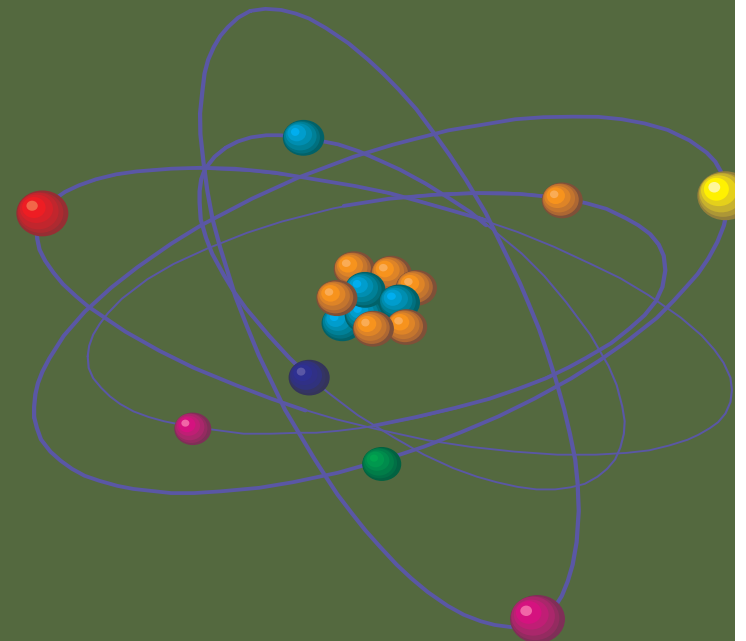


# La Fisica medica in Lombardia: 30 anni di esperienza nell'ambito della Scuola di Specializzazione in Fisica Sanitaria

## *Evoluzione della figura del Fisico Medico*

Leopoldo Conte

*Università dell'Insubria*



**RICERCA DI BASE E  
RICERCA APPLICATA IN CAMPO  
INDUSTRIALE**



**SVILUPPO DI TECNOLOGIA E DI METODICHE  
FISICHE IN CAMPO MEDICO**



**APPLICAZIONE  
IN AMBIENTE CLINICO**

## Convegno

### “Colloqui sui rapporti tra Fisica e Medicina”

### Roncegno Levico Terme, 1964

Il Convegno, a cui hanno partecipato fisici e radiologi illustri, sia italiani che stranieri, ha fornito una base scientifico-professionale fondamentale per la fisica sanitaria di allora.

Le conclusioni del Convegno, portate poi all'attenzione del Ministero della Sanità, furono:

- presenza necessaria e continuativa di un fisico nei Centri di Radioterapia
- sviluppo presenza dei fisici e creazione dei Servizi Sanitari di Fisica
- inserimento del fisico tra il personale sanitario laureato non medico (in analogia a biologi, chimici e farmacisti)
- preparazione del fisico della sanità con una specializzazione specifica dopo la laurea.

Veniva suggerito inoltre l'inserimento di Cattedre di Fisica nelle Facoltà di Medicina, chiamando professori che si fossero dedicati ad una collaborazione scientifica con il mondo medico.

# NORMATIVA DI RADIOPROTEZIONE

La normativa del 1964 (DPR 185/64), stabilendo per le strutture sanitarie l'obbligo di garantire la sorveglianza fisica della radioprotezione per le attività radiologiche e in particolare per la radioterapia e la medicina nucleare, ha favorito l'assunzione di parecchi fisici soprattutto nel Centro-Nord d'Italia.

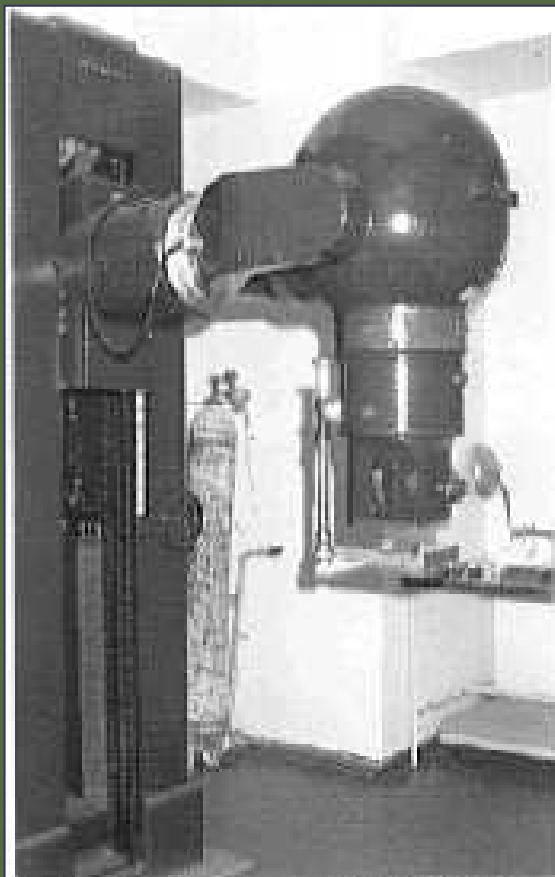
## Riforma ospedaliera del 1969:

Il Servizio di Fisica Sanitaria rientra nel gruppo dei  
“Servizi speciali di diagnosi e cura”

Negli ospedali generali o specializzati nei quali il piano regionale ospedaliero ritenga necessario istituire un **servizio di fisica sanitaria** 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, questo può essere organizzato come servizio autonomo o come servizio aggregato al servizio di radiologia.

**Art. 34 DPR 128/1969**

# APPARECCHI PER RADIOTERAPIA CON FASCI ESTERNI

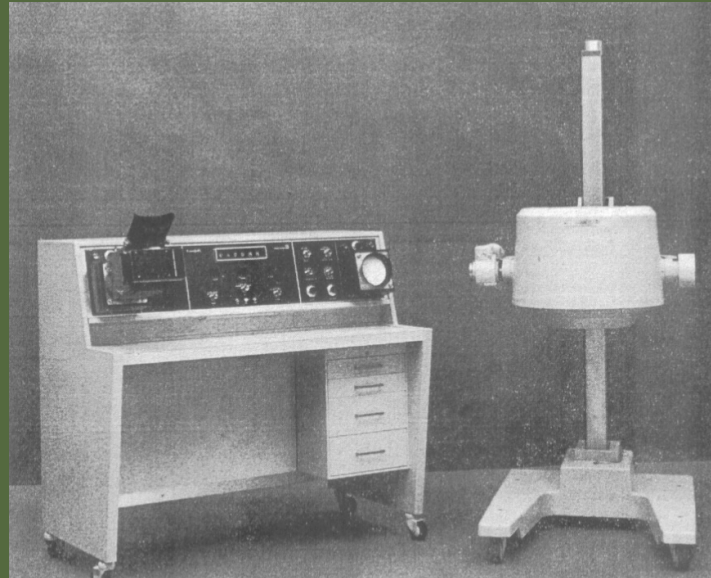
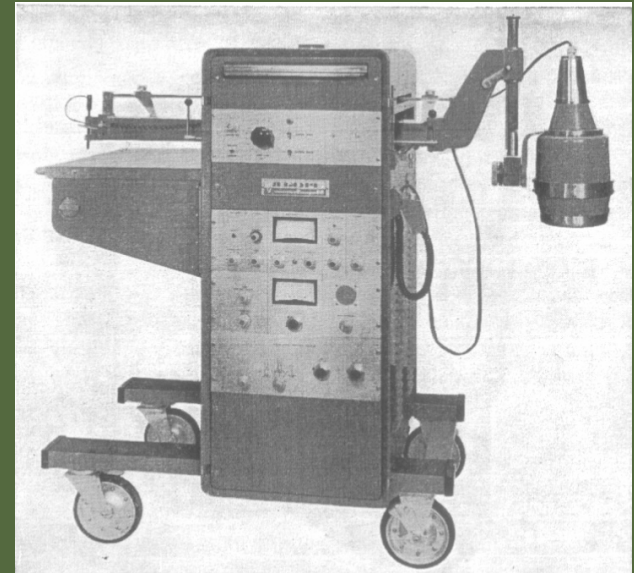
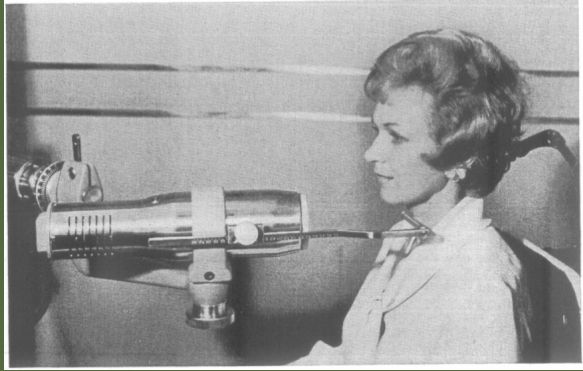


Anni '50 - 60: unità per  
telecobaltoterapia Picker  
Jupiter Jr

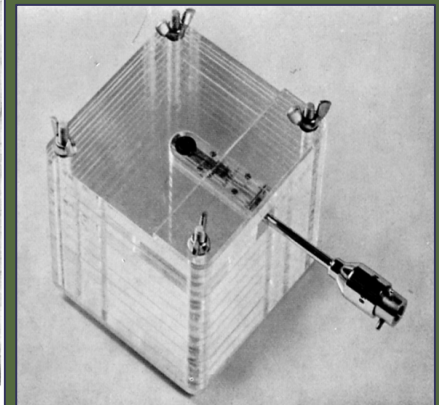
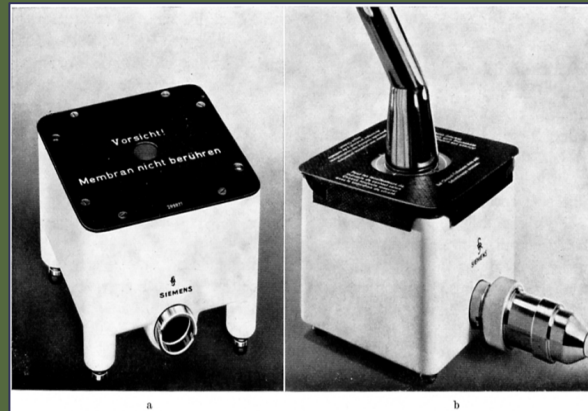
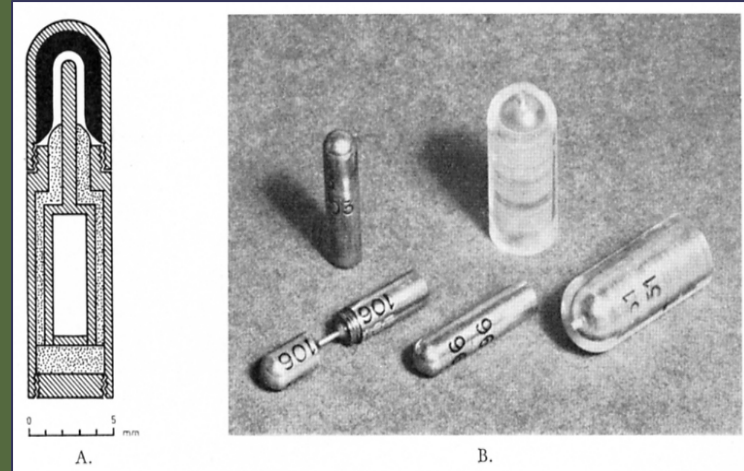
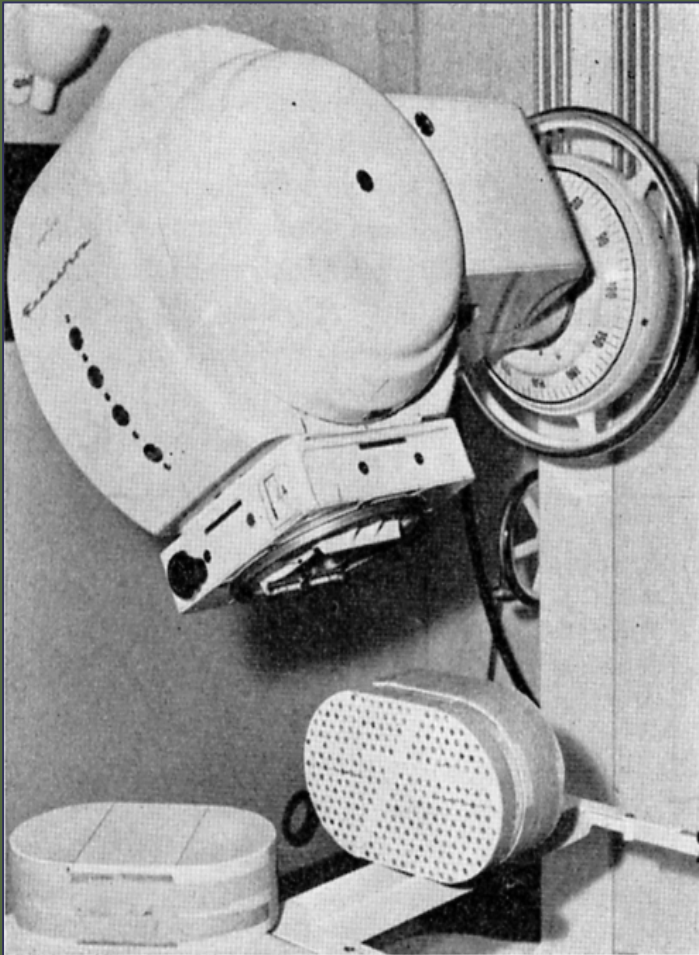


Anni '60: betatrone Siemens da 15  
MV

# Medicina Nucleare



# La dosimetria



# I primi fisici sanitari italiani

Ancona	Milanesi
Bologna	Rossi
Brescia	Belletti
Firenze	Renzi
Milano	Fava, Tosi
Padova	Carletti
Roma	Ballesio, Breschi, Paoluzzi
Varese	Conte
	≈ 30 fisici alla
CNEN Casaccia	Casnati alla fine degli anni '60
Istituto Superiore Sanità	Agno
Laboratorio Fisiologia Clinica CNR - Pisa	Guzzardi

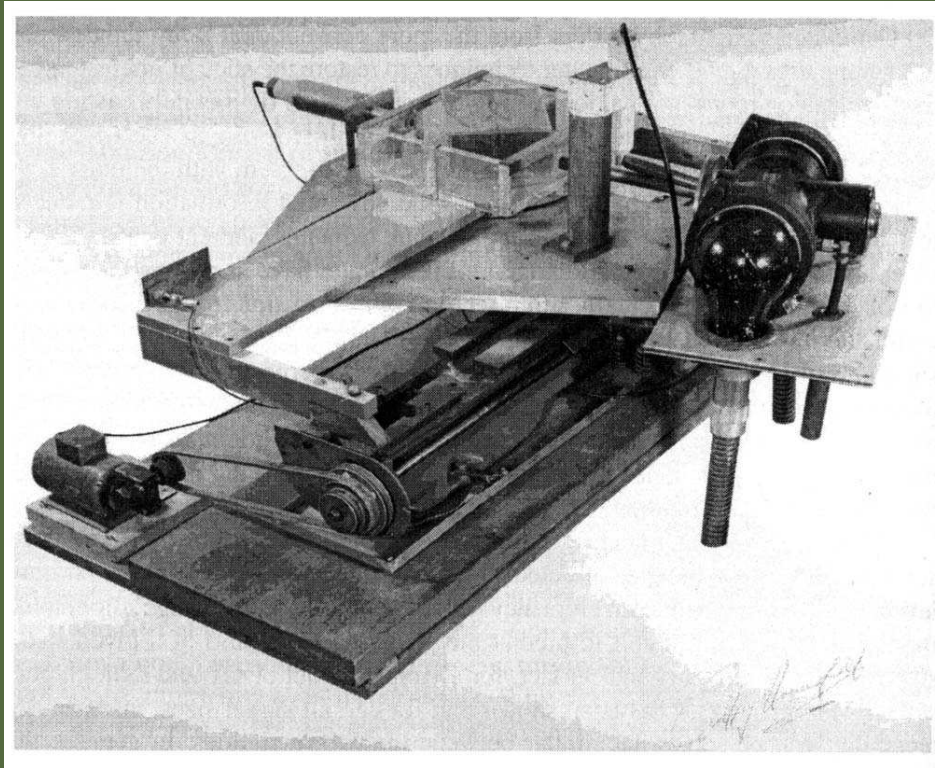
# EVOLUZIONE DEL FISICO MEDICO

**ANNI  
60 - 80**

- senza basi specifiche nel campo della fisica medica e in campo medico
- si doveva occupare di quasi tutti i settori della fisica medica
- doveva arrangiarsi anche a livello artigianale (hardware e software)
- operanti in pochi centri specializzati

# CT

(inizi anni '70)

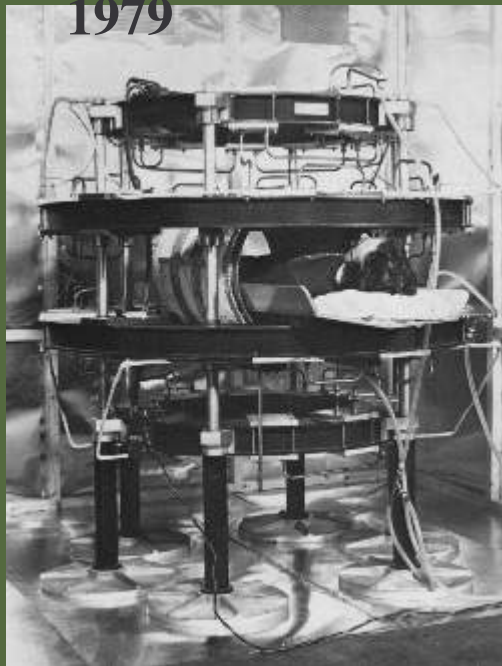


Nobel per la medicina a Cormack & Hounsfield nel 1979

# RM

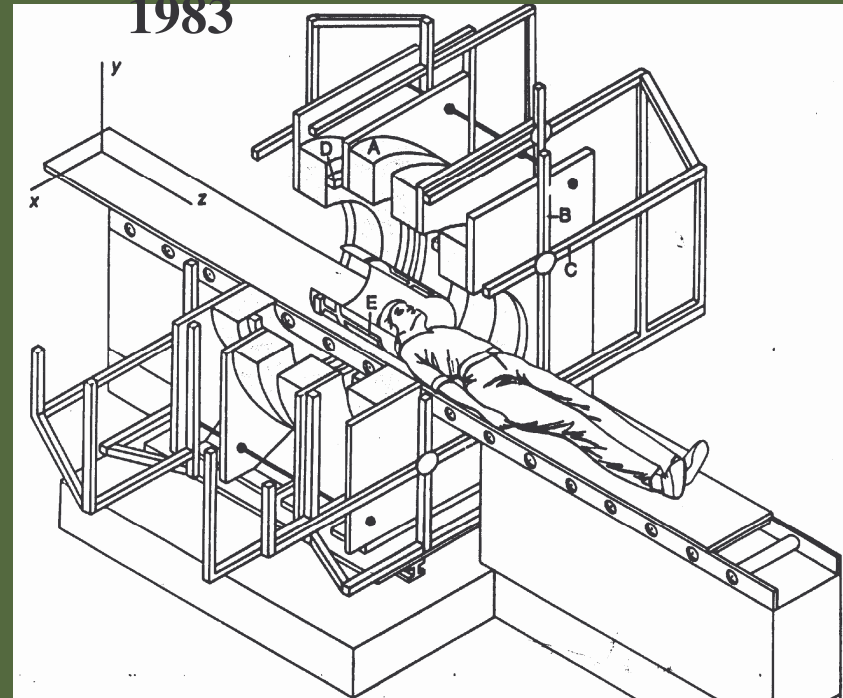
(inizi anni '80)

RM verticale  
1979



Università di Aberdeen – Mansfield

RM orizzontale (0,15 T)  
1983



Istituto di Fisica di Roma – Maraviglia

Nobel per la medicina a Mansfield e Lauterbur nel 2003

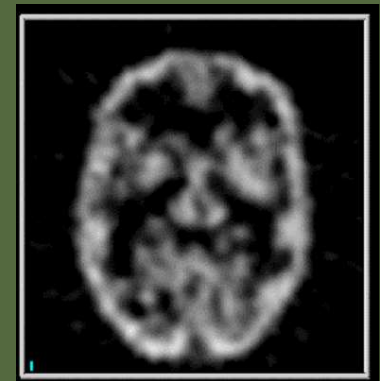
# Computer in Medicina

Nella seconda metà del 1970 ha inizio l'impiego del computer nelle apparecchiature medicali

Oltre ad essere indispensabile per TC e RM diventa molto importante per la **Medicina**

**Nucleare:**

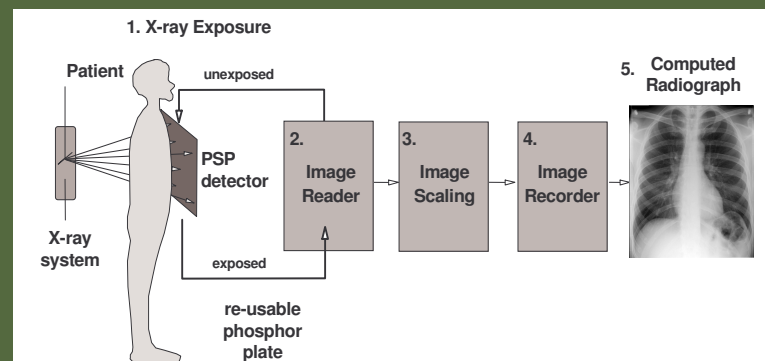
- elaborazione di dati funzionali
- acquisizioni “gated”  
(**cardiologia nucleare**)
- SPET  
Single Photon Emission  
Tomography



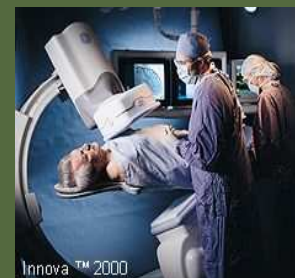
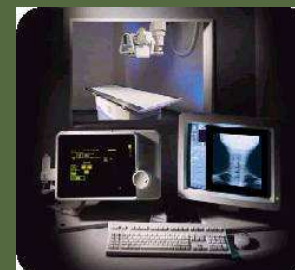
# Radiologia digitale

- Computed radiography (fosfori a memoria)

(anni 80-90)

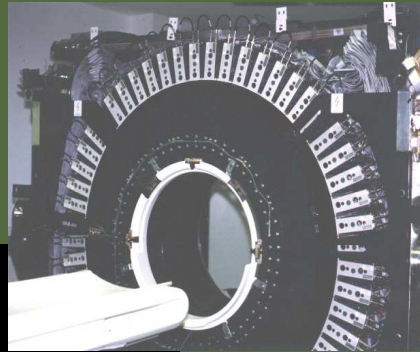
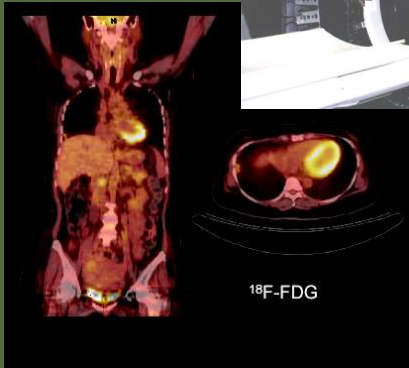


- Direct radiography (Flat panel a-Si)
  - sistemi con scintillatore e matrici attive di fotodiodi
  - sistemi al selenio amorfo



- PACS

# Medicina Nucleare



PET  
Positron Emission  
Tomography

Ciclotrone per  
produzione isotopi



# Radioterapia



Radioterapia  
conformazionale



IMRT



Radioterapia  
intraoperatoria

Radioterapia  
stereotassica



Sistemi di  
elaborazione  
sempre più sofisticati



# EVOLUZIONE DEL FISICO MEDICO

- formazione di base approfondita e conoscenza degli aspetti medici
- altamente specializzato
- deve saper gestire una tecnologia molto sofisticata
- distribuiti su tutto il territorio (in modo disuniforme)

**ANNI  
RECENTI**

# Riforma sanitaria del 1992

Il Decreto legislativo 502/92 inserisce il fisico tra le professionalità sanitarie.

Il Decreto legislativo 502/92 stabilisce inoltre che per accedere al primo livello dirigenziale del ruolo sanitario occorre essere in possesso del diploma di specializzazione nella disciplina (fisica sanitaria).

**D. L.vo**

**230/95**

**→ Fisico specialista**

**D. L.vo**

**187/2000**

**→ 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

- Nelle procedure inerenti la **radioterapia** lo specialista si deve avvalere di un 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**.

# **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**

# FORMAZIONE

## SCUOLE DI FISICA SANITARIA

(ANNI '60 – '70)

- Corsi annuali di perfezionamento sull'impiego sanitario di radioisotopi e radiazioni ionizzanti dell'Università di Bologna
- Corso di Cultura in Fisica Sanitaria dell'Università di Pisa
- Scuola di Perfezionamento in Fisica Sanitaria e Ospedaliera dell'Università di Milano
- Scuola di Perfezionamento in Fisica (indirizzo Fisica Sanitaria) dell'Università di Roma

Università di Torino

Università di Milano

Università di Genova

Università di Padova

Università di Bologna

Università di Firenze

Università di Pisa

Università di Roma - La Sapienza

Università di Roma - Tor Vergata

Università di Roma - Cattolica

Università dell'Aquila

Università di Napoli

Università di Messina

Università di Catania

Università di Palermo

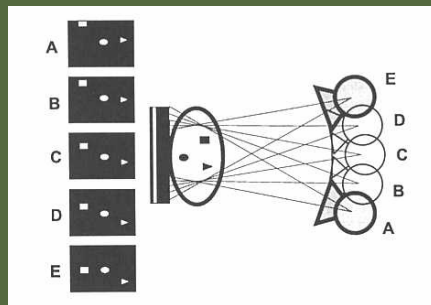
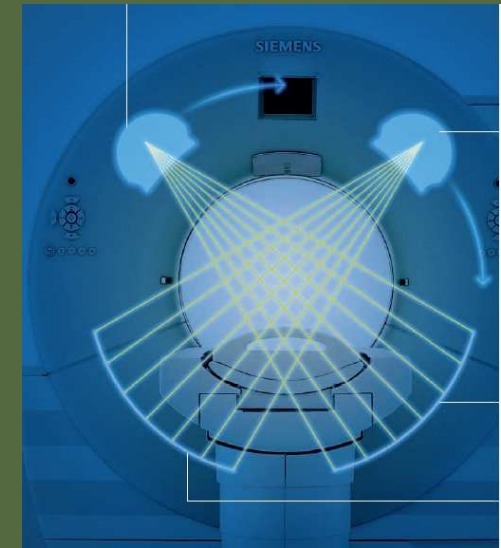
# SCUOLE DI SPECIALIZZAZIONE IN FISICA SANITARIA

# 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



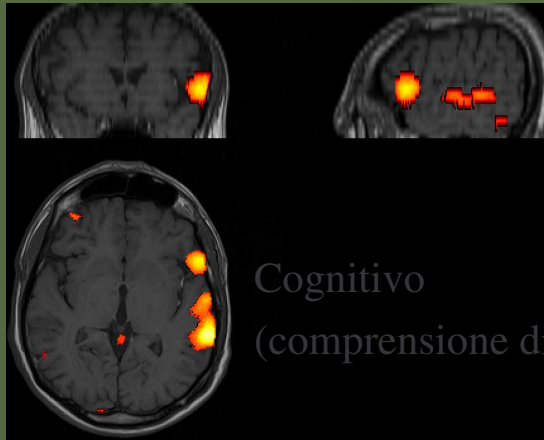
## Tomosintesi

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.

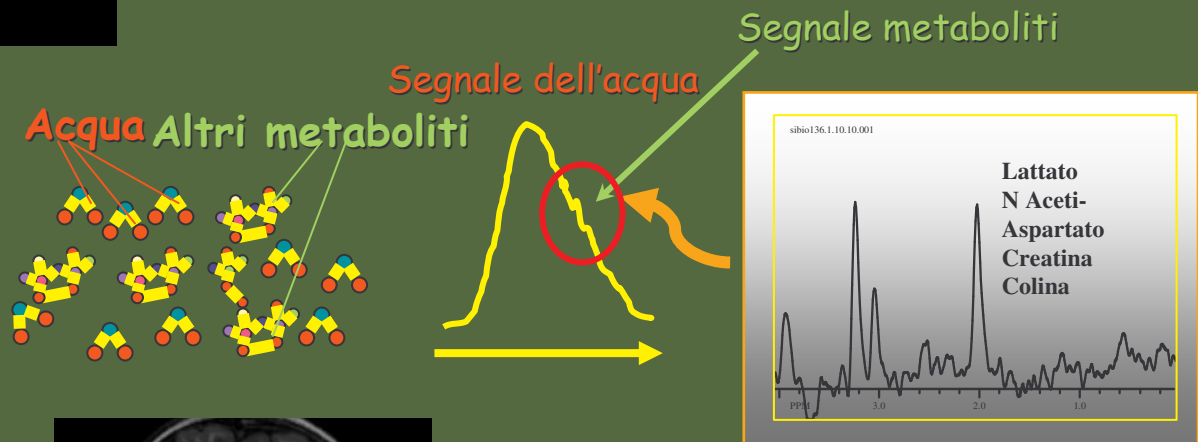


# RM



## Imaging Funzionale (fMRI)

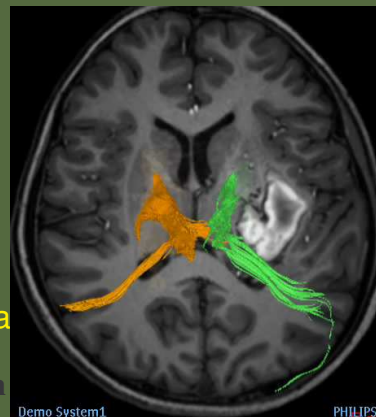
## Spettroscopia



- Right Cortical Spinal Tract
- Left Cortical Spinal Tract

Courtesy:  
Samsung Medical Center, Seoul, South Korea

Da Philips Medical System



## Diffusione (fiber track)

# Innovazioni in Radioterapia

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

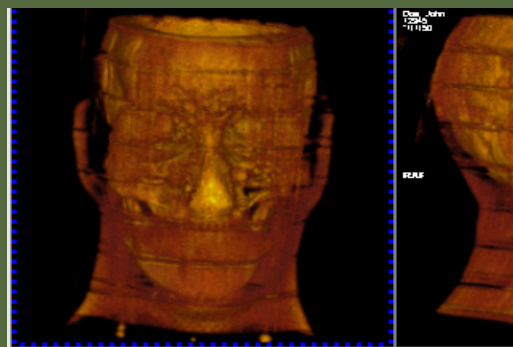
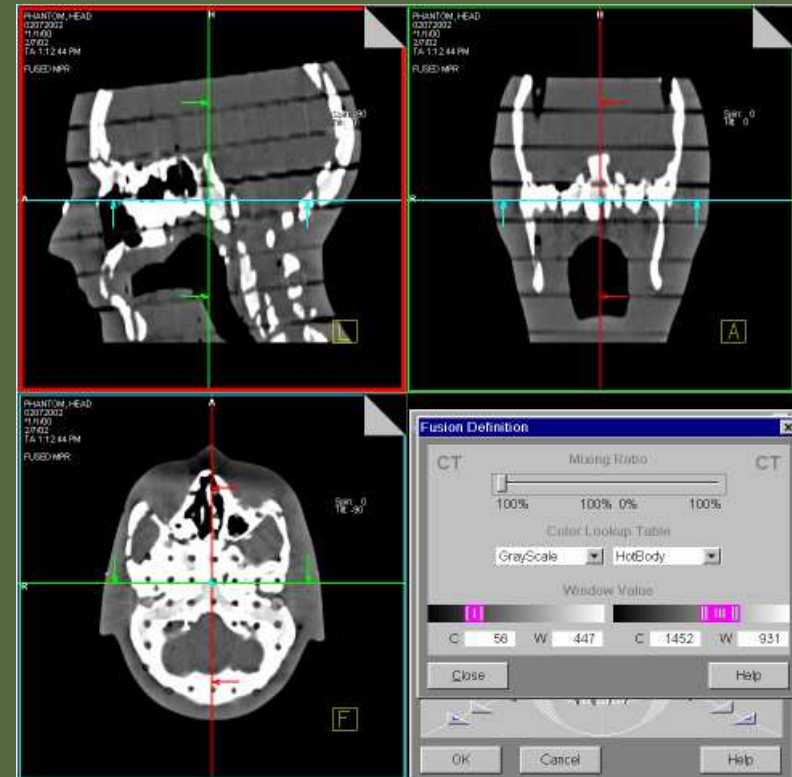
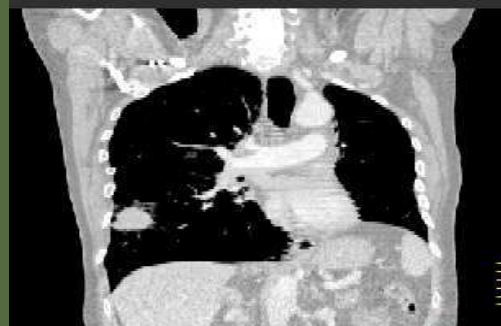
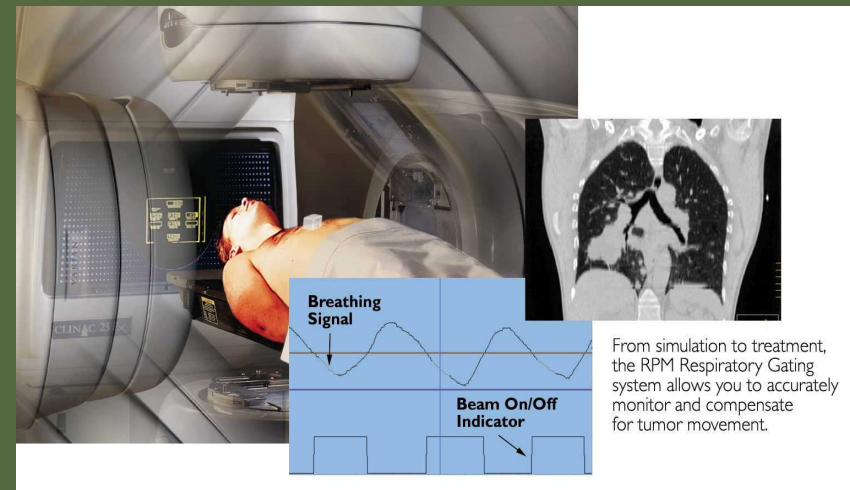
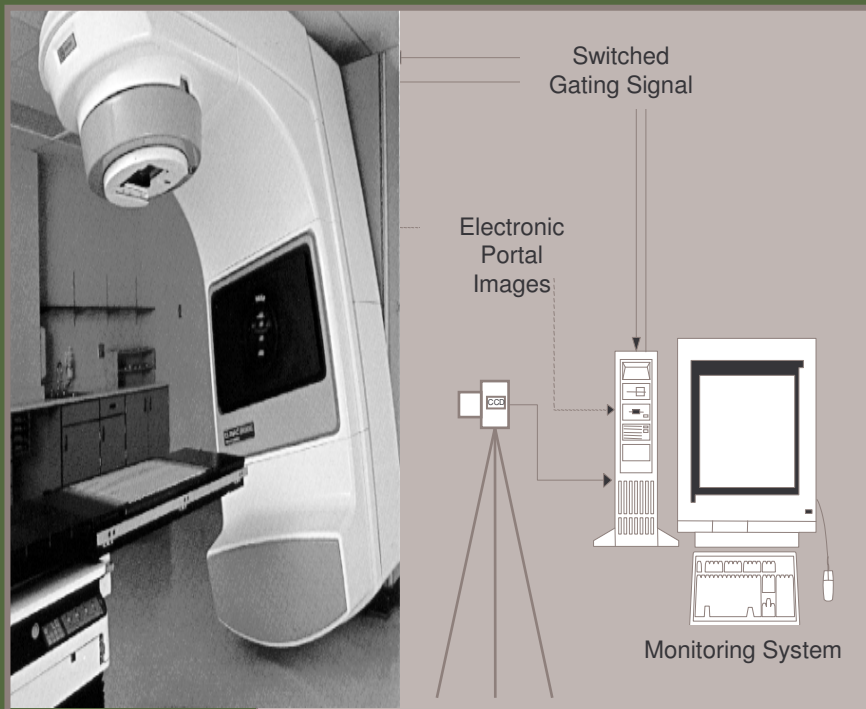


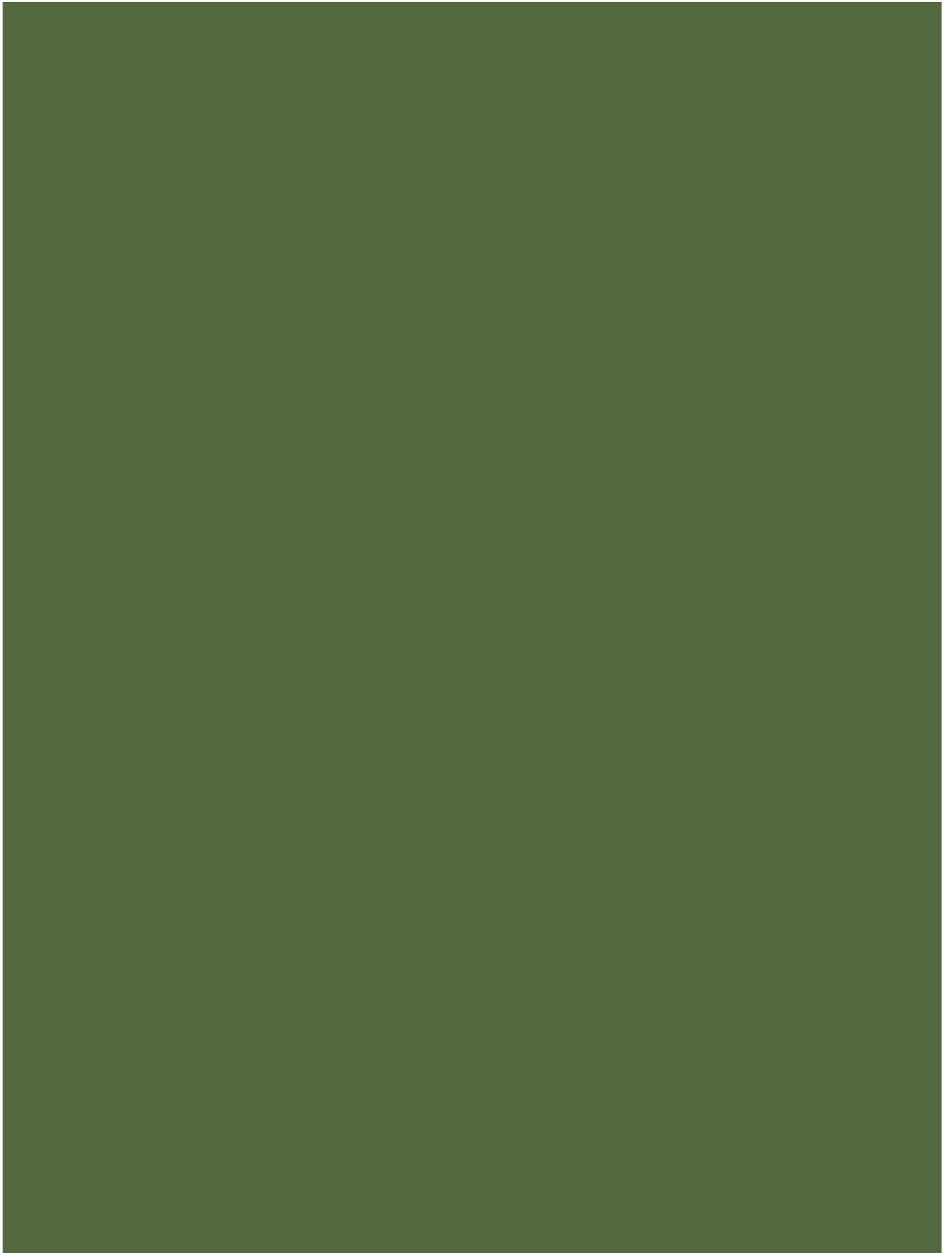
Image Registration from planning CT to MVCT Cone Beam

MV o kV Cone Beam reconstruction

# Innovazioni in Radioterapia

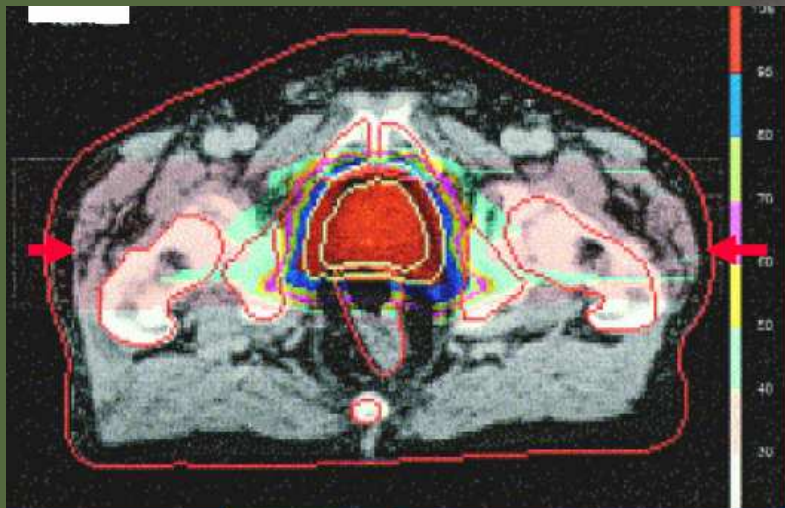
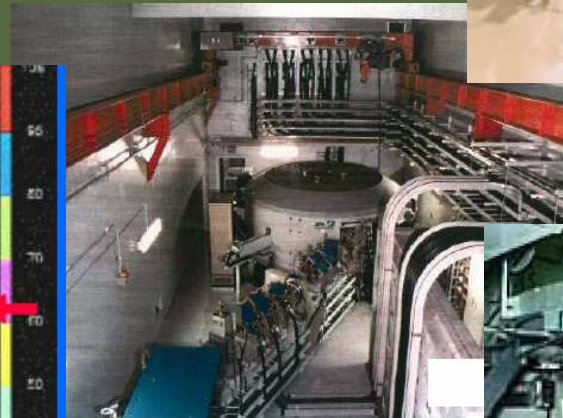
## Gating respiratorio per trattamenti dinamici





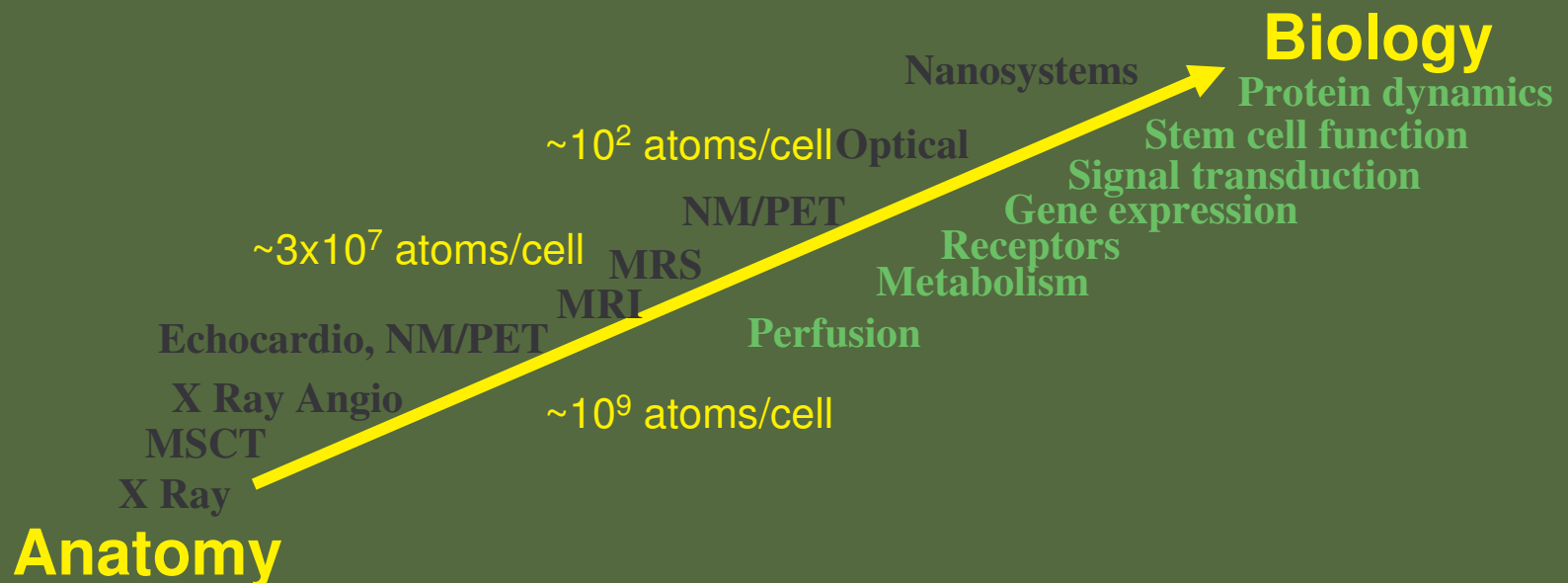
# ADROTERAPIA

con  
protoni (4 - 5 centri) e  
ioni carbonio (1  
centro)



# 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)



# 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.



Il fisico agisce da  
“interfaccia” tra il medico e  
la fisica e la tecnologia

# RADIOTERAPIA OGGI: IL RUOLO DELLA FISICA

- Dosimetria di base
- Messa a punto di tecniche di irradiazione
- Elaborazione piani di trattamento
- Intervento diretto nell'impiego di tecnologie più complesse
- Garanzia qualità attrezzature
- Gestione delle immagini

# •DIAGNOSTICA PER IMMAGINI OGGI: IL RUOLO DELLA FISICA

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

# 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
  - **Qualità del display:** caratteristiche tecniche e controllo di qualità
  - **SW clinico e post elaborazione:** validazione e verifiche

Alta specializzazione  
nei singoli settori

Elevata  
integrazione delle  
competenze



STRUTTURA DI FISICA SANITARIA

			(*)
Abruzzo	8	1	0,71
Basilicata - Campania	18	9	0,43
Calabria	12		0,60
Emilia Romagna	56	8	1,54
Friuli Venezia Giulia	7	1	0,67
Lazio	66		1,25
Liguria	20		1,24
Lombardia	102	41	1,59
Marche	15	1	1,05
Molise	1		0,31
Piemonte – Valle d'Aosta	45		1,07
Puglia	17	3	0,49
Sardegna	9		0,54
Sicilia	39		0,77
Toscana	49		1,39
Trentino - Alto Adige	14		1,46
Umbria	15		1,84
Veneto	53		1,13

## FISICI SANITARI OPERANTI NEL SISTEMA SANITARIO

CENSIMENTO AIFM  
(al 31.12.2006)

IN ORGANICO	OPERANTI FUORI ORGANICO	TOTALE
548	64	612

(\*) n. fisici / 100000  
abitanti

# FABBISOGNO FORMATIVO ANNO ACCADEMICO 2007/2008

Calabria	31	+ 258%
Campania - Basilicata	101	+ 374%
Emilia Romagna	34	+ 47%
Lazio – Abruzzo - Molise	59	+ 77%
Lombardia	86	+ 60%
Marche	26	+ 162%
Piemonte – Valle d’Aosta - Liguria	17	+ 25%
Puglia	59	+ 295%
Sardegna	29	+ 322%
Sicilia	107	+ 274%
Toscana	88	+ 179%
Umbria	33	+ 220%
Veneto – Friuli - Trentino	5	+ 6%

(AIFM, 2007)

**TOTALE: 668**

Abruzzo	4
Basilicata	3
Calabria	
Campania	10
Emilia Romagna	5
Friuli Venezia Giulia	3
Lazio	1
Liguria	1
Lombardia	20
Marche	3
Molise	3
Piemonte	5
Puglia	90
Sardegna	0
Sicilia	20
Toscana	4
Trentino - Alto Adige	1
Umbria	10
Valle d'Aosta	
Veneto	8

# FABBISOGNO FORMATIVO ANNO 2006

(Conferenza Stato Regioni  
25.1.2007)

**TOTALE: 191**

# RICERCA

- La ricerca nel campo della fisica medica è arrivata in ritardo e in ordine sparso.
- Oltre ai nuclei storici, attualmente si stanno formando importanti nuclei di ricerca soprattutto intorno alle scuole di specializzazione.

# POTENZIAMENTO DELLA RICERCA APPLICATA

- Ricerca finalizzata all'applicazione della fisica in medicina da effettuare sul campo.



Miglioramento conoscitivo e tecnologico  
della terapia e diagnosi medica.

# CONCLUSIONI

**Il mondo della fisica medica è in continua evoluzione**

Ciò richiede:

- una formazione specifica e completa di un numero congruo di giovani professionisti
- e un continuo aggiornamento dei professionisti in attività.

## CONCLUSIONI

Si richiede anche un adeguato supporto ad una ricerca applicata sul campo anche con progetti che coinvolgano maggiormente il mondo universitario e le istituzioni con finalità scientifiche e, come avviene in altri paesi, il mondo industriale.





**EVOLUZIONE FISICA SANITARIA**  
(applicazione della fisica alla medicina)



**EVOLUZIONE DELLA  
TECNOLOGIA IN MEDICINA**

# FORMAZIONE

Scuola di formazione “P. Caldirola” -  
Como  
AIFB e AIFM  
(dal 1991)

- 25 corsi avanzati (ECM) negli ultimi 5 anni
- $\approx$  2200 partecipanti negli ultimi 5 anni

# STORIA SOCIETARIA

Anno	Radioprotezione	Radiologia (SIRMN)	Fisica in Medicina
1958	AIFS		
1964		Nucleo Fisici (ufficioso)	
1965	AIFSPR		
1966		Nucleo Fisica Sanitaria	
1974		Sezione di Fisica Sanitaria	
1978	AIRP		AIFB
1980		Sezione autonoma Fisica Sanitaria	
1994			AIFS
1998			<b>AIFM</b>

# RIVISTA SCIENTIFICA

1979 Fisica in medicina

(Direttore: P. Caldirola)

1985 Fisica in medicina - organo dell'AIFB

(Direttore: S. Belletti)

1987 Physica Medica - organo dell'AIFB

(Direttore: S. Belletti)

1988 Physica Medica - organo dell'AIFB

(Direttore: A. Del Guerra)

1998 Physica Medica - organo dell'AIFM

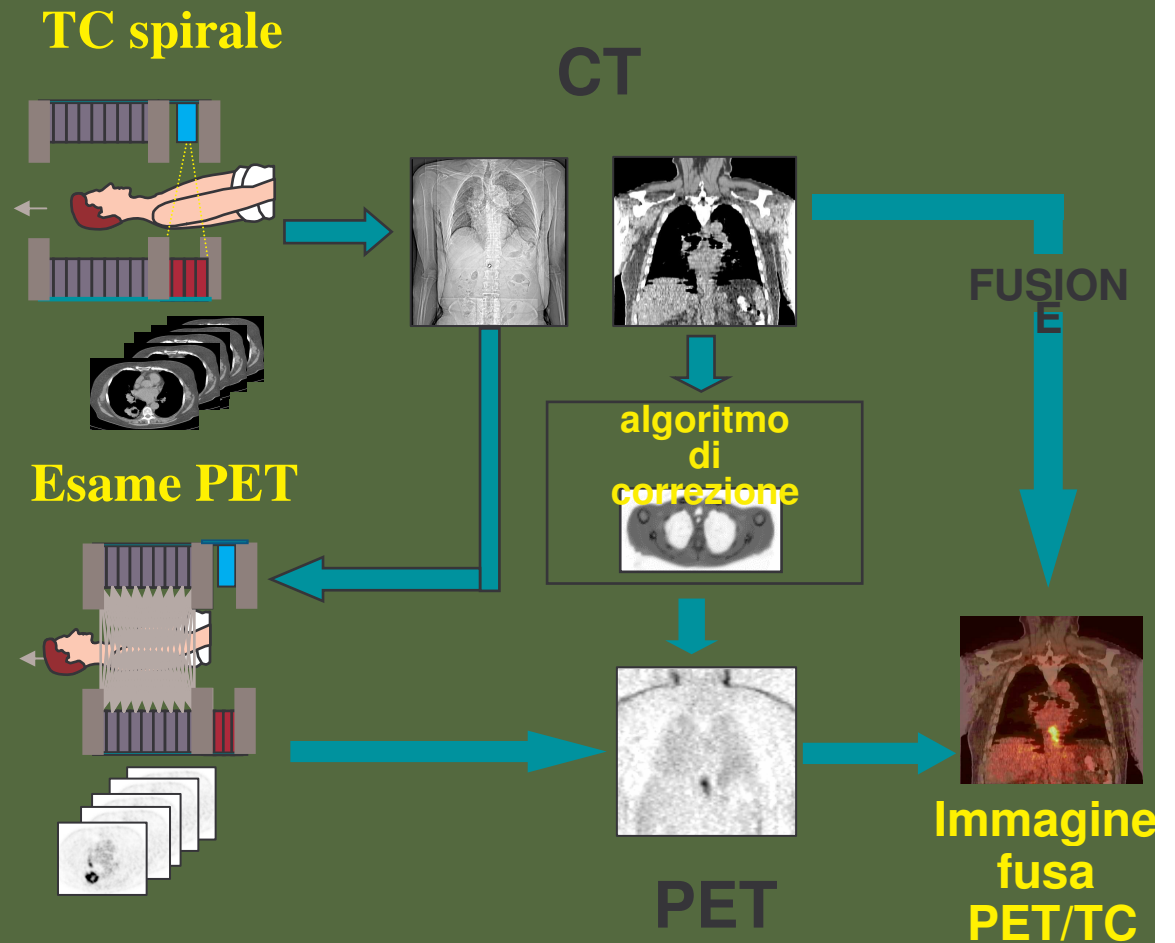
(Direttore: A. Del Guerra)

# Sistemi ibridi

## SPET/TC

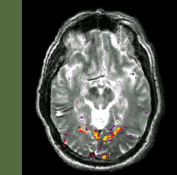


## PET/TC





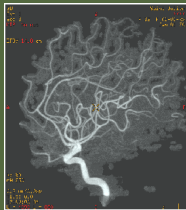
**CT**



**MRI**



**NM**



**angio  
X ray**



**simulator**

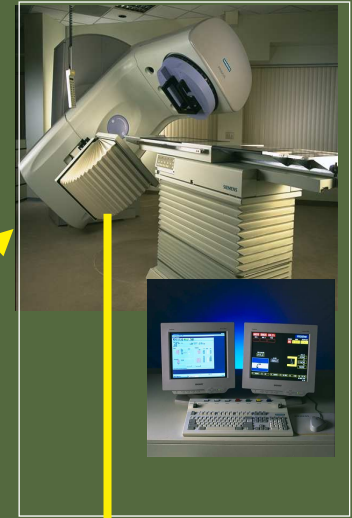


**DRR**



**workstation**

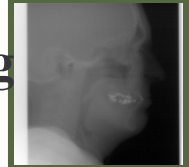
**planning  
system**



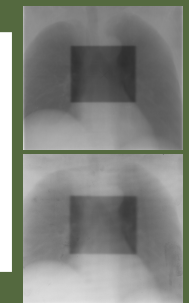
**cone  
beam  
CT**



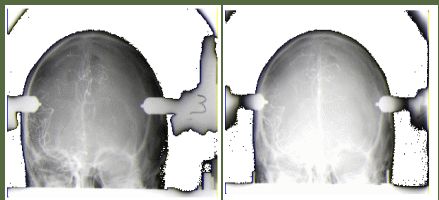
**portal  
imaging  
EPID**



**film  
DR  
CR**

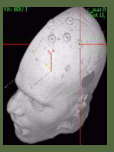
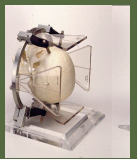


NM

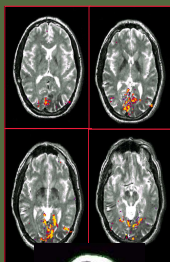


Stereoscopic angiography

frame based



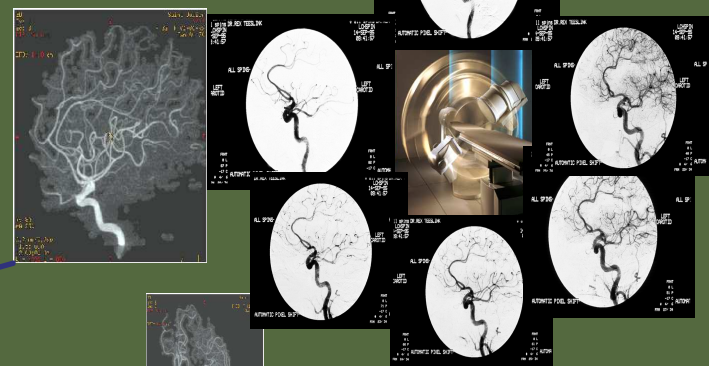
frame less



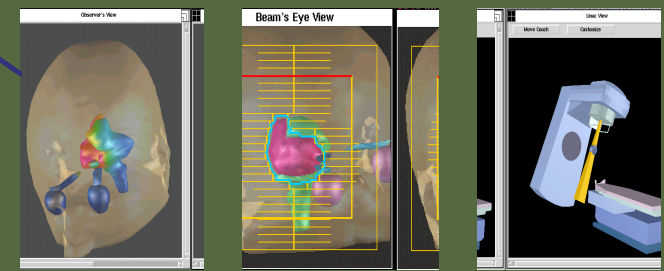
MRI, fMRI, CT



planning



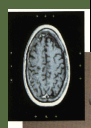
3D angiography



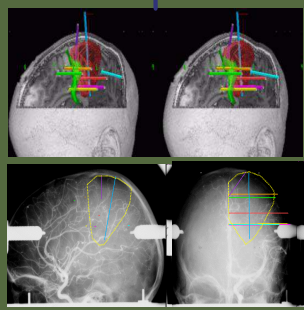
radiosurgery



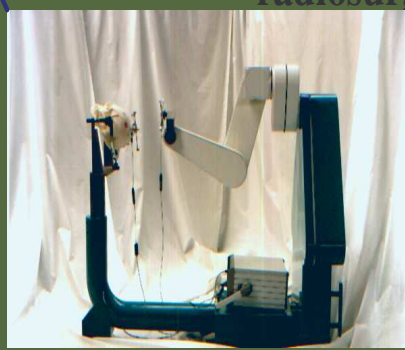
Pointer  
Neuronavigation



Microscope  
Neuronavigation



SEEG electrodes



robot for Epilepsy and Parkinson

# Innovazioni in Radioterapia

- “*Imaging on board*” (EPID, *cone beam CT*)
- Collimazioni dinamiche (4D)
- Pianificazione trattamenti:
  - ottimizzazione della distribuzione della dose
  - modelli radiobiologici

## N. iscritti AIFM

