

RADIOLOGIA



SIUM = società italiana
ultrasuoni medicina

RADIAZIONE = meccanismo di propagazione di energia nello spazio

- propagazione di un'onda elettromagnetica
- propagazione di quanti

⇒ raggi X = radiazione elettromagnetica
= flusso di fotoni (particelle elementari = quanti di energia)

- La velocità di propagazione è 300.000 km/s : ci sono piccolissime variazioni invariabili
- si propagano benissimo anche nel vuoto: i radiologi non sono dispositivi a contatto

• raggi X sono RADIAZIONI IONIZZANTI: si generano coppie ioniche \rightarrow possono generare composti dell'interno delle cellule, unire tossici \Rightarrow NECROSI
e + perossido se ionizzano la catena di DNA
 \rightarrow possono ridurre libertà

- onde radio: non sono riscontrati effetti sugli umani
- microonde: agito le molecole d'acqua
- infrarosso: scaldano

- raggi X medici: sono in grado di penetrare nei tessuti ma non di uscire vengono totalmente assorbiti \rightarrow mutati (danni senza utilità)
- raggi X per diagnostica: entrano, vengono deviati, escono \Rightarrow IMAGING
- raggi X per radioterapia: effetto simile ad un proiettile \rightarrow oncologia

il nostro occhio è un sensore a radiazioni elettromagnetiche molto buono, ma vede solo tra $400 - 700 \text{ nm} (\text{Å})$

il raggio gamma vengono utilizzati in transizioni nucleari e medicina nucleare

$$c = \lambda \cdot f = 300.000 \text{ km/s}$$

$E = hf$ con $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ costante di Planck
 $\rightarrow E =$ quanto di energia: valore di energia associato ad un fotone
 \rightarrow in radiologia normalmente l'energia si esprime in elettronvolt

TUBO A RAGGI X

involucro di vetro in cui è fatto il vuoto spinto, con all'interno anodo e catodo (c'è un gas diodio) tra anodo e catodo è applicata una differenza di potenziale

CATODO = superficie metallica a cui è appoggiato un filamento di tungsteno \rightarrow passa una corrente elettrica \rightarrow il filo si surriscalda (l'energia viene convertita in calore e vengono estratti elettroni \rightarrow raggi di Richardson) gli elettroni si propagano a caso \rightarrow mettiamo una coppia forata a girare che permette solo l'uscita degli elettroni diretti sull'anodo gli altri elettroni vengono riassorbiti dal metallo.

La corrente ad elettroni (anche il pennello dell'oscilloscopio, le vecchie tv)

gli elettroni vengono attirati sull'anodo da una differenza di potenziale

\rightarrow maggiore è la ΔV , maggiore è l'accelerazione degli elettroni.

La tensione tra anodo e catodo è continua

ANODO: è fatto di metallo \rightarrow molto importante \times la generazione di raggi X

Se cambia l'angolo, cambia la larghezza dei raggi X

\rightarrow tungsteno renato, molibdeno tungsteno riacquista di renio

gli elettroni interagiscono con il materiale dell'anodo \times generano raggi X

l'accelerazione va con l'energia \rightarrow l'anodo investito da energia non riesce a dissipare calore ed irradia, se cui anche raggi X

GENERAZIONE RAGGI X

Ci sono due tipi diversi, con diversa probabilità

RADIAZIONE DI FRENO avviene un elettrone con energia $E = mc^2$, vicino all'anodo vede

la nuvola elettronica del metallo che hanno carica uguale e quindi si rallenta

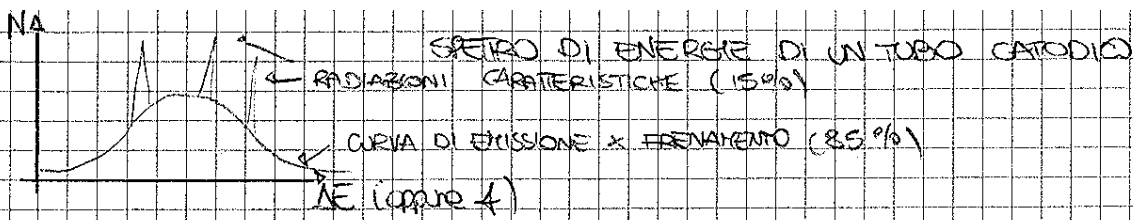
\rightarrow freno e stesso viene deviato \rightarrow esce in una direzione diversa

incidente $E_i = mc^2$ riflesso $E_d = mc^2$ (cd < 0)

$\Delta E = E_i - E_d > 0$ C'è una probabilità che l'energia persa venga emessa sotto forma di radiazione elettromagnetica

$$\Delta E = hf$$

elettroni deviano in tutti i direzioni con direzioni diverse e tempi diversi \Rightarrow energia per diverse



RADIAZIONE CARATTERISTICA del metallo dell'anodo

Un elettrone colpisce un elettrone degli orbitali e lo spedisce via: l'atomo si trova con un buco in un orbitale \rightarrow l'atomo è instabile: gli elettroni esterni vanno a colmare il buco interno (effetto a cascata) \Rightarrow buco sull'orbitale + esterno (quasi stabile). Questi ~~gli~~ elettroni che vanno verso l'interno cedono energia sotto forma di radiazione elettromagnetica

\rightarrow tutti i fotoni emessi hanno la stessa energia

LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
 \rightarrow emette alla stessa frequenza
 (laser chirurgici, laser letter ed, ...)

L'efficienza dell'ANODO: $\eta = Z \cdot V \cdot \rho_a \cdot v = 10^{-3}$

ρ_a \rightarrow densità di atomi
 v \rightarrow numero atomico

Wolgastens: $Z = 74$, $v = 1$ \rightarrow ma bisogna ancora filtrare i raggi $X \rightarrow \eta = 0.1\%$

\rightarrow tutta l'alta energia viene dissipata in calore (85%) \rightarrow problema grande!

\rightarrow l'anodo è fatto ad ombrello (sezione trapezoidale) e viene fatto ruotare \times dissipare il calore (800-900 gr/min) \rightarrow ha tempo di raffreddamento prima di essere colpito ancora

\rightarrow si usano come metallo con un punto di fusione troppo elevato nel rotore o sono dissipatori o c'è il raffreddamento liquido

Il tubo ha 2 alimentazioni: \bullet anodo e catodo
 \bullet rotore

16-11-2011

Tubo \rightarrow + sottile dove erano preferenzialmente (si presume) i raggi X per ridurre le interferenze (stesso discorso per il vuoto-pinto)

\Rightarrow mette uno schermi attorno a tutto il tubo, invece che dove ci sono uscite i raggi X (guardia) generalmente di piombo, deve essere inamovibile

Zona in cui colpiscono l'anodo \rightarrow marchio focale

\Rightarrow più grande è l'incrinazione dell'anodo, più il focale è stretto (focale a raggi X è + stretto)

Due alimentazioni del tubo completamente indipendenti

- tensione tra anodo e catodo
- corrente nel filamento

Danni:

- effetti a lungo termine: + pericodite mutazioni, leucemie, ecc.
- effetti acuti: usati anche per radioterapia metastasi cellulari (adeguato giorno)

Fenomeni di accumulo: impedisce la quantità di raggi X che ti becchi in un periodo di tempo

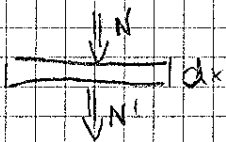
RADIOGRAFIA TRADIZIONALE

Tubo raggi $X \rightarrow$ paziente \rightarrow rivelatore

Caratteristiche raggi X :

- \bullet penetrazione (anche nei tessuti + duri \rightarrow osso)
- \bullet fluorescenza (sostanze copiate da raggi $X \rightarrow$ emettono luce)

• azione chimico-fisica (modificazione azione cellulare)



Strato di tessuto dx colpito da N fotoni; escono dal materiale N' fotoni < N (uno parte assorbito)

$$\frac{dN}{N} = -\mu dx$$

μ : coefficiente di attenuazione lineare
 $\text{cm}^{-1} \text{cm}^{-1}$

↳ indica una diminuzione

Maggiore è $\mu \Rightarrow$ maggiore è l'attenuazione dei raggi X

↳ osso

per cui hanno valori di μ simili (infatti nelle radiografie non distinguiamo ossa)

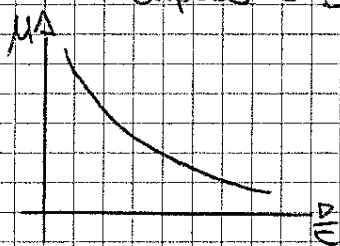
$$\Rightarrow N = N_0 e^{-\mu x}$$

Legge di Lambert-Beer

Come varia il numero di fotoni se attraversiamo un tessuto con coefficiente di attenuazione μ e spessore x

Radiologia proiettiva \rightarrow proietta un'immagine 3D su di un piano (matraccio per cui è nota la TAC)

↳ l'angolo dei raggi X \rightarrow lo conosciamo solo N' (non so da quanti tessuti sia dipeso e l'attenuazione)



$\mu \rightarrow$ il suo valore dipende dalla E ($E \uparrow, \mu \downarrow$)

Faccendo radiografie con E diverse, cambia μ

\Rightarrow cambia l'immagine

Esistono procedure standardizzate

~~---~~

Tensione: regoliamo l'energia dei fotoni emessi
Corrente: regoliamo l'intensità (quantità) di fotoni emessi

Se manca la tensione, gli elettroni vengono ancora emessi, ma non sono dove andano → i pochi che arrivano sull'angolo non hanno abbastanza energia × emettitore

↳ al più si scappa un po'

Se manca la corrente non c'è + emissione di elettroni → non funziona proprio

Rettificatore a ponte: a doppio semonda (x non sprecare)

↳ versione continua.

Esattore di voltaggio: mi consente di regolare la tensione continua ai capi del tubo catodico (50-200 kV)

→ voltmetro della tensione: dà all'utente l'indicazione della tensione di alimentazione

→ miscolommetro: per misurare l'assorbimento del tubo → per ~~testare~~ verificare il funzionamento del tubo.

Generare la corrente: controllo corrente + alimentazione (elemento)

(è il circuito generatore corrente che tensione)

Controllo della temperatura

Compensatore: è diretto ad entrambi i rami

= magazzino di energia deformativa che interviene tutte le volte che ci sono variazioni di energia di alimentazione
interviene nel caso di microvariazioni

ne anche il compito di egualizzare se ci sono variazioni di temperatura (a lungo termine)

Interruttore di esposizione + timer: servono per spegnere automaticamente il tubo

(esposizione corta = immagine nera, esposizione lunga = immagine bianca)

× tempi di esposizione variano con la energia (base energia → tempi + lunghi)

→ tempo in modo di scegliere il generatore di tensione quando si raggiunge il tempo di esposizione ⇒ permette all'operatore di non essere presente durante l'esposizione al raggio x

AET (terminare automatico d'esposizione)

Normalmente l'energia è data dall'utente

le linee guida internazionali danno valori per i diversi casi per:

- tempo di esposizione
- energia
- intensità

→ nei moderni dispositivi ce ne rende uno, ce altre tre si aggiornano automaticamente (capire si sceglie se pulsanti rispettivamente alla parte del corpo)

i due pulsanti più usati sono: cronometro o cronometro (ingenerale)

Linea guida → consiglio che viene dato ma non è obbligato

Normalmente sulle radiografie vengono stampati 1 o 3 valori

Radiografia total-body → non esiste una sola energia, si fa la radiografia a pezzi ma a volte tempo tempo

I moderni dispositivi hanno la possibilità di fare radiografie programmate.

→ hanno inizio e fine automatica dell'esposizione

(oggi però non si fanno + radiografie total-body → si fa una TAC)

Stativo: regge e muove il tubo o raggio x → sia verticale che orizzontale

radiologia: 300.000 €

radiologia computerizzata in digitale: 1.500.000 €

↳ si può arrivare fino a 800.000 - 1.000.000 € se i sensori digitali sono nell

il tubo può anche essere montato su un arco → è la scansione del torace

NORMA CEI 62-2

norme per le prove di qualità → sono prove semplici (mettere qualcosa sotto e fare la radiografia)

Per la protezione

INTERVALLI UOMO NORMA: l'interruttore di esposizione è a pressione → se manca la pressione l'interruttore si libera anche se il timer non ha finito

ESPOSIZIONE: carica elettrica prodotta dalla radiazione ionizzante nell'aria

La C₁₀₀

è normalmente riferita all'aria.

Parte della carica viene assorbita, parte se no no

BASE ASSORBITA

× quanto consentiti sono i raggi x nella materia

è dose è quello che interessa durante un esame a raggio x

$D = \int \dot{D} dt$
(Gy)

(tariffetto blu: dosimetro) → cambia caratteristiche ~~anche~~ se si ruota raggio x
energia media trasferita dalle radiazioni ionizzanti alla materia

20 giorni radiologica: di tempo \rightarrow struttura ed dose assorbite

In alcuni dispositivi, RAE non si spara per il tempo, ma per la dose.

ESPOSIZIONE DI DOSE: esprime il rischio effettivo

$5 \cdot kg^{-1} = Sv$ (Sievert)

RINEVATORI - DA PELLUCOA A DIGITALE

17-11-2010

Amplificatore di PELLUCOA: come una videocamera

Efficienza: output energetico

Se ho sensor ad alta efficienza so che non spreco informazioni \rightarrow posso diminuire la dose

Forza di risoluzione: quanto possiamo vedere oggetti piccoli

\rightarrow dobbiamo vedere oggetti di 1mm (o anche meno)

PELLUCOA: foglio di acetato o cellophane (trasparenti ai raggi x) con strati depositi sulle 2 facce (strati d'argento) \rightarrow i grani colpiti da raggi x si riducono mettendo poi in un bagno di soluzione, vulcanizzano solo i grani attivati (colpiti da raggi x)

\rightarrow costo abbastanza basso perché contengono argento che si può recuperare che riciclano i bagni e recuperano l'argento

Problema: deteriorazione con il tempo

Si chiamano Cassette x e non avendo l'acetato si usa una Casseta di vetro

CASSETTA PORTALESTA: le pellicole da esse hanno un'efficienza bassissima (5%)

\rightarrow aumentano la probabilità di interazione tra fotoni x e pellicola
gli intensificatori d'immagine sono degli "amplificatori" \rightarrow impressionano la pellicola (formati da elementi delle terre rare \rightarrow alto n° di atomi \rightarrow scattering)

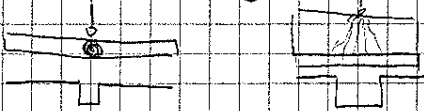
\Rightarrow la pellicola è impressionata non dai raggi x ma dai fotoni (visibili)

SENSORE A CONVERSIONE DIRETTA: converte l'energia in banda x per formare l'immagine senza interazione in altre forme di energia.

A CONVERSIONE INDIRETTA:

\rightarrow costano meno, però facendo + conversioni energetiche si perde informazione per la sua risoluzione spaziale: la Casseta viene impressionata in una porzione + larga \rightarrow sbavano i contorni

però aumentano l'efficienza del 60-65%



Si è passati dalla pellicola al sensore digitale \rightarrow grossi vantaggi (...) ma anche svantaggio (costo)

SENSORE CR (computed radiography): viene creato un pannello di fosfori fosforescenti \rightarrow colpiti da fotoni in banda x si ossidano. Sono immersi in una matrice che trattiene i fotoni che si accendono. Questo pannello si mette in un dispositivo che fa una scansione laser e crea l'immagine radiografica. Il pannello di fosfori è recuperabile, ma dopo poco tempo comunque i fotoni si spengono.

è un sensore a conversione indiretta
questo pannello si può alleggerire due giorni d'attesa e si può usare nel cassette. Si passa da alcune decine di minuti o meno di un minuto. Ci sono moltissimi dispositivi riconvertiti CR \rightarrow si sostituisce solo il cassette e si cambia il convertitore CR.

DR (Direct Radiography): monitor sensore digitale a conversione diretta
strato di silicio che intrappola al suo interno radono di cesio \rightarrow il fotone crea ionizza il silicio, crea delle cariche \rightarrow il silicio non è conduttore (è un semiconduttore) e perciò rimangono le cariche mettendo uno strato sottile di metallo sopra e uno sotto crea un condensatore \Rightarrow posso misurare le cariche con degli elettrodi sulla Casseta inferata \rightarrow ogni elettrodo è un pixel (lungo 3000 x 3000)
Questo metodo non è compatibile con i vecchi dispositivi \rightarrow bisogna sostituire completamente il radiografo.
sono senza molto rapida, ma un costo elevatissimo (panno di silicio perfetto con drogato di Ga in modo controllato)...

MAMMOGRAFIA

È un dispositivo radiologico come gli altri, anche se ha alcune caratteristiche che gli conferiscono un alto grado di specificità.

È l'unico dispositivo a raggi x usato per prevenzione.

Tumore: L'KT con un numero \rightarrow più è basso, + è sicuro
Ginforodo sentinella (è tumore piccolo) \rightarrow se non è...

M → metastasi se non ne re sono 100
 ↳ soprattutto a polmone, cervello, ossa (costole e colonna vertebrale)
 T → indice resistenza del mammella è fatto da tutti tessuti
 T₁ → se massa tumorale è contenuta nello stesso tessuto
 Se sei L₁T₁T₁ → a 5 anni probabilità di essere vivo del 95%
 se uno solo degli O è 1 (o più) è probabilità vive del 30-40%

I dispositivi devono minimizzare e più possibile falsi negativi e falsi positivi

Il tempo di discorso di più del tessuto normale a basso energie
 ↳ si devono usare basse energie → modo in modo meno
 oggi ci sono anche mammografi a doppio tubo → (molibdeno + tungsteno)
 Il tessuto fibroso è molto simile al tessuto tumorale
 ↳ con iodo è sostituito dal tessuto adiposo

Si comprime la mammella per minimizzare la probabilità di avere tessuti sovrapposti che non riescono a vedere.

l'esame si legge ruotando la mammella → si ruota il tubo a raggi x
 ↳ proiettore cranio-caudale
 obliqua media laterale (normalmente a 15°)

il compressore è trasparente * e ci sono delle tarche → usare il avvolto di compressione della volta precedente → standardizzare l'esame x la stessa paziente → + facile per il confronto.

il normale dice che la max compressione è di 200N.
 c'è un righello in piombo che ruota R/L (destra o sinistra) e il codice della proiezione.

il mammografo ha 2 movimenti:
 • rotazione (x cambia la proiezione)
 • movimento verticale
 ↳ il tubo radiogeno può andare avanti e indietro
 ↳ non voglio retro-irradiazione torace della paziente
 raggio che tutto il volume della mammella → irradiato



↳ il foro di irradiazione è diverso è fatto così

È l'unico radiologico che si usa per proiezione.

	proiezione	esiti	
	P	P	
test positivi	VP vero positivi	FP falsi positivi	
test negativi	FN falsi negativi	VN veri negativi	

SENSIBILITÀ: probabilità di riconoscere una patologia se presente
 $Sen = \frac{VP}{VP+FN}$

SPECIFICITÀ: probabilità di esame negativo in assenza di patologia
 $Spe = \frac{VN}{VN+FP}$

ACCURATEZZA DIAGNOSTICA: probabilità di dire la cosa giusta
 $AD = \frac{VP+VN}{A}$

la mammografia Sen = 95% } Per questo si test se ci fosse un < 25%
 Spe = 93% } non sarebbe
 ↳ è ecografia della mammella si usa se sa già che c'è la lesione.

Il problema di questo esame è che possono essere lesioni benigne, ...

~~questo esame~~ si fanno controlli le lesioni a 2 media (soprattutto se positive) → indice di concordanza del 75%

TOMO SINTESI: ricostruire il volume della mammella in 3D

C'è anche un dispositivo per ASPIRIFIA nel radiologico.
 ↳ probabilità è la vedere sulla radiografia è uno dell'ago
 DISPOSITIVO STEREOTASSICO per ASPIRIFIA

I carcinomi sono inizialmente piccoli (alcuni mm) e sono in zone scemate (della ghiandola vicino al torace...)
 ↳ il mammografo ha la risoluzione spaziale + elevata di tutti i dispositivi di imaging: al minimo 20 µe/mm

PROVE DI COSTANZA

24-11-2010

Sono le prove di qualità: periodicamente occorre fare delle verifiche del funzionamento ottimale di un dispositivo

PROVE DI ACCETTAZIONE: verifiche fatte sul dispositivo in fase di acquisto e installazione
→ sono molto "invasive": sono fatte solo se controllo dell'azienda costruttrice
L'azienda danno esito positivo, generalmente il dispositivo può essere usato

PROVE DI COSTANZA: prove che vanno a vedere che le prestazioni non siano variate
L'ora periodiche (normativa)

PROVE DI STATUS: si fanno solo se c'è il bisogno, solo quando si sostituisce un componente fondamentale del dispositivo → sono una via di mezzo tra le altre 2 prove (es. si sostituisce le tuba radiogene (o sonda). Normalmente non richiedono la presenza di un tecnico costruttore

Subito dopo le prove di accettazione (se viene superato) si fanno tutte le prove di costanza → devono essere ricordate e vengono usate come paragone per le successive prove di costanza

NORMA CEI 62-114

- bisogna tenere in memoria i risultati delle prove di costanza
- anche se differenze visive, sono prove di qualità
- uno scostamento dai risultati interpi va segnalato
- si devono usare strumenti sempre dello stesso tipo della prima prova di costanza

Ovvero spezzare visivamente il dispositivo → è una prova di costanza
Deve essere presente la documentazione

Se la normativa ha imposto un controllo così serrato nel tempo (3 mesi) significa che il rischio c'è

DENSITÀ DELL'IMMAGINE: le opere dell'immagine deve essere giusta → esposizione → AET (3 mesi)
e AET può dare malfunzionamenti (costo mese il tempo, la dose...)
si fanno le prove di approssimazione fontoria → si rifanno con gli stessi settaggi periodicamente. Non deve spostarsi del 20% rispetto alla prova di costanza inter
le fontoria x es mammella è una semisterza di AET (posimetri (instaurato))
→ se la prova non è superata si fa revisione il dispositivo AET

PRESENZA DI ARTEFATTI: serve per essere certi che non ci siano difetti sulla base (3 mesi)
• griglia antidiffusione: dispositivo di plastica che blocca i fotoni che vanno via spazi → impedisce le direzioni, il rischio è di vedere l'impronta della griglia sulla lastra → NO!
• attenuazione non corretta del fascio in uscita: i fotoni non vengono fermati (base sottile assorbente), mischiando si possono disegnare sulle immagini gli schemi
• la plastica imbraccia → diventa più dura → aumento μ
si fanno delle prove e si osservano con diafanoscopia e serie d'ingrandimento.
non devono essere presenti difetti

RISOLUZIONE AD ALTO CONTRASTO: valuta la risoluzione spaziale dell'immagine (6 mesi)
fontoria di AET di 40mm con uno spessore → si cortano le linee nelle due direzioni → non deve diminuire più di 2 se/mm → 10%
se l'esito è negativo → uno dei problemi potrebbe essere il cavo, o il motore, o la focalizzazione

FASCIO DI IRRADIAZIONE: non bisogna retroirradiare le scorie del paziente o essere una zona di (6 mesi)
si usano le strisce di 2mm di spessore olograficamente al bordo del supporto paziente → almeno 2 devono essere visibili sulla base

COMPRESSORE: che il forza di compressione non sia pericolosa (6 mesi)
si misura il forza con dinamometro e si fa d'acqua → non deve variare per più di 10N

CONTATTO SCHEMI DI RINFORZO - FOCUS (intensità di immagine): deve essere controllato (6 mesi)
senza olio (crea degli artefatti sull'immagine). si fa una prova ad una gamma
→ non devono essere presenti difetti (balle d'aria = artefatti + scura)

AMPLIFICATORE DI BRILLANZA

funzionano come un tubo a raggi x al contrario

impulso di vetro \rightarrow su una lamina oscurata i fotoni (che hanno attraversato il paziente) \rightarrow ci sono dei fosfori fosforescenti: emettono fotoni nel visibile se colpiti da raggi x \rightarrow si ha un'amplificazione: ogni fotone a raggi x significa migliaia di fotoni nel visibile. Affa ritorna cioè il vuoto spinto, i fotoni vengono fatti convergere \rightarrow il fondo ~~è~~ una telecamera riprende l'immagine. amplificatore perché amplificato, di brillantezza - perché si vede l'immagine brillante. hanno il pregio che sono veloci, danno l'immagine in tempo reale. si usano per esempio per vedere dove si è fermati col catetere in tempo reale.

01-12-2010

INTENSIFICATORE D'IMMAGINE = amplificatore di brillantezza
oggi: telecamera + convertitore ac/dc = telecamera digitale

SENT INTRAVASALE
Per vedere l'arteria vascolare con una radiografia si inietta mezzo di contrasto con un catetere intravasale all'interno della circolazione d'interesse
catetere metaellorico \rightarrow si fanno radiografie per orientarsi e vedere dove sono le arterie (si entra dall'inguine nella femorale) \rightarrow si orientano meglio si fanno più v

si fa usare un cavo guida sottilissimo (punta ad uncino < ancorarsi) che passi nel restringimento. ci sono due persone sul cavo che vengono posizionate prima e dopo il restringimento \rightarrow si fa occluso lo sent che si porta sul restringimento \rightarrow il sent rimane in sede (il possessore si taglia)

Qui il problema di radioprotezione c'è \rightarrow anche chi sta operando un po' è irradiato
 \rightarrow **DEPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE**
si cerca di tenere la testa/collo sopra il tubo interruttore come modo a pedale
c'è un segnalatore luminoso (Compegnone) e acustico

Gli amplificatori di brillantezza hanno un obosco curvato
sotto controllo radiografico: obosco curvato o ttrude

DSA: ANGIOGRAFO DIGITALE A SOTTRAZIONE

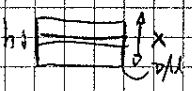
Per vedere arterie grandi non si hanno problemi con videoradiografia e mezzo di contrasto
 \rightarrow c'è un fond di grigio di fondo su cui si disegna l'arteria vascolare + sclera

Nasce per migliorare nei distretti + piccoli
E' possibile solo con un dispositivo digitale \rightarrow si fa una collezione d'immagine
1. Si inietta il distretto d'interesse senza mezzo di contrasto \rightarrow **MASCHERA**
 \rightarrow si ha il fond di grigio di fondo
2. Si inietta il m.d.c. e si acquisisce una nuova immagine
3. Si fa la sottrazione tra le due immagini \rightarrow rimane solo il mezzo di contrasto nel vasi

PROBLEMI: modo due volte \rightarrow raddoppio la dose
il mezzo di contrasto non fa così bene
non è in tempo reale
problemi da movimento: via maschera e immagine opacizzata se il paziente o l'organo si muove non vale a sottrarre le stesse cose
 \rightarrow si fa stare fermo il paziente o per il cuore si muove nello stesso punto del ciclo cardiaco (si collega all'eco)
 \rightarrow riallineamento automatico: si cerca di compensare con il sv (costano molto) > 5000)

ASPETTI MATEMATICI:

Strato spesso x con coefficiente μ uniforme
maschera: $N = N_0 e^{-\mu x}$



c'è un vaso di raggio r ma il raggio ha lo stesso μ

Iniettiamo mezzo di contrasto. il vaso ha coefficiente $\mu_c > \mu$ o spessore h
 $N_c = N_0 e^{-\mu_c h} - N_0 e^{-\mu(x-h)}$

Si fa la differenza fra queste due

$$D = N - N_c = N_0 e^{-\mu x} [1 - e^{-h(\mu_c - \mu)}]$$

per punti dove non c'è μ_c (non c'è mezzo di contrasto) $D=0$ (cioè zero)

Normalmente si lavora con le equazioni:

$$D = \mu N - \mu_c N_c = h(\mu_c - \mu)$$

Il tubo radiogeno è su un arco a C che può essere spostato

TC: TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA

Stretto i principi della radiologia \rightarrow fisicamente è un radiologico come già detto, ma è complicato nella formazione dell'immagine

Non si può evitare l'effetto della radiografia tradizionale \rightarrow tutti i tessuti sovrapposti \rightarrow effetto mascheramento

\rightarrow i tessuti molli diversi hanno attenuazione circa uguale - non si vedono
Nella TC si usa un trucco per vedere queste cose (risoluzione sui tessuti molli molto migliore)
 \rightarrow si tratta le informazioni in formato digitale: tutto numerico

Per evitare l'effetto di mascheramento si gira intorno: guarda lo stesso volume da molte (proiezioni) differenti \rightarrow tubo a raggi X mobile
Conica (GANTRY) con il tubo radiogeno (il caso nero) \rightarrow la conica ruota attorno al paziente
sopra il paziente scende

Problemi: bisogna far spostare anche i sensori
Il tubo radiogeno ha bisogno di un'alimentazione perfetta, tensioni alte e correnti precisissime \rightarrow rotore su cui scorre il tubo che dona l'alimentazione (velocità costante e tensioni/correnti costanti)

In origine si parlava di TAC: A = assiale \rightarrow il tubo ruotava intorno all'asse del corpo
Adesso il gantry ha uno snodo \rightarrow si può inclinare di alcuni gradi rispetto all'asse del paziente (non è più perpendicolare) \rightarrow TC

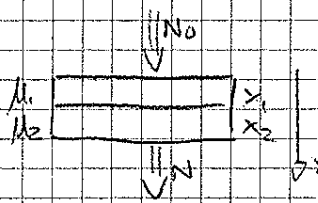
Tomografia = taglia e ricostruisce una fetta del paziente \rightarrow oggi si costruisce il volume con tante fette spostando il paziente

07-12-2010

Migliore il contrasto: la TC ha il vantaggio di rendere visibili tessuti non visibili nella radiografia

Visualizzazione 3D e calcolo di volume
Risoluzione spaziale minore a quella della radiografia \rightarrow 1-2 d/mm
Permette di vedere i tumori

Aumento la dose che il paziente (sono necessarie - proiezioni) \rightarrow oggi la dose è stata abbassata notevolmente ottimizzando le proiezioni e aumentando l'efficienza dei sensori



$$N = N_0 e^{-\mu_1 x_1 - \mu_2 x_2}$$

con un terzo snodo aggiungo un termine $-\mu_3 x_3$ ecc

Il numero di fotoni si ottiene lungo x \Rightarrow per ogni punto N un ogni punto di x sommo i contributi precedenti

Il può essere funzione di x $\mu = \mu(x)$

$$N = N_0 e^{-\int_0^x \mu(x) dx}$$

Vedo tutto mischiato insieme al fondo
Se uno dei μ è molto maggiore \rightarrow vedo solo quello