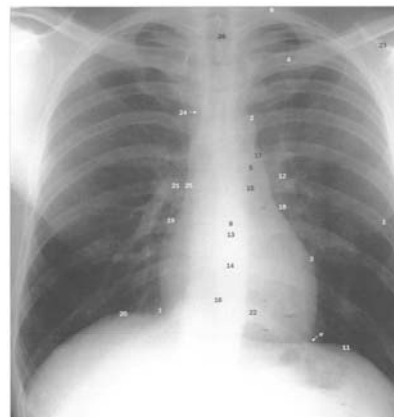
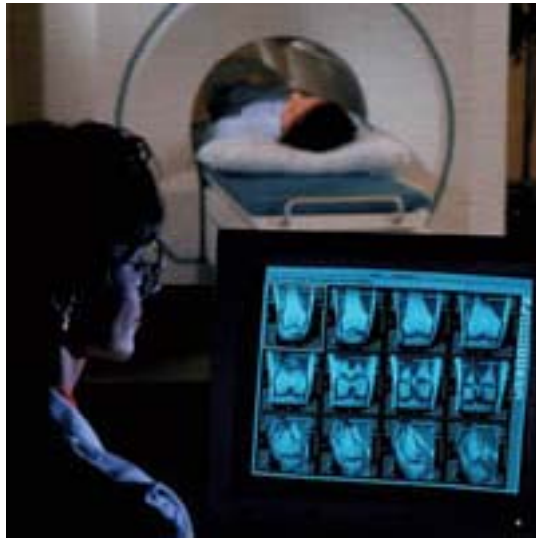
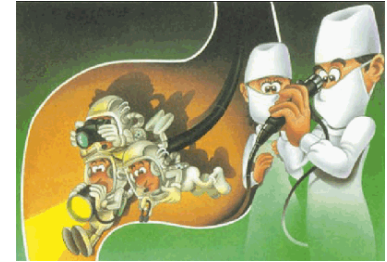


# Diagnostica per immagini



# Diagnostica per Immagini Radiazioni Ionizzanti

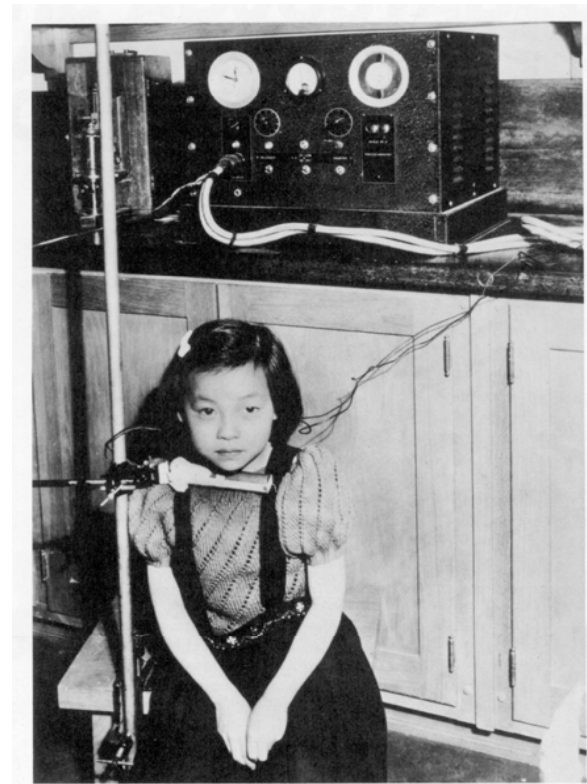


Radiologia



1896

Medicina Nucleare



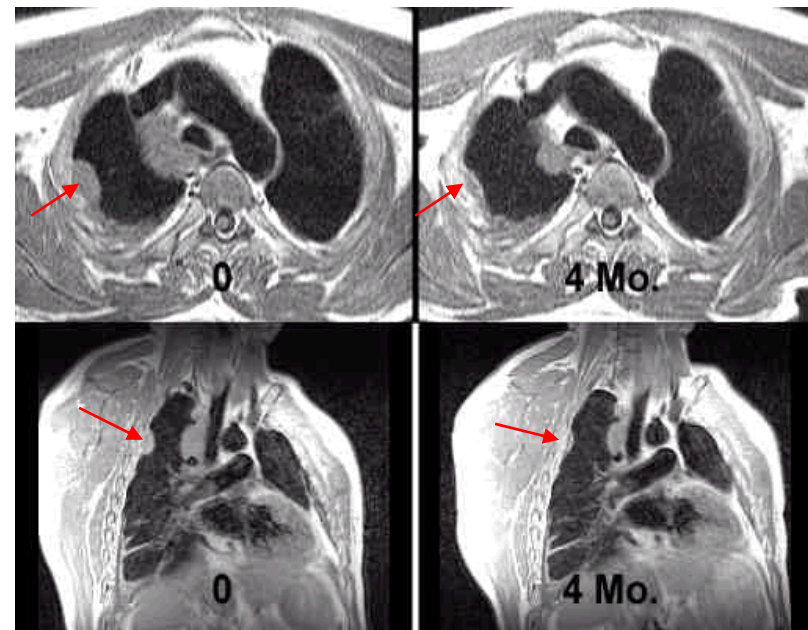
1938

# Diagnostica per Immagini

## Modificazione della prognosi di molte malattie

- Rx Torace  
Tubercolosi
- Mammografia  
Carcinoma della mammella
- Angiografia  
Infarto del miocardio

### Radioterapia



Che cosa è la Medicina Nucleare  
Che cosa si fa in Medicina Nucleare  
Qual'è il prodotto della Medicina Nucleare



Attività diagnostica e terapeutica somministrando ai pazienti *radiofarmaci* specifici per il problema clinico da risolvere

# Radiofarmaco

Radio-composto, Radio-indicatore, Radio-tracciante

Sostanza radioattiva che si concentra nell'organo  
dove avviene il suo metabolismo

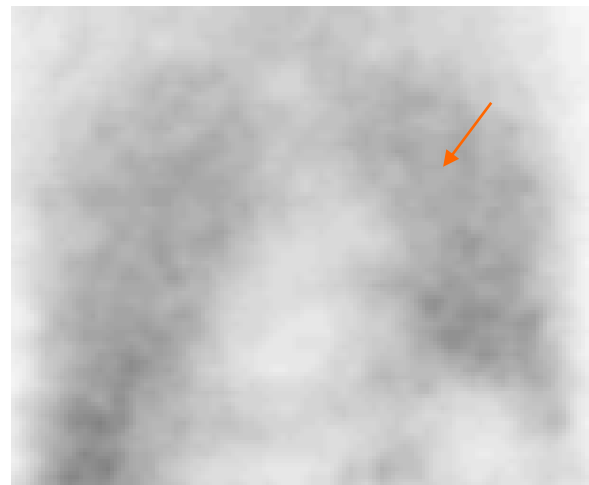
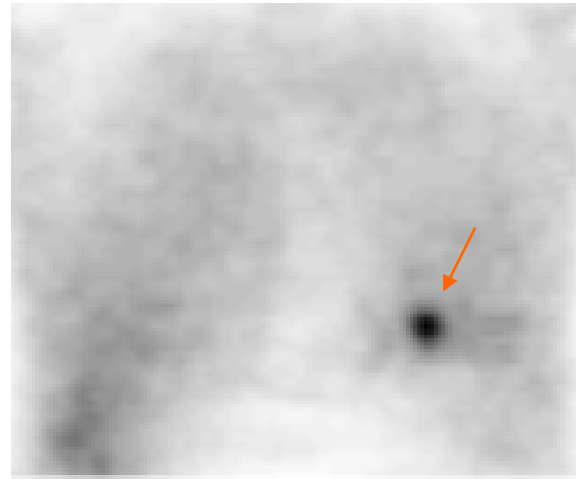
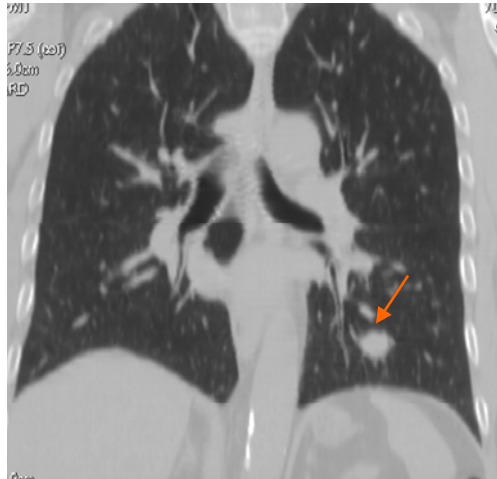
Immagini di una funzione

Scintigrafia

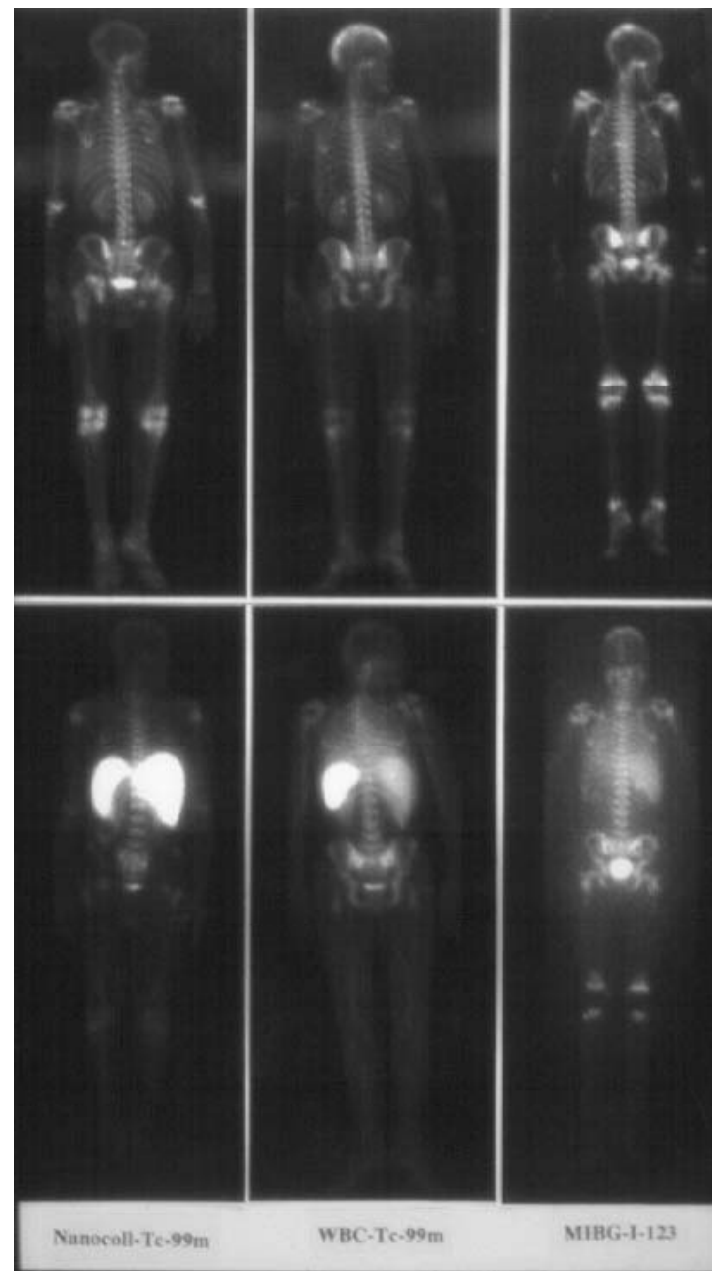
# Carcinoma Polmonare

TAC

PET



## Immagini di una funzione



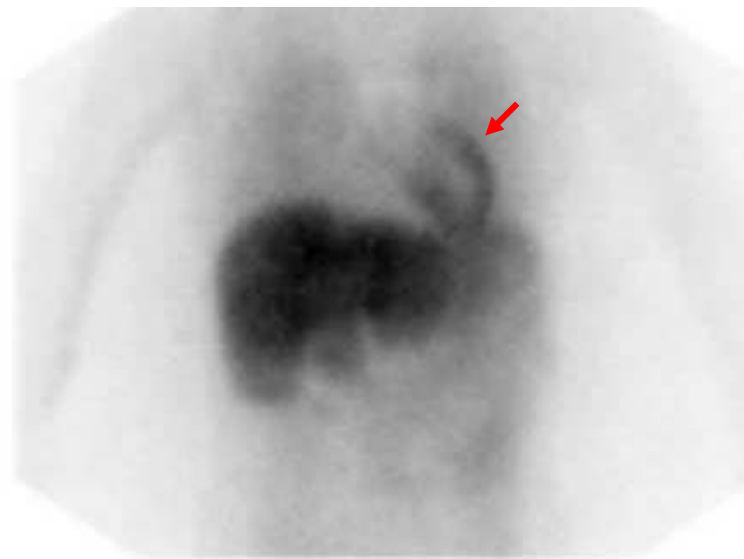
Scintigrafia miocardica  
Stessa immagine  
Diverso contenuto diagnostico

Perfusione



Sestamibi-Tc99m

Recettori

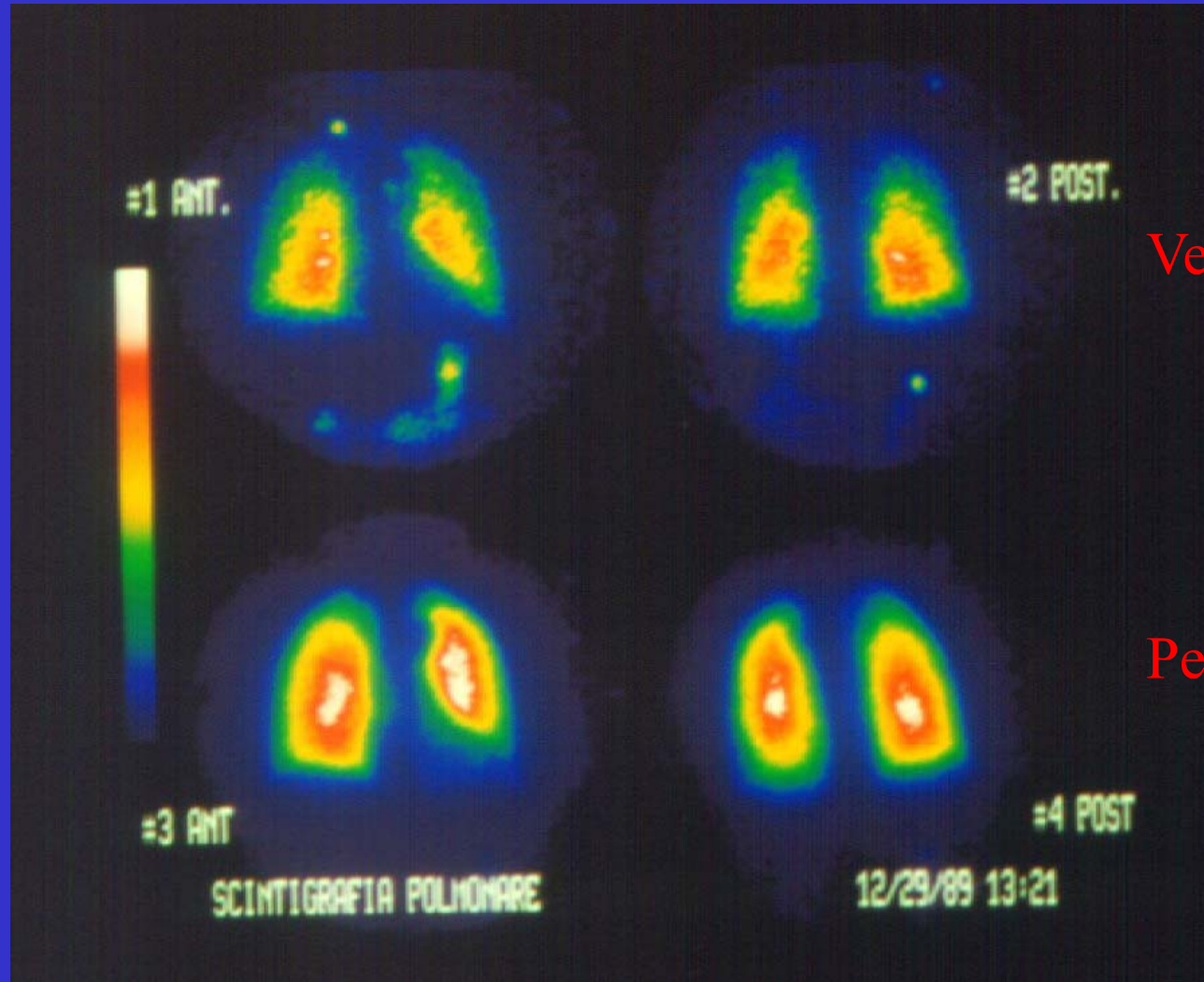


MIBG-I123



# Scintigrafia Polmonare

## Immagine di una funzione

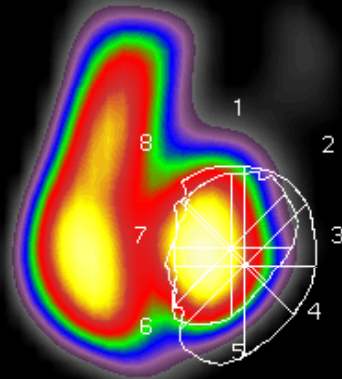


Ventilazione

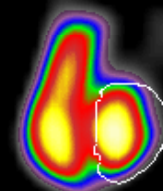
Perfusione

REF = % REGIONAL EJECTION FRACTION  
 RS = % RADIAL SHORTENING

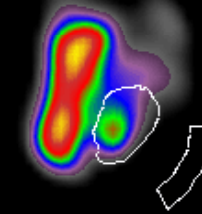
# Report



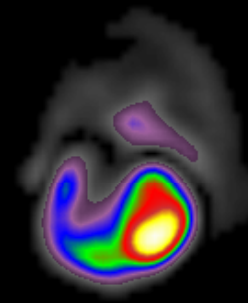
|    | %RS  | %REF |
|----|------|------|
| 1. | 25.5 | 43.5 |
| 2. | 14.3 | 19.7 |
| 3. | 15.0 | 56.2 |
| 4. | 28.6 | 57.9 |
| 5. | 22.0 | 58.3 |
| 6. | 9.7  | 40.4 |
| 7. | 12.8 | 52.0 |
| 8. | 27.8 | 63.7 |



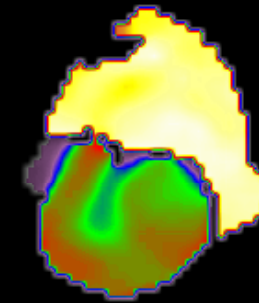
ED



ES



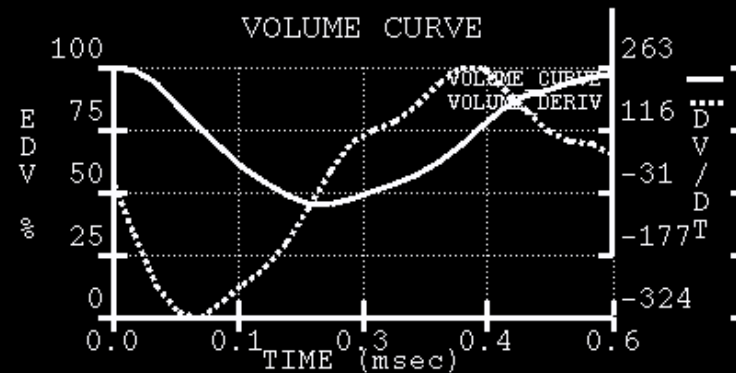
AMPLITUDE



PHASE

## SMOOTHED CRV COMPUTATIONS:

NAME : ██████████  
 ID : SYMA581127  
 DATE : 21Feb2003  
 EF : 55.031 (%)  
 PEAK ER : -3.241 (EDV/SEC)  
 PEAK FR : 2.701 (EDV/SEC)  
 HEART RATE : 86 (BPM)  
 R-R INTERVAL: 696 (MSEC)  
 % OF CYCLE : 90 (%)  
 NO OF CYCLES: 1239  
 ED FRAME: 1 ES FRAME: 11



# Malattia

Epifenomeno di alterazioni funzionali:  
esaurimento della riserva funzionale:

Lesione anatomica

Le alterazioni funzionali precedono le  
alterazioni anatomiche.

Medicina Nucleare

Diagnosi precoci

Medicina Nucleare  
Strumenti di rilevazione  
Gamma-Camera



La gamma camera rileva le radiazioni emesse dal paziente  
essa stessa non emette radiazioni

## Radiofarmaci in Medicina Nucleare Convenzionale



|          | Pertecnetato ( $Tc-99m$ )                          | Altri  |
|----------|--|--|
| Tiroide  | Pertecnetato                                       | I-131, I-123                                 |
| Osso     | Difosfonati  |  |
| Cuore    | Isonitrile, <del>Fur</del> fosmina                 | Tl-201                                       |
|          | Tetrofosmina, Pirofosfato                          | Ac-Mo-In-111                                 |
| Encefalo | HM-PAO, ECD  | Ar.fet.-I-123                                |
|          | DTPA <small>RECEPTORI - NEUROTRASMETTITORI</small> |  |
| Polmone  | Macroaggregati, Microsfere                         | Ga-67  |
|          | Aerosol, Pseudogas                                 |  |
|          | Colloidi, DTPA                                     |  |
| Rene     | DTPA, DMSA, GA                                     | Hippuran<br>(I-123, I-131)                   |
| Fegato   | HIDA, Colloidi                                     |  |
| Sangue   | Emazie, Leucociti                                  | Ferro-Fe-59                                  |
|          | Piastrine, Midollo osseo                           | Oxina-In111                                  |
| Surreni  |  | Chol-(I-131, Se-75)<br>MIBG(I-123, I-131)    |
| Tumori   | <del>Ac-Monoclonali</del>                          | Ac-Mo-(I-131, In-111) ?<br>Octreotide-In-111 |

## Radiofarmaci in Tomografia da Emissione di Positroni (PET)

| Parametro                | Radiofarmaco  | Applicazione                |
|--------------------------|---|-----------------------------|
| Metabolismo del glucosio | FDG- <sup>18</sup> F  | Tumori<br>Cervello<br>Cuore |
| Flusso Ematico           | H <sub>2</sub> <sup>15</sup> O<br><sup>13</sup> NH <sub>3</sub><br><sup>15</sup> O <sub>2</sub> | Cervello<br>Cuore           |
| Sintesi Proteica         | <sup>11</sup> C-Metionina<br><sup>11</sup> C-Leucina  | Attività Tumorale           |
| Sintesi del DNA          | <sup>11</sup> C-Timidina  | Divisione cellulare         |
| Recettori                | <sup>18</sup> F-6-L-DOPA  | Sintesi della Dopamina      |

|      |                  |
|------|------------------|
|      | T <sub>1/2</sub> |
| F-18 | 109.8 min        |
| C-11 | 20.4 min         |
| N-13 | 9.97 min         |
| O-15 | 2.04 min         |

# Ciclotrone

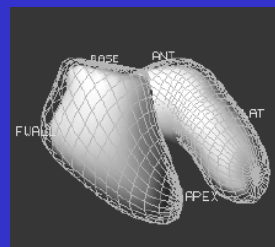
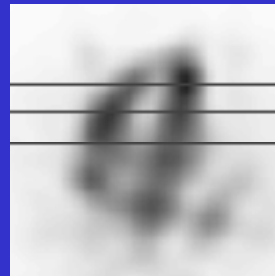
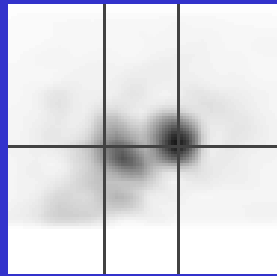


# Applicazioni Cliniche



# Apparato cardiovascolare

## Funzione ventricolare: Angiocardioscintigrafia

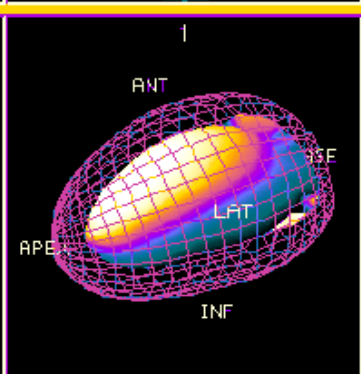
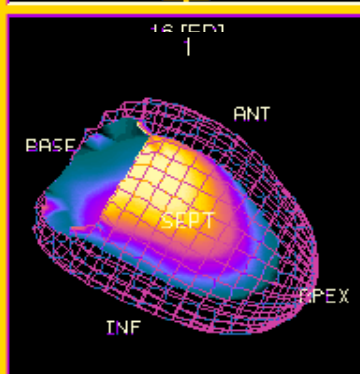
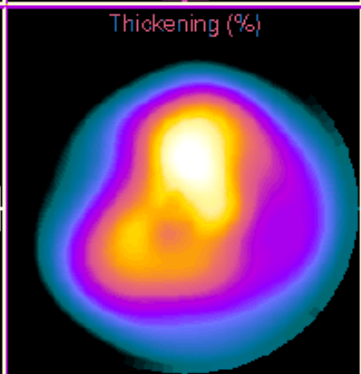
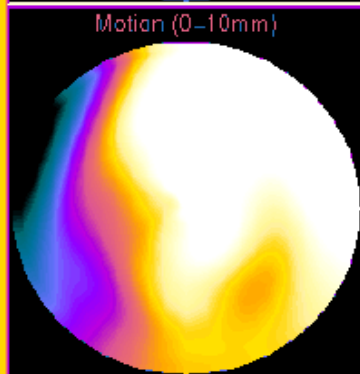
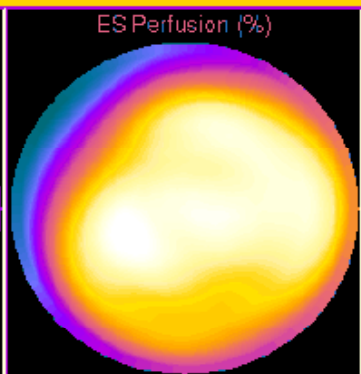
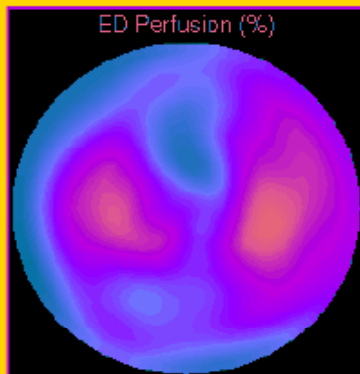
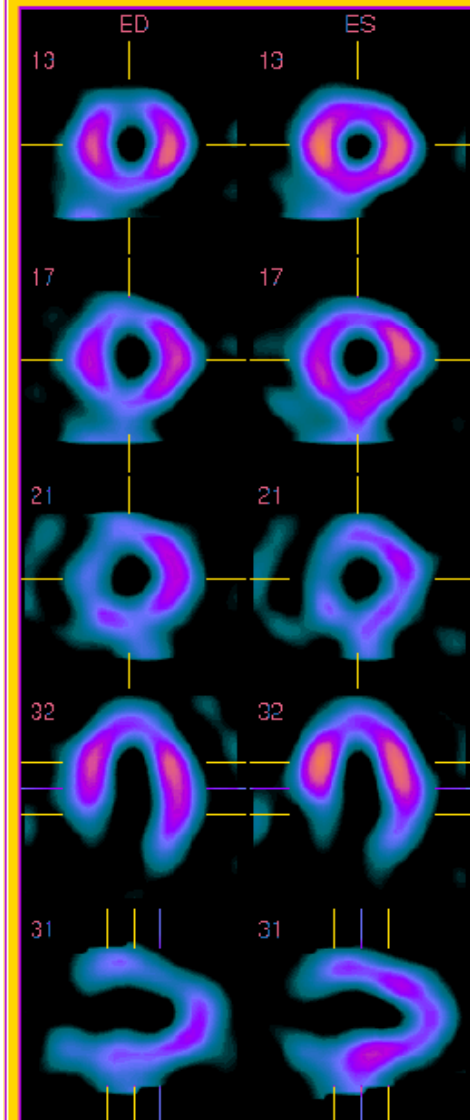


**Volumi ventricolari**  
**Cinesi parietale**  
**Frazione di eiezione**

Exit Process Reset Manual Dual Raw Slice Splash Surface Views OPS DGS Snapshot More Database Limits Score Defaults Save Print Help Reselect

Exam MACIBOB SILVANA 10/16/2001 GN GATED NONCIRCULAR PROC GS STRESS 0 100

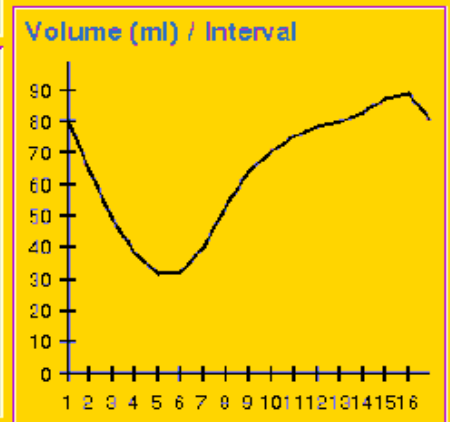
Label Contours ED ES Blur Smear Gate Spin 3D Function Raw Grid None Interval 1 Zoom 4 Scale 1.0 Rate 13



**Name** MACIBOB SILVANA  
**Pat ID** MYO370725  
**Sex** UNKNOWN  
**Limits** --  
**TID** --  
**LHR** --  
**SMS 1** STS 2

**Proc ID** GN GATED NONCIRCL  
**View ID** PROC GS STRESS  
**Date** 10/16/2001 13:13:49  
**Matrix** 64x64  
**Slices** 37  
**Intervals** 16  
**Mm/Vox** 4.27

**Volume** 80ml [1]  
**EDV** 89ml [16]  
**ESV** 32ml [5]  
**SV** 57ml  
**EF** 64%



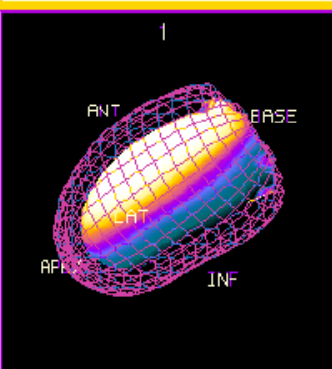
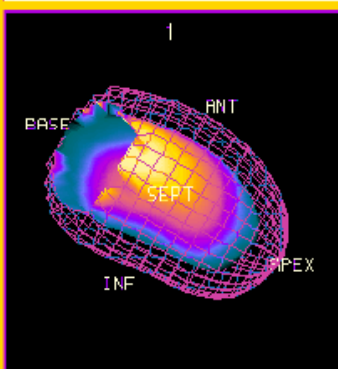
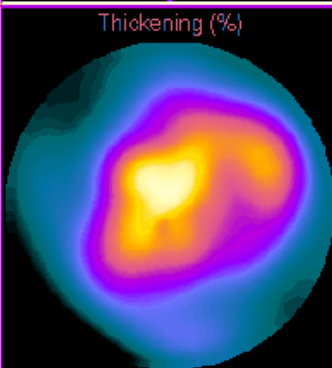
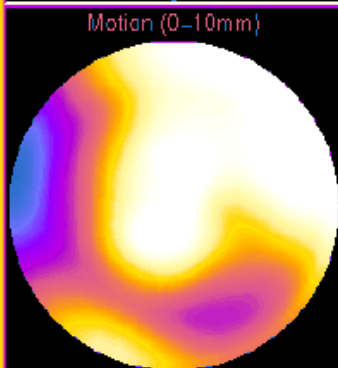
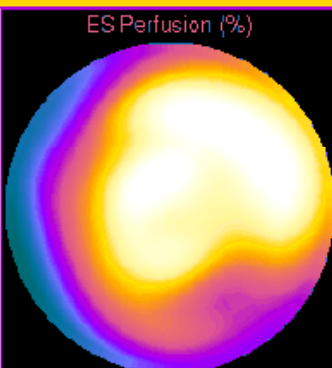
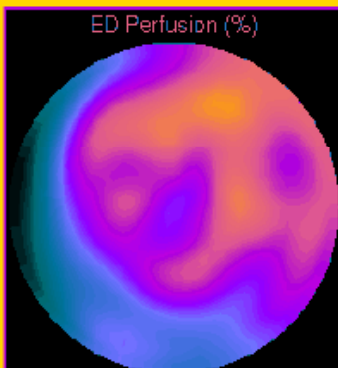
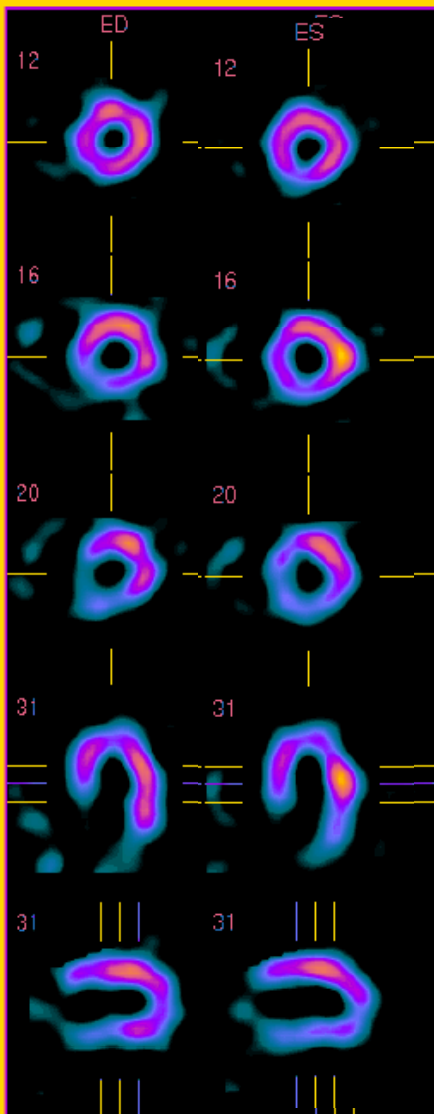
Surface Both

Exit Process Reset Manual Dual Raw Slice Splash Surface Views OPS DGS Snapshot More Database Limits Score Defaults Save Print Help Reselect

Exam: BALESTRI LUCIANO 10/22/2001 GN GATED NONCIRCULAR PROC GS STRESS



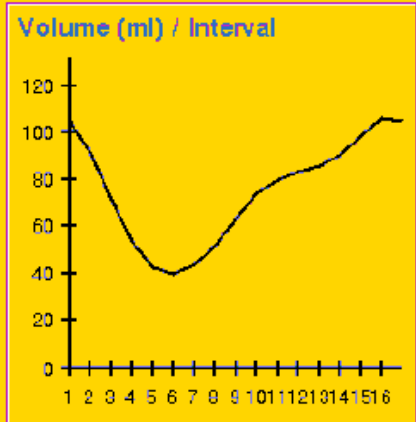
Label Contours ED ES Blur Smear Gate Spin 3D Function Raw Grid None Interval 1 Zoom 3 Scale 1.0 Rate 10



Name BALESTRI LUCIANO  
 Pat ID MYO440617  
 Sex UNKNOWN  
 Limits --  
 TID --  
 LHR --  
 SMS 0 STS 0

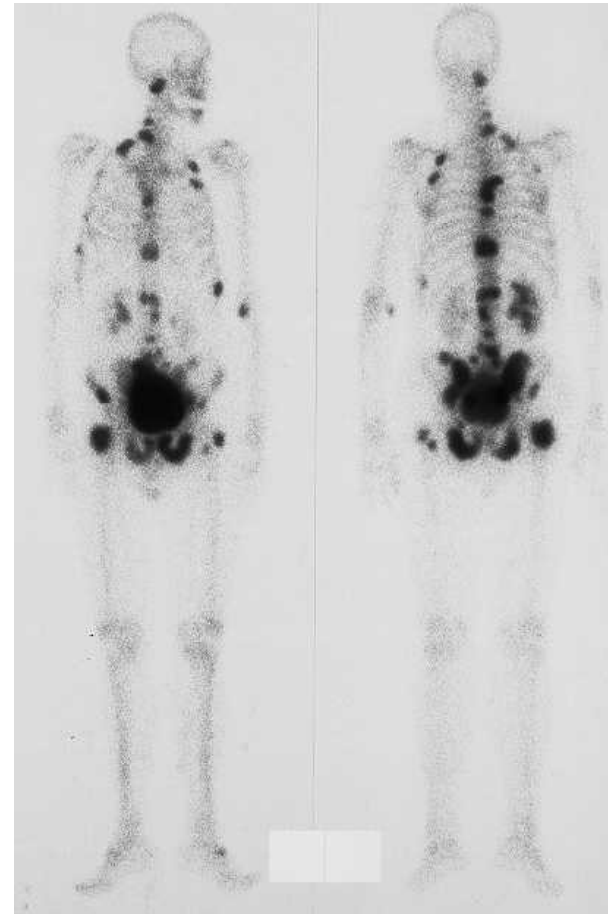
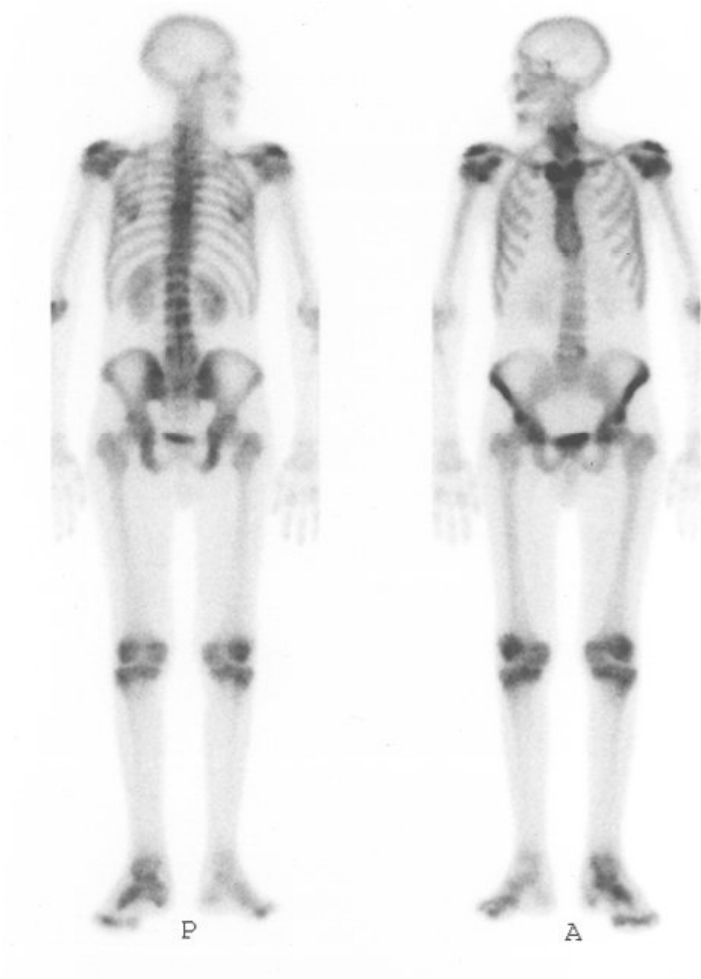
Proc ID GN GATED NONCIRCL  
 View ID PROC GS STRESS  
 Date 10/22/2001 14:04:12  
 Matrix 64x64  
 Slices 37  
 Intervals 16  
 Mm/Vox 4.27

Volume 105ml [1]  
 EDV 106ml [16]  
 ESV 40ml [6]  
 SV 66ml  
 EF 62%

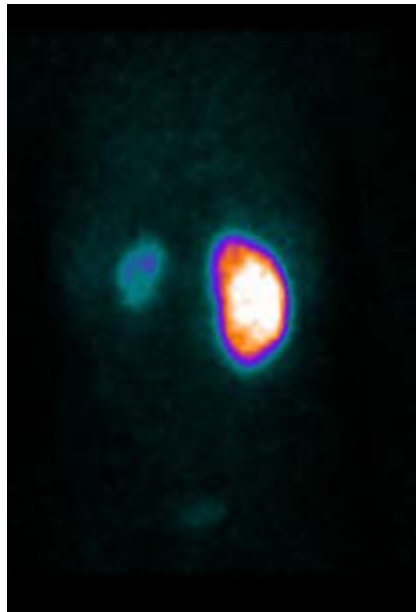


Surface Both

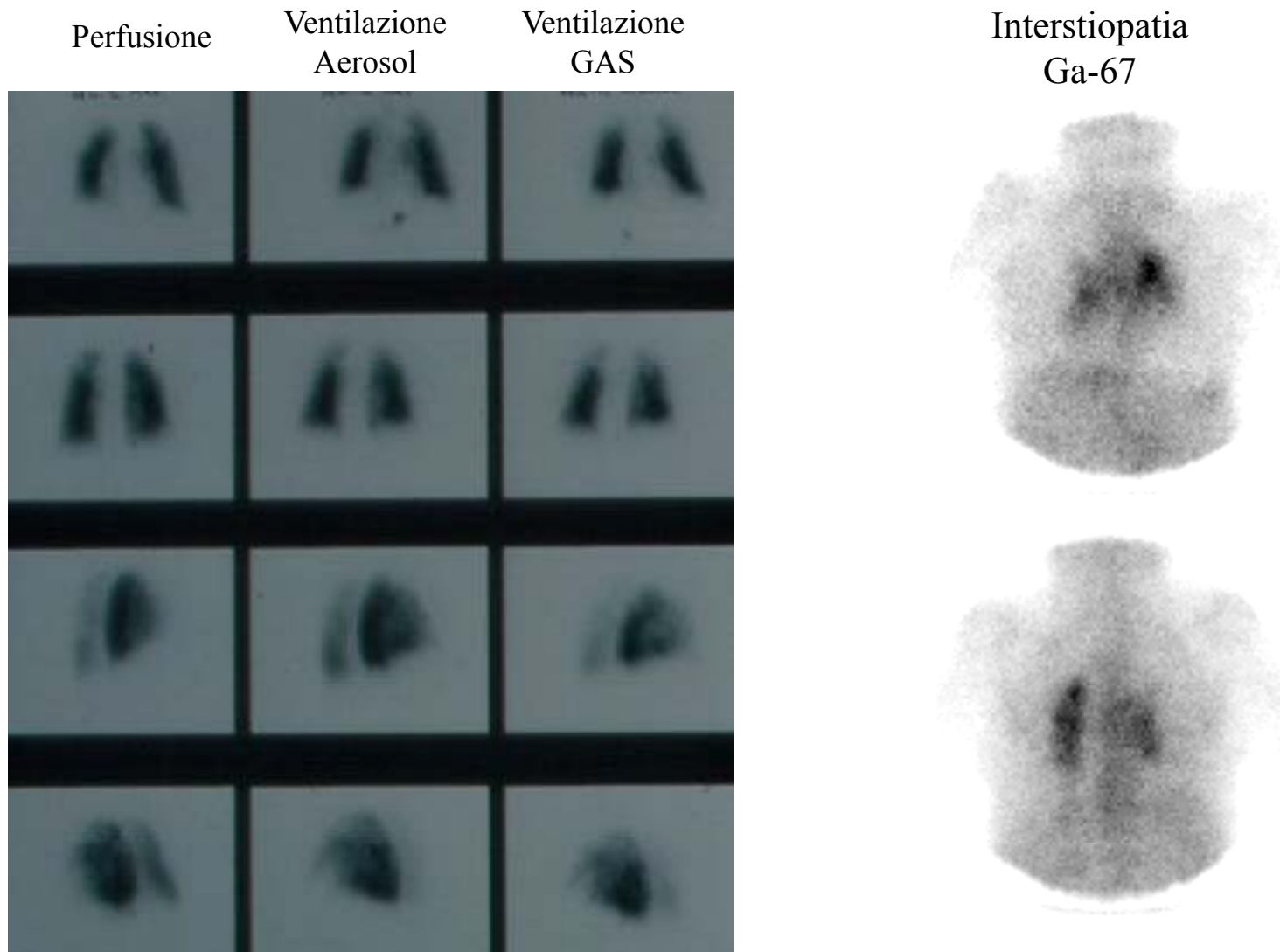
## Scintigrafia ossea



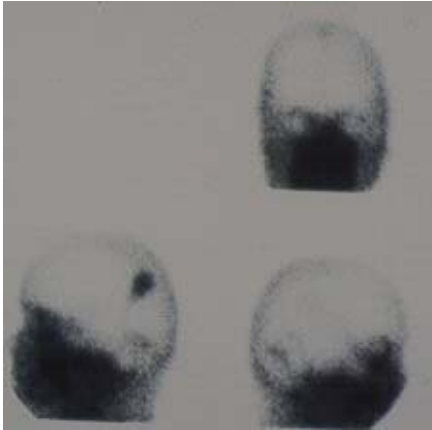
## Scintigrafia renale



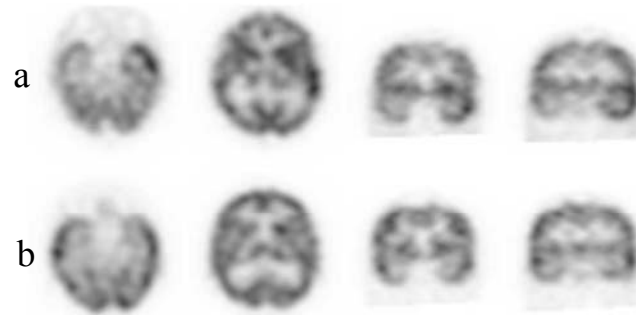
## Scintigrafia polmonare



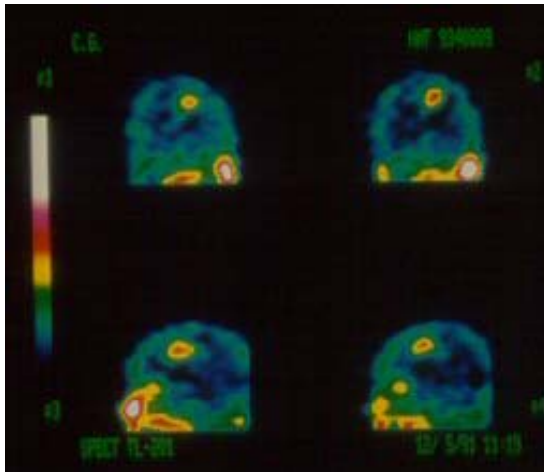
## Scintigrafia cerebrale



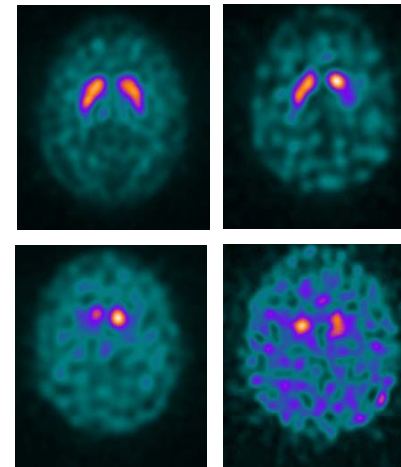
Lesione della barriera emato-encefalica



Epilessia

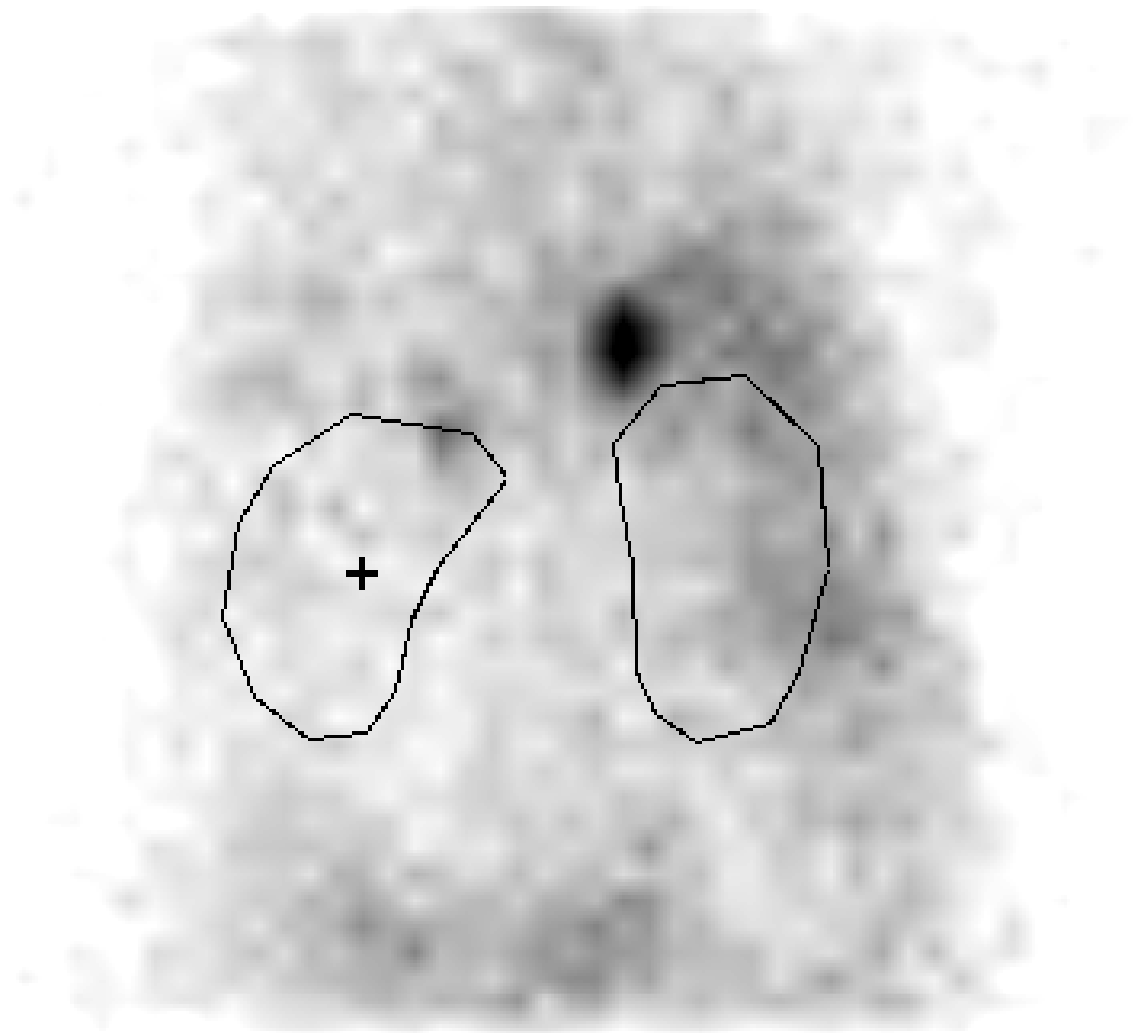


Recidiva di glioma



Disordine motorio

# Iperaldosteronismo Primitivo

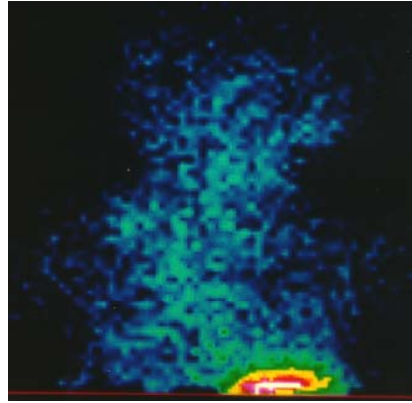


**Inibizione con Desametazone**

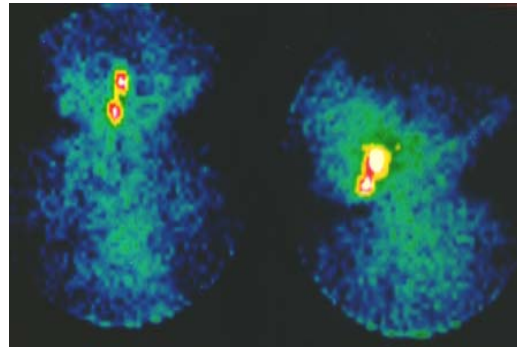


# Ipotiroidismo Congenito I-123

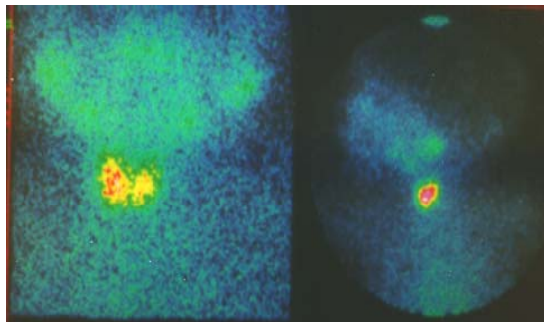
**A**



**B**



**C**

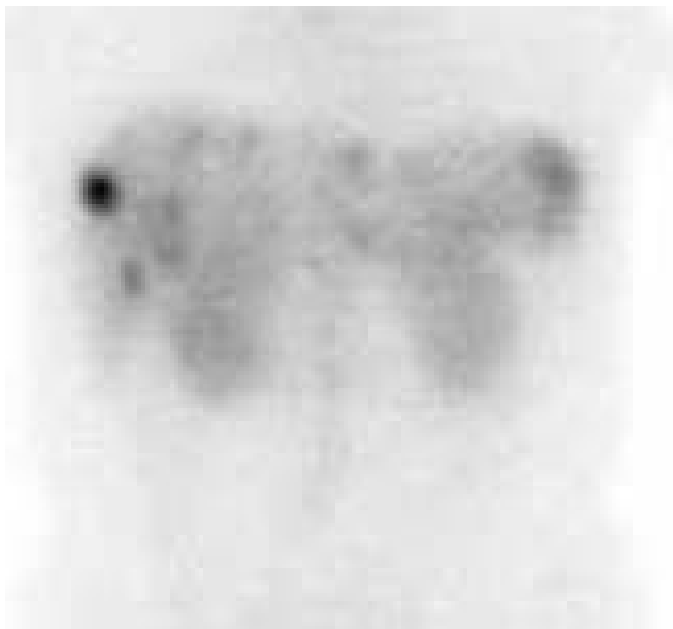


## PET 18-FDG

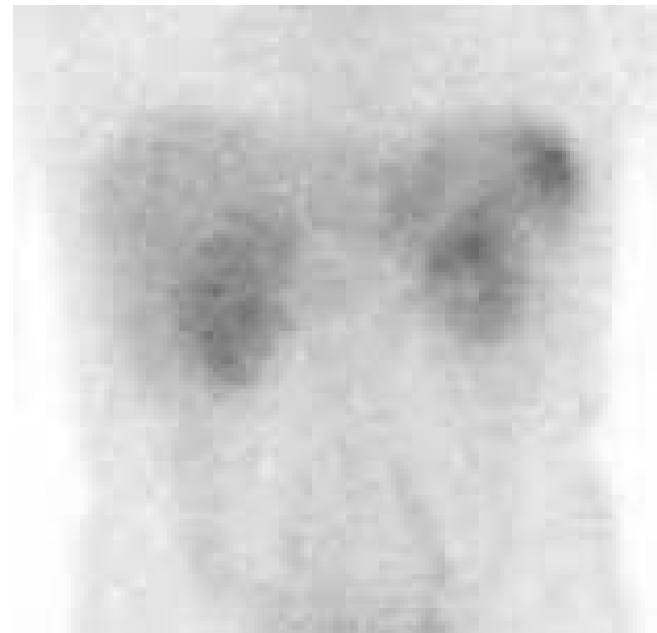


Metastasi epatiche da carcinoide: OCT-In111

Terapia con DOTATOC-Yt-90

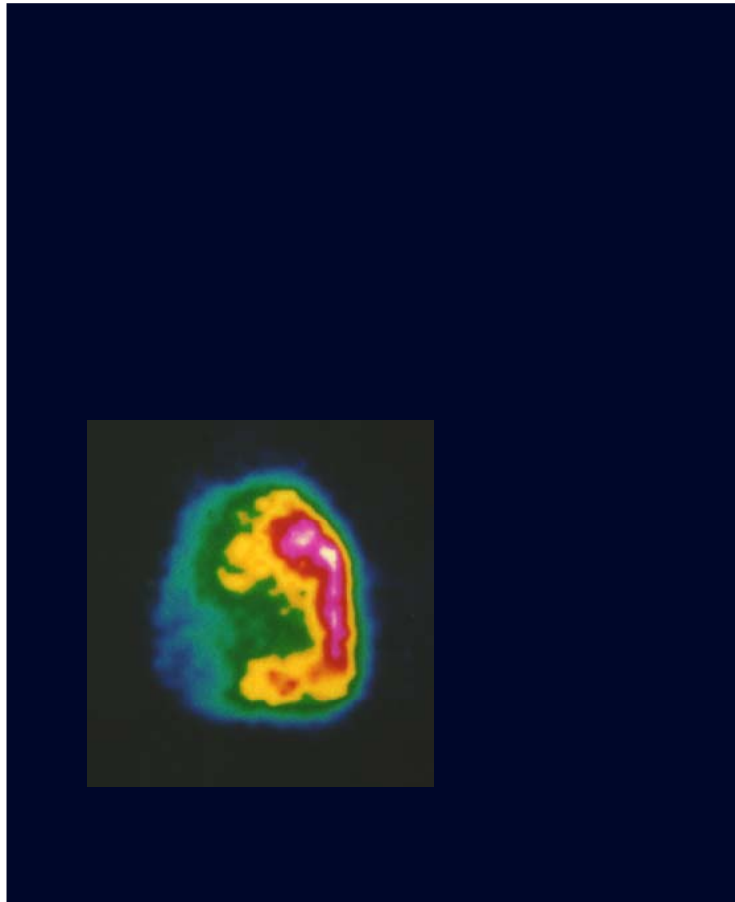


basale

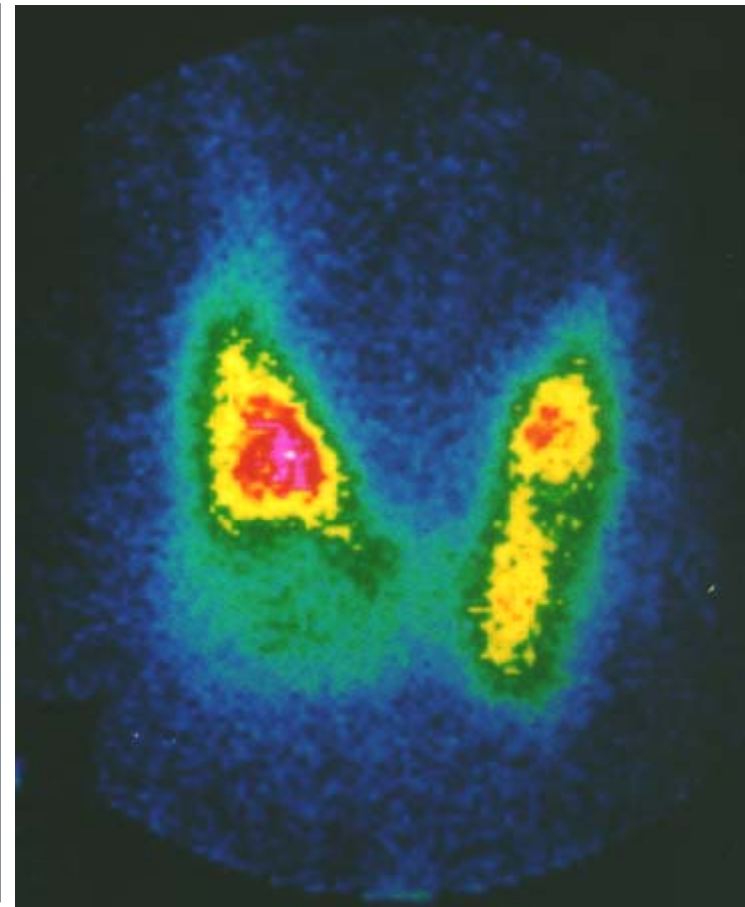


dopo

Gozzo nodulare iperfunzionante  
Iodio-131 10 mCi

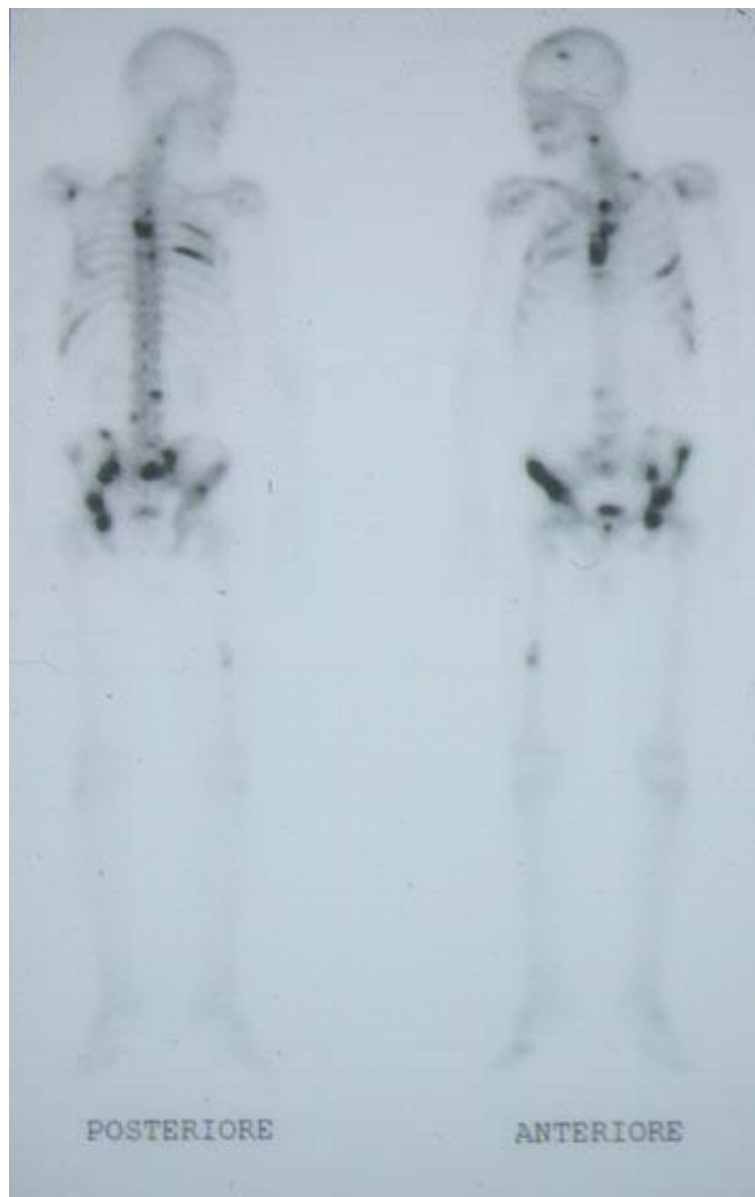
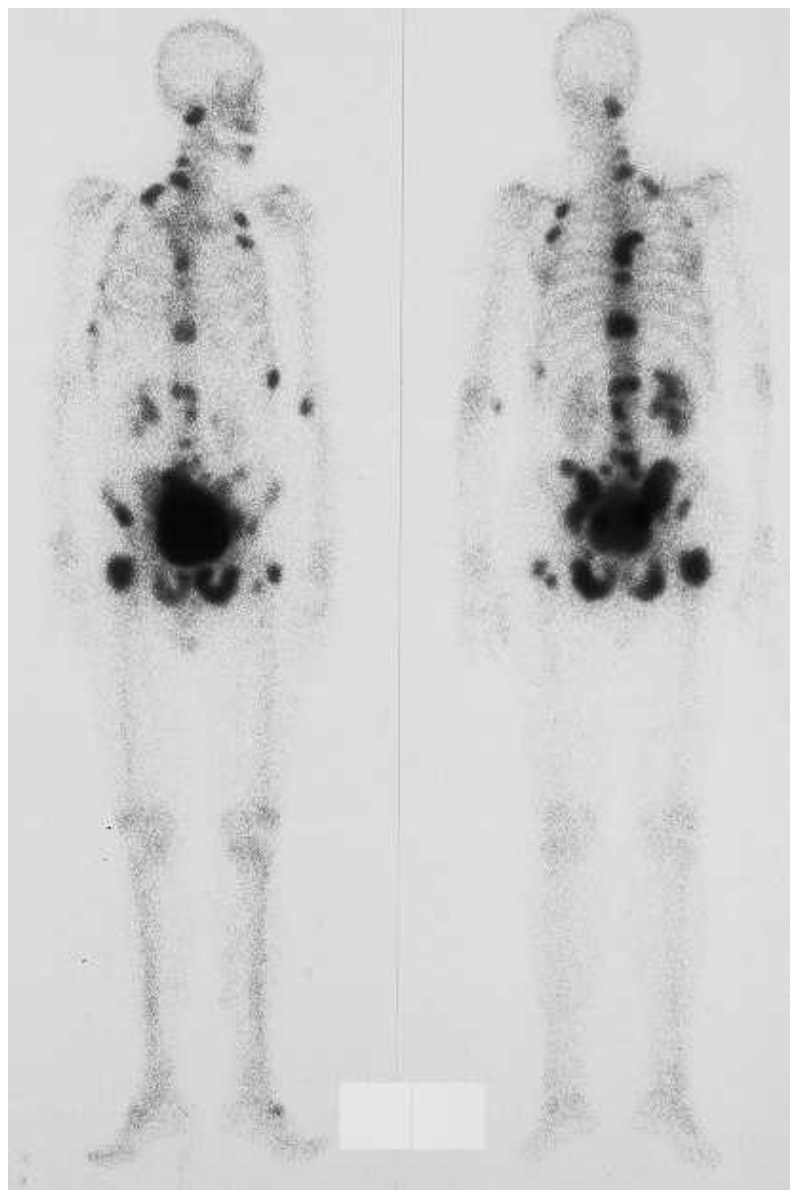


**Prima**



**Dopo**

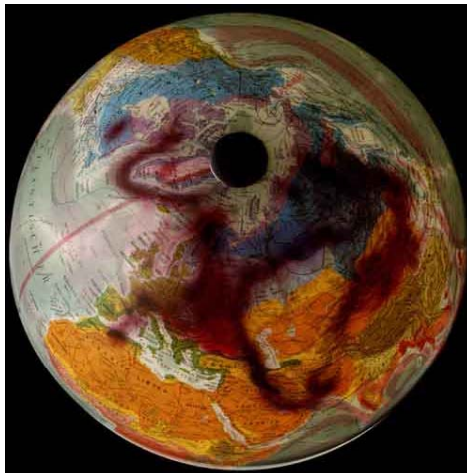
## Terapia palliativa del dolore da metastasi ossee



Le radiazioni ionizzanti possono essere dannose se impiegate incautamente o in maniera inconsapevolmente incauta



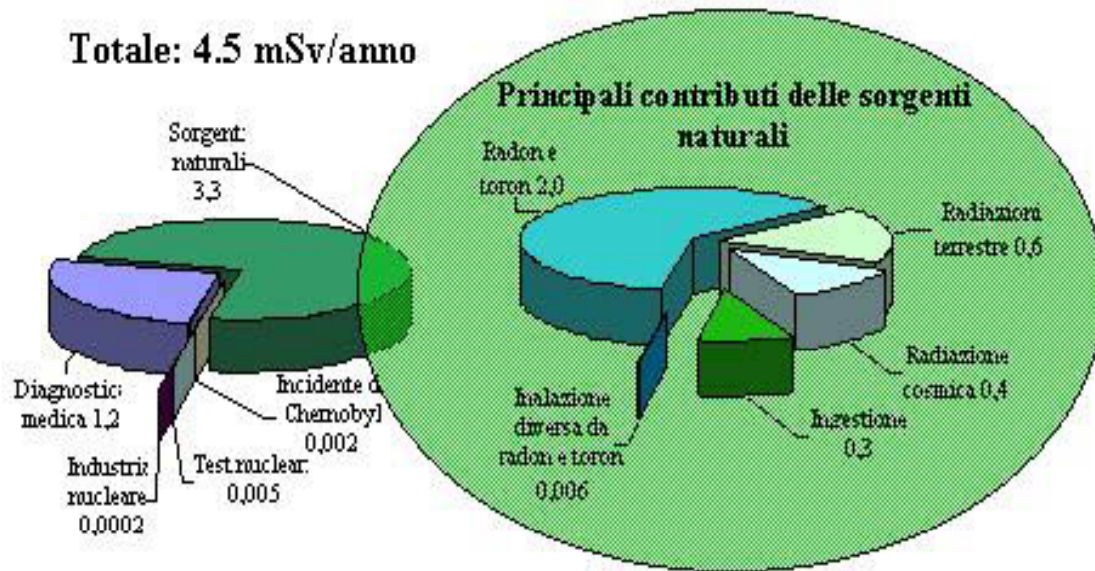
- M.me Curie è morta di leucemia
- Radiologi e fisiologi di un tempo hanno manifestato lesioni alle dita



Radiazioni ionizzanti->Tumori:  
preoccupazione legittima, ma ...

# Dose assorbita annualmente

APAT: Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici



Diagnostica medica

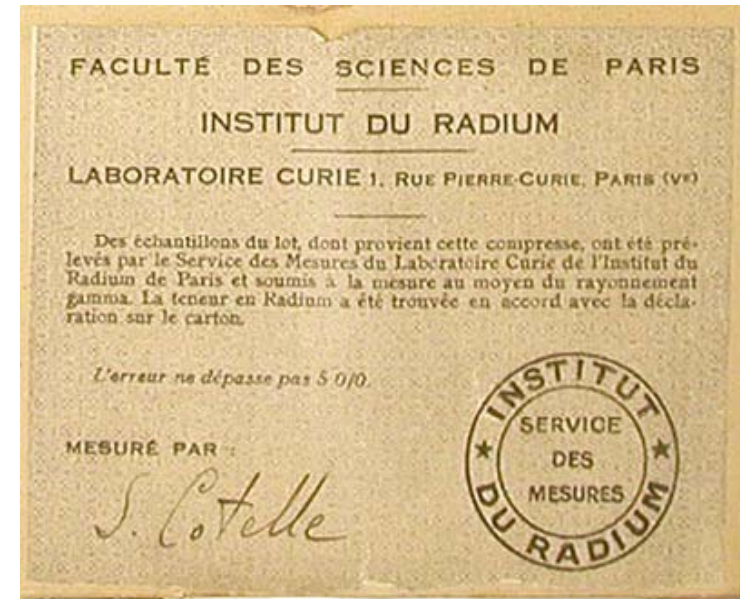
90% esami radiologici

10% esami scintigrafici

Diagnostica corrente

|              |           |
|--------------|-----------|
| Rx torace    | 0,02 mSv  |
| TAC addome   | 10,00 mSv |
| Scan Tiroide | 1,00 mSv  |
| PET 18-FDG   | 6,00 mSv  |

# Teoria dell'Ormesi





# Teoria dell'Ormesì



TARIFFE

BOOKING

LOCATIONI

TERME

CUCINA

HOME



italiano

deutsch

english

L'origine vulcanica della sorgente, "S.Rita" spiega la sua struttura chimico-fisica, e le sue fondamentali indicazioni terapeutiche sono l'artrite e l'artrosi (modificazioni infiammatorie e degenerative delle articolazioni), diverse forme cliniche di malattie reumatiche, stati conseguenti a fratture ecc. Viene consigliato di far eliminare i focolai delle malattie possibilmente dal medico prima della cura. **Impacchi di fango in unione ai bagni radioattivi** danno alle seguenti malattie un assoluto miglioramento e guarigione:

Vie respiratorie - bronchiti, laringite, sinusite cronica, gengivite, rinite, rinite atrofica fetida (ozena).

Malattie delle orecchie - otite media, ototorrea. Vie urinarie e genitali cistite, vaginite, metrite, ovarite, infiammazione parete addominale, leucorrea, sterilità non assoluta.

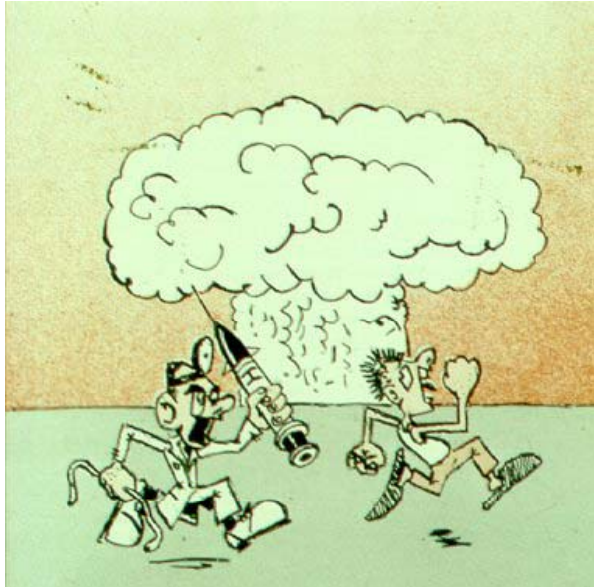
Malattie del ricambio materiale e del ricambio (nutrizione) - reumatismi (muscoli ed articolazioni), neuralgie, artrosi, articolazioni coxo-femorali, morbo di Bechterew (anchilosi della colonna vertebrale), lesioni al menisco interarticolare, indurimento dei muscoli, diabete, anemia, osteomalacia, periostite, stati d'infezioni e avvelenamento.

Sintomi di paralisi - emiplegia, paralisi spinale, distrofia muscolare progressiva, meningite, sclerosi multipla, paralisi infantile, Morbo di Erb (ereditario) neurosi, sciatica, nevralgia dei trigemino.

Altre malattie - gastrectasia, disturbi gastrici e dell'intestino, calcoli biliari, coliche epatiche (fegato), infiammazione del pericardio e pleurite, nefrite, stati di fratture, lussazioni, slogature, ulcere delle gambe, linfadenite.

# Radioprotezione

## Come proteggere noi stessi e gli altri



## Radiazioni ionizzanti

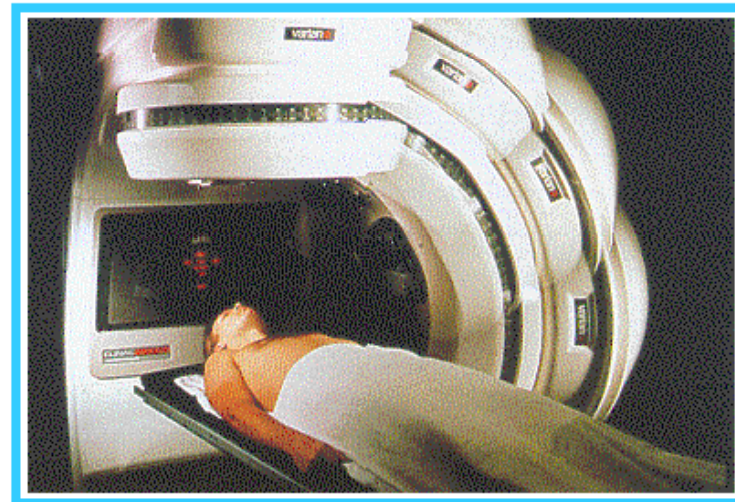
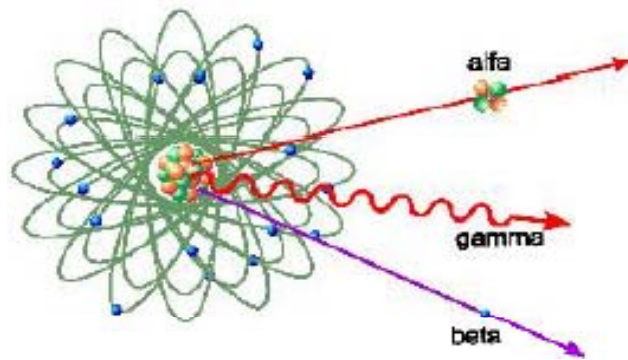
- Cosa sono
- Come interagiscono con i tessuti
- Come proteggersi e proteggere

Norme, Leggi, Decreti.

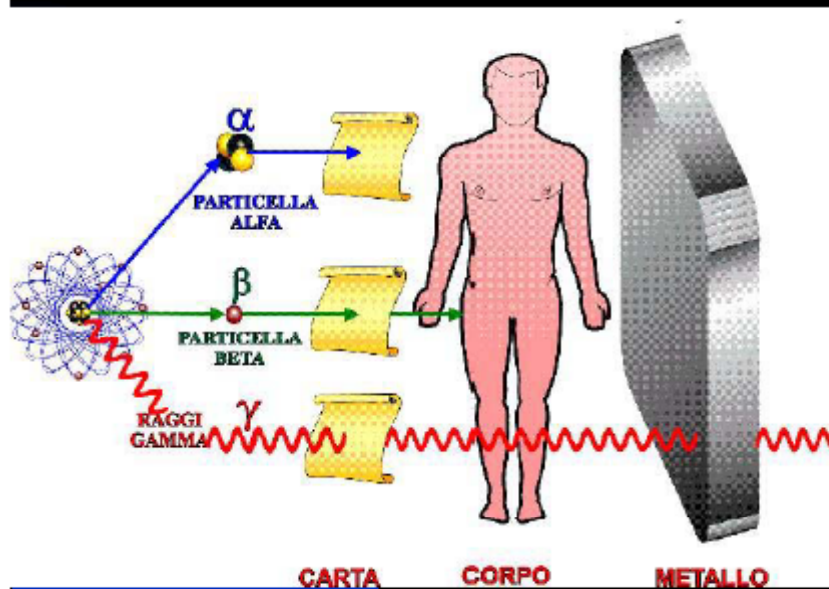
Sanzioni amministrative e penali

## Radiazioni Ionizzanti

- Radiazioni elettromagnetiche
- Radiazioni corpuscolate



# Potere di penetrazione



- I meccanismi di interazione delle radiazioni con la materia dipendono dal tipo di radiazione, dalla sua energia e dal materiale attraversato

- Le particelle alfa hanno poca penetrazione, e diventano molto pericolose solo quando rilasciate da nuclei radioattivi introdotti all'interno dell'organismo

- Anche le particelle beta hanno scarse capacità di penetrazione

- Raggi gamma, raggi X e neutroni, anch'essi prodotti in alcuni decadimenti, hanno un potere di penetrazione molto più elevato.

# Effetti delle radiazioni ionizzanti

## Effetti deterministici

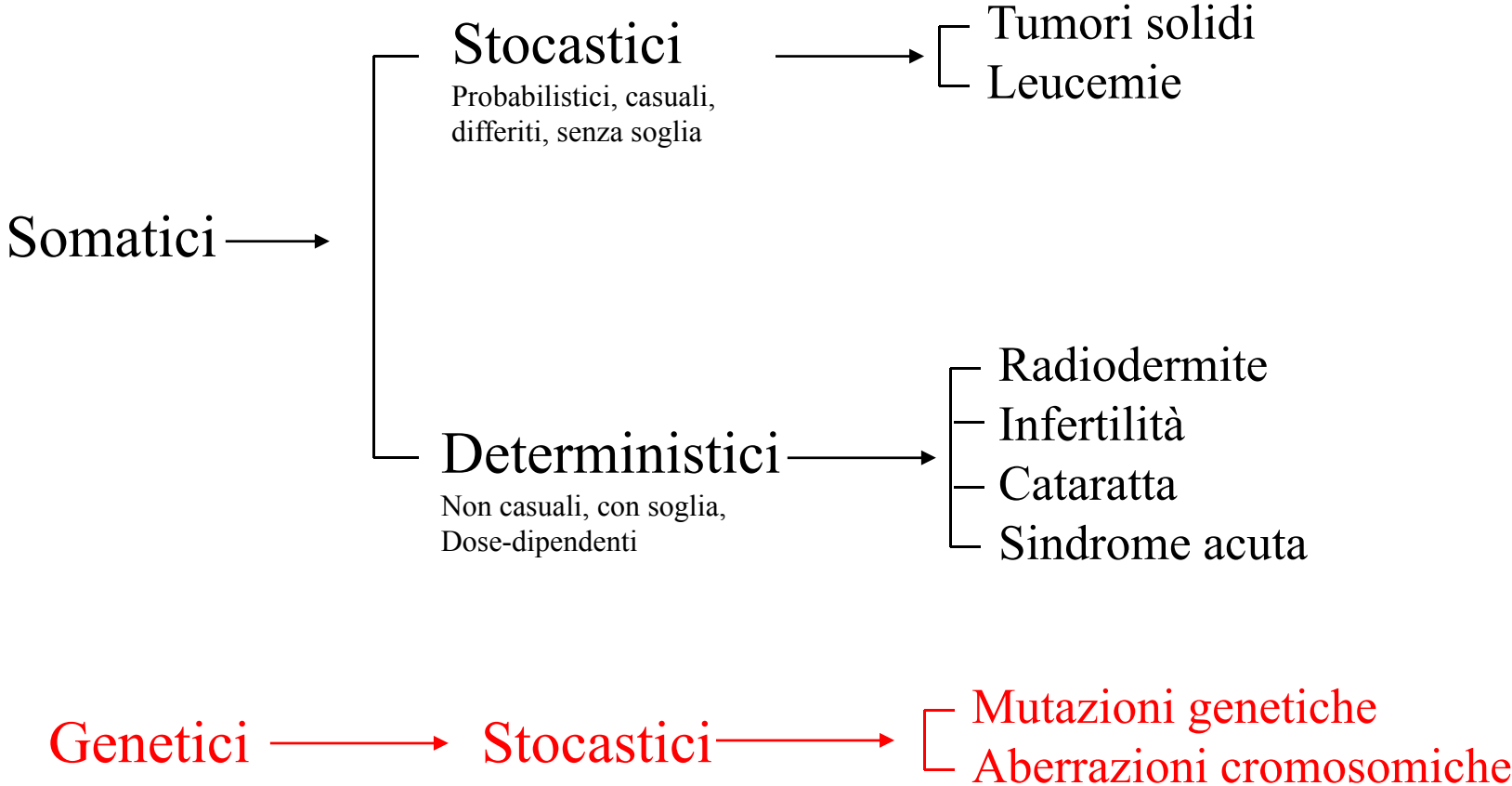
Hanno una dose - soglia:  
danno proporzionale alla dose

## Effetti stocastici

Non hanno una dose-soglia:  
probabilità del danno proporzionale  
alla dose



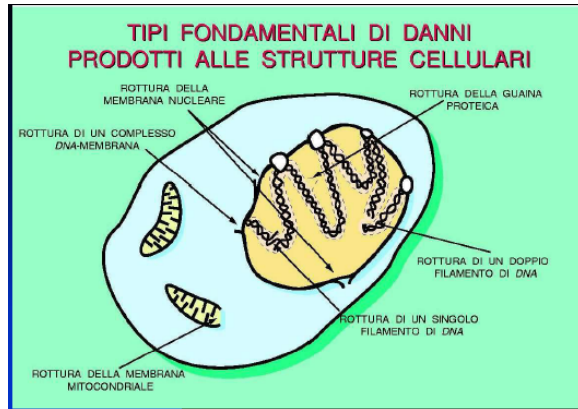
# Danni da radiazioni ionizzanti



## Radiazioni ionizzanti danni deterministici

- Compaiono quando è superata una soglia
- Sono proporzionali: alla dose assorbita (Gray)  
alla dose efficace (Sievert)  
al rateo di dose (LET)  
al tipo di radiazione (EBR)  
alla superficie corporea interessata

# Danni deterministici



| Organo        | Lesione              | Sievert |
|---------------|----------------------|---------|
| Testicoli     | Sterilità temporanea | 0,150   |
|               | Sterilità permanente | 3,500   |
| Ovaie         | Sterilità permanente | 2,5-6,0 |
| Cristallino   | Opacità              | 0,5-2,0 |
|               | Cataratta            | >5,0    |
| Midollo osseo | Depressione          | 0,5     |
|               | Aplasia              | 1,5     |

Gray lesione

3-5 eritema

5-8 epidermite

>12 flittene

>20 necrosi

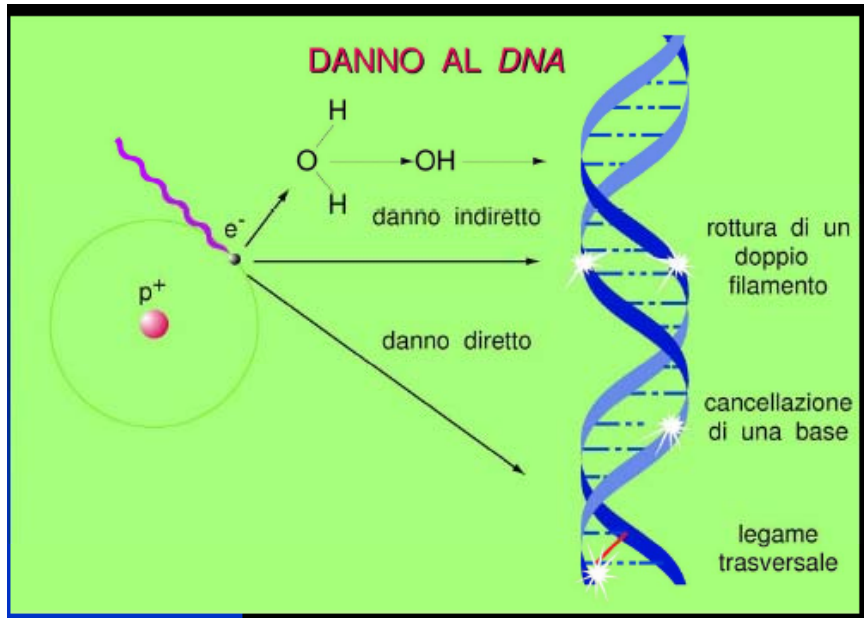
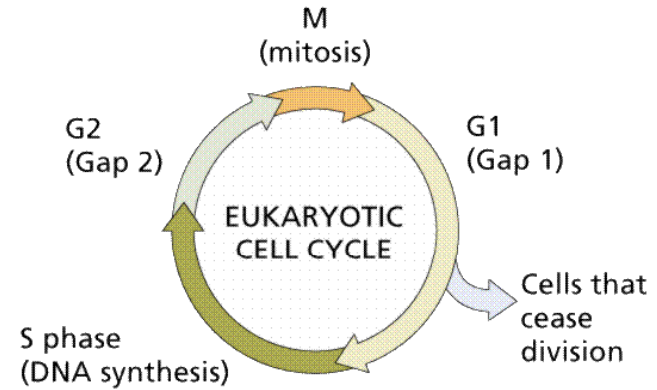
## Diagnostica corrente

|              |           |
|--------------|-----------|
| Rx torace    | 0,02 mSv  |
| TAC addome   | 10,00 mSv |
| Scan Tiroide | 1,00 mSv  |
| PET 18-FDG   | 6,00 mSv  |



# Effetto di qualunque dose

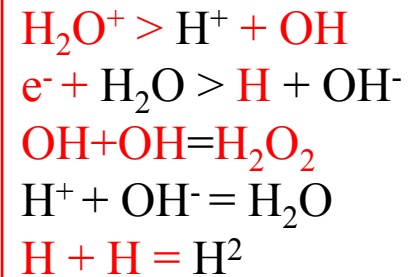
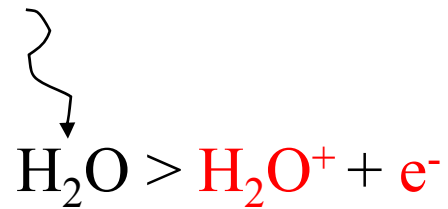
## Danni stocastici casuali, differiti



| LESIONI CROMOSOMICHE |                          |                     |                           |                                    |
|----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------------------|
| ALL'INIZIO           | AL MOMENTO DELLE LESIONI | DOPO LA RIPARAZIONE |                           | OSSERVAZIONI                       |
|                      |                          | morfologia          | aberrazione               |                                    |
|                      |                          |                     | NORMALE                   | NON RILEVATO STABILE               |
|                      |                          |                     | ANELLO PIU' FRAMMENTO     | FACILMENTE RILEVABILE MA INSTABILE |
|                      |                          |                     | INVERSIONE                | STABILE, MA DIFFICILE DA RILEVARE  |
|                      |                          |                     | NORMALE                   | NON RILEVATO STABILE               |
|                      |                          |                     | DICENTRICO PIU' FRAMMENTI | FACILMENTE RILEVABILE MA INSTABILE |
|                      |                          |                     | TRASLOCAZIONE             | STABILE, MA DIFFICILE DA RILEVARE  |

# Radiolisi dell'acqua

## Radicali liberi altamente ossidanti



$10^{-24} - 10^{-14} \text{ sec}$

Danno biologico > da  $10^{-7}$  secondi a varie ore

Radiolisi dell'acqua  
Radicali liberi altamente ossidanti

10 mSv -> 32 effetti lesivi per cellula

Metabolismo ossidativo spontaneo  
600-6000 effetti lesivi per ora per cellula  
Riserva funzionale  
Tutti riparati

Saturazione del sistema di compenso  
Danno assolutamente aspecifico

Carcinogenesi radioindotta  
Processo a più stadi  
Anni di latenza

Meccanismi di difesa

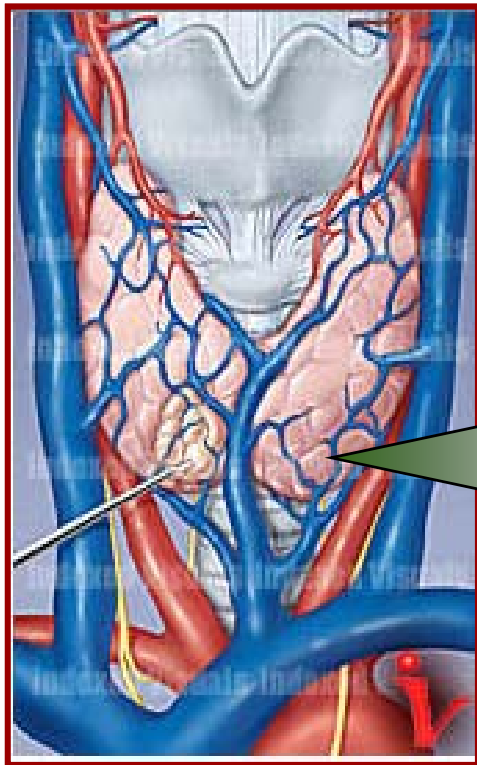
- Arresto mitotico
- Apoptosi
- Differenziazione
- Reazione immunitaria

Difetto di riparazione del DNA  
(Geni mutati)

- Iniziazione
- Promozione
- Conversione
- Progressione

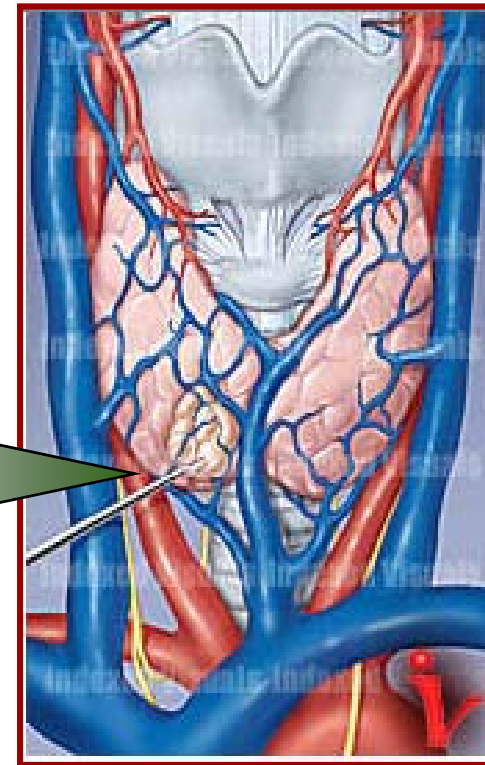
*Tumori da radiazioni ionizzanti:  
aspecificità*

sono **aspecifici** e, pertanto, indistinguibili da quelli  
“spontanei”



Tumore della tiroide  
“naturale”

**IDENTICI !!!!**



Tumore della tiroide  
“radioindotto”

Radioinducibilità delle forme tumorali  
(ICRP 60: 1990)

Coefficiente di probabilità di morte  
per tumori radioindotti

(esposizione corpo intero):

**0,05/Sv**

**5% (per una dose equivalente di 1 Sv)**

Diagnostica corrente

0,02-10 mSv

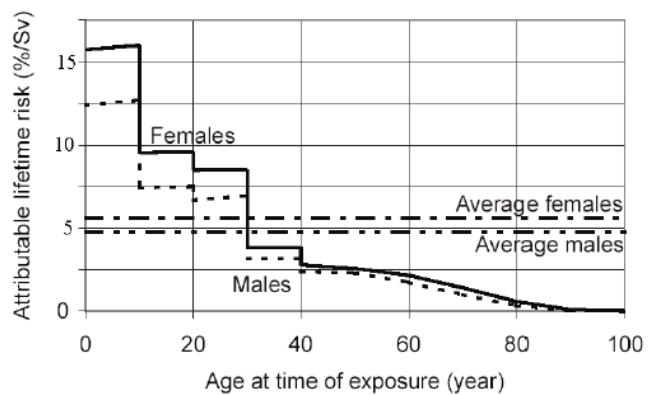
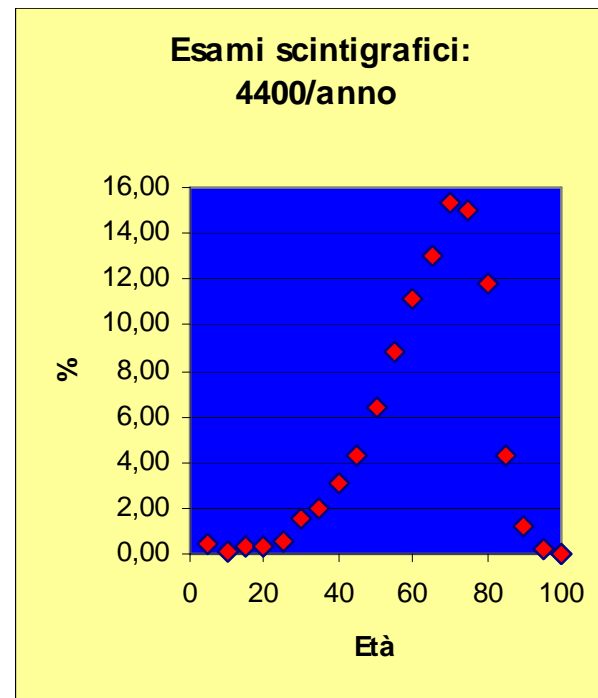
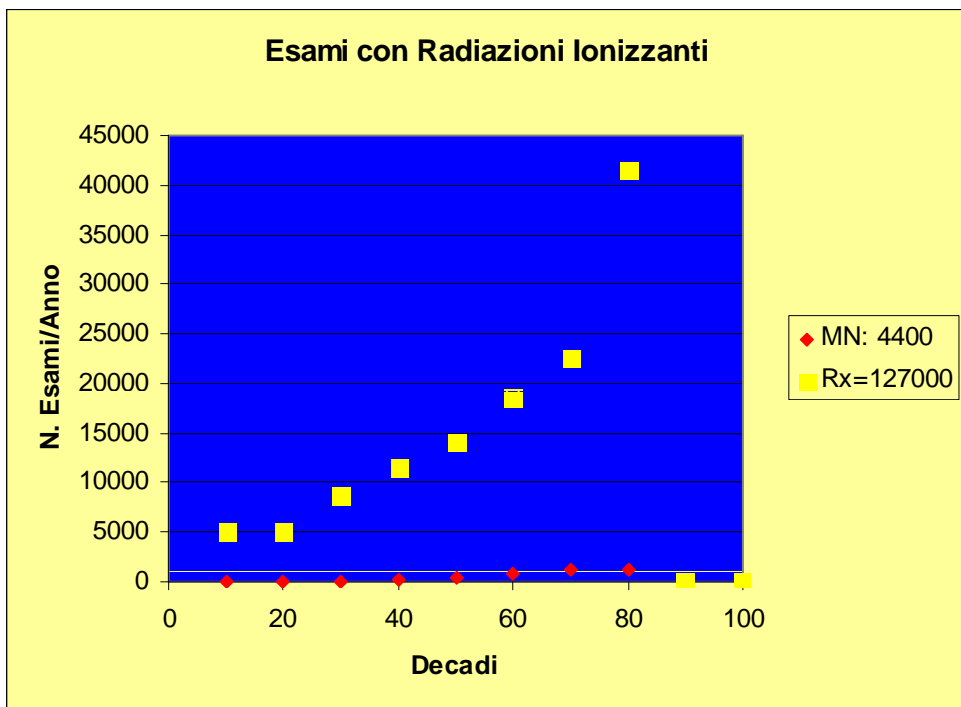


Fig. 1 – Rischio di sviluppare un tumore nel corso della vita, per unità di dose efficace assorbita, da parte di individui esposti alle radiazioni ionizzanti, in funzione dell'età in cui ha avuto luogo l'esposizione (ICRP 60)

Diagnostica corrente

|              |           |
|--------------|-----------|
| Rx torace    | 0,02 mSv  |
| TAC addome   | 10,00 mSv |
| Scan Tiroide | 1,00 mSv  |
| PET 18-FDG   | 6,00 mSv  |



## Rischio generico - Rischio da radiazioni

### Perdita di giorni di vita

| <u>Rischio</u>              | <u>Giorni</u> |
|-----------------------------|---------------|
| Fumo di 20 sigarette        | 2441          |
| Obesità                     | 777           |
| Abuso di alcool             | 365           |
| Guidare un'automobile       | 205           |
| Viaggiare in aereo          | 64            |
| Fumo passivo                | 50            |
| Folgorazione da fulmine     | 1             |
| Esame scintigrafico (5 mSv) | 1             |



Radiazioni ionizzanti e Tumori  
Medicina Basata sulle Evidenze

Tumori tiroidei indotti dall'I-131  
15 anni di sorveglianza

|                        | SIR  | 95% CI    |
|------------------------|------|-----------|
| Dose diagnostica       | 1,35 | 1,05-1,71 |
| Terapia ipertiroidismo | 1,29 | 0,76-2,03 |
| Gozzi nodulari         | 1,74 | 0,84-3,20 |
| Basedow                | 0,81 | 0,30-1,76 |
| Tumori in altre sedi   | 1,06 | 1,01-1,11 |

Registro svedese dei tumori  
SIR: Standardized Incidence Ratio  
1,30 CI 95% 1,1-1,4

## Secondi cancri indotti dall'I-131

6841 pazienti trattati per tumore tiroideo  
e sorvegliati per 2-55 anni

301 nuovi cancri: SIR 1,43 (95% CI: 1,07-1,87)

- Cavità orale
- Ghiandole salivari
- Colon-Retto
- Osso e parti molli
- Melanoma
- Rene
- SNC
- Ghiandole endocrine
- Leucemie e linfomi
- Maggiore sorveglianza
- Fattori eziologici comuni
- Fattori ereditari
- Metastasi scambiate per primitivi
- Effetto carcinogeno della terapia

Registro svedese, italiano e francese dei tumori

SIR: Standardized Incidence Ratio

1,30 CI 95% 1,1-1,4

# Radioprotezione

## Normativa vigente

### **Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 187**

Attuazione della direttiva 97/43/Euratom in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche.

### **Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241**

Attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti

Aggiornamento ed integrazione del DLgs 230/95

# Decreto Legislativo 187/2000

## Figure professionali coinvolte

- Datore di Lavoro (ovv. Esercente)
- Responsabile dell'impianto radiologico
- Medico Specialista
- Prescrivente
- Esperto in fisica medica
- Tecnico sanitario di radiologia medica
- Infermiere professionale

## Obblighi e Sanzioni



# Decreto Legislativo 187/2000

## Obblighi

### Giustificazione

Evitare, ove possibile, una dose non dovuta  
Valutazione del rapporto rischio/beneficio

### Ottimizzazione

Ridurre la dose al paziente al livello più basso ragionevolmente ottenibile,  
senza penalizzare la qualità della procedura diagnostica (ALARA)

## Ottimizzazione

Responsabile dell'impianto, Medico specialista

Ridurre la dose al paziente al livello più basso ragionevolmente ottenibile,  
(ALARA) senza penalizzare la qualità della procedura diagnostica

- Controlli di qualità  
(Esperto in fisica medica)
- Livelli diagnostici di riferimento  
(Esperto in fisica medica)
- Protocolli operativi scritti e condivisi  
(Infermieri e Tecnici)

## Radiazioni ionizzanti e gravidanza

- Prima dell'impianto (9° giorno): effetto del tipo tutto-o-nulla  
Morte dell'embrione o sopravvivenza senza danni
- Periodo della morfogenesi (9° giorno-3° mese): comparsa di malformazioni
- Fase fetale (>3° mese): danni cerebrali per dosi superiori a 100 mSv

Le indagini con radiazioni ionizzanti vanno effettuate entro 10 giorni dall'inizio delle mestruazioni (periodo di non fertilità: precauzione cautelativa).

## **Protezione particolare durante la gravidanza e l'allattamento**

DLgs 187/2000, art. 10

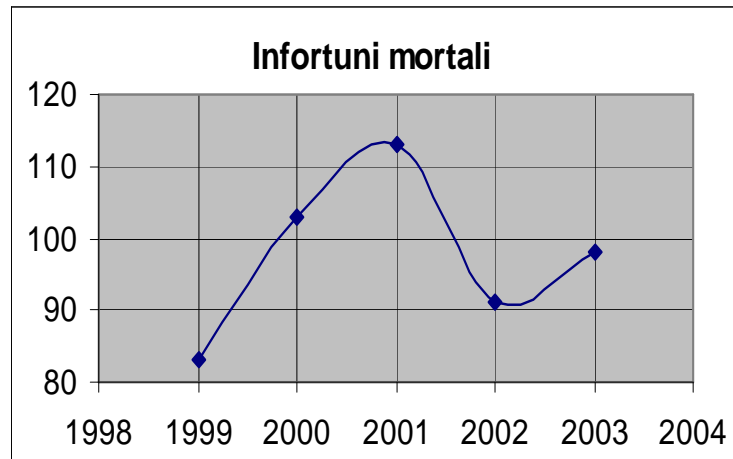
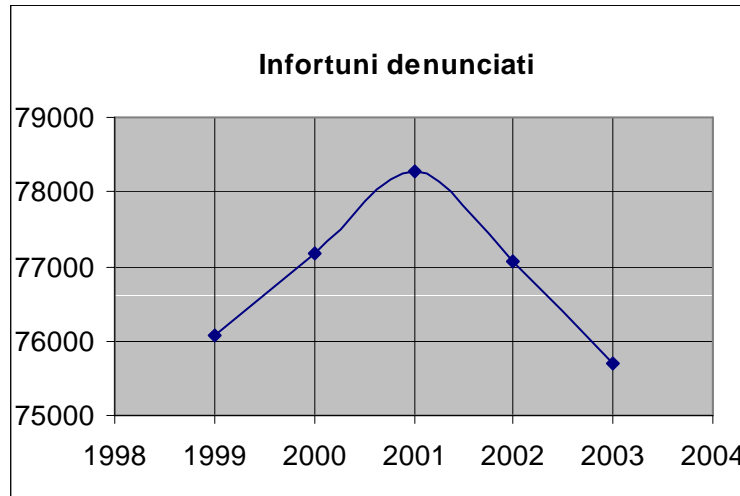
- Accertamento di uno stato gravidico o di allattamento al seno (Prescrivente e specialista)
- Possibilità di procrastinare la procedura se la dose efficace al feto supera 1 mSv (Fisico)
- Consenso informato (rischi/benefici)
- Eventuale sospensione dell'allattamento
- Materiale informativo sui rischi di danni da Radiazioni Ionizzanti per il feto e/o il bambino



## **Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241**

Attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

# Infortuni, allarme rosso



## Dati ISTAT 1996

|                      |      |
|----------------------|------|
| Mortalità per tumore | 28%  |
| Tumori professionali | 2-8% |

L'esposizione alle Radiazioni Ionizzanti  
non modifica l'incidenza di tumori.

# Azienda Ospedaliera Universitaria Senese

## Numero infortuni sul lavoro per agente

| AGENTE MATERIALE                                  | 1999        | 2000        | 2001        | TOTALI      |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| AGENTI CHIMICI                                    | 4           | 6           | 3           | 13          |
| AGHI, SIRINGHE, BISTURI, FORBICI                  | 11          | 24          | 21          | 56          |
| AGHI, SIRINGHE, BISTURI, FORBICI (Mat. Biologico) | 43          | 57          | 65          | 165         |
| ALTRO - NON DETERMINATO                           | 7           | 9           | 20          | 36          |
| AMBIENTE DI LAVORO                                | 21          | 32          | 25          | 78          |
| ATTREZZI E UTENSILI MANUALI                       | 6           | 6           | 13          | 25          |
| IMPIANTI DISTRIBUZIONE                            |             |             | 1           | 1           |
| INCIDENTE STRADALE                                | 1           | 3           |             | 4           |
| MACCHINE  | 9           | 3           | 4           | 16          |
| MATERIALE BIOLOGICO                               | 24          | 16          | 22          | 62          |
| MATERIALI, SOSTANZE                               | 6           | 12          | 10          | 28          |
| MEZZI DI SOLLEV. E TRASPORTO                      | 1           | 1           | 2           | 4           |
| MOVIMENTAZIONE MANUALE CARICHI                    | 14          | 14          | 15          | 43          |
| MOVIMENTAZIONE MANUALE PAZIENTI                   | 6           | 8           | 24          | 38          |
| PERSONE: Generico e Aggressioni                   | 3           | 3           | 5           | 11          |
| PROVETTA - CONTENITORE                            | 1           | 1           | 5           | 7           |
| PROVETTA - CONTENITORE (Mat. Biologico)           |             | 1           |             | 1           |
| SEDIA, ARREDO, SCALA PORTATILE                    | 9           | 6           | 15          | 30          |
| SERBATOI E CONTENITORI                            | 1           | 1           |             | 2           |
| <b>N° Infortuni sul lavoro</b>                    | <b>167</b>  | <b>203</b>  | <b>250</b>  | <b>620</b>  |
| <b>Giornate di assenza</b>                        | <b>2608</b> | <b>2642</b> | <b>3344</b> | <b>8594</b> |

Nelle attività lavorative con radiazioni ionizzanti in ambiente sanitario i danni sono di tipo stocastico, differiti nel tempo e non distinguibili da danni indotti da altri agenti fisici o chimici.

## **Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241**

Attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti

### **Attività che implicano l'uso di sorgenti radioattive non sigillate**

- Ambiente e popolazione in generale
- Persone che gravitano intorno a pazienti iniettati
- Lavoratori che operano con radiazioni ionizzanti in genere

### **Ottimizzazione delle attività lavorative**

**Specifici corsi di aggiornamento e formazione**

**Obblighi e sanzioni**

### Laboratorio per dosaggi Radioimmunometrici

**Classificazione:** - Rischio di irradiazione interna (contaminazione)  
- Quantità di radioattività manipolata giornalmente (annualmente)  
- Modalità operative

---

| Rischio<br>Attività/gg | Basso<br><3.7 MBq | Medio<br>3.7 MBq-3.7 GBq | Alto<br>>3.7 GBq |
|------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|
|------------------------|-------------------|--------------------------|------------------|

---

#### Esempi

|               |                         |
|---------------|-------------------------|
| Lab 1 (I-125) | 1.45 MBq (376 MBq/anno) |
| Lab 2 (P-32)  | 37 “ (370 “ )           |
| Lab 3 (I-125) | 0.86 “ (40 “ )          |

Ridurre di un fattore 10 per I-125 o I-131  
Moltiplicare per 100 per H3

#### Fattore di moltiplicazione per le varie procedure

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| Immagazzinamento         | 100.000 |
| Operazioni per via umida | 10.000  |
| Normali operazioni       | 1.000   |
| Operazioni complesse     | 0.100   |
| Operazioni per via secca | 0.010   |
| Operazioni polverose     | 0.001   |

#### Caratteristiche strutturali e mezzi di radioprotezione

- Ottemperare ai requisiti minimi previsti dalla normativa vigente sui presidi che erogano prestazioni di diagnostica di laboratorio.
- Autorizzazione alla apertura di un laboratori Ria
- Autorizzazione alla detenzione e manipolazione di sorgenti radioattive non sigillate e smaltimento dei rifiuti radioattivi (Disposizioni regionali in attuazione di leggi nazionali- Sindaco- Servizio di prevenzione ASL Organi di Vigilanza Organi di Sorveglianza)

Riduzione della contaminazione  
Misure corrette

## **Caratteristiche strutturali e mezzi di radioprotezione**

### **Riduzione della contaminazione Misure corrette**

- **Ambiente sufficientemente ampio da contenere materiale, strumentazione di lavoro e mezzi di radioprotezione. *Almeno 12 mq per operatore.***
  
- **Area di lavoro con radioisotopi separata dalle aree fredde**
- **Zona di decontaminazione (totale o delle mani Lavandino idoneo)**
- **Zona spogliatoio adiacente con cambio di biancheria**
- **Strumenti per la rilevazione della contaminazione di superficie**
  
- **Ambienti di manipolazione separati dagli ambienti di misura (fondo)**
  
- **Superfici di lavoro non porose e lavabili**
- **Superfici dei pavimenti lavabili e facilmente decontaminabili**
- **Ventilazione sufficiente: almeno 4-5 ricambi per ora del volume ambientale**
- **Cappa aspirante con filtri specialmente con radioisotopi volatili**
- **Schermi di protezione idonei per isotopi beta-emittenti e per isotopi gamma-emittenti**

### **Modalità operative e Protezione dei lavoratori**

**Aree di lavoro identificate con segnaletica ufficiale ben esposta**

**Modalità operative e Tecniche di lavoro programmate e ben capite dagli operatori**

**Norme di protezione e sicurezza ben esposte soprattutto i vista di situazioni di emergenza.**



### **Norme per il deposito e lo stoccaggio dei radioisotopi**

- **Il materiale radioattivo deve rimanere nel suo contenitore di trasporto finchè non giunge nell'area del laboratorio in cui deve essere impiegato**
- **La quantità totale di radioattività in deposito deve essere la minima indispensabile; le sorgenti non più utilizzabili vanno smaltite.**
- **Tutto il materiale radioattivo deve essere stoccato in un unico deposito esclusivo.**
- **Il deposito deve essere identificato con segnaletica ufficiale di pericolo da radiazioni, deve essere ben identificato il nome del responsabile ed i nomi di coloro che sono autorizzati all'accesso istruiti sulle procedure e sulle precauzioni da adottare.**
- **Il deposito deve essere progettato in modo da prevedere le schermature necessarie per limitare i livelli di irradiazione nelle aree adiacenti (inferiore a 100 micro-sv/hr) e di facilitare il controllo della contaminazione.**
- **Il deposito deve essere mantenuto in ordine e deve essere corredato di un registro di carico e scarico a cura del responsabile.**
- **Le sorgenti in deposito devono avere etichette chiare per l'identificazione del radionuclide, della sua forma chimica e dell'attività.**
- **I contenitori delle sorgenti radioattive devono essere chiusi a tenuta, ma facilmente apribili; le soluzioni instabili devono essere conservate in contenitori con sfiato e mantenute sotto cappa.**
- **I contenitori di sostanze radioattive devono essere contenute in un vassoio (plastica o acciaio inossidabile) possibilmente raggruppati per radioisotopo.**
- **I contenitori di radioisotopi gamma emittenti (Iodio-125) devono essere sufficientemente schermati in modo che il rateo di dose non superi i 100 micro-sv/hr a 5 cm.**
- **I contenitori di radioisotopi beta emittenti devono avere uno spessore maggiore del range massimo delle particelle beta. Se l'energia delle particelle beta è superiore ad 1 MeV occorre uno schermo di piombo per le radiazioni X da frenamento.**
- **Nel caso di sostanze radioattive conservate a basse temperature occorre disporre di un frigorifero esclusivo antideflagrante (conservazione di materiale volatile) con termometro esterno e ben segnalato con segnaletica ufficiale di pericolo da radiazioni.**

## Gestione dei rifiuti radioattivi

### Norme per lo smaltimento dei rifiuti solidi e liquidi radioattivi

**Scopo:** *evitare un equivalente di dose ai lavoratori ed al pubblico superiore a quelli imposti dalla normativa vigente in tema di radioprotezione. Tenere presente il problema dei rifiuti biologici.*

- **Eliminare i rifiuti radioattivi nel rispetto della normativa vigente.**
- **Immagazzinare i rifiuti in condizioni di sicurezza finchè la loro attività non abbia raggiunto i limiti previsti per lo smaltimento (predisporre un locale adatto; **attività lavorative ottimizzate a ridurre il volume dei rifiuti**).**

### Rifiuti liquidi

**Secondo il volume di attività predisporre vasche di diluizione e/o decadimento oppure taniche ermeticamente chiuse ed etichettate opportunamente (data, isotopo, attività).**

**Attenzione allo smaltimento del liquido scintillante (toluene, diossano etc).**

### Rifiuti solidi

**Materiale di uso corrente: puntali, provette, guanti, carta, flaconi contenitori. Vanno raccolti in idonei contenitori nel più piccolo volume possibile ed opportunamente etichettati (data, isotopo, attività).**

### Rifiuti gassosi

**Sono rappresentati dai filtri contenuti nelle cappe di aspirazione e trattati come rifiuti solidi.**

## **Rischi da irradiazione e contaminazione**

### **REGOLAMENTO INTERNO**

#### **MODALITA' OPERATIVE PER LAVORO CON RADIOISOTOPI CON PARTICOLARE RIGUARDO ALLE NORME DI RADIOPROTEZIONE**

- 1 - E' fatto divieto introdurre nel laboratorio effetti personali e mangiare, bere, fumare nel corso delle manipolazioni.
- 2 - Indossare indumenti protettivi ed usare guanti monouso, facendo attenzione a non contaminare la parte interna quando vengono sfilati dalle mani.
- 3 - Svolgere tutte le operazioni di manipolazione su vassoi che permettano il contenimento dei liquidi in caso di versamento. I vassoi e tutte le altre superfici di lavoro dovranno essere di materiale lavabile, non attaccabile dagli acidi e preventivamente ricoperte con fogli di politene e carta bibula.
- 4 - E' assolutamente proibito pipettare con la bocca: utilizzare esclusivamente micropipette automatiche.
- 5 - Conservare i prodotti radioattivi in apposito frigorifero od altro deposito.
- 6 - Raccogliere i rifiuti solidi e liquidi prodotti nelle manipolazioni rispettivamente in sacchi di politene e contenitori a tenuta.
- 7 - Contrassegnare in modo ben evidente la vetreria e tutto ciò che è destinato all'uso con sostanze radioattive.
- 8 - Evitare di toccare con guanti o mani contaminate qualunque cosa estranea alle manipolazioni.
- 9 - In caso di contaminazione delle mani, lavarsi accuratamente e, se necessario, utilizzare uno spazzolino con setole morbide.
- 10 - Qualora si abbiano ferite od abrasioni sulle mani, consultare il medico autorizzato prima di effettuare lavori con sostanze radioattive.
- 11 - In caso di contaminazione ambientale:
  - a) asciugare le superfici con materiale assorbente quali carta bibula, Kleenex o simili, cotone ecc., trattando il materiale di risulta come contaminato;
  - b) lavare accuratamente la parte interessata, curando di non trasferire l'eventuale contaminazione residua ad altre zone;
  - c) avvertire la U.O. di Fisica Sanitaria.
- 12 - Nei casi più gravi, impedire l'accesso al laboratorio ed avvisare immediatamente la U.O. Fisica Sanitaria.

L'Esperto Qualificato

Il Responsabile del Laboratorio

# Pazienti come sorgenti di Radiazioni Ionizzanti

Esami scintigrafici  
Terapia radiometabolica

## Persone coinvolte

Familiari  
Personale sanitario  
Colleghi di lavoro  
Vicini di casa

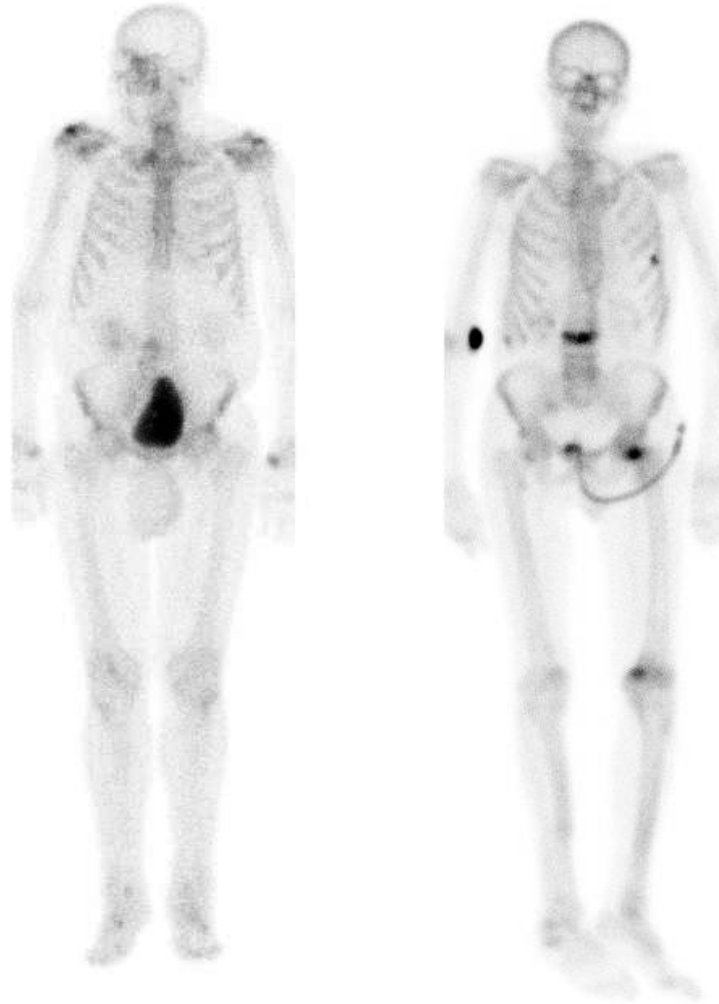
**Dose Efficace < 0,3 mSv**

Pazienti come sorgenti di radiazioni ionizzanti  
 Dosi coinvolte ( $\mu\text{Sv}$ ): scenario

|                   | MBq  | Att | T  | dose    |
|-------------------|------|-----|----|---------|
| WBS Ga-67         | 185  | 48  | 25 | 0,2±0,1 |
| WBS I-131 (1)     | 111  | 24  | 25 | 0,2±0,1 |
| WBS I-131 (2)     | 5550 | 96  | 25 | 0,2±0,1 |
| Tiroide Tc99m     | 111  | 0,5 | 10 | 0,2±0,1 |
| WBS MDP-Tc99m     | 740  | 3   | 20 | 0,3±0,2 |
| Rene MAG3-Tc99m   | 111  | 0   | 30 | 0,3±0,3 |
| Polmone MAA-Tc99m | 185  | 0   | 30 | 0,4±0,3 |
| RBC-Tc99m         | 740  | 0,5 | 30 | 1,0±0,5 |
| Sestamibi-Tc99m   | 740  | 0,5 | 30 | 1,7±1,0 |

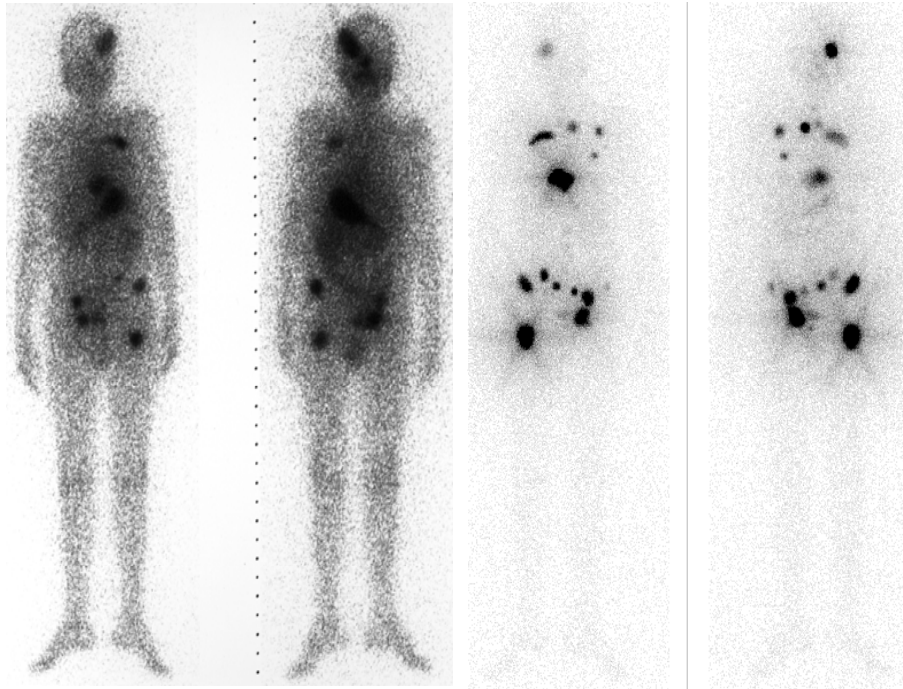
Eur J Nucl Med 1997;24:138-1389  
 Dosi alle estremità dei TSRM

## Preparazione del paziente



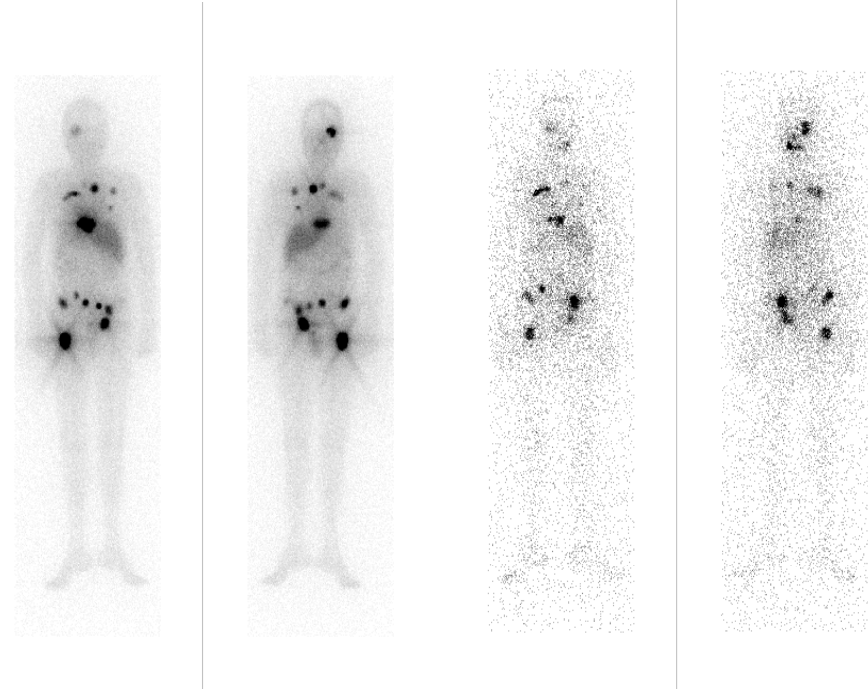
## Diagnostic Wholebody Scans

## Posttherapy Scans



**11/96**  
**without rhTSH**

**03/97**  
**with rhTSH**



**04/97**  
**with rhTSH**  
**Tg: 354ng/ml**

**03/98**  
**with rhTSH**  
**Tg: 56ng/ml**

Rateo di dose da pazienti che hanno assunto  
5550 MBq (150 mCi) di I-131  
per la terapia del carcinoma tiroideo

| giorni | $\mu\text{Sv/h}$ 1m |
|--------|---------------------|
| 0      | $255 \pm 78$        |
| 1      | $105 \pm 111$       |
| 2      | $39 \pm 33$         |
| 3      | $17 \pm 11$         |
| 4      | $11 \pm 6$          |

**Ricovero protetto**

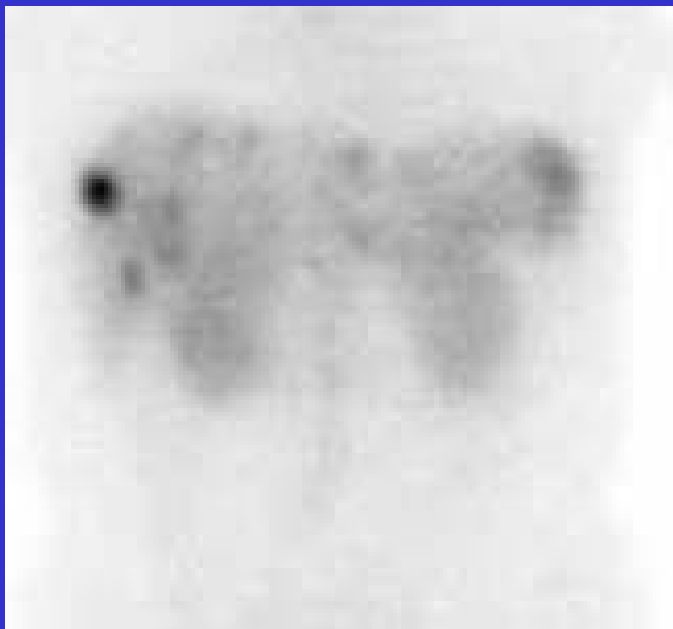
Eur J Nucl Med 1997;24:138-1389

**Dose Efficace < 0,3 mSv**



Metastasi epatiche da carcinoide: OCT-In111

Terapia con DOTATOC-Yt-90

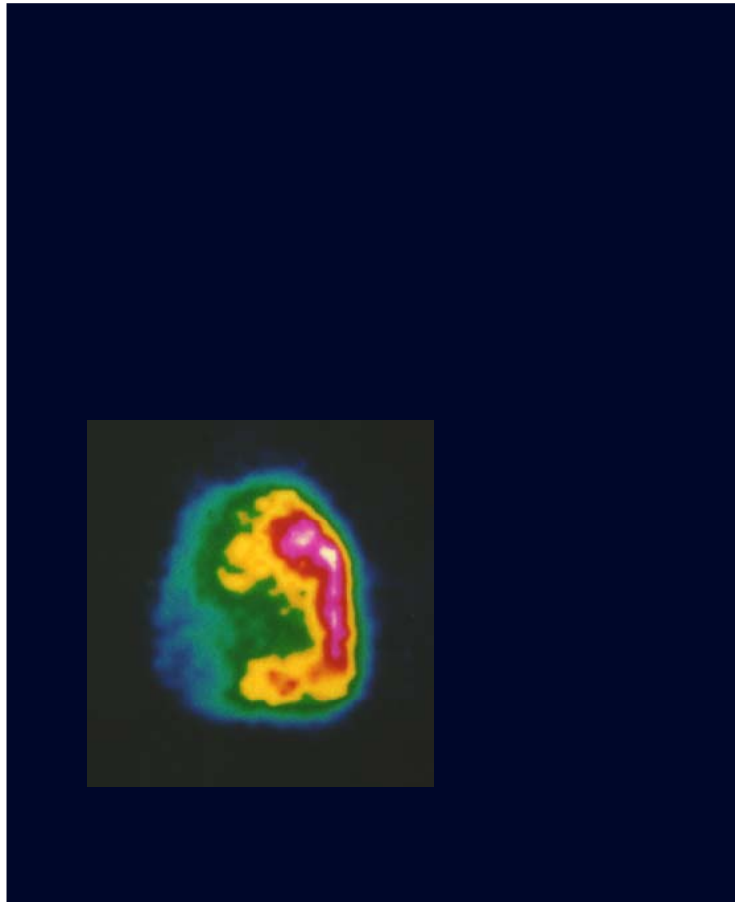


Basale

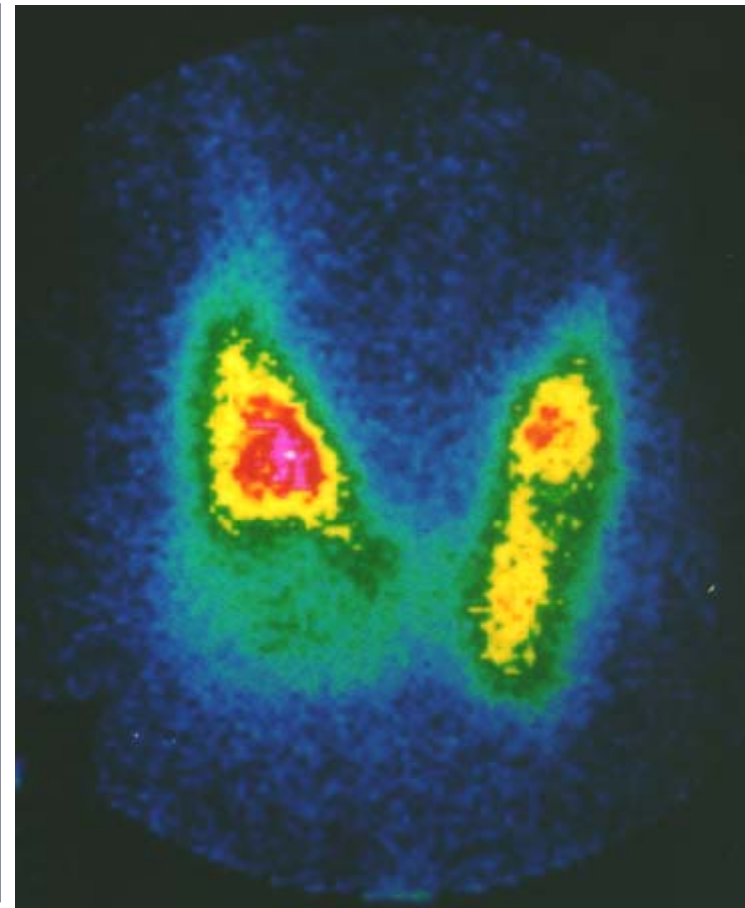


Dopo

Gozzo nodulare iperfunzionante  
Iodio-131 10 mCi



**Prima**



**Dopo**

Rateo di dose da pazienti che hanno assunto  
600 MBq (15 mCi) di I-131  
per la terapia dell'ipertiroidismo

| distanza cm | $\mu\text{Sv/h/MBq}$ |
|-------------|----------------------|
| 0           | 0,200                |
| 100         | 0,064                |

Terapia domiciliare  
Consenso informato

(Pedroli)

### Terapia dell'ipertiroidismo con Radioiodio (I-131): consenso informato

Egregio/a Signore/a

Il suo medico di fiducia le ha prescritto un trattamento con radioiodio (I-131), per controllare il quadro di ipertiroidismo di cui lei è affetto/a, essendosi resa inefficace la terapia medica e non attuabile la terapia chirurgica.

La dose sarà assunta per via orale a digiuno, che dovrà essere mantenuto per una ora dopo la somministrazione.

Riteniamo, opportuno informarla che tale trattamento può provocare alcuni effetti collaterali e che nei giorni successivi dovrà osservare alcune precauzioni.

#### **Effetti collaterali:**

Nei giorni immediatamente seguenti potrà notare una dolenzia alla tiroide o alle ghiandole salivari, facilmente controllabile con antiinfiammatori ed aumentando la salivazione (suggeriamo di tenere in bocca una caramella).

E' possibile nei pazienti con esoftalmo un peggioramento di quest'ultimo per il quale si consiglia trattamento con cortisone sotto controllo medico.

E' inoltre possibile dopo i primi giorni dalla somministrazione del radioiodio una recrudescenza dell'ipertiroidismo da trattare sotto sorveglianza medica.

Essendo probabile l'insorgenza di un ipotiroidismo, è opportuno che si sottoponga periodicamente a controlli clinico-laboratoristici, allo scopo di instaurare un trattamento sostitutivo tempestivo ed idoneo, che, peraltro, è molto ben tollerato.

#### **Prescrizione:**

Avendo assunto una dose radioattiva terapeutica, lei diventa una sorgente di radiazioni, per cui occorre evitare una sua inutile sovraesposizione e la esposizione delle persone che la circondano. A tale scopo le prescriviamo di:

1. Bere molti liquidi ed urinare frequentemente stando seduto/a sul water, in modo da eliminare il radioiodio non captato dalla tiroide.
2. Per due settimane non prolungare (oltre 1 ora) i contatti ravvicinati (<1,5m) con altre persone, specialmente bambini e donne in gravidanza; dorma da solo/a.
3. Non vi sono controindicazioni per future maternità o paternità, ma le suggeriamo di lasciare trascorrere almeno 8 mesi prima di un eventuale concepimento.

#### **Preparazione**

Per evitare di scatenare una crisi tireotossica, Lei dovrà assumere farmaci tireostatici per 7gg e sospenderli 3 giorni prima del trattamento con radioiodio.

Evitare di assumere iodio con alimenti o farmaci per almeno 2 mesi prima del trattamento con radioiodio.

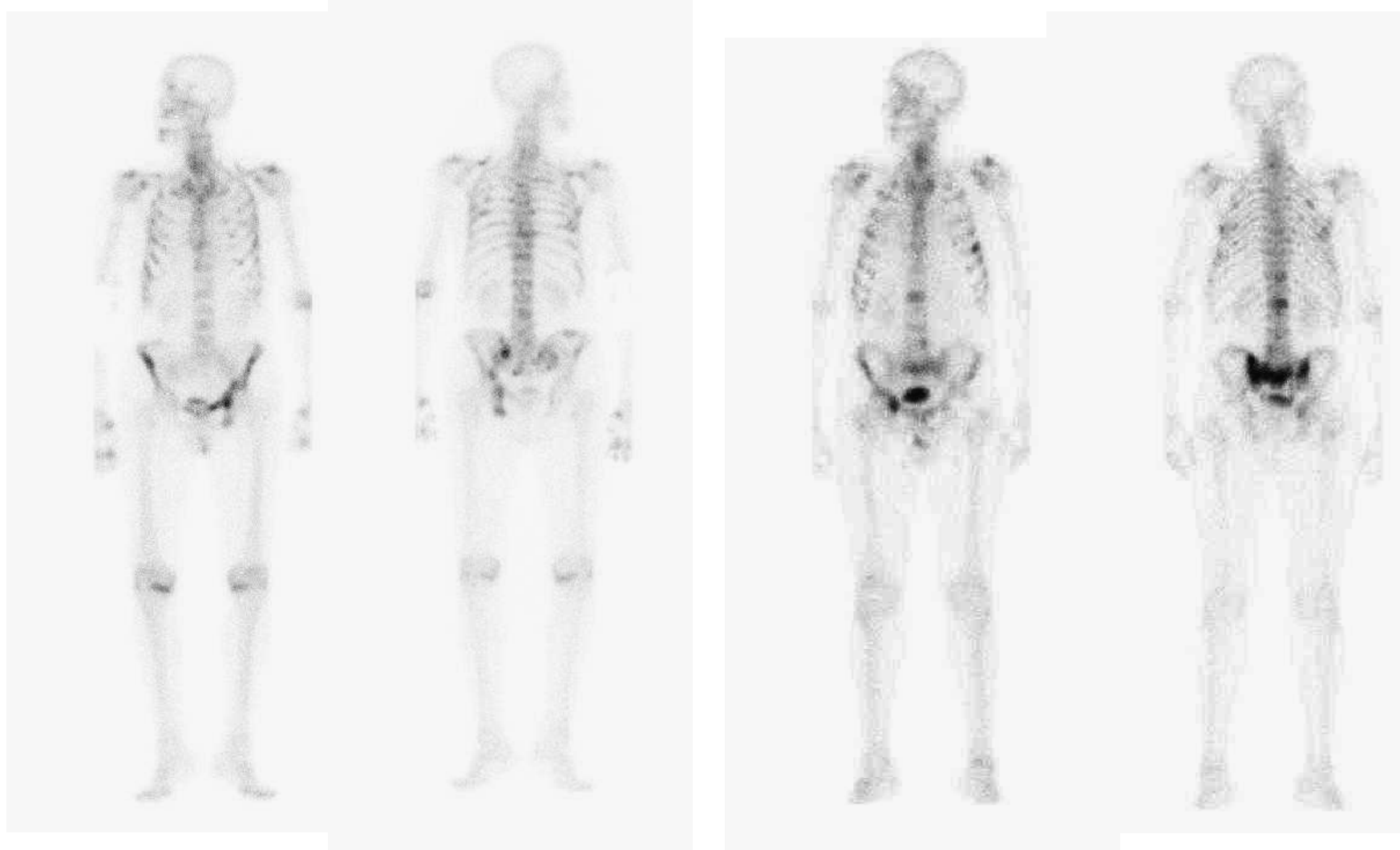
Il paziente \_\_\_\_\_

Il Medico proponente \_\_\_\_\_

Il Medico Nucleare \_\_\_\_\_

Dose di Iodio-131 \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

## Metastasi da carcinoma della prostata



Terapia palliativa del dolore da metastasi ossee  
Dose erogata da pazienti iniettati mSv/h/MBq

|                   | 0 cm  | 100 cm   |
|-------------------|-------|----------|
| Difosfonato Tc99m | 0,077 | 0,000022 |
| Difosfonato Sm153 | 0,048 | 0,000015 |
| Difosfonato Re186 | 0,013 | 0,000004 |
| Sr 89             | 0,010 | 0,000029 |

Terapia domiciliare  
Consenso informato  
Informativa ai parenti

## TERAPIA PALLIATIVA DEL DOLORE DA METASTASI OSSEE CON METASTRON

( STRONZIO - 89 )

Egregio Sig. \_\_\_\_\_,

Le è stato prescritto un trattamento radiometabolico per la terapia del dolore osseo da metastasi da Lei riferito. Una singola iniezione del radiofarmaco è in grado di ridurre il dolore nel 60-80 % dei casi. Tuttavia un piccolo numero di pazienti ha riferito un aumento transitorio del dolore osseo . Generalmente tale dolore , di moderata intensità, si può manifestare entro 21 giorni dall'iniezione e durare 2-5 giorni, sebbene dopo la seconda settimana la probabilità sia bassa.

Effetti collaterali possono essere astenia , nausea, vomito. E' possibile che il numero dei leucociti e delle piastrine possano decrescere del 30-70% dei valori basali e ciò può portare rispettivamente ad infezioni o emorragie. Raramente si sono verificate compressioni midollari , coagulazione intravasale disseminata, incidenti cerebrovascolari e morte in possibile relazione con l'evoluzione della malattia dei pazienti. Quando sono presenti metastasi della colonna vertebrale cervico-dorsale non può essere escluso un aumento del rischio di compressione del midollo spinale. Il trattamento chemioterapico e/o radioterapico deve essere terminato da almeno 6 settimane prima della somministrazione del Metastron . Devono passare 3 mesi dal trattamento radioterapico all'emicorpo. Dopo la somministrazione del Metastron devono intercorrere 6 settimane prima di successivi trattamenti chemioterapici e/o radioterapici; inoltre il paziente non può ricevere un trattamento radioterapico all'emicorpo entro 2 mesi.

Nonostante sia un farmaco radioattivo non è necessario evitare contatti ravvicinati con altre persone.

Si raccomanda, però, che per i primi 10 giorni dopo la somministrazione del radiofarmaco Lei prenda alcune precauzioni di buon senso relativamente all'igiene personale:

-Bere molti liquidi ed urinare frequentemente.

-urinare in posizione seduta;

-risciacquare il WC per almeno due volte consecutive;

-asciugare qualsiasi goccia di urina fuoriuscita da WC con un fazzoletto di carta e gettarlo nel WC;

-biancheria o abiti che si macchino di urina devono essere lavati immediatamente e a fondo separatamente da altri capi.

Il paziente dovrà far pervenire presso U.O di Medicina Nucleare , anche via FAX , esame emocrocitometrico effettuato dopo 1 e 2 settimane dalla somministrazione del radiofarmaco e in seguito dopo ogni 3 settimane per un totale di 12 settimane.

Dose somministrata : Metastron \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Paziente \_\_\_\_\_ Medico Nucleare \_\_\_\_\_

## TERAPIA PALLIATIVA DEL DOLORE DA METASTASI OSSEE CON QUADRAMET

( SAMARIO-153 EDTM )

Egregio Sig. \_\_\_\_\_,

Le è stato prescritto un trattamento radiometabolico per la terapia del dolore osseo da metastasi da Lei riferito. Una singola iniezione del radiofarmaco è in grado di ridurre il dolore nel 60-80 % dei casi. I pazienti che rispondono favorevolmente al farmaco avvertono generalmente un'attenuazione del dolore entro 1-3 settimane dall'iniezione del trattamento. Il sollievo del dolore può durare per un periodo che va da 4 settimane fino a 4 mesi. Tuttavia un piccolo numero di pazienti ha riferito un aumento transitorio del dolore osseo. Generalmente tale dolore, di moderata intensità, si può manifestare entro 21 giorni dall'iniezione e durare 2-5 giorni, sebbene dopo la seconda settimana la probabilità sia bassa.

Effetti collaterali possono essere astenia, nausea, vomito. E' possibile che il numero dei leucociti e delle piastrine possano decrescere del 30-70% dei valori basali e ciò può portare rispettivamente ad infezioni o emorragie. Raramente si sono verificate compressioni midollari, coagulazione intravasale disseminata, incidenti cerebrovascolari e morte in possibile relazione con l'evoluzione della malattia dei pazienti. Quando sono presenti metastasi della colonna vertebrale cervico-dorsale non può essere escluso un aumento del rischio di compressione del midollo spinale. Il trattamento chemioterapico e/o radioterapico deve essere terminato da almeno 6 settimane prima della somministrazione del Quadramet. Devono passare 3 mesi dal trattamento radioterapico all'emicorpo. Dopo la somministrazione del Quadramet devono intercorrere 6 settimane prima di successivi trattamenti chemioterapici e/o radioterapici; inoltre il paziente non può ricevere un trattamento radioterapico all'emicorpo entro 2 mesi.

Essendo un farmaco radioattivo gamma emittente è necessario evitare contatti ravvicinati con altre persone, specialmente bambini e donne gravide, per almeno 1 settimana. Dopo la somministrazione del radiofarmaco il paziente dovrà sostare in Medicina Nucleare per almeno 4 ore, bere 1 litro e ½ d'acqua ed effettuare la prima urina negli appositi bagni.

Si raccomanda inoltre che per i primi 10 giorni dopo la somministrazione del radiofarmaco il paziente prenda alcune precauzioni di buon senso relativamente all'igiene personale:

-Bere molti liquidi ed urinare frequentemente.

-urinare in posizione seduta;

-risciacquare il WC per almeno due volte consecutive;

-asciugare qualsiasi goccia di urina fuoriuscita da WC con un fazzoletto di carta e gettarlo nel WC;

-biancheria o abiti che si macchiano di urina devono essere lavati immediatamente e a fondo separatamente da altri capi.

Il paziente dovrà far pervenire presso U.O di Medicina Nucleare, anche via FAX, esame emocrocitometrico effettuato dopo 1 e 2 settimane dalla somministrazione del radiofarmaco e in seguito dopo ogni 3 settimane per un totale di 12 settimane.

Dose somministrata :Quadramet \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Paziente \_\_\_\_\_ Medico Nucleare \_\_\_\_\_



## Consigli pratici per ridurre l'esposizione

- Evitare la contaminazione con materiale biologico
- Ridurre all'essenziale le occasioni di contatti ad una distanza inferiore a 2 metri.

**Distanza e Tempo: fattori critici**

Lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti  
per motivi professionali

Programma di radioprotezione

Sorveglianza fisica  
Sorveglianza medica

Obblighi del datore di lavoro  
Obblighi dei lavoratori

Sanzioni

## **Lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti per motivi professionali**

### **Programma di radioprotezione**

**Sorveglianza fisica:**

**Classificazione delle aree lavorative:** zona sorvegliata  $<6$  mSv  
zona controllata  $>6$  mSv

**Classificazione dei lavoratori:** non esposti  $<1$  mSv  
(Mansioni specifiche) esposti gruppo B 1-6 mSv  
gruppo A  $>6$  mSv

**Istituzione della scheda dosimetrica**

**Dosimetria fisica personale (dosimetri ad anello) od ambientale o stimata sulle attività coinvolte**

# Lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti per motivi professionali

## Programma di radioprotezione

Sorveglianza medica:

### Istituzione del documento sanitario personale (DOSP)

Visite mediche

|               |  |
|---------------|--|
| Preventiva    | stato di salute generale e psicofisica (attitudinale)<br>Fattori di rischio suscettibili alle RI (Tumori!!!!)<br>Fattori di rischio generici |
| Periodica     | verifica di eventuali modificazioni dello stato di salute  |
| Eccezionale   | superamento di dosi (20 mSv) o lesioni (esposizioni) acute   |
| Straordinaria | modifica delle mansioni o dello stato di salute (gravidanza)   |
| Conclusiva    | cessazione dell'attività con RI in costanza del rapporto di lavoro<br>cessazione del rapporto di lavoro                                      |

Giudizio di idoneità idoneo  
non idoneo  
idoneo a determinate condizioni

*Criteria di idoneità suggerite dalla legge per mansioni specifiche e contestabili (ricorso)*

Dosimetria biologica

1. Segni clinici: prodromi, lesioni cutanee e/o al cristallino
2. Segni citologici: linfopenia con ipergranulocitosi in fase acuta, leucopenia con piastrinopenia in fase cronica
3. Segni citogenetici: aberrazioni cromosomiche, micronuclei
4. Segni biochimici: incremento dell'amilasemia
5. Segni immunologici: alterazione della funzione linfocitaria

## Obblighi del datore di lavoro art 61.3.e del DLgs 230/95

... rendere edotti i lavoratori, nell'ambito di un programma di formazione finalizzato alla radioprotezione, in relazione alle mansioni cui essi sono addetti, dei rischi specifici cui sono esposti, delle norme di radioprotezione sanitaria, delle conseguenze derivanti dalla mancata osservanza delle prescrizioni mediche, delle modalità di esecuzione del lavoro e delle norme interne di cui alla lettera c .....

## DLgs 230/95 integrato

### Art. 68 - Obblighi dei lavoratori

1. I lavoratori devono:

- a) osservare le disposizioni impartite dal datore di lavoro o dai suoi incaricati, ai fini della protezione individuale e collettiva e della sicurezza, a seconda delle mansioni alle quali sono addetti;
- b) usare secondo le specifiche istruzioni i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica predisposti o forniti dal datore di lavoro;
- c) segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto le deficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza, di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza;
- d) non rimuovere né modificare, senza averne ottenuto l'autorizzazione, i dispositivi, e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione;
- e) non compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza;
- f) sottoporsi alla sorveglianza medica ai sensi del presente decreto.

2. I lavoratori che svolgono, per più datori di lavoro, attività che li espongano al rischio da radiazioni ionizzanti, devono rendere edotto ciascun datore di lavoro delle attività svolte presso gli altri, ai fini di quanto previsto al precedente art. 66. Analoga dichiarazione deve essere resa per eventuali attività pregresse. I lavoratori esterni sono tenuti ad esibire il libretto personale di radioprotezione all'esercente le zone controllate prima di effettuare le prestazioni per le quali sono stati chiamati.

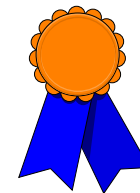
### **"Art. 68 bis-Scambio di informazioni**

**1. Su motivata richiesta di autorità competenti anche di altri paesi appartenenti all'Unione Europea o di soggetti, anche di detti paesi, che siano titolari di incarichi di sorveglianza fisica o medica della radioprotezione del lavoratore, il lavoratore trasmette alle autorità o ai soggetti predetti le informazioni relative alle dosi ricevute. La richiesta delle autorità o dei soggetti di cui sopra deve essere motivata dalla necessità di effettuare le visite mediche prima dell'assunzione oppure di esprimere giudizi in ordine all'idoneità a svolgere mansioni che comportino la classificazione del lavoratore in categoria A oppure, comunque, di tenere sotto controllo l'ulteriore esposizione del lavoratore.**

## DLgs 241/2000

### Art. 69 - Disposizioni particolari per le lavoratrici

1. Ferma restando l'applicazione delle norme speciali concernenti la tutela delle lavoratrici madri, le donne gestanti non possono svolgere attività che le espongono **in zone classificate o, comunque, ad attività che potrebbero esporre il nascituro ad una dose che ecceda un millisievert durante il periodo della gravidanza.**
2. E' fatto obbligo alle lavoratrici di notificare al datore di lavoro il proprio stato di gestazione, non appena accertato.
3. E' altresì vietato adibire le donne che allattano ad attività comportanti un rischio di contaminazione.



fine