



TURIN, 20TH—21ST NOVEMBER 2008

GREAT INNOVATIONS IN CARDIOLOGY

4TH JOINT MEETING WITH MAYO CLINIC

4TH TURIN CARDIOVASCULAR NURSING CONVENTION



GESTIONE POST TRAPIANTO

O. Rampado (Torino), T. Mosso (Torino)

Nozioni di radioprotezione



4TH TURIN CARDIOVASCULAR NURSING CONVENTION

GREAT INNOVATIONS IN CARDIOLOGY, 20TH—21ST NOVEMBER 2008

Nozioni di radioprotezione

Oswaldo Rampado – S.C. Fisica Sanitaria 1 – A.O.U. "San Giovanni Battista" di Torino

Tommaso Mosso – S.C. Radiodiagnostica 1 – A.O.U. "San Giovanni Battista" di Torino

Sommario

- Effetti delle radiazioni ionizzanti
- Misura delle radiazioni e grandezze caratteristiche
- Valori soglia e limiti
- Valori riscontrati nella pratica
- Accorgimenti per l'ottimizzazione

Effetti delle radiazioni ionizzanti



Stocastici

Deterministici



Somatici

Ereditari

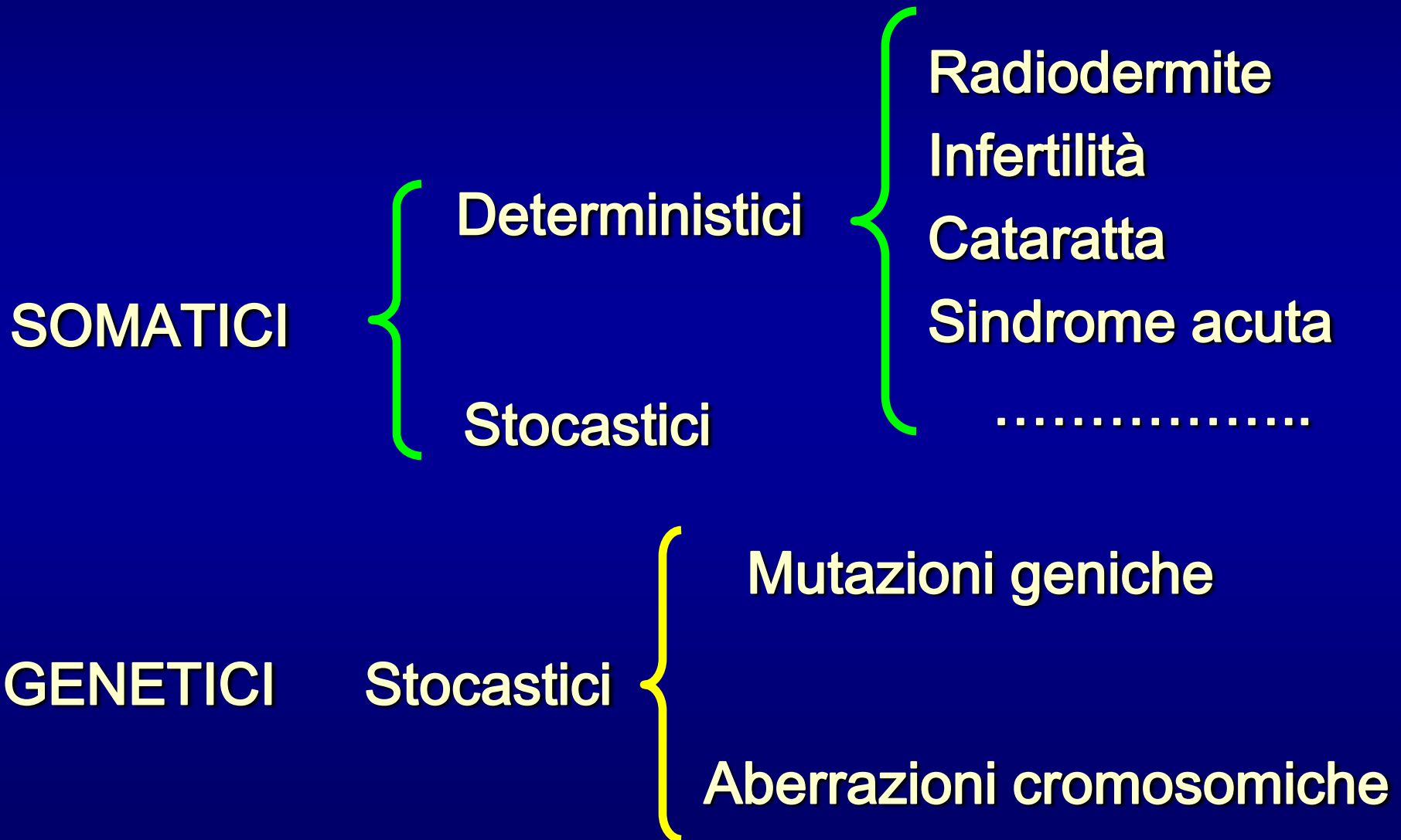


Precoci

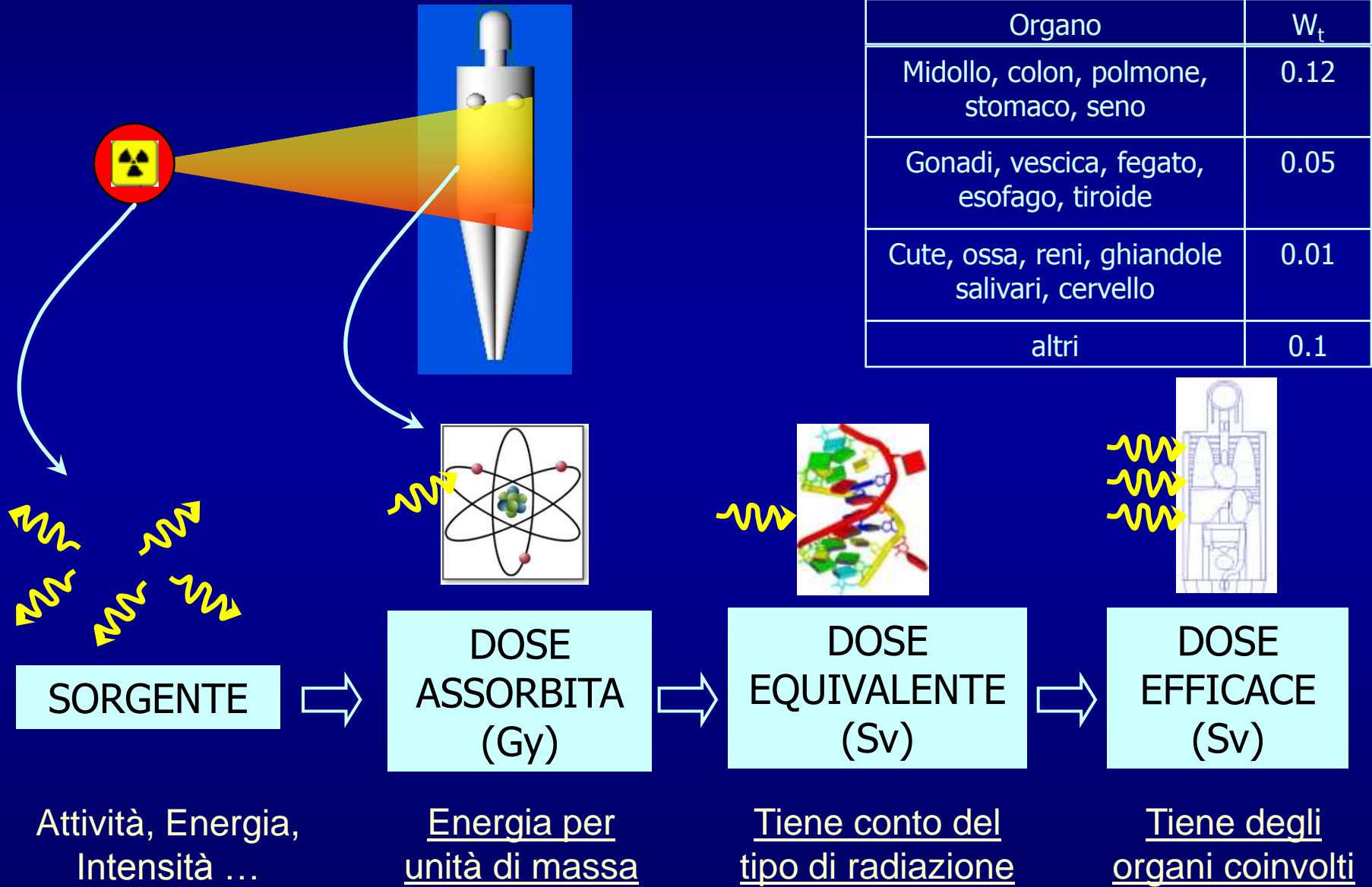
Tardivi



Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti



Grandezze dosimetriche



Organo	W_t
Midollo, colon, polmone, stomaco, seno	0.12
Gonadi, vescica, fegato, esofago, tiroide	0.05
Cute, ossa, reni, ghiandole salivari, cervello	0.01
altri	0.1

SORGENTE

DOSE ASSORBITA (Gy)

DOSE EQUIVALENTE (Sv)

DOSE EFFICACE (Sv)

Attività, Energia, Intensità ...

Energia per unità di massa

Tiene conto del tipo di radiazione

Tiene degli organi coinvolti

Effetti deterministici

Pubblicazione 103 dell'ICRP

Tabella A.3.4. Stime proiettate della soglia di dose assorbita acuta per incidenze dell'1% di morbidità e di mortalità relative ad organi e tessuti di individui adulti per esposizioni di tutto il corpo a radiazioni gamma.

Effetto	Organo/tessuto	Tempo per lo sviluppo dell'effetto	Dose assorbita (Gy) ^e
<i>Morbilità:</i>			<i>Incidenza dell'1%</i>
Sterilità temporanea	Testicoli	3 –9 settimane	~0,1 ^{a,b}
Sterilità permanente	Testicoli	3 settimane	~ 6 ^{a,b}
Sterilità permanente	Ovaie	< 1 settimana	~ 3 ^{a,b}
Depressione dell'ematopoiesi	Midollo osseo	3 –7 giorni	~0,5 ^{a,b}
Fase principale dell'eritema	Pelle (aree estese)	1 –4 settimane	< 3-6 ^b
Ustioni della pelle	Pelle (aree estese)	2 –3 settimane	5-10 ^b
Alopecia temporanea	Pelle	2 –3 settimane	~4 ^b
Cataratta (riduzione del visus)	Occhio	Diversi anni	~1,5 ^{a,c}

Mortalità:

Dose alla cute ed effetti deterministici

EFFETTO	DOSE SOGLIA	TEMPO DI OSSERVAZIONE
Eritema temporaneo	2 Gy	Ore
Epilazione temporanea	3 Gy	3 settimane
Eritema	6 Gy	10 giorni
Epilazione permanente	7 Gy	3 settimane
Desquamazione secca / fibrosi invasiva	10 Gy	4 settimane
Atrofia cutanea	11 Gy	> 14 settimane
Teleangectasia	12 Gy	> 52 settimane
Desquamazione umida	15 Gy	4 settimane
Necrosi cutanea	18 Gy	> 10 settimane

Correlazione dose efficace - effetti

Dose efficace



> 1000 mSv

Rischio elevato

Sindromi letali

~ 1000 mSv

Rischio moderato

Possibile fase prodromica

~ 100 mSv

Rischio basso

Possibili rischi stocastici





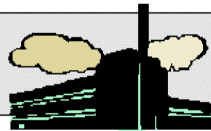
~ 10 mSv

Rischio molto basso

Ipotetici rischi stocastici

Radiazioni da sorgenti naturali

Le radiazioni sono presenti in natura a causa di diverse sorgenti e tutti quanti siamo esposti ad esse.

	Provenienza	mSv / anno
	Raggi cosmici	0.28
	Crosta terrestre	0.26
	Radon	2.0
	Corpo umano	0.25
	Materiali da costruzione	0.04

Fondamenti di radioprotezione

La **RADIOPROTEZIONE** è una disciplina che si occupa della protezione sanitaria dalle radiazioni ionizzanti.

Il suo obiettivo e' preservare lo stato di salute di individui, società ed ambiente dai rischi connessi con l'uso pacifico delle **RADIAZIONI IONIZZANTI**, senza limitare in modo ingiustificato le pratiche benefiche che danno origine alla esposizione alle radiazioni.

SCOPO DELLA RADIOPROTEZIONE

→ **PREVENIRE** gli effetti dannosi di tipo **DETERMINISTICO**

→ **LIMITARE** gli effetti **STOCASTICI** mantenendo le dosi, dovute ad esposizioni **GIUSTIFICATE**, a livelli **TANTO BASSI QUANTO E' RAGIONEVOLMENTE OTTENIBILE**

Radioprotezione: riferimenti normativi

Decreto legislativo n.
241/2000



Riguarda lavoratori e popolazione. Tra i principali punti:

- Obblighi figure professionali coinvolte
- Impostazione livelli di protezione e limiti di dose
- Classificazione aree e lavoratori
- Monitoraggio

Decreto legislativo n.
187/2000



Esposizioni in ambito medico. Figure professionali coinvolte. Giustificazione, ottimizzazione e vincoli di dose.

Raccomandazioni
ICRP



In particolare ICRP 85 (2000)
"Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures"

Limiti di dose

PUBBLICO

- **Dose efficace (globale)**
 - 1 mSv/anno
- **Dose per particolari organi o tessuti**
 - 15 mSv/anno al cristallino
 - 50 mSv/anno a mani e piedi
 - 50 mSv/anno alla pelle

LAVORATORI ESPOSTI

- **Dose efficace (globale)**
 - 20 mSv/anno
- **Dose per particolari organi o tessuti**
 - 150 mSv/anno al cristallino
 - 500 mSv/anno a mani e piedi
 - 500 mSv/anno alla pelle

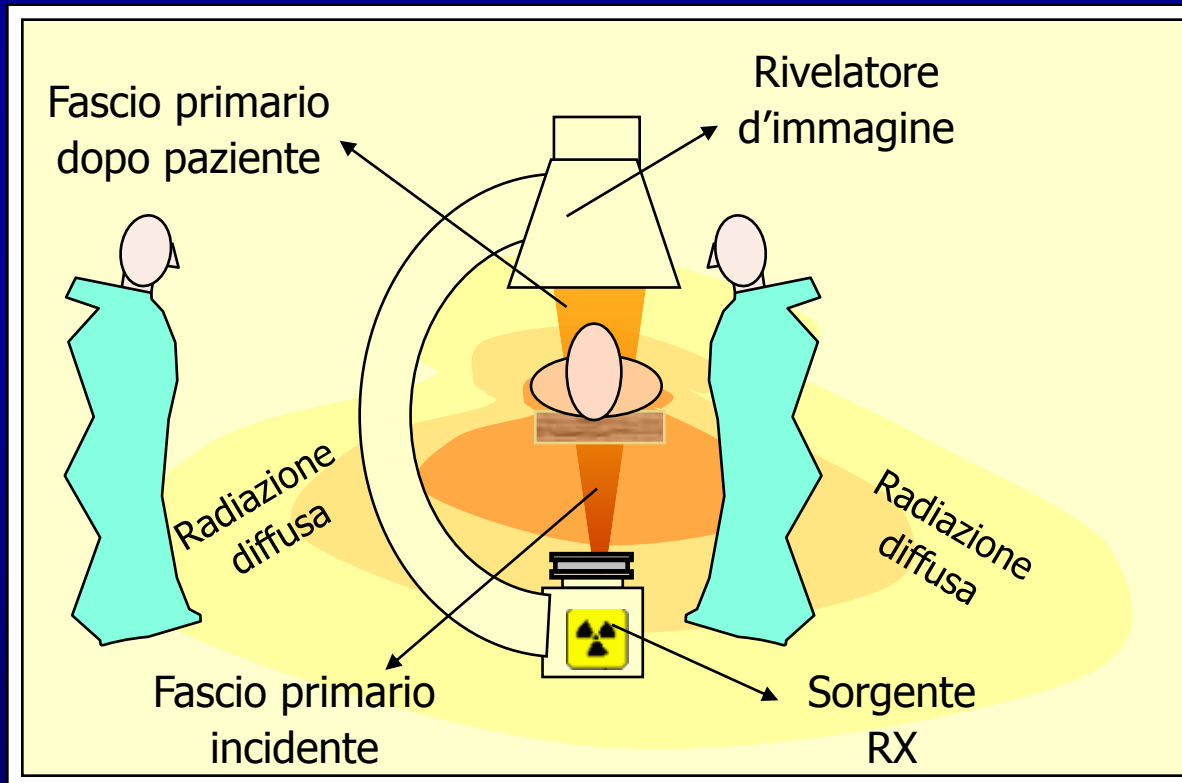
Esposizione in una sala di elettrofisiologia

La sorgente è costituita da un tubo radiogeno ($E < 140$ kV).

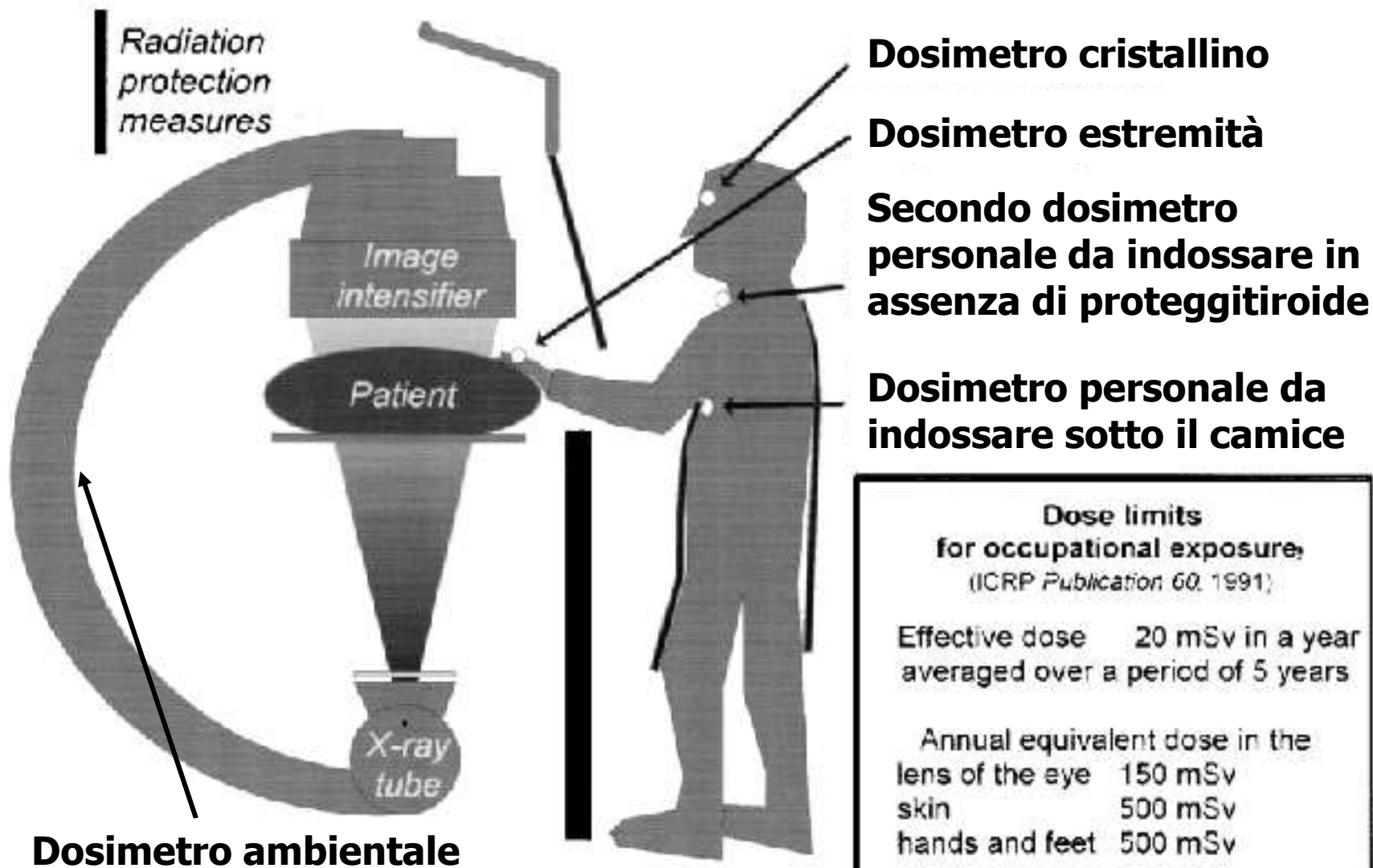
Il rivelatore può essere un intensificatore di brillanza o flat panel.

Il paziente è esposto al fascio primario.

Gli operatori sono esposti alla radiazione diffusa.



Valutazioni dosimetriche: posizionamento



- Dosimetro cristallino**
- Dosimetro estremità**
- Secondo dosimetro personale da indossare in assenza di proteggi tiroide**
- Dosimetro personale da indossare sotto il camice**

Dose limits for occupational exposure; (ICRP Publication 60, 1991)	
Effective dose	20 mSv in a year averaged over a period of 5 years
Annual equivalent dose in the lens of the eye	150 mSv
skin	500 mSv
hands and feet	500 mSv

Dosimetro ambientale

Valutazioni dosimetriche: tipologia



Dosimetri a film: per dose efficace operatore e per misure ambientali

Dosimetri a TLD: per dose estremità



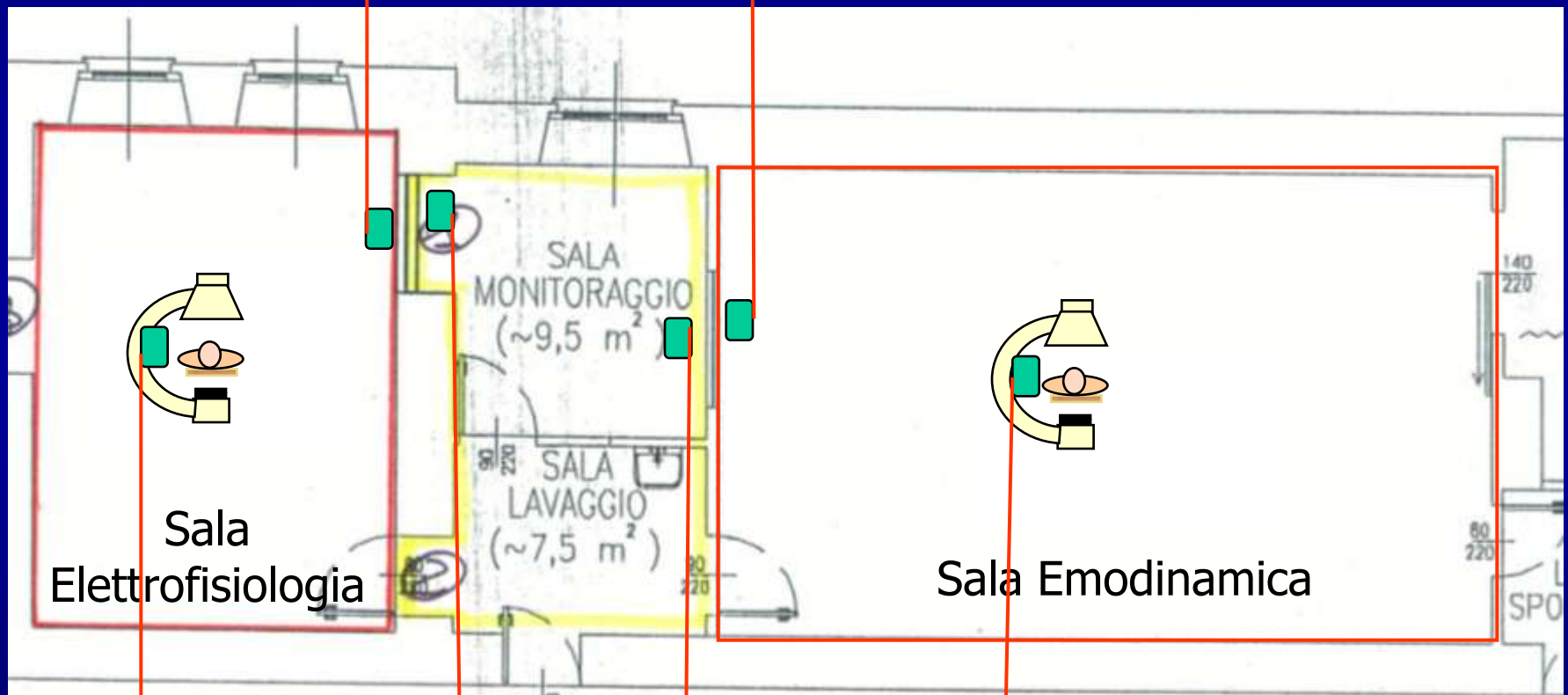
Per campagne di misura, per esempio per l'introduzione di nuove pratiche

Valutazioni dosimetriche ambientali esempi valori

Valutazioni totali anno 2007

Visiva lato apparecchio
3.4 mSv

Visiva lato apparecchio
3.9 mSv



Braccio a C
77 mSv

Visiva
<0.01 mSv

Visiva
<0.01 mSv

Braccio a C
381 mSv

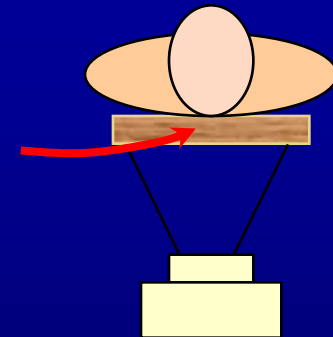
Dose al paziente

Quali
grandezze

Rischi deterministici
(danni alla cute)

Rischi stocastici

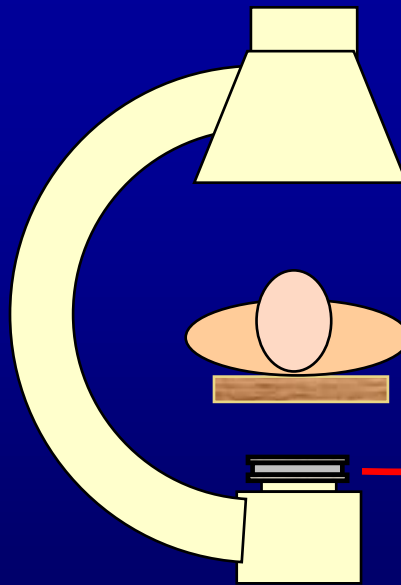
- Prodotto dose per area (DAP) [Gy cm²]
- Dose superficiale in ingresso (ESD) [mGy]
- Dose efficace (E) [mSv]



Il prodotto dose area (DAP)

Molte nuove unità radiologiche (in particolare quelle interventistiche) sono dotate di questi misuratori e forniscono il valore di DAP.

E' misurabile facilmente con una camera a ionizzazione trasmissiva che viene interamente attraversata dal fascio.



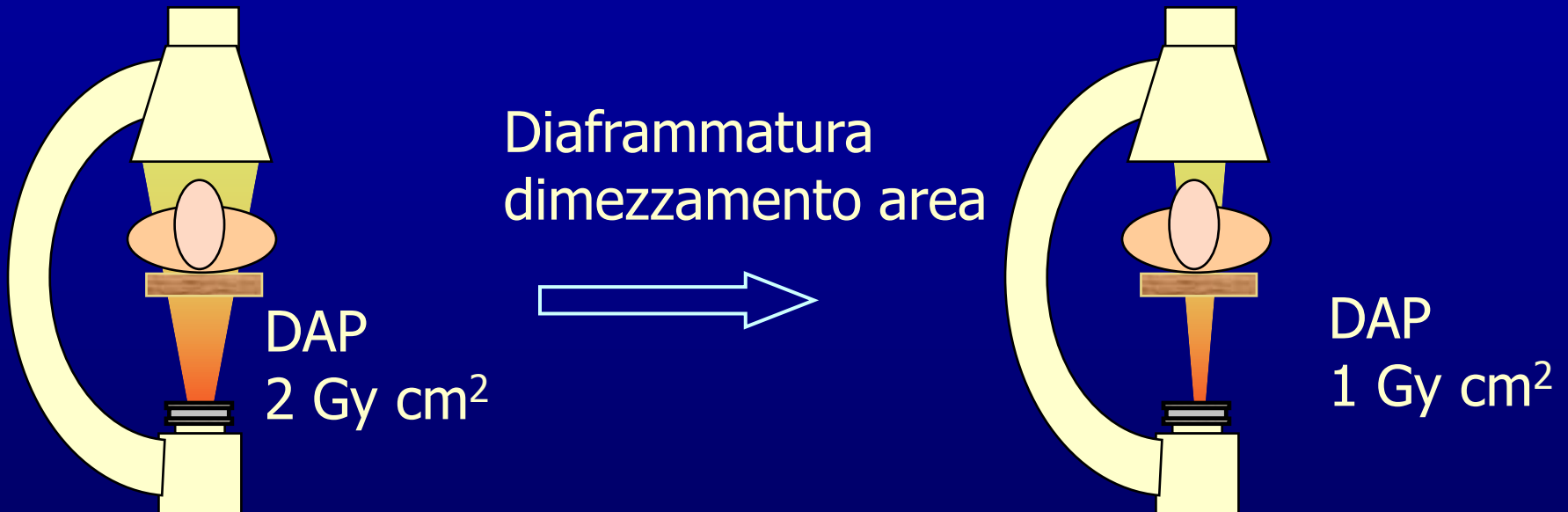
Significato del prodotto dose area

Tiene conto sia dell'intensità del fascio che della sua area.

E' correlato alla dose efficace e alla dose agli operatori.

E' limitatamente correlato alla dose alla cute paziente.

Esempio:



Dose alla cute ed effetti deterministici

In letteratura sono riportati una serie di casi in cui durante procedure interventistiche sono stati raggiunti valori di dose tali da provocare effetti deterministici.

Nella maggior parte dei casi il numero di informazioni sulle modalità di esecuzione della procedura in questione è molto limitato. Le cause possibili degli alti valori di dose sono da ricercare nelle seguenti categorie :

- apparecchiature vecchie o malfunzionanti
- tecnica di lavoro inadeguata
- particolare complessità o ripetizione delle procedure

Un caso particolarmente grave ...

Esempio: Paziente uomo (40 anni) sottoposto a coronarografia, PTCA, ulteriore coronarografia e impianto bypass coronarico nello stesso giorno.



**6 settimane
dopo: ustioni di
II grado**



**3 mesi dopo:
presenza di
piccola ulcera**



**20 mesi dopo:
necrosi cutanea**



**Dopo l'innesto
cutaneo**

Stima della dose raggiunta > 20 Gy!

Altri esempi ...

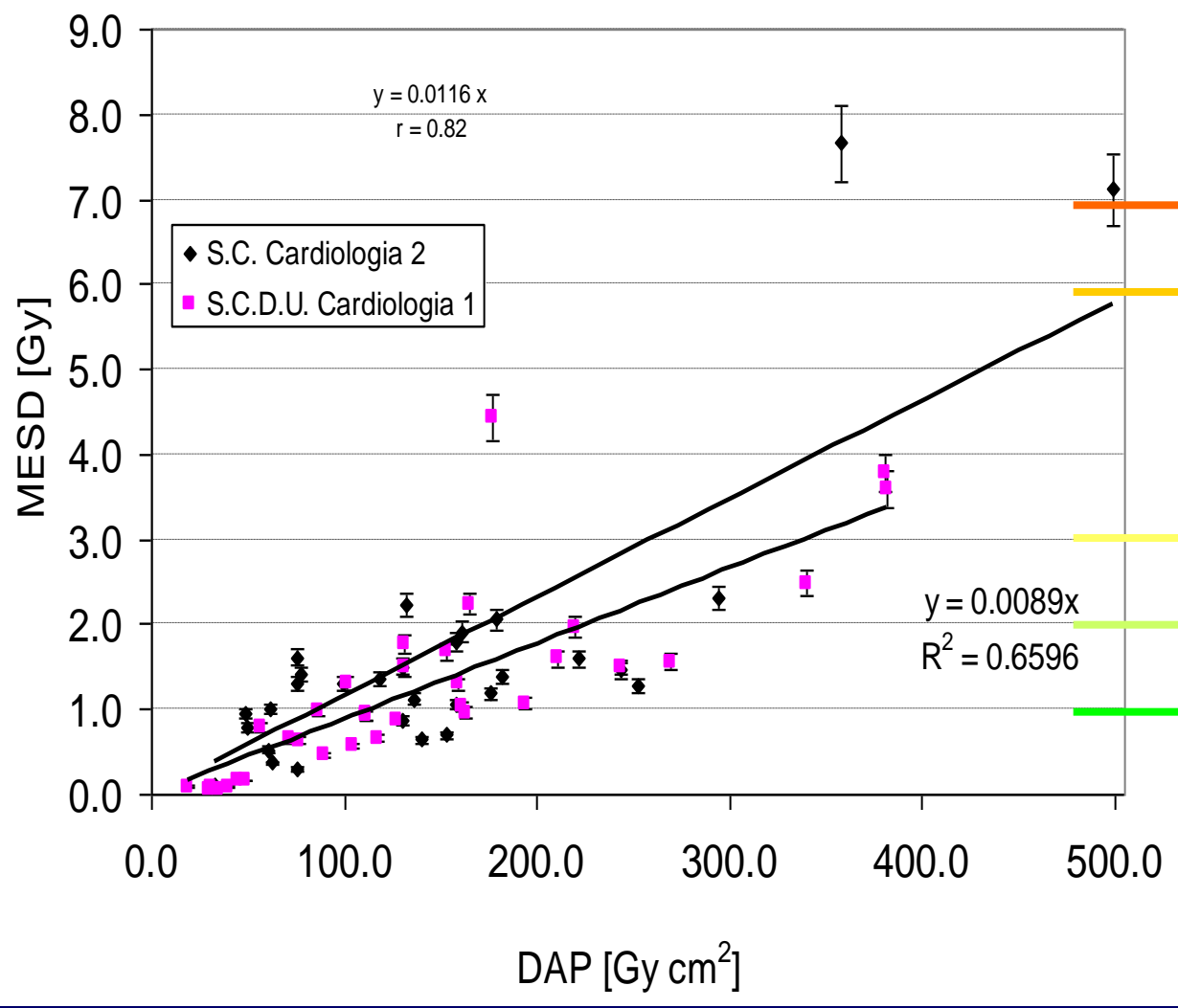


Nelle procedure di neuroradiologia interventistica sono frequenti i casi di alopecia ed epilazione. Il caso mostrato in figura si riferisce ad una procedura di embolizzazione di malformazione artero venosa. Dal tempo di scopia si è stimata una dose di circa 6,6 Gy.



Caso di doppia procedura cardiaca ablativa che ha portato ad una radiodermatite. Il tempo totale di esposizione non è noto, ma stimato in 90 – 120 minuti di scopia laterale nella seconda procedura con una dose corrispondente di 11- 15 Gy.

Correlazione tra DAP e massima dose alla cute



Epilazione permanente

Eritema

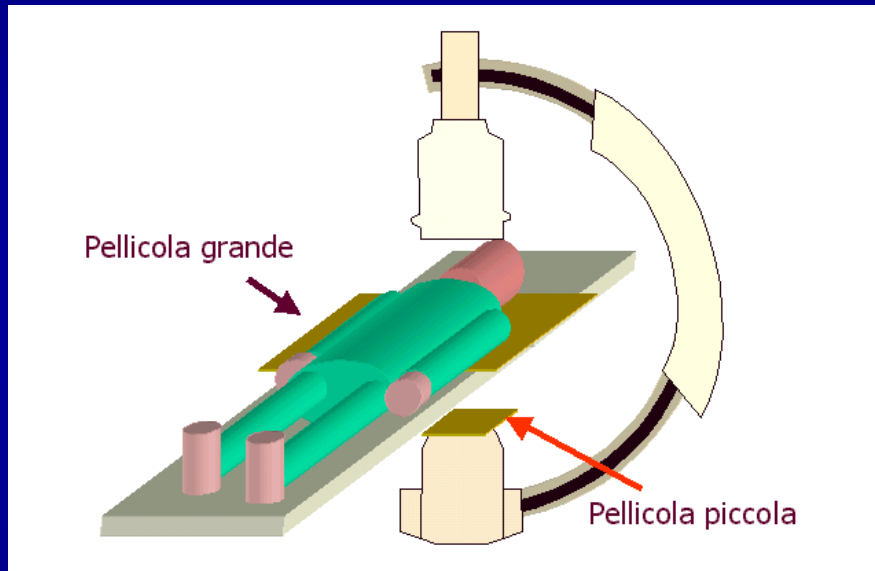
Epilazione temporanea
e secondo livello ICRP

Eritema temporaneo

1° Livello ICRP

Misure in vivo

Sono stati considerati alcuni casi di **impianti biventricolari** con valutazioni in vivo della dose al paziente e agli operatori



La dose al paziente è stata valutata sia in termini di DAP che in termini di dose alla cute utilizzando delle pellicole radiocromiche.

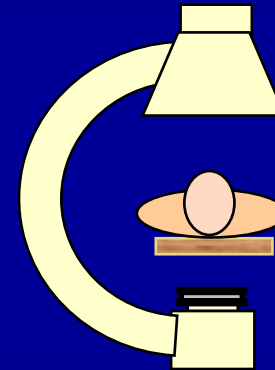
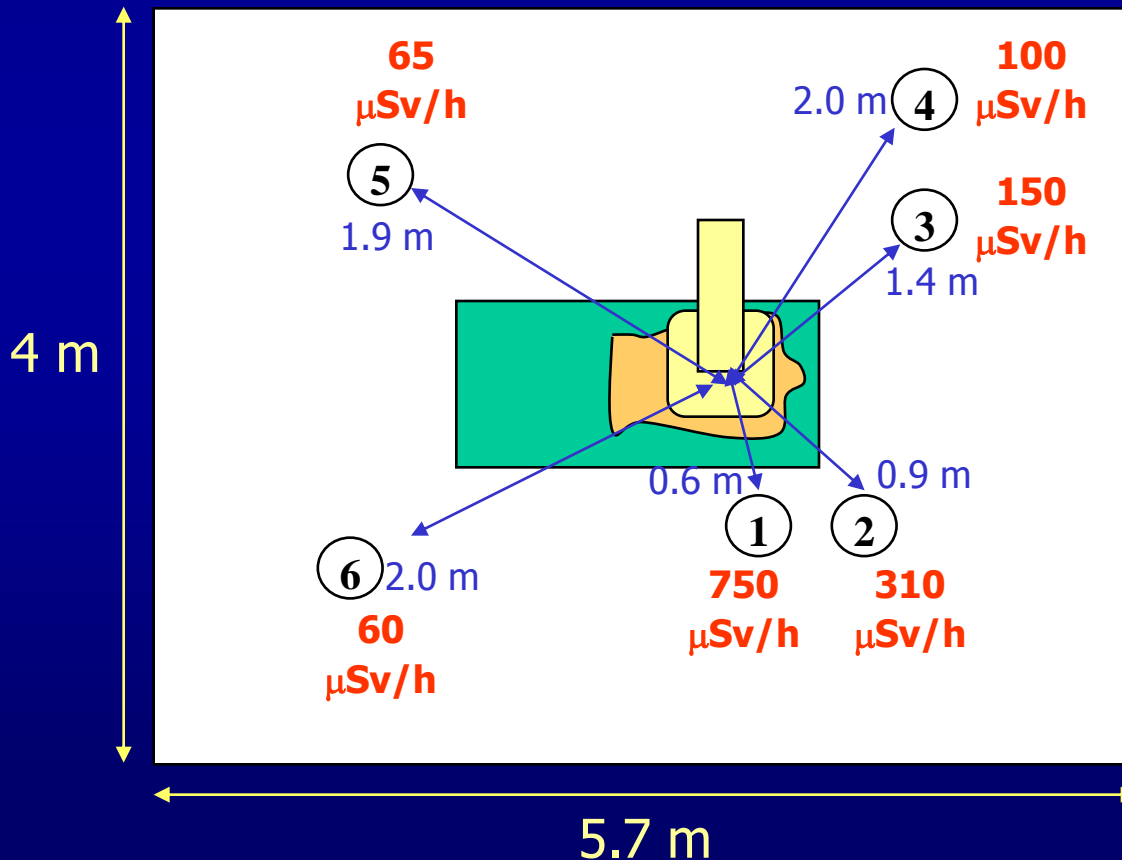
Per gli operatori sono stati utilizzati dosimetri elettronici in grado di fornire la dose durante e al termine della procedura.



Unfors EDD-30 CD Manual

Mappatura della dose ambientale

Sono state effettuate valutazioni nella sala con un fantoccio antropomorfo per simulare il paziente in posizioni significative (1 – posizione primo operatore, 2 – posizione secondo operatore, 3-4-5-6 altre posizioni di interesse).



Conclusioni Prima Parte

- Un buon monitoraggio dei valori dosimetrici sia per gli operatori che per il paziente è un presupposto fondamentale per l'ottimizzazione della radioprotezione.
- La riduzione della dose al paziente comporta di conseguenza una riduzione della dose agli operatori.
- Il comportamento e l'utilizzo ottimizzato dell'apparecchiatura radiologica e dei dispositivi di protezione giocano un ruolo fondamentale nella minimizzazione dei rischi radiologici.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE