



### Biomedicina

È 85% - 90% di informazioni deriva dal cervello dallo visto → immagini

Mediceo: il medico guardo + da lontano ⇒ col passare del tempo si avvicina

Leonardo da Vinci: disegna i cadaveri sezionati, anche se non è troppo preciso

Vesalius Andreas: ha insegnato all'università di Padova tavole anatomiche in cui rappresentava la dissezione progressiva di un cadavere  
↳ TOMOGRAFIA (stesso principio)

Tavole - artistiche ma + corrette anatomicamente  
Manuale di anatomia: disegni che rappresentano con colori particolari (falsi) che le parti che interessano

Netter: tavole anatomiche migliori e + costose → molto chiare

Visible Human: è un corpo umano reale → vedere e oggettivo reale  
(1986) nasce negli USA: due condannati a morte donano il corpo alla scienza (congelati in acqua distillata con azoto liquido e freschi assieme ogni 1/3 mm × l'uomo e ogni millimetro per la donna)

Oggi ci sono strumenti meno invasivi per osservare all'interno di un corpo in vivo  
↳ DIAGNOSTICA

ANATOMO-PATOLOGIA: sezionano e studiano direttamente ("come nel mediceo" anche se con migliori strumenti)

Gli stessi principi fisici usati x la diagnostica possono anche essere usati x la terapia

1853-1910: vengono scoperti i raggi x → radiografia (Rastre)  
forma di energia che viene somministrata dall'esterno → RADIAZIONI IONIZZANTI

RADIAZIONE = meccanismo di trasporto di energia (in questo caso elettromagnetica)

IONIZZANTE = crea degli ioni: libera parte colpisce

↳ fa diventare l'ambiente della cellula tossico; la cellula muore (a corto termine) oppure impazzisce e si riproduce (a lungo termine)

→ malfunzionamento cellulare  
nei dispositivi odierni le energie sono bassissime

RISOLUZIONE SPAZIALE = capacità di vedere oggetti piccoli  
fratture, fratture esposte, ma anche microfratture

1945-1970: ULTRASUONI e SALLMA CAMERA (medicina nucleare) → derivano da armi belliche  
sonde → ecografia raggi gamma → armi nucleari

1970: TC (tomografia computerizzata)  
SPECT (tomografia computerizzata ad emissione di singoli fotone)

PET (tomografia ad emissione positroni)  
⇒ nascita delle tecniche tomografiche → permettono di vedere un volume

nascono queste tecniche perché nascono i microchip

Nasce in questo periodo la capacità di discriminare il osso: rispetto alla radiografia (che distingue solo l'osso) distingue tutto

RISOLUZIONE IN AMPIEZZA: distinguere con il osso i diversi tessuti (nero = 0, bianco = valori alti)

1980-1990: RM (risonanza magnetica)  
DSA (angiografia digitale e sottrazione)  
TC spirale (è molto + veloce: minuti → millisecondi)

RISOLUZIONE TEMPORALE = vedere il corpo umano in istanti di tempo molto vicini  
un buon dispositivo cardiologico richiede almeno 50-100 immagini al sec

2000: RX digitale → radiografia digitale  
MEG (magnetoencefalografia)

fMRI (risonanza magnetica funzionale) → prudentemente cervello

Si passa dalle peschicce al digitale. MEG è un dispositivo di ricerca che tenta di sfruttare principi fisici "vecchio"

IMAGING FUNZIONALE (≠ morfologico) = (≠ dettaglio anatomico) dettaglio funzioni  
↳ come funziona un organo x esempio

PIANO ASSIALE = perpendicolare all'asse  
SAGITALE = "divide per archi"  
CORONALE (Estero - Estorale)

Per monitorare il funzionamento del cervello, prima dell'fMRI si usava la PET (petrocerea) oppure si apriva e si mettono elettrodi (durante operazioni, con soggetto sveglio). L'fMRI è usato per il 60% per la ricerca e per il 40% per la diagnostica

**BIOIMMAGINE** = qualunque immagine che mette in evidenza un dettaglio anatomico o funzione del corpo umano  
è una visione molto parziale della realtà → ci vogliono + bioimmagini per una descrizione completa

Per convenzione Es parte destra è a sinistra e Es sinistra è a destra → immagine speculare  
(x distingue gli occhi si mette in segno dx, >>>)

**BIOIMMAGINE** = figura relativa all'anatomia o alla fisiologia di parti interne del corpo  
↳ 45% dello spazio sanitario

- Immagini con scopo diagnostico o terapeutico, per la ricerca, ....
- **SCALA** delle bioimmagini → da full-body a pochi millimetri
- **Tecnica, tecnologia**
- **Morfologia o funzione**
- **Invasività**: nelle bioimmagini tutto supera lo barriera cutanea → perciò l'invasività è legata alla pericolosità dello strumento

**Classificazione**: per funzione: morfologiche o funzionali  
per uso clinico: analisi, diagnostico, monitoraggio, ...  
per caratteristiche: ionizzanti o no, invasività, mezzo di contrasto

Le bioimmagini si generano per l'interazione tra energia e corpo umano ⇒ c'è sempre un'energia

- **ASSORBIMENTO**: radiografia, TC → radiazione inviata sul corpo... differenza di assorbimenti (bianco = assorbe, nero = non assorbe)
- **RIFLESSIONE**: ultrasonografia → crea l'immagine dall'energia che ti viene restituita
- **DIFFUSIONE**: SPECT, PET (medicina nucleare) → la radiazione si fonde nel corpo umano → la sorgente (un preparato radioattivo) è all'interno del corpo umano: emettono un liquido radioattivo

NON LO CHIEDE ALL'ESAME

## TERMOGRAFIA

Bassa accuratezza diagnostica

Oggi sono comuni i sensori (telecamere ad infrarosso con risoluzione termica di 15-20 mK)  
↳ stanno tornando in uso in questi anni, con la tecnologia odierna non si soffre della contaminazione ambientale ⇒ sono utili x applicazioni ball che (visori notturni)

## MAGNETOENCEFALOGRAFIA (MEG)

È EEG studio il campo elettrico del cervello. La MEG studia le correnti magnetiche  
Il campo magnetico generato dai neuroni è molto piccolo rispetto alla contaminazione ambientale ⇒ problema rispetto con sensori sensibili a bagno in acqua liquida  
⇒ MOLTO COSTOSO! → in Italia non c'è → c'è solo in Svizzera

13-10-2010

## PARAMETRI FISICI DESCRITTIVI DI UNA IMMAGINE

La quantificazione dell'oggetto è molto difficile

Forma di energia fornita → rilevazione dell'interazione fra l'energia e il corpo

- **CONTRASTO** = la capacità di distinguere due cose diverse (x le bioimmagini i toni di grigio)

$$C = \frac{I_a - I_s}{I_s} \sim \text{differenza di colore} \sim \text{differenza dei valori medi}$$

↳ positivo: oggetto chiaro su sfondo scuro

↳ negativo: oggetto scuro su sfondo chiaro

Per convenzione le immagini mediche digitali sono rappresentate con numeri interi

(c'è un corrispondente binario tra numero e tono di grigio)

se  $N = 8 \text{ bit}$  i numeri vanno da 0 = nero ~ 255 = bianco: perciò ci sono 256 toni di grigio

se l'oggetto ha lo stesso colore dello sfondo, il contrasto è zero ⇒ non distingue

Sulle immagini mediche il contrasto alto non va bene

↳ si aggira tra 70-80%

- **RISOLUZIONE** ~ SPAZIALE = dimensione del minimo oggetto che possiamo distinguere  
minimo distanza alla quale vediamo separati 2 oggetti puntiformi  
[mm] ~ storicamente solo per ultrasuoni e rzm

[cm/mm] ~ per radiografia e medicina nucleare

↳ coppia di linee di millimetri: deriva dalla teoria dello strumento (con scelte di infusione)

↳ deve dare sia una misura quantitativa che qualitativa  
 ↳ IN AMPLIEZZA: minimo valore del pixel tollerabile sull'immagine  
 LEGGE DI WEBER: minimo del sistema visivo umano  
 occhio non allenato: contrasto di soglia = 0.02 ≈ 50 toni di grigio riconoscibili  
 ↳ TEMPORALE: numero di immagini acquisite nell'unità di tempo  
 capacità di un dispositivo di fornire più immagini nel tempo

## DISPOSITIVI AD ULTRASUONI

Gli ultrasuoni sono RADIAZIONI NON-IONIZZANTI (basso rischio) ≈ diagnosi in gravidanza  
 ↳ non sono pericolosi per il corpo umano → possono essere assorbiti rapidamente  
 maggior sviluppo tecnologico in questo momento → collo diagnosi alla terapia

Risoluzione temporale molto elevata (centinaia di immagini al secondo) ≈ usate in cardiologia (ecocardiografia)

Principio della riflessione (è l'unica) ≈ informazioni complementari alle altre tecniche

• ULTRASUONI = suono oltre lo spazio dell'udibile umano:  $f > 20 \text{ kHz}$   
 (20kHz - 30MHz)

l'acqua conduce molto bene gli ultrasuoni → in gravidanza si vede bene

onda meccanica che crea una compressione e una rarefazione dei tessuti dove passa  
 alla frequenza: picco positivo → max compressione picco negativo → max rarefazione  
 il tessuto non subisce danni xkè è molto elastico (se la frequenza delle onde  
 sparse fosse altissima la rarefazione è pericolosa)

trasferiscono ai tessuti solo ENERGIA MECCANICA

come le onde acustiche, possono essere facilmente convogliate (aumento  
 d'intensità) → possa essere molto selettiva  
 intensità = potenza / area ≈ se è molto alta brucia le cellule (assorbimento)

la velocità di propagazione dipende dall'elasticità del mezzo → non si  
 propagano nel vuoto → necessità della continuità di mezzo  
 → devono essere apparecchiature A CONTATTO con il corpo umano

## EQUAZIONI FONDAMENTALI

$v = \lambda \cdot f$       velocità = lunghezza d'onda \* frequenza

la frequenza è la variabile indipendente (quella che scegliamo noi)

le altre due sono determinate dal mezzo

[è ossa si comporta quasi come il metallo per gli ultrasuoni]

$v = 300 \text{ m/s}$	aria
$v = 1500 \text{ m/s}$	tessuti
$v = 4000 \text{ m/s}$	ossa

Per gli ultrasuoni  $\lambda$  è preso come misura della  
 risoluzione spaziale  
 → alta risoluzione →  $\lambda$  piccolo → alta frequenza

$Z = \rho v$       impedenza acustica = densità \* velocità

l'impedenza misura la resistenza che oppone un tessuto al passaggio  
 degli ultrasuoni

a parità di densità, l'impedenza è + alta nei mezzi dove viaggia + veloce

le impedenze acustiche dei tessuti governano la propagazione degli ultrasuoni  
 ↳ non la densità!

[tessuto cardiaco sono e colpito da infarto hanno la stessa  $\rho$  ma diversa  $v$ ]

Tutti gli organi superano  $v = 1500 \text{ m/s}$  (a prescindere dal mezzo)  
 nel corpo umano  
 il polmone è così basso xkè è pieno d'aria  
 l'osso è così alto xkè  $\rho$  e  $v$  sono molto + alti → ECCEZIONI DALLA MEDIA