

IL RUOLO DEL FISICO IN DIAGNOSTICA PER IMMAGINI E IN MEDICINA NUCLEARE

Guido Pedroli

Fisica Sanitaria - A. O. "Niguarda Cà Granda", Milano



INNOVAZIONE TECNOLOGICA

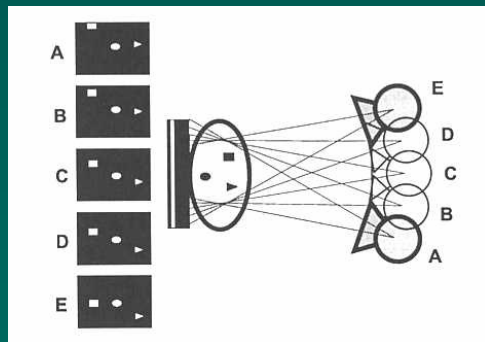
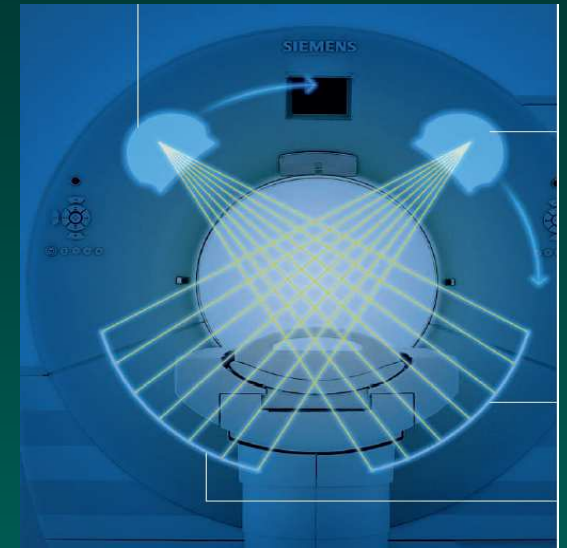
- A partire dall'inizio degli anni '80, nel mondo medico si è innescato un processo di innovazione tecnologica continuo e inarrestabile.
- Le peculiarità delle nuove tecnologie richiedono le professionalità giuste per utilizzare in modo competente e proficuo i nuovi mezzi disponibili sul mercato

RADIODIAGNOSTICA

TC multistrato

attualmente fino a 64 strati
(sono annunciati sistemi a 128 e 256 file di rivelatori)
spessore $< 0,3$ mm
tempo di rotazione $< 0,2$ s

dual energy



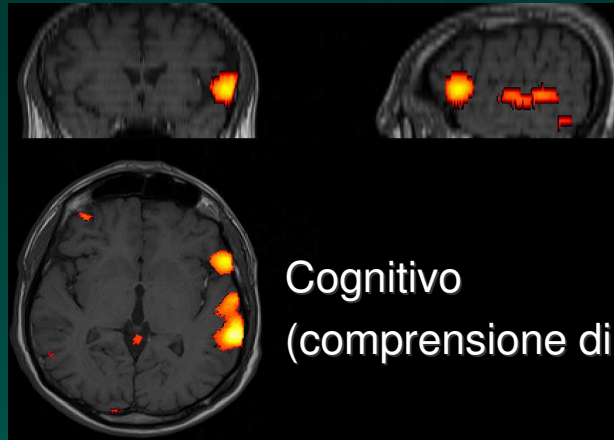
Tomosintesi

Impiego di apparecchi RX tradizionali e rivelatori FPD ad ampia superficie per tomosintesi (tomografia ad angolo limitato)

Consente di ottenere immagini tomografiche con risoluzione pari a quella delle immagini planari.

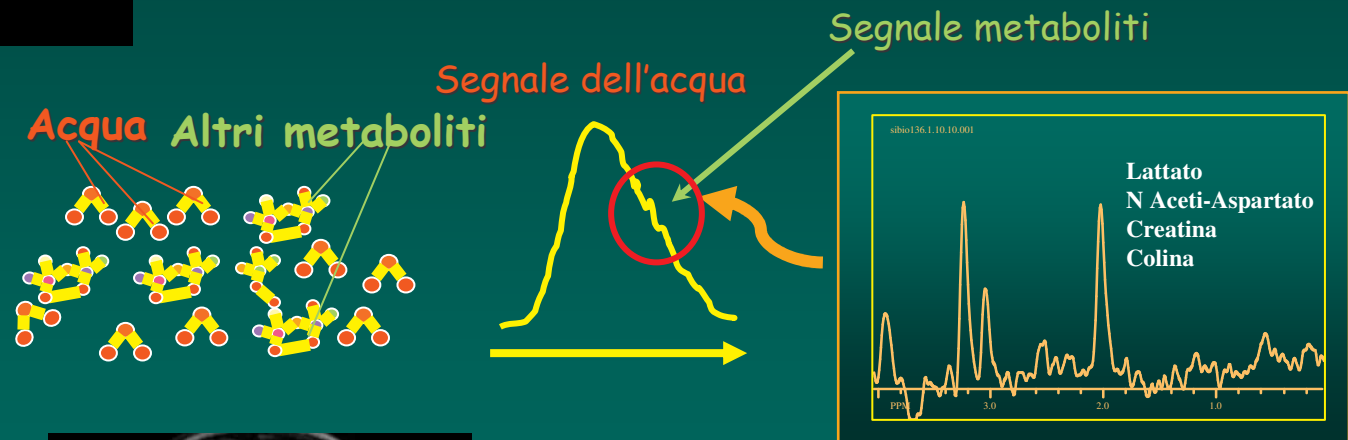


RM



Imaging Funzionale (fMRI)

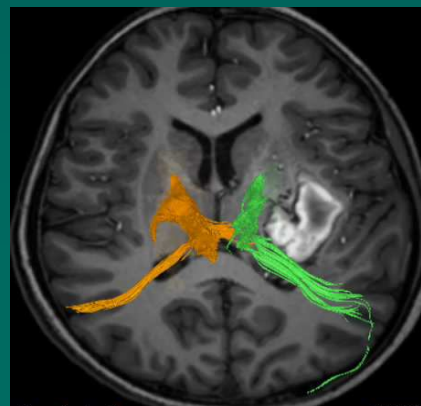
Spettroscopia



- Right Cortical Spinal Tract
- Left Cortical Spinal Tract

Courtesy:
Samsung Medical Center, Seoul, South Korea

Da Philips Medical System



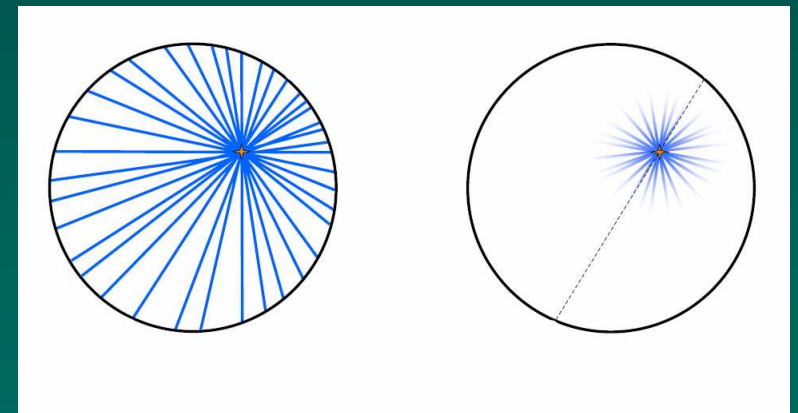
Diffusione (fiber tracking)

PET

- Campi di vista sempre maggiori
- Rivelatori ed elettronica sempre più rapidi

Rivelatori TOF (time-of-flight)

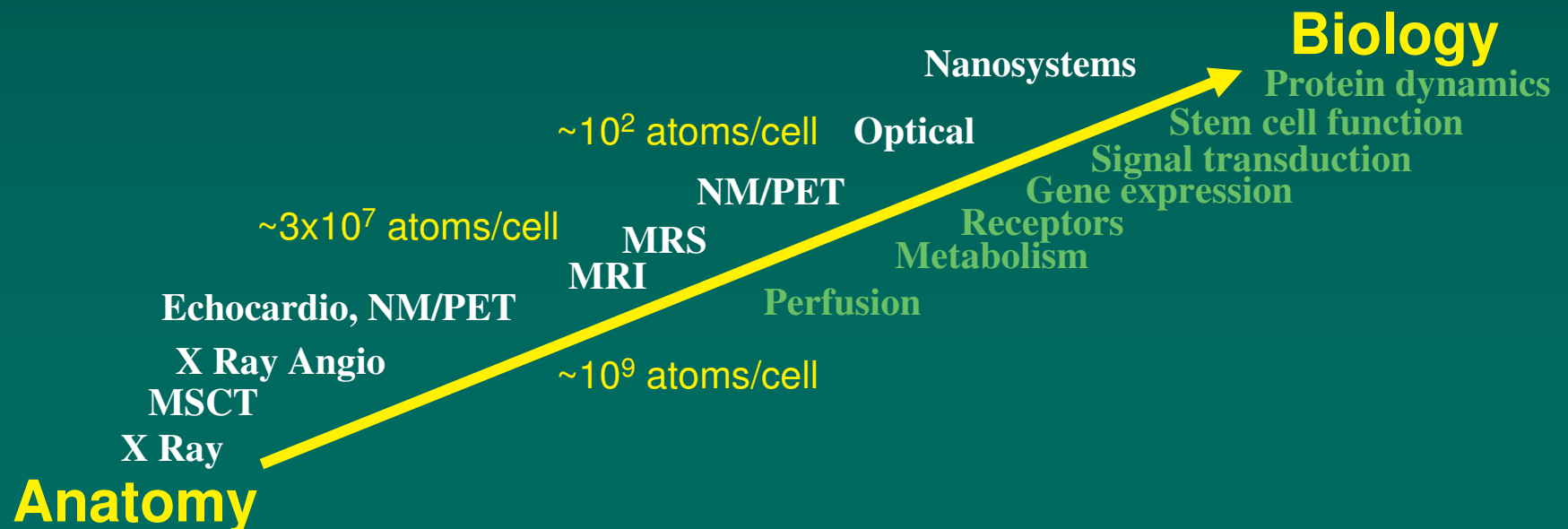
Con una risoluzione temporale di 0,5 ns, la ricerca della posizione del positrone può essere limitata in una zona di 8 cm, con un miglioramento del rumore di circa un fattore 2.



PET spirale

TERAPIA E IMAGING MOLECOLARE

- In MN (metabolismo del glucosio, ipossia, proliferazione cellulare, recettori naturali, enzimi)
- In RM (sonde paramagnetiche, enzimi, chelati paramagnetici)
- In US (microbolle in cui vengono incorporate sostanze che si legano a bersagli specifici)



ATTIVITA' TERAPEUTICA MEDICO NUCLEARE

Oltre alle più tradizionali terapie per ca tiroideo (Na^{131}I), per neuroblastoma e feocromocitoma (^{131}I -mIBG), per metastasi ossee (^{89}Sr , ^{153}Sm , ^{186}Re) e locoregionali (^{90}Y).

- **Terapia con radiopeptidi dei tumori neuroendocrini**
(^{90}Y -DOTATOC e ^{177}Lu -DOTATOC)
- **Radioimmunoterapia dei linfomi**
(^{90}Y -ibritimomab e ^{131}I -tositumomab)
e dei tumori solidi
(anticorpi marcati con ^{90}Y e ^{131}I – sistemi avidina-biotina)



Il fisico agisce da **"interfaccia"**
tra il medico
e la fisica e la tecnologia

RUOLO DEL FISICO

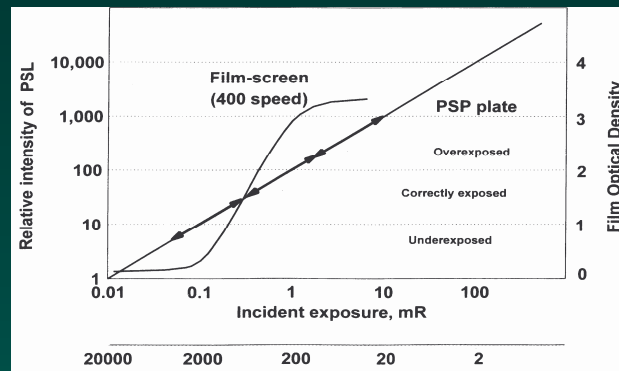
- **Interpretare e comprendere** le necessità dei Medici Specialisti, individuando le specifiche tecniche diagnostiche e terapeutiche ottimali, in rapporto al **progresso tecnologico** e alle **finalità di utilizzo**.
- **Cooperare in modo interdisciplinare** con tutte le figure professionali coinvolte (medico, ingegnere, informatico, TSRM, ...) al fine del raggiungimento delle migliori condizioni tecniche di lavoro.

DIAGNOSTICA PER IMMAGINI: IL RUOLO DEL FISICO

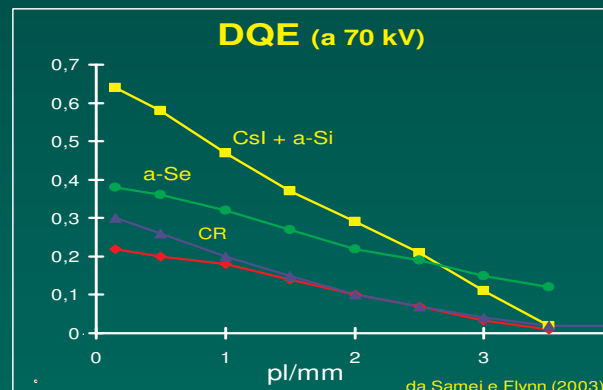
- Caratterizzazione dei sistemi e ottimizzazione delle procedure, in particolare per quanto riguarda la messa a punto di nuove tecnologie
- Valutazione delle dosi nelle procedure radiologiche
- Messa a punto di tecniche di calcolo
- Intervento diretto nell'impiego di tecnologie più complesse
- Garanzia qualità attrezzature
- Gestione delle immagini

Valutazione caratteristiche fisiche

Curva di risposta

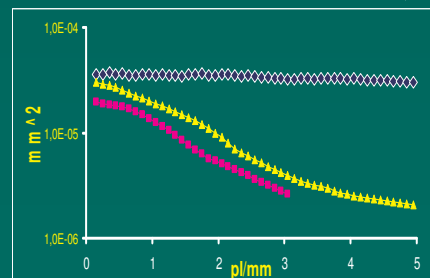


DQE (a 70 kV)

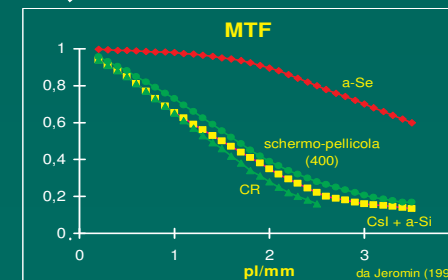


DQE

Rumore
(spettro di Wiener)



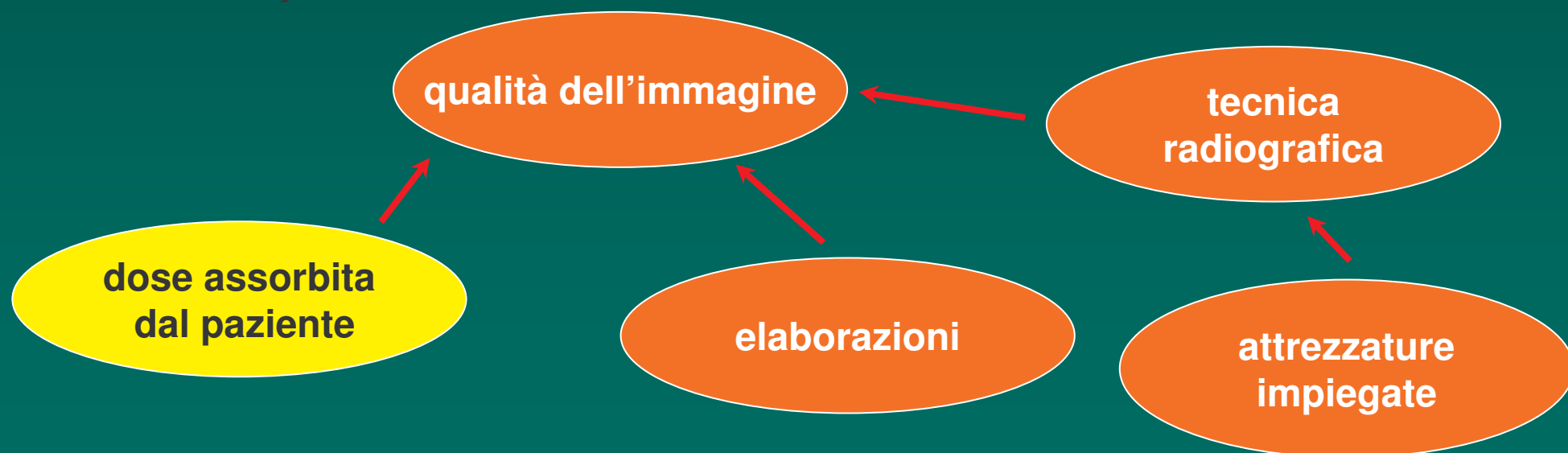
MTF



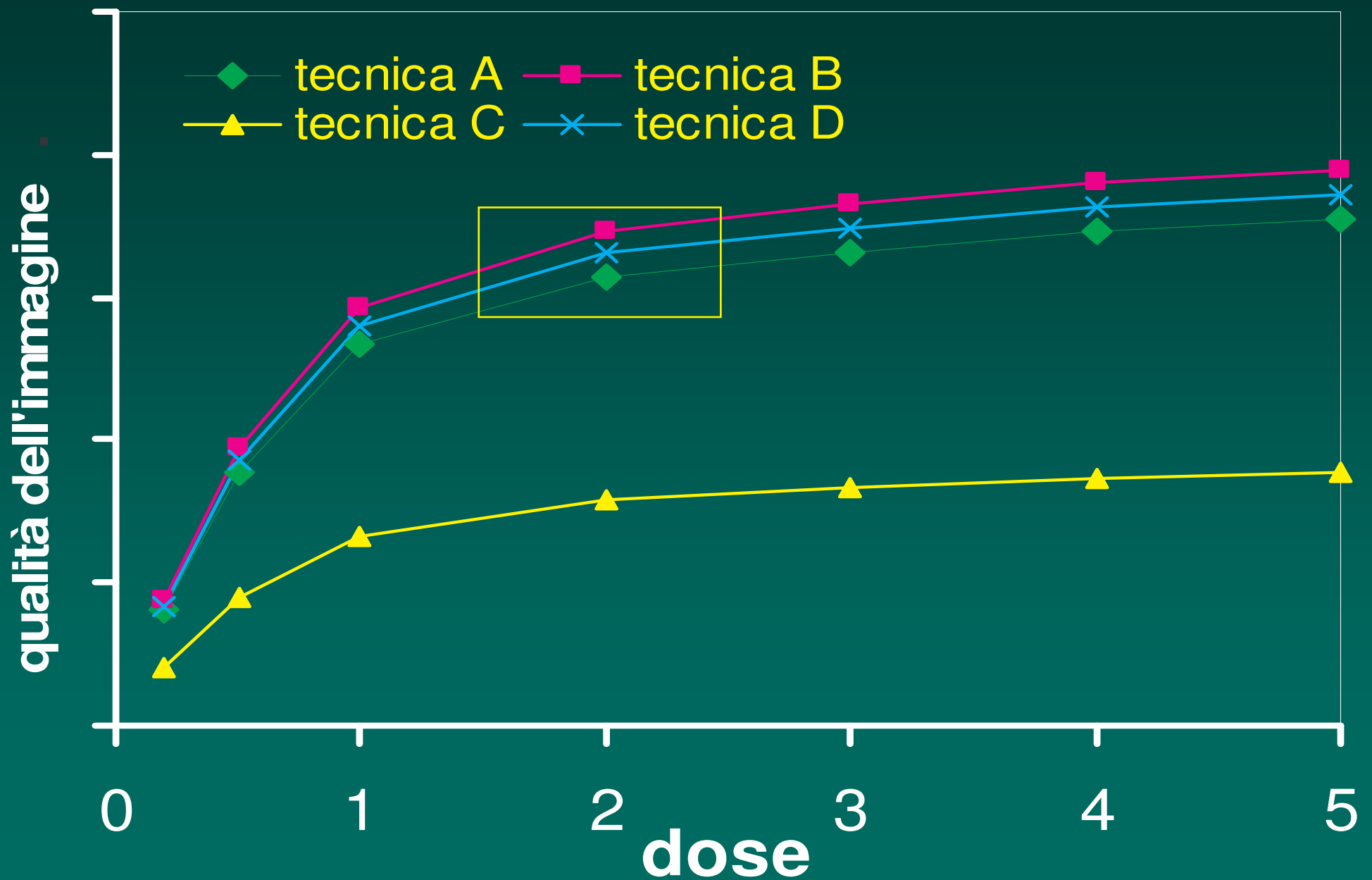
Risoluzione
(MTF)

Ottimizzazione delle procedure radiologiche

- valutazione delle caratteristiche tecniche delle attrezzature con i relativi aspetti dosimetrici;
- scelta della tecnica da utilizzare;
- messa a punto di tecniche di calcolo (software dedicati).



OTTIMIZZAZIONE



OTTIMIZZAZIONE

- tecniche di tipo statistico (curve ROC, ecc.)
- modelli matematici che simulano il meccanismo della percezione umana

una lesione è rivelabile se:

$$\text{S/R (rapporto segnale/rumore)} \geq k \text{ (4-5)}$$

- determinazione di Figure di Merito ricavate in termini matematici dalle immagini di fantocci od oggetti test

Ottimizzazione (Es.: Rx bacino AP)

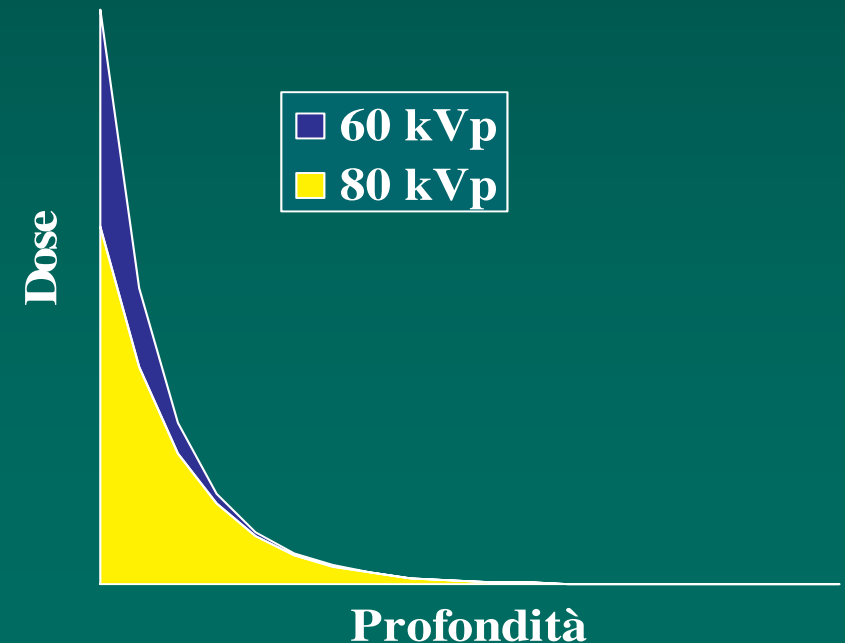
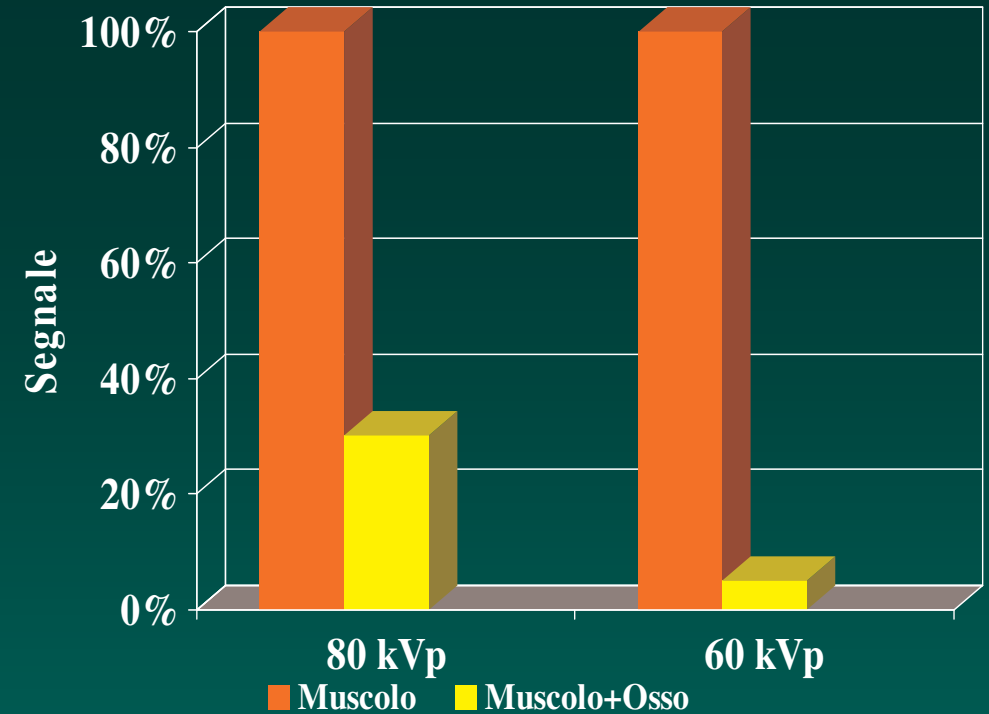
dose

kVp	60	80
mAs	300	50
ESD (mGy)	$\cong 16$	$\cong 3.5$

mSv/mGy*	0.134	0.165
Dose efficace (mSv)	$\cong 2$	$\cong 0.6$

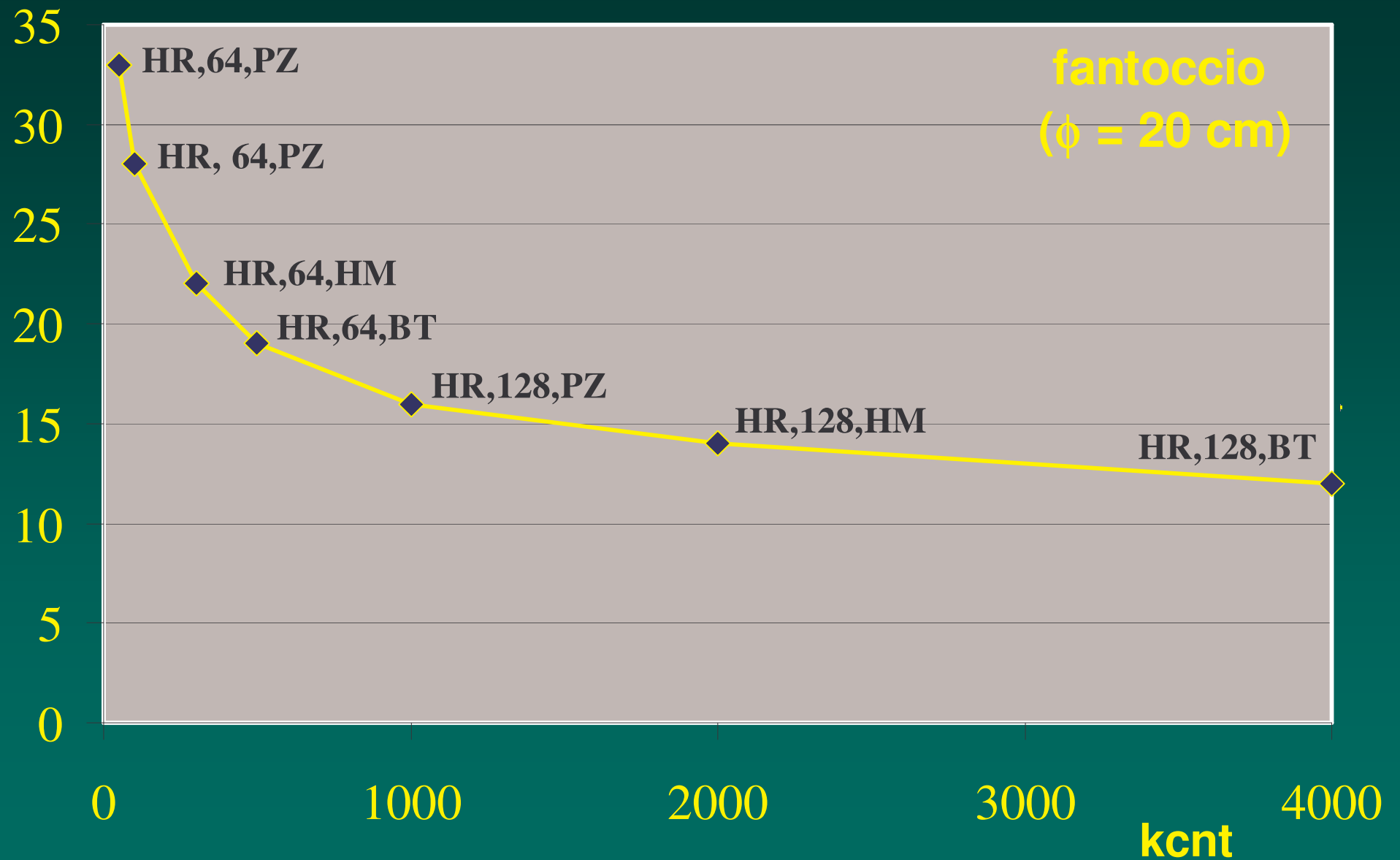
* D. Hart, et al, NRPBR262, 1994

contrasto



d (mm)

rivelabilità lesione in SPECT



Esempio di ottimizzazione in PET: lesione toracica

Da un'analisi degli esami clinici effettuati su pazienti si ricava:

- rapporto medio di concentrazione lesione/fondo:

 - 5/1 (lesione polmonare)

 - 2/1 (lesione mediastinica)

- concentrazione media di fondo: 9,75 kBq/cc per GBq somm.

Utilizzando un fantoccio IQ NEMA, simulando la somministrazione al paziente di diversi valori di attività di ^{18}F FDG, si valuta il rapporto segnale/rumore (SNR) in funzione dell'attività somministrata e si determina la dimensione della minima lesione rivelabile.



Esempio di ottimizzazione in PET: lesione toracica

La minima dimensione della lesione rivelabile è stata determinata utilizzando il modello di Rose:

$$\text{Contrasto} / \text{rumore} \geq 5$$

Dimensione della lesione minima rilevabile per una concentrazione radioattiva pari a 2,5 kBq/cc (257 MBq somministrati):

rapporto lesione fondo pari a 5/1: $\approx 8 \text{ mm}$

rapporto lesione fondo pari a 2/1: $\approx 17 \text{ mm}$

OTTIMIZZAZIONE

Si applica a due livelli:

- nella stesura di linee guida (da parte di organi istituzionali, associazioni scientifiche, ecc.)
- nella messa a punto o verifica delle procedure a livello locale in base alle attrezzature in dotazione

Ottimizzazione delle procedure radiologiche

Valutazione della dose

- Livelli diagnostici di riferimento

⇒ livelli di dose nelle pratiche radiodiagnostiche mediche o, nel caso della medicina nucleare diagnostica, livelli di attività, per esami tipici per gruppi di pazienti di corporatura standard o fantocci standard per tipi di attrezzatura ampiamente definiti.

Tali livelli vengono utilizzati come semplice test per identificare situazioni in cui i livelli di dose al paziente sono particolarmente elevati.

Nel caso di un superamento dei livelli di riferimento, ma anche in presenza di valori sistematicamente inferiori, si dovrebbe procedere ad una revisione delle metodiche e/o delle apparecchiature.

Ottimizzazione delle procedure radiologiche

Valutazione della dose

- Gli LDR sono stabiliti dal D. Lgs. 187/2000.
- Essi presentano però parecchie limitazioni:
 - Nel caso degli esami pediatrici si riferiscono solo a pochi esami e per sole 2 taglie del paziente (neonato e 5 anni di età).
 - Nel caso degli esami TC non sono aggiornati per quanto riguarda le nuove apparecchiature multistrato.
 - Non sono stabiliti LDR per le procedure interventistiche.
- Devono essere definiti valori di dose di riferimento.

Radiologia interventistica

L'ottimizzazione dell'esposizione nelle procedure con guida fluoroscopica richiede:

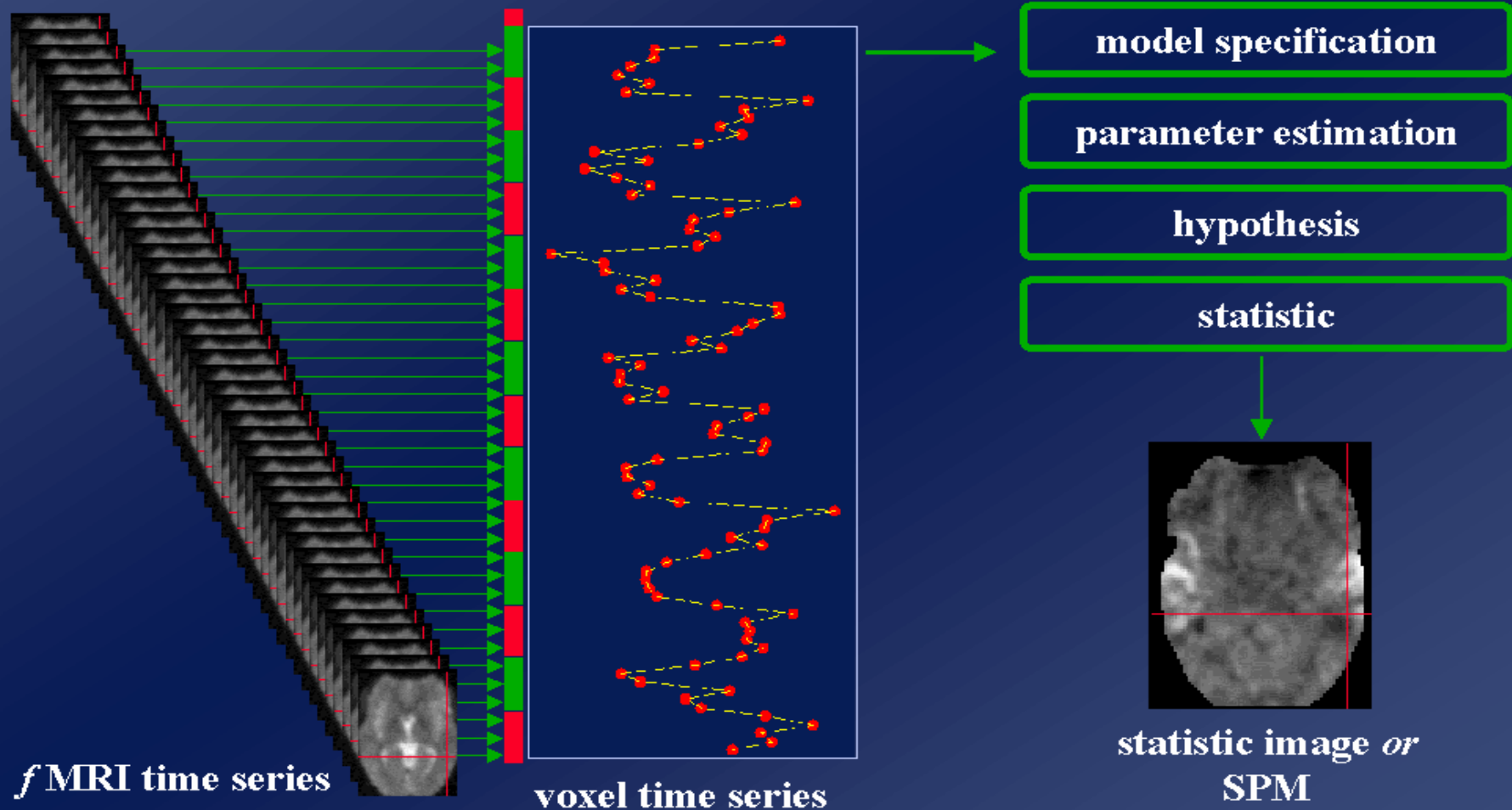
- Pianificazione delle procedure e scelta della tecnica adeguata (apparecchiature dedicate)
- Valutazione periodica delle dosi massime cutanee in base a indicatori empirici di dose:

$$\text{massima dose alla cute (Gy)} = \frac{k \times \text{DAP (Gy.cm}^2\text{)}}{k \times \text{tempo scopia (min)}}$$

- Adozione di un protocollo per il follow-up dei pazienti sottoposti ad indagini che possono aver determinato elevate irradiazioni cutanee (> 2 Gy) (si vedano le raccomandazioni specifiche di FDA e ICRP).

Messa a punto tecniche di calcolo (es.: esami fMRI)

Voxel by voxel statistics...



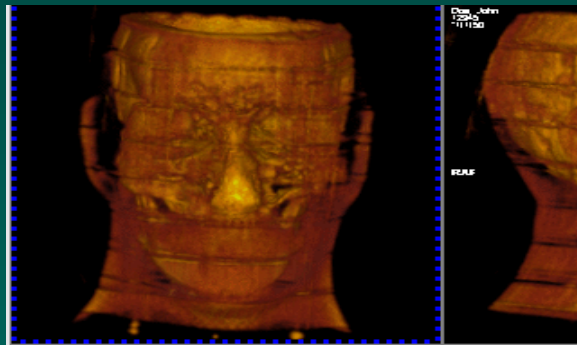
Garanzia della qualità delle attrezzature radiologiche

- **predisposizione programmi di garanzia della qualità (compreso il controllo di qualità)**
 - definizione della tipologia delle prove, con indicazione delle relative frequenze e degli intervalli di accettabilità dei risultati dei controlli;
- **effettuazione** prove di accettazione e prove di funzionamento **delle apparecchiature**
- **effettuazione** prove di costanza (controlli di qualità)

IMPIEGO DELLE IMMAGINI IN AMBITI TERAPEUTICI

Radioterapia

“Imaging on board” (EPID, cone beam CT)

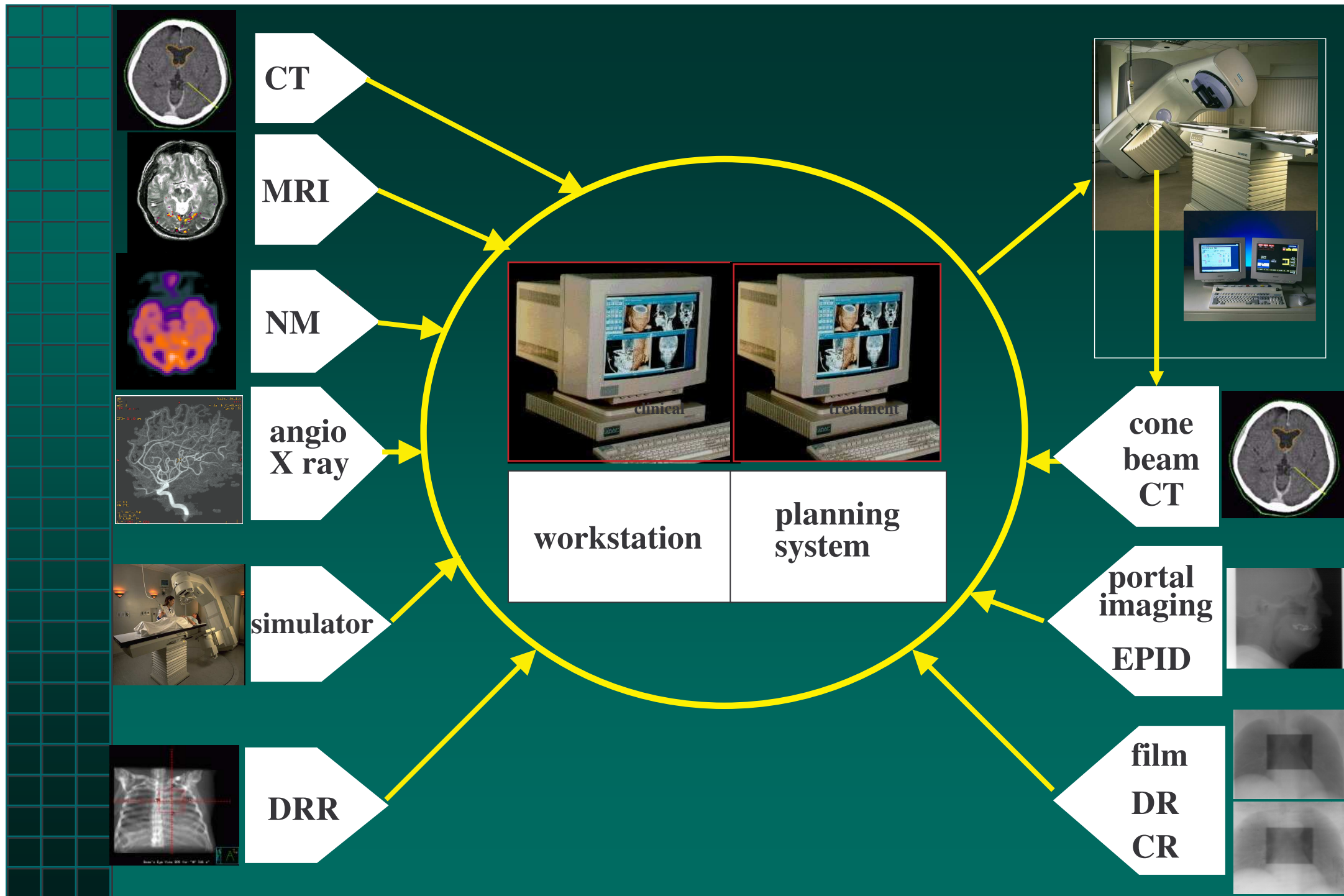


MV o kV Cone Beam reconstruction

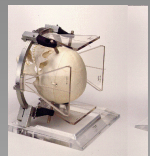


Chirurgia

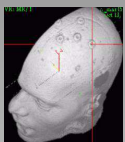
chirurgia guidata con immagini
impiego di robot



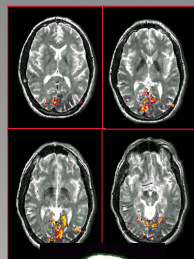
frame based



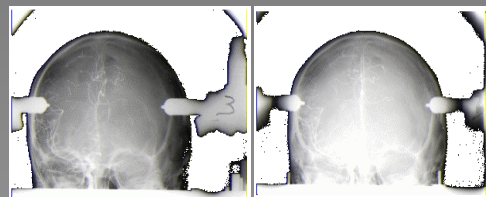
frame less



NM



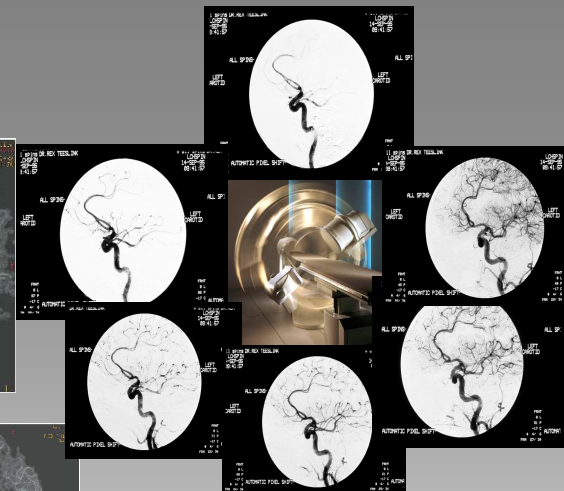
MRI, fMRI, CT



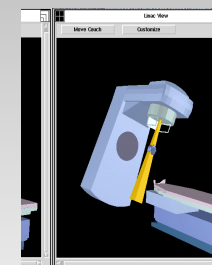
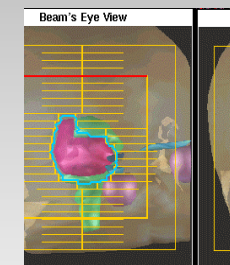
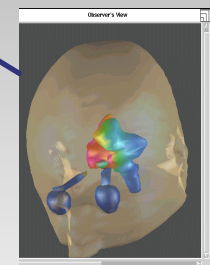
Stereoscopic angiography



plannnig



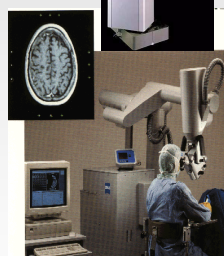
3D angiography



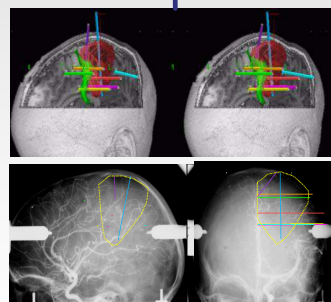
radiosurgery



Pointer
Neuronavigation



Microscope
Neuronavigation



SEEG electrodes



robot for Epilepsy and Parkinson

GESTIONE IMMAGINI

- Collaborazione nella pianificazione dell'hardware RIS/PACS (archivi, stazioni di lavoro, ecc.) e nelle verifiche tecniche relative al trattamento, archiviazione, visualizzazione e trasmissione delle immagini.
 - Connettività DICOM fra diversi fornitori ... in evoluzione (si cambiano le macchine, si aggiornano i sistemi...)
 - Trasmissione e compressione dei dati: deve garantire il mantenimento dell'informazione clinica necessaria
 - SW clinico e post elaborazione: validazione e verifiche
 - Controllo di qualità

ATTIVITA' TERAPEUTICA MEDICO NUCLEARE

In ambito terapeutico il compito del fisico è quello di effettuare il calcolo della dose all'organo bersaglio ed agli organi critici al fine di una corretta prescrizione dell'attività e, quindi, della dose da somministrare.

Prescrizione dose

- Dose curativa al tumore
- Massima dose all'organo critico

ATTIVITA' TERAPEUTICA MEDICO NUCLEARE

Tecniche dosimetriche

- metodo MIRD
(MIRD 16 e OLINDA-EXM)
- dose point kernel
metodi montecarlo
voxel dosimetry

$$D(\text{voxel}_k) = \sum_h^N \tilde{A}_{\text{voxel}_h} \cdot S(\text{voxel}_k \leftarrow \text{voxel}_h)$$

TABLE B5
S Values (mGy · MBq⁻¹ · sec⁻¹) for Iodine-131 Within Cubical Voxels of 3 mm

I	J	K	S value	I	J	K	S value	I	J	K	S value	I	J	K	S value	I	J	K	S value	I	J	K	S value
0	0	0	9.20E-01	1	2	0	3.73E-04	2	4	0	9.28E-05	4	0	0	1.15E-04	5	2	0	5.95E-05				
0	0	1	3.54E-02	1	2	1	3.09E-04	2	4	1	8.66E-05	4	0	1	1.06E-04	5	2	1	5.81E-05				
0	0	2	4.79E-04	1	2	2	2.07E-04	2	4	2	7.59E-05	4	0	2	9.28E-05	5	2	2	5.41E-05				
0	0	3	1.76E-04	1	2	3	1.33E-04	2	4	3	6.29E-05	4	0	3	7.12E-05	5	2	3	4.65E-05				
0	0	4	1.15E-04	1	2	4	8.66E-05	2	4	4	4.30E-05	4	0	4	3.31E-05	5	2	4	3.89E-05				
0	0	5	6.93E-05	1	2	5	5.81E-05	2	4	5	3.89E-05	4	0	5	3.92E-05	5	2	5	3.07E-05				
0	1	0	3.54E-02	1	3	0	1.77E-04	2	5	0	5.95E-05	4	1	0	1.06E-04	5	3	0	4.94E-05				
0	1	1	3.25E-03	1	3	1	1.53E-04	2	5	1	5.61E-05	4	1	1	9.80E-05	5	3	1	4.82E-05				
0	1	2	3.73E-04	1	3	2	1.33E-04	2	5	2	5.41E-05	4	1	2	8.66E-05	5	3	2	4.65E-05				
0	1	3	1.77E-04	1	3	3	9.86E-05	2	5	3	4.65E-05	4	1	3	6.79E-05	5	3	3	4.19E-05				
0	1	4	1.06E-04	1	3	4	6.79E-05	2	5	4	3.89E-05	4	1	4	4.95E-05	5	3	4	3.64E-05				
0	1	5	6.97E-05	1	3	5	4.82E-05	2	5	5	3.07E-05	4	1	5	4.42E-05	5	3	5	2.80E-05				
0	2	0	4.79E-04	1	4	0	1.06E-04	3	0	0	1.79E-04	4	2	0	9.28E-05	5	4	0	3.92E-05				
0	2	1	3.73E-04	1	4	1	9.86E-05	3	0	1	1.77E-04	4	2	1	8.66E-05	5	4	1	4.42E-05				
0	2	2	2.33E-04	1	4	2	8.66E-05	3	0	2	1.32E-04	4	2	2	7.59E-05	5	4	2	3.89E-05				
0	2	3	1.33E-04	1	4	3	6.79E-05	3	0	3	1.02E-04	4	2	3	6.29E-05	5	4	3	3.64E-05				
0	2	4	9.28E-05	1	4	4	4.95E-05	3	0	4	7.12E-05	4	2	4	4.90E-05	5	4	4	3.31E-05				
0	2	5	5.95E-05	1	4	5	4.42E-05	3	0	5	4.94E-05	4	2	5	3.99E-05	5	4	5	2.71E-05				
0	3	0	1.76E-04	1	5	0	6.97E-05	3	1	0	1.77E-04	4	3	0	7.12E-05	5	5	0	3.17E-05				
0	3	1	1.77E-04	1	5	1	6.91E-05	3	1	1	1.53E-04	4	3	1	6.79E-05	5	5	1	3.24E-05				
0	3	2	1.33E-04	1	5	2	5.61E-05	3	1	2	1.33E-04	4	3	2	6.29E-05	5	5	2	3.07E-05				
0	3	3	1.02E-04	1	5	3	4.82E-05	3	1	3	9.95E-05	4	3	3	4.40E-05	5	5	3	2.90E-05				
0	3	4	7.12E-05	1	5	4	4.42E-05	3	1	4	6.79E-05	4	3	4	4.61E-05	5	5	4	2.71E-05				
0	3	5	4.94E-05	1	5	5	3.94E-05	3	1	5	4.95E-05	4	3	5	3.94E-05	5	5	5	2.53E-05				
0	4	0	1.15E-04	2	0	0	4.79E-04	3	2	0	1.32E-04	4	4	0	5.31E-05								
0	4	1	1.06E-04	2	0	1	3.73E-04	3	2	1	1.33E-04	4	4	1	4.95E-05								
0	4	2	9.28E-05	2	0	2	2.33E-04	3	2	2	1.02E-04	4	4	2	4.90E-05								
0	4	3	7.12E-05	2	0	3	1.32E-04	3	2	3	9.16E-05	4	4	3	4.61E-05								
0	4	4	5.31E-05	2	0	4	9.28E-05	3	2	4	6.29E-05	4	4	4	3.98E-05								
0	4	5	3.92E-05	2	0	5	6.95E-05	3	2	5	4.65E-05	4	4	5	3.31E-05								
0	5	0	6.93E-05	2	1	0	3.73E-04	3	3	0	1.02E-04	4	5	0	3.92E-05								
0	5	1	6.97E-05	2	1	1	3.09E-04	3	3	1	9.95E-05	4	5	1	4.42E-05								
0	5	2	5.95E-05	2	1	2	2.07E-04	3	3	2	9.16E-05	4	5	2	3.89E-05								
0	5	3	4.94E-05	2	1	3	1.33E-04	3	3	3	7.30E-05	4	5	3	3.54E-05								
0	5	4	3.92E-05	2	1	4	8.66E-05	3	3	4	4.40E-05	4	5	4	3.31E-05								
0	5	5	3.17E-05	2	1	5	5.61E-05	3	3	5	4.19E-05	4	5	5	2.71E-05								
1	0	0	3.54E-02	2	2	0	2.33E-04	3	4	0	7.12E-05	5	0	0	6.93E-05								
1	0	1	3.25E-03	2	2	1	2.07E-04	3	4	1	6.79E-05	5	0	1	6.97E-05								
1	0	2	3.73E-04	2	2	2	1.40E-04	3	4	2	6.29E-05	5	0	2	5.95E-05								
1	0	3	1.77E-04	2	2	3	1.05E-04	3	4	3	4.40E-05	5	0	3	4.94E-05								
1	0	4	1.06E-04	2	2	4	7.59E-05	3	4	4	4.61E-05	5	0	4	3.92E-05								
1	0	5	6.97E-05	2	2	5	5.41E-05	3	4	5	3.84E-05	5	0	5	3.17E-05								
1	1	0	3.25E-03	2	3	0	1.33E-04	3	5	0	4.94E-05	5	1	0	4.95E-05								
1	1	1	3.25E-04	2	3	1	1.33E-04	3	5	1	4.82E-05	5	1	1	6.91E-05								
1	1	2	3.05E-04	2	3	2	1.05E-04	3	5	2	4.65E-05	5	1	2	5.61E-05								
1	1	3	1.53E-04	2	3	3	9.16E-05	3	5	3	4.19E-05	5	1	3	4.82E-05								
1	1	4	9.86E-05	2	3	4	6.29E-05	3	5	4	3.84E-05	5	1	4	4.42E-05								
1	1	5	6.91E-05	2	3	5	4.65E-05	3	5	5	2.90E-05	5	1	5	3.54E-05								

dosimetria individuale?

Esistono difficoltà metodologiche e sperimentali, nel calcolo della dose all'organo bersaglio e agli organi critici.

- variabilità individuale dei processi metabolici e loro complessità
- disomogenea distribuzione del radiofarmaco
- inadeguatezza della strumentazione o almeno difficoltà di impiego pratico della stessa
- non semplice applicabilità pratica dei modelli dosimetrici

Fattori biologici ricavabili con buona approssimazione

- percentuale di captazione
- tempo di dimezzamento effettivo

(nota: i parametri valutati in fase diagnostica non sempre coincidono con quelli verificati durante il trattamento terapeutico)

Fattori che possono essere determinati con relativa difficoltà o con margini di errore elevati (fino al 50%)

- volume dell'organo (tecniche eco, TC e RM)
- volume di distribuzione del radionuclide (scintigrafia planare o SPECT/PET con nuclidi con cinetica simile)

Fattori di difficile determinazione e/o valutazione

- aspetti microdosimetrici
- risposta biologica individuale
- caratteristiche temporali dell'irradiazione

ATTIVITA' TERAPEUTICA MEDICO NUCLEARE

- Gli sviluppi nella medicina molecolare, nelle apparecchiature SPECT/TC e PET/TC e nella radiobiologia offriranno maggiori opportunità scientifiche e cliniche allo sviluppo della dosimetria in terapia medico nucleare.
- In questo contesto il fisico deve di essere di **stimolo** all'impiego della dosimetria in terapia radiometabolica, in termini sia di ricerca sia, se del caso, di applicazione clinica, collaborando nello sviluppo di tecniche aggiornate e nella loro introduzione in ambito clinico.



ASPETTI NORMATIVI

IL FISICO IN AMBITO SANITARIO

RUOLO SANITARIO PROFILO PROFESSIONALE: FISICO

- Diploma di laurea in Fisica
- Specializzazione in Fisica Sanitaria
(art. 48, DPR 483/97)

NEL CAMPO DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI

FISICO $\Rightarrow$ ESPERTO IN FISICA MEDICA

- una persona esperta nella fisica o nella tecnologia delle radiazioni applicata alle esposizioni che rientrano nel campo di applicazione del presente decreto legislativo, con una formazione ai sensi dell'articolo 7, comma 5, e che,.....

L' Esperto in Fisica Medica deve possedere la **laurea in fisica e il diploma di specializzazione in fisica sanitaria** o titolo equipollente ai sensi del Decreto del Ministro della sanità 30/01/1998

ESPERTO IN FISICA MEDICA

se del caso

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 di qualità, e su altri problemi riguardanti la radioprotezione relativa alle esposizioni che rientrano nel campo d'azione della presente direttiva.

(art. 2, comma 1, lett. i, D. L.vo 187/2000)

ESPERTO IN FISICA MEDICA

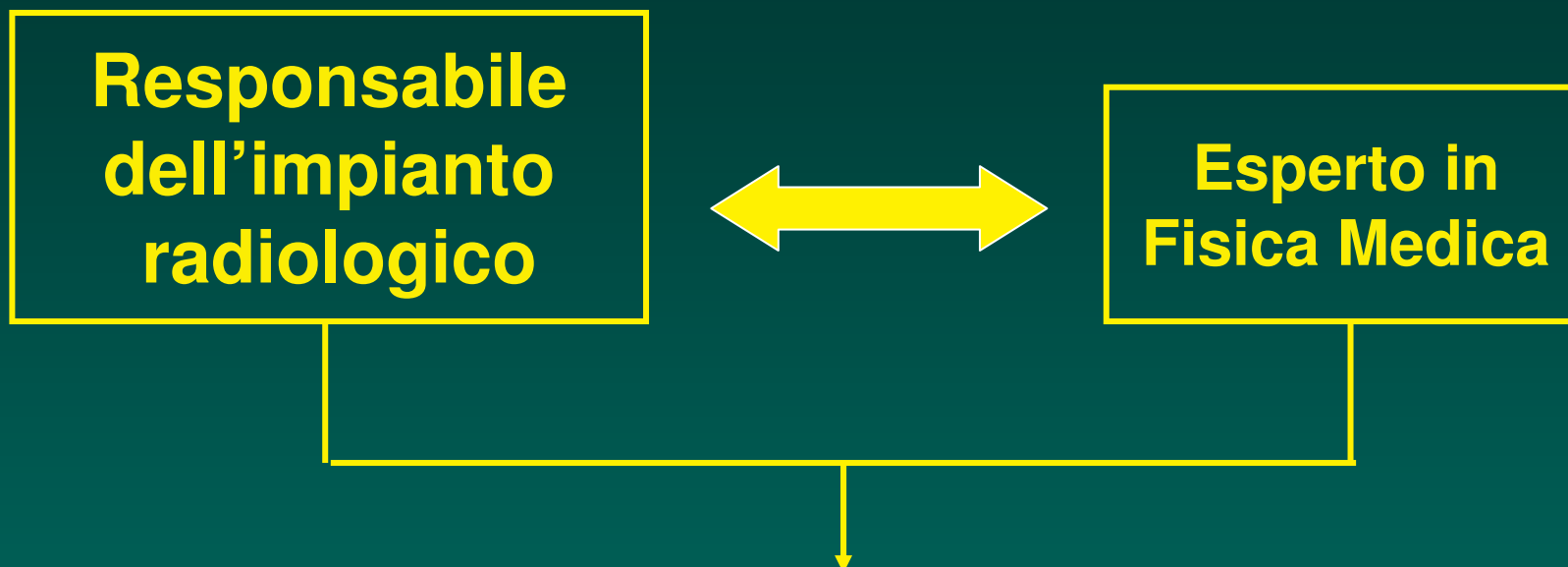
- Nelle procedure inerenti la **radioterapia** lo specialista si deve avvalere di un esperto in fisica medica
(art. 6, comma 3, D. L.vo 187/2000)
 - Lo specialista deve programmare individualmente l'esposizione dei volumi bersaglio tenendo conto che le dosi a volumi e tessuti non bersaglio devono essere le più basse ragionevolmente ottenibili e compatibili con il fine radioterapeutico perseguito con l'esposizione.
(art. 4, comma 2, D. L.vo 187/2000)
 - Nelle attività di radioterapia il responsabile dell'impianto radiologico, avvalendosi dell'esperto in fisica medica, predispone le procedure per la valutazione delle dosi somministrate ai pazienti durante i trattamenti di radioterapia e ne verifica la corretta applicazione
(art. 9, comma 4, D. L.vo 187/2000)

ESPERTO IN FISICA MEDICA

- Nelle **attività di medicina nucleare in vivo** deve essere disponibile un esperto in fisica medica.
- Nelle linee guida di cui al comma 1 sono **eventualmente** stabilite le altre pratiche radiologiche in cui debba essere previsto l'intervento dell'esperto in fisica medica per consulenza sull'ottimizzazione, ivi compresa la dosimetria dei pazienti e la garanzia di qualità, compreso il controllo di qualità, nonché per consulenza su problemi connessi con la radioprotezione relativa alle esposizioni mediche, **se richiesto**.

(art. 6, comma 3, D. L.vo 187/2000)

Garanzia della qualità delle attrezzature radiologiche



- predisposizione programmi di garanzia della qualità (compreso il controllo di qualità)
- effettuazione prove di accettazione e prove di funzionamento delle apparecchiature

(art. 8, comma 2, D. L.vo 187/2000)

Garanzia della qualità delle attrezzature radiologiche

**Responsabile
dell'impianto
radiologico**



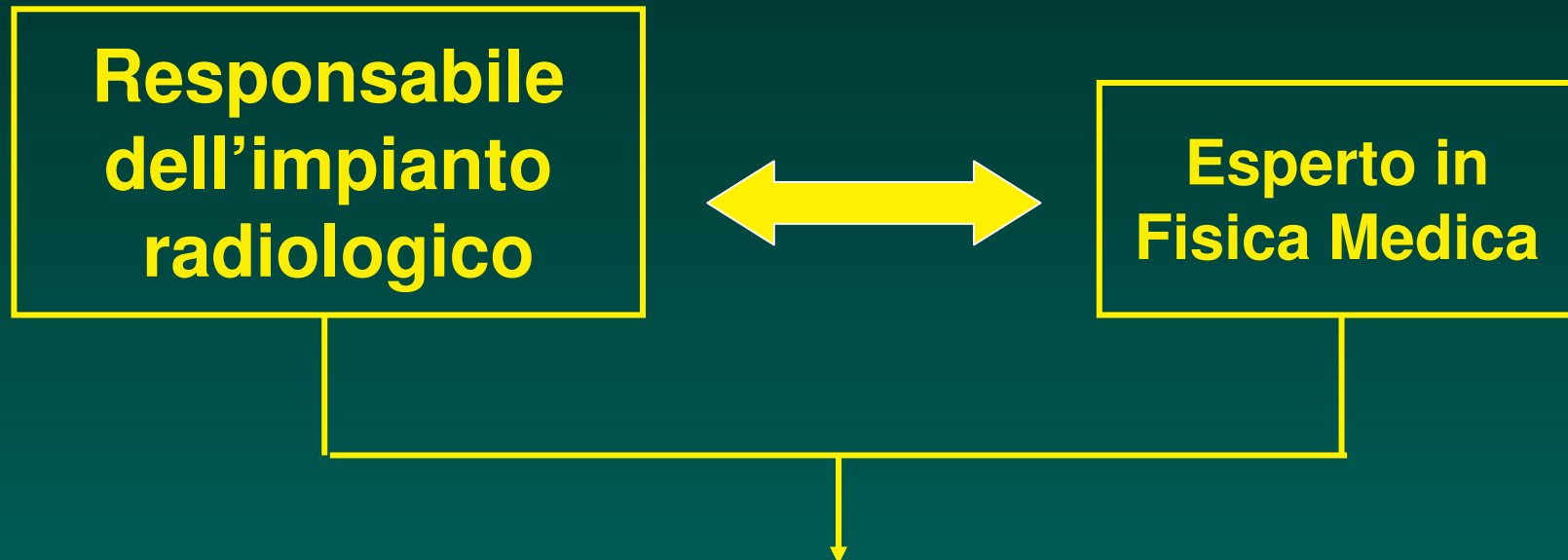
**Incaricato della
esecuzione dei controlli
Esp. Fisica Medica / TSRM***

**predisposizione del protocollo
ed effettuazione delle prove di costanza
necessarie a esprimere il
giudizio di idoneità**

* esperto qualificato che già svolgeva
tali controlli alla data del 7 luglio 2000

(art. 8, comma 3, D. L.vo 187/2000)

Valutazione della dose



- **verifica biennale dei livelli diagnostici di riferimento**
- **esecuzione di valutazioni dosimetriche periodiche** nelle attività che comportano esposizione di bambini, programmi di screening e procedure comportanti alte dosi per il paziente (TC e radiologia interventistica)

(art. 6, comma 5 e All. II - art. 9, comma 3, D. L.vo 187/2000)

ESPERTO IN FISICA MEDICA: competenze

- **valutazione della dose all'utero** per prestazioni diagnostiche in cui non possa essere esclusa la gravidanza
(all. VI, D. L.vo 187/2000)

(Non è richiesta obbligatoriamente la competenza dell'esperto in fisica medica salvo che per le pratiche radiologiche previste nelle linee guida di cui all'art. 6, comma 1, D. L.vo 187/2000)

IN AMBITO RISONANZA MAGNETICA

ESPERTO RESPONSABILE DELLA SICUREZZA:

**figura tecnica con diploma di laurea
e curriculum professionale specifico**

(Art. 2, D.M. 29/11/1985 - All. 3 e 4 – punto 4.10, DM 2/8/91)

**FISICO SPECIALISTA ⇒
ESPERTO RESPONSABILE DELLA SICUREZZA**

IN AMBITO ECOGRAFIA

Le apparecchiature ecografiche, quali dispositivi medici, in analogia con le apparecchiature radiologiche e RM, devono essere sottoposte a controlli periodici da parte di un Esperto con adeguato curriculum professionale, che operi su indicazione del Medico Responsabile.

(Circolare ISPESL/Ministero della Sanità LR-154 del 25.2.99)

I parametri tecnici oggetto della verifica di qualità devono essere controllati ad intervallo costante, con una periodicità da mettere in relazione ai carichi di lavoro e alla stabilità complessiva dell'apparecchiatura secondo il giudizio del medico responsabile e dell'esperto in fisica medica incaricato.

(Controlli di qualità in ecografia, SIRM, 2004, Suppl. a "Il Radiologo" 1/2004)