

# Associazione Nazionale Fisica e Applicazioni

La professione del fisico medico

Leopoldo Conte  
Dipartimento di Scienze Cliniche e Biologiche  
Università degli Studi dell'Insubria

Roma 11 dicembre 2009

- la fisica applicata alla medicina ha una lunga storia più che secolare
- in Italia il tema dei rapporti tra fisica e medicina si è posto molti anni fa (Roncegno 1964)
- pochi anni dopo con il DPR 27 marzo 1969 n.128 (art.34) venivano istituiti i servizi di fisica sanitaria ospedalieri **per la risoluzione di problemi di fisica nelle applicazioni dell'elettronica e nell'impiego di isotopi radioattivi e di sorgenti di radiazioni per la terapia, la diagnostica e la ricerca e nella sorveglianza fisica per la protezione contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti**

-

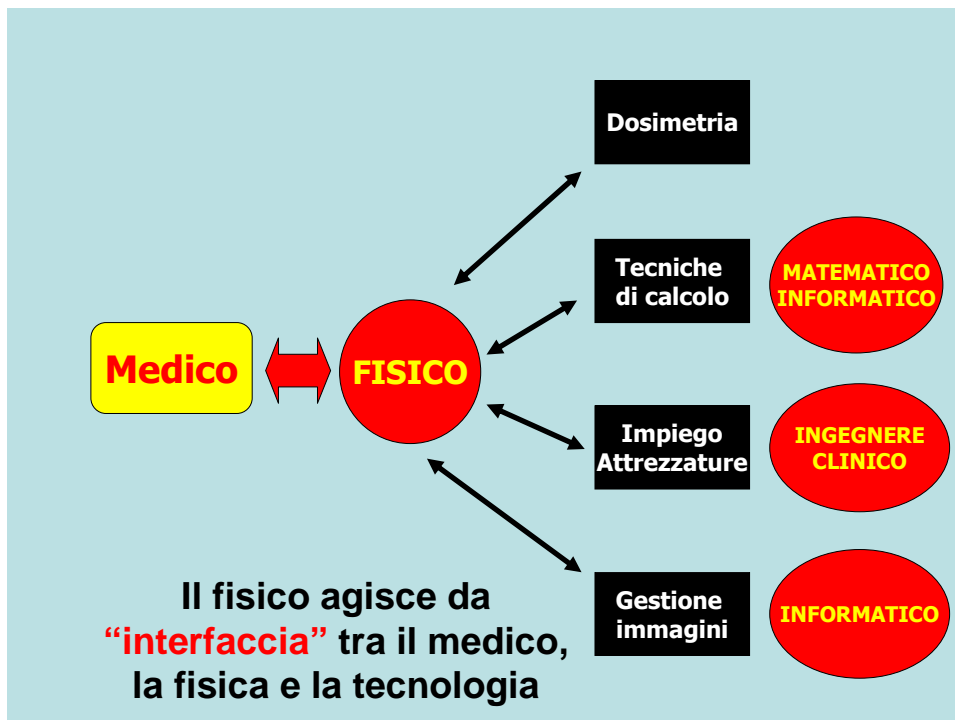
- i Servizi di Fisica Sanitaria furono il punto di partenza per lo sviluppo della professione
- prime **scuole di specializzazione** universitarie dopo la laurea in fisica ( Milano, Pisa)
- **obbligo della specializzazione** in fisica sanitaria per svolgere attività ospedaliera nel campo della fisica medica
- inserimento del fisico specialista come **dirigente nel ruolo sanitario**
- attuazione della **direttiva europea** in materia di protezione contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse a **esposizioni mediche**
- inserimento delle scuole di specializzazione in fisica medica tra le scuole previste da servizio sanitario nazionale con **durata quadriennale e tirocinio negli ospedali**

- nel corso di alcuni decenni la fisica medica italiana ha avuto uno sviluppo notevole in termini quantitativi e qualitativi anche in rapporto ai livelli raggiunti in altri paesi avanzati
- i fisici specialisti che operano nelle strutture sanitarie italiane sono circa 1000
- la didattica e soprattutto il tirocinio ospedaliero delle scuole di specializzazione in fisica medica hanno consentito la formazione di veri professionisti
- il livello di preparazione anche dal punto di vista scientifico è notevolmente migliorato

## IL FISICO MEDICO

Fin dagli anni '60 il fisico, ha cominciato a inserirsi in ambito sanitario per coadiuvare il medico nelle applicazioni della fisica e della tecnologia alla clinica, fino a diventare una figura professionale con caratteristiche culturali e formative specifiche in grado di:

- **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.

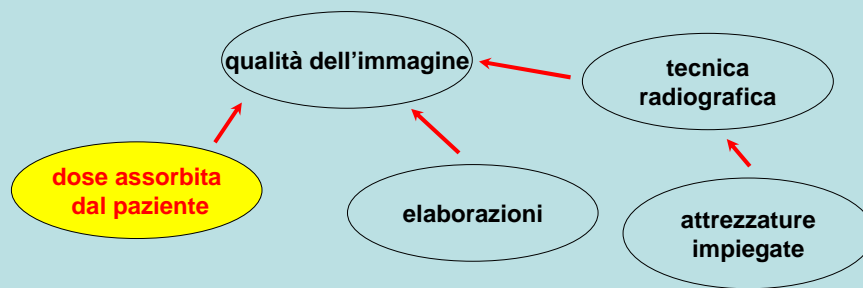


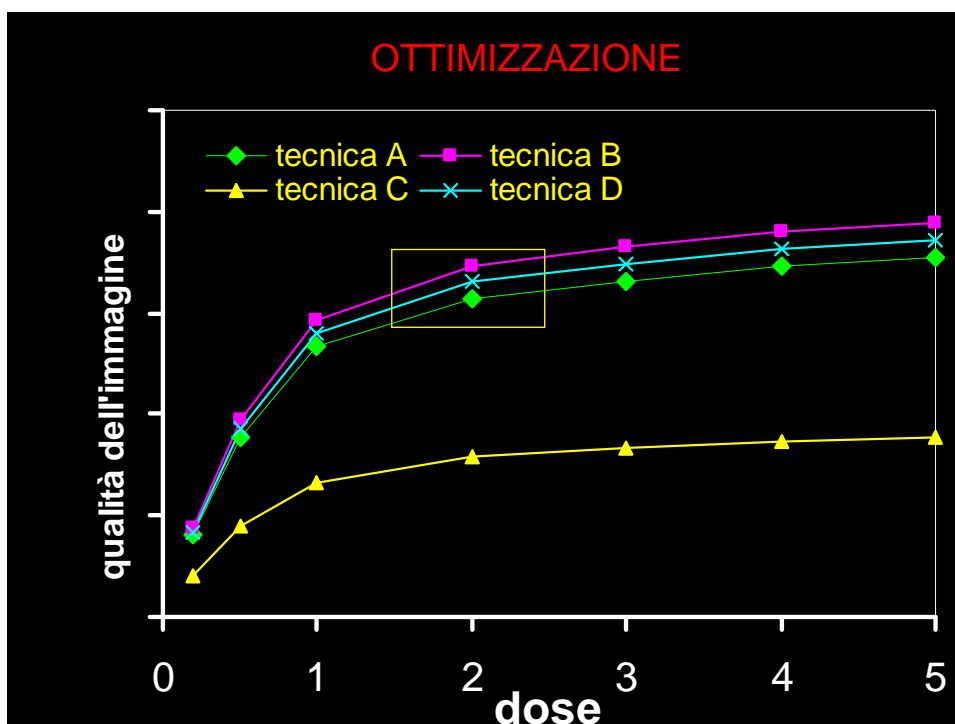
## DIAGNOSTICA PER IMMAGINI: IL RUOLO DEL FISICO

- 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**

### 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).





### Esempio di ottimizzazione in PET: lesione toracica

#### Simulazione realtà clinica:

- 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.

#### Valutazione attività ottimale e minima lesione rivelabile (modello di Rose):

fantoccio IQ NEMA

- concentrazione radioattiva: 2,5 kBq/cm<sup>3</sup>
- rapporto lesione fondo pari a 5/1:  $\approx 10 \text{ mm}$
- rapporto lesione fondo pari a 2/1:  $\approx 17 \text{ mm}$



## RADIAZIONI NON IONIZZANTI

- Sorgenti di CEM a LF-RF-MW  
(elettrobisturi, ablatori RF, marconi e radar terapie, ipertermie)
- Sorgenti di campo magnetico  
(Risonanze magnetiche, magnetoterapie, magnetostimolatori)
- Sorgenti ottiche coerenti e non coerenti  
(LASER, UV, IR, VIS)
- Sorgenti di ultrasuoni  
(Ecografi, litotrittori urologici, onde d'urto)
  
- **Misura parametri fisici e studio effetti biologici**
- **Controlli di qualità**
- **Valutazione dei rischi**

## 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)**

## fMRI:

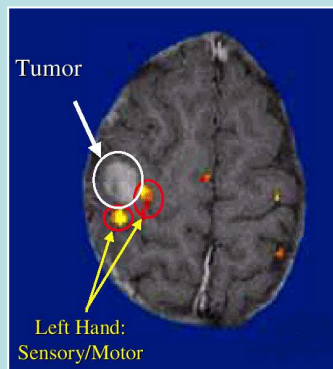
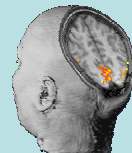
studio dell'anatomia funzionale del cervello umano

### Scopo:

localizzare aree cerebrali di particolare importanza funzionale (aree motorie, visive, del linguaggio etc.)

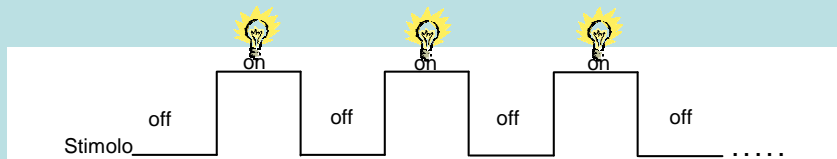
situate in prossimità di volumi che devono essere rimossi chirurgicamente o trattati con radioterapia

al fine di risparmiare il più possibile tali regioni e quindi salvaguardare funzionalità cerebrali di particolare rilevanza



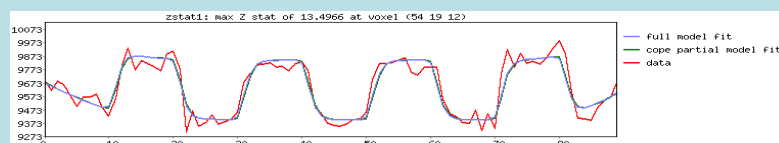
## Studio fMRI

### 1. Definizione del paradigma



### 2. Esecuzione dell'esame RM e acquisizione dei dati

### 3. Analisi statistica dei dati (t-test, modello lineare generale, etc.)



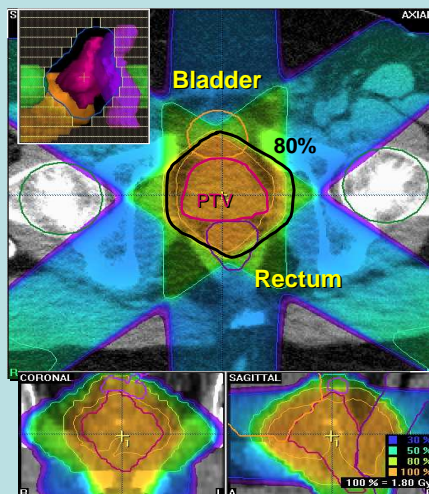
## RADIOTERAPIA: IL RUOLO DEL FISICO

- Effettuazione della **dosimetria di base**
- Messa a punto di **tecniche di irradiazione**
- Elaborazione dei **piani di trattamento**
- Intervento diretto **nell'impiego di tecnologie più complesse**
- **Garanzia qualità attrezzature**

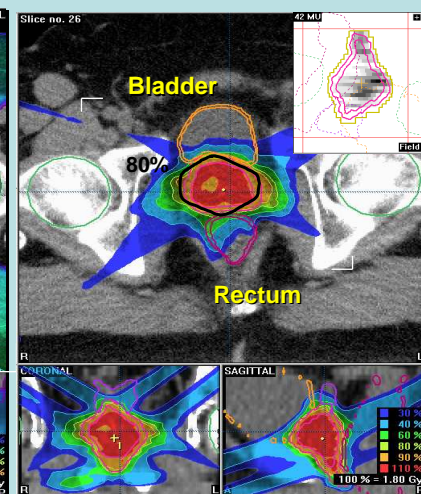
## 3D-CRT vs. IMRT

### Prostate Treatment

#### 3D Conformal RT



#### IMRT Boost treatment





**Intraoperative radiation therapy (IORT) with dedicated mobile linacs**



## ATTIVITA' TERAPEUTICA MEDICO NUCLEARE

**Calcolo della dose** all'organo bersaglio ed agli organi critici al fine di una corretta prescrizione dell'attività e, quindi, della dose da somministrare.

### Tecniche dosimetriche

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

TABLE 01  
Dose point kernel (DPK) for <sup>125</sup>I and <sup>192</sup>Ir in water. Calculated values at 0.5 mm.

Depth (mm)	<sup>125</sup> I DPK (Gy/h)	<sup>192</sup> Ir DPK (Gy/h)
0.5	1.500000	1.500000
1.0	0.750000	0.750000
1.5	0.500000	0.500000
2.0	0.375000	0.375000
2.5	0.300000	0.300000
3.0	0.250000	0.250000
3.5	0.214286	0.214286
4.0	0.187500	0.187500
4.5	0.166667	0.166667
5.0	0.150000	0.150000
5.5	0.137931	0.137931
6.0	0.128000	0.128000
6.5	0.119753	0.119753
7.0	0.113043	0.113043
7.5	0.107556	0.107556
8.0	0.103125	0.103125
8.5	0.997000	0.997000
9.0	0.971429	0.971429
9.5	0.954545	0.954545
10.0	0.944444	0.944444
10.5	0.940476	0.940476
11.0	0.942308	0.942308
11.5	0.949706	0.949706
12.0	0.962500	0.962500
12.5	0.980488	0.980488
13.0	1.003333	1.003333
13.5	1.030769	1.030769
14.0	1.063333	1.063333
14.5	1.100769	1.100769
15.0	1.152500	1.152500
15.5	1.218182	1.218182
16.0	1.297619	1.297619
16.5	1.390000	1.390000
17.0	1.495714	1.495714
17.5	1.614286	1.614286
18.0	1.745714	1.745714
18.5	1.890000	1.890000
19.0	2.047619	2.047619
19.5	2.218182	2.218182
20.0	2.400000	2.400000
20.5	2.592727	2.592727
21.0	2.800000	2.800000
21.5	3.022727	3.022727
22.0	3.260000	3.260000
22.5	3.511905	3.511905
23.0	3.777778	3.777778
23.5	4.057143	4.057143
24.0	4.350000	4.350000
24.5	4.656757	4.656757
25.0	5.000000	5.000000
25.5	5.367143	5.367143
26.0	5.760000	5.760000
26.5	6.180000	6.180000
27.0	6.627143	6.627143
27.5	7.100000	7.100000
28.0	7.597143	7.597143
28.5	8.117143	8.117143
29.0	8.660000	8.660000
29.5	9.227143	9.227143
30.0	9.817143	9.817143
30.5	10.430000	10.430000
31.0	11.067143	11.067143
31.5	11.727143	11.727143
32.0	12.400000	12.400000
32.5	13.087143	13.087143
33.0	13.787143	13.787143
33.5	14.500000	14.500000
34.0	15.227143	15.227143
34.5	15.967143	15.967143
35.0	16.717143	16.717143
35.5	17.477143	17.477143
36.0	18.247143	18.247143
36.5	19.027143	19.027143
37.0	19.817143	19.817143
37.5	20.617143	20.617143
38.0	21.427143	21.427143
38.5	22.247143	22.247143
39.0	23.077143	23.077143
39.5	23.917143	23.917143
40.0	24.767143	24.767143
40.5	25.627143	25.627143
41.0	26.497143	26.497143
41.5	27.377143	27.377143
42.0	28.267143	28.267143
42.5	29.167143	29.167143
43.0	30.077143	30.077143
43.5	30.997143	30.997143
44.0	31.927143	31.927143
44.5	32.867143	32.867143
45.0	33.817143	33.817143
45.5	34.777143	34.777143
46.0	35.747143	35.747143
46.5	36.727143	36.727143
47.0	37.717143	37.717143
47.5	38.717143	38.717143
48.0	39.727143	39.727143
48.5	40.747143	40.747143
49.0	41.777143	41.777143
49.5	42.817143	42.817143
50.0	43.867143	43.867143

$$D(\text{voxel}_k) = \sum_{h=1}^N \tilde{A}_{\text{voxel}_h}$$

## 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**

## Le attività del fisico medico in radioprotezione

In Radioprotezione, risponde della organizzazione della **sorveglianza fisica della radioprotezione** per garantire la **sicurezza degli operatori, della popolazione e dei pazienti**. Coordina il personale tecnico nelle attività di supporto alle funzioni di Esperto Qualificato D.Lgs. 230/95 e s. m. e i. Gestisce le operazioni di carico e scarico delle sostanze radioattive e garantisce gli adempimenti di Legge. Provvede al controllo dei parametri radioprotezionistici degli impianti radiologici in fase di progettazione, collaudo e verifiche periodiche.

## **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**

## **RICERCA**

In un settore in cui l'applicazione della tecnologia e dei metodi fisici in campo medico richiede studi e valutazioni anche molto approfonditi, il ruolo del fisico medico nell'ambito di questa ricerca applicata assume grande importanza.



E' essenziale che l'Università dia spazio alla ricerca nel settore della fisica medica e trovi le giuste modalità di collaborazione con l'ambiente ospedaliero.