

Aspetti dosimetrici nell'ottimizzazione delle prestazioni di radiodiagnostica:

Radiologia Tradizionale

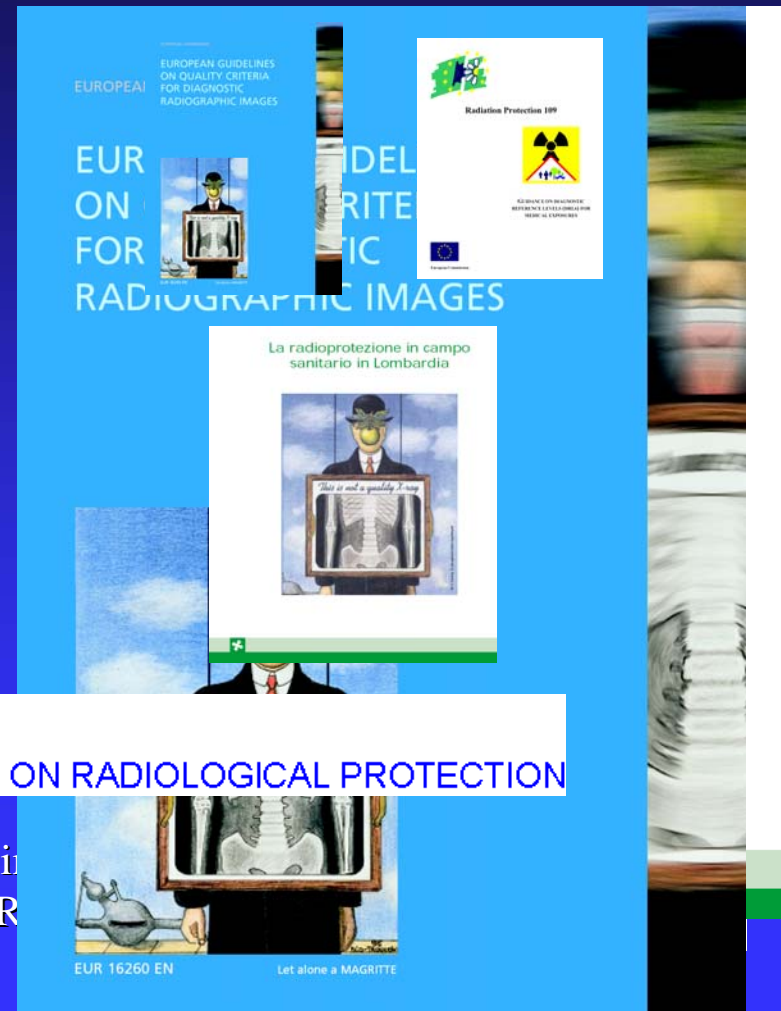
Principali documenti di riferimento

- <http://europa.eu.int/comm/environment/radprot/>
- http://www.cordis.lu/fp5-euratom/src/lib_docs.htm
- http://www.sanita.regione.lombardia.it/script/downloadpdf.asp?id1=/pubblicazioni/arie/&id2=Radioprotezione_camposanitario.pdf&id3=PDF

ICRP

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

- ICRP, Diagnostic reference levels in medical imaging
<http://www.icrp.org/pdf/Ref%20levels%20MR>



Principali documenti di riferimento

- D Hart and B F Wall, Radiation Exposure of the UK Population from Medical and Dental X-ray Examinations
http://www.nrpb.org/publications/w_series_reports/2002/nrpb_w4.pdf
- D Hart, M C Hillier and B F Wall NRPB W14, Doses to Patients from Medical X-ray Examinations in the UK – 2000 Review
http://www.nrpb.org/publications/w_series_reports/2002/nrpb_w14.pdf
- D. Hart, D.G Jones, B.F Wall, “Estimation of effective dose in diagnostic radiology from entrance surface dose and dose-area product measurements”, NRPBR262, 1994

Perché verificare

Scopo

Modalità
di impiego

Cosa verificare

Esempi di
procedure

Come verificare

Esempi
di risultati

Esempi
di proposte di
azioni

Razionale

- Una protezione radiologica efficace dovrebbe comprendere l'eliminazione di ogni forma non necessaria di esposizione alle radiazioni
- Gli strumenti principali per raggiungere questo obiettivo sono la giustificazione delle pratiche, l'ottimizzazione della protezione e l'impiego di limiti di dose

Razionale

- I limiti di dose non si applicano alle esposizioni mediche
- A parte le radiazioni di origine naturale, le esposizioni a scopo medico sono attualmente la fonte principale di esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti
- La giustificazione individuale (**corretta indicazione clinica**) e l'**ottimizzazione** sono in questo caso fattori ancora più importanti di quanto non lo siano in altre pratiche che fanno uso di radiazioni ionizzanti

Razionale

Nelle esposizioni a scopo medico, con il termine “ottimizzazione” possiamo intendere una serie di azioni che consentano di somministrare la dose più bassa possibile compatibilmente con la qualità dell’immagine richiesta e necessaria per ottenere l’informazione diagnostica desiderata

Razionale

- Nel contesto dell'ottimizzazione, una delle metodiche impiegabili è l'introduzione dei livelli diagnostici di riferimento (**LDR**)
- Obiettivo della definizione e della verifica degli LDR è di promuovere il controllo (**autocontrollo**) dell'esposizione medica promuovendo l'ottimizzazione delle procedure ed evitando che i pazienti siano sottoposti inutilmente a dosi elevate
- La verifica degli LDR dovrebbe essere effettuata in un più generale ambito di valutazione delle dosi somministrate ai pazienti e **nell'ambito di un programma di garanzia della qualità**

**L'obiettivo dell'ottimizzazione può quindi essere
perseguito solo attraverso l'analisi contestuale di
diversi elementi**



- Gli LDR sono ricavati da 2 trials effettuati in Europa negli anni 80-90 e relativi alla valutazione della tecnica radiologica, della qualità dell'immagine, delle osservabili dosimetriche
- Gli LDR per la radiologia diagnostica si basano su dosi misurate in vari tipi di ospedali, cliniche e studi medici e **non soltanto in ospedali ben attrezzati**
- La curva che indica dosi implicate nell'effettuazione degli esami radiologici è di solito di tipo lognormale



adeguato proporre come LDR il 75^{mo} percentile

Perché il 75° percentile?

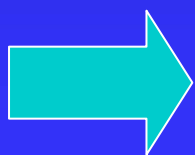
- La scelta effettuata deriva da:
 - ◆ un orientamento pragmatico volto ad identificare le situazioni in cui l'esigenza di indagine è molto urgente
 - ◆ la considerazione che se i 3/4 dei servizi di radiologia possono adeguatamente lavorare somministrando dosi al di sotto di tali valori, l'obiettivo del non superamento dell'LDR dovrebbe ragionevolmente essere perseguibile anche dal restante 25% dei centri senza un detrimento dell'informazione diagnostica

Risultati dei trials: requisiti di buona tecnica radiologia

- Scarsa conoscenza dei parametri tecnici relativi all'esposizione (ad esempio il 50% dei centri non era a conoscenza della classe di rapidità degli accoppiamenti schermo pellicola impiegati nell'esame radiologico del torace)
- Scarso impiego dell'AEC (solo il 60% dei centri)
- Impiego di kVp particolarmente bassi (nel 50% degli esami della colonna)
- Impiego di schermi di rinforzo di bassa sensibilità negli esami della colonna

Modalità di impiego

- In linea di principio, i LDR si applicano alle procedure standard in tutti i settori della radiologia diagnostica, sia nella radiodiagnostica che in medicina nucleare
- Il fatto di superare un LDR non significa automaticamente che un esame è stato eseguito in modo inadeguato
- Il fatto di rispettare un LDR non significa automaticamente che la procedura sia stata attuata in modo corretto, dato che l'immagine può essere di scarsa qualità



La verifica degli LDR ha un senso solo se effettuata nell'ambito di un più generale programma di garanzia della qualità



L'impiego degli LDR e la loro periodica rivalutazione è un buon approccio ad una politica di qualità nelle attività radiologiche

Analisi delle non conformità e adozione di interventi correttivi

Modalità di impiego

- Gli LDR non si applicano alle esposizioni individuali di singoli pazienti
- Gli LDR sono definiti per procedure standard destinate a gruppi standardizzati di pazienti o ad un fantoccio standard
- Il costante superamento dei LDR nell'ambito di procedure standard deve comportare un riesame della procedura e/o delle attrezzature e, se necessario provvedimenti correttivi
- Gli LDR integrano il giudizio professionale ma non forniscono una linea di confine tra la buona e la cattiva prassi medica

Modalità di impiego

- La definizione dei LDR risulta particolarmente utile nei settori in cui è possibile attuare una riduzione considerevole della dose individuale o delle dosi collettive, oppure nei casi in cui la diminuzione della dose assorbita comporti una diminuzione relativamente elevata del rischio:
 - ◆ esami frequenti, compresi gli screening sanitari
 - ◆ esami che comportano dosi elevate (TC, radiologia interventistica)
 - ◆ esami con pazienti più sensibili alle radiazioni ionizzanti, come i bambini

Modalità di impiego

■ Non va dimenticato che

- ◆ la verifica degli LDR non libera dalla necessità etica (e legale) di effettuare valutazioni dosimetriche anche per esami per i quali gli LDR non sono definiti
 - ☞ ICRP, Diagnostic reference levels in medical imaging;
<http://www.icrp.org/pdf/Ref%20levels%20MR%20Malaga.PDF>
- ◆ dovrebbero comunque essere costantemente effettuati sforzi tesi alla riduzione delle dosi assorbite prestando la dovuta attenzione alla perdita di informazioni che potrebbe essere associata alla riduzione delle dosi

LDR e Radiologia Digitale

- E' importante ricordare che il livello di qualità dell'immagine può essere scelto dall'utente o stabilito automaticamente dal sistema a raggi X
- In entrambi i casi:
 - ◆ il livello prescelto di qualità dell'immagine deve essere giustificato da esigenze cliniche
 - ◆ il sistema a raggi X e il software di elaborazione dell'immagine devono essere ottimizzati
 - ◆ dato che è molto facile ottenere immagini digitali, lo specialista dovrebbe conoscere la dose per immagine e dovrebbe limitare quindi il numero di immagini a quanto strettamente necessario per la diagnosi

Modalità di impiego e di registrazione

- le modalità di verifica degli LDR e di registrazione dei risultati ottenuti nonché le azioni correttive intraprese in caso di superamento costante dovrebbero essere adeguatamente documentate e registrate secondo quanto indicato nel manuale di qualità della struttura sanitaria
- dovrebbero essere effettuate indagini anche qualora le dosi misurate risultino molto inferiori al LDR

Cosa misurare ?

- Al fine di essere praticabile come verifica di routine allo scopo di effettuare un “controllo di qualità” la determinazione deve:
 - ◆ essere semplice e riproducibile anche al fine di rendere possibili e favorire confronti tra strutture sanitarie differenti
 - ◆ non richiedere strumentazione particolarmente sofisticata
 - ◆ non interferire con l’indagine diagnostica
 - ◆ non disturbare oltre il necessario il paziente

Si prestano bene allo scopo:



- misure di ESD
- misure di DAP

Risultati dei trials: requisiti dosimetrici

| Esame | LDR (1996) espresso in termini di ESD (mGy) |
|---|---|
| Torace in proiezione PA | 0.3 |
| Torace in proiezione LL | 1.5 |
| Colonna Lombare in proiezione AP | 10 |
| Colonna Lombare in proiezione Laterale | 30 |
| Tratto lombo sacrale | 40 |
| Mammografia in proiezione CC con griglia | 10 |
| Mammografia in proiezione MLO con griglia | 10 |
| Pelvi in proiezione AP | 10 |
| Cranio in proiezione AP | 10 |
| Cranio in proiezione PA | 5 |
| Cranio in proiezione Laterale | 3 |
| Esame dell'apparato urinario (senza m.d.c.) | 10 |
| Urografia con m.d.c. | 10 |

| Esame | LDR (1996) per esame completo espresso in termini di DAP (Gy cm ²) | |
|--------------|--|----|
| Torace | / | 1 |
| Pelvi | / | 4 |
| Colonna | / | 10 |
| Urografia | 40 | 20 |
| Clisma opaco | 60 | 50 |

Questi valori rappresentano il 75^{mo} percentile delle dosi superficiali in ingresso, misurate in osservazioni e progetti sperimentali eseguiti nel 1991/92 in vari Stati membri

LDR metodi di misura

Misure su fantoccio

Misure su pazienti

Impiego di un fantoccio

- Di norma sono sufficienti una o due esposizioni per ciascuna proiezione, per ogni tipo di esame e per ogni apparato radiologico
- L'impiego di un fantoccio risulta possibile soltanto a condizione che:
 - ◆ i LDR siano definiti per un determinato fantoccio
 - ◆ siano disponibili fattori di conversione tra il fantoccio impiegato e i pazienti
- Nel caso della mammografia: fantoccio standard (4.5 cm di PMMA)

Valutazioni dirette su pazienti

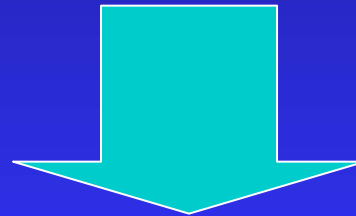
- Gli LDR sono definiti per procedure standard e pazienti di corporatura standard con uno spessore AP del torace di 20 cm e un peso di 70 kg e pertanto le valutazioni dovrebbero essere effettuate su pazienti di corporatura standard o quasi standard (70 ± 3 kg)
- I pazienti possono essere molto diversi per corporatura fisica, dato che in realtà vi sono solo pochi “pazienti di corporatura standard”
- Per taluni esami il numero di pazienti disponibili in un periodo relativamente breve è insufficiente

Valutazioni dirette su pazienti

- Nel caso di scarsità di pazienti di corporatura standard, è possibile fare riferimento a tutti i pazienti disponibili durante il periodo di misura e calcolare la media dei risultati delle dosi somministrate come se si trattasse di un paziente standard
- Ciò dà un'idea ragionevole della dose, a patto che il numero di pazienti non sia troppo ridotto, comunque non inferiore a 10 persone

Cosa verificare

Gli LDR in radiologia generale sono espressi in termini di ESD (entrance skin dose) e sono relativi ad un paziente standard



Nella verifica degli LDR in radiologia tradizionale, l'obiettivo è quindi la determinazione dell'ESD

Come verificare

La verifica può essere effettuata attraverso vari metodi che, se correttamente applicati, portano a risultati sovrapponibili

TLD

Misure di
Output

Misure di
DAP

- ◆ Ciascuno dei sistemi possibili presenta vantaggi e svantaggi legati anche alla difficoltà e al tempo necessario per l'effettuazione, alle diverse risorse umani e materiali da mettere in campo
- ◆ Vantaggi e svantaggi dovrebbero pertanto essere conosciuti e adeguatamente valutati

Verifica degli LDR tramite TLD

- dosimetri TLD applicati al centro del campo nella proiezione radiografica adottata
- necessario disporre di un campione di almeno 10 pazienti di dimensioni il più possibile vicine a quelle di un paziente standard (70 kg, 20 cm di spessore a livello toracico)
- il valore medio delle determinazioni effettuate può essere assunto come il valore dosimetrico associato ad un paziente standard

Verifica degli LDR tramite TLD

Vantaggi

- Misura semplice
- La misura è già corretta per il BKS
- Rende conto dell'intero esame e quindi anche delle cattive abitudini (centratura in scopia)
- **Necessita della disponibilità di una procedura**

Svantaggi

- Minima dose rilevabile in taluni casi problematica (es. torace)
- Possibilità che il cristallo venga visto sul radiogramma
- Richiede risorse umane
- Possibili errori nell'associazione dosimetro/esame(va comunque contestualizzata ai dati dell'esposizione)
- Può disturbare il paziente
- **Necessita della disponibilità di una procedura**

**Auspicabile sempre tranne che:
RX Torace, Radiologia pediatrica, mammografia**

Verifica degli LDR tramite misure di output

Conoscenza dell'output in aria misurato con una camera di ionizzazione o un dosimetro a semiconduttore tarati in termini di kerma in aria e conoscenza dei fattori di esposizione (kVp, mAs, distanza fuoco-cute usati nella proiezione)

$$ESD = K_{air} \times \left(\frac{SDD}{SSD} \right)^2 \times BKS$$

- K_{air} = kerma in aria alla distanza SDD misurata dal rivelatore
- SDD = source-detector distance
- SSD = skin-source distance
- BKS = fattore di backscattering (1.35)

Verifica degli LDR tramite misure di output

- Anche in questo caso sarà necessario fare riferimento a situazioni reali e pertanto sarà necessario disporre di un campione di almeno 10 pazienti di dimensioni il più possibile vicino a quelle di un paziente standard (70 kg, 20 cm di spessore a livello toracico)
- il valore medio delle determinazioni effettuate, essere assunto come il valore dosimetrico associato ad un paziente standard

Verifica degli LDR tramite misure di output

Vantaggi

- Bastano in linea di massima, i dati già disponibili nell'ambito del controllo di qualità sulle attrezzature opportunamente interpolati
- Non si pone il problema della minima dose rilevabile
- Basta un form opportuno di registrazione dei dati
- Non disturba il paziente
- **Necessita della disponibilità di una procedura**

Svantaggi

- Non rende conto delle cattive abitudini (centratura in scopia)
- La misura va corretta per il BKS
- Non è comunque privo di possibilità di errori
- **Necessita della disponibilità di una procedura**

**Auspicabile in:
RX Torace, Radiologia pediatrica, mammografia**

Verifica degli LDR tramite misure di DAP

Attraverso l'impiego del misuratore di DAP (ove esistente)

$$ESD = K_{air} \times \frac{1}{S} \times BKS$$

| | | |
|-----------|---|---|
| K_{air} | = | DAP (mGy x cm ²) |
| S | = | superficie irradiata della cute del paziente (cm ²) |
| BKS | = | fattore di backscattering (1.35) |

Verifica degli LDR tramite misure di DAP

Vantaggi

- è registrato l'intero esame
- la posizione del paziente rispetto al fascio di radiazioni è meno importante di quanto sarebbe se fosse impiegato un TLD
- la misura non interferisce con l'esame
- non c'è bisogno di disturbare il paziente
- **Necessita della disponibilità di una procedura**

Svantaggi

- necessità di verificare la diaframmatatura effettiva del campo
- non c'è sempre una corrispondenza nota tra valore del DAP e la dose assorbita dal paziente
- in pediatria, dove sono esposte piccole superfici, il DAP può essere basso anche se la dose assorbita è elevata
- in caso di esposizione di un'ampia superficie, il DAP può essere elevato anche se la dose assorbita è bassa
- in fluoroscopia, le dimensioni del campo cambiano spesso durante la procedura
- problemi nella "taratura del sistema"
- **Necessita della disponibilità di una procedura**

Verifica degli LDR tramite misure di DAP

- Malgrado non siano disponibili sul mercato dispositivi semplici atti a risolvere questi problemi, i misuratori di DAP saranno sempre più diffusi ed quindi può essere opportuno raccomandare l'impiego di misuratori di DAP ai fini della verifica degli LDR
- Si devono comunque riconoscere gli svantaggi di questo sistema, per cui sarà opportuno fare ricorso a ulteriori misure, per esempio misure della dose alla pelle, nel caso di procedure pediatriche non standard o procedure fluoroscopiche

Aspetti procedurali

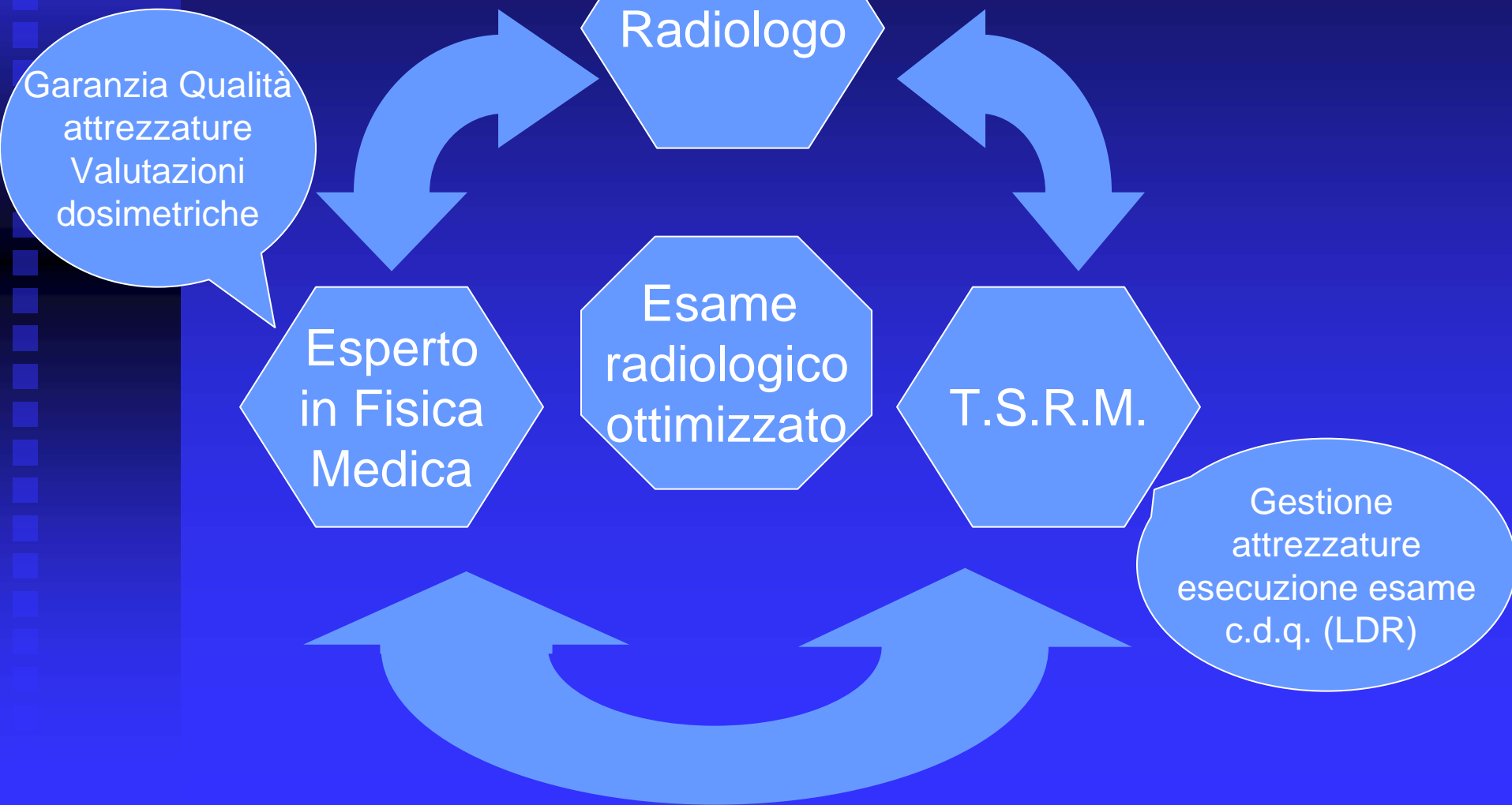
La definizione di

- ◆ una procedura condivisa (chi fa, che cosa, quando, come lo documenta)
- ◆ una procedura aderente alle responsabilità e alle competenze professionali
- ◆ istruzioni di lavoro (come)

e una adeguata formazione sulla procedura stessa

sono condizioni necessarie per lo svolgimento dell'attività

I protagonisti del processo



Caratteristica fondamentale della procedura da allestirsi è la previsione della contestualità di:

- controllo (di qualità) della tecnica radiologica impiegata
- controllo (di qualità) dell'informazione diagnostica fornita dall'immagine ottenuta
- controllo (di qualità) della dose → **verifica del L.D.R.**

Esempio di procedura

| | |
|--|--|
| Oggetto e scopo della procedura | : Verifica della qualità dell'immagine radiologica e dei L.D.R. nel rispetto di quanto indicato nell'allegato II del D.Lgs 187/2000 e s.m.i. |
| Campo di applicazione | : radioprotezione del paziente, verifica della qualità dell'immagine radiologica e dell'appropriatezza degli esami in radiologia |
| Responsabilità | : Responsabilità di processo: responsabile dell'impianto radiologico Elaborazione e aggiornamento della procedura: Verifica dell'attuazione della procedura: responsabile dell'impianto radiologico Verifica dell'adeguatezza della procedura: responsabile dell'impianto radiologico Supporto, consulenza, sull'attuazione della procedura: |

| Attività | Responsabilità | In che modo la fa | Quando la fa | Riferimento |
|---|--|--|--|--|
| Identificazione delle modalità di verifica degli LDR e identificazione delle risorse strumentali necessarie | Esperto in Fisica Medica | Con apposita nota scritta | All'inizio dell'anno nel quale la verifica deve essere effettuata | Nota scritta indirizzata al Responsabile impianto radiologico |
| Richiesta delle risorse eventualmente necessarie (ad esempio TLD) e pianificazione dell'attività | Responsabile impianto radiologico | Con apposita nota scritta alla D.S. e al capotecnico | Dopo aver ricevuto la nota dell'Esperto in Fisica medica | Nota scritta alla D.S. Nota scritta al Capotecnico |
| Programmazione del lavoro | Capotecnico | Programmando uno scadenziario ed attribuendo le specifiche responsabilità ai TSRM | Dopo avere ricevuto disposizioni in tal senso dal Responsabile dell'impianto radiologico | Apposito scadenziario scritto |
| Valutazione della dell'appropriatezza dell'esame (quando pertinente) | Medico Specialista | Secondo le modalità contenute nelle istruzioni di lavoro | Preliminarmente all'esame | istruzioni di lavoro |
| Predisposizione della misura | TSRM | Secondo le modalità contenute nelle istruzioni di lavoro | Secondo il calendario predisposto dal Capotecnico | istruzioni di lavoro |
| Valutazione delle tecnica radiografica | TSRM | Secondo le modalità contenute nelle istruzioni di lavoro | Dopo avere eseguito l'esame | istruzioni di lavoro |
| Valutazione della qualità dell'immagine | Medico Specialista | Secondo le modalità contenute nelle istruzioni di lavoro | Contestualmente alla refertazione dell'esame | istruzioni di lavoro |
| Verifica della completezza del lavoro | Capotecnico | Verificando la completezza della modulistica associata agli esami effettuati | Prima della spedizione della modulistica all'Esperto in Fisica medica e dei Dosimetri al laboratorio | |
| Spedizione di dosimetri al laboratorio incaricato | Capotecnico | Provvedendo a raccogliere i dosimetri impiegati e alla spedizione al laboratorio incaricato della lettura | Dopo la verifica di cui al punto precedente | Certificati dosimetrici del laboratorio |
| Valutazioni dosimetriche e verifica degli LDR | Esperto in fisica Medica | Provvedendo alle valutazioni di propria competenza secondo le modalità contenute nelle istruzioni di lavoro e comunicandole per iscritto al responsabile dell'impianto radiologico | Dopo avere ricevuto tutte le informazioni necessarie | Nota scritta Modulistica apposita |
| Attuazione di eventuali interventi correttivi | Responsabile impianto radiologico ed esercente | Provvedendo a rimuovere, nell'ambito delle proprie competenze, le cause degli eventuali superamenti del LDR | Dopo avere ricevuto le valutazioni dell'Esperto in Fisica Medica | Nota scritta Art. 6 comma 5 D.Lgs 187/200 |
| Conservazione dei risultati | Responsabile impianto radiologico | Secondo le modalità contenute nelle istruzioni di lavoro | Dopo avere ricevuto le valutazioni dell'Esperto in Fisica Medica | Copia delle pellicole, dei risultati e di tutti documenti di Riferimento della procedura |

Esempio di istruzione di lavoro

- Finalità** : Verifica dell'appropriato Livello Diagnostico di Riferimento attraverso misure effettuate utilizzando la camera di ionizzazione posizionata all'uscita del fascio dal sistema di collimazione
- Frequenza** : Biennale
- Tipo e numero di pazienti** : Almeno 10 Pazienti di corporatura standard per ogni tipologia di esame (in radiologia pediatrica si considerano bambini di 5 anni)
- Tipo di esami** : D.Lgs 187/2000
- Strumentazione necessaria** : Metro, misuratore di D.A.P.
- Personale copinvolto** : TSRM che effettua l'esame, specialista incaricato della refertazione, esperto in fisica medica
- Disposizione sperimentale** : Esecuzione dell'esame secondo la modalità standard
- Modalità di esecuzione** :
- Riportare un numero progressivo che identifichi univocamente il paziente, il tipo di esame, la proiezione, e la pellicola radiografica sull'apposita modulistica;
 - Eseguire l'esame radiologico secondo le istruzioni di lavoro;
 - Il TSRM verifica tecnica radiologica utilizzata e compila l'apposita modulistica **relativamente ai seguenti dati: Tensione (kVp), carico (mAs o, in alternativa, mA e ms), distanza fuoco cute (cm), valore di D.A.P. misurato (mGy x cm²), dimensioni del campo in cute;**
 - Il Medico Specialista valuta la qualità dell'immagine ottenuta e compila l'apposita modulistica
 - Il capotecnico trasmette copia della modulistica utilizzata e i certificati dosimetrici rilasciati dal laboratorio all'Esperto in Fisica medica per le valutazioni di competenza
- Registrazione dei risultati** : La modulistica impiegata e le valutazioni ad essi conseguenti devono essere conservato per 5 anni nell'apposito raccogliatore disponibile presso il Responsabile dell'impianto radiologico

Esempio di risultati (misure in vivo)

Diagnostica B, Pensile: **Rachide lombare**

| 1. C.D.Q. DEL REQUISITO DIAGNOSTICO | | RRL2063 |
|--|----------|---------|
| 3. VALUTAZIONE DELLA DOSE AL PAZIENTE | | RLL2063 |
| 1) Qualità delle immagini (una singola proiezione dei piani vertebrali superiori e inferiori con la visibilità risultante dagli spazi intervertebrali) | | Si |
| 2) Colonna sovrapposizione dei bordi vertebrali posteriori | | No |
| 3) Protezione per le gonadi del paziente | | Si |
| 4) Dose in ingresso alla superficie del paziente (mGy) | 18,60 | No |
| 5) Tensione impiegata (kVp) | 90 | Si |
| 6) Sito della vertebra | Positivo | Si |
| 7) Distanza tubo-paziente (cm) | 115 | Si |
| 8) Corrente (mA) | 100 | Si |
| 9) Tempo di esposizione (s) | 1 | Si |
| 10) Devono essere visibili dettagli di 0.5 mm | 100 | Si |
| 11) Fuoco (G, P) | Totale | 7 |
| | Totale | 4 |

Esempio di risultati (misure in vivo)

Rachide lombare (Pensile Diagnostica B)

Id paziente

| 1. C.D.Q. DELLA TECNICA RADIOGRAFICA | | RLL263 | RLL233 | RLL231 | RLL273 | RLL274 | RLL279 | RLL347 | RLL346 | RLL363 | RLL367 | Score | | Media |
|--------------------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|------|--------|
| 1 | Griglia anti diffusione | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 10 | 100% | 92 kVp |
| 2 | Controllo automatico esposizione (camera centrale) | No | No | No | No | No | No | No | No | No | No | 0 | 0% | |
| 3 | Protezione per le gonadi del paziente | No | No | No | No | No | No | No | No | No | No | 0 | 0% | |
| 4 | Tensione impiegata (kVp) | 90 | 96 | 90 | 92 | 92 | 93 | 93 | 93 | 95 | 90 | 9 | 90% | |
| 5 | Distanza fuoco – film (cm) | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 10 | 100% | |
| 6 | Corrente (mA) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| 7 | Tempo di esposizione (s) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 100% | |
| 8 | Carico (mAs) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | | |
| 9 | Fuoco (G, P) | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | | | |
| Totale | | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | |
| | | 67% | 50% | 67% | 67% | 67% | 67% | 67% | 67% | 67% | 67% | | | |

Id paziente

| 2. C.D.Q. DEI REQUISITI DIAGNOSTICI | | RLL263 | RLL233 | RLL231 | RLL273 | RLL274 | RLL279 | RLL347 | RLL346 | RLL363 | RLL367 | Score | |
|-------------------------------------|---|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|-------|------|
| 1 | Visibilità netta, come una singola linea, dei piatti vertebrali superiori ed inferiori con la visibilità risultante degli spazi intervertebrali | Si | Si | No | Si | No | Si | Si | Si | Si | Si | 8 | 80% |
| 2 | Completa sovrapposizione dei bordi vertebrali posteriori | Si | No | No | No | Si | Si | No | Si | Si | Si | 6 | 60% |
| 3 | Riconoscibilità dei peduncoli e dei forami intervertebrali | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 10 | 100% |
| 4 | Visibilità dei processi spinosi | Si | Si | Si | Si | Si | Si | No | No | Si | No | 7 | 70% |
| 5 | Visibilità netta delle strutture corticali e trabecolari | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 10 | 100% |
| 6 | Visibilità netta almeno di S1 | Si | Si | Si | Si | Si | Si | No | Si | Si | Si | 9 | 90% |
| 7 | Devono essere visibili dettagli di 0.5 mm | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 10 | 100% |
| Totale | | 7 | 6 | 5 | 6 | 6 | 7 | 4 | 6 | 7 | 6 | | |
| | | 100% | 86% | 71% | 86% | 86% | 100% | 57% | 86% | 100% | 86% | | |

Id paziente

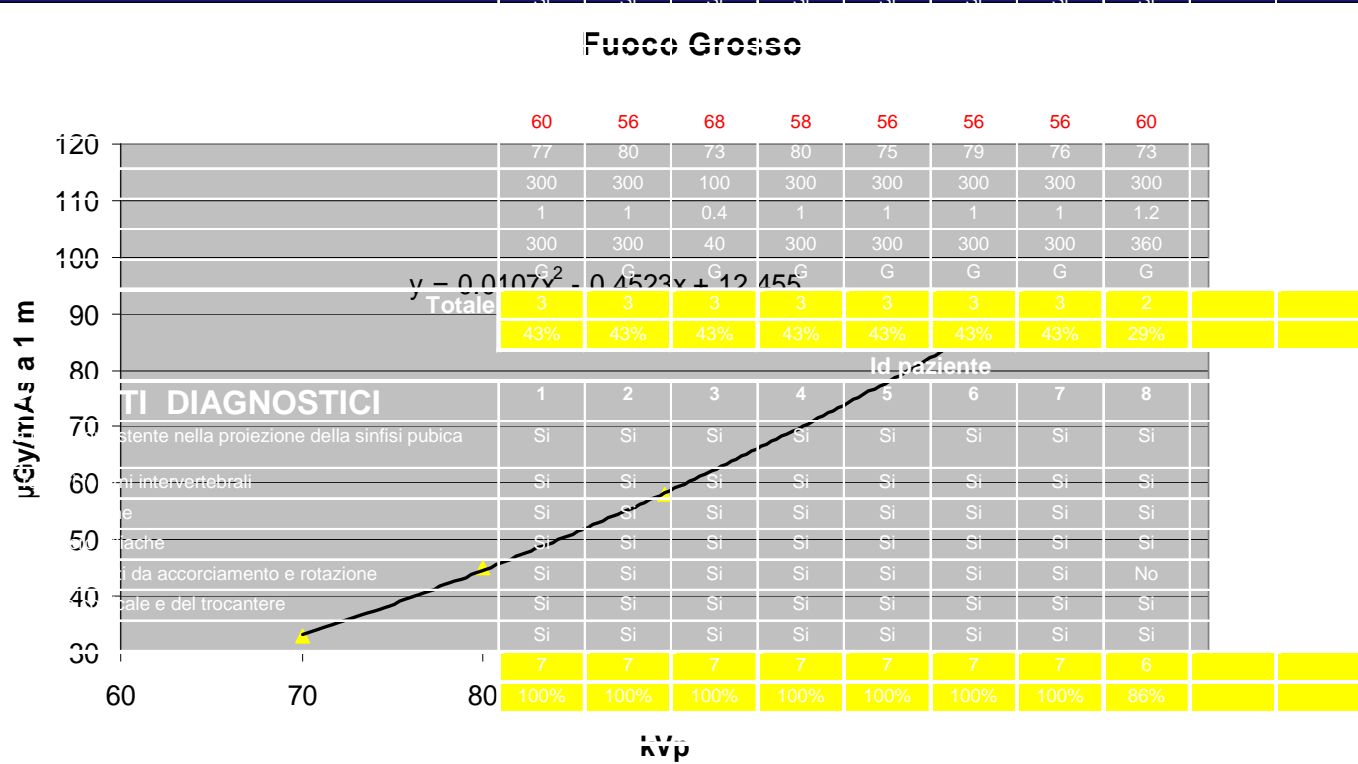
| 3. VALUTAZIONE DELLA DOSE AL PAZIENTE (LDR = 30 mGy) | | RLL263 | RLL233 | RLL231 | RLL273 | RLL274 | RLL279 | RLL347 | RLL346 | RLL363 | RLL367 | Valore medio | Sigma |
|---|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|-------|
| | Dose in ingresso alla superficie del paziente (mGy) | 18.60 | 7.77 | 10.67 | 10.96 | 10.77 | 10.67 | 11.11 | 12.05 | 11.75 | 9.28 | 11.4 | 24% |
| | Esito della verifica | Positivo | Positivo | Positivo | Positivo | Positivo | Positivo | Positivo | Positivo | Positivo | Positivo | | |

Esempio di risultati (misure output)

Bacino (Pensile)

Id paziente

| 1. C.D.Q. DELLA TECNICA RADIOGRAFICA | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Score | |
|--------------------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|
| 1 | Griglia anti diffusione | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 8 | 100% |
| 2 | Schermi per pellicola di v | | | | | | | | | 8 | 100% |
| 3 | Controllo automatico esp | | | | | | | | | 0 | 0% |
| 4 | Protezione per le gonadi | | | | | | | | | 0 | 0% |
| 5 | Tensione impiegata (kVp) | 60 | 56 | 68 | 58 | 56 | 56 | 56 | 60 | 0 | 0% |
| 6 | Distanza fuoco - cute (cm) | 77 | 80 | 73 | 80 | 75 | 79 | 76 | 73 | 6 | 75% |
| 7 | Corrente (mA) | 300 | 300 | 100 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | | |
| 8 | Tempo di esposizione (s) | 1 | 1 | 0.4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.2 | 1 | 13% |
| 9 | Carico (mAs) | 300 | 300 | 40 | 300 | 300 | 300 | 300 | 360 | | |
| 10 | Fuoco (G, P) | | | | | | | | | | |



2. C.D.Q. DEI

| 2. C.D.Q. DEI | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Score | |
|---------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|------|
| 1 | Riproduzione simmetrica sulla linea mediana del s | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 8 | 100% |
| 2 | Visibilità netta del sacro e | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 8 | 100% |
| 3 | Visibilità netta delle brand | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 8 | 100% |
| 4 | Visibilità netta delle artic | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 8 | 100% |
| 5 | Visibilità netta dei colli fer | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | No | 7 | 88% |
| 6 | Visibilità netta della spon | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 8 | 100% |
| 7 | Devono essere visibili de | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | 8 | 100% |

3. VALUTAZIONE (LDR = 10 mGy)

| 3. VALUTAZIONE (LDR = 10 mGy) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Score medio | Sigma |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|-------|
| Dose in ingresso alla superficie del paziente (mGy) | 16.4 | 13.3 | 3.1 | 13.9 | 15.1 | 13.6 | 14.7 | 21.9 | 14.0 | 35% |
| Rendimento (µGy mAs a 1 m) | 24 | 21 | 31 | 22 | 21 | 21 | 21 | 24 | | |
| Esito della verifica | Negativo | Negativo | Positivo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | | |

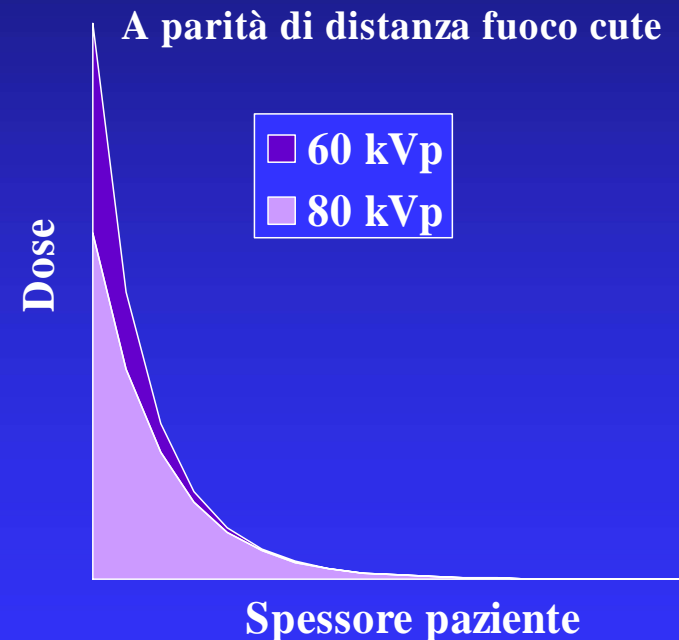


Identificazione delle cause e conseguenze dosimetriche (Rx Bacino AP)

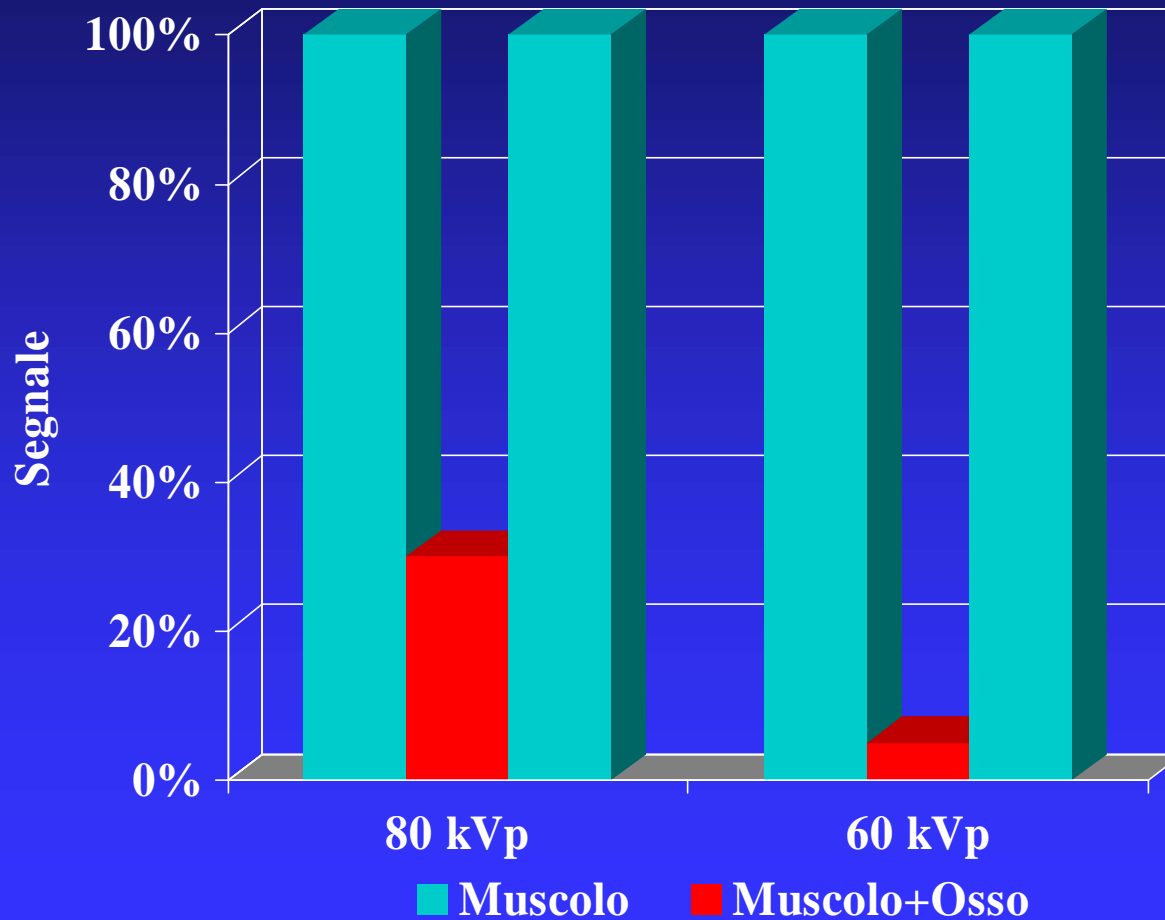
| | Caso 1 | Caso 2 |
|----------------------------|------------|-------------|
| kVp | 60 | 80 |
| mAs | 300 | 50 |
| ESD (mGy) | $\cong 16$ | $\cong 3.5$ |
| mSv/mGy* | 0.134 | 0.165 |
| Dose efficace (mSv) | $\cong 2$ | $\cong 0.6$ |

* D. Hart, et al, "Estimation of effective dose in diagnostic radiology from entrance surface dose and dose-area product measurements", NRPBR262, 1994

Lavorando a 60 kVp c'è un 300 % in più di dose efficace da giustificare



Stima delle conseguenze sul contrasto



Altro esempio di problemi

Esame radiologico del torace effettuato impiegando un alto valore di mAs a seguito di impiego di una griglia non idonea per la distanza impiegata

| | kVp | mAs |
|-------|------|------|
| | medi | medi |
| Prima | 110 | 18 |
| Dopo | 110 | 6 |

Conclusioni

- come ultima osservazione, ma non meno importante, occorre tenere conto del fattore umano
- possono essere somministrate dosi inutilmente elevate come conseguenza di una scarsa formazione del personale
- talvolta si verifica una scarsa disponibilità delle persone ad accettare procedure standard riconosciute
- il confronto con requisiti di qualità predefiniti e periodicamente aggiornati può incoraggiare cambiamenti nelle modalità di lavoro