



APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI OTTIMIZZAZIONE IN RADIOPROTEZIONE

Dott.ssa Maria Natali U.O.S.D. Fisica Sanitaria - ASL BRINDISI

La radioprotezione

- La radioprotezione è una materia interdisciplinare volta a preservare lo stato di salute e di benessere dei lavoratori, degli individui della popolazione e della loro progenie.
- Nella pratica si cerca di ridurre i rischi sanitari derivanti dall'impiego di radiazioni ionizzanti.

NORMATIVA E PRINCIPI DI RADIOPROTEZIONE

In base al trattato del 1957, istitutivo della Comunità europea dell'energia atomica (Euratom) ed alle successive Direttive europee, sono state recepite nella legislazione nazionale disposizioni di protezione sanitaria contro le radiazioni ionizzanti.

Allo stato attuale i caposaldi della normativa vigente sono istituiti dai seguenti Decreti legislativi:

1. **DECRETO LEGISLATIVO n. 230 del 17/03/1995:** Attivazione delle direttive EURATOM n. 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 in materia di radiazioni ionizzanti. (S.O. della G.U. n. 136 del 13.06.1995) e successive modifiche e integrazioni (D.Lgs. n. 241/2000)
2. **DECRETO LEGISLATIVO n. 187 del 26/05/2000:** Attivazione delle direttive 97/43 EURATOM in materia di protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche. (G.U. n. 157 del 07/07/2000).

Gazzetta ufficiale

dell'Unione europea

L 13



Edizione
in lingua italiana

Legislazione

57° anno
17 gennaio 2014

Sommario

II Atti non legislativi

DIRETTIVE


- ★ Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom

DECRETO LEGISLATIVO n. 230 del 17/03/1995

Le innovazioni di questo nuovo Decreto riguardano soprattutto:

1. il recepimento formale dei principi della giustificazione e dell'ottimizzazione
2. la grande attenzione rivolta alla “protezione sanitaria” della popolazione, e in particolare dei pazienti sottoposti a indagini e terapie “radiologiche”.

Tanta attenzione è pienamente motivata dal fatto che gli impieghi delle radiazioni per scopi medici costituiscono oggi, per lo meno nei Paesi industrializzati, la maggior fonte – dopo il fondo naturale – di esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti.



Pur non citandola mai espressamente, il nuovo Decreto recepisce nella sostanza l'ipotesi di una **relazione dose/effetto di tipo lineare**; questo significa che si estrapola linearmente alle basse dosi, ove non si dispone di dati sperimentali sufficientemente documentati, le probabilità di effetti riscontrate invece e documentate alle cosiddette “alte dosi”.

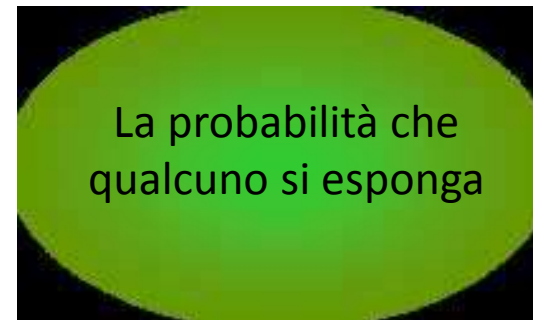
Accettata l'ipotesi che la probabilità per i singoli individui esposti di subire, a distanza di tempo più o meno grande dall'esposizione, un danno biologico non è uguale a zero (“effetti stocastici”), è chiaro che occorre trarne ogni logica conseguenza sul piano operativo.

DECRETO LEGISLATIVO n. 187 del 26/05/2000

Viene maggiormente specificata l'applicazione alla tutela del paziente dei principi fondamentali della radioprotezione (giustificazione e ottimizzazione) e si introducono:

- le procedure da seguire e i vincoli di dose per coloro che assistono persone sottoposte ad esposizioni mediche, contenute nell'allegato I;
- i livelli diagnostici di riferimento (LDR) al fine di ottimizzare l'esecuzione degli esami radiodiagnostica definiti nell'allegato II;
- le procedure di giustificazione ed ottimizzazione della ricerca scientifica comportante esposizioni a radiazioni ionizzanti.

Gli obiettivi della radioprotezione sono:



I principi della radioprotezione

1. Il principio di giustificazione

2. Il principio di ottimizzazione

Legati alla sorgente di radiazione

3. Il principio di limitazione delle dosi

Legati all'individuo

Principio di Giustificazione

Ogni attività umana comportante esposizione alle radiazioni deve essere accolta a condizione che la sua introduzione produca un beneficio netto e dimostrabile agli esposti o alla società.

L'enunciato introduce due concetti: RISCHIO-BENEFICIO.

Principio di Ottimizzazione

Ogni esposizione alle radiazioni deve essere tenuta tanto bassa quanto è ragionevolmente ottenibile, tenuto conto dei fattori economici e sociali

Principio di giustificazione

Nessuna attività umana, comportante esposizione alle radiazioni ionizzanti, deve essere accolta a condizione che la sua introduzione produca un beneficio netto e dimostrabile agli individui esposti o alla società.



Le attività che comportano esposizione alle radiazioni ionizzanti devono essere preventivamente giustificate e periodicamente riconsiderate alla luce dei benefici che da essi derivano.

PRINCIPIO DI OTTIMIZZAZIONE

(Art. 72 - *Ottimizzazione della protezione* - D. Lgs 230/95 e s.m.i)

1. In conformità ai principi generali di cui al capo I del presente decreto, nell'esercizio delle attività di cui all'art. 59 il datore di lavoro è tenuto ad attuare tutte le misure di sicurezza e protezione idonee a ridurre le esposizioni dei lavoratori al livello più basso ragionevolmente ottenibile, tenendo conto dei fattori economici e sociali.
2. Ai fini di quanto previsto dal comma 1, gli impianti, le apparecchiature, le attrezzature, le modalità operative concernenti le attività di cui all'art. 59 debbono essere rispondenti alle norme specifiche di buona tecnica, ovvero garantire un equivalente livello di radioprotezione.

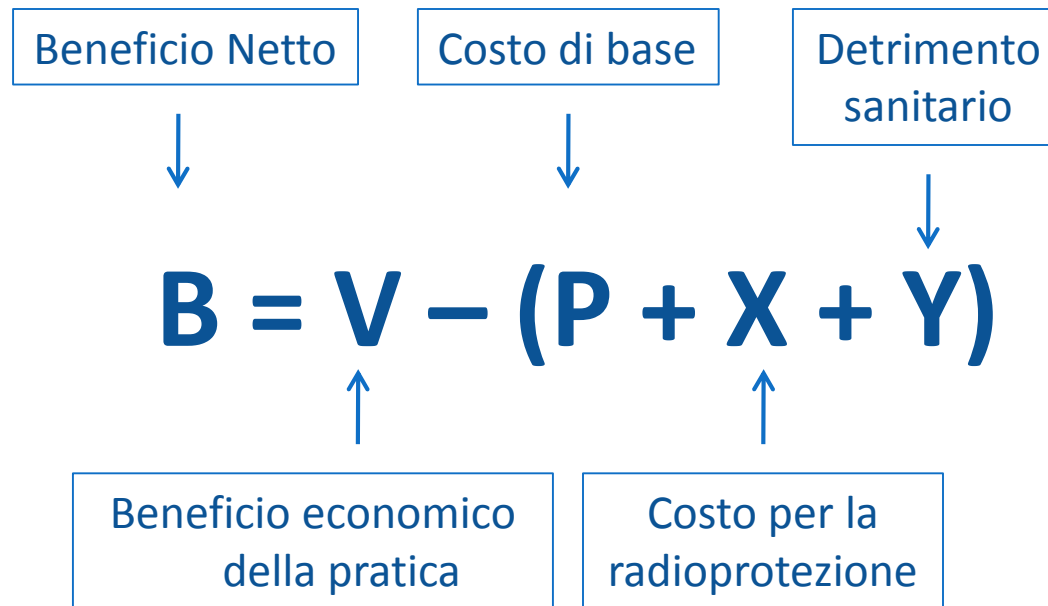
PRINCIPIO DI OTTIMIZZAZIONE

- Ogni esposizione alle radiazioni ionizzanti deve essere tenuta tanto bassa quanto è ragionevolmente ottenibile, tenendo conto anche dei costi economici e sociali (**ALARA** – As Low As Reasonably Achievable).

$$B = V - (P + X + Y)$$

- L'ottimizzazione si ottiene impostando una buona pratica radiologica, ossia adottando accorgimenti pratici (oltre alle protezioni necessarie) che consentono di massimizzare il beneficio netto pur tenendo bassi i costi di radioprotezione (X) e il detrimento sanitario (Y)

Costo -Beneficio



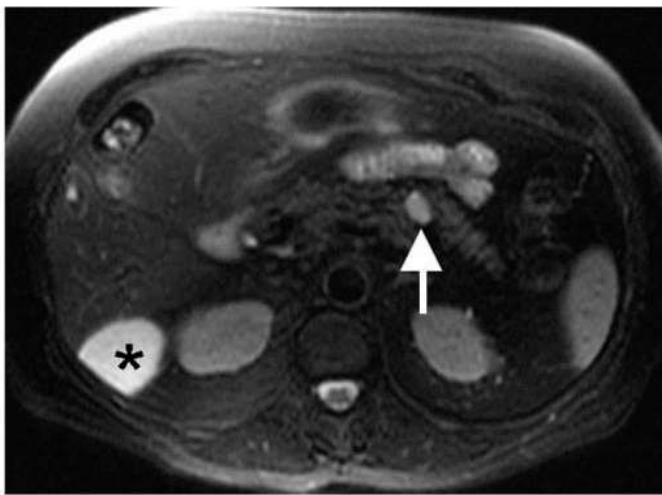
L'ottimizzazione si ottiene impostando una buona pratica radiologica, ossia adottando accorgimenti pratici che consentono di massimizzare il beneficio netto (**B**) pur tenendo bassi i costi di radioprotezione (**X**) e il detrimento sanitario (**Y**)

Il principio di giustificazione nelle esposizioni mediche

Tutte le esposizioni mediche individuali devono essere giustificate preliminarmente, tenendo conto degli obiettivi specifici dell'esposizione stessa e delle caratteristiche del paziente.

Contrariamente alle esposizioni professionali, nelle esposizioni mediche l'individuo esposto è lo stesso che ricava un beneficio.

Inoltre i risultati cercati non sono ottenibili con l'adozione di pratiche alternative che comportano un rischio inferiore per il paziente.



TAC addome (a sinistra) e RMN di un piccolo cistoadenoma oligocistico del corpo del pancreas (indicato dalle frecce).

Principio di ottimizzazione (art.4 D.Lgs. 187/2000)

(comma 1) Tutte le dosi dovute a esposizioni mediche per scopi radiologici...ad eccezione delle procedure radioterapeutiche, devono essere mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile e compatibile con il raggiungimento dell'informazione diagnostica richiesta, tenendo conto di fattori economici e sociali...

(comma 2) Per tutte le esposizioni mediche a scopo terapeutico..., lo specialista deve programmare individualmente l'esposizione dei volumi bersaglio tenendo conto che le dosi a volumi e tessuti non bersaglio devono essere le più basse ragionevolmente ottenibili e compatibili con il fine radioterapeutico perseguito con l'esposizione

Ottimizzazione (applicazioni mediche)

- Le procedure mediche che comportano esposizione al paziente sono chiaramente giustificate e mirano in genere al beneficio diretto dell'individuo esposto e, conseguentemente, è stata data meno importanza all'ottimizzazione della protezione in esposizioni a scopo medico piuttosto che in altre applicazioni di sorgenti di radiazioni.
- L'ottimizzazione della protezione nell'esposizione di pazienti non necessariamente significa riduzione della dose al paziente. E' difficile fare un bilancio quantitativo fra la perdita di informazione diagnostica e la riduzione della dose al paziente.

Ottimizzazione (in generale)

L'ottimizzazione della protezione è un processo che è una componente importante di un programma di protezione radiologica di successo.

Nell'applicarlo richiede valutazione e, ove sia possibile, inclusione di misure che tendano a ridurre le dosi di radiazione al pubblico e ai lavoratori. Ma concettualmente è più ampio, nel senso che implica valutazioni di incidenti e altre esposizioni potenziali

Principio di ottimizzazione richiede:

- Progettazione dell'apparecchiatura (standard IEC) e idonea installazione
- Progettazione delle protezioni (barriere fisse, mobili, dispositivi individuali di protezione)
- Definizione delle procedure di lavoro:
 - Esposizione del paziente
 - Esposizione dei lavoratori
 - Esposizione di persone che assistono (ad es. radiologia pediatrica)
 - Esposizione di membri del pubblico

- Ad esempio:

- La scelta delle modalità operative influenzano la dose al paziente e all'operatore
 - proiezioni PA in fluoroscopia → minore radiazione diffusa all'operatore
 - Maggiore distanza fuoco-pelle → minore dose alla cute del paziente → minore radiazione diffusa all'operatore

Principio di ottimizzazione

- programmi di garanzia della qualità (art.4, comma 1) con un richiamo esplicito (art.9, comma 6) alle raccomandazioni e alle indicazioni comunitarie ed internazionali per le pratiche speciali (bambini, screening, TC, RT e radiologia interventistica)
- obbligo di programmare individualmente le esposizioni terapeutiche (art.4 comma 2)
- definizione dei Livelli Diagnostici di Riferimento (L.D.R.) (art. 4 comma 3 e allegato II)
- definizione di vincoli di dose per le persone che collaborano all'assistenza ed al conforto di pazienti sottoposti a diagnosi o, se del caso, a terapia (art.4, comma 7 e allegato I)
- obbligatorietà dell'informazione del paziente portatore di radioattività (art.4, comma 8 e allegato I)

L.D.R. (Livelli Diagnostici di Riferimento)

“livelli di dose nelle pratiche radiodiagnostiche mediche o, nel caso della medicina nucleare diagnostica, livelli di attività, per esami tipici per gruppi di pazienti di corporatura standard o fantocci standard per tipi di attrezzatura ampiamente definiti. Si ritiene che tali livelli non debbano essere superati per procedimenti standard, in condizioni di applicazione corrette e normali dell'intervento diagnostico e tecnico” ...

Ottimizzazione (applicazioni mediche)

- L'utilizzo dei livelli diagnostici di riferimento è visto dalla Commissione come un'importante e utile spinta a verificare che le dosi non siano eccessive.
- I livelli diagnostici di riferimento sono impiegati nella diagnostica medica per indicare se, nelle condizioni di routine, i livelli di dose o attività somministrata al paziente siano inusualmente elevati in una data procedura. Se così è, deve esserci a livello locale una revisione per determinare se la protezione sia adeguatamente ottimizzata o se vadano intraprese azioni correttive.
- I livelli di riferimento derivati dovrebbero essere espressi in quantità rapidamente misurabili e riferite al paziente per una data procedura.

LDR

D.Lgs, n.187/200 – ALLEGATO II

Livelli diagnostici di riferimento: linea guida

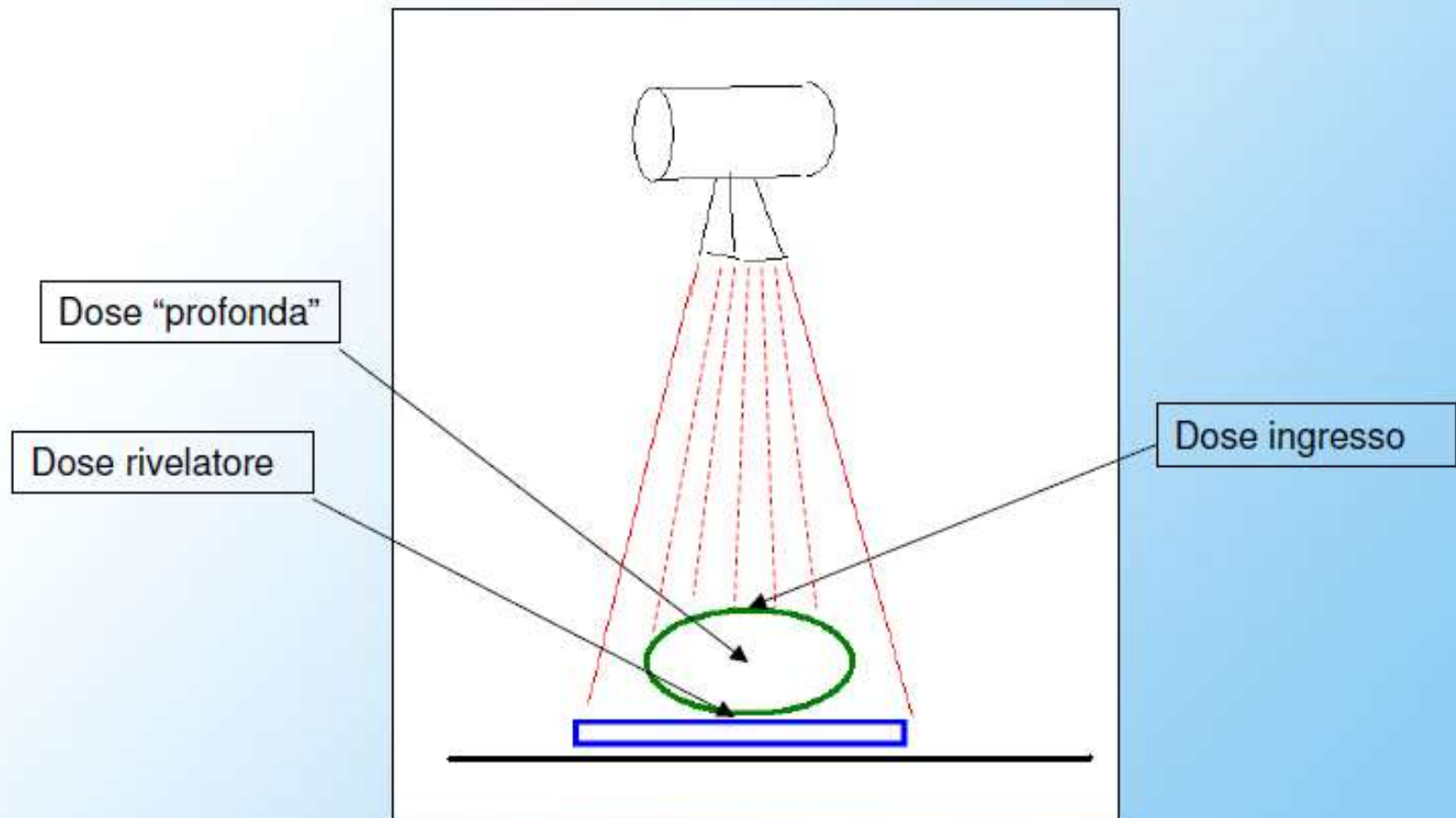
1. Definizione e scopo

Scopo di queste Linee Guida è la definizione di livelli diagnostici da usare come riferimento (LDR) nei programmi di assicurazione di qualità in radiodiagnostica e in medicina nucleare.

I LDR vanno intesi come strumenti di lavoro per ottimizzare le prestazioni. Sono grandezze (tempi, ctdi, attività ecc.) facilmente misurabili e tipiche per ogni procedura diagnostica. I LDR , avendo valore di standard, non si riferiscono a misure di dose assorbita dal singolo paziente e non devono essere utilizzati al di fuori di programmi di miglioramento della qualità in radiodiagnostica.

Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 187

La Dose in Radiologia



LDR RADIOLOGIA

Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 187

RADIODIAGNOSTICA: LDR

<i>ESAMI:</i>	<i>* DOSE D'INGRESSO (mGy)</i>
Addome	10
Urografia (per ripresa)	10
Cranio AP	5
PA	5
Lat	3
Torace PA	0.4
Lat	1.5
Rachide lombare AP	10
Lat	30
Rachide Lombo-Sacrale	40
Pelvi AP	10
Mammografia CC	10 mGy (dose di ingresso con griglia)

LDR RADIOLOGIA

Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 187

Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 187

RADIOLOGIA PEDIATRICA	
<i>ESAMI:</i>	<i>DOSE D'INGRESSO (μ Gy)</i>
Addome	1000 (5 anni) **
Torace PA/AP	100 (5 anni)
Lat	200 (5 anni)
AP	80 (neonati)
Cranio PA/AP	1500 (5 anni)
Lat	1000 (5 anni)
Pelvi AP	200 (neonati)
AP	900 (5 anni)



**SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA**
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena
Unità Operativa Fisica Sanitaria

LDR RADIOLOGIA

U.O. Radiologia							
Responsabile dell'impianto radiologico						NOCSE Baggiovara	
						Dr. R.Nizzi	

Tabella 1: RADIODIAGNOSTICA CONVENZIONALE

ESAME	Tensione [kV] (MIN-media-MAX)	Filtrazione totale [mm Al] (MIN-media-MAX)	ESD [mGy]	Modalità di misura	Num. Tubi	NOTE	Num. Esami
Addome	81 -81- 83	3.9 -4- 4.3	1.3	C.I.	5	DR	(**)
Cranio AP/PA	65 -70- 80	3.9 -4- 4.3	0.9	C.I.	2	DR	(**)
Cranio LAT	60 -65- 70	3.9 -4- 4.3	0.7	C.I.	2	DR	(**)
Pelvi AP	79 -81- 81	3.9 -4- 4.3	1.3	C.I.	5	DR	(**)
Rachide lombare AP	81 -81- 81	3.9 -4- 4.3	1.1	C.I.	5	DR	(**)
Rachide lombare LAT	80 -85- 95	3.9 -4- 4.3	3.0	C.I.	5	DR	(**)
Rachide lombo-sacrale	81 -85- 96	3.9 -4- 4.3	6.1	C.I.	5	DR	(**)
Torace PA	110 -125- 125	3.9 -4- 4.3	0.1	C.I.	5	DR	(**)
Torace LAT	125 -125- 125	3.9 -4- 4.3	0.5	C.I.	5	DR	(**)
Urografia (per ripresa)							
Mammografia	29-29-29	0.51-0.51-0.51	5.4	C.I.	1	DR	(**)
Ba enema	-	-	-	-	-	-	-
Arteriografia	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 2: RADIODIAGNOSTICA PEDIATRICA

ESAME	Tensione [kV] (MIN-media-MAX)	Filtrazione totale [mm Al] (MIN-media-MAX)	ESD [mGy]	Modalità di misura	Num. Tubi	NOTE	Num. Esami
Addome (5 anni)	-	-	-	-	-	-	-
Cranio AP/PA (5 anni)	-	-	-	-	-	-	-
Cranio LAT (5 anni)	-	-	-	-	-	-	-
Pelvi AP (5 anni)	65 -65- 65	3.9 -4- 4.3	0.05	C.I.	4	DR	(**)
Pelvi AP (neonati)	60 -60- 60	3.9 -4- 4.3	0.03	C.I.	4	DR	(**)
Torace PA/AP (5 anni)	100 -100- 100	3.9 -4- 4.3	0.04	C.I.	5	DR	(**)
Torace LAT (5 anni)	100 -100- 100	3.9 -4- 4.3	0.04	C.I.	5	DR	(**)
Torace (neonati)	-	-	-	-	-	-	-

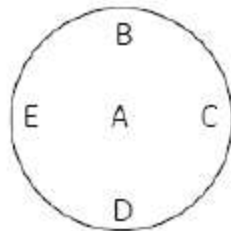
(**): I dati in questione sono stati inviati a Dott. Mancini, responsabile Servizi Sanità Pubblica, in data 31/05/2007
(Prot.45461/PG)

Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 187

CTDI

FIGURA12-9

DESCRIZIONE DEL FANTOCIO DI RIFERIMENTO PER LA DOSE CTDI



Fantoccio testa	16cm dia
Fantoccio corpo	32cm dia
Materiale	PMMA(metacrilato polimetile)
Spessore	>14cm
Da A a E	aperture camera matita
A	centro
Da B a E	periferico 1cm dalla superficie

CTDI

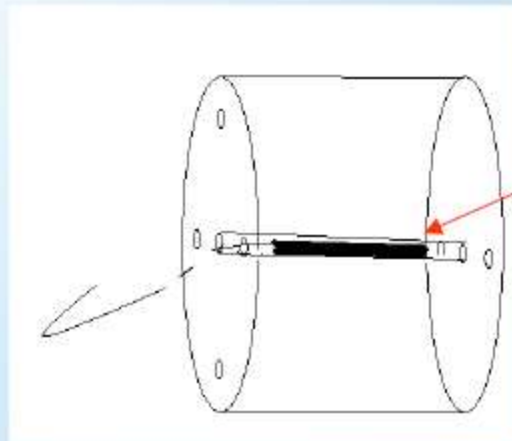
Mathematical Definition of CTDI

$$CTDI = \frac{1}{nT} \int_{-T}^{T} D(z) dz$$

n = number detector macro rows per scan

T = row detection width

$D(z)$ = Z axis dose profile (absorbed in PMMA)




Pencil camera

Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 187

LDR TC

TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA		
<i>ESAMI:</i>	<i>°CTDI_w (mGy)</i>	<i>°°DLP (mGy cm)</i>
Testa	60	1050
Torace	30	650
Addome	35	800
Pelvi	35	600



Ottimizzazione delle pratiche Radiologiche Interventistiche (PRI)

Parametri Dosimetrici in P.R.I.

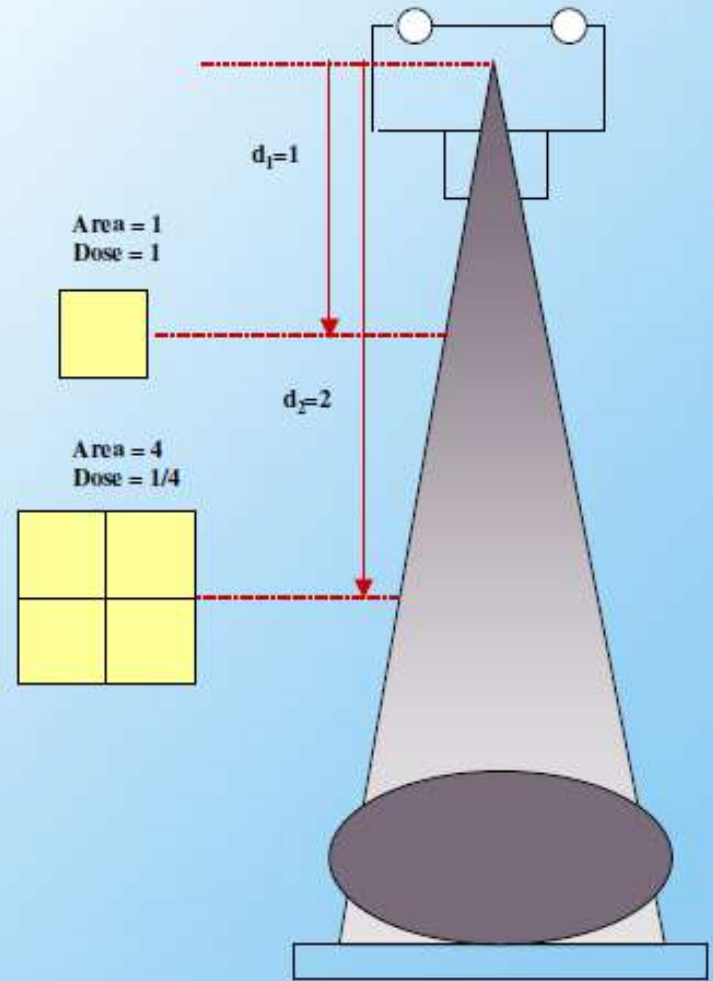
- **DAP** prodotto Dose x Area (or Kerma Area Product) ($\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$).
- **Dose Cumulativa in Cute** (o Dose Cumulativa in Ingresso) (mGy).

Questi parametri dosimetrici possono essere misurati con dispositivi esterni oppure possono essere calcolati dal software dell'apparecchio in base ai dati di rendimento del tubo radiogeno.

$$\text{DAP} = \text{Dose} \times \text{Area}$$

L'unità di misura della DAP in SI è $\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$; DAP normalmente è posizionata dopo i collimatori del tubo radiogeno.

- DAP è indipendente dalla distanza dal fuoco del Tubo radiogeno perchè:
 - La Dose diminuisce con l'inverso del quadrato della distanza
 - L'Area aumenta con il quadrato della distanza



DAP = Dose x Area

L'unità di misura della DAP in SI è $\text{Gy} \cdot \text{cm}^2$; DAP normalmente è posizionata dopo i collimatori del tubo radiogeno.

Il valore cumulativo registrato dopo ogni esposizione può essere mostrato:

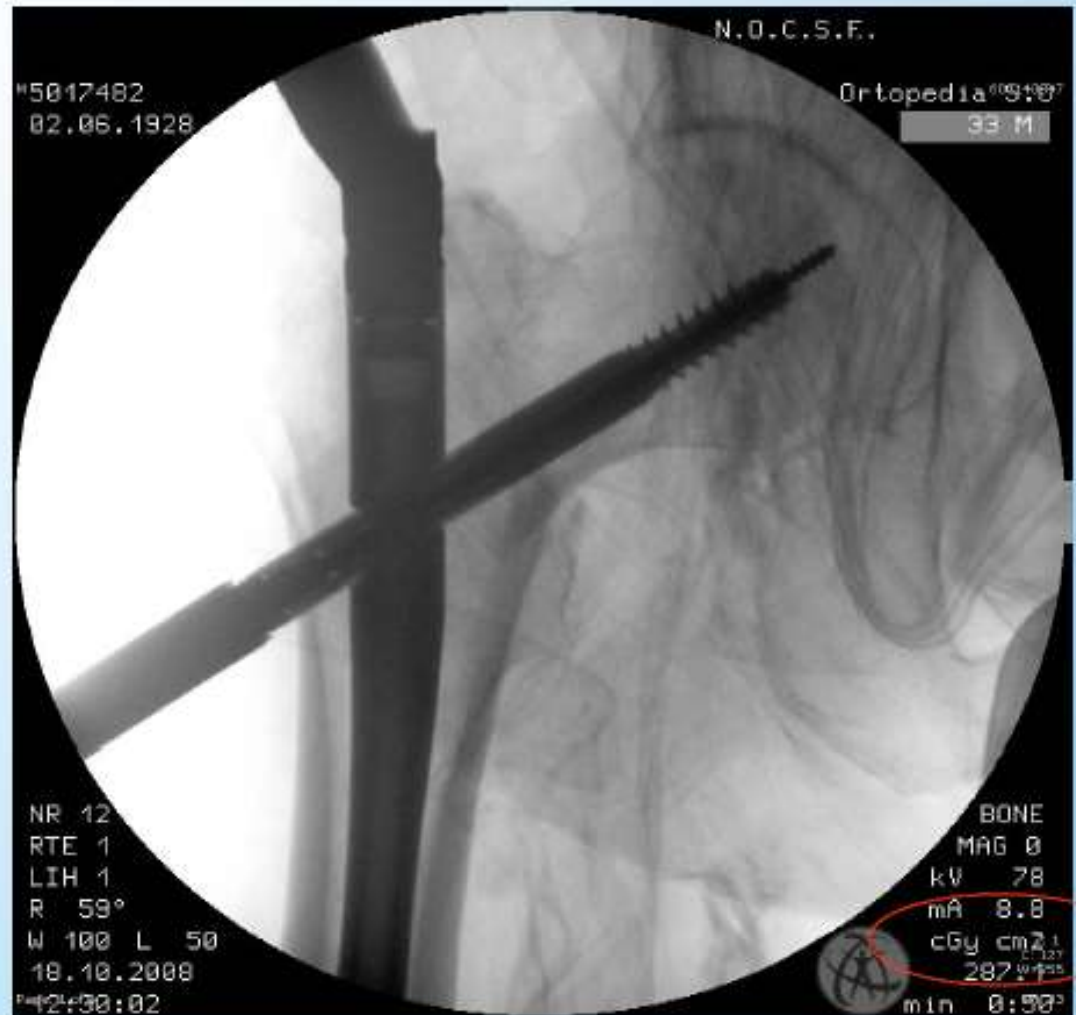
- sul monitor a fianco dei parametri espositivi (kV, mA)
- Sul display della consolle di comando



Misura di DAP

Esempio:
Visualizzazione
Misura Dose a
monitor su
Portatile
Ziehm

Il dato è registrato
anche all'interno del
file DICOM
dell'immagine



Fattori Fisici che influenzano la dose al paziente nelle P.R.I

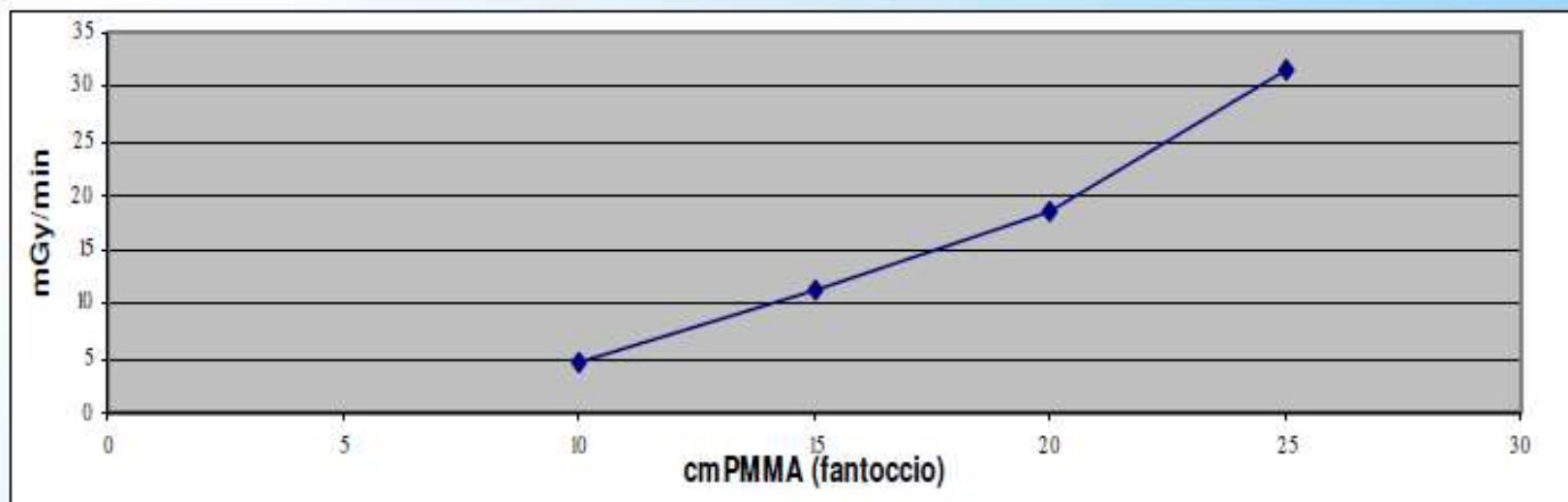
La dose al paziente è determinata dalle caratteristiche fisiche di ciascun apparecchio radiologico ma anche dal loro utilizzo da parte dell'equipe medica.

Occorre conoscere le caratteristiche dosimetriche degli apparecchi: esse sono stabilite in fase di taratura del **circuito di retroazione degli I.B.** che regola in automatico la scelta dei kV e dei mA a seconda del tipo di programma che si è selezionato e in base al tipo di distretto anatomico.

Fattori Fisici che influenzano la dose al paziente nelle P.R.I

Funzionamento Circuito di retroazione

PROGRAMMA		scheel-25imp		
cm	kV	mA	mGy/min	
25	104	7.4	31.55	
20	84	8.5	18.64	
15	70	8.9	11.36	
10	61	5.5	4.74	



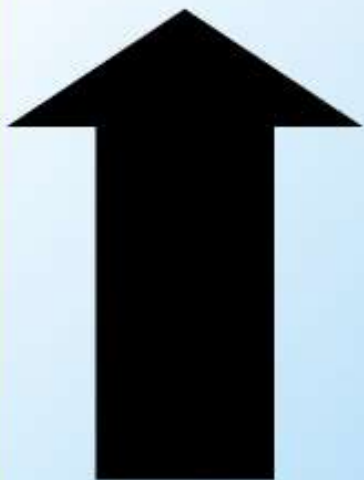
Fattori Fisici che influenzano la dose al paziente nelle P.R.I

Principali fattori

- Utilizzo di programmi con livelli diversi di qualità dell'immagine
- Utilizzo di ingrandimenti

Fattori Fisici che influenzano la dose al paziente nelle P.R.I

**CAMBIARE
DALLA
MODALITA'
QUALITA'
BASSA A
QUALITA' ALTA
DELL'IMMAGINE
(per SCOPIA,
CINE e DSA -
Digital
Subtraction
Angiography)**

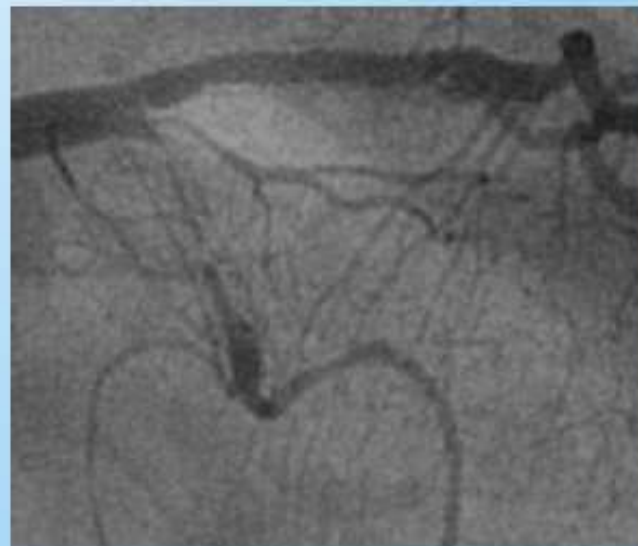
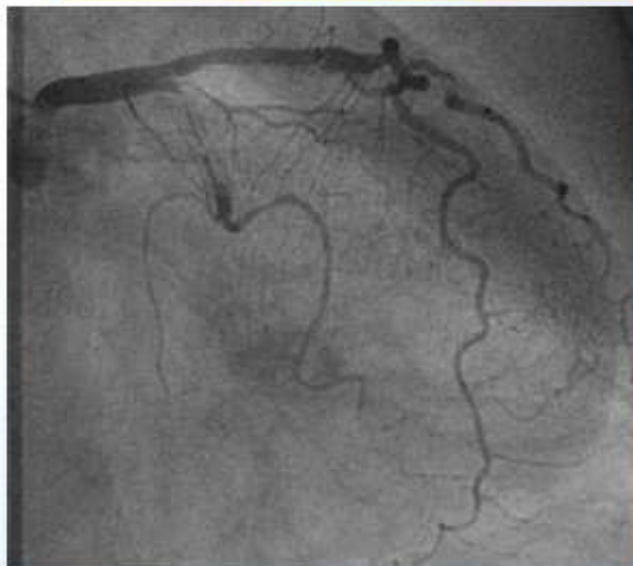


**AUMENTA LA
DOSE PER
IMMAGINE DI
UN FATTORE
DA 2 A 10**





Fattori che influenzano la dose al paziente nelle P.R.I

**Aumentare
l'ingrandimento:
scegliere uno
zoom più
piccolo**

**Può aumentare la
dose al paziente
fino ad un fattore 3**



Fattori che influenzano la dose al paziente nelle P.R.I

INTENSIFIER DIAMETER		RELATIVE PATIENT ENTRANCE DOSE
	12" (32 cm)	dose 100
	9" (22 cm)	dose 150
	6" (16 cm)	dose 200
	4.5" (11 cm)	dose 300

La dose aumenta con l'inverso del diametro al quadrato: questo effetto è tipico degli Intensificatori di brillantezza, non dovrebbe essere presente nei rivelatori digitali...ma occorre verificare con misure

Fattori che influenzano la dose al paziente nelle P.R.I

Riduzione della dose con filtrazione extra

- Filtri di Cu aggiuntionali possono ridurre la dose al paziente di oltre il 70% mantenendo inalterata la qualità dell'immagine, essi infatti riducono il numero di fotoni a bassa energia.
- E' possibile impiegarli solo in quegli apparecchi con generatori molto potenti.
- Alcuni sistemi offrono filtrazioni extra variabili (0.2 mm - 0.9 mm) che si impostano in automatico in base al peso del paziente e all'angolazione del Braccio C.



Normativa CEI-62-123

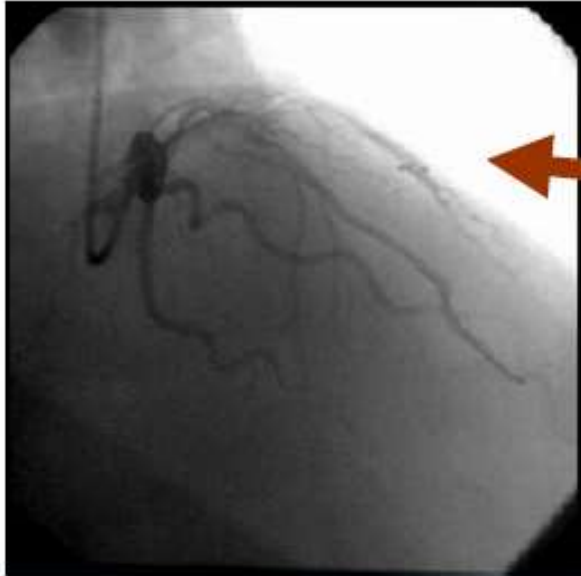
Ha aumentato la filtrazione minima per le apparecchiature utilizzate nelle P.R.I..

Filtri a Cuneo



Wedge filter. GE Advantx X ray system

Importanza dei Filtri a cuneo



The wedge filter has not been used to obtain this cine series. Note the important difference in contrast.



The wedge filter has been used to obtain this cine series.

Collimazione



Regole pratiche per ridurre la dose nelle P.R.I

PARAMETRI IMPORTANTI:

- DISTANZA FUOCO-CUTE PAZIENTE
- DISTANZA PAZIENTE-RIVELATORE

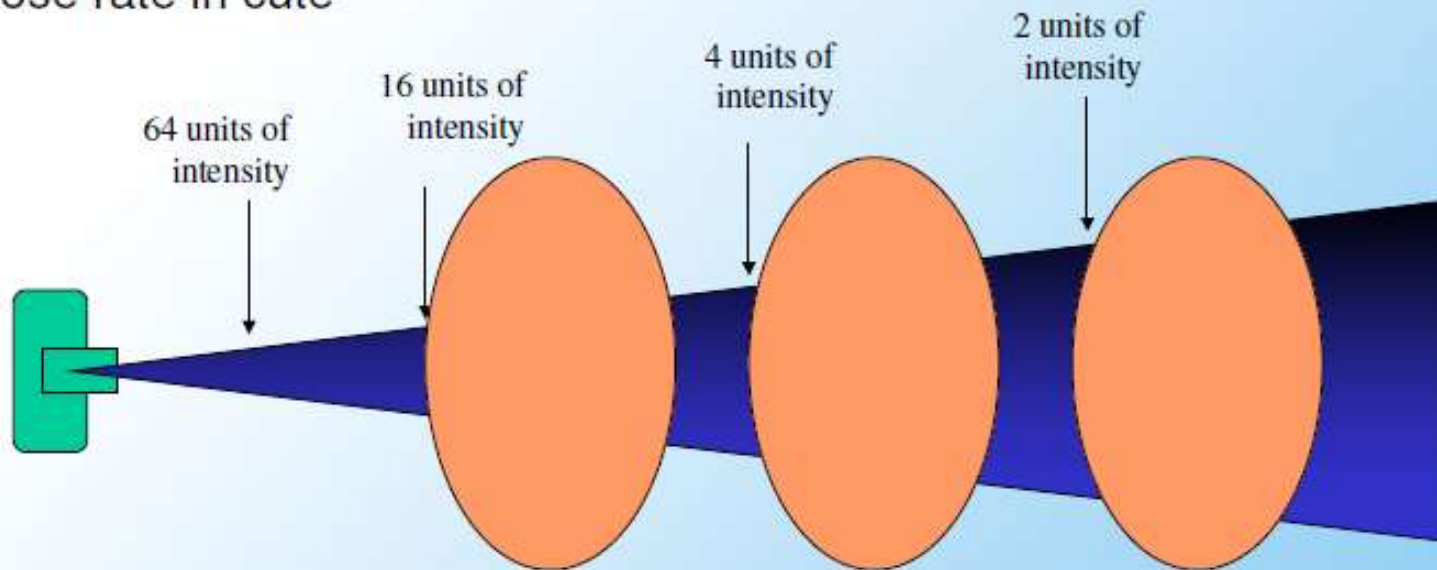
LA DOSE AL PAZIENTE AUMENTA SE:

- **DIMINUISCE** LA DISTANZA FUOCO-CUTE PAZIENTE
- **AUMENTA** LA DISTANZA PAZIENTE-RIVELATORE



DISTANZA FUOCO-CUTE PAZIENTE

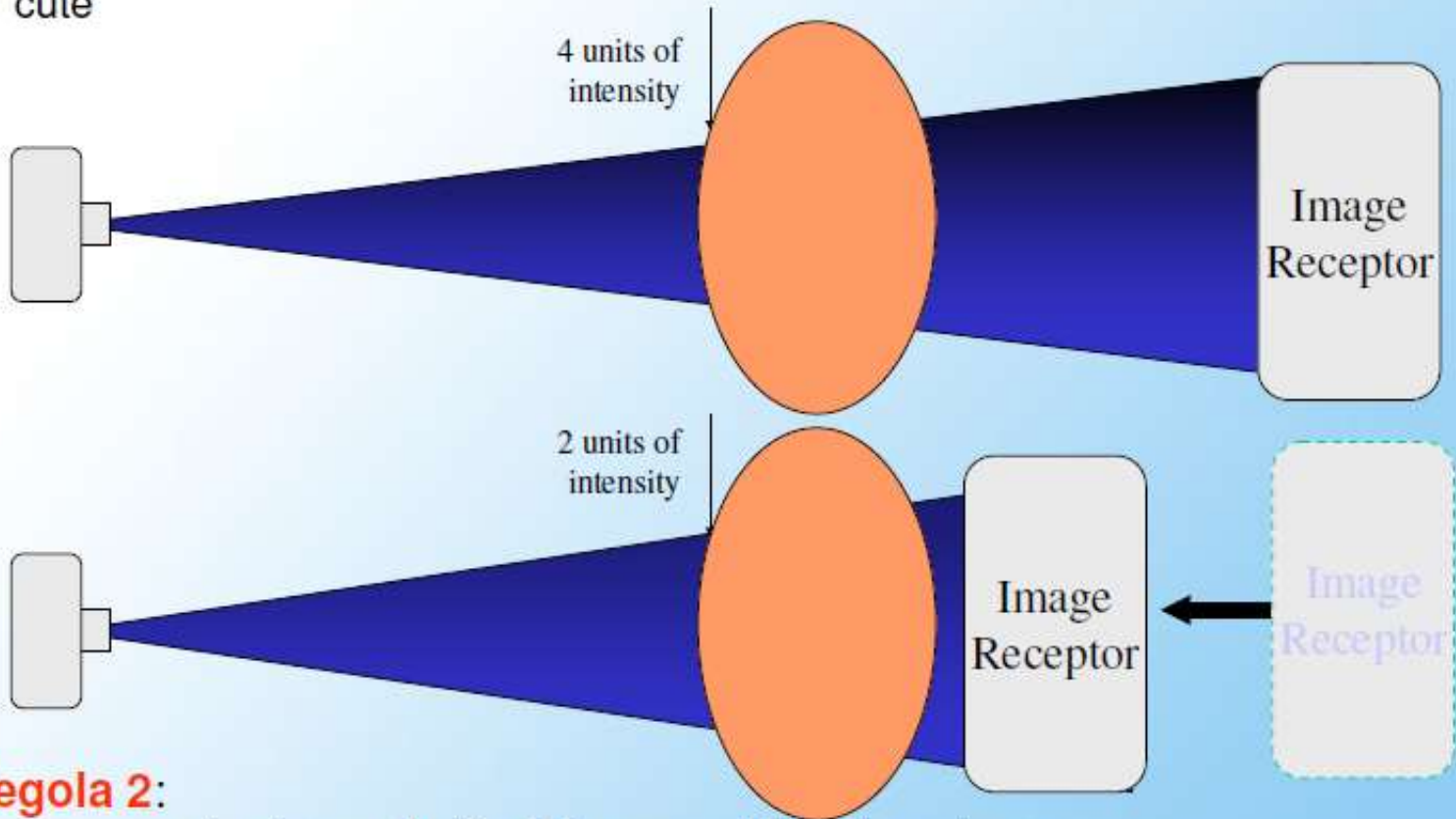
Mantenendo inalterate tutte le altre condizioni, allontanare o avvicinare il paziente al tubo radiogeno può influenzare in modo significativo il dose rate in cute



Regola 1: mantenere il tubo radiogeno alla massima distanza praticabile clinicamente dal paziente.

DISTANZA PAZIENTE-RIVELATORE

Mantenendo inalterate tutte le altre condizioni, allontanare o avvicinare il RIVELATORE d'immagine può influenzare in modo significativo il dose rate in cute



Regola 2:

mantenere rivelatore il più vicino possibile al paziente

Fattori che influenzano la dose al paziente nelle P.R.I Angolazione del Fascio Radiogeno

I tessuti più spessi assorbono più radiazione, quindi occorre molta più radiazione per penetrare il paziente quando il fascio radiogeno è molto angolato e intercetta uno spessore più elevato

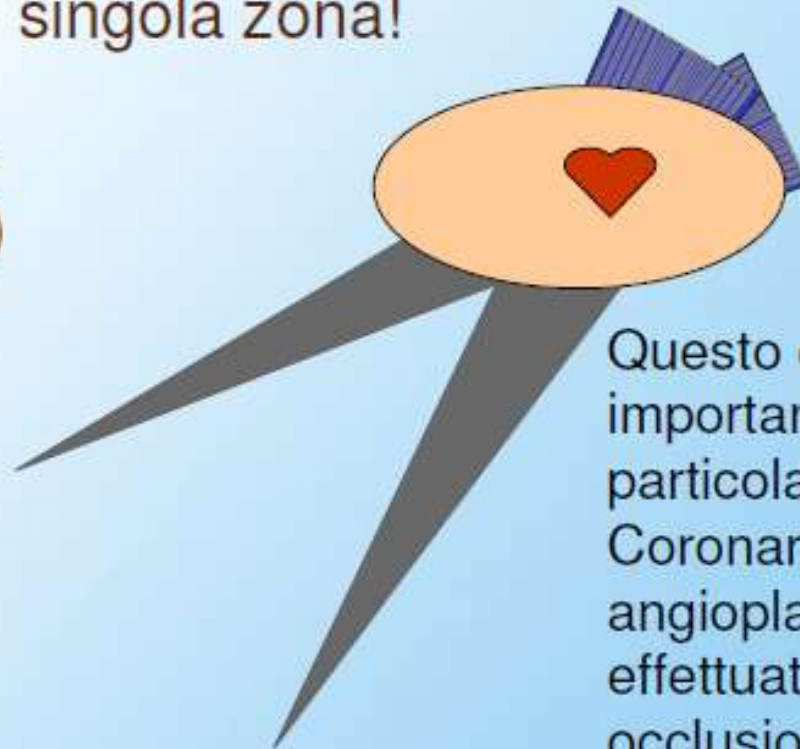
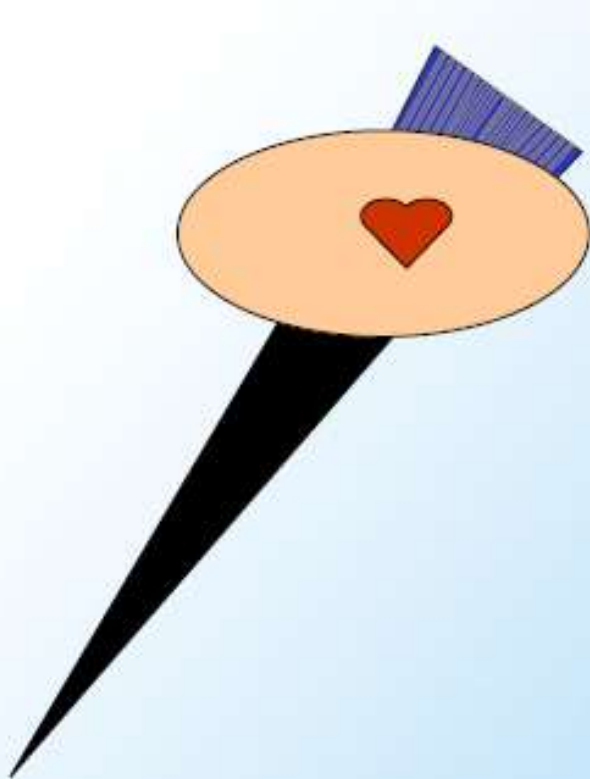
Il Rischio per la cute è maggiore con angolazioni accentuate!



Regola 7: Mantenere il fascio angolato il tempo strettamente necessario.

Regole pratiche per ridurre la dose nelle P.R.I

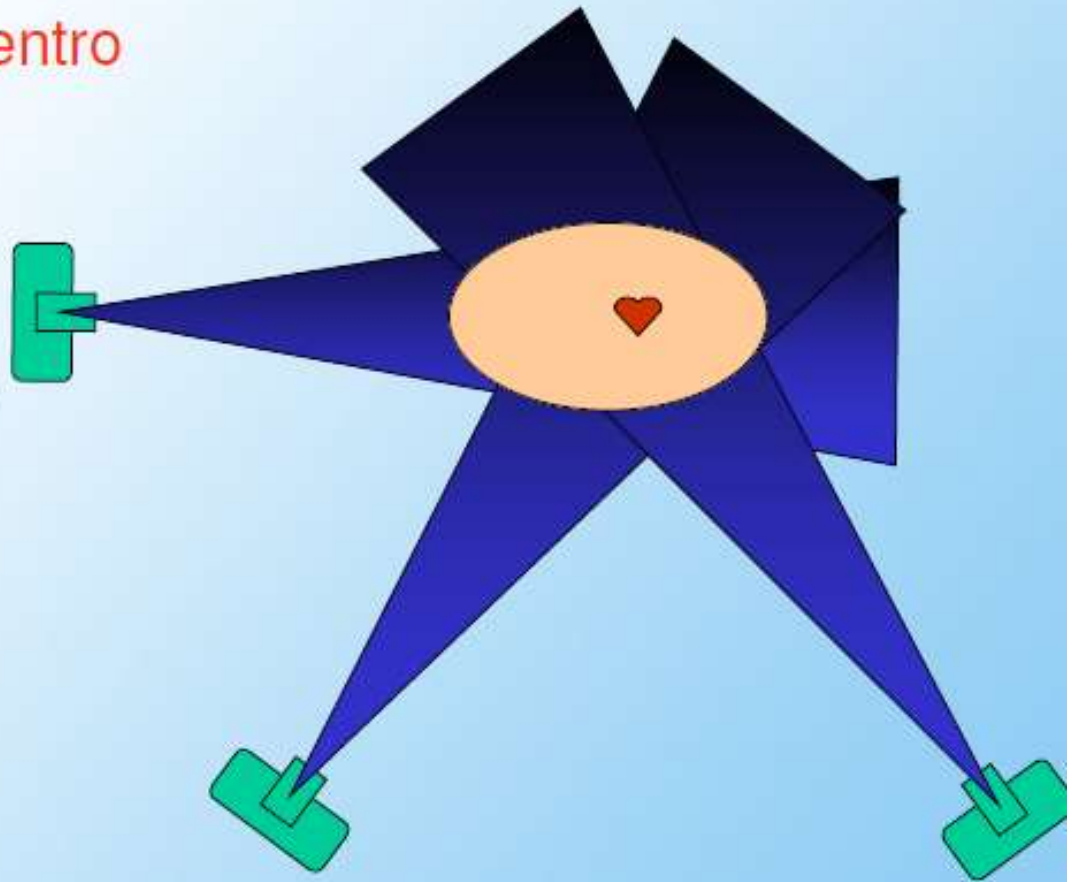
Regola 8: Cambiare direzione al fascio radiante distribuisce la dose in cute e riduce il rischio in una singola zona!



Questo è molto importante in particolare nelle Coronarografie angioplastiche effettuate per occlusioni croniche totali.

Posizionamento all'Isocentro

Posizionare il paziente all'isocentro comporta una riduzione della distanza tra il paziente e il tubo radiogeno, aumentando la dose in cute:
in queste condizioni posizionare il rivelatore sempre il più vicino possibile al paziente!



Principio di ottimizzazione: vincoli di dose

- Se la dose all'operatore (detrimento) non è bassa, il bilancio rischio operatore-beneficio paziente può raggiungere i limiti per quanto attiene gli aspetti etici della pratica
(ad es. rischio di danni deterministici e stocastici all'operatore in procedure interventistiche complesse)
- Nel ICRP 26 (1977) si utilizzava il limite di dose
- Nel ICRP 60 (1990) si introduce il concetto di "vincolo di dose sorgente dipendente" con lo scopo di restringere la scelta delle opzioni da valutare nel processo di ottimizzazione:
 - in modo da avere dosi che non superino i vincoli di dose

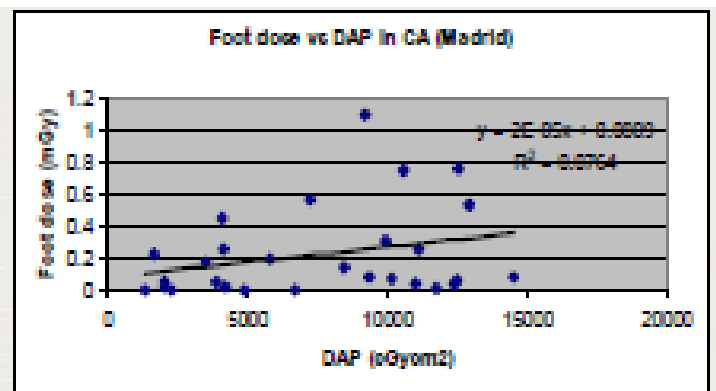
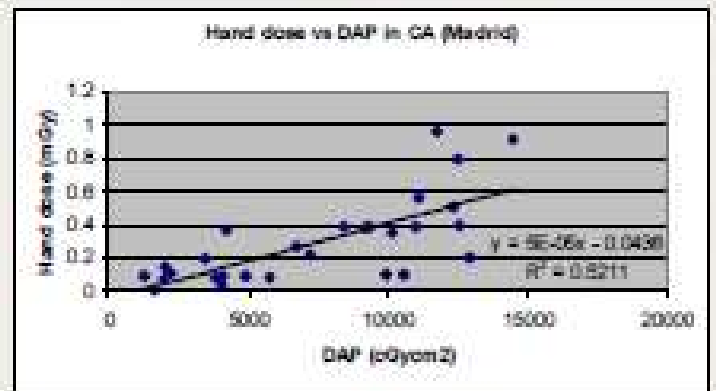
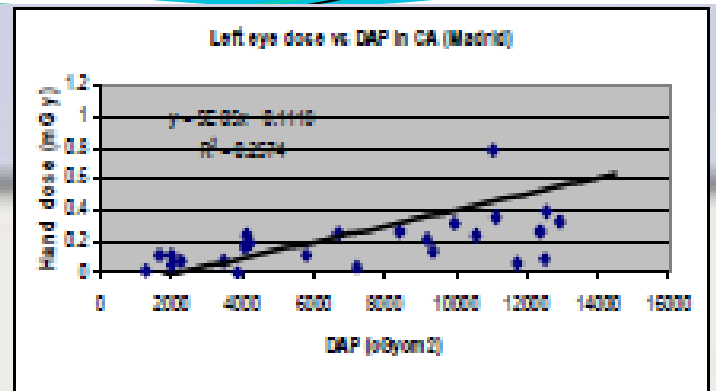
Come individuare i vincoli di dose?

Procedure di cardiologia interventistica:

- Dose efficace/procedure all'operatore principale

Esempio : Dose all'operatore in angiografia coronarica

- Le esposizioni/procedura a parti non coperte del corpo possono essere elevate
- Le esposizioni sono importanti quando vi è personale in formazione
- Ampia variabilità: occhi, mani e piedi (attenzione possono essere le esposizioni più elevate)
- Limitata correlazione con la dose al paziente (DAP)



Vincoli di dose (esempio)

Dose all'operatore in angiografia coronarica

Hospital	Total DAP (Gyxcm2)	No images	Fluoro time (min)	Shoulder (mGy)	Foot (mGy)
Finland	52	660	9.6	0.073	0.032
Ireland	24	564	5.2	0.037	0.049
Italy	33	610	4.1	0.037	0.041
Spain	75	847	5.6	0.259	0.231
Mean				0.101	0.088

- ② Dose superficiale misurata con TLD sul primo operatore (dosi agli altri operatori inferiori)
- ② Importanti differenze tra i centri nelle procedure e nelle dosi agli operatori

Vincoli di dose (esempio)

Dose all'operatore in angiografia coronarica

La dose assorbita a parti del corpo dell'operatore normalizzata alla dose al paziente (DAP) può essere assunta come indicatore del livello di ottimizzazione dell'esposizione dell'operatore ed utilizzato come Vincolo di dose

Country	Procedure	Shoulder/DAP (microGy/Gycm ²)	Foot/DAP (microGy/Gycm ²)	Protection
Finland	CA	1.40	0.54	lead screen
Italy	CA	1.35	1.02	lead screen
Ireland	CA	1.60	2.30	lead screen
Spain	CA	3.20	3.40	lead screen
Mean	CA	1.89	1.82	lead screen
Italy	PTCA	0.54	0.75	lead screen
Ireland	PTCA	1.37	1.88	lead screen
Spain	PTCA	1.80	4.00	lead screen
Mean	PTCA	0.96	1.31	lead screen
Italy	RF ablation	1.92	2.35	lead screen
Italy	Pacemaker	7.20	13.20	no lead screen



Vincolo di dose (cristallino/piedi) per l'operatore principale in procedure di emodinamica:

1.3 $\mu\text{Gy/Gycm}^2$ impiegando protezioni al letto portapaziente

Principio di ottimizzazione

- divieto di utilizzo della fluoroscopia senza intensificatori di brillantezza (art. 8, comma 6)
- limitazione della fluoroscopia senza dispositivo di controllo automatico del rateo di dose a casi giustificati (art. 8, comma 7)
- necessità di dotare le apparecchiature per radiodiagnostica di un dispositivo che dia informazioni sulla dose da radiazioni assorbita dal paziente (art. 8, comma 8)
- ridefinizione dei criteri di accettabilità delle attrezzature radiologiche, radioterapiche e di medicina nucleare (art. 8, comma 4 e allegato V)

Il principio di ottimizzazione nelle esposizioni mediche

Per ottimizzare la protezione in ambito sanitario è importante prestare attenzione a tre aspetti in particolare:

1. La scelta della tecnica radiologica da adottare;
2. La qualità del risultato ottenuto (si possono ottenere immagini di buona qualità anche a dosi inferiori);
3. La dose da radiazione al paziente.

L'obiettivo è raggiungere una sufficiente qualità di immagine con la minima dose da radiazione al paziente.

Vincoli per l'ottimizzazione:

La quantificazione a livello nazionale di vincoli (per le diverse categorie e attività) definirebbe l'obiettivo di progetto della procedura di ottimizzazione . Attualmente ne si utilizzano:

1. LDR_(Livelli Diagnostici di Riferimento)
2. Cardiologia interventistica : Dose efficace all'operatore principale
3. Vincoli per la dose alla popolazione dovuta a impianti nucleari (da IAEA Safety Series 21)

Grazie per l'attenzione

