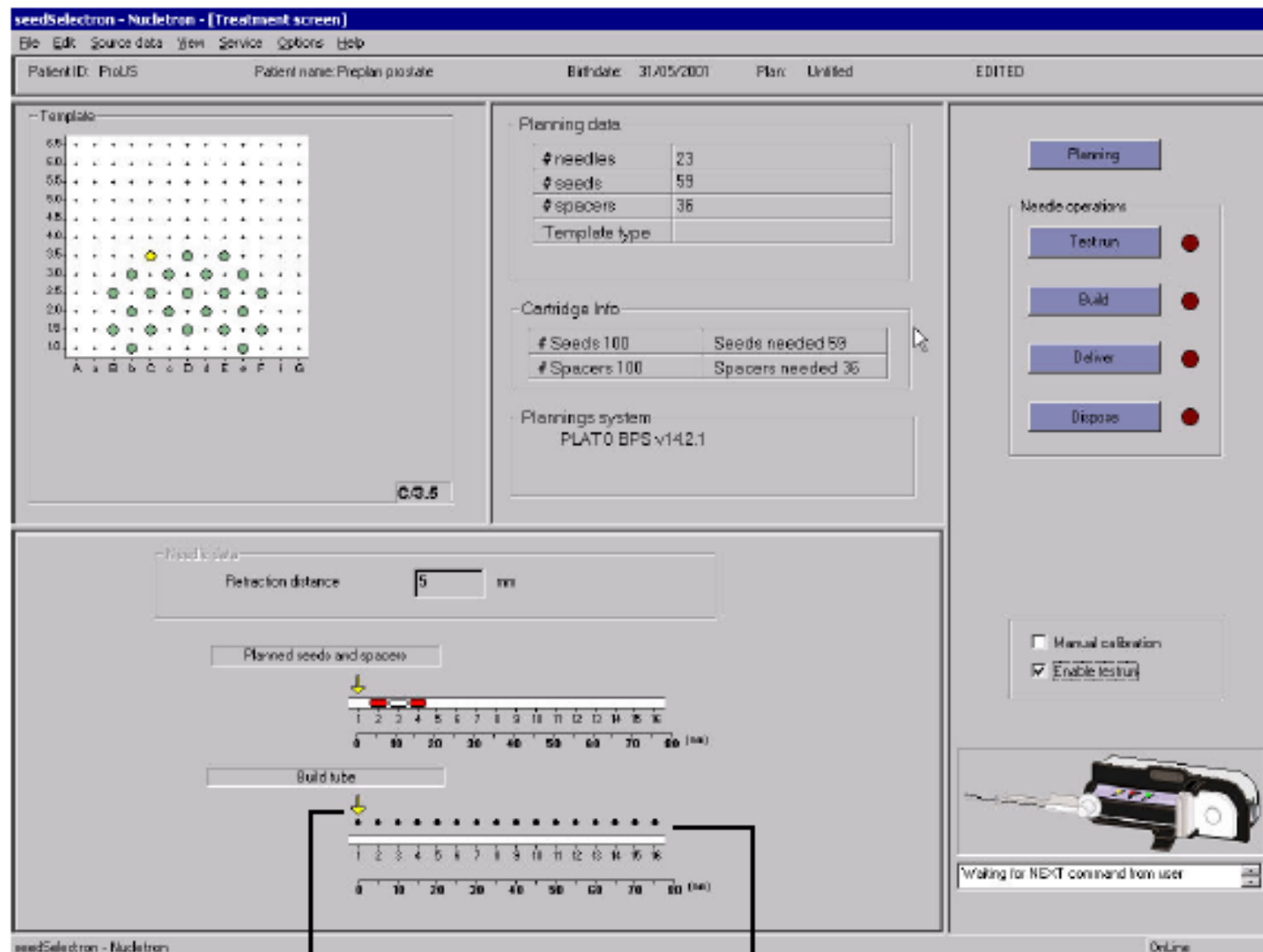
Seed

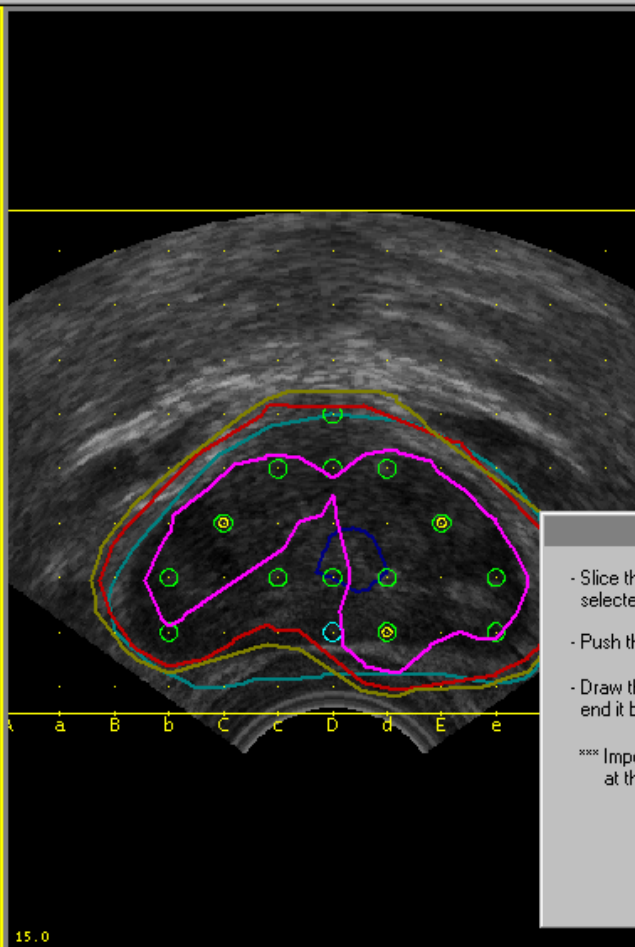
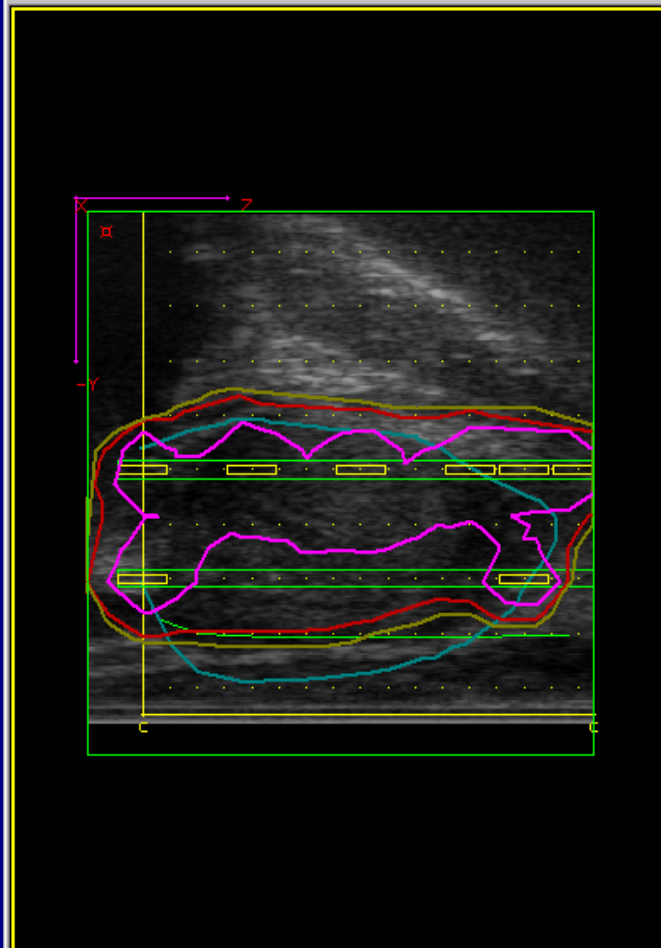
Spacer

Online

Waiting for NEXT command from user

Online: there is communication  
between the Treatment Control Panel  
and the seedloader





## DISPLAY

☐ Show Light Box


## IMAGE

Image



Ruler

Brightness Contrast 

## IMAGE VIEW

Print View

Save View

List Views

## Update Needle

- Slice the cube to get the longitudinal cross section of the selected needle on a plane.

- Push the "Start needle Draw" button.

- Draw the needle by series of left mouse clickings and end it by a double click.

\*\*\* Important : The user should start the needle drawing at the needle tip and proceed to the needle end . \*\*\*

Redraw the Needle

Tag the Needle as Actual

Patient: T. Manufacturer Patient ID: LisDemo Template: tayman Source: I-125 MP 6711 Plan: Optfinal

| Retr.      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dist.      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 b/2.0 10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 c/1.5 5  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3 C/2.5 5  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4 c/2.0 0  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5 c/3.0 0  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

cm

Copy

Activate

Deactivate

Activate All

Select

Deact. All

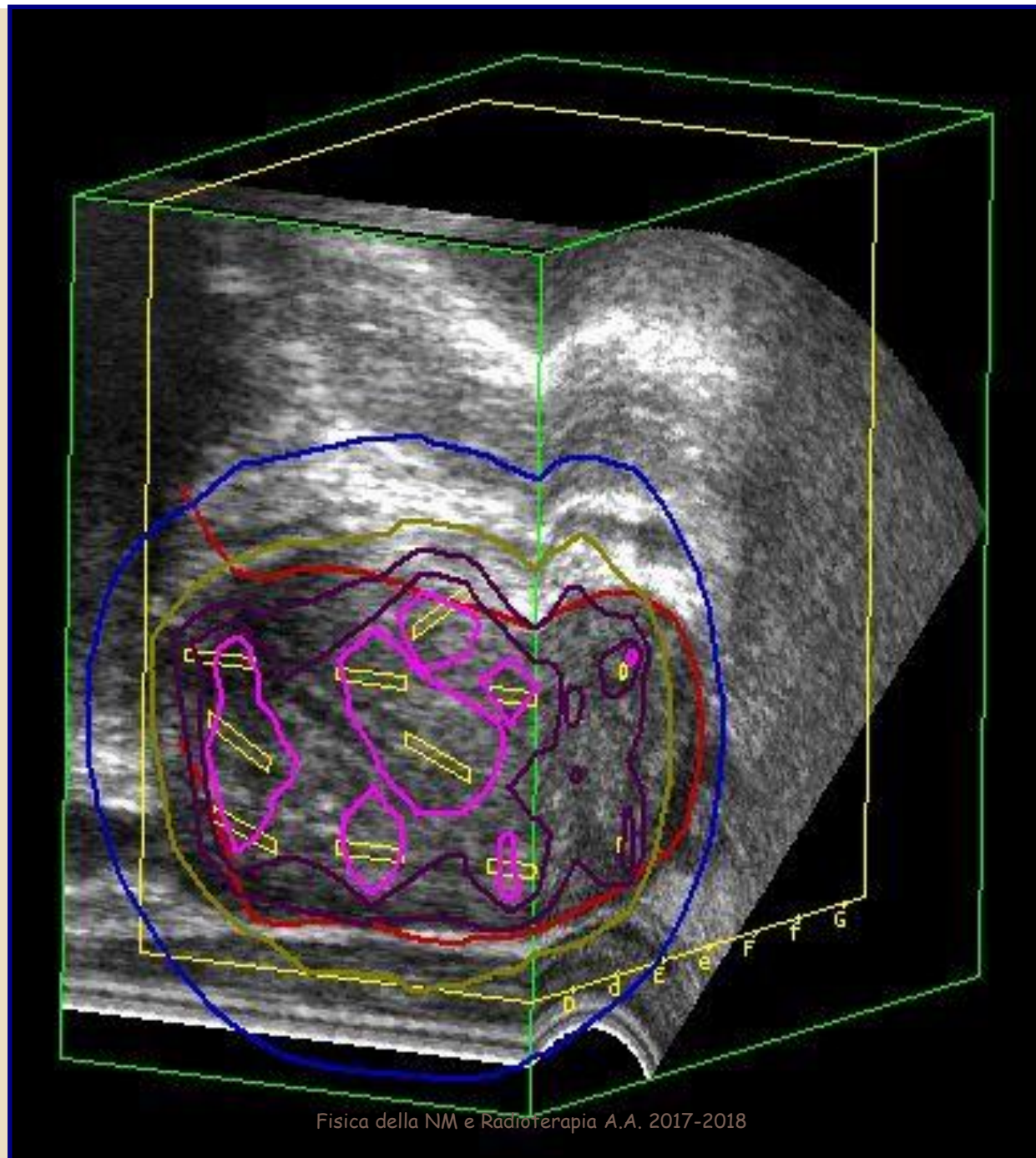
Tag as Actual

Update

Scanning

Help

OK





**Nucletron** Sonographic Planning of Oncology Treatment - SPOT Version 1.15.6

140.00 Gy  
280.00 Gy

140.00 Gy  
280.00 Gy

140.00 Gy  
280.00 Gy

Patient: S. Fifth ID: Sample5 Scan: Sample5Prescan1 Template: UMC template Source: I-125 type 6711 point source Plan: Sample50...

L3D Cube
 Cruciform
 Surface
 DVH
 Report
 Transverse 20.0 mm
 Transverse 17.5 mm

**DISPLAY**

☒ Show Light Box

**IMAGE**

Image

Ruler

Brightness

Contrast

**IMAGE VIEW**

Print View Save View List Views

**SPOT INFORMATION**

Patient Info Save

Output Exit

**3D ULTRASOUND**

Scanning Contouring

Measurements

**BRACHYTHERAPY**

Planning Customizing

Date: 21/9/2001 Time: 12:09 PM

Patient ID: Test

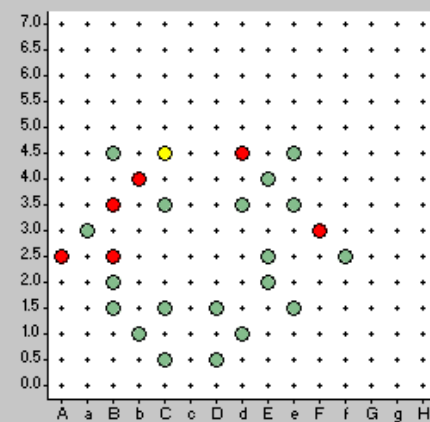
Patient name: Test

Birthdate: 1/1/00

Plan: test

EDITED

Template



C/4.5

Planning data

|               |         |
|---------------|---------|
| # needles     | 26      |
| # seeds       | 86      |
| # spacers     | 63      |
| Template type | DEFAULT |

Cartridge Info

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| # Seeds 81   | Seeds needed 67   |
| # Spacers 87 | Spacers needed 50 |

Confirmation request

Retraction distance automatic  
needle C/4.5 CONNECTED?

Confirm

Cancel

edit

Needle

Delete

Add

Select

Next

Needle table

|       |             | 1 | 2 | 3  | 4 | 5  | 6 | 7  | 8 | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-------|-------------|---|---|----|---|----|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|       | Retr. Dist. | 0 | . | 10 | . | 20 | . | 30 | . | 40 | .  | 50 | .  | 60 | .  | 70 | .  |
| B/4.5 | 0           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C/4.5 | 5           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| d/4.5 | 0           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| e/4.5 | 0           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| b/4.0 | 5           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| E/4.0 | 0           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| B/3.5 | 5           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| C/3.5 | 0           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| d/3.5 | 0           |   |   |    |   |    |   |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |

Treatment

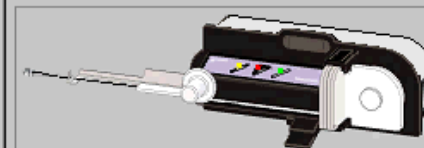
Needle operations

Test run

Build

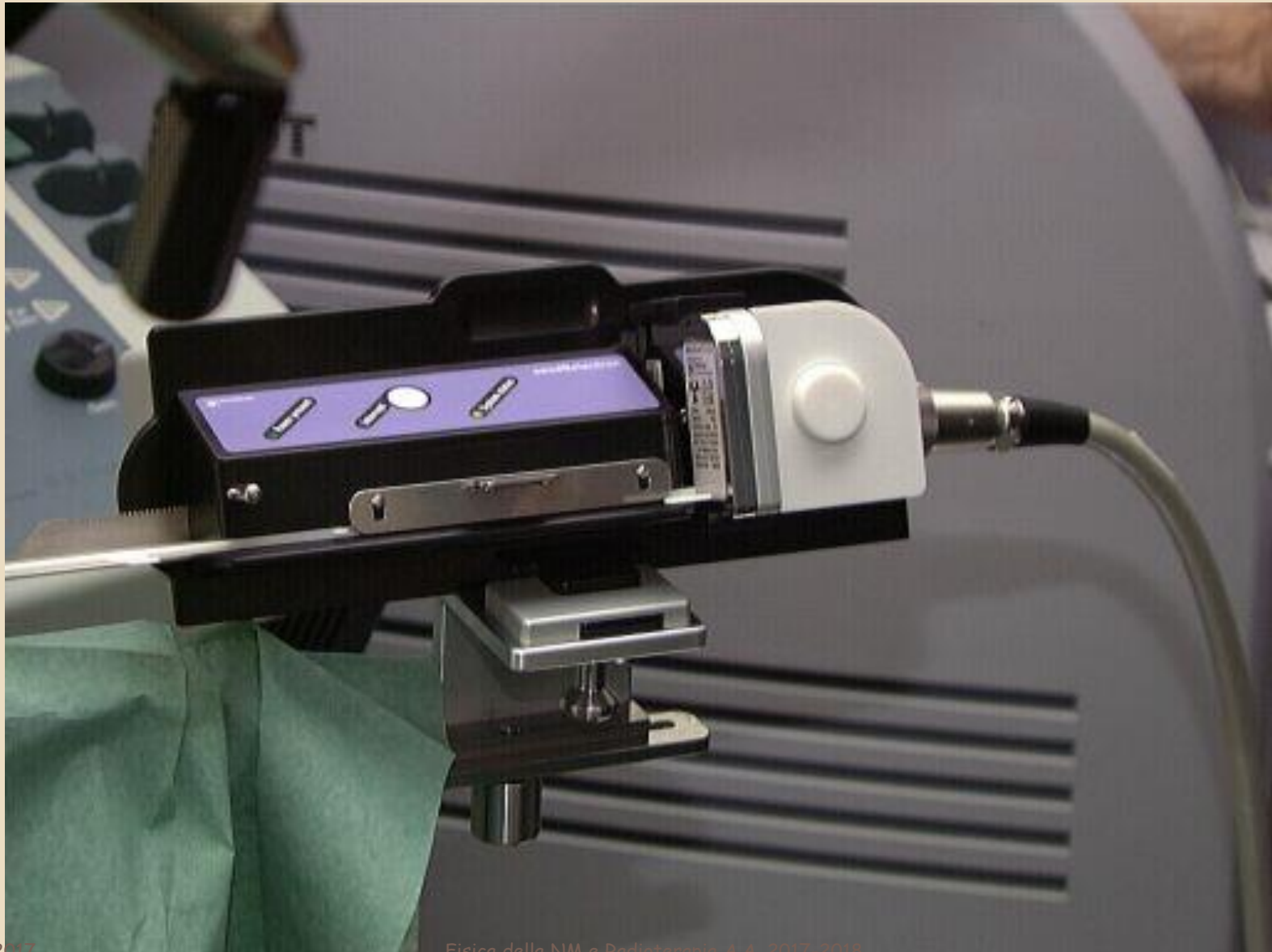
Deliver

Dispose

☐ Manual calibration☐ Enable testrun

Waiting for NEXT command from user

## *La Soluzione...*



# seedSelectron





# seedSelectron

## Inserimento aghi



## Preparazione



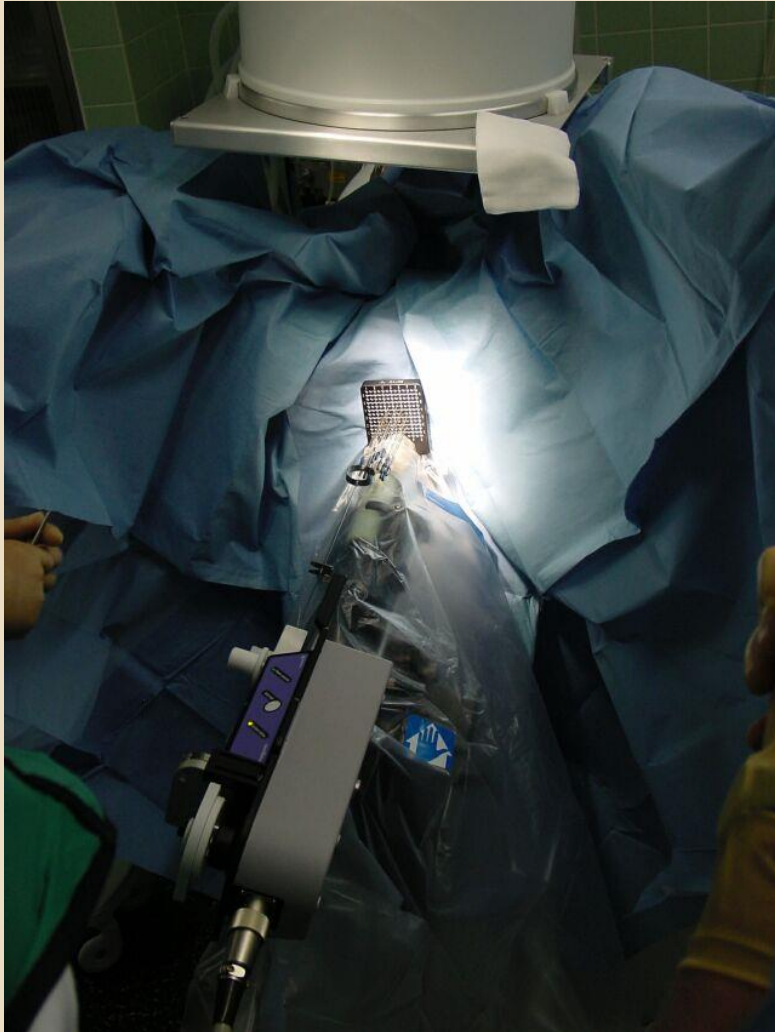
# seedSelectron



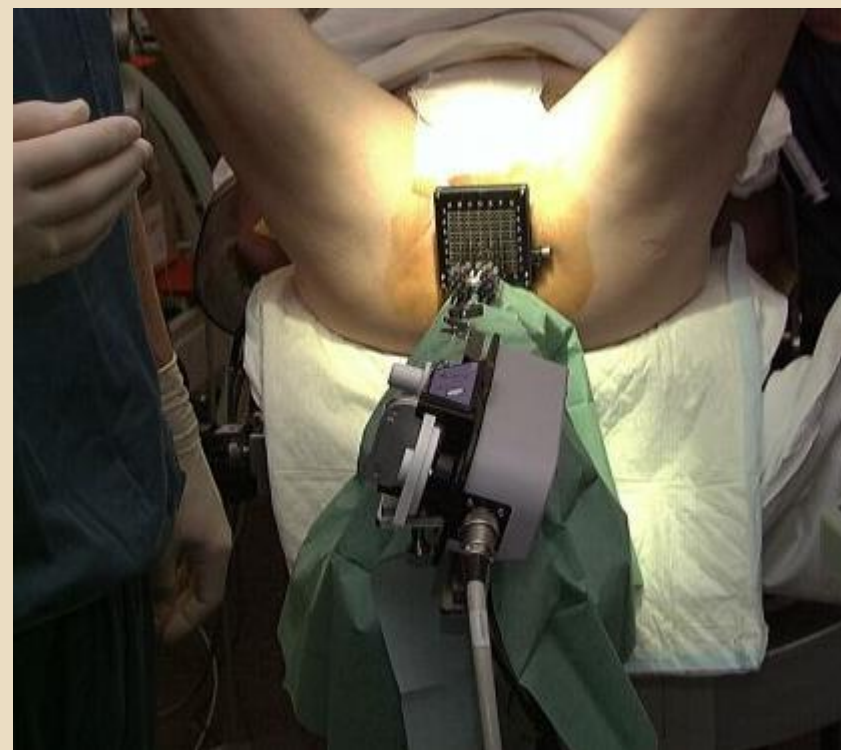
## Posizionamento



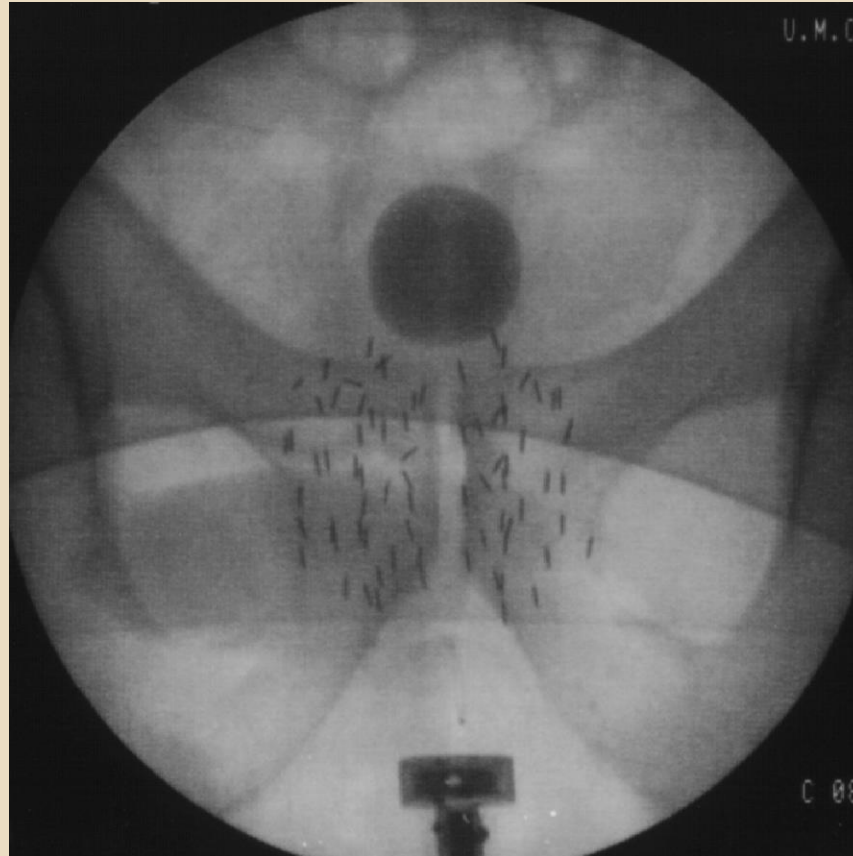
# Trattamento







# SEED IMPLANT



# BRACHITERAPIA DELLA MAMMELLA

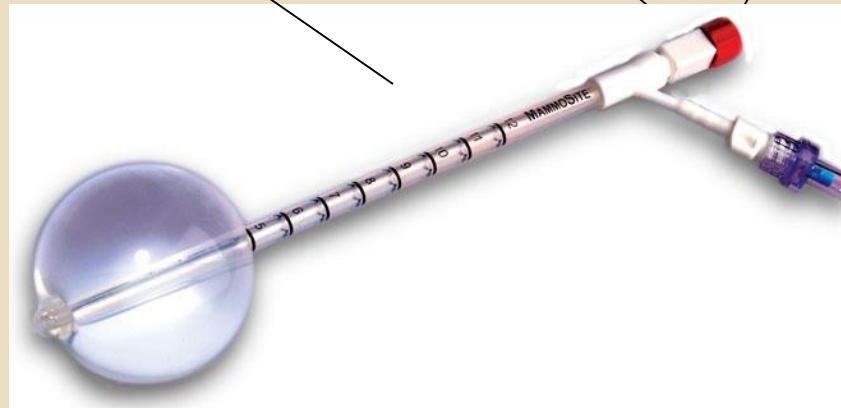
# MAMMOSITE BALLOON APPLICATOR

Radiation source  
port pathway

Inserted obturator to  
prevent bending or  
coiling of the catheter shaft

Multilumen, silicone catheter

Variable 4 to 5 cm balloon



Needleless injection site

# MammoSite RTS

- Tumorectomia (lumpectomy)
- Dimensioni del tumore asportato  $< 2$  cm
- Età  $> 45$  anni
- Stadiazione T1, N0, M0
- Spaziatura tra la cute e la superficie dell'applicatore  $> 8$  mm



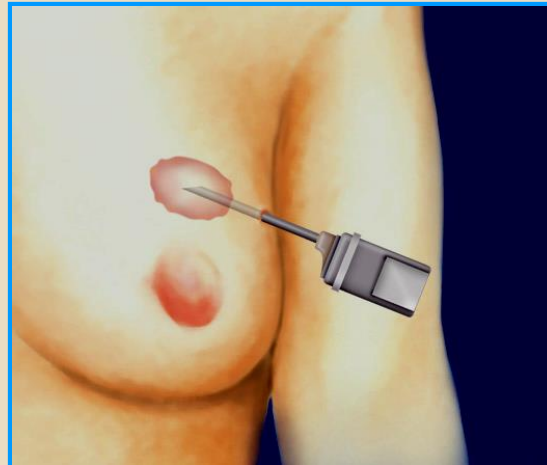
# MammoSite RTS

- Forte abbattimento del tempo di di trattamento da 25-30 giorni a 5 giorni
- Contributo di dose praticamente nullo agli organi critici (polmone)
- Buona tolleranza dell'applicatore da parte della paziente
- Estrema semplicità nel calcolo e nel rilascio della dose

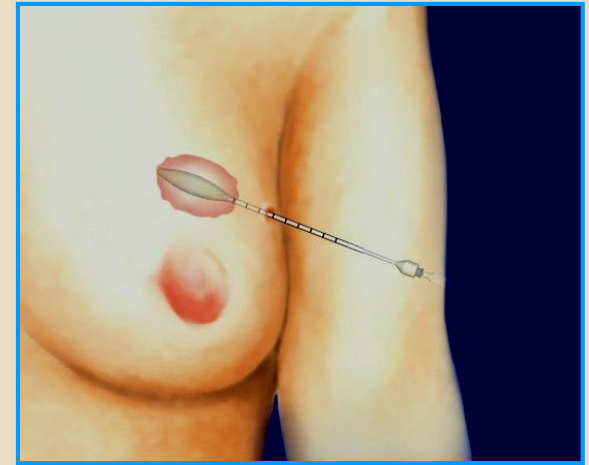
# MAMMOSITE PROCEDURE



Lumpectomy Cavity  
is Created

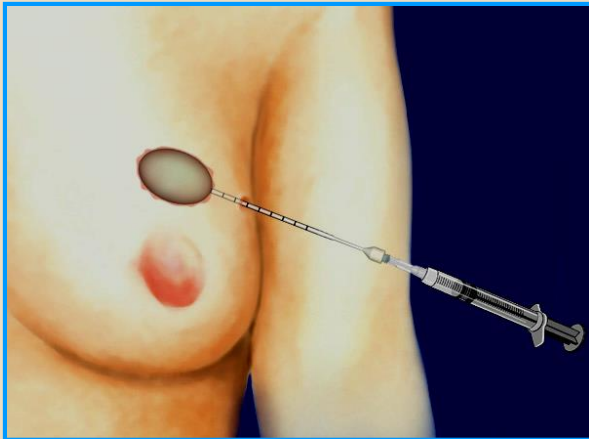


Trocar Used to Create  
Pathway to Cavity

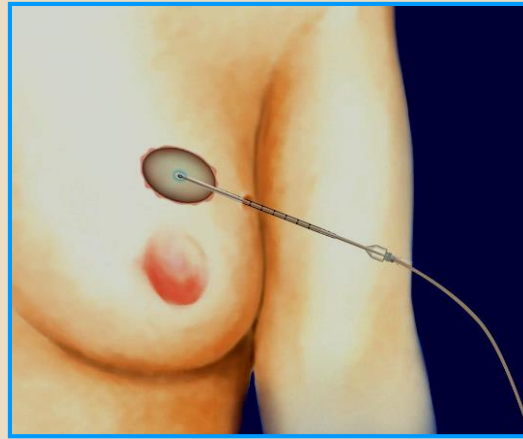


Un-inflated MammoSite is  
Advanced into the Cavity  
Through the Trocar Path

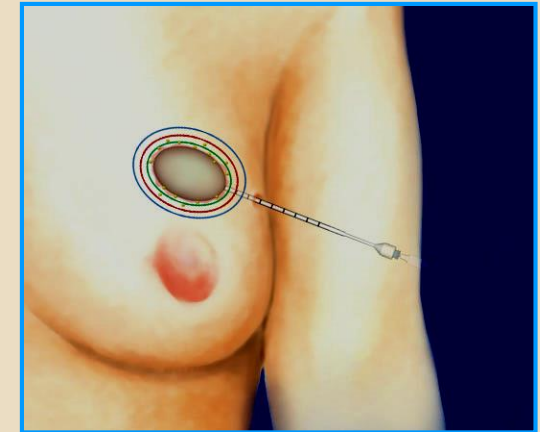
# MAMMOSITE PROCEDURE



MammoSite is inflated with Saline to position the tissue to receive radiation therapy



Design allows the  $^{192}\text{Ir}$  Source to be Centrally Positioned within the Applicator



The  $^{192}\text{Ir}$  Source is Advanced Into the MammoSite and Radiation Therapy is Delivered Per the Treatment Plan

# MAMMOSITE IMPLANTATION



Skin nick



Trocar utilized to  
create  
pathway



Placement of  
MammoSite  
into cavity



# MammoSite Implantation



MAMMOSITE  
INFLATION/  
CAVITY  
CONFORMANCE

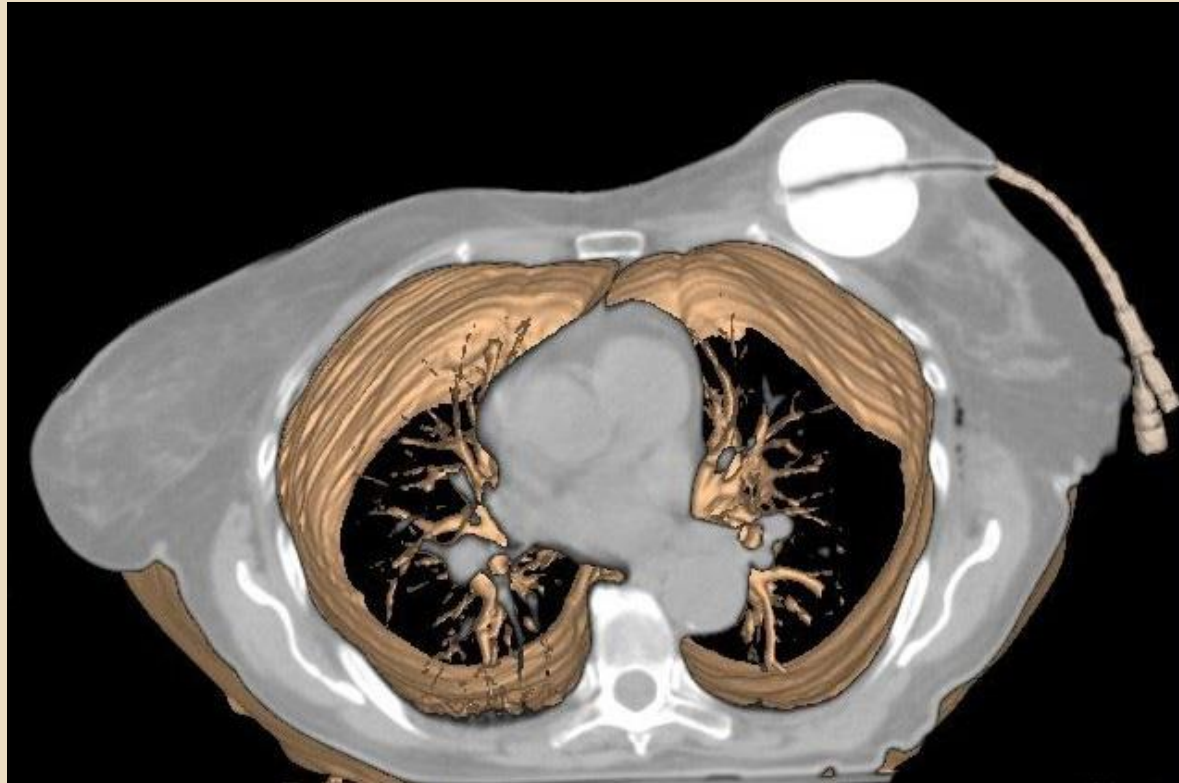


Surgical closure



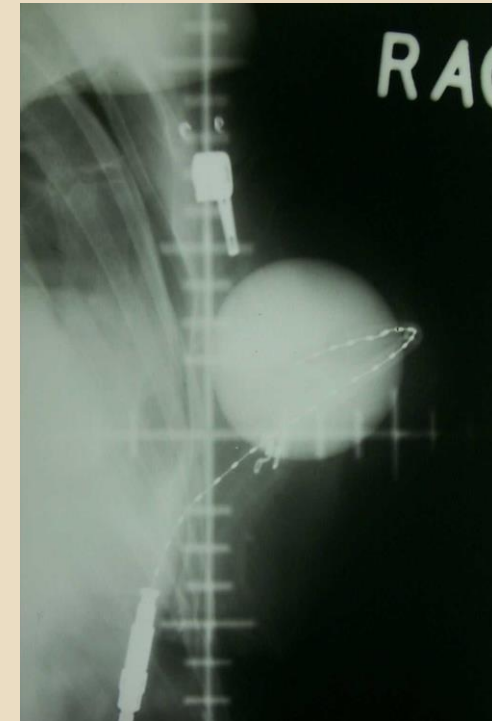
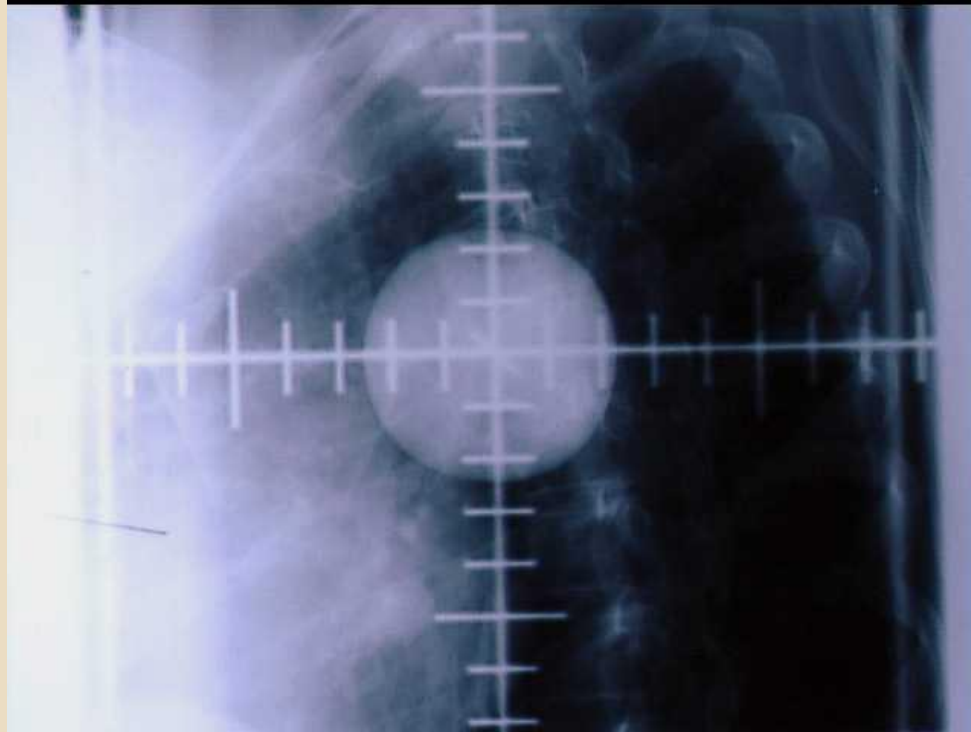
Inflated MammoSite  
in position

# CT Image of MammoSite



3-Dimensional rendering of applicator surface

# Orthogonal X-Rays



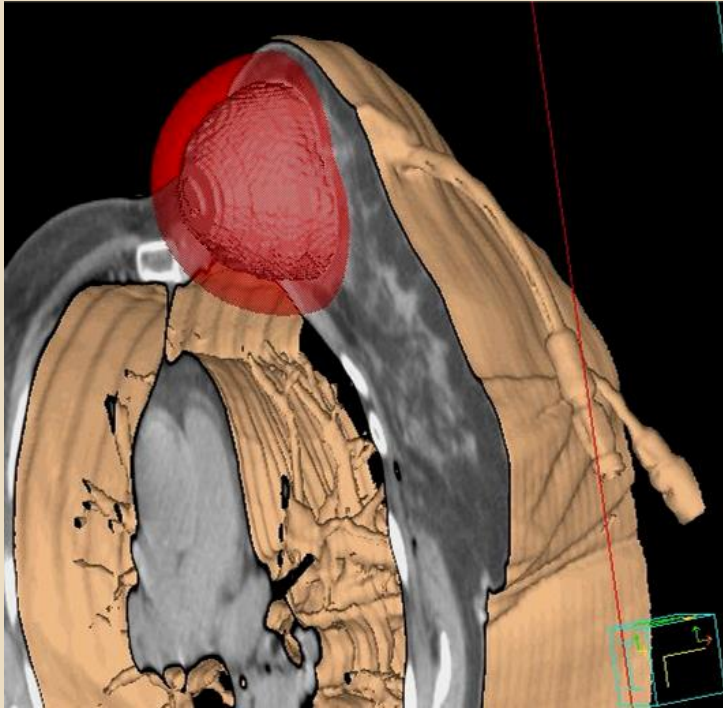
Orthogonal x-ray films obtained in the simulator room prior to patient treatment.

MammoSite is compatible with commercially available HDRs<sup>1</sup>





# Prescription Dose - MammoSite Clinical Study



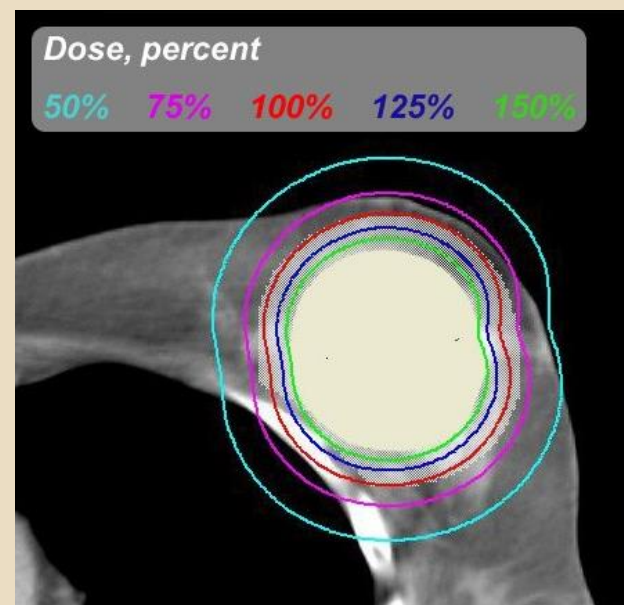
- 34 Gy
- 10 fractions over 5 days
- Dose matches the disease

3-Dimensional rendering of applicator surface and prescription dose cloud.

# MAMMOSITE DOSIMETRY

| Device                     | 4 cm Spherical Balloon<br>PTV 83.3 cc (1 cm target depth) |                     |                    | 5 cm Spherical Balloon<br>PTV 110.0 ( 1 cm target depth) |                     |                    |
|----------------------------|---|---------------------|--------------------|--|---------------------|--------------------|
| Distance from Balloon (mm) | Isodose Line (cGy)  | Volume Covered (cc) | % of Target Volume | Isodose Line (cGy)                                       | Volume Covered (cc) | % of Target Volume |
| 0 (surface)                | 747   | 1.6                 | 1.9                | 664  | 5.8                 | 5.3                |
| 1                          | 684   | 5.1                 | 6.1                | 614  | 13.0                | 11.8               |
| 2                          | 624   | 10.2                | 12.2               | 569  | 22.0                | 20.0               |
| 3                          | 571   | 16.0                | 19.2               | 529  | 30.7                | 27.9               |
| 4                          | 529   | 22.5                | 27.0               | 495  | 42.5                | 38.6               |
| 5                          | 487   | 32.0                | 38.4               | 462  | 52.0                | 47.3               |
| 10                         | 340   | 76.0                | 91.2               | 340  | 106.1               | 96.4               |
| 15                         | 250   | 83.3                | 100                | 261  | 110.0               | 100                |
| 20                         | 191   | 83.3                | 100                | 206  | 110.0               | 100                |
| 25                         | 151   | 83.3                | 100                | 166  | 110.0               | 100                |
| 30                         | 122   | 83.3                | 100                | 137  | 110.0               | 100                |
| 35                         | 101   | 83.3                | 100                | 114  | 110.0               | 100                |
| 40                         | 84  | 83.3                | 100                | 97   | 110.0               | 100                |

Proxima MammoSite™ RTS IDE Submission December 1999



# BRACHITERAPIA ENDOVASCOLARE

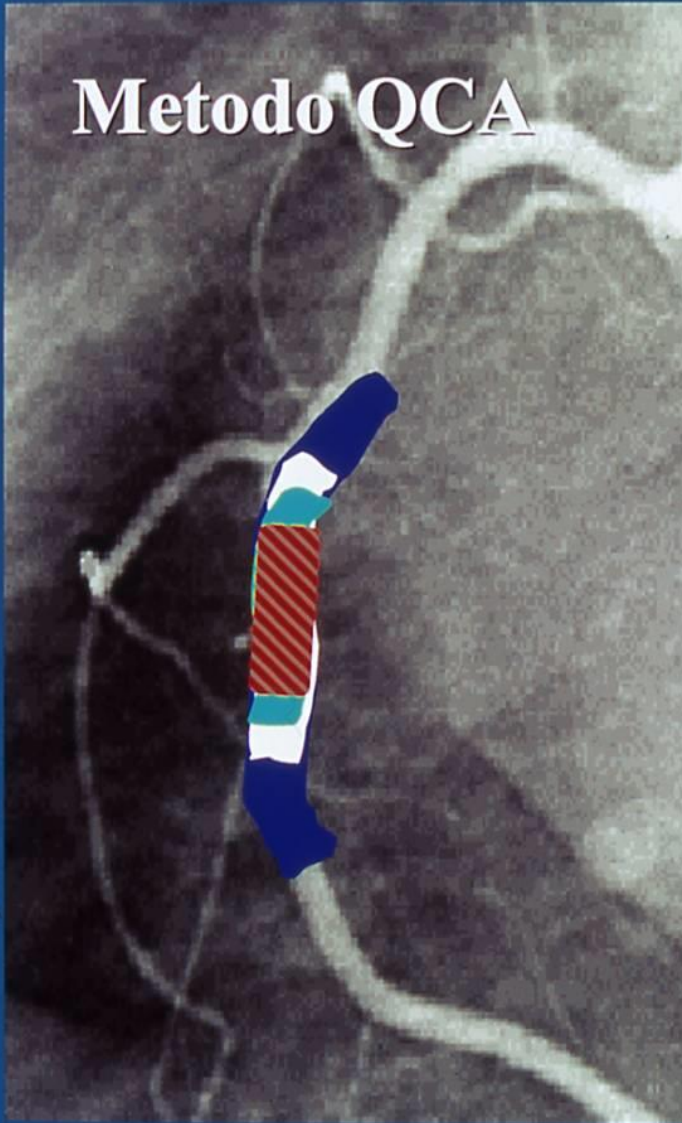
# Radioterapia Intravascolare

---

- Le radiazioni sono sicure ed efficaci nel trattamento di altri disordini della proliferazione cellulare
- Le cellule proliferative sono più radiosensibili
- Le tecniche intravascolari sfruttano i vantaggi dei rapidi decadimenti di dose (drop-off) (specialmente Beta)
- Effetto potenziale sull'iperplasia intimale e il rimodellamento vascolare



## Metodo QCA



**Segmento Stentato**

Lungh. = 24.5 mm



**Segmento Danneggiato**

Lungh. = 29.0 mm



**Segmento Irradiato**

Lungh. = 35.6 mm



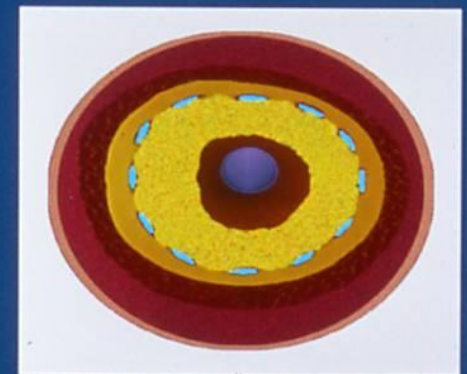
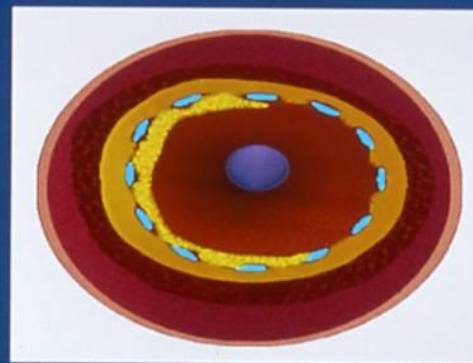
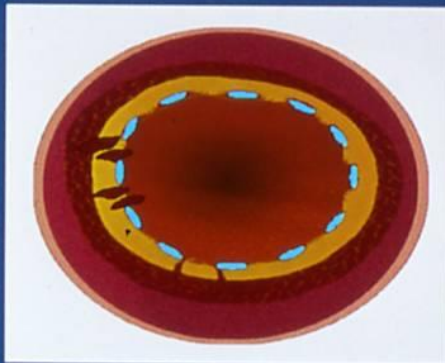
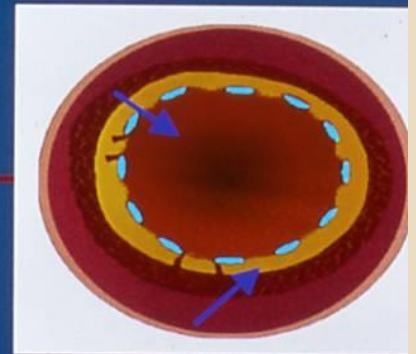
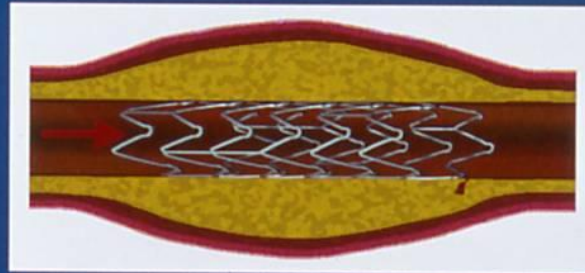
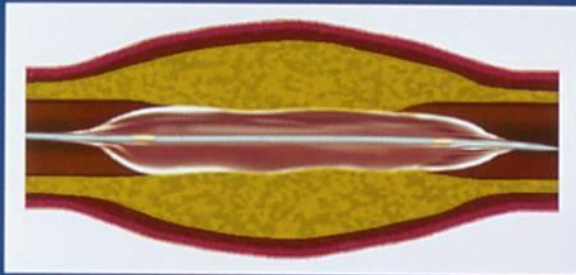
**Segmento Analizzato**

Lungh. = 45.8 mm

**Algoritmo QCA : CMS-GFT**

**GUIDANT**

# Proliferazione Neointimale



GUIDANT

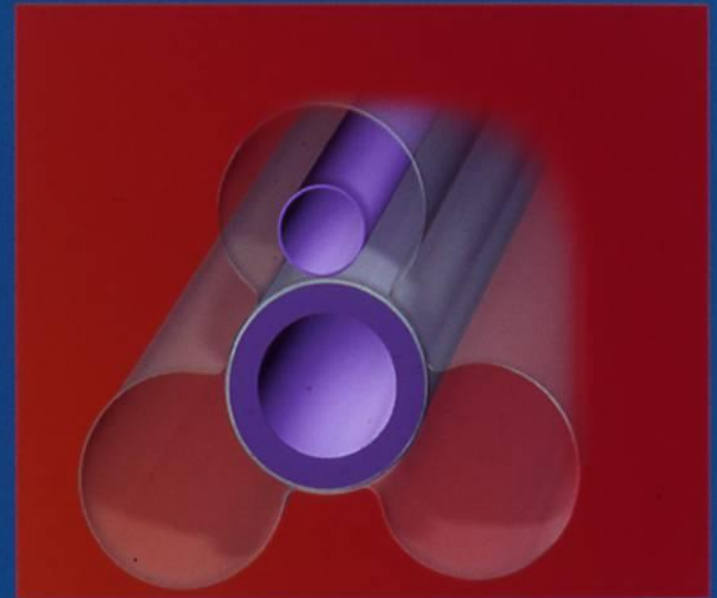
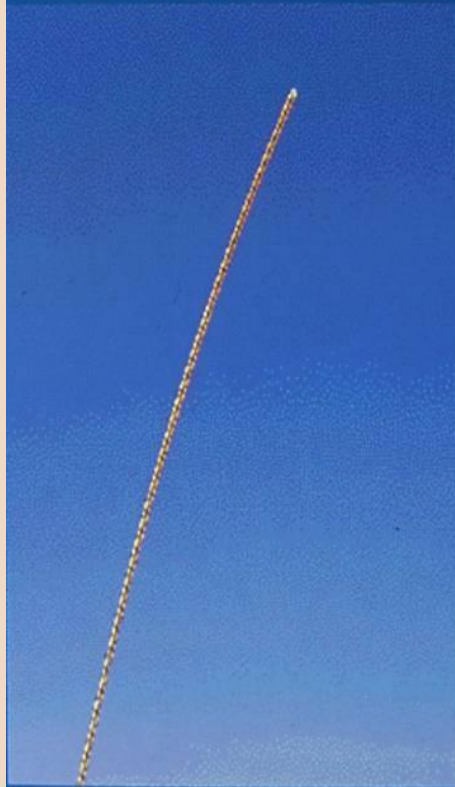
# CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI ISOTOPI UTILIZZATI

| Isotope            | Applied emission | Half-life          | Maximum energy (p>1%) | Total absorption mm (plastic) |
|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|
| <sup>32</sup> P    | β                | 14.3 days          | 1.71 MeV              | 6.3                           |
| <sup>90</sup> Sr/Y | β                | 28.6 years (90 Sr) | 2.28 MeV (90Y)        | 9.2                           |
| <sup>90</sup> Y    | β                | 64 hours           | 2.28 MeV              | 9.2                           |
| <sup>192</sup> Ir  | γ                | 74 days            | 612 keV               |                               |



**GALILEO™**  
INTRAVASCULAR RADIOTHERAPY SYSTEM

GALILEO™ 40/60



# Sorgente

- .018" Ipotubo in Nitinol
- Fosforo-32 ( $^{32}\text{P}$ ) è il radioisotopo posto sui 20 mm distali
- Marker prossimali e distali
- Beta-emittente puro
- 14 giorni di emi-vita



**GUIDANT**

# CALIBRAZIONE DELLE SORGENTI

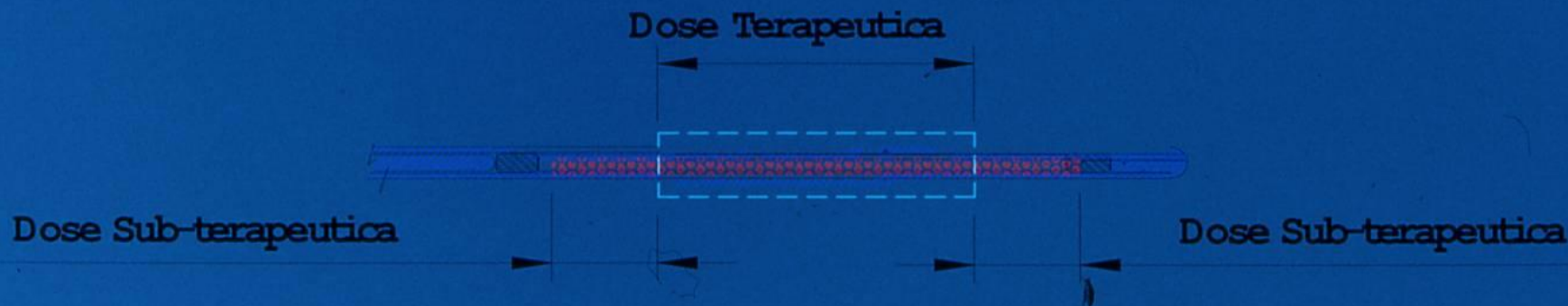
Il valore di calibrazione della sorgente deve essere definito a:

- 2 mm dalla sua superficie per trattamenti coronarici
- 10 mm dalla sua superficie per trattamenti periferici

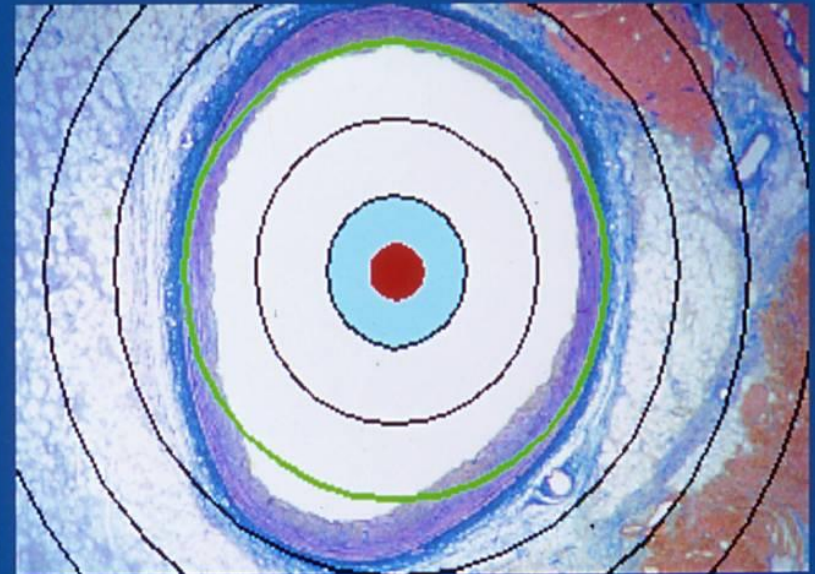
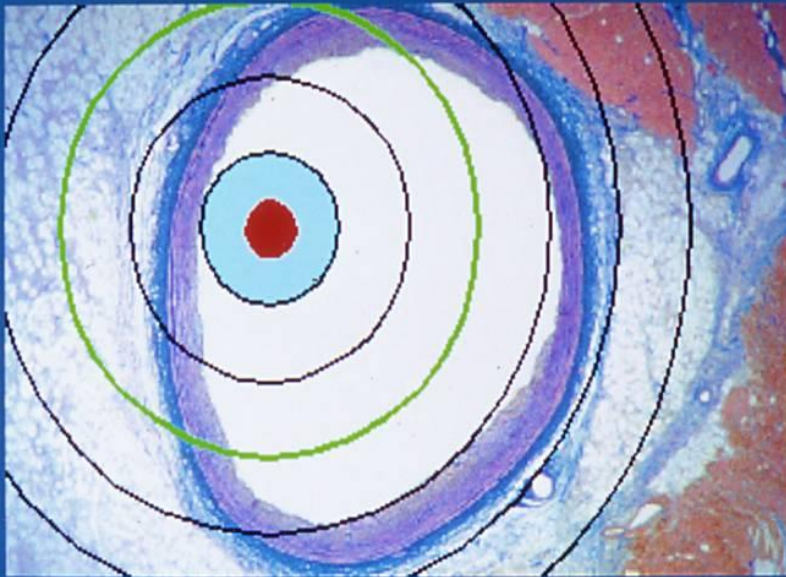


# GALILEO™ 40/60 – *Margini*

- Dose Terapeutica fino a 32 mm – 1step, 2 Posiz.
- Dose Terapeutica fino a 52mm – 2step, 3 Posiz.
- 4 mm di margine distale e prossimale



# Positionamento della Sorgente nel Lume



**GUIDANT**



# Rilascio Preciso della Dose

- Cateteri di Centraggio da 32 mm e 52 mm
- Il palloncino trilobato centra la sorgente nel lume dell'arteria per l'uniformità della dose
- Due marker radiopachi in platino sul pallone permettono un preciso posizionamento



# PROGRAMMA DI QA

## DLGS.187/00

- Verificare gli indicatori di stato del sistema
- Verificare le funzionalità di allarme del sistema
- Verificare l'efficienza dei sistemi di rientro automatico della sorgente
- Verificare l'accuratezza del posizionamento della sorgente
- Verificare che l'attività della sorgente sia riproducibile rispetto a quanto riportato dal certificato di taratura



# RADIOPROTEZIONE

- $\beta$  emettitori
- Non sono necessari presidi radioprotezionistici oltre a quelli presenti in un laboratorio tradizionale di emodinamica

## Tempo necessario per Somministrare 20Gy in unTrattamento con più Posizioni-20 mm

| <b>Diametro del<br/>Vaso (mm)</b> | <b>Tempo di<br/>Sosta (s)<br/>Posiz. 1</b> | <b>Tempo di<br/>Sosta (s)<br/>Posiz. 2</b> | <b>Tempo di<br/>Sosta (s)<br/>Posiz. 3</b> |
|-----------------------------------|--|--|--|
| 2,8                               | 36   | 72   | 108  |
| 3                                 | 40   | 80   | 120  |
| 3,2                               | 45   | 90   | 135  |
| 3,4                               | 50   | 100  | 150  |

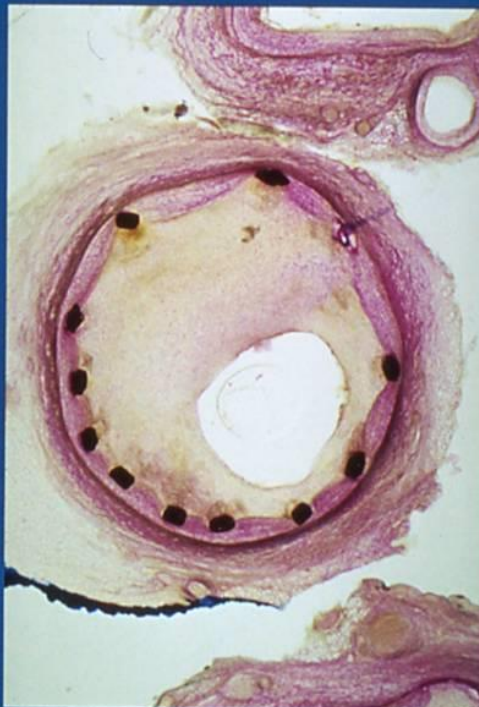
Tempo di Trattamento per Vasi di Vari  
Diametri con una Sorgente di  $^{32}\text{P}$  con  
Attività di 10 GBq in una Procedura di  
Stepping Automatico

**GUIDANT**

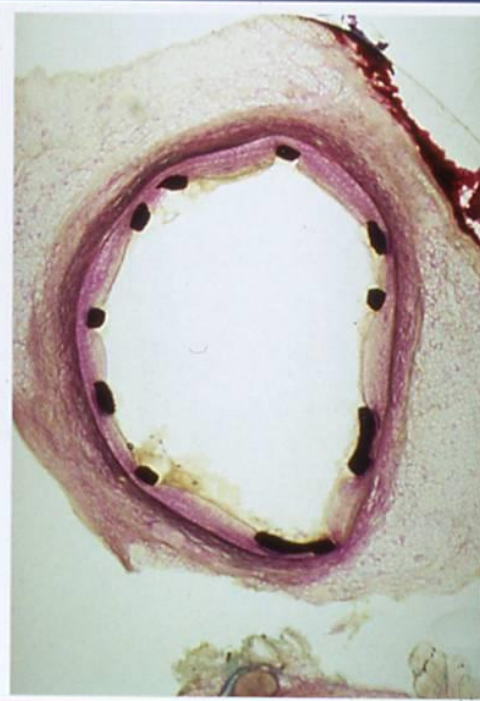
# Un esempio chiaro

Arterie di maiale a 30 giorni

Senza  
Radiazioni



Con  
Radiazioni



Data on file at Guidant Corporation

**GUIDANT**