S.O.D. Fisica Sanitaria
Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi

La Fisica in ambito sanitario ospedaliero

Simone Busoni

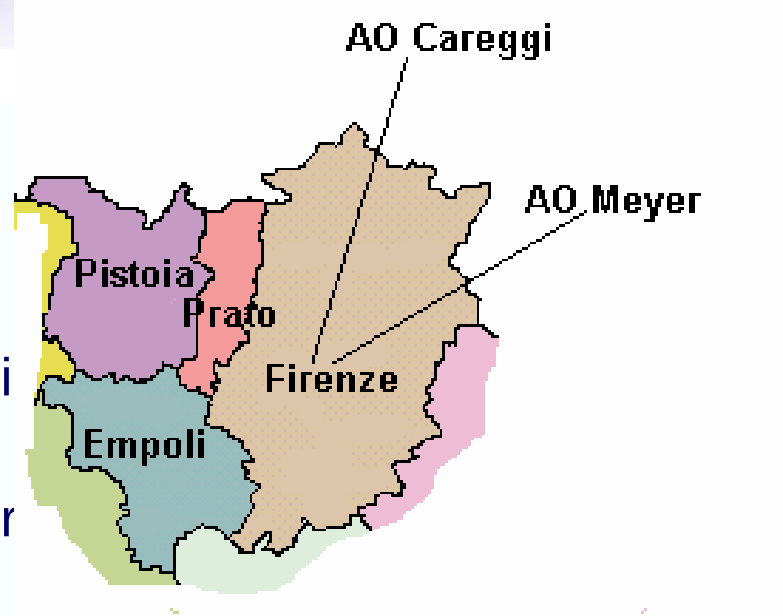
busonis@aou-careggi.toscana.it

Le competenze di Fisica Sanitaria

Si esplicano nelle seguenti attività sanitarie:

- Impiego diagnostico e terapeutico delle Radiazioni Ionizzanti e delle Radiazioni non Ionizzanti
- Analisi, valutazione e gestione dei fattori di rischio da agenti fisici (in particolare nell'impiego delle radiazioni ionizzanti in campo medico) per il paziente, il personale dipendente e l'ambiente.
- Monitoraggio della qualità delle tecnologie installate per la diagnostica per immagini
- Attività di aggiornamento e formazione per il personale dipendente nelle materie di competenza

Fisica Sanitaria



- Attivita' di Fisica Sanitaria
  - Radioprotezione da R.I.
  - Controlli di qualita' su apparecchi
  - Dosimetria
  - Collaborazione alla gestione infor
  - Formazione personale
  - Docenze universitarie e Tutoraggio
  - Ricerca
  - Controlli di qualita' e sicurezza N.I.R. (laser)
  - .....
  - Stesura capitolati
  - Gestione di tutte le attivita' che coinvolgono le R.I.
  - Portavoce di cultura scientifica in ambito ospedaliero

Fisica Sanitaria

- L'attivita' professionale del Fisico Sanitario
  - Esperto in Fisica Medica (ex D.Lgs 187/2000)
  - Esperto Qualificato (ex D.Lgs 230/95)
  - Responsabile impianti RM (ex D.M. 2 Agosto 1991)

- Percorso formativo
  - Laurea
  - Scuola di specializzazione in Fisica Sanitaria

Esperto in Fisica Medica

Ruolo professionale:

Dirigente Fisico Sanitario.

Finalità del ruolo (Art. 2 lettera i D.Lgs. 187/00):

un individuo esperto nella Fisica o nella tecnologia delle radiazioni applicata alle esposizioni di pazienti e/o di volontari (vedi campo di applicazione del D.Lgs. 187/00) che agisce o consiglia sulla dosimetria dei pazienti, sullo sviluppo e l'impiego di tecniche e attrezzature complesse, sull'ottimizzazione, sulla garanzia di qualità, compreso il controllo della qualità, e su altri problemi riguardanti la radioprotezione relativa alle esposizioni del paziente o di volontari.

L’Esperto in Fisica Medica

Ogni struttura sanitaria ove vengono impiegate apparecchiature radiogene ha l’obbligo di nominare un Esperto in Fisica Medica che ha i seguenti compiti:

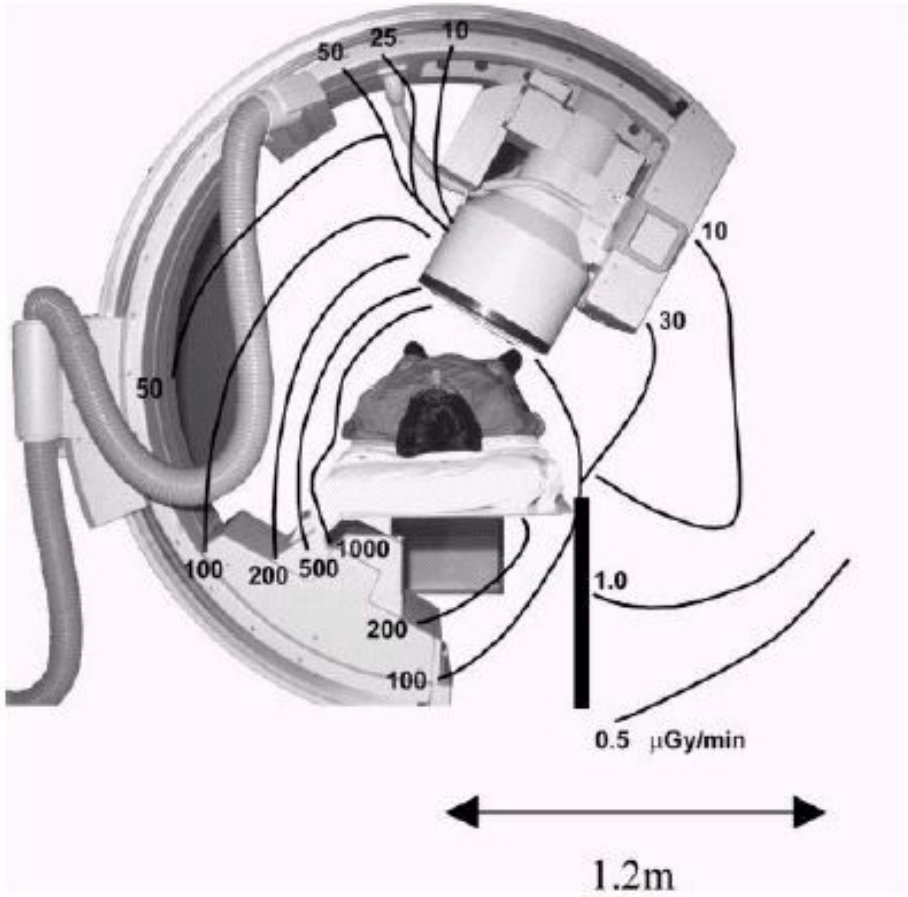
- affianca il responsabile dell’impianto radiologico in ordine alla predisposizione di *programmi di garanzia e controllo della qualità*; in particolare è fondamentale che il responsabile dell’impianto radiologico, con la necessaria collaborazione dell’esperto in fisica medica, allestisca un manuale di qualità dell’Unità Operativa che riguardi l’intero processo diagnostico. Una sezione del manuale verrà redatta dall’Esperto in Fisica Medica e riguarderà la documentazione di riferimento sul programma di controllo di qualità che contiene le modalità di prova con riferimento alla specifica situazione operativa ed alla strumentazione in dotazione con indicazione delle responsabilità e dei compiti degli operatori.
- Effettua *le prove di accettazione* prima dell’entrata in uso delle apparecchiature radiologiche e le prove di stato al fine della verifica del corretto funzionamento delle stesse.
- Effettua *le prove di costanza* e definisce con il responsabile dell’impianto radiologico il protocollo da utilizzarsi.
- *Verifica gli LDR (livelli di dose di riferimento).*
- Affianca il responsabile dell’impianto radiologico nella predisposizione di programmi di *valutazione della dose* o dell’attività somministrata.
- Effettua *le valutazioni dosimetriche nelle attività che comportano esposizioni a bambini, programmi di screening e alte dosi al paziente*.
- Valuta *le dosi all’embrione o al feto*.

Esperto Qualificato

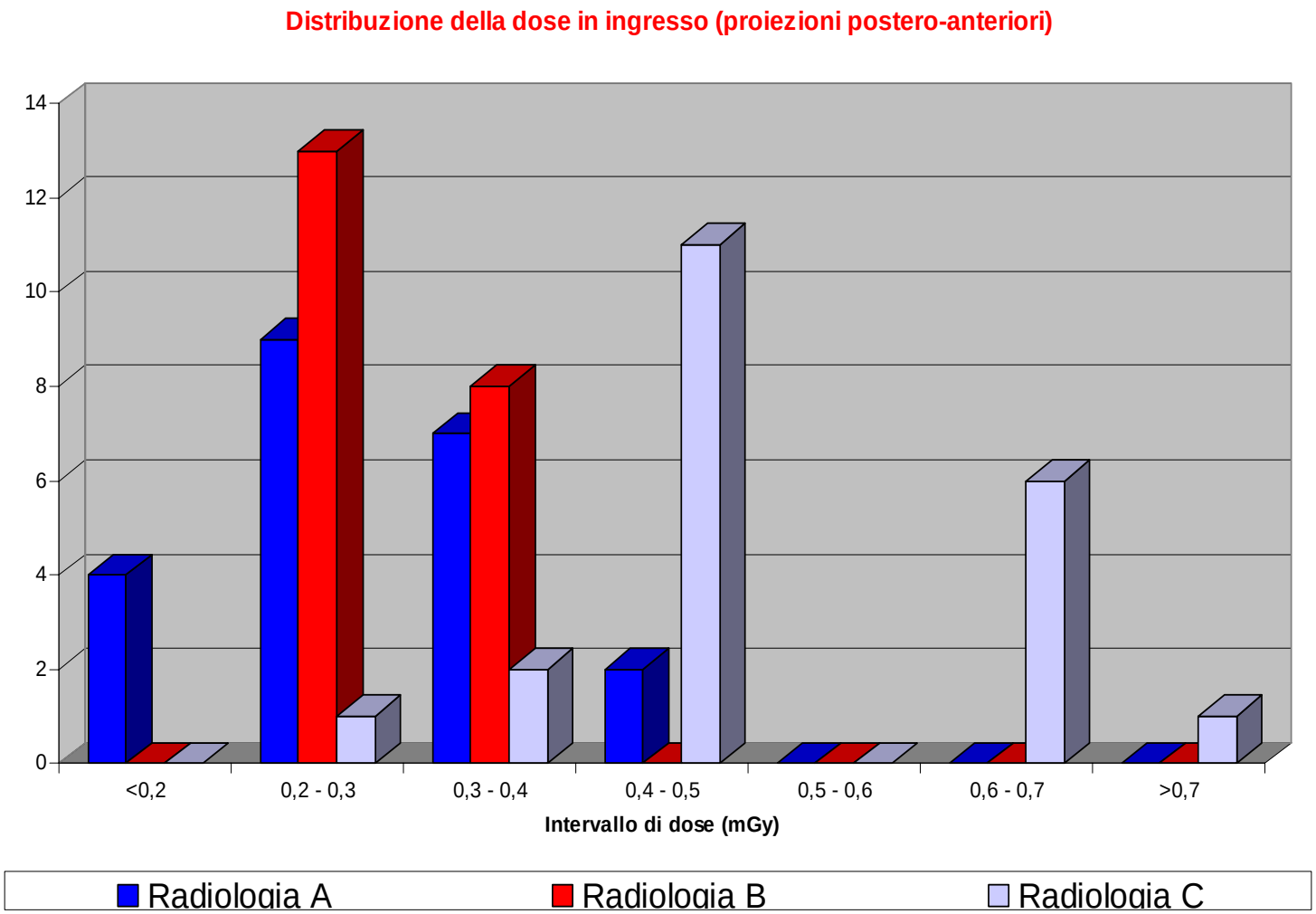
In base a quanto stabilito all'art. 79 dal D.Lgs. 230/95 i compiti dell'Esperto qualificato sono:

- Progettazione delle barriere protettive
- Classificazione degli ambienti di lavoro
- Valutazione della dose individuale dei lavoratori esposti e dei gruppi particolari della popolazione
- Esame dell'idoneità delle attrezzature di protezione utilizzate
- Esame delle caratteristiche tecniche delle apparecchiature a raggi X
- Verifica dell'efficacia dei dispositivi e delle tecniche di radioprotezione
- Sorveglianza ambientale di radioprotezione
- Relazione sulla sicurezza dei lavoratori in base a quanto stabilito dal D.Lgs 626/95

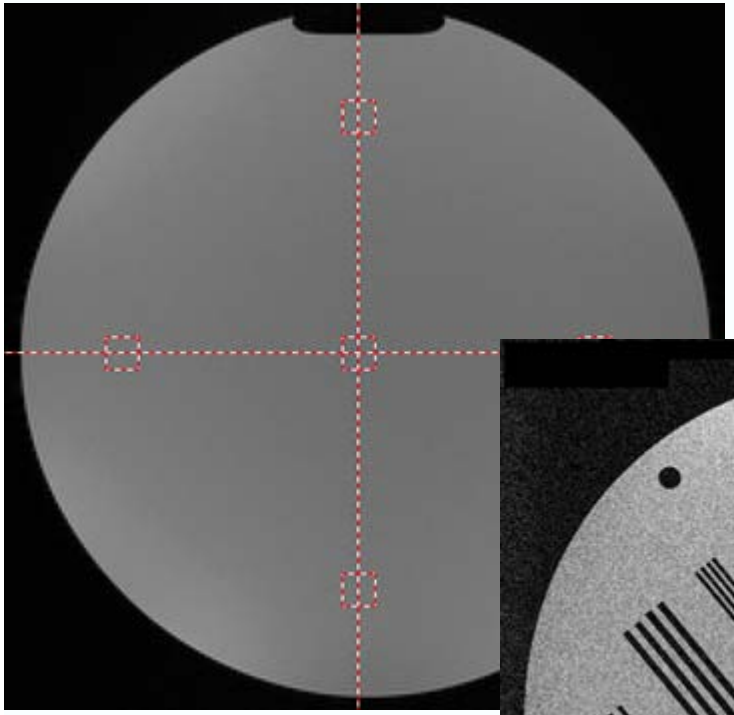
Radioprotezione

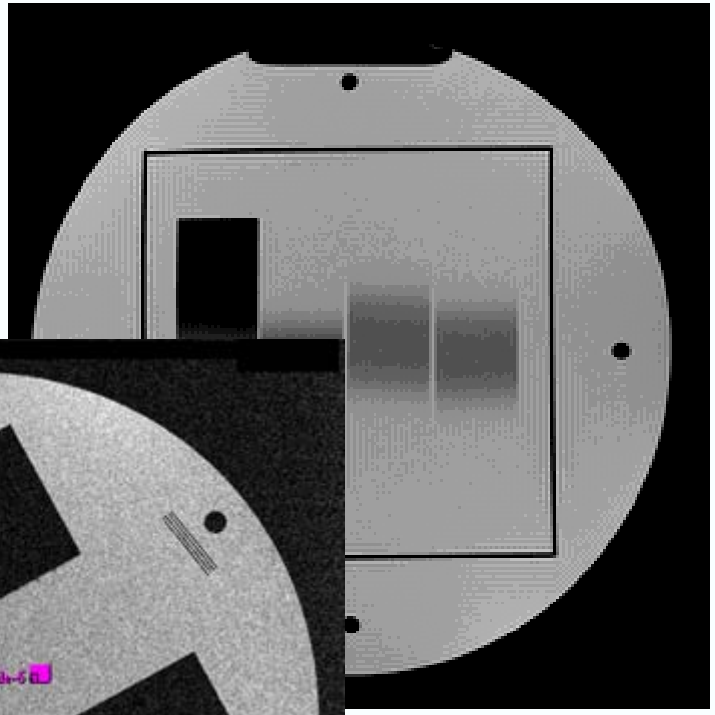


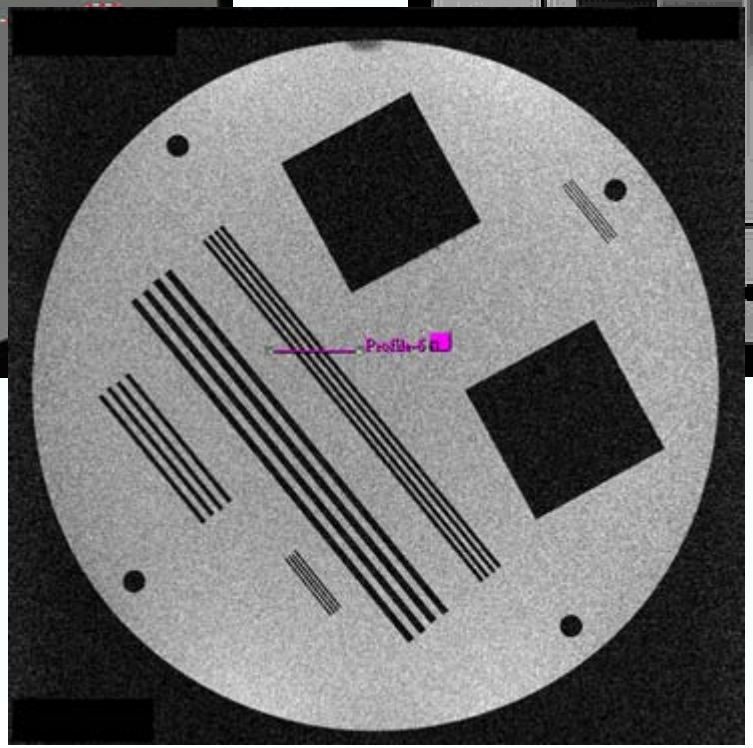
L.D.R.


Distribuzione della dose in ingresso (proiezioni postero-anteriori)
14
12
10
8
6
4
2
0
<0,2
0,2 - 0,3
0,3 - 0,4
0,4 - 0,5
0,5 - 0,6
0,6 - 0,7
>0,7
Intervallo di dose (mGy)
Radiologia A
Radiologia B
Radiologia C

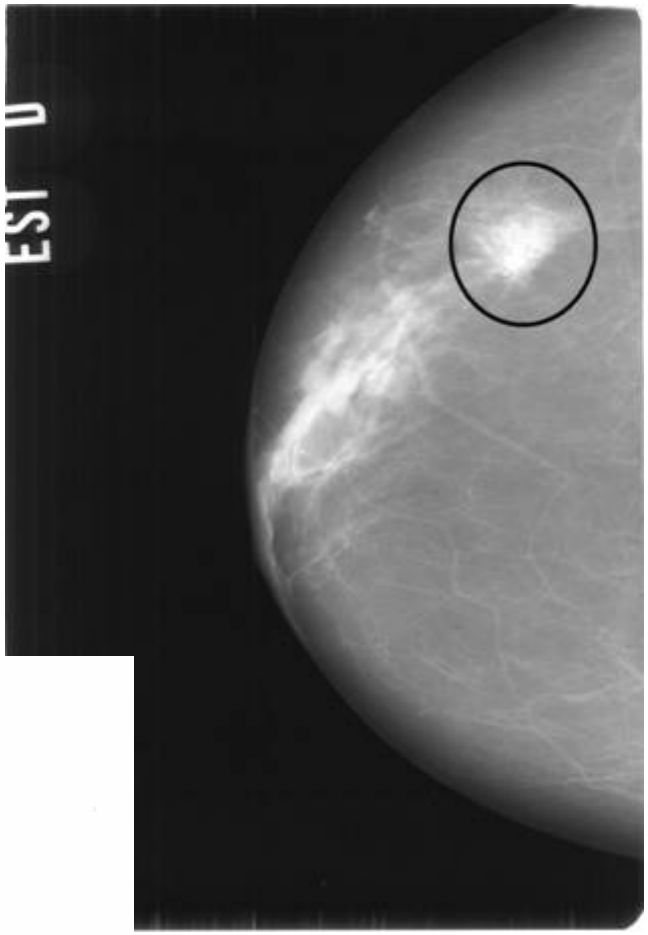
Controlli Qualita’

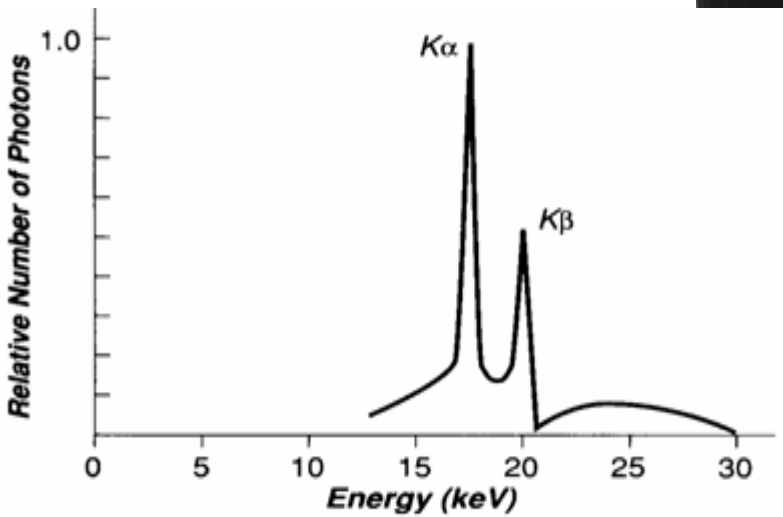




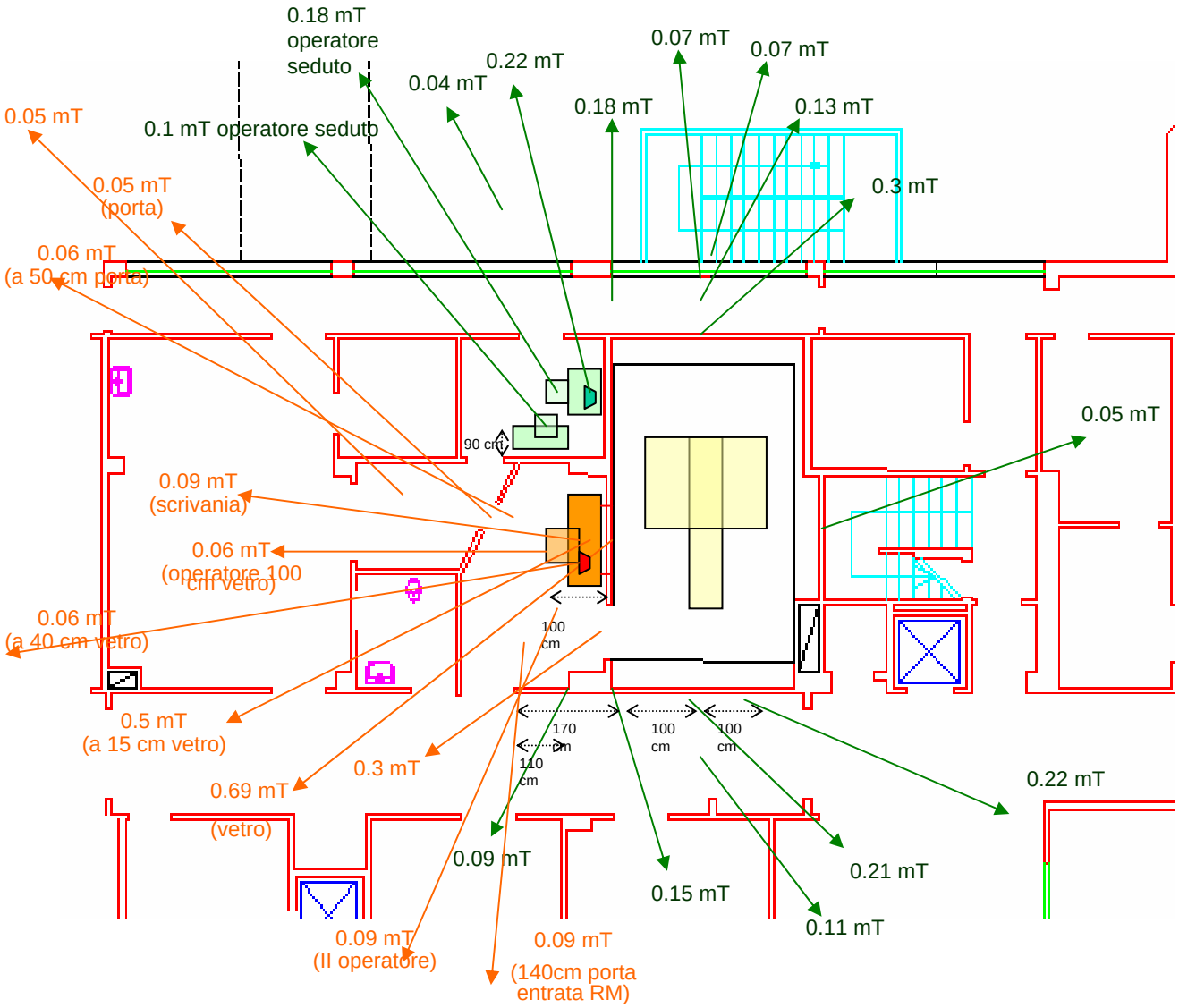


Impianti radiodiagnostica



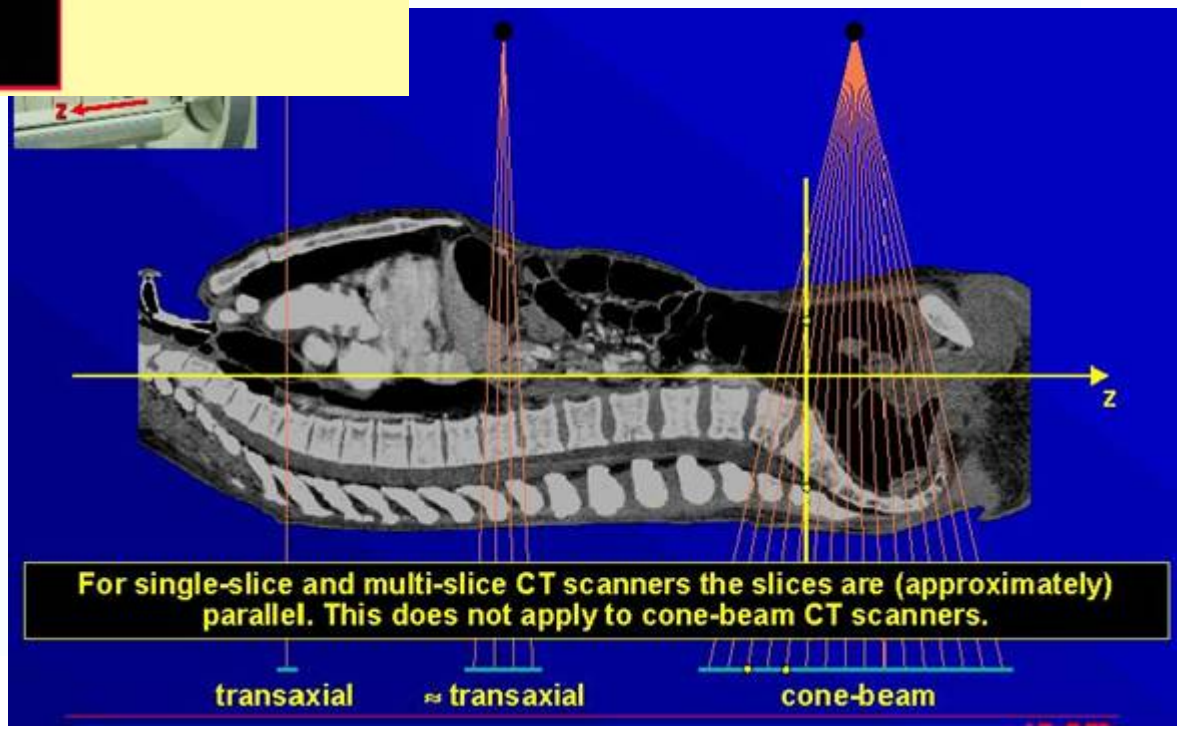


Impianti MR


0.18 mT
operatore
seduto
0.22 mT
0.07 mT
0.07 mT
0.04 mT
0.18 mT
0.13 mT
0.05 mT
0.1 mT operatore seduto
0.3 mT
0.05 mT
(porta)
0.06 mT
(a 50 cm porta)
90 cm
0.05 mT
0.09 mT
(scrivania)
0.06 mT
(operatore 100
cm vetro)
0.06 mT
(a 40 cm vetro)
100
cm
0.5 mT
(a 15 cm vetro)
170
cm
110
cm
100
cm
100
cm
0.3 mT
0.69 mT
(vetro)
0.22 mT
0.09 mT
0.21 mT
0.15 mT
0.11 mT
0.09 mT
(II operatore)
0.09 mT
(140cm porta
entrata RM)

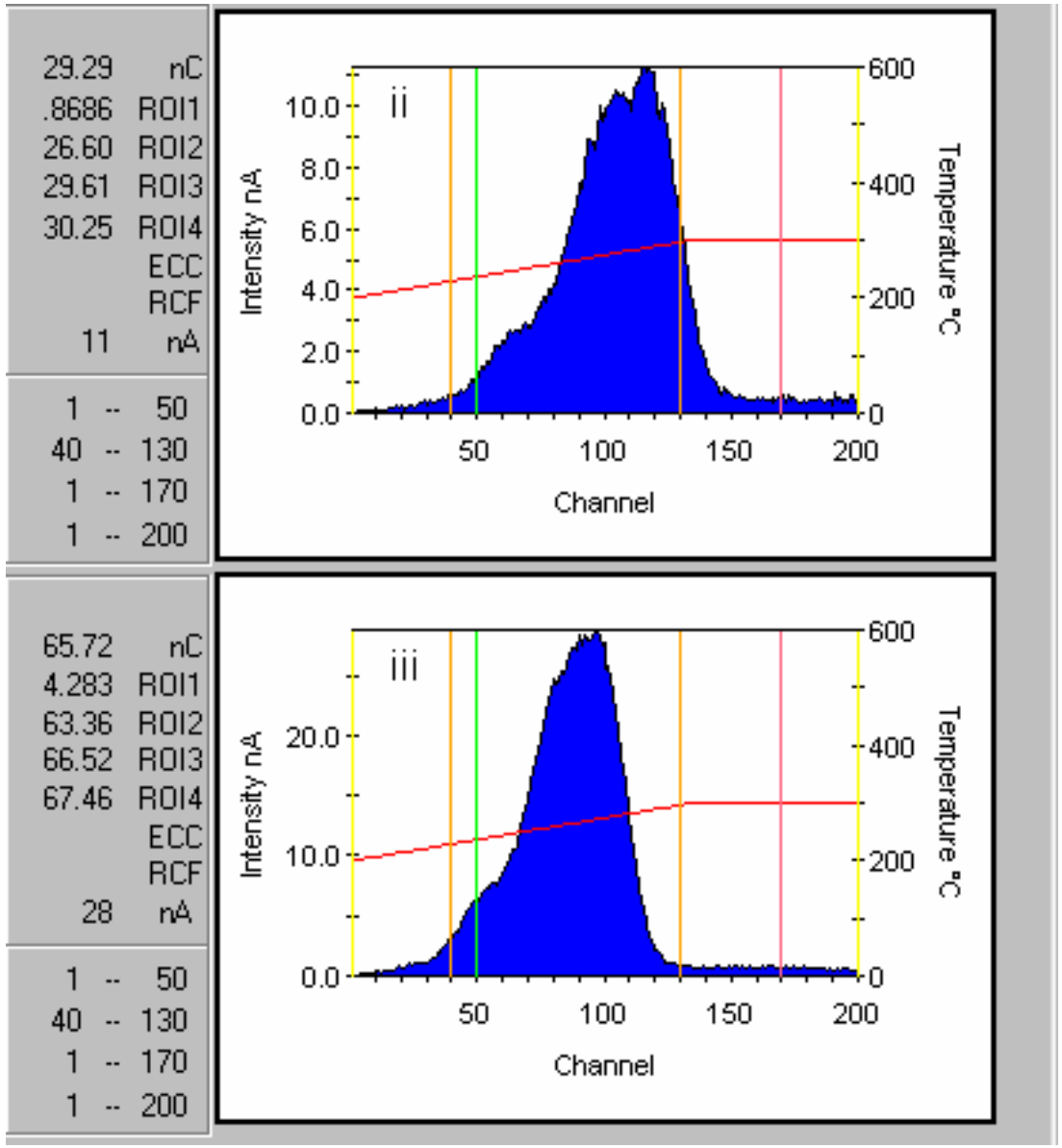
Impianti CT

Iso-tropic Spatial Resolution


z
For single-slice and multi-slice CT scanners the slices are (approximately) parallel. This does not apply to cone-beam CT scanners.
transaxial
≈ transaxial
cone-beam

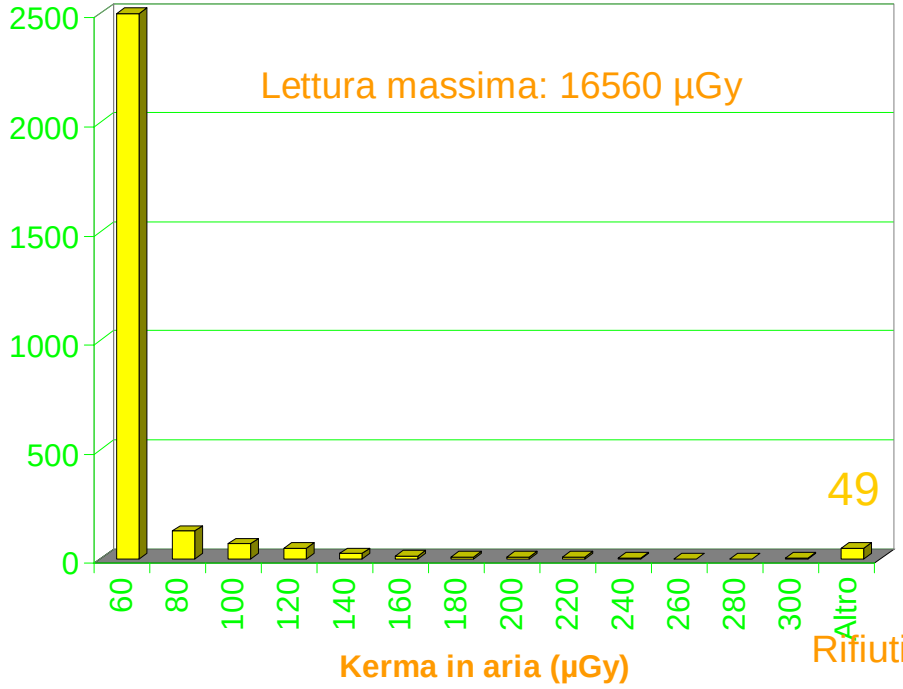
Dosimetria

Lettura di una card

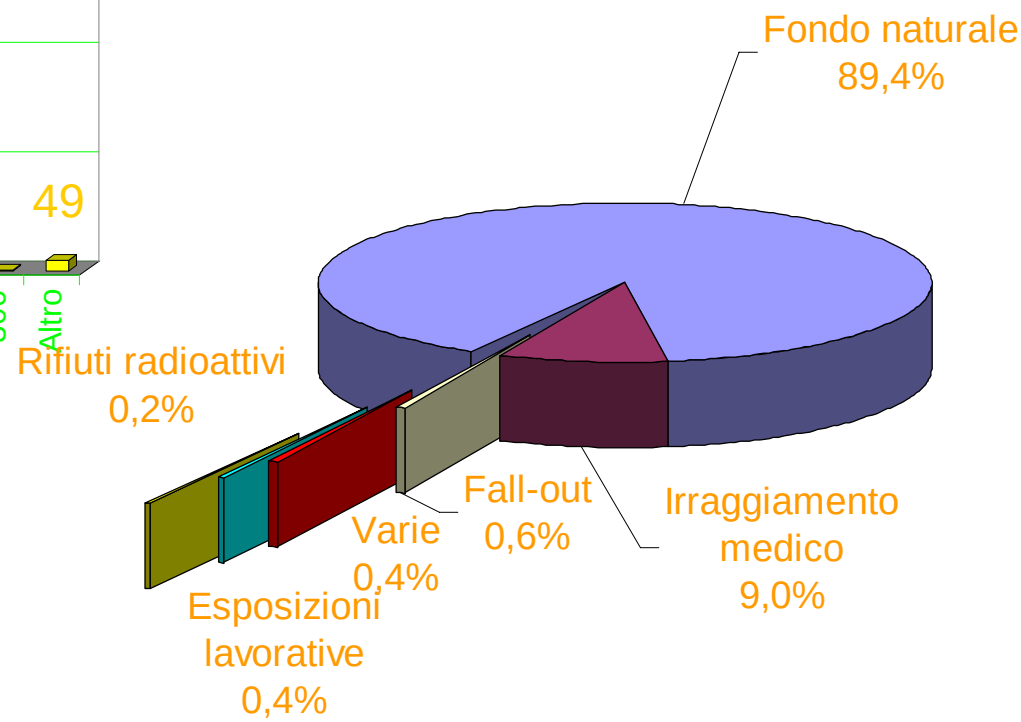


...Ma qual è la dose?

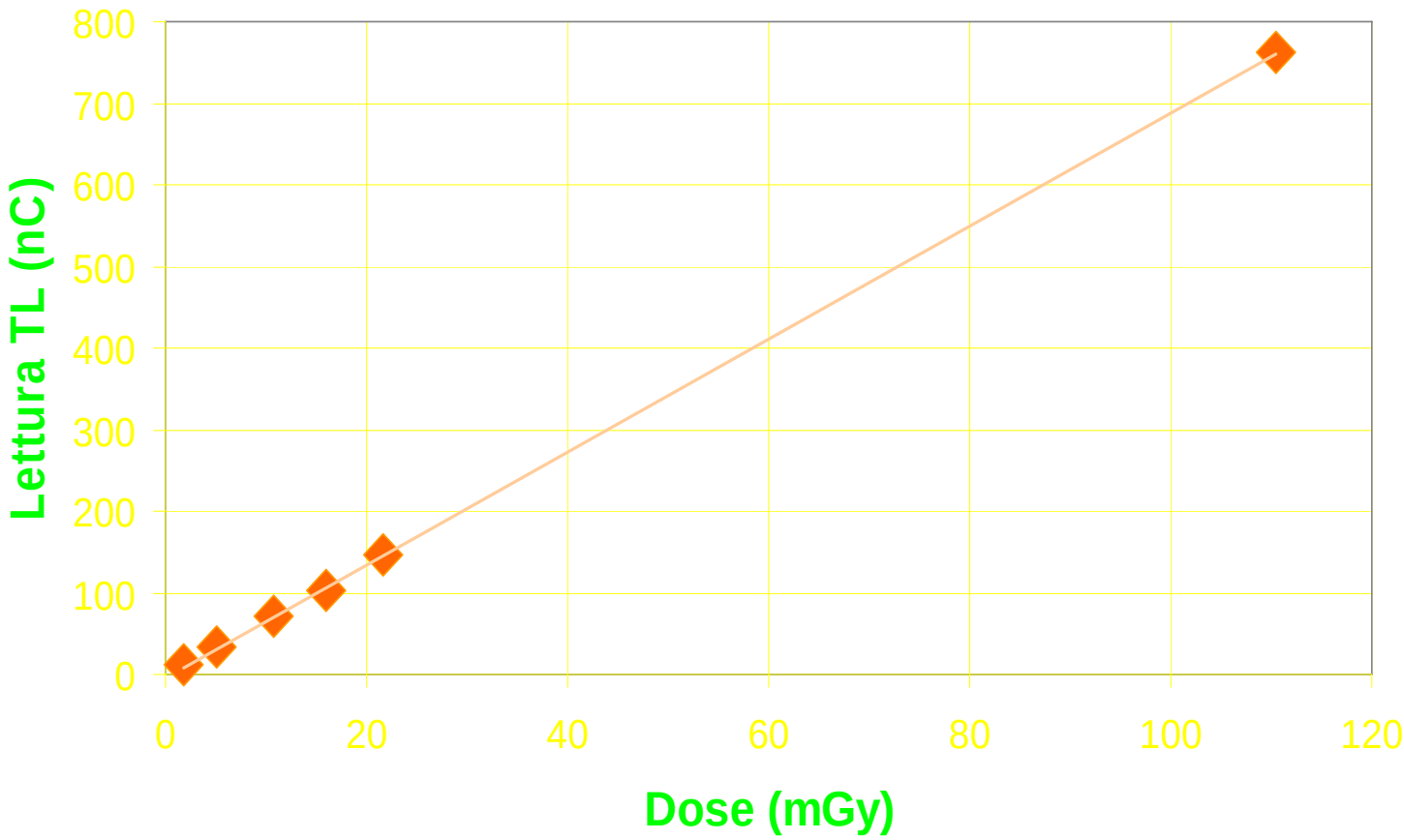
Letture del nostro Servizio nel mese di maggio 2000



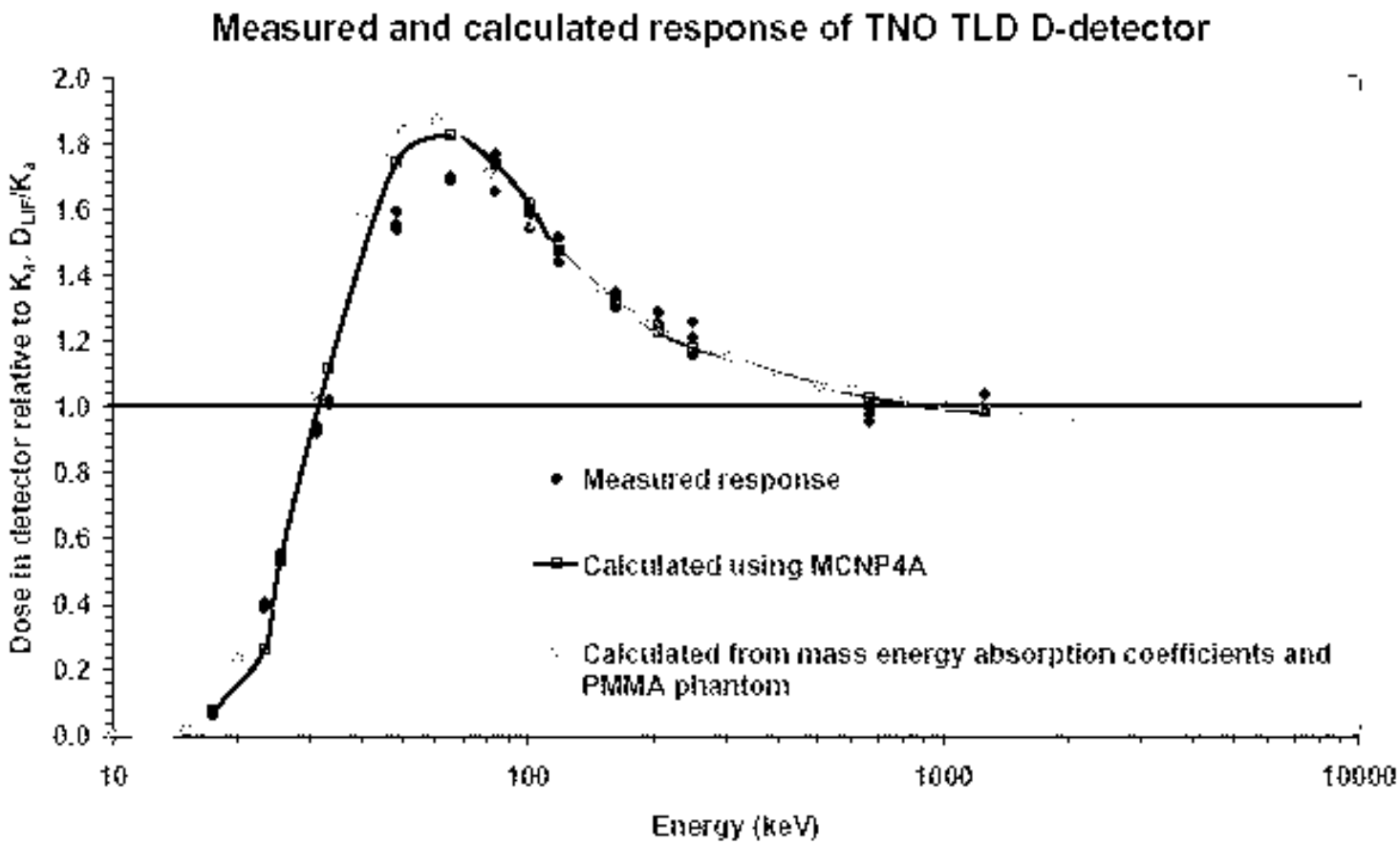
Dose media alla popolazione nel suo insieme (UK, 1978)



Risposta dei TLD in funzione della dose

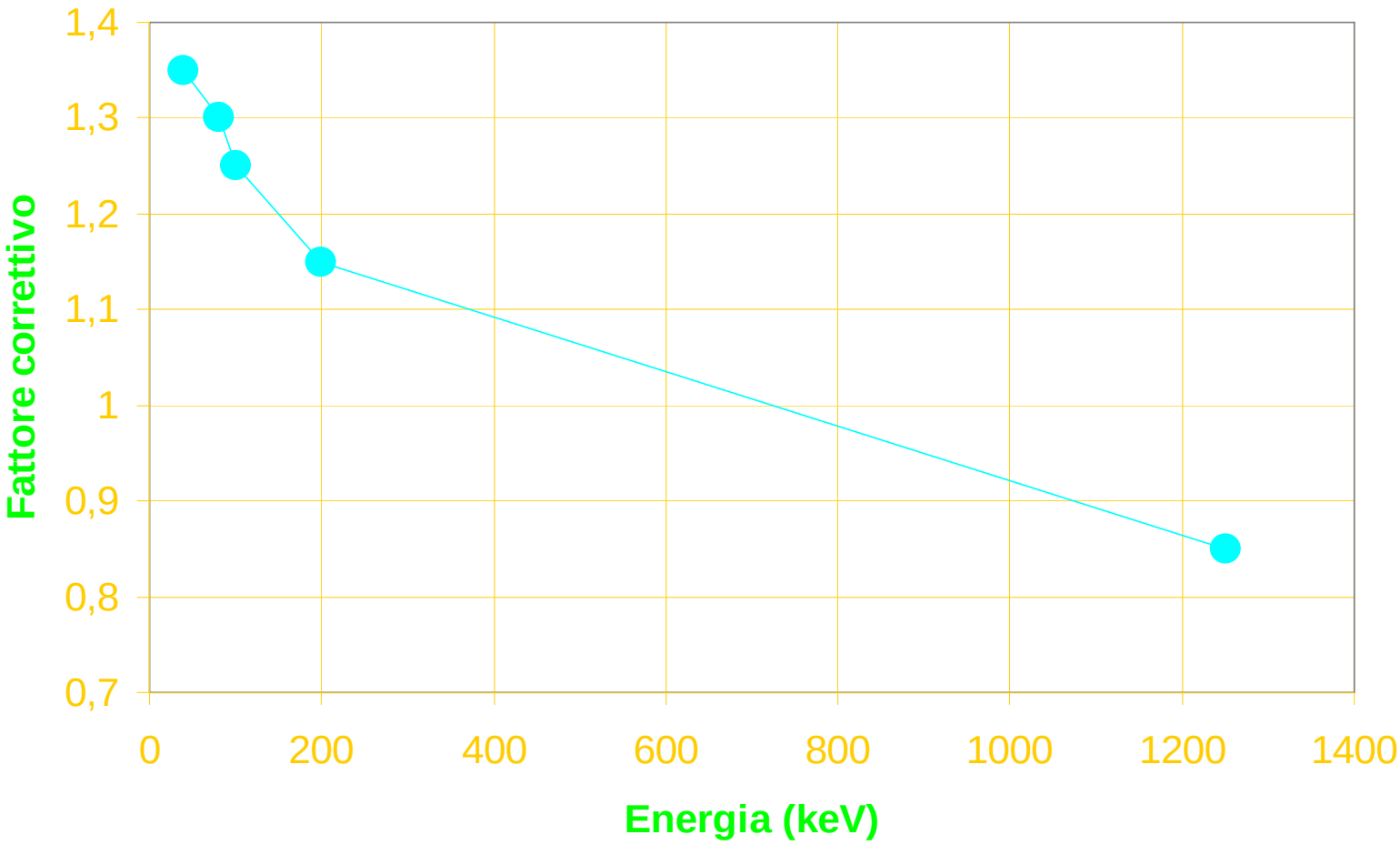


Risposta dei TLD con l'energia della radiazione incidente

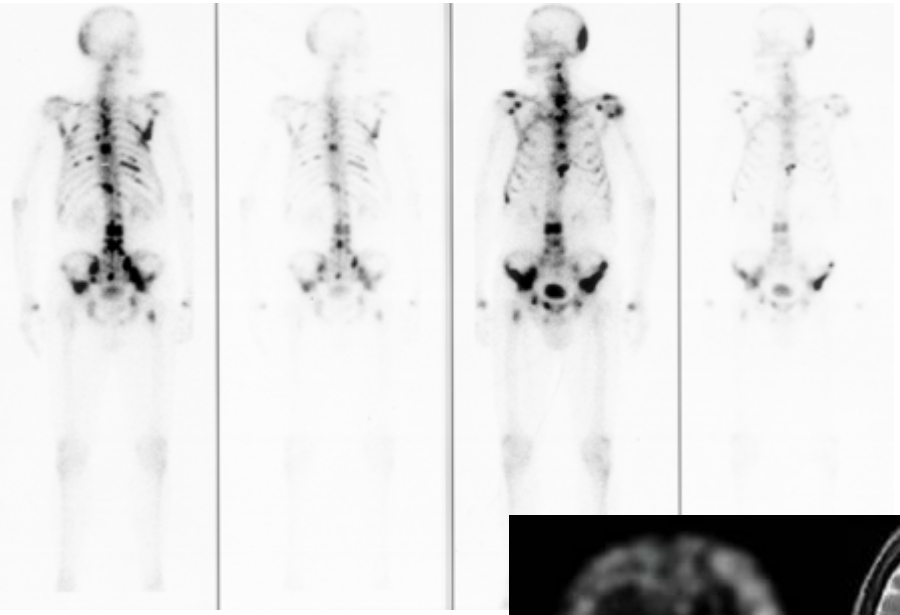


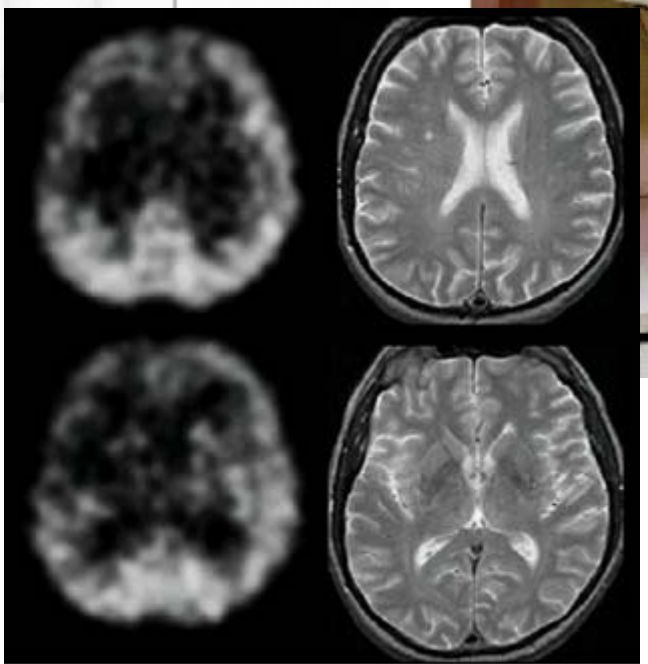
Filtrazione dei TLD

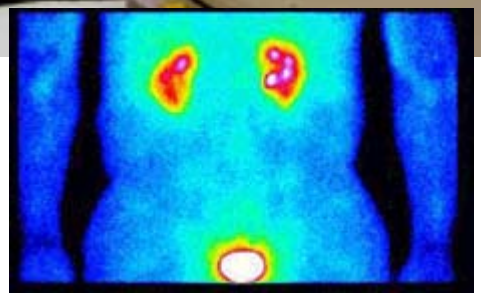
Effetto della filtrazione



Medicina Nucleare



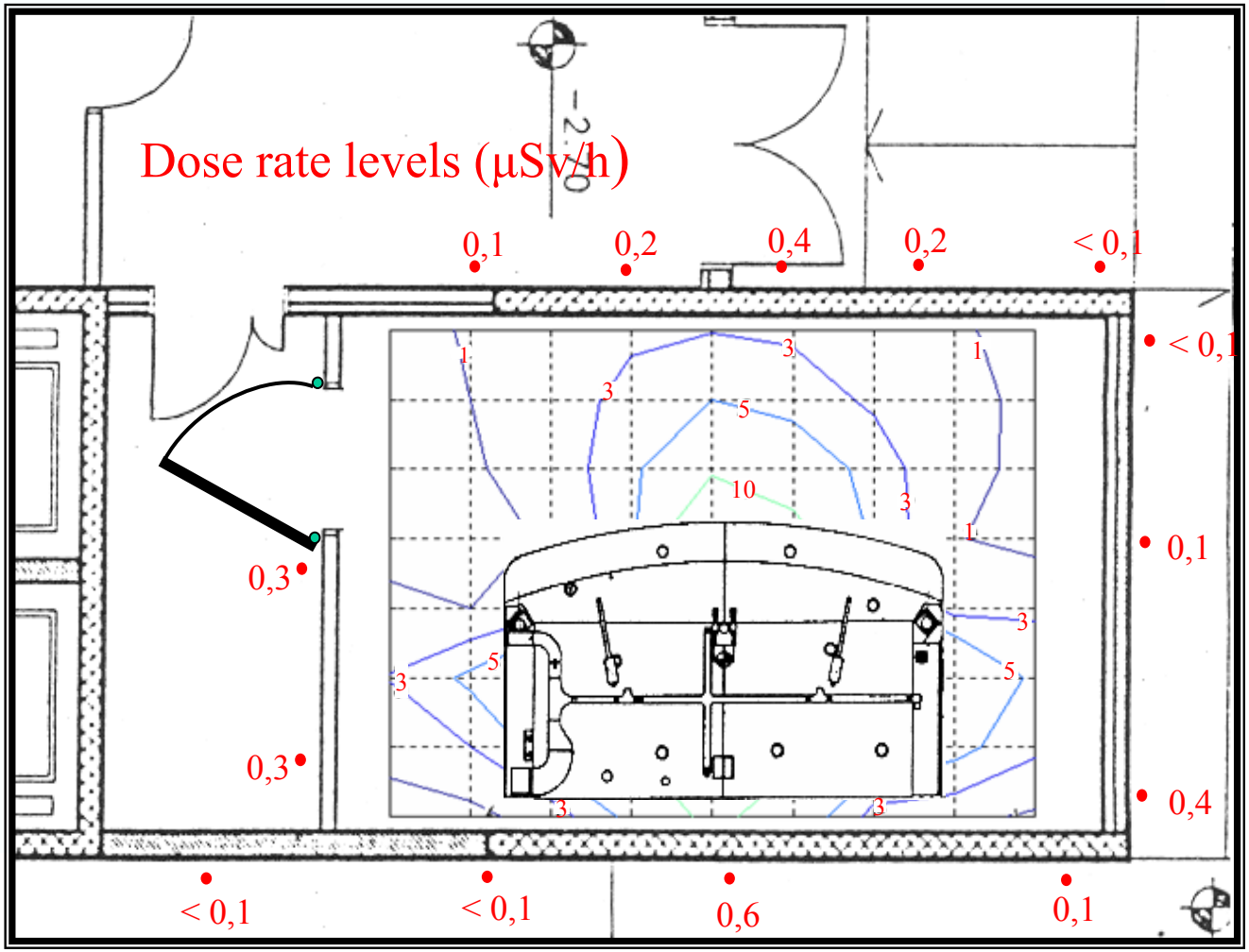


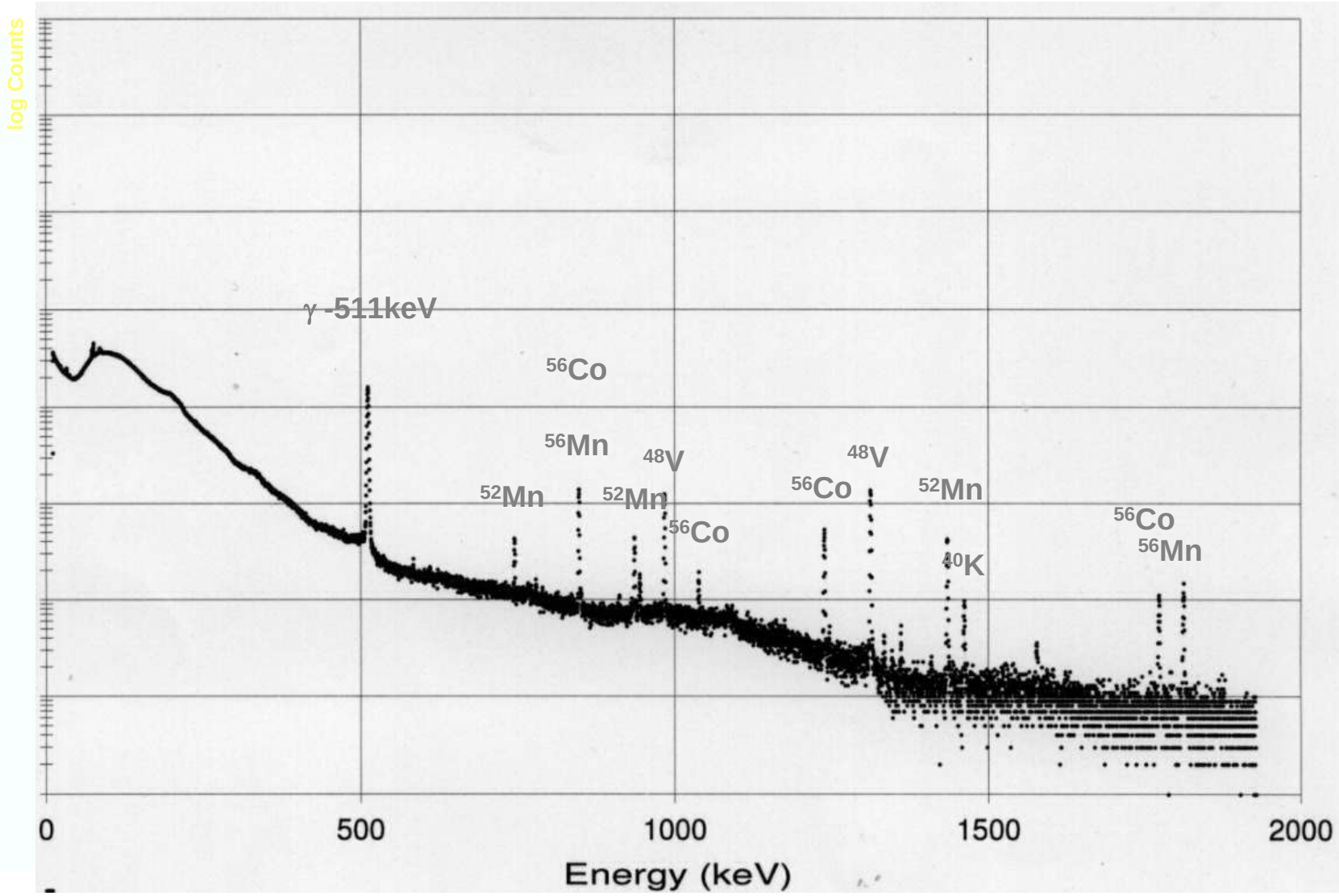


Ciclotrone e produzione radio farmaci

Radioprotezione ciclotrone

Livelli di intensità di dose γ (µSv/h)




log Counts
γ -511keV
56Co
56Mn
48V
52Mn
52Mn
56Co
56Co
48V
52Mn
40K
56Co
56Mn
0
500
1000
1500
2000
Energy (keV)

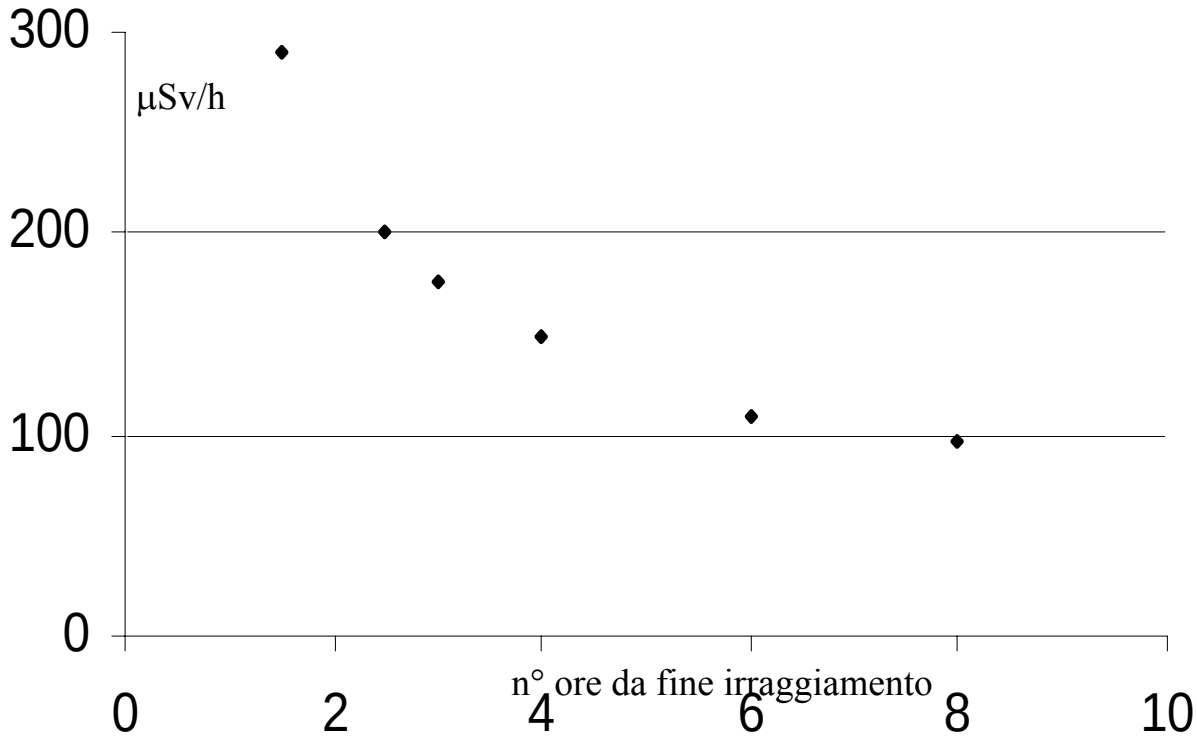
Radioisotopi

attivati

nel target

		Main emissions	Energy (MeV)	Yield
		γ	1.434	1.000
		γ	0.936	0.945
		γ	0.744	0.90
		β^+	0.242	0.296
^{56}Mn	2.58 h	γ	1.811	0.272
		γ	0.847	0.989
		β^-	1.216	0.563
^{56}Co	78.8 d	Detected radioisotopes	Half life	0.167
		^{52}Mn	5.6 d	0.155
		γ	1.238	0.670
		γ	0.847	0.999
^{109}Cd	464 d	γ	0.088	0.036
		X	0.022	0.837
^{48}V	16.2 d	γ	1.312	0.975
		γ	0.984	1.000
		β^+	0.291	0.500
^{48}Sc	43.7 h	γ	1.312	1.000
		γ	1.037	0.975
		γ	0.984	1.000
		β^-	0.227	0.891

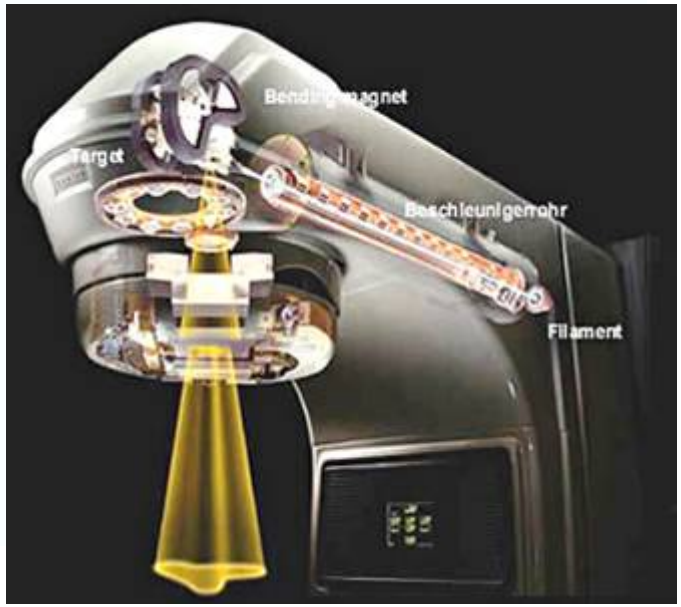
Livelli di esposizione ad 1m di distanza a diversi tempi da fine irraggiamento.



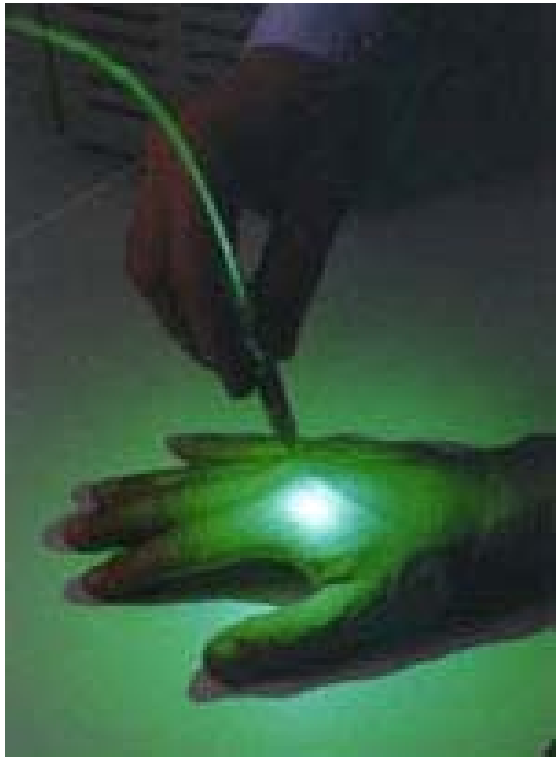
^{99m}Tc vs. ^{18}F
Principali parametri radioprotezionistici

	^{99m}Tc	^{18}F
Half life	*6.0 h*	*110 min*
gamma rays energy	*140 keV*	*511 keV*
gammas yield	*0.9*	*2.0*
HVL W	*0,017 cm*	*0,29 cm*
HVL Pb	*0,022 cm*	*0,43 cm*
HVL Concrete	*2,01 cm*	*3,51 cm*

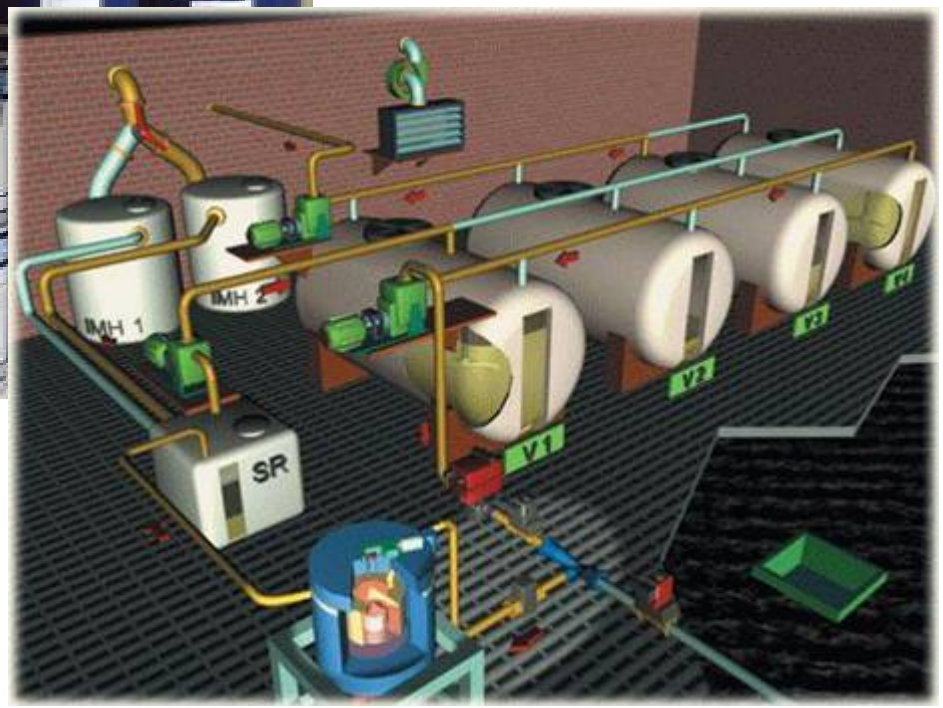
Radioterapia



Radiazioni non ionizzanti (N.I.R.)



Smaltimento Rifiuti Radioattivi



Sistema RIS-PACS

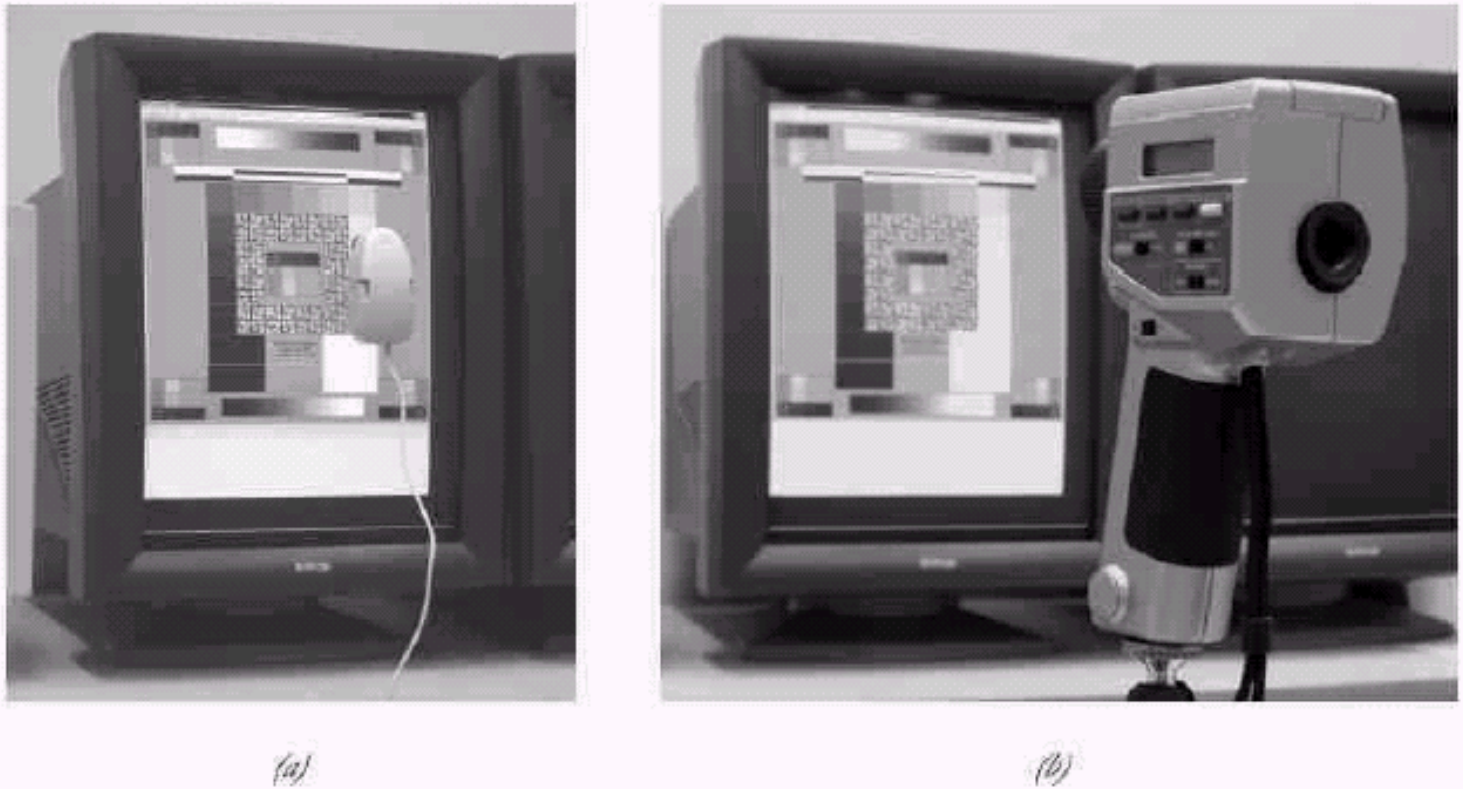
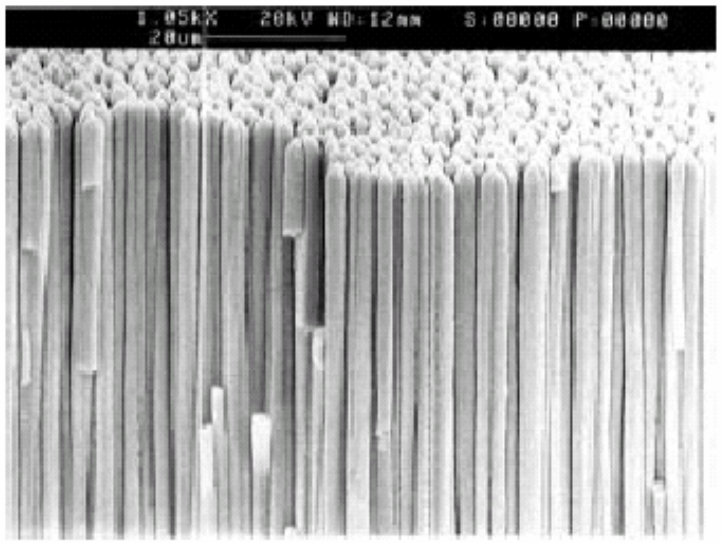
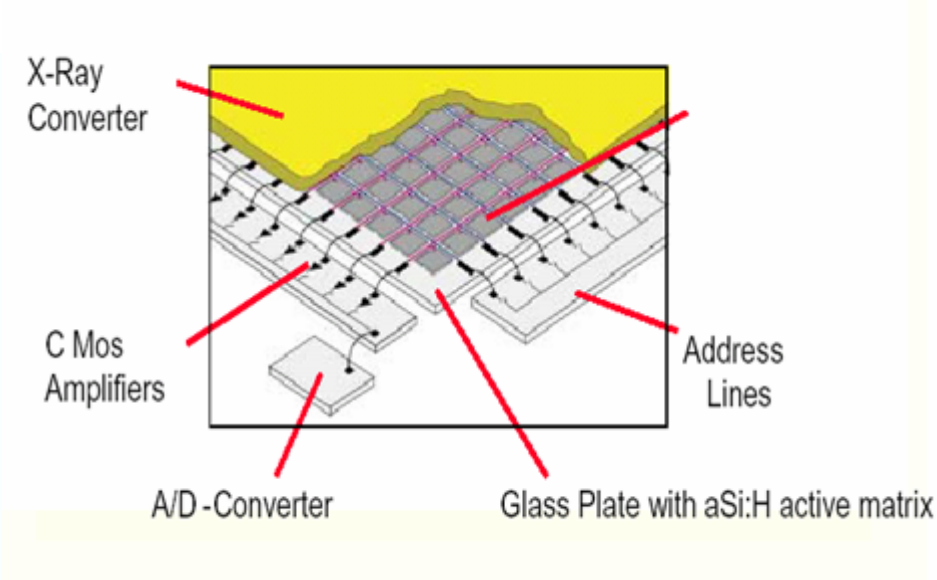
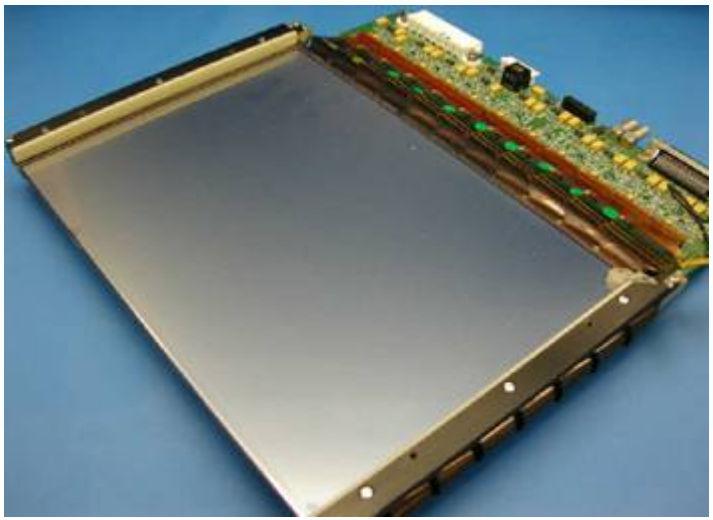


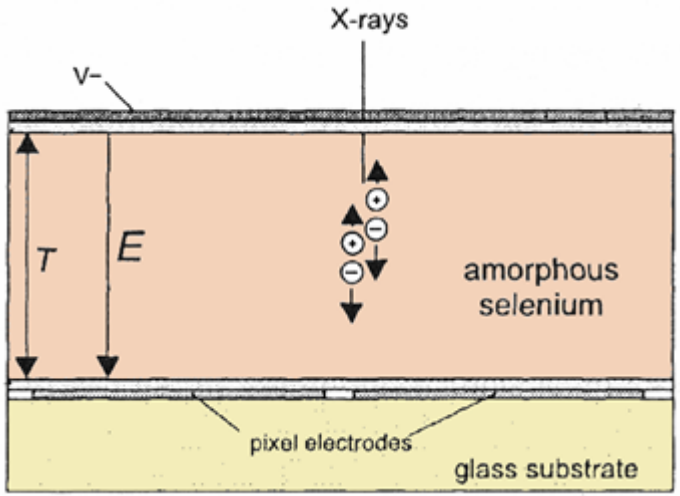
Fig. 14: Examples of near-focus (a) and telescopic (b) photometric and colorimetric equipment.

Ricerca sui rivelatori

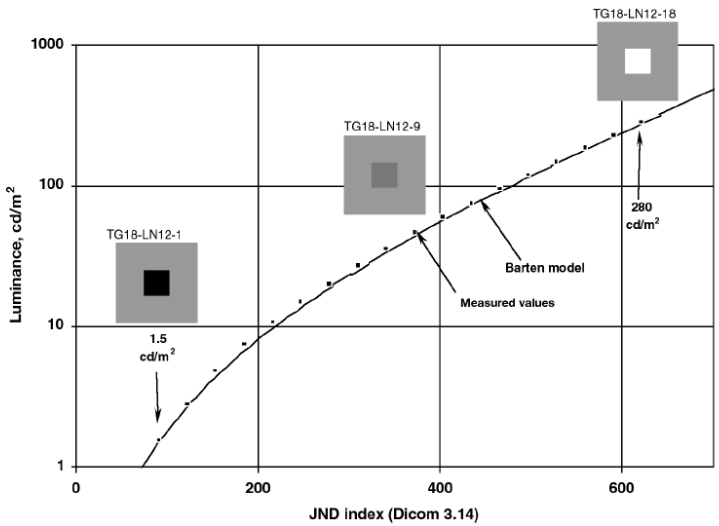








Valutazione prestazioni apparecchiature

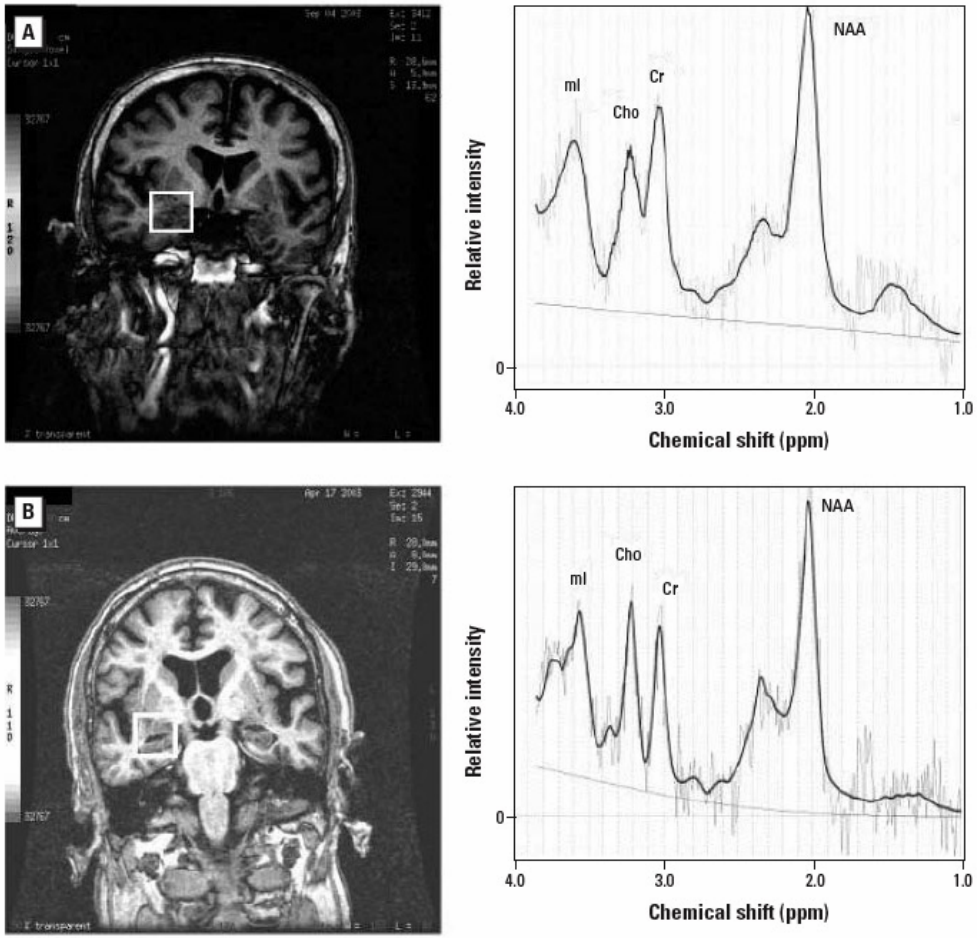


$$\mathrm{Log}_{10} L_j = \frac{a + c(\mathrm{Log}_e j) + e(\mathrm{Log}_e j)^2 + g(\mathrm{Log}_e j)^3 + m(\mathrm{Log}_e j)^4}{1 + b(\mathrm{Log}_e j) + d(\mathrm{Log}_e j)^2 + f(\mathrm{Log}_e j)^3 + h(\mathrm{Log}_e j)^4 + k(\mathrm{Log}_e j)^5}$$

a = –1.3011877,
b = -2.584019×10^{-2},
c = 8.0242636×10^{-2},
d = $-1.0320229 \times 10^{-1}$,
e = 1.3646699×10^{-1},
f = 2.8745620×10^{-2},
g = $-2.5468404 \times 10^{-2}$,
h = $-3.1978977 \times 10^{-3}$,
k = 1.2992634×10^{-4},
m = 1.3635334×10^{-3}.

$$J_i = J_{\min} + \frac{P_i\left(J_{\max} - J_{\min}\right)}{\Delta P}$$

Valutazione prestazioni apparecchiature



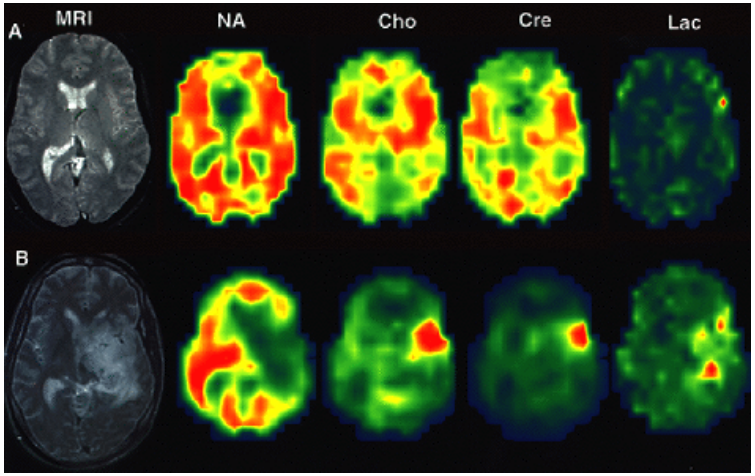
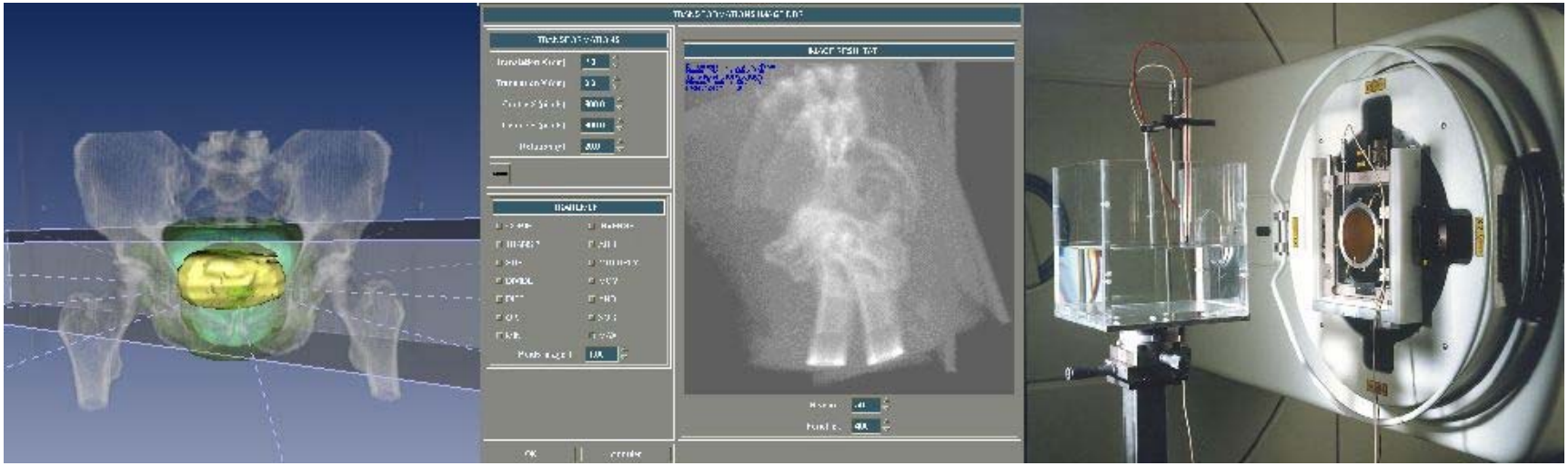
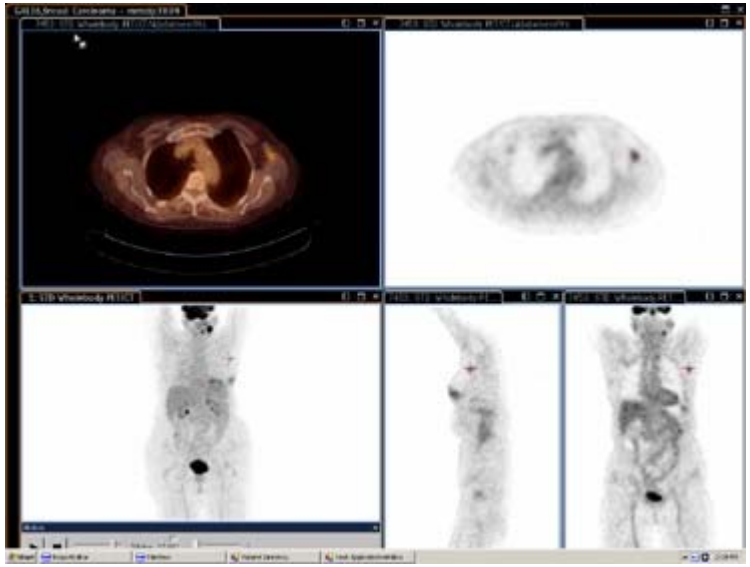
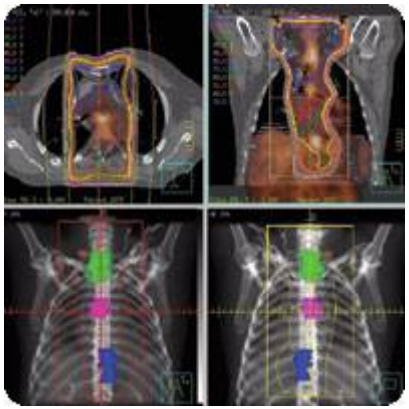



Figure 1. Example MRI and magnetic resonance spectroscopy spectra from participants in the low (*A*) and high (*B*) bone lead groups. The left panels show the region of interest outlined by a thick white box overlying the right hippocampal region on the MRIs. The right panels show the accompanying spectra with peaks for mI, Cho, Cr, and NAA indicated.