RADIOPROTEZIONE IN RADIOLOGIA INTERVENTISTICA

Dott. Cristian Caporali SSD Radiologia Interventistica AOU di Modena

Dipartimento di Diagnostica per Immagini ad Attività Integrata

Direttore Prof P. Torricelli

DL. vo 101/20

L'Istituto Superiore di Sanità' (ISS) E L'istituto Nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro (INAIL) hanno definito nel 2013 le "Indicazioni operative per l'ottimizzazione della radioprotezione nelle procedure di radiologia interventistica", pubblicato come nel Rapporto ISTISAN 15/41.

Il nuovo DL.vo 101/20 ha, però, reso necessario l'aggiornamento di tale documento.

Il DL.vo 101/20, che sostituisce e abroga i DL.vo 230/95 e DL.vo 187/00 in attuazione della Direttiva europea 2013/59/Euratom, definisce in modo puntuale le azioni necessarie ad assicurare la giustificazione e l'ottimizzazione delle esposizioni mediche, ovvero del paziente per quanto attiene alle procedure radiologiche diagnostiche e interventistiche, in particolare per queste ultime richiedendo l'introduzione di Livelli Diagnostici di Riferimento (LDR).

RAPPORTI ISTISAN 21 1

155N: 1123-3117 (cartaceo) • 2384-8936 (online)

Indicazioni operative per l'ottimizzazione della radioprotezione nelle procedure di radiologia interventistica

Aggiornamento del Rapporto ISTISAN 15/41

Gruppo di Studio per l'Assicurazione di Qualità in radiologia interventistica

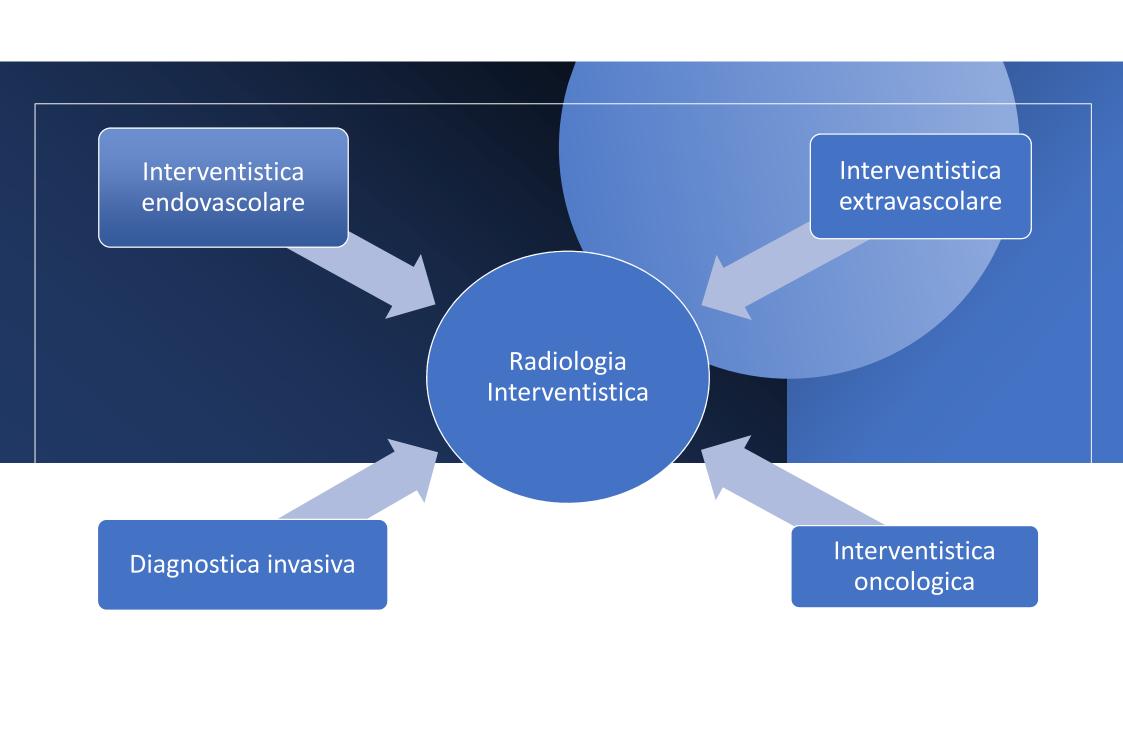
DL.vo 101/20

Secondo il DL.vo 101/20 (definizione 113) per radiologia interventistica si intende "l'impiego di tecniche per immagini a raggi X per agevolare l'introduzione e la guida di dispositivi nell'organismo a fini diagnostici o terapeutici"

L'art. 7 del DL.vo 101/20, alla definizione 98, definisce il medico specialista come "il medico chirurgo o l'odontoiatra che ha titolo per assumere la responsabilità clinica delle esposizioni mediche individuali"

Al medico specialista in radiodiagnostica compete, inoltre, la responsabilità esclusiva della refertazione come esplicitamente indicato al comma 2 dell'art. 159 e nel D.M. del 14 febbraio 1997 e il ruolo di responsabile dell'impianto radiologico di cui si tratterà successivamente.

Al medico specialista di altra area è consentito l'esercizio delle attività radiodiagnostiche complementari (art. 159, comma 13), esclusivamente intese come «attività di ausilio »



Classi di dose

	CLASSE	Dose efficace (mSv)	ESEMPI	
La classe di dose riportata r radiazioni ionizzanti in d	0	0	US, RM	S
Le Linee Guida suddividono	1	<1	RX torace, RX arti, RX bacino, Colonna cervicale	l,
sulla base del valore di dos medico richiedente l'esame	п	1-5	RX addome, Urografia, RX Colonna lombare TAC (capo e collo) MN (es. scintigrafia scheletrica)	1 2 C
Gli intervalli di dose eff			MA (es. semigraria scheietrica)	18
corrispondenti alla classe	Ш	5-10	TAC (torace ed addome) MN (es. cardiaca)	f
	IV	>10	Alcuni studi MN	
	II-IV		Radiologia interventistica*	l

sizione del paziente alle che ha effettuato.

que classi (0, I, II, III e IV), Il'esame, in modo che il omministrata al paziente.

gli esami radiologici fanno uso di radiazioni

VALUTAZIONE DELLE DOSI AGLI ORGANI

- <u>RISCHIO STOCASTICO</u>: l'aumento della probabilità di insorgenza di tumori e danni genetici a causa della irradiazione di tessuti e organi ed è caratterizzato, per le attuali conoscenze e le ipotesi alla base del sistema di radioprotezione, dalla assenza di dosi soglia e dalla linearità di risposta effetti-dose; si assume quindi che anche a basse dosi possa corrispondere un incremento del rischio probabilistico
- **RISCHIO DETERMINISTICO**: reazioni tissutali ovvero danni agli organi o ai tessuti indotti da dosi elevate di radiazioni e caratterizzate dalla presenza di una dose soglia; in questo caso l'entità del danno è correlato alla dose.



6-8 settimane





16-21 settimane

Tabella 2.1. Soglie di esposizione e tempi di latenza per la comparsa di effetti deterministici sulla cute a seguito di una singola esposizione a radiazioni ionizzanti

Intervallo di dose assorbita (Gy)		Effetti					
	immediati (<2 settimane)	a breve termine (2-8 settimane)	a medio termine (6-52 settimane)	a lungo termine (> 40 settimane)			
2-5	Eritema transitorio	Epilazione transitorio	Recupero dalla epilazione	Nessun effetto atteso			
5-10	Eritema transitorio	Eritema, epilazione	Recupero o epilazione parziale permanente	Recupero. Ad alte dosi atrofia del derma			
10-15	Eritema transitorio	Eritema, epilazione, possibile desquamazione secca o umida, recupero della desquamazione	Eritema tardivo, epilazione permanente	Teleangectasia, atrofia del derma, cute "debole"			
>15	Eritema transitorio. Dopo dosi molto elevate: edema e ulcerazione, probabile necessità di intervento chirurgico	Eritema, epilazione desquamazione umida	Atrofia del derma, ulcerazione secondaria, probabile necessità di intervento chirurgico. Ad alte dosi necrosi del derma con probabile necessità di intervento chirurgico	Teleangectasia, atrofia del derma, possibile ritardata rottura della cute, possibile progressione verso lesioni profonde, probabile necessità di intervento chirurgico			

FIGURE COINVOLTE

PAZIENTE

LAVORATORE

FIGURE PROFESSIONALI COINVOLTE

PER LA PROTEZIONE DEL PAZIENTE:

- Medico specialista dell'area radiologica
- Medico specialista di altra area,
- Specialista di fisica medica
- TSRM
- Infermiere

PER LA PROTEZIONE DEL LAVORATORE:

- Esperto di Radioprotezione (Esperto Qualificato)
- Medico autorizzato (incaricato dal datore di lavoro alla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti).

PRINCIPALI NOVITA'

- Giustificazione nei programmi di screening
- Informativa preventiva al paziente sui rischi e benefici dell'esposizione
- Responsabilità riguardo l'ottimizzazione
- Definizione di ruoli e responsabilità di figure professionali, in particolare dello **Specialista in Fisica Medica**
- Qualità e sicurezza delle attrezzature
- Sistema di registrazione delle dosi
- Obbligo di inserire le informazioni relativamente all'esposizione radiologica e medico nucleare all'interno del referto
- **Obbligo** per le nuove apparecchiature di radiologia interventistica e tc di essere munite di **sistemi di ottimizzazione della dose** e di dispositivi utili alla valutazione della dose

La responsabilità (clinica) si articola in 2 principi:

GIUSTIFICAZIONE

OTTIMIZZAZIONE

Il medico specialista radiologo o altri medici specialisti, nell'utilizzo di attività radiodiagnostiche complementari sono pertanto responsabili nello stabilire la necessità della singola indagine diagnostica (giustificazione) e nello scegliere loro stessi la metodologia idonea per ottenere il massimo beneficio clinico e il minimo detrimento per il paziente (ottimizzazione).

OTTIMIZZAZIONE

Art. 158

- Tutte le dosi dovute alle esposizioni di cui all'art. 156, comma 2, a 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.
- 2. L'ottimizzazione comprende la scelta delle attrezzature medico-radiologiche, la produzione di un'informazione diagnostica appropriata o del risultato terapeutico, gli aspetti pratici delle procedure medico-radiologiche, nonché i programmi per la garanzia della qualità, inclusi il controllo della qualità, l'esame e la valutazione delle dosi e delle attività somministrate al pz, tenendo conto dei fattori economici e sociali.

L'ottimizzazione proviene da «lontano», prima della procedura RX. Programma di garanzia della qualità – parte a monte: Art. 163:

- 3. Il responsabile dell'impianto radiologico, tenendo conto delle indicazioni fornite dallo specialista in fisica medica, provvede affinché, sulle attrezzature medicoradiologiche, siano:
- a) intrapresi e documentati adeguati programmi di garanzia della qualità, compreso il controllo della qualità.
 Rientrano in tali programmi anche la valutazione della dose o dell'attività somministrata ai pazienti;
- b) effettuate e documentate, secondo le norme di buona tecnica applicabili e tenuto conto delle indicazioni fornite dal produttore, le seguenti prove:
 - accettazione prima dell'entrata in uso;
 - corretto funzionamento a intervalli regolari;
- corretto funzionamento dopo ogni intervento rilevante di manutenzione:
- c) redatti protocolli di esecuzione di tutte le prove necessarie a esprimere il giudizio di idoneità all'uso clinico.

- 5. Lo specialista in fisica medica esprime il giudizio sulla qualità tecnica delle attrezzature medico-radiologiche in relazione ai risultati delle prove di cui al comma 3, lettera b).
- 6. Il responsabile dell'impianto radiologico esprime il giudizio di idoneità sull'uso clinico delle attrezzature medico-radiologiche, tenendo conto dei risultati del programma di controllo della qualità e delle valutazioni conseguenti effettuate dallo specialista in fisica medica. Nel caso di attrezzature utilizzate per radiologia interventistica, il responsabile dell'impianto acquisisce e tiene conto anche delle valutazioni del medico specialista che svolge la pratica.

Art. 163 attrezzature medico-radiologiche

Lo specialista in fisica medica esprime il giudizio sulla qualità tecnica delle attrezzature medico-radiologiche.

Il responsabile dell' impianto radiologico esprime il giudizio di idoneità sull'uso clinico delle attrezzature medico-radiologiche, tenendo conto dei risultati del programma di controllo della qualità e delle valutazioni conseguenti effettuate dallo specialista in fisica medica. Nel caso di attrezzature utilizzate per radiologia interventistica, il responsabile dell'impianto acquisisce e tiene conto anche delle valutazioni del medico specialista che svolge la pratica.

RACCOLTA DEL CONSENSO INFORMATO

La richiesta del consenso può essere fatta avvalendosi di un modello da far firmare al paziente, ben comprensibile e nel contempo completo di tutte le informazioni necessarie. Non si può effettuare alcuna procedura di radiologia interventistica senza il valido consenso della persona interessata; il paziente deve ricevere **idonee informazioni** e sufficienti elementi di valutazione in ordine all'esame cui sarà sottoposto, **anche in relazione ai rischi che da esso possano derivare**.

OTTIMIZZAZIONE DELLE PROCEDURE DI INTERVENTISTICA GESTIONE DELLE APPARECCHIATURE

Per eseguire procedure di radiologia interventistica è richiesto l'impiego di apparecchiature conformi allo standard IEC 60601-2-43

Una sala che sia stata progettata in modo appropriato per radiologia interventistica deve consentire un'assistenza al paziente efficace ed efficiente durante tutta l'esecuzione della procedura: ciò significa innanzitutto che, all'interno di un ambiente pulito e sterile, siano realizzate le condizioni strutturali necessarie per il funzionamento corretto e sicuro dell'apparecchiatura radiologica e della strumentazione sussidiaria appropriata (es. sistemi per anestesia, strumenti per il monitoraggio fisiologico, iniettori di mezzo di contrasto, mdc).

La sala interventistica dovrebbe essere dotata di impianti di distribuzione di gas medicali, di illuminazione regolabile, di adeguata ventilazione/ricambi d'aria e controllo della temperatura.





PARAMETRI CHE INFLUENZANO LA DOSE

FATTORI CLINICI:

- o complessità delle procedure
- o molteplicità delle procedure
- o dimensione del pz

FATTORI TECNICI:

Performance dell'apparecchiatura

FATTORI PROCEDURALI

- ingrandimento elettronico ed ingrandimento geometrico
- o frequenze di acquisizione
- o distanze
- o angolo delle proiezioni
- numero di serie e numero totale di immagini acquisite

Punti più tecnici:

- Minimizzare il tempo di fluoroscopia: utilizzare i loop di registrazione fluoroscopica per rivedere i processi dinamici e per documentare la procedura; utilizzare l'ultima immagine acquisita per fini di studio o consultazione anziché utilizzare ulteriore scopia. Utilizzare il minor numero di impulsi per secondo possibile.
- Utilizzare la modalità di fluoroscopia pulsata a bassa dose rispetto a quella ad alta dose, compatibilmente con la qualità dell'immagine necessaria.
- Minimizzare il numero di serie e di immagini per serie: ridurre le acquisizioni in DSA ed utilizzare la frequenza di acquisizione più bassa possibile e ottimizzata per la procedura.
- Mantenere la massima distanza possibile tra il tubo radiogeno ed il paziente e porre il rivelatore di immagine (flat panel o intensificatore d'immagine) il più vicino possibile al paziente.
- Evitare o ridurre l'utilizzo di proiezioni con angolazioni estreme. Nel caso preferire le proiezioni antero-posteriori cranio o caudate.
- Collimare sempre il fascio: una accurata collimazione riduce la dose al paziente e migliora la qualità dell'immagine riducendo la radiazione diffusa; la collimazione consente di minimizzare l'uso dell'ingrandimento elettronico nel caso di campi di vista (field of view, FOV) piccoli.
- Compatibilmente con la procedura, minimizzare l'uso degli ingrandimenti.
- Utilizzare i filtri elettronici e/o meccanici (wedge filter o filtri semitrasparenti) per ottenere uniformità di immagine ed ottimizzare l'esposizione evitando sovraesposizioni.

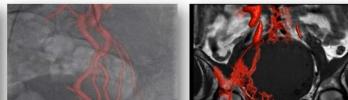
ANGIOGRAFO

- Zoom digitale
- Last image hold/store monitor
- 3D road-mapping
- Imaging di fusione
- Sistemi avanzati di riduzione dosi

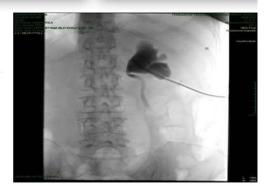
J Vasc Interv Radiol. 2013 Nov;24(11):1690-7. doi: 10.1016/j.jvir.2013.07.013. Epub 2013 Aug 28.

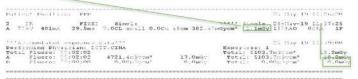
Live MR angiographic roadmapping for uterine artery embolization: a feasibility study. Gupta A¹, Grünhagen T.

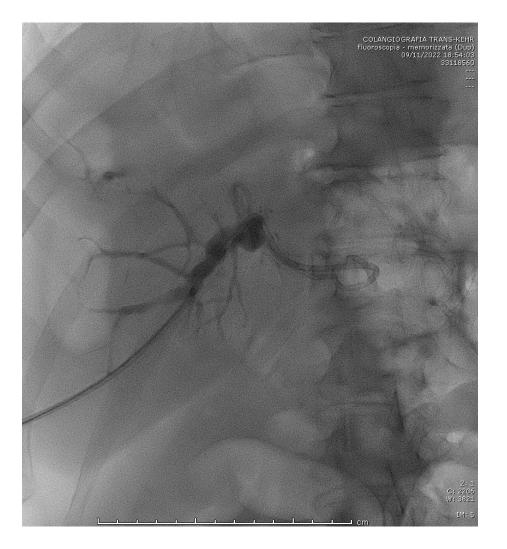
MR live roadmapping

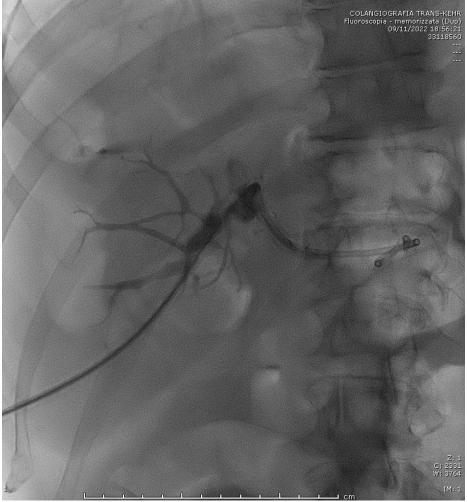












PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO DELLE ESPOSIZIONI DEI PAZIENTI

Gli standard tecnologici e la normativa nazionale richiedono che le apparecchiature radiologiche forniscano in tempo reale agli operatori le informazioni tecniche e dosimetriche sulla procedura e che esse vengano anche trasferite in *report* dosimetrici.

In particolare il monitoraggio dosimetrico delle procedure interventistiche per la prevenzione degli effetti deterministici alla cute si è generalmente basato sull'analisi di parametri:

- <u>Il tempo di fluoroscopia TF</u>: scarsa correlazione con la dose: non è solitamente correlato con la dose massima cutanea ma può essere un indicatore della complessità della procedura e/o dell'abilità dell'operatore. Misurato in minuti, misura la durata del tempo di pressione del pedale di erogazione raggi in modalità fluoroscopia. (ISTISAN 21/1 p.to 2.2.3)
- <u>Il prodotto kerma in aria-area PKA</u>: è correlato all'energia radiante impartita al paziente, non è quindi un buon indicatore della dose massima cutanea ma, in quanto correlato con gli effetti stocastici, è usualmente adottato per monitorare la dose agli organi del paziente e ai fini della ottimizzazione delle procedure.
- <u>La dose massima cutanea (Peak Skin Dose PSD)</u>, utile invece per la prevenzione dei danni cutanei da radiazione. Le più recenti apparecchiature forniscono direttamente questo parametro. Dipende dalla dose istantanea, dalla durata di esposizione, dalla dimensione ed orientamento dei fasci X e dall'attenuazione del lettino-materasso.

VALUTAZIONE DELLE DOSI AGLI ORGANI

Ricordiamoci che l'insorgenza dell'effetto dipende da individuo ad individuo ed è influenzata dalle condizioni cliniche del paziente

- Fattori genetici: alcuni disordini genetici come l'Anemia di Fanconi e la Sindrome di Bloom associati alla capacità di riparazione del DNA, possono causare una diminuzione della soglia per le reazioni tissutali;
- Malattie coesistenti: malattie autoimmuni o del t. connettivo (sclerodermia, ipertiroidismo, diabete)
 possono predisporre il pz a reazioni cutanee gravi;
- Farmaci: doxorubicina, metotrexate possono aumentare la radiosensibilità;
- Precedenti esposizioni nella stessa area;
- Età e peso

VALUTAZIONE DELLE DOSI AGLI ORGANI

LIVELLI DI ALLERTA

Prevenzione degli effetti deterministici

Il valore di *trigger* è indicato dall'ICRP (International Commission on Radiological Protection) in termini di dose assorbita alla cute di 3000 mGy. Viene anche suggerita una dose di allerta più bassa (1000 mGy) nel caso si tratti di procedura ripetuta.

Anche l'American College of Radiology (ACR) ha suggerito di monitorare le dosi alla cute che superano il valore di 2000 mGy

La SIR (*Society of Interventional Radiology*), raccogliendo le raccomandazioni del NCRP, ha indicato di sottoporre a follow-up i pazienti che hanno ricevuto una "dose significativa", dove per dose significativa si intende: PSD > 3000 mGy o *K*a,ref > 5000 mGy o PKA > 500 Gycm2 o TF > 60 min

Tabella 2.2. Livelli di allerta suggeriti per valori di PSD di 2 e 5 Gy

Tabella adattata da H. Jarvinen et al. (11)

Procedura (n. di Paesi	Livelli di allerta sug	geriti P KA (Gycm²)	Livelli di allerta medi P _{KA} (Gycm²)		
coinvolti)	per PSD = 2 Gy	per PSD = 5 Gy	per PSD = 2 Gy	per PSD = 5 Gy	
TACE (5 Paesi) PCI (6 Paesi) NE (7 Paesi)	300 150 200	750 250 400	323 138 189	746 240 389	

PCI: Percutaneous Coronary Intervention; TACE: Trans-Arterial Chemo Embolization, NE: Neuro Embolization

Livelli di allerta

o-2 Gy*	non è necessario informare il paziente in quanto non dovrebbero esserci effetti visibili	
2 – 5 Gy*	avvisare il paziente della possibile comparsa di un eritema transitorio che dovrebbe svanire nel tempo	
5 – 10 Gy*	consigliare al paziente di autoesaminarsi o chiedere ad un famigliare di valutare possibili effetti sulla cute (eritema, prurito) a partire da 2 e fino a 10 settimane dopo la procedura	
10 - 15 Gy*	il follow-up medico è <u>appropriato</u> : gli effetti sulla cute possono essere prolungat possono manifestarsi dolore e necrosi	
>15 Gy*	il follow-up medico è <u>essenziale</u> : la ferita indotta da radiazioni può evolvere in ulcerazione e necrosi	

FOLLOW-UP

- Definiamo i trigger level per una prima notifica
- Definiamo i trigger level per il follow-up

FOLLOW-UP

Nel caso in cui il valore cumulativo di uno degli indicatori dosimetrici (Ka, ref o PKA) nel corso di una procedura superi il livello trigger è necessaria una tempestiva comunicazione allo specialista in fisica medica per la valutazione della dose alla cute.

Nel caso di procedure ripetute nell'arco di 60 gg, la valutazione deve essere fatta sulla sommatoria dei valori dosimetrici delle singole procedure (raccomandazione SIR).

Il paziente va rivalutato, anche telefonicamente, a distanza di 30-40gg dalla procedura per accertarsi dell'assenza del danno cutaneo.

Nel caso di assenza di danno al pz si da indicazione di proseguire con l'autoesame per 6 mesi.

Nel caso di danno cutaneo significativo si contatta il dermatologo

Concorso attivo di diverse figure professionali con propria formazione e competenze APPROCCIO MULTIDISCIPLINARE Medico specialista Partecipano al Processo di Responsabilità Specialista in fisica medica ottimizzazione **TSRM**

Condizione necessaria per garantire qualità e sicurezza: conoscenza delle responsabilità e dei ruoli

RADIOPROTEZIONE DELL'OPERATORE

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE:

• COLLETTIVA

• INDIVIDUALE

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE COLLETTIVA

- 1. Schermi di protezione da applicare lateralmente al tavolo radiologico
- 2. Protezione pensile da soffitto
- 3. Barriere mobili
- 4. Teli di copertura sterili da posizionare sul paziente







DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

1. CAMICI:

Il camice a due pezzi è raccomandato in quanto permette di distribuire il peso e garantire una protezione totale (fronteretro).

Attualmente i camici presenti sul mercato possono essere:

- ad alto contenuto di piombo (e quindi più pesanti);
- del tipo alleggerito (ovvero camici realizzati con piombo e metalli alternativi ad alto numero atomico);
- senza piombo (si utilizzano metalli alternativi pregiati quali tungsteno e antimonio o metalli alternativi poveri quali stagno e bismuto). Le ultime due tipologie di camici sopra descritti hanno ampiamente sostituito i camici caricati al piombo.

2. COLLARE TIROIDEO



DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

3. GUANTI: guanti piombati?

Guanti

- I guanti anti-X del tipo chirurgico oltre a garantire la protezione devono assicurare la massima sensibilità tattile; per rispondere a questo requisito i guanti in commercio forniscono una attenuazione limitata (es. 30-50%). Inoltre l'uso dei guanti anti-X pone alcuni importanti limiti che ne sconsigliano l'utilizzo: l'introduzione di un "oggetto" parzialmente radio-opaco, come le mani prtette dal guanto, nel campo di vista del recettore di immagine può indurre un aumento del rendimento del tubo radiogeno, con conseguente aumento della radiazione incidente sulla cute del paziente e della radiazione diffusa:
- l'inevitabile perdita di sensibilità tattile può comportare un prolungamento della durata dell'esposizione non compensato dal limitato potere protettivo dei guanti;
- l'impiego dei guanti può generare una falsa percezione di sicurezza nell'operatore non giustificata dal loro ridotto potere di protezione (6,17).

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

3. GUANTI: guanti piombati?

Guanti

- I guanti anti-X del tipo chirurgico oltre a garantire la protezione devono assicurare la massima sensibilità tattile; per rispondere desto requisito i guanti in commercio forniscono una attenuazione limitata (compositione di una compositione di una compositione di una compositione di una cute del paziente e della radiazione diffusa;
- l'inevitabile perdita di sensiti comportare un prolungamento della durata dell'esposizione non comi al limitato potere protettivo dei guanti;
- l'impiego dei guanti può generare da ralsa percezione di sicurezza nell'operatore non giustificata dal loro ridotto potere di protezione (6,17).



European consensus on patient contact shielding

European consensus on patient contact shielding

European consensus on patient contact shielding

Cristian Candela-Juan

Consensus Candela-Juan

Cons

- Cambio di prospettiva dopo decenni.
- Si raccomanda di non usare gli schermi (camici, telini) usualmente impiegati a protezione del paziente dalla radiazione ionizzante

Application	Imaging modality	Inside or outside FOV	Recommendation	Symbol
Male and female gonad contact shielding	All X-ray	Both	'Not recommended to use shielding'	
Thyroid contact shielding	All X-ray (except Ceph.)	Inside	'Not recommended to use shielding'	Ø
	Radiography, Mammography, Fluoroscopy, CT	Outside	'Not recommended to use shielding'	Ø
Breast contact shielding	All X-ray	Both	'Not recommended to use shielding'	
Eye lens contact shielding	All X-ray	Both	'Not recommended to use shielding'	Ø
Embryo / <u>Fetal</u> contact shielding	All X-ray	Both	'Not recommended to use shielding'	

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

4. OCCHIALI

- 52% dei medici non utilizza gli occhiali; 30% sempre. (Survey ISS (ISTISAN 18/17)
- Per gli operatori esposti la stima di dose deve essere eseguita facendo riferimento alle letture dei dosimetri individuali (per i lavoratori esposti di categoria A, e per i lavoratori di cat. B nel caso tali dosimetri siano prescritti).
- Perché non li usiamo sempre?
- Mancanza di risorse
- Impossibilità tecnica
- Scarsa sensibilità



Tabella 9. Clinici e TSRM/infermieri per frequenza di utilizzo di mezzi di protezione individuali e collettivi presenti in sala interventistica

Mezzo di protezione	Categoria professionale	Frequenza di utilizzo (%)						
personale e collettivo	P. Treasieriane	sempre	spesso	qualche volta	mai	non assegnato	nessuna indicazione	
Camice anti-X	TSRM/infermiere	92	4	4	0	0	0	
	Clinico	98	0	1	1	0	0	
Occhiali anti-X	TSRM/infermiere	8	7	8	77	i — i	0	
	Clinico	30	13	5	52	3-3	0	
Protezioni per la tiroide	TSRM/infermiere	89	4	5	2	:-0	0	
	Clinico	91	1	4	3	i — i	0	
	TSRWinfermiere	1	2	5	92	-	0	
Guanti anti-X	Clinico	3	13	14	70	-	0	
Schermo anti-X pensile	Clinico	56	10	15	14		5	
Tende anti-X sospese al lettino del paziente	Clinico	64	11	4	16		5	
Telo anti-X sul paziente	Clinico	1	1	9	87	-	2	

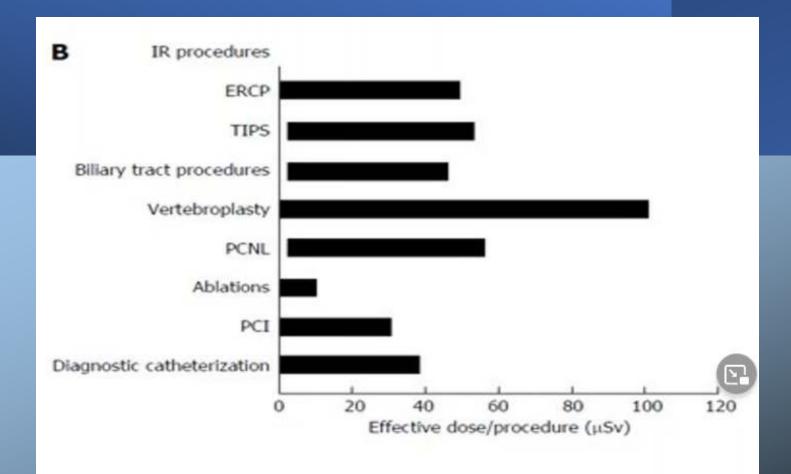
MONITORAGGIO DOSE: DOSIMETRI

QUANTI UTILIZZARNE?

<mark>3 -</mark> 4

- SOTTO IL CAMICE
- SOPRA IL CAMICE/COLLARE
- SUGLI OCCHIALI (per stimare la dose del cristallino)
- ESTREMITA'

E'IMPOSSIBILE PREVEDERE L'ESPOSIZIONE DEGLI OPERATORI NELLE VARIE PROCEDURE! La durata e la complessità dell'esposizione fluoroscopica per ogni procedura sono fortemente dipendenti dalle circostanze cliniche individuali



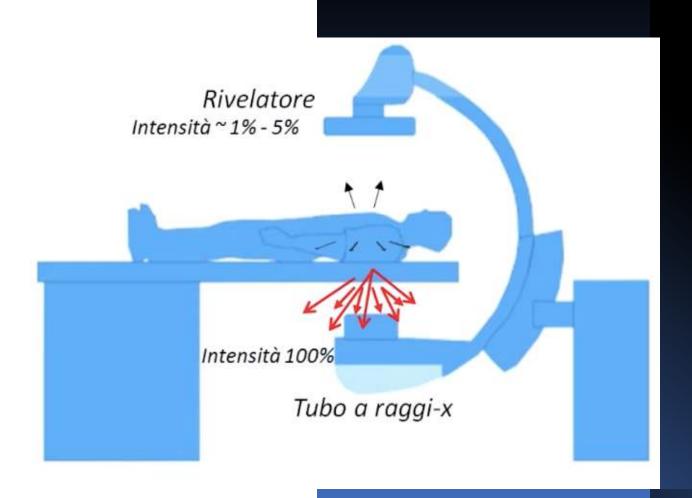
Ploussi. World J Radiol. 2016

• PERCHE' E COME LA **PROIEZIONE** FLUOROSCOPICA INFLUENZA LA DOSE AGLI OPERATORI?

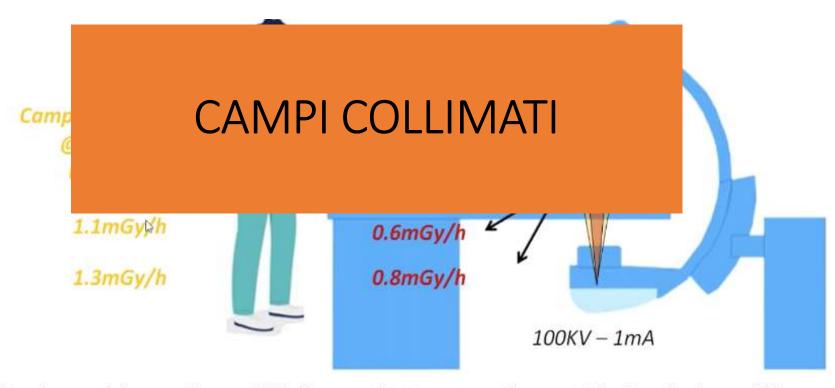
La principale sorgente di radiazioni per i lavoratori nelle procedure «fuoroscopy guided» è quella diffusa dal corpo del paziente

La radiazione diffusa dal corpo del paziente è più intensa dal lato di entrata del fascio di raggi X, corrispondente al lato in cui si trova il tubo

Sul <u>lato del rilevatore i livelli di</u> radiazione diffusa sono più <u>bassi</u> perché le intensità diffuse in uscita dal pz rappresentano solo alcuni punti percentuali dell'intensità diffusa in ingresso dal lato del pz.



PERCHE' E COME LA **COLLIMAZIONE** INFLUENZA LA DOSE AGLI OPERATORI?

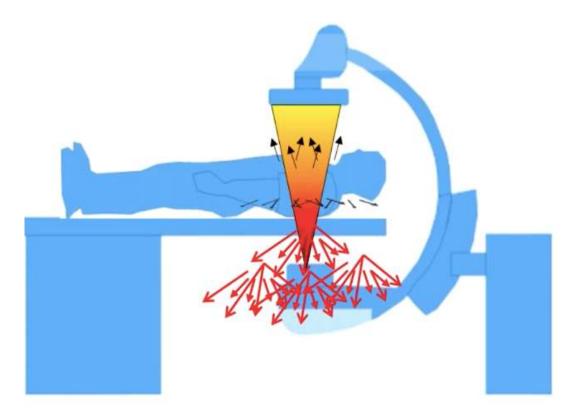


La larghezza del capo di raggi X influenza direttamente la quantità di radiazione diffusa

PERCHE' E COME LA **DIMENSIONE** DEL PAZIENTE INFLUENZA LA DOSE DELL'OPERATORE?

Al crescere della dimensione del paziente (oppure per proiezioni oblique), l'energia e l'intensità del fascio di raggi X cresce in modo da compensare la maggiore attenuazione.

Ciò comporta più radiazione diffusa!!



- Prima di mettere in uso clinico un'apparecchiatura angiografica, con il supporto del costruttore, individuare i protocolli d'esame necessari e per ognuno di essi eseguire l'ottimizzazione delle diverse modalità di produzione d'immagine (commissioning). Queste operazioni devono essere svolte anche quando si intende introdurre una nuova procedura.
- · Provvedere a controlli di qualità periodici e interventi di manutenzione preventiva e periodica delle apparecchiature.

• Prima della procedura di radiologia interventistica

- Informare il paziente e acquisire il suo consenso che, per le procedure ad alta dose potenzialmente ripetibili, dovrebbe includere le informazioni sul rischio di elevate esposizioni della cute e dei possibili danni cutanei.
- Analizzare prima di ogni procedura la storia clinica del paziente al fine di individuare precedenti e recenti procedure di radiologia interventistica che abbiano interessato la stessa regione corporea; in caso di procedure eseguite nei 60 giorni precedenti, considerare la dose cutanea assorbita ai fini del raggiungimento del valore di livello di allerta.

REGOLE D'ORO PER LA RADIOPROTEZIONE DELL'OPERATORE

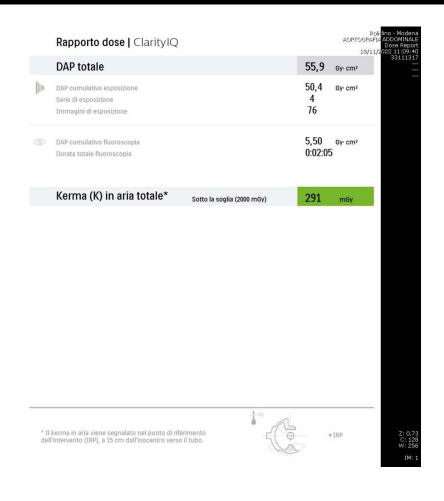
- Minimizzare il tempo di fluoroscopia: utilizzare i loop di registrazione fluoroscopica per rivedere i processi dinamici; utilizzare la last image hold per fini di studio, consultazione o formazione anziché utilizzare ulteriore scopia.
- · Minimizzare il numero di immagini: durante la cineangiografia il livello di radiazione è 10 volte superiore a quello che si ha durante la fluoroscopia.
- · Per la parte di documentazione, anziché acquisire ulteriori immagini, utilizzare le ultime immagini acquisite già memorizzate.
- Evitare o ridurre l'utilizzo di proiezioni LAO/RAO con angolazioni estreme: preferire le AP.
 Quando si utilizzano proiezioni angolate o laterali, gli operatori dovrebbero collocarsi dallo stesso lato del recettore di immagine e non dalla parte del tubo.
- · Utilizzare i filtri elettronici e/o meccanici (wedge filter) per ottenere uniformità di immagine e ottimizzare l'esposizione evitando sovraesposizioni.
- · Minimizzare l'uso di ingrandimenti elettronici.
- Utilizzare, compatibilmente con la procedura, un FOV più panoramico.

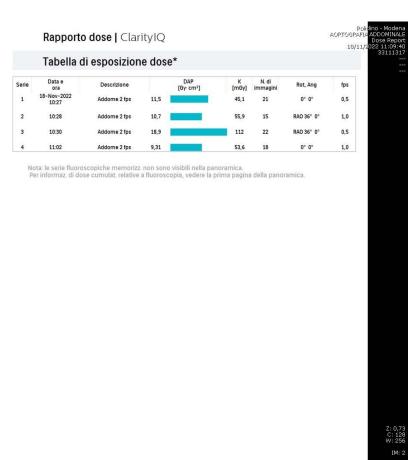
REGOLE D'ORO PER LA RADIOPROTEZIONE DELL'OPERATORE

- Collimare sempre il fascio
- Utilizzare il sistema in modalità tubo sotto il lettino porta paziente e recettore di immagine sopra; posizionare il lettino porta paziente in modo che la distanza tra il tubo e il paziente sia la massima possibile e porre il recettore di immagine il più vicino possibile al paziente.
- Utilizzare le tecnologie disponibili per ridurre la dose ai pazienti: preferire la modalità di **fluoroscopia pulsata** a quella continua; compatibilmente con la qualità dell'immagine e con la fase della procedura, utilizzare la modalità di fluoroscopia pulsata a bassa dose rispetto a quella ad alta dose; in caso di bambini o pazienti adulti esili è preferibile rimuovere la griglia antidiffusione.
- Utilizzare l'iniettore che permette di allontanarsi dal tavolo o di uscire dalla sala durate le acquisizioni in DSA.
- Utilizzare le protezioni **individuali** quali camici e copritiroide e le protezioni di tipo collettivo quali protezione pensile sospesa al soffitto, ove possibile, e protezione agganciata al tavolo porta paziente.
- È raccomandabile utilizzare gli occhiali anti-X con protezione laterale quando non è possibile utilizzare la protezione pensile durante tutta la procedura.
- Utilizzare correttamente le protezioni collettive pensili e risistemarle ogni volta che si cambia proiezione.
- <u>Utilizzare sempre e correttamente i dosimetri personali.</u>
- Disabilitare la possibilità di erogazione dei raggi X a fine procedura per evitare esposizioni accidentali
- Sarebbe raccomandabile, per alcune procedure complesse e che richiedono lunghi tempi di esposizione, l'impiego del telino anti-X posizionato sul paziente, al fine di ridurre l'esposizione degli operatori che lavorano in prossimità del paziente.

• Dopo la procedura di radiologia interventistica

- Registrare i dati dosimetrici/parametri di esposizione disponibili.
- Memorizzare, quando disponibile il DICOM RDSR o stampare il report proprietario fornito dal sistema.
- Sottoporre a follow-up clinico i pazienti che hanno ricevuto dosi cutanee elevate, anche cumulative con precedenti procedure; in questi casi, richiedere al fisico medico una valutazione della PSD dall'analisi dei report dosimetrici e delle immagini acquisite.





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

SISTEMI DI MONITORAGGIO «REAL TIME»



 Responsabilità clinica **Medico specialista**

(art. 159 comma 1)

Responsabilità dose

Specialista in fisica medica

(art. 160 comma 1)

ALCUNE NOVITA' in termini di Compiti e responsabilità ai fini della radioprotezione dei lavoratori (Titolo XI, DL.vo 101/20)

- la riduzione a 20 mSv/anno del limite di dose equivalente al cristallino per i lavoratori esposti e a 15 mSv/anno per la popolazione (art. 146);
- la necessità di definire, ai fini dell'ottimizzazione delle esposizioni dei lavoratori e della popolazione, vincoli di dose (art. 5 e 122);
- una più chiara declinazione degli obblighi del Datore Di Lavoro (DDL) diversificandoli tra quelli delegabili e quelli non delegabili (art. 108);
- una migliore declinazione delle informazioni necessarie alla valutazione dei rischi,
- una gestione dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) in sintonia con quanto previsto dal DL.vo 81/2008
- la revisione delle modalità e delle frequenze di esercizio della sorveglianza sanitaria (art. 134) il cui esercizio, fatto salvo il regime transitorio previsto dal comma 2, è riservata al solo medico autorizzato
- l'obbligo per il datore di lavoro di provvedere all'informazione del lavoratore in merito alla sua classificazione (art. 109, comma 6, lettera b)
- la garanzia di una migliore tracciabilità delle informazioni dosimetriche alla base della valutazione delle dosi assorbite dai lavoratori (art. 132 comma 3, lettera d).

GIUSTIFICAZIONE (ESR)

1 LIVELLO L'utilizzo
delle
radiazioni in
medicina è
generalment
e accettato
in quanto
fornisce al
pz più
beneficio
che danno.

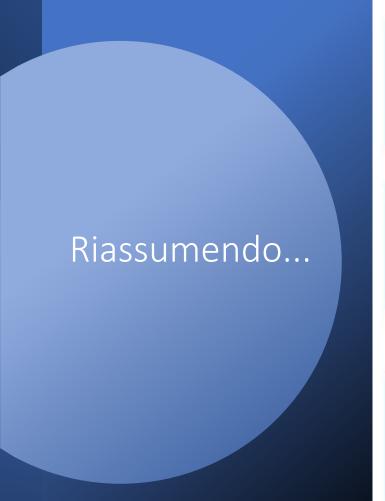
2 LIVELLO

Una specifica procedura con un obiettivo specifico è definita e giustificata. Lo scopo è giudicare se la procedura radiologica migliorerà la diagnosi o il trattamento di pz con condizioni cliniche simili.

3 LIVELLO

L'applicazion e di una specifica procedura dovrebbe essere giudicata in grado di produrre più beneficio che danno al pz. Quindi tutte le singole esposizioni sanitarie dovrebbero essere giustificate in anticipo.

Procedure interventisti che che comportano un rischio imprevedibi le di complessità con livelli di dose più alti del previsto. Se il rischio associato alla procedura è maggiore del beneficio NON E' **GIUSTIFICAT** Α.



Preprocedura

- Identificazione dei rischi
- Trigger Levels
- Formazione personale

Intraprocedura

- Ottimizzazione procedura ai fini della riduzione della dose
- Monitoraggio della dose in tempo reale
- Impiego dei Trigger Levels

Postprocedura

- Registrazione, tracciabilità e valutazioni dosimetriche
- Follow-up
- Verifica periodica dei Livelli Diagnostici di Riferimento (LDR)

• Durante la procedura di radiologia interventistica

- Minimizzare il tempo di fluoroscopia: utilizzare i loop di registrazione fluoroscopica per rivedere i processi dinamici e per documentare la procedura; utilizzare l'ultima immagine acquisita per fini di studio, consultazione o formazione anziché utilizzare ulteriore scopia. Utilizzare il minor numero di impulsi per secondo possibile.
- Utilizzare la modalità di fluoroscopia pulsata a bassa dose rispetto a quella ad alta dose, compatibilmente con la qualità dell'immagine necessaria
- Mantenere la massima distanza possibile tra il tubo radiogeno e il paziente e porre il rivelatore di immagine il più vicino possibile al paziente.
- Evitare o ridurre l'utilizzo di proiezioni oblique. Nel caso preferire le proiezioni anteroposteriori cranio o caudate.
- Collimare sempre il fascio: una accurata collimazione riduce la dose al paziente e migliora la qualità dell'immagine riducendo la radiazione diffusa; la collimazione consente di minimizzare l'uso dell'ingrandimento elettronico nel caso di campi di vista (FOV) piccoli. Compatibilmente con la procedura, minimizzare l'uso degli ingrandimenti.
- Utilizzare i filtri elettronici e/o meccanici (wedge filter o filtri semitrasparenti) per ottenere uniformità di immagine e ottimizzare l'esposizione evitando sovraesposizioni.
- In caso di bambini o pazienti adulti esili è preferibile rimuovere la griglia antidiffusione.
- Disabilitare la possibilità di erogazione dei raggi X a fine procedura per evitare esposizioni accidentali.

REGOLE D'ORO DELLA RADIOPROTEZIONE QUOTIDIANA

- No acquisizioni potenzialmente evitabili;
- Apparecchio di ultima generazione;
- Scopia pulsata (meno frame/s o "low");
- No eccessivo ingrandimento (x3);
- No oblique;
- Si collimazione;
- Tubo lontano/rilevatore vicino