

S. De Crescenzo

# Il Rischio Radiologico nelle attività con impiego di apparecchiature Rx impiegate a scopo diagnostico

Stefano De Crescenzo

**S.C. di Fisica Sanitaria**

**S.S. di Radioprotezione Fisica e Dosimetria**

stefano.decrescenzo@ospedaleniguarda.it

# Finalità

S. De Crescenzo



**Identificare le fonti di rischio nelle attività con apparecchiature Rx impiegate a scopo diagnostico**



**Identificare i parametri che influenzano l'intensità delle fonti di rischio**



**Quantificare le fonti di rischio dipendentemente dall'attività**



**Come prevenire e ridurre il rischio radiologico**



**Il sistema di responsabilità e le procedure aziendali**

# Fonti di rischio in radiodiagnostica

S. De Crescenzo

- **Radiazione primaria:** radiazione emessa direttamente dal tubo Rx e utilizzata a fini diagnostici
- **Radiazione diffusa:** radiazione diffusa dal paziente a seguito dell'interazione del fascio primario con il paziente stesso
- **Radiazione di fuga:** è la radiazione emergente dalla cuffia del tubo radiogeno al di fuori del fascio primario; per apparecchiature Rx utilizzate a scopo diagnostico:  $< 1$  mGy per ora di funzionamento



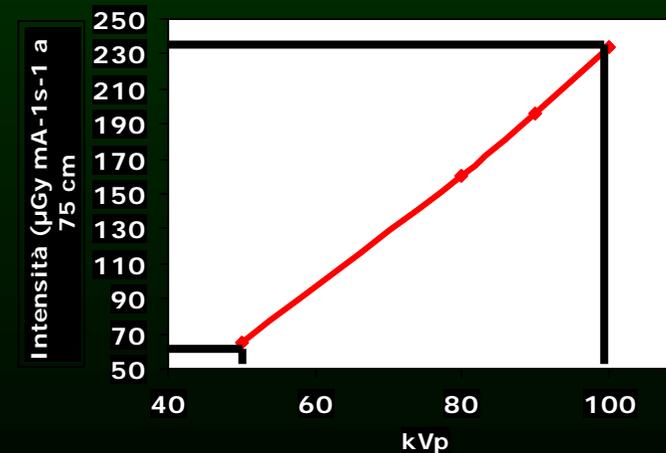
# Intensità del fascio primario

S. De Crescenzo

- parametri controllabili dall'operatore:
  - corrente (mA)
  - tensione applicata (kVp)
- Parametri intrinseci
  - filtrazione totale del tubo Rx



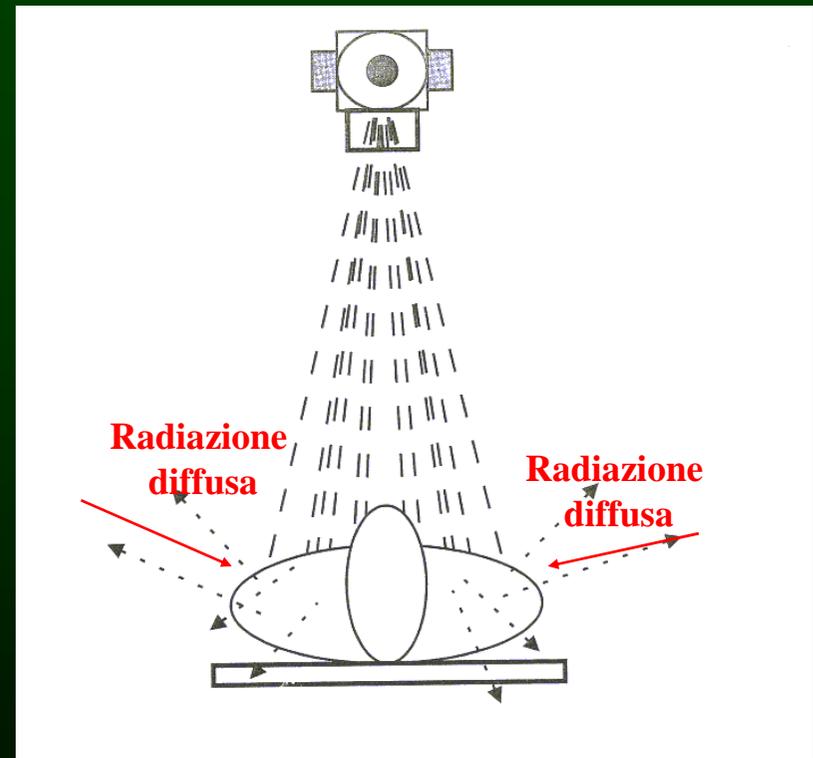
Dipendenza dell'intensità del fascio dai kVp



# Intensità della radiazione diffusa

S. De Crescenzo

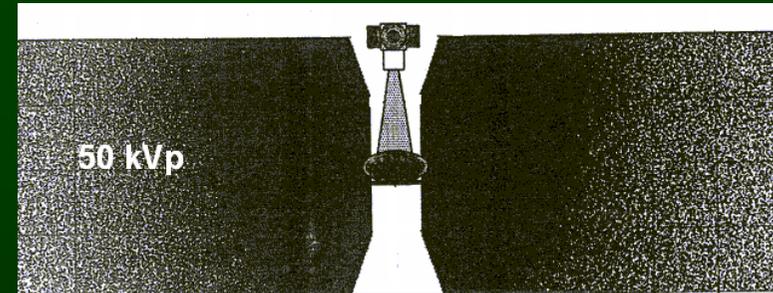
- E' una piccola frazione della radiazione primaria
- Dipende da:
  - dimensioni del campo d'irradiazione
  - tensione applicata al tubo radiogeno
  - direzione considerata



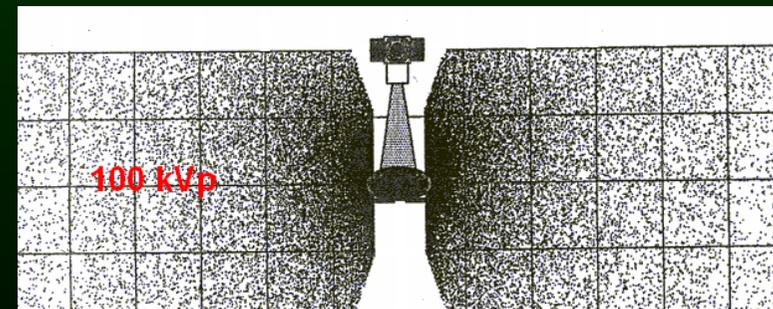
# Dose dovuta alla radiazione diffusa

S. De Crescenzo

Angolo di diffusione	dose (%)
30 °	0.02
45°	0.03
60°	0.04
90°	0.05
120°	0.12
135°	0.17
150°	0.21



a parità di annerimento



# Regole auree della radioprotezione

S. De Crescenzo

- Durante l'utilizzo di apparecchiature Rx è presente il pericolo di irradiazione esterna del corpo intero o di alcune sue parti (es. mani)
- L'entità del rischio radiologico dipende da

*tempo*  
*(durata dell'esposizione)*

*distanza*  
*(dalla sorgente di radiazioni)*

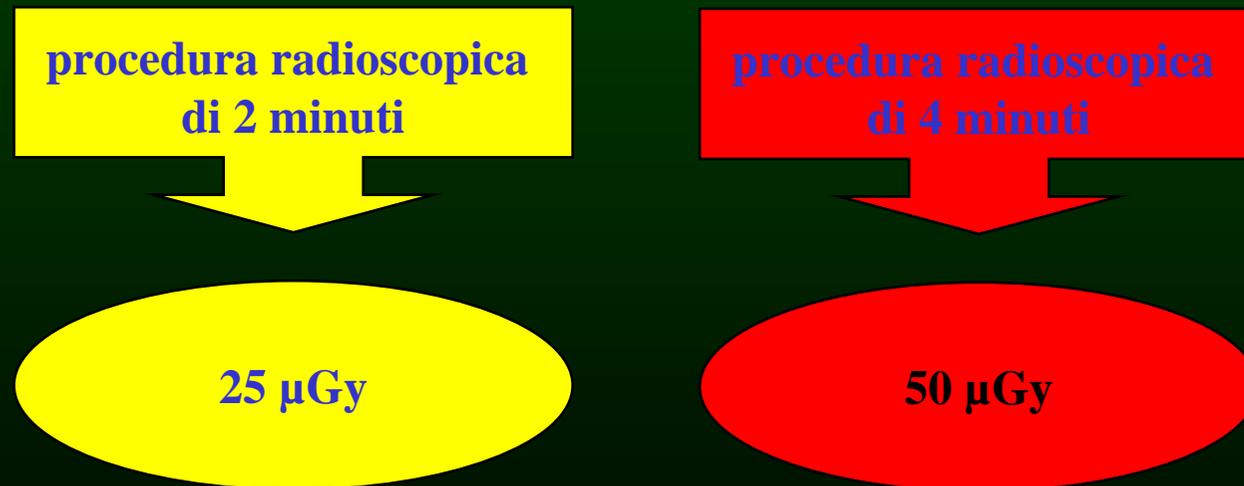
*disponibilità di*  
*schermature*

# Dipendenza del rischio dalla durata della esposizione

S. De Crescenzo

- tempo (durata dell'esposizione): a parità di condizioni determina in maniera lineare l'intensità dell'esposizione

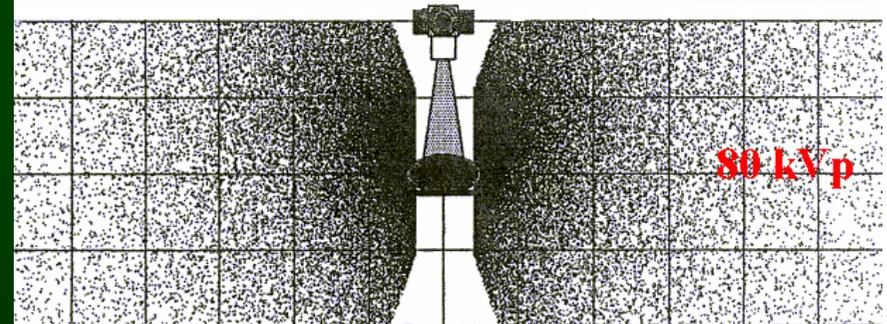
## Esempio



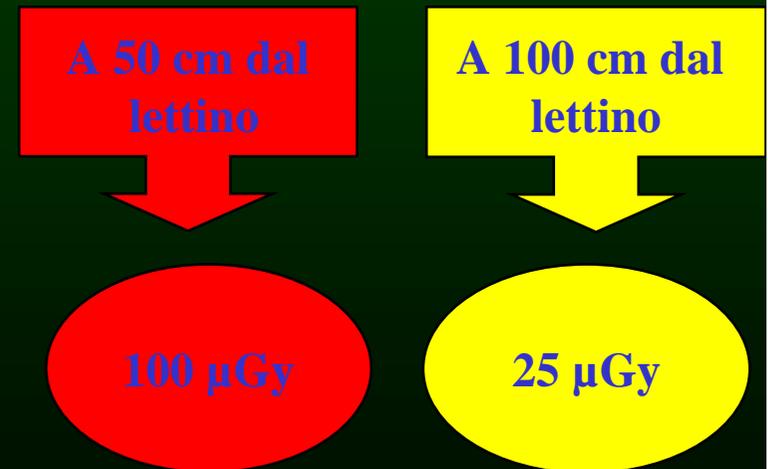
# Dipendenza del rischio dalla distanza dalla sorgente

S. De Crescenzo

- distanza: il campo di radiazioni segue la legge dell'inverso del quadrato della distanza rispetto al punto di emissione
- Ogni volta che la distanza raddoppia la dose diventa quattro volte inferiore

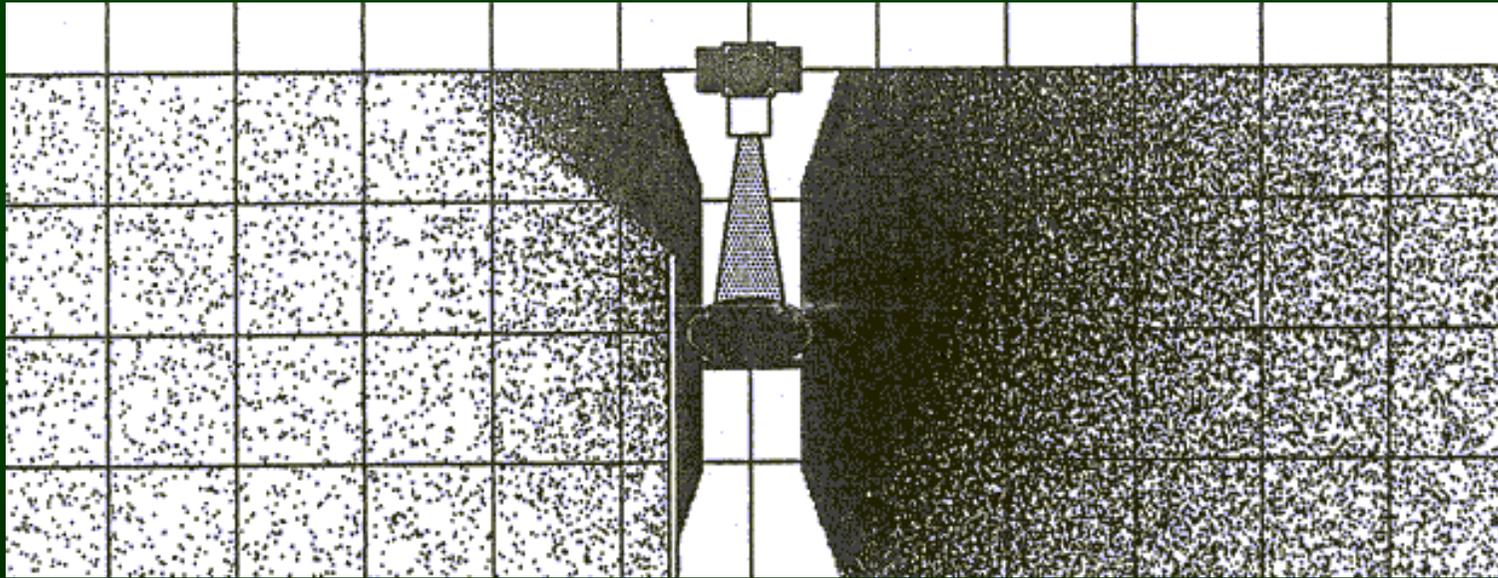


## Esempio



# Dipendenza del rischio dalla disponibilità di schermature

S. De Crescenzo



Spessore in Pb (mm)	50 kVp	75 kVp	100 kVp
0.25	250	20	10
0.50	10000	200	50
1.0	>10000	3000	300
2.0	>>10000	>>10000	5000

## Dipendenza del rischio dalla disponibilità di schermature

S. De Crescenzo

Utilizzare un grembiule anti-X riduce da 10 a 20 volte il rischio di esposizione

### Esempio

In assenza di  
grembiule (75 kVp)

100  $\mu$ Gy

Con grembiule  
(75 kVp)

5  $\mu$ Gy

## Quantificazione delle fonti di rischio: generalità

S. De Crescenzo

- il rischio lavorativo nelle attività sanitarie comportanti l'utilizzo di apparecchiature Rx dipende da numerosi elementi
- in particolare dipende in modo determinante dal tipo di pratica radiologica considerata

Costituiscono circa il 10 %  
delle procedure  
radiologiche ma risultano  
essere la fonte di rischio  
più rilevante per gli addetti

sono le più diffuse e  
contribuiscono nel modo più  
rilevante all'esposizione  
della popolazione a scopo  
medico

*Procedure  
radioscopiche*

*Procedure speciali  
(angiografia e radiologia  
interventistica)*

*Procedure radiografiche  
tradizionali*

# Attività radiologica "tradizionale"

S. De Crescenzo

Lo stazionamento in  
posizione protetta  
(ad esempio box comandi)

Circa 0.1  
 $\mu\text{Sv}/\text{radiogramma}$

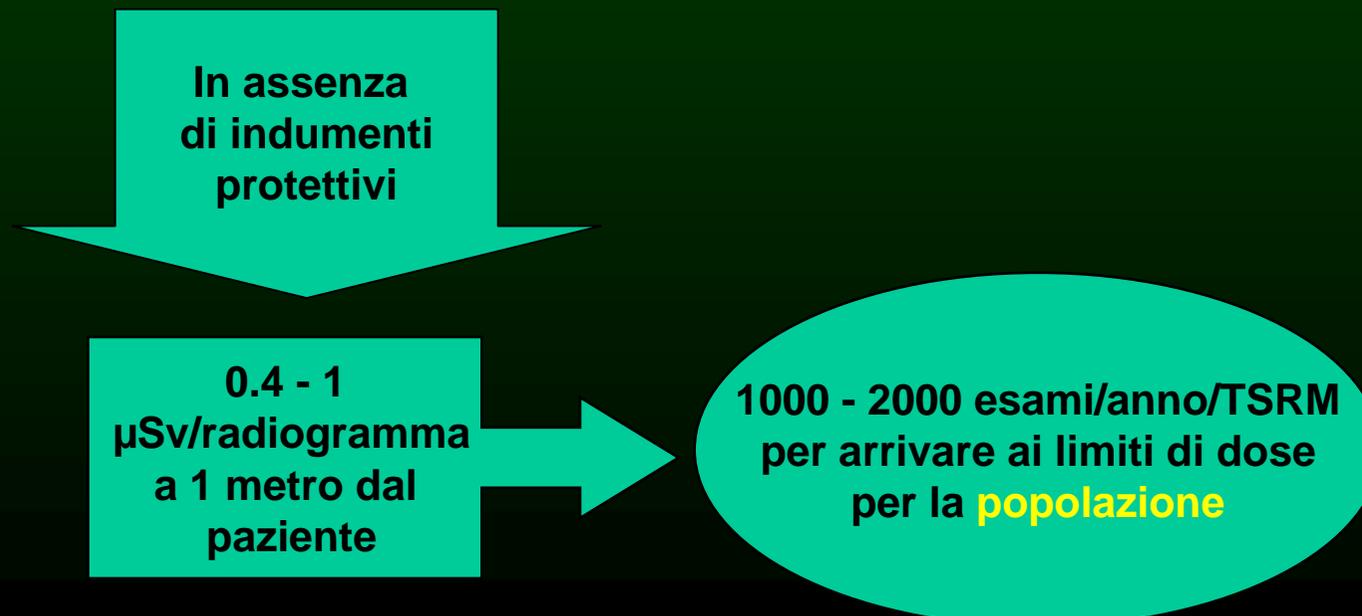
10000 radiogrammi/anno  
per arrivare ai limiti di dose  
per la **popolazione**

- **Mammografia**: esposizioni lavorative irrilevanti

# Esami su pazienti allettati

S. De Crescenzo

- L'esame va effettuato alla massima distanza possibile
- L'esame va effettuato utilizzando gli indumenti protettivi
- L'esame va effettuato facendo allontanare tutto il personale non indispensabile
- L'esame va effettuato preoccupandosi anche dei pazienti nelle vicinanze (norme specifiche)



# TC

S. De Crescenzo

- Per il personale alla console di comando la TC non rappresenta una significativa fonte di rischio
- solo in esami particolari, in cui è necessario lo stazionamento nelle vicinanze del gantry, il personale è interessato a campi di radiazioni rilevanti ( 5 - 20  $\mu\text{Sv}/\text{strato}$ )



**In tali casi stazionare di fianco al gantry**

# Fluoroscopia

S. De Crescenzo

- Rappresenta la maggiore fonte di esposizione professionale
  - tempi di scopia anche elevati
  - presenza quasi sempre di operatori in sala durante l'erogazione raggi
- Campi di radiazioni in prossimità del paziente e in assenza di indumenti protettivi intensi
- Telecomandati
  - Campi di radiazione trascurabili nel box comandi;
  - campi di radiazione in prossimità del paziente più elevati di quelli tipici della fluoroscopia convenzionale (particolari condizioni geometriche dell'irradiazione)

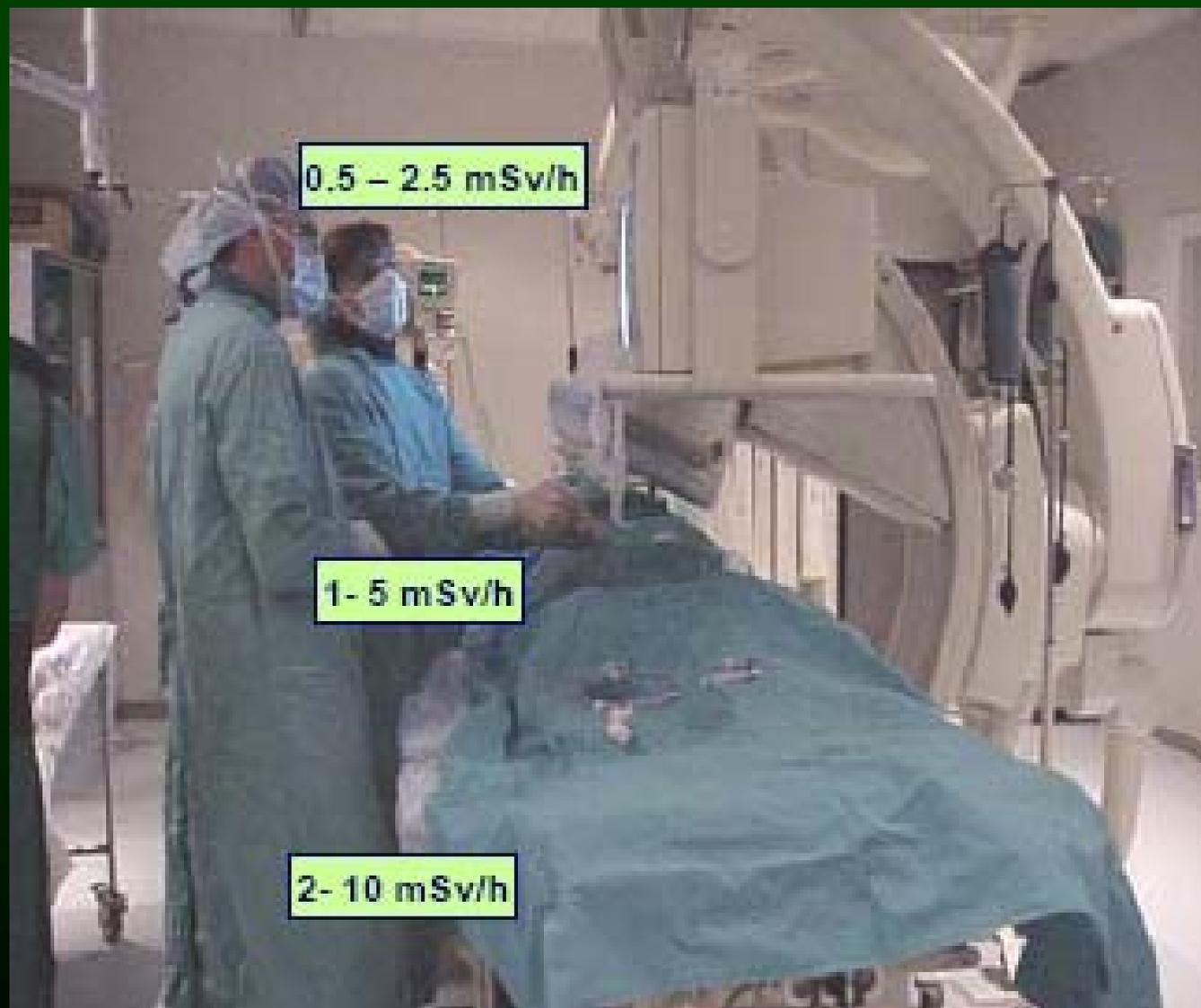
# Procedure speciali

S. De Crescenzo

- Esami angiografici e le loro applicazioni in neuroradiologia e cardiologia, nonché le procedure di radiologia interventistica
- Tempi di esposizione considerevoli (dell'ordine anche delle decine di minuti/procedura)
- Campi di radiazione in prossimità del paziente intensi
- Difficoltà di utilizzo di barriere mobili da parte di tutto il personale presente in sala

# Campi di radiazione in un Laboratorio emodinamica

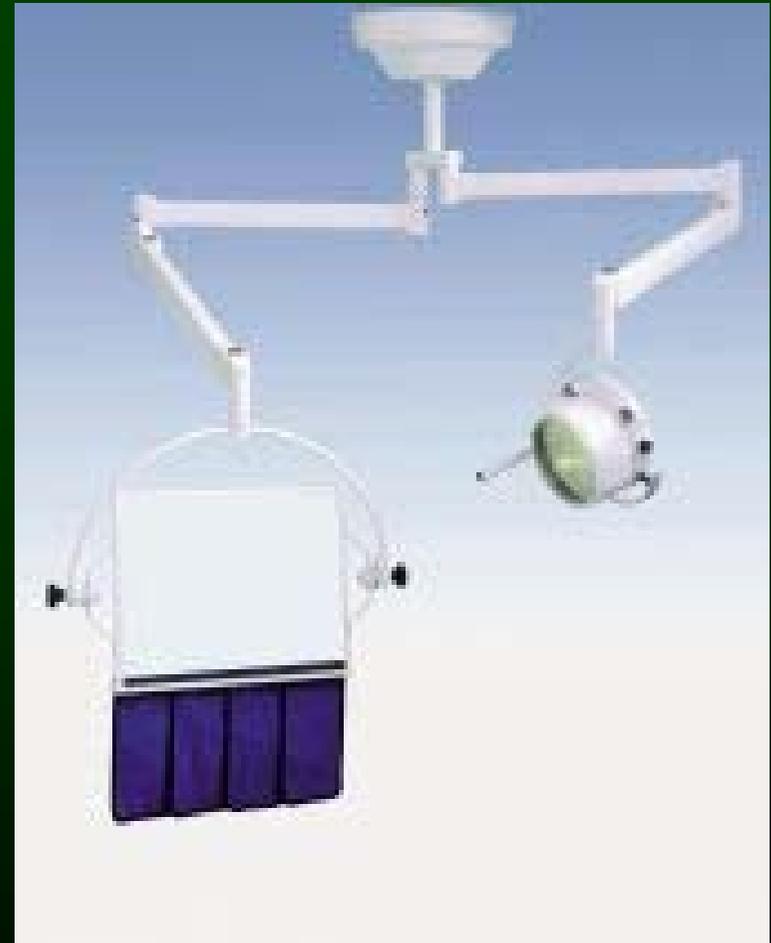
S. De Crescenzo



# Procedure speciali

S. De Crescenzo

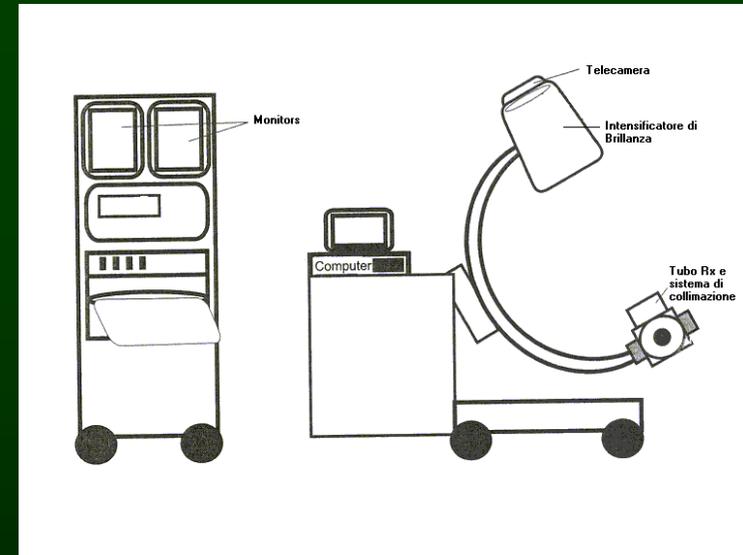
- Estremamente importante
  - l'utilizzo di grembiuli anti-X
  - l'uso di occhiali anti-X per gli operatori più esposti
  - l'uso delle barriere basculanti



# Intensificatori di Brillanza ad arco

S. De Crescenzo

- di frequente utilizzo, soprattutto nelle camere operatorie
- campi di radiazione non trascurabili ai bordi del lettino



## Esempio

**Lavoratori  
"non esposti"**

Fino a circa  
10 ore/anno  
a 50 cm  
dal paziente

**Lavoratori  
"esposti cat. B"**

Fino a circa  
50 ore/anno  
a 50 cm  
dal paziente

**Lavoratori  
"esposti cat. A"**

Fino a circa  
200 ore/anno  
a 50 cm  
dal paziente

S. De Crescenzo

**E' possibile limitare il rischio di  
irradiazione nelle attività  
radiologiche?**

# **Sì, in radiodiagnostica attraverso comportamenti**

S. De Crescenzo

La riduzione del rischio radiologico professionale passa anche attraverso l'ottimizzazione della dose al paziente

**Utilizzo proprio dei sistemi digitali**

**Non centrare gli esami in scopia**

**Collimare sempre quando possibile**

**Analisi degli errori**

# Sì, in fluoroscopia attraverso comportamenti

S. De Crescenzo

La riduzione del rischio radiologico professionale passa anche attraverso l'ottimizzazione della dose al paziente

**Uso di tempi di scopia più brevi possibile**

**< 25 frame/secondo e riprese di soli 3 - 5 secondi**

**Uso di stop di immagine**

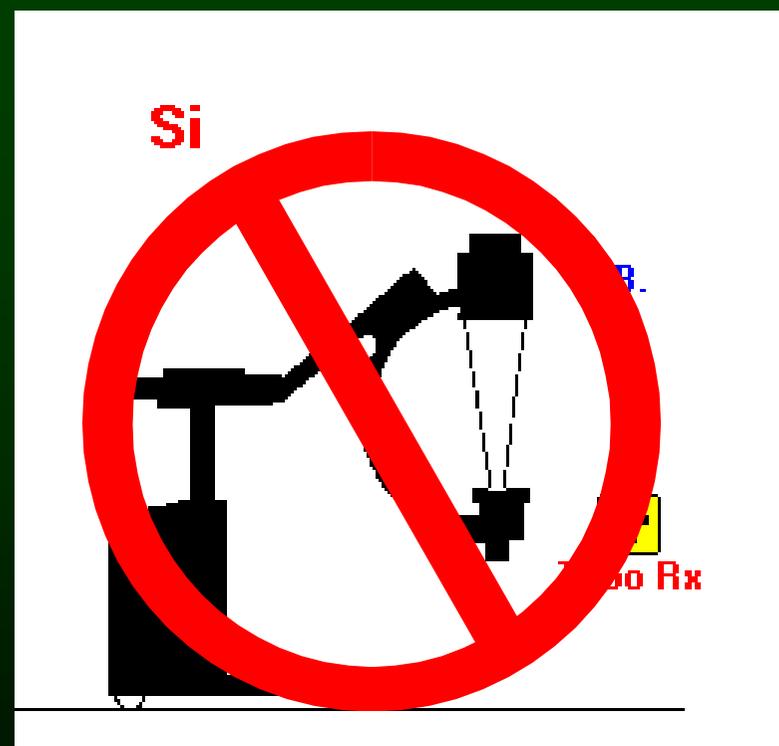
**Uso dell'AEC**

**Tubo Rx sotto il lettino  
I.B. Sopra**

# Posizionamento corretto di un I.B.

S. De Crescenzo

- i livelli di esposizione dipendono fortemente dalla posizione del tubo Rx
- il tubo Rx al di sopra del tavolo porta ad un incremento della dose assorbita dal personale fino a un fattore 3 e aumenta la possibilità di esposizione delle estremità al fascio diretto
- tutte le volte che è possibile il tubo Rx va posizionato sotto il lettino e l'I.B. sopra il lettino a contatto con la cute del paziente



# Posizionamento corretto del tubo Rx

S. De Crescenzo



# **Sì, attraverso**

S. De Crescenzo

**Rispetto delle norme  
di radioprotezione**

# Norme di radioprotezione

S. De Crescenzo

- L'accesso alle zone classificate deve essere di norma consentito a:
  - personale classificato ai fini della radioprotezione autorizzato dal dirigente di U.O.
  - pazienti da sottoporre a esame radiologico
  - eventuali persone necessarie all'assistenza di pazienti non autosufficienti
- In caso di stazionamento in sala durante l'erogazione raggi a distanze inferiori a 2 metri dal lettino, è obbligatorio ripararsi dietro le barriere mobili o indossare i grembiuli protettivi
- effettuare l'indagine radiologica con apparecchiature Rx fisse tutte le volte che è possibile: l'immagine è migliore e la possibilità di protezione individuale ottimizzata

# Norme di radioprotezione

S. De Crescenzo

- l'assistenza a bambini deve essere effettuata da un genitore o dall'adulto che li accompagna: evitare l'assistenza diretta e nel caso fosse indispensabile, munirsi dei dispositivi di protezione individuale
- una donna gravida non deve effettuare assistenza durante un esame a raggi X
- utilizzando apparecchiature Rx mobili, assicurarsi che nelle vicinanze non siano presenti persone non indispensabili: allontanarsi di circa 2 m dal paziente prima di erogare raggi

# **Sì, attraverso**

S. De Crescenzo

**Utilizzo di tutti i dispositivi  
di protezione individuali  
prescritti**

# Principali dispositivi di protezione

S. De Crescenzo



**Occhiali anti-X**



**Grembiuli anti-X**



**Barriera pensile**



**Barriera mobile**

# **Sì, attraverso dispositivi tecnici**

S. De Crescenzo

## **Sala radiologica**

**Progetto ottimizzato della sala e del suo layout**

**Dispositivi tecnici di protezione in sala (microswitch, barriere segnalazioni luminose)**

**Classificazione delle aree, regolamentazione degli accessi, segnaletica, norme**

## **Apparecchiatura**

**Pulsanti a “uomo morto”, segnalazioni acustiche**

**Protezioni contro l’azionamento involontario dei pedali di erogazione raggi**

**AEC, Stop d’immagine**