

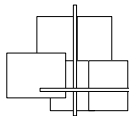
Diagnostica per Immagini



Introduzione (e principi fisici) Anno 2009-2010

Arturo Brunetti

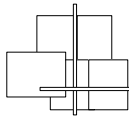
Dipartimento di Scienze Biomorfologiche e Funzionali
Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Istituto di Biostrutture e Bioimmagini - CNR
Napoli



Diagnostica per immagini



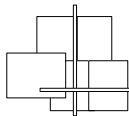
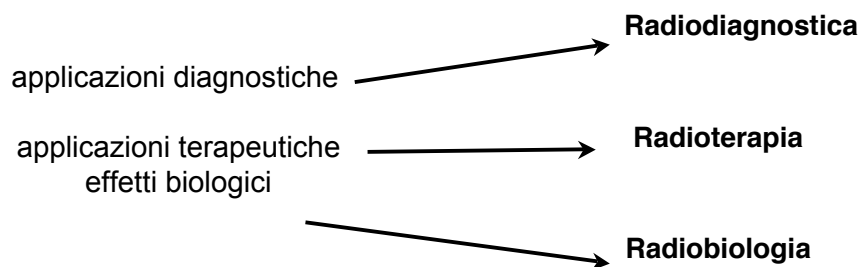
- Disciplina che si occupa di tecniche che permettono di esplorare "dall' esterno" le strutture corporee
- con strumenti fisici e apparecchi diversi
- costruendo immagini che possono fornire informazioni utili
 - per la diagnosi e il monitoraggio della malattia
 - (anche per "guidare" interventi diagnostici e terapeutici)



Diagnostica per Immagini



vecchio nome: **Radiologia** disciplina che si occupa dell' impiego delle radiazioni (in particolare dei raggi X)



Diagnostica per Immagini



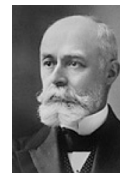
- È una disciplina relativamente “giovane” , nata nel 1895 con la scoperta dei raggi X e l'invenzione della radiografia, seguita dall'invenzione delle altre tecniche (ecografia, medicina nucleare, Tomografia Computerizzata, Risonanza Magnetica)
- Immagini diagnostiche e farmaci (antibiotici, anestetici) hanno contribuito in maniera fondamentale al progresso delle scienze mediche nel secolo XX.

DIAGNOSTICA PER IMMAGINI nota storica

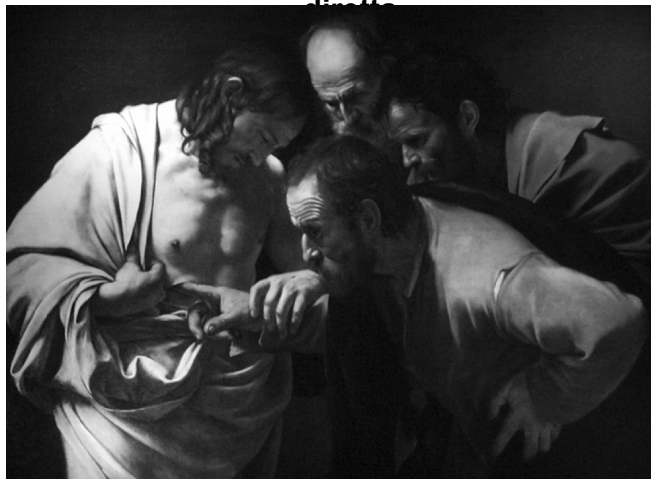
1895 scoperta dei raggi X
(W.C. Roentgen, premio Nobel 1901)



1896 scoperta della radioattività naturale
(H. Becquerel, premio Nobel 1903)

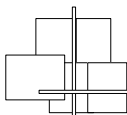
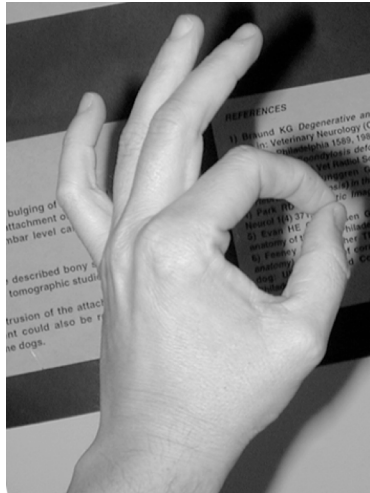


La radiologia ha consentito di osservare le strutture interne del corpo, superando il limite dell'esplorazione



Prima della scoperta dei raggi X le strutture corporee potevano essere esplorate solo “direttamente” nel corso di interventi chirurgici e di dissezioni anatomiche

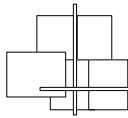
- Una radiografia mostra la struttura scheletrica della mano



RADIOGRAFIA

- Una parola che fa parte del vocabolario di tutti i giorni
- Quando si parla di radiografia si fa riferimento ad un'analisi di contenuti





Obiettivi del corso

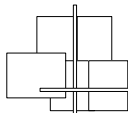


Introduzione ai principi di formazione ed ai criteri di utilizzazione delle immagini mediche ottenute con :

- Radiodiagnostica
 - Radiografia Radioscopia
 - Radiologia Digitale
- Tomografia Computerizzata (TC)
- Medicina Nucleare
 - SPECT
 - PET
- Ecografia (Ultrasonografia)
- Risonanza Magnetica
- (imaging ottico)

AB 2009

10



Alcune conoscenze di base utili



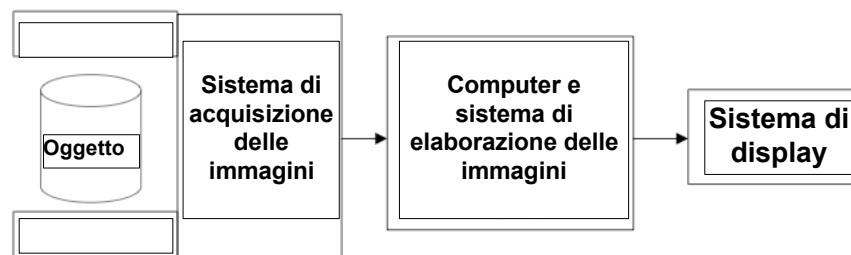
per questo corso

Tecnica	Argomenti di Fisica
Radiodiagnostica e TC	Radiazioni elettromagnetiche, interazioni delle radiazioni ionizzanti con la materia Struttura dell'atomo
Ecografia	Suoni e ultrasuoni; propagazione, riflessione Effetto Doppler
Medicina Nucleare	Struttura dell'atomo; radioattività ; decadimento radioattivo
Risonanza Magnetica	Elettromagnetismo; campi magnetici
Imaging ottico	Radiazioni elettromagnetiche luminose

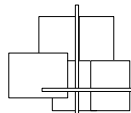
AB 2009

11

Schema generale di un sistema di imaging medicale



Il contributo degli ingegneri all' imaging medico riguarda sia l' hardware sia il software



DIAGNOSTICA PER IMMAGINI: TECNICHE



RADIODIAGNOSTICA

Radiografia e Radioscopia

ECOGRAFIA

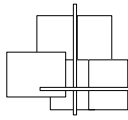
MEDICINA NUCLEARE

SPECT e PET

TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA

RISONANZA MAGNETICA

(imaging ottico)

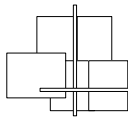


Strumenti fisici per la formazione delle immagini

RADIODIAGNOSTICA	—————→	Raggi X
ECOGRAFIA	—————→	Ultrasuoni
MEDICINA NUCLEARE	—————→	Raggi gamma
TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA	→	Raggi X
RISONANZA MAGNETICA	—————→	Campi magnetici
<i>IMAGING OTTICO</i>	—————→	<i>Fotoni luminosi</i>

AB 2009

14

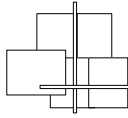


Modalità di formazione delle immagini diagnostiche

RADIODIAGNOSTICA	—————→	Trasmissione
ECOGRAFIA	—————→	Riflessione
MEDICINA NUCLEARE	—————→	Emissione
TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA	→	Trasmissione
RISONANZA MAGNETICA	—————→	Eccitazione-rilassamento
<i>IMAGING OTTICO</i>	—————→	Emissione

AB 2009

15



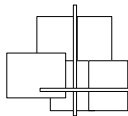
Principi generali

Imaging mediante Raggi X (Radiografia, Radioscopia, TC)
L'immagine riflette i coefficienti di attenuazione tessutale dei raggi X.

Ecografia
L'immagine rappresenta una mappa delle variazioni di impedenza acustica (ovvero della riflessione delle onde ultrasonore da parte dei tessuti).

Medicina Nucleare
L'immagine è la mappa della distribuzione tessutale di un radiofarmaco (molecola marcata con un radioisotopo emettitore di raggi gamma)

Magnetic Resonance Imaging
L'immagine riflette la concentrazione tessutale dei nuclei di idrogeno delle molecole di acqua, modificata da diverse proprietà magnetiche tessutali



DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

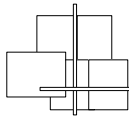
tipo di radiazioni utilizzate

**RADIAZIONI
IONIZZANTI**

Radiologia - TC
Medicina Nucleare

**RADIAZIONI
NON IONIZZANTI**

Ecografia
Risonanza Magnetica



DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

costi

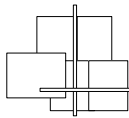


CONTENUTI

Radiologia
Ecografia

ELEVATI

Medicina Nucleare
(PET SPECT)
TC Risonanza Magnetica



DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

informazioni ottenibili

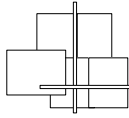


MORFOLOGICHE

Radiologia - TC
Ecografia
Risonanza Magnetica

FUNZIONALI

Ecodoppler
Medicina Nucleare
RM funzionale



I raggi X

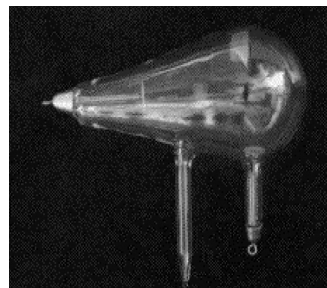
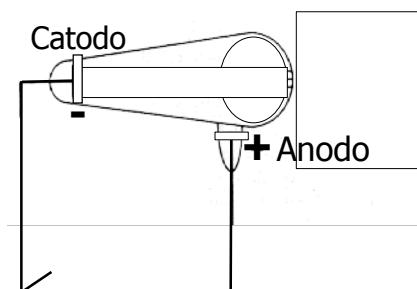
Radiazioni elettromagnetiche ad alta energia utilizzate in Diagnostica per Immagini in tre tecniche:

- **Radiografia**
 - immagini fisse ("fotografiche")
- **Radioscopia**
 - rappresentazione dinamica (cine)
- **TC (Tomografia Computerizzata)**
 - immagini tomografiche (di sezioni)

AB 2009

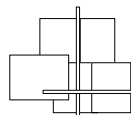
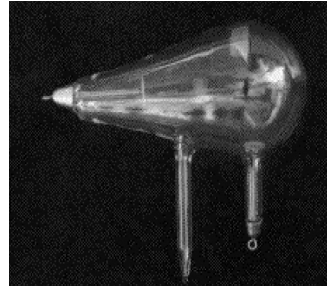
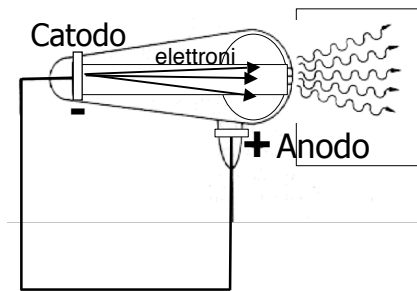
21

TUBO DI CROOKES il sistema usato da Roentgen per produrre raggi X



TUBO DI CROOKES

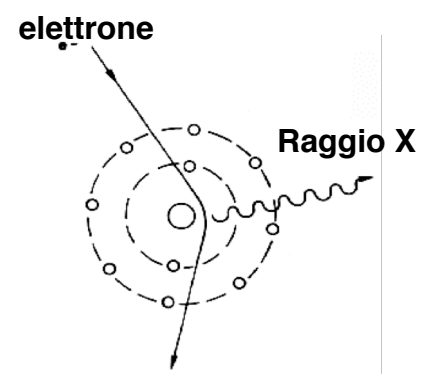
il sistema usato da Roentgen
per produrre raggi X



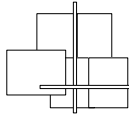
Formazione dei raggi X nel tubo radiogeno



Impatto ("frenamento")
di elettroni accelerati
contro un bersaglio
metallico (in genere
Tungsteno)



**FRENAMENTO
(BREMSSTRAHLUNG)**

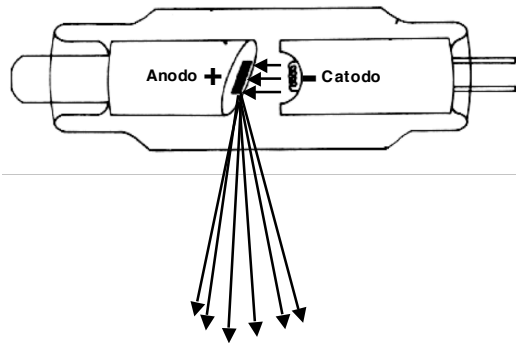


Radiodiagnostica

il "tubo radiogeno"

E' un ampolla di vetro sotto vuoto in cui si determina un' emissione controllata di **elettroni** che grazie a un'elevata differenza di potenziale sono accelerati da un elettrodo negativo (**catodo**) verso un elettrodo positivo (**anodo**). L'impatto degli elettroni sull'anodo produce calore (~ 98%) e **raggi X** (~2%).

Il tubo radiogeno è incluso in un involucro protettivo di Piombo, che permette la fuoriuscita dei raggi X solo nella direzione in cui si trova l'oggetto da studiare

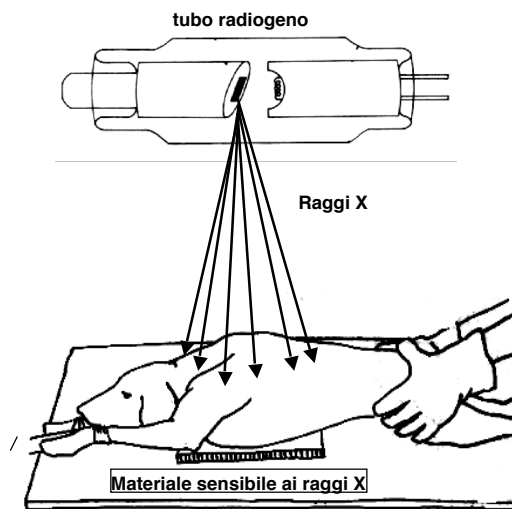


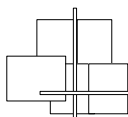
AB 2009

26

RADIOGRAFIA

Immagine diagnostica ottenuta interponendo la struttura da esaminare tra un tubo radiogeno e un materiale sensibile alle radiazioni





Radiodiagnostica - le tecniche

- **Radiografia tradizionale:** immagine "statica" ad alta risoluzione (equivalente di una fotografia) ottenuta su una pellicola radiografica
- **Radioscopia :** immagine ottenuta su uno schermo fluorescente (risoluzione spaziale limitata, ma possibilità di registrare filmati)
- **Radiografia digitale:** tecnica moderna in cui la pellicola radiografica è sostituita da diversi tipi di rilevatori a stato solido

AB 2009

29

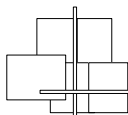
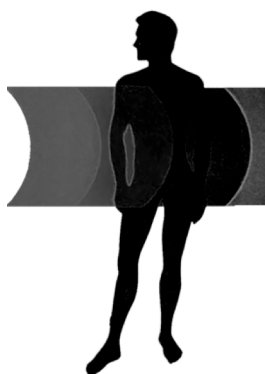
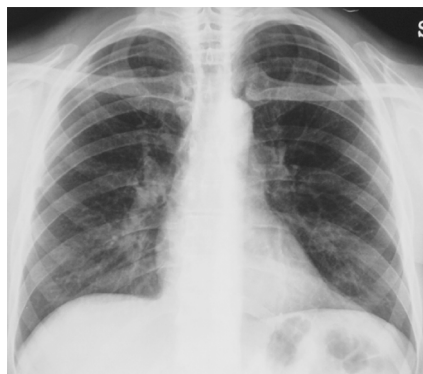


Immagine radiografica = immagine di trasmissione



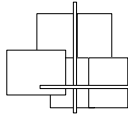
Radiografia del torace



La trasmissione dei Raggi X dipende dalla densità e dallo spessore delle strutture attraversate

AB 2009

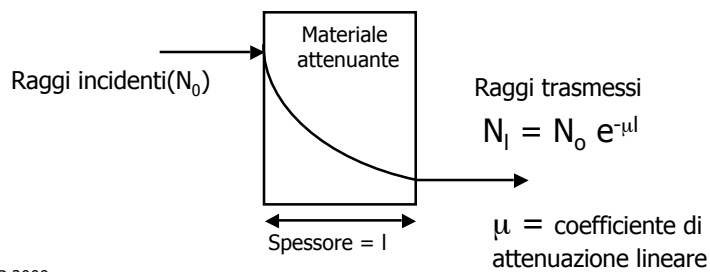
31



Attenuazione dei raggi X

Le interazioni possibili dei raggi X sono – Effetto fotoelettrico e scatter Compton. Nei tessuti prevale l'effetto Compton

I tessuti attenuano il fascio di raggi X, cioè fermano o deviano un certo numero di raggi in misura proporzionale alla loro densità e al loro spessore:
L'informazione contenuta nell'immagine è funzione dell'attenuazione



AB 2009

32

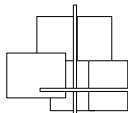


Immagine radiografica

Nell'immagine radiografica tradizionale su pellicola le strutture che "attenuano" maggiormente il fascio di raggi X (definite **radiopache**) appaiono chiare, mentre le strutture che si lasciano attraversare più facilmente dai raggi X (definite **radio-trasparenti**) appaiono proporzionalmente più scure

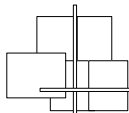


AB 2009

33

Radioscopia

Immagini
dinamiche su
lastra fluorescente
inizio del XX secolo



Radioscopia ("fluoroscopia")

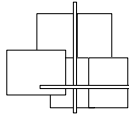


Immagine di trasmissione dei
Raggi X ottenuta su schermo
fluorescente "in tempo reale"

- posizione per successivo
esame radiografico
- monitoraggio di interventi
chirurgici, biopsie, cateterismi
- studi funzionali di deglutizione
e transito intestinale



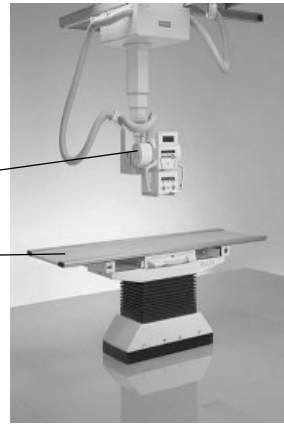
Scopia in corso di
intervento chirurgico



Apparecchio radiografico

Gli apparecchi radiografici possono essere fissi, mobili e anche portatili
Lo schema costruttivo di un apparecchio fisso prevede:

- Tubo radiogeno con stativo
- Tavolo portapaziente
- Tavolo di comando (separato)



AB 2009

36

Apparecchio radiologico con tavolo ribaltabile

Ortotrococlinoscopio

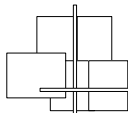


RADIOGRAFIA

- Visualizzazione eccellente delle strutture scheletriche e del torace
- Strumento fisico: Raggi X
- Apparecchio radiografico
- Immagini oggi direttamente in forma digitale



Immagine morfostrutturale



Radiologia digitale

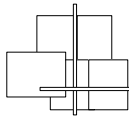


Sostituzione della pellicola radiografica e dei sistemi "cassetta con schermi di rinforzo e pellicola" con sistemi quali:

- fluorografia digitale basata su intensificatore di immagini;
- radiografia computerizzata con fosfori fotostimolabili (PPCR = Photo-stimulable Phosphor Computed Radiography)
- tecnologie basata su rilevatori a selenio o silicio amorfi;
- rilevatori a pannello piatto (flat panel).

Vantaggi della Radiologia digitale

- limita il numero di impostazioni non corrette dei raggi X, che richiedono un'esposizione ripetuta con la radiografia convenzionale e quindi riduce la dose di radiazioni per il paziente;
- riduce l'utilizzo delle procedure convenzionali di elaborazione delle pellicole e quindi il conseguente accumulo di grandi quantità di rifiuti tossici.



ECOGRAFIA



- Tecnica di diagnostica per immagini che utilizza **ultrasuoni** (onde meccano-elastiche) per produrre immagini dinamiche (“in tempo reale”) di sezioni delle strutture corporee.
- Gli ultrasuoni sono prodotti da trasduttori (sonde) e nell’attraversare il corpo possono essere riflessi nel passaggio tra strutture ad impedenza diversa; la registrazione delle riflessioni (echi) permette la formazione delle immagini ecografiche.

AB 2009

47

ECOGRAFIA (ultrasonografia)

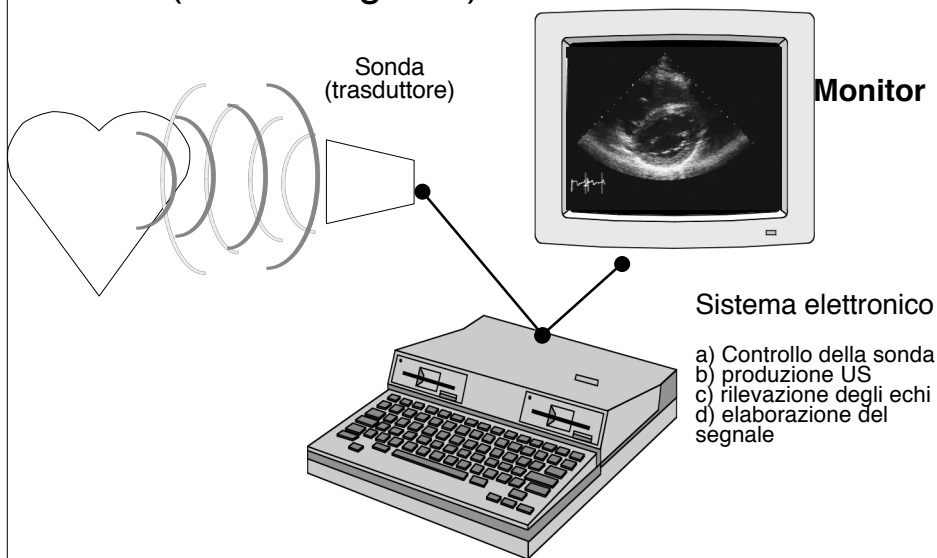


Immagine ecografica:
immagine di riflessione:
mappa degli ultrasuoni riflessi

The diagram on the left illustrates the principle of reflection. A cylindrical probe labeled 'Sonda' emits an 'Fascio incidente' (incident beam) towards a horizontal line representing the 'Interfaccia' (interface). A portion of the beam is reflected back as 'Fascio riflesso' (reflected beam), while the rest continues as 'Fascio che prosegue' (transmitted beam). To the right is a photograph of a medical ultrasound machine with a monitor displaying a grayscale image.

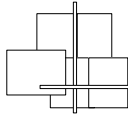
AB 2009 49

Immagini ecografiche

Tiroide normale sezione trasversale

The top row shows two normal transverse sections of a thyroid gland. The left image is labeled 'LOBO Dx' with dimensions 2.13cm x 1.66cm. The right image is labeled 'LOBO Sx' with dimensions 1.20cm x 1.33cm. The bottom row shows two images with arrows pointing to abnormalities: 'cisti nel lobo tiroideo dx' (cyst in the right lobe) and 'nodulo nel lobo tiroideo sn' (nodule in the left lobe).

cisti nel lobo tiroideo dx nodulo nel lobo tiroideo sn

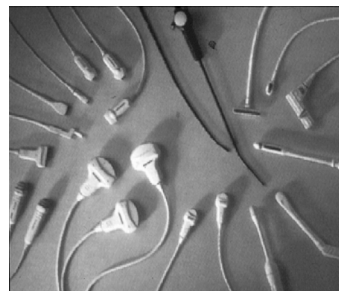


Sonde ecografiche (trasduttori)

- Gli ultrasuoni sono prodotti da cristalli piezoelettrici contenuti all'interno di "sonde"

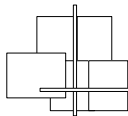


- Si utilizzano sonde diverse in rapporto a diverse esigenze diagnostiche



AB 2009

51



Il fenomeno piezoelettrico:

conversione di energia meccanica in energia elettrica e viceversa

Nota storica

Curie P., Curie J. (1880)
Développement par pression de l'électricité polaire dans les cristaux hémihédres à faces inclinées.
C.R. Acad. Sci. (Paris) 91:294.

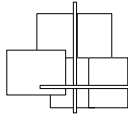


Pierre Curie
1859 -1906

Premio Nobel per la Fisica
1903

AB 2009

52



Applicazioni dell'ecografia

- L'esame ecografico è indicato soprattutto per lo studio dei tessuti molli
 - addome
 - fegato, vie biliari, milza, pancreas
 - apparato genitale maschile e femm. (gravidanza)
 - cuore
 - muscoli-tendini
 - ghiandole superficiali (tiroide, salivari)
 - occhio

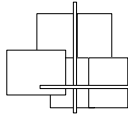
AB 2009

53

ECOGRAFIA

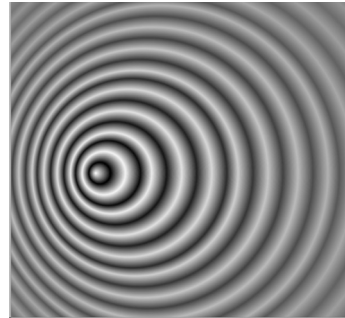
- Eccellente visualizzazione dei tessuti molli
- Strumento fisico: ultrasuoni
- Apparecchio ecografico (ecografo)





Il fenomeno doppler

- **L'effetto Doppler** è un cambiamento apparente della frequenza ... di un'onda percepita da un osservatore che si trova in movimento rispetto alla sorgente delle onde ... L'effetto Doppler totale può quindi derivare dal moto di entrambi, ed ognuno di essi è analizzato separatamente. (da Wikipedia)
- L'effetto doppler si verifica anche se la sorgente del suono si sposta rispetto all'osservatore !
- In ecografia l'effetto doppler è utilizzato per analizzare i flussi, in particolare il flusso del sangue: la frequenza degli ultrasuoni riflessi rispetto a quelli inviati sui vasi sanguigni appare maggiore se il sangue si muove verso la sonda e minore se il sangue si allontana
- L'analisi dettagliata dell'effetto doppler permette di studiare il flusso sanguigno, stabilendone velocità e regolarità nei vasi sanguigni maggiori, ma anche di analizzare i flussi sanguigni all'interno degli organi/tessuti



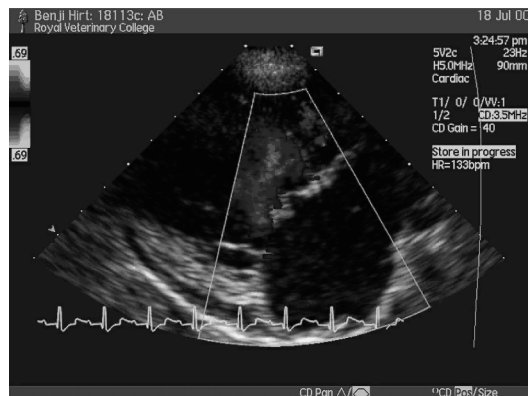
AB 2009

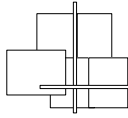
55

ECOCARDIOGRAFIA insufficienza mitralica

Esame Eco- doppler

- Valutazione del flusso ematico
- Esame Funzionale





La Medicina Nucleare

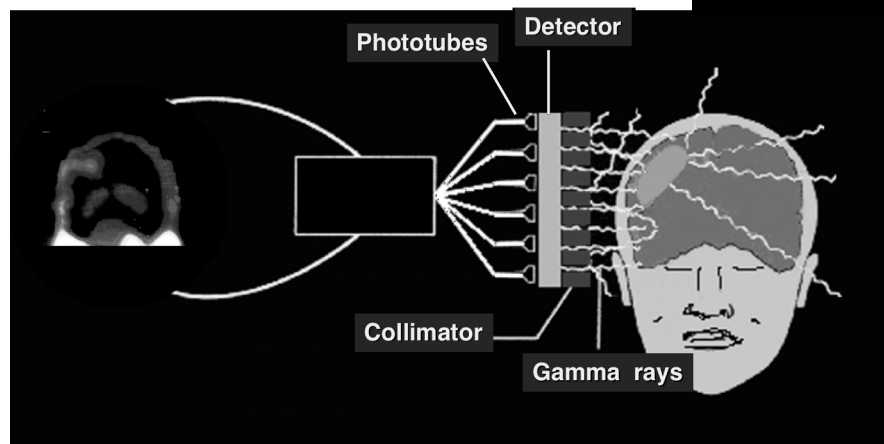
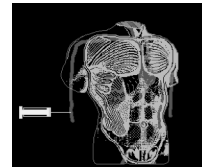
- E' la disciplina che si occupa dell'utilizzazione dei radionuclidi a scopo diagnostico e terapeutico
- Le applicazioni diagnostiche comprendono
 - esami di diagnostica per immagini (scintigrafie)
 - test di laboratorio
- Le applicazioni terapeutiche sono definite
 - radioterapia metabolica

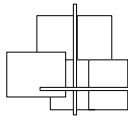
AB 200

58

Medicina Nucleare "immagini da emissione"

- Somministrazione di nuclidi radioattivi e molecole radiomarcate (radiofarmaci, traccianti)
- seguita dalla rilevazione della mappa di distribuzione della radioattività





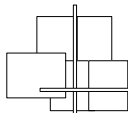
La Medicina Nucleare



- Le indagini medico-nucleari di diagnostica per immagini
- si eseguono con apparecchi in grado di rivelare le radiazioni gamma emesse dai radionuclidi somministrati in genere endovena in forme chimiche diverse (radiofarmaci)
- e permettono di ottenere
 - immagini di proiezione di un segmento corporeo
 - immagini di strati (tomografia)

AB 2009

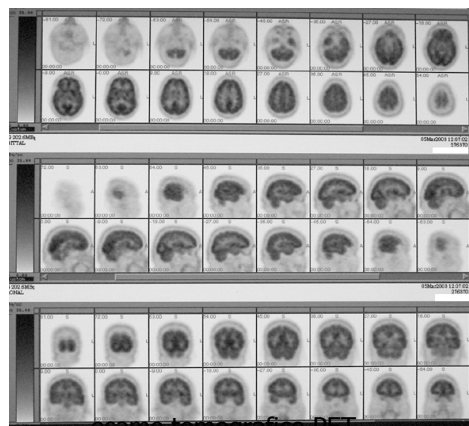
60



La Medicina Nucleare



scintigrafia ossea
proiezione anteriore e
posteriore



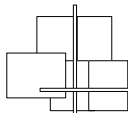
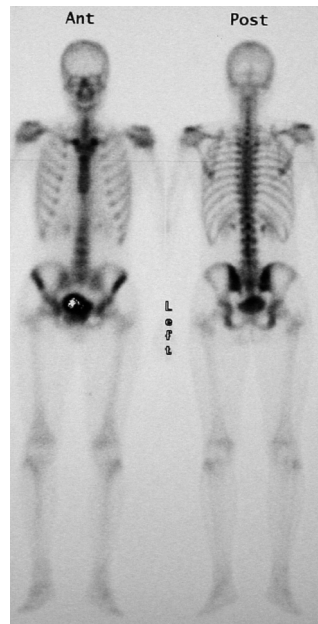
esame tomografico PET
per lo studio del
metabolismo encefalico

AB 2009

61

Medicina nucleare (scintigrafia)

- Informazioni funzionali
- Strumento fisico: raggi gamma emessi da radiofarmaci
- Apparecchio: gammacamera



Apparecchiatura MN



Gamma camera tomografica a doppia testa

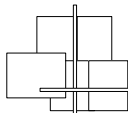
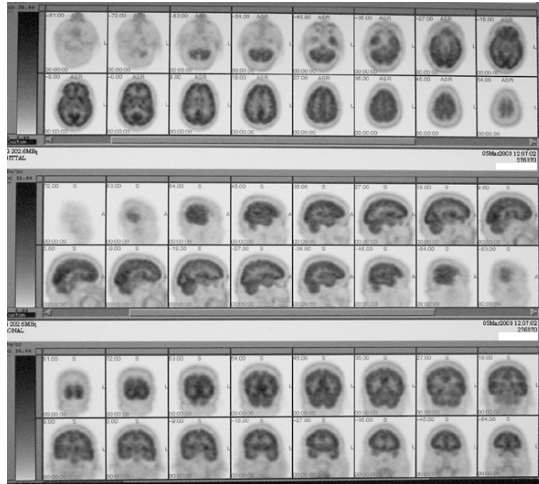


AB 2009

67

Medicina nucleare (PET, SPECT)

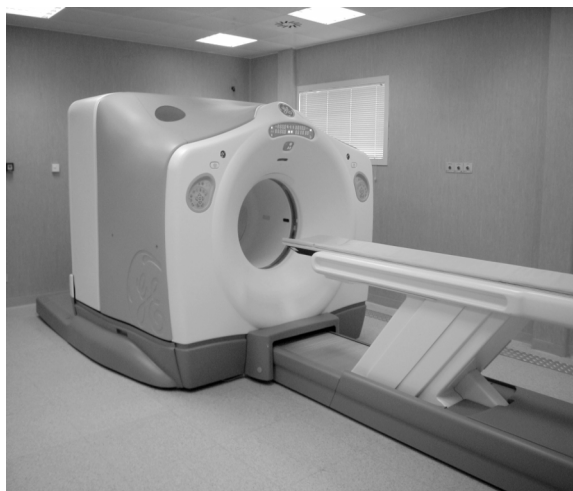
- Informazioni funzionali
- Strumento fisico: raggi gamma emessi da radiofarmaci
- Apparecchio: PET- PET-TC, SPECT, SPECT-TC



Apparecchiatura MN



Apparecchio PET-TC

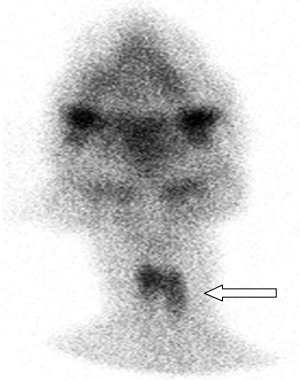


AB 2009

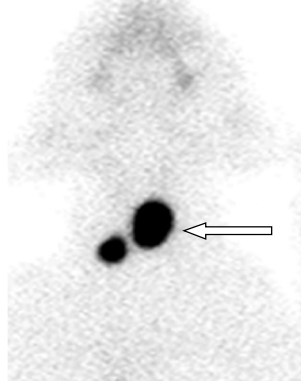
69

La captazione dei radiofarmaci riflette sempre aspetti funzionali e metabolici

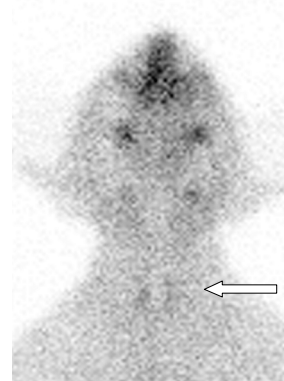
Tiroide normale



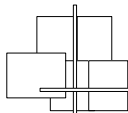
Tiroide iperfunzionante



Tiroide non funzionante



Scintigrafie tiroidee (gatto)



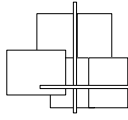
La Tomografia Computerizzata



Introdotta all'inizio degli anni "70", la Tomografia Computerizzata (TC) è la prima tecnica di diagnostica per immagini "completamente digitale"

la TC utilizzando in modo innovativo i raggi X per ottenere immagini di sezioni del corpo umano ("tomografiche") rivoluziona la diagnostica per immagini

L'invenzione della TC:



la teoria e la costruzione del primo
apparecchio - Premio Nobel 1979

Nota storica



Allan M. Cormack
1924 - 1988

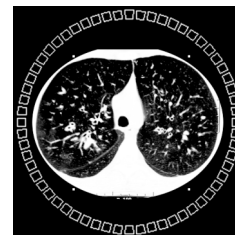
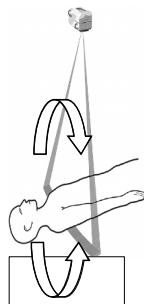
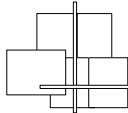


Godfrey N. Hounsfield
1919 - 2004

AB 2009

72

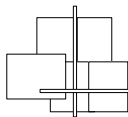
Tomografia Computerizzata "tradizionale"



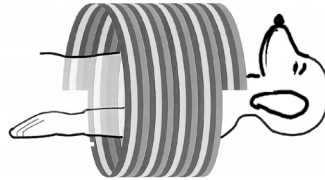
- Tubo radiogeno che ruota alternativamente in senso orario e antiorario nel gantry
- Un fascio di raggi X viene indirizzato su uno strato del corpo
- Rilevatori di raggi X individuano e misurano i raggi che oltrepassano il corpo
- Un computer elabora i dati e produce immagini degli strati

AB 2009

74



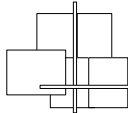
Tomografia Computerizzata "moderna" TC spirale multistrato



- Il tubo radiogeno ruota nel gantry su contatti striscianti in un unico senso
- Il fascio di raggi X è indirizzato su un ampio volume del corpo
- Multiple file di rilevatori ricevono i raggi X che oltrepassano il corpo
- Il tavolo portapaziente avanza mentre sono emessi i raggi X

AB 2009 Un computer elabora i dati e produce immagini degli strati

75



La formazione della immagine TC



- L'immagine TC è tomografica -
cioè rappresenta uno strato
- Il livello di grigio delle diverse
strutture dipende dalla loro
densità, analogamente alla
radiografia
- Però, rispetto alla radiografia,
la TC misura le densità delle
varie strutture

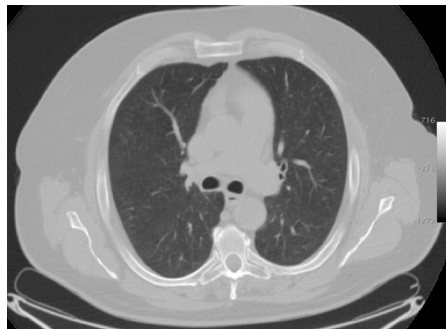
AB 2009

76

Tomografia computerizzata TC

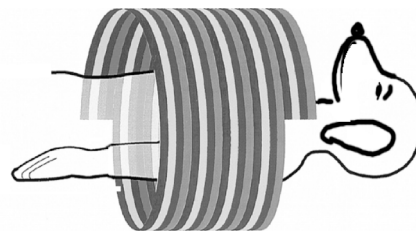
- Visualizzazione dei tessuti molli e duri
- Strumento fisico: Raggi X
- Apparecchio TC

Immagine morfostrutturale

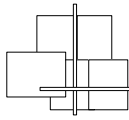


TC spirale multistrato

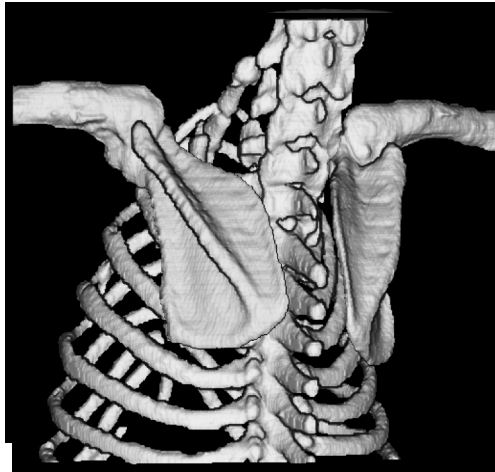
- Emissione di raggi X associata ad avanzamento del tavolo
- Acquisizione simultanea di strati multipli
 - 1992 - 2
 - 1998 - 4
 - 2000 - 8
 - 2002 - 16
 - 2005 - 64
 - 2009 - 256



Alta velocità di scansione e
migliore valutazione 3D

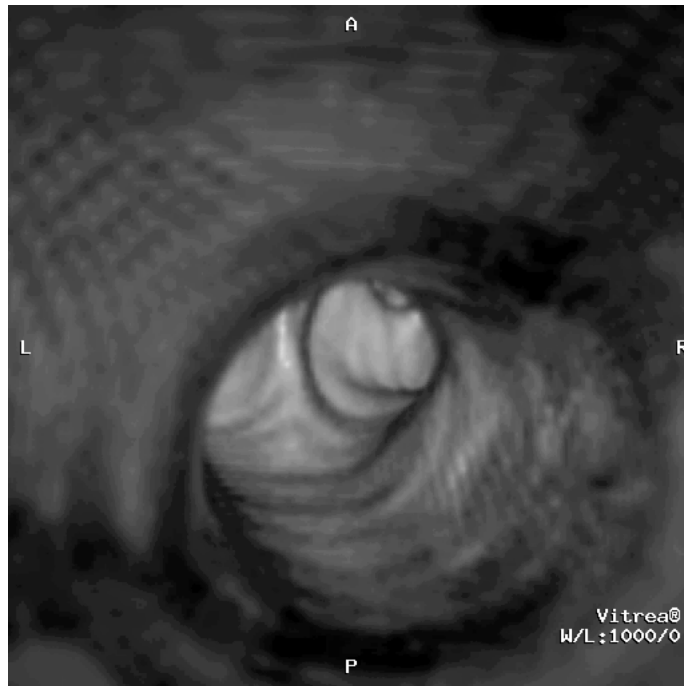


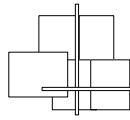
Migliore valutazione volumetrica (3D) con la TC multistrato spirale



AB 2009

79





La Risonanza Magnetica

Utilizza campi magnetici ad elevata intensità ed impulsi (a Radiofrequenza - RF);

può fornire informazioni strutturali e funzionali

MRI = Magnetic Resonance Imaging

fMRI = functional Magnetic Resonance Imaging

MRS = Magnetic Resonance Spectroscopy

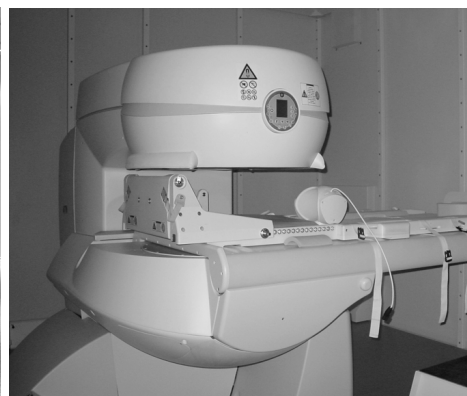
AB 2009

81

Apparecchi RM

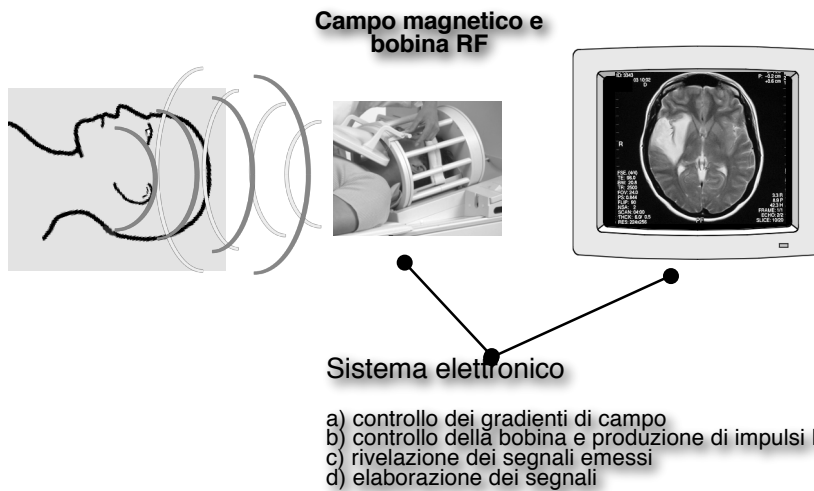


Campo Magnetico 1.5 Tesla



Campo Magnetico 0,25 Tesla

Imaging a Risonanza Magnetica :
eccitazione-emissione in campo magnetico di elevata intensità

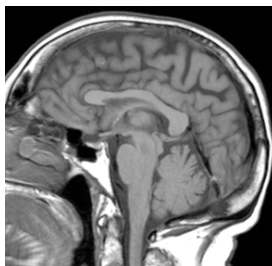


ab/01/2009

Immagine morfostrutturale

Risonanza Magnetica

- Eccellente visualizzazione dei tessuti molli
- Strumento fisico: campi magnetici
- Apparecchio RM



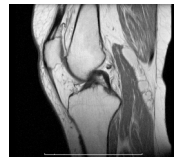
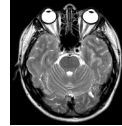
Encefalo: immagine sagittale sulla linea mediana



Colonna vertebrale: immagine sagittale sulla linea mediana

Applicazioni diagnostiche MRI

- Sistema Nervoso Centrale
 - encefalo e midollo spinale
 - primo e maggior campo di utilizzo
- Apparato muscolo-scheletrico
 - rachide - articolazioni
- Apparato cardiovascolare
 - cuore e vasi
- Mammella
- Fegato - vie biliari - pancreas
- Apparato genitourinario



ab012009

85

Imaging funzionale con RM

- comprende diverse applicazioni
 - spettroscopia per lo studio di metaboliti
 - MRS = Magnetic Resonance Spectroscopy
 - studio della diffusione molecolare
 - studi di perfusione ematica tessutale
 - con sequenze veloci e somministrazione di mezzo di contrasto
 - DSC, Dynamic Susceptibility Contrast
 - con sequenze veloci sensibili alle variazioni delle concentrazione di ossi- e deossiemoglobina durante test di stimolazione (motoria, sensitiva, cognitiva)
 - tecnica BOLD, Blood Oxygenation Level Dependent

ab012009

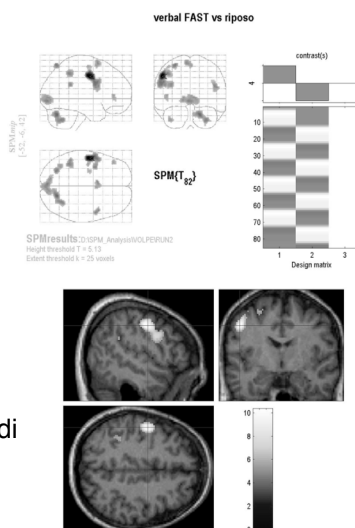
86

Imaging funzionale con RM

- studi di attivazione funzionale cerebrale

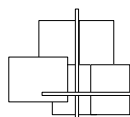
- BOLD, Blood Oxygenation Level Dependent

Sono evidenziate in colore, sovrapposte alle immagini di riferimento anatomico, le aree funzionalmente attivate in un soggetto normale durante un test di fluenza verbale



ab012009

87



IMAGING OTTICO

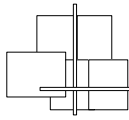
- Si basa sulla rilevazione di segnali luminosi (fluorescenza, luminescenza)

- è una tecnica per ora solo sperimentale
- fornisce informazioni funzionali
- ampiamente utilizzata nello studio di modelli murini di malattie umane
- i marcatori luminosi possono essere associati a molecole diverse per studiare funzioni diverse



AB 2009

88



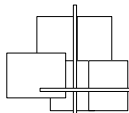
IMAGING MOLECOLARE

definizione recente

- visualizzazione e misurazione di processi biologici a livello cellulare e molecolare negli esseri viventi, con tecniche di diagnostica per immagini
 - Medicina Nucleare, PET, SPECT
 - RM funzionale, ecodoppler, ecografia con mezzo di contrasto, imaging ottico ...

AB 2009

89



IMMAGINI DIAGNOSTICHE

aspetti geometrici

- Immagini planari, bidimensionali
 - Immagini di volumi corporei
 - (Radiografia e Medicina Nucleare tradizionali)
- Immagini tomografiche
 - **Immagini di strati del corpo (*tomografia*)**
 - (Ecografia - TC - RM - SPET - PET)

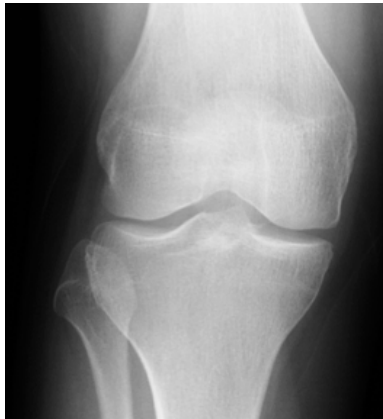
AB 2009

90



IMMAGINI “PLANARI” E “TOMOGRAFICHE”

**Immagine planare
(volume su un piano)**



Radiografia del ginocchio

**Immagine tomografica
(singolo strato)**

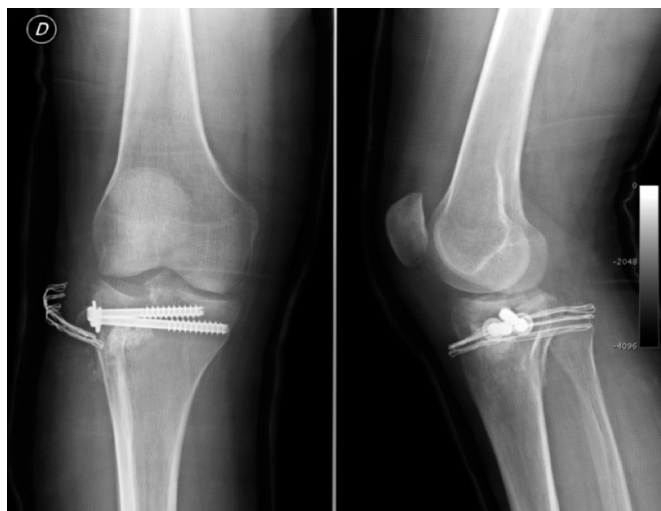


Risonanza del ginocchio

IMMAGINI “PLANARI” DI UN VOLUME

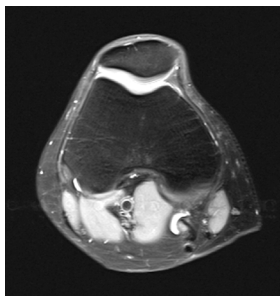
(rappresentazione bidimensionale - di una struttura tridimensionale-)

Con le indagini planari è indispensabile ottenere almeno due “punti di vista”, cioè due “proiezioni”.



Immagini tomografiche

n Dobbiamo indicare che tipo di sezioni sono state ottenute (es. sagittali, trasversali, coronali, oblique)



trasversale
(assiale)



sagittale



coronale
(frontale)

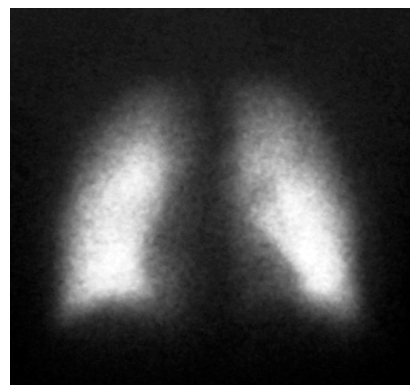
Immagini diagnostiche

Immagini morfologiche

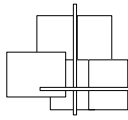


Radiografia del torace

Immagini funzionali

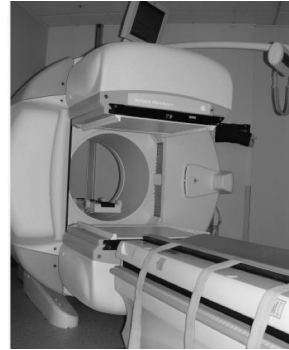


Scintigrafia polmonare
perfusionale



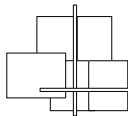
SISTEMI IBRIDI

- Sono costituiti da apparecchi che integrano due tecniche diverse
 - PET-TC
 - SPECT-TC
 - *PET-RM (si spera presto disponibili)*
- Hanno lo scopo di dare informazioni morfofunzionali integrate
 - mediante coregistrazione diretta dei dati morfologici e funzionali



AB 2009

95



Immagini e computer

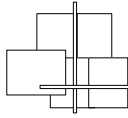
Un'altra classificazione delle immagini diagnostiche*

- Immagini analogiche
- Immagini digitali

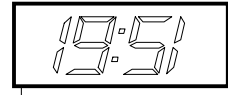
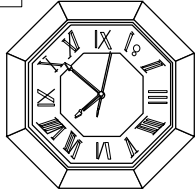
* Oggi le immagini diagnostiche sono tutte ottenute in modalità digitale, tranne una parte delle immagini radiografiche che sono ancora ottenute in forma analogica (pellicola, sviluppo e fissaggio)

AB 2009

96



Analógico e Digitale



- Il termine analogico si riferisce a un segnale che presenta una possibilità di variazione continua
- Un esempio di segnale analogico è quello fornito da un LP, da una videocassetta VHS, da una musicassetta
- Il termine digitale si riferisce a un segnale che può assumere solo valori discreti
- Un CD, un DVD invece hanno un segnale digitale

AB 2009

97

Immagini diagnostiche

Immagine analogica


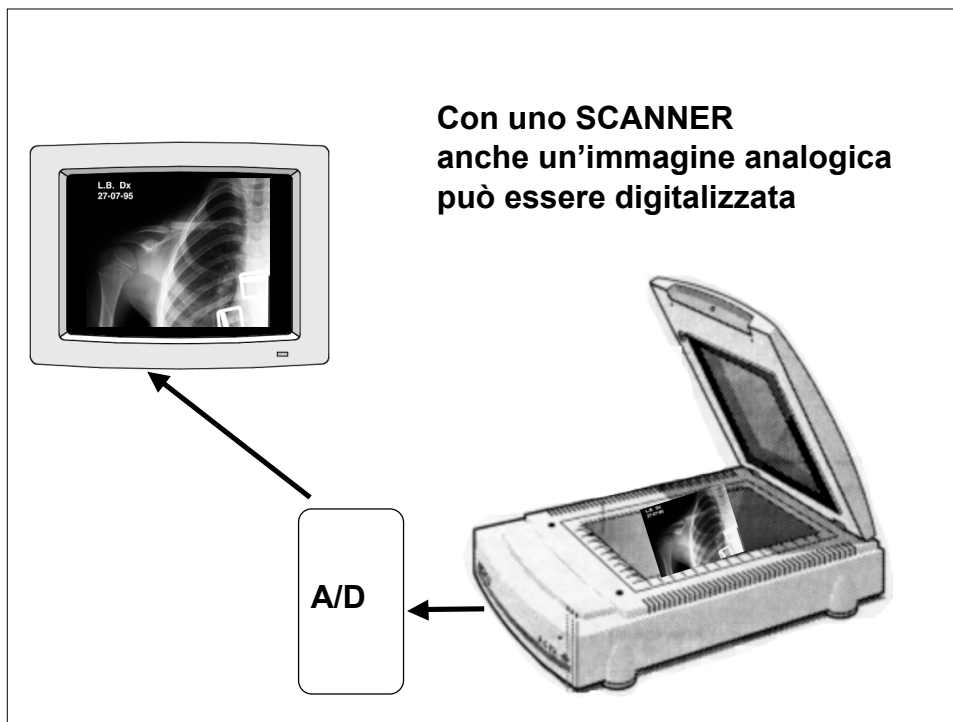


Scintigrafia epatica (1972)
eseguita con scanner rettolineare

Immagine digitale



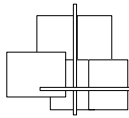
Scintigrafia epatica (1992)
eseguita con gamma camera
computerizzata



I vantaggi delle immagini digitali

- Archiviazione
- Elaborazione
- Trasmissione

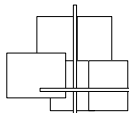
AB 2009 102



Archiviazione



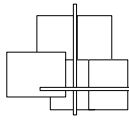
- le immagini digitali possono essere archiviate in anche in copie multiple, occupando spazi fisici minori rispetto alle immagini su pellicola e su carta
- Un archivio digitale collegato ad un efficiente sistema di registrazione delle immagini, ne consente un recupero rapido per controlli a distanza di tempo, revisione dei casi,
- e anche per la preparazione di materiale didattico
- I supporti per l'archiviazione devono essere resistenti (CD, DVD, nastri magnetici)



Elaborazione



- le immagini digitali possono essere sottoposte a procedure di elaborazione (post-processing)
- per un'analisi quantitativa del contenuto informativo (es. misure di densità, misure di funzioni)
- per valutazioni morfometriche (dimensioni lineari, angoli aree, volumi)
- per la elaborazione di ulteriori immagini



Trasmissione



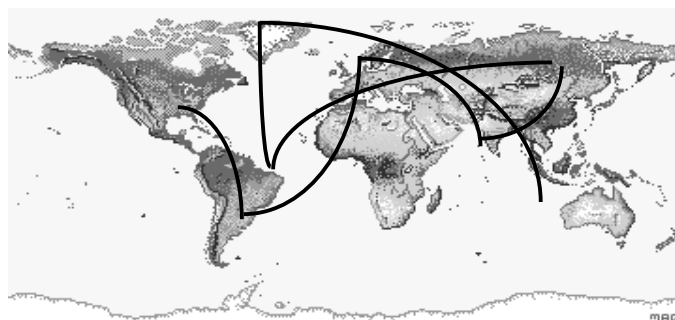
- Reti interne (INTRANET)
 - PACS: Picture Archiving and Communication System
 - RIS Radiology Information System
 - HIS Hospital Information System
- Reti esterne (INTERNET)

AB 2009

105

TELERADIOLOGIA

Parte della Telemedicina



INTERNET