



Divisione radioprotezione  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Codice della pratica: R-06-04gi  
Redatta il: 10.04.2006  
N. di revisione: 6 15.06.2018

## Guida R-06-04 **Livelli diagnostici di riferimento nella radiologia proiettiva**

### 1. Definizione

Nella diagnostica radiologica non esistono limiti di dose per il paziente. L'applicazione rigorosa dei principi della radioprotezione per la giustificazione e l'ottimizzazione garantisce una protezione adeguata del paziente. Questo vale in particolar modo per le procedure di radiologia proiettiva.

Già nel 1996 la Commissione internazionale di radioprotezione (ICRP) aveva proposto la fissazione e l'adozione di livelli diagnostici di riferimento (LDR). Si tratta di livelli di confronto che si riferiscono a una grandezza facilmente misurabile. La grandezza applicata per una radiografia proiettiva è la dose superficiale in ingresso al paziente. In alternativa è possibile utilizzare anche il prodotto dose-superficie (PDS), a condizione che l'impianto sia dotato di un dispositivo per la sua indicazione. Nonostante gli LDR valgano come grandezze di apprezzamento, non costituiscono un criterio per definire il limite tra una buona e una cattiva prassi, ma servono piuttosto a riconoscere le situazioni in cui la dose del paziente in situazioni standard è insolitamente elevata.

Gli LDR sono determinati mediante un rilevamento. In generale si sceglie il terzo quartile della distribuzione (75° percentile): ciò significa che il 75 per cento di tutti i livelli di dose è inferiore all'LDR.

### 2. Livelli diagnostici di riferimento

Nelle tabelle seguenti sono riepilogati gli LDR degli esami più frequenti di radiologia proiettiva per adulti (tabella 1) e per bambini e adolescenti (tabella 2).

Per gli adulti gli LDR per la dose superficiale in ingresso al paziente sono stati determinati nel quadro di un rilevamento nazionale. Essi riflettono pertanto la prassi nazionale, che considera unicamente i sistemi digitali di ricezione delle immagini (CR e DR). I dati relativi ai PDS sono stati calcolati mediante le dosi in ingresso e le consuete grandezze di campo in situazioni standard.

Per i bambini e gli adolescenti gli LDR per il PDS sono stati determinati nel quadro di un rilevamento nazionale presso tutti gli istituti radiologici nei quali opera un radiologo pediatrico specializzato. Per le radiografie del cranio gli LDR sono categorizzati in base all'età del paziente, per tutte le altre in base al suo peso.

**Tabella 1:** LDR per adulti

Radiografia	Dose superficiale in ingresso al paziente per singola radiografia [mGy]	PDS [mGy · cm <sup>2</sup> ]
Torace (pa)	0.15	150
Torace (laterale)	0.75	600
Colonna vertebrale lombare (ap o pa)	7	2350*
Colonna vertebrale lombare (laterale)	10	4150
Bacino (ap)	3.5	2500
Cranio (ap o pa)	2.5	650
Cranio (laterale)	1.5	500

ap: antero-posteriore; pa: posteriore-anteriore

\* Il dato LDR relativo al PDS si riferisce a un campo consueto in ingresso al paziente di 30x15cm<sup>2</sup>. Nel caso di campi irradiati più ampi (p.es. radiografia con diaframma allargato per la ripresa della cresta iliaca e delle teste dei femori in caso di richiesta specifica indicata) i PDS risultanti sono conseguentemente più elevati.



**Tabella 2:** LDR per bambini e adolescenti

Radiografia		PDS [mGy·cm <sup>2</sup> ]	
Torace (ap)	peso [kg]	0 – 5	6.7
		5 – 15	14.7
		15 – 30	24
		30 – 50	51
Torace (pa)	peso [kg]	15 – 30	32
		30 – 50	44
		50 – 80	71
Torace (laterale)	peso [kg]	5 – 15	25
		15 – 30	39
		30 – 50	49
		50 – 80	256
Addome (ap)	peso [kg]	0 – 5	14.4
		5 – 15	54
		15 – 30	122
Bacino (ap)	peso [kg]	5 – 15	43
		15 – 30	121
		30 – 50	419
		50 – 80	672
Anca (lau)	peso [kg]	5 – 15	27
		15 – 30	48
		30 – 50	139
		50 – 80	300
Colonna vertebrale intera (ap)	peso [kg]	15 – 30	216
		30 – 50	368
		50 – 80	639
Colonna vertebrale intera (pa)	peso [kg]	15 – 30	174
		30 – 50	262
		50 – 80	461
Colonna vertebrale intera (laterale)	peso [kg]	15 – 30	188
		30 – 50	446
		50 – 80	615
Colonna vertebrale toracica (ap)	peso [kg]	30 – 50	140
		50 – 80	306
Colonna vertebrale toracica (laterale)	peso [kg]	30 – 50	310
		50 – 80	644

ap: antero-posteriore; pa: postero-anteriore; lau: proiezione di Lauenstein



Divisione radioprotezione  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Codice della pratica: R-06-04gi  
Redatta il: 10.04.2006  
N. di revisione: 6 15.06.2018

**Tabella 2:** LDR per bambini e adolescenti

Radiografia		PDS [mGy·cm <sup>2</sup> ]	
Colonna vertebrale lombare (ap)	peso [kg]	30 – 50	308
		50 – 80	332
Colonna vertebrale lombare (pa)	peso [kg]	50 – 80	470
Colonna vertebrale lombare (laterale)	peso [kg]	30 – 50	398
		50 – 80	735
Cranio (ap/lat)	età [anni]	0.25 – 1	70
		1 – 6	194
		> 6	358

ap: antero-posteriore; pa: postero-anteriore

### 3. Applicazione degli LDR

Presso ogni ambulatorio o reparto di radiologia le dosi dei pazienti devono essere regolarmente confrontate con gli LDR (art. 35 ORaP). Se l'impianto a raggi X è dotato di un dispositivo per la determinazione e la visualizzazione dell'LDR, il confronto può essere effettuato direttamente con l'LDR corrispondente. Altrimenti la dose superficiale in ingresso al paziente deve essere stimata mediante una misurazione o un calcolo secondo i capitoli 4-6 seguenti. Il PDS risulta poi dalla moltiplicazione per le dimensioni del campo all'ingresso del paziente. Qualora per alcuni pazienti di medio spessore il valore medio del PDS superi regolarmente il corrispondente LDR, deve essere effettuata un'analisi approfondita in cui siano verificati la procedura e l'equipaggiamento, allo scopo di ottimizzare in modo adeguato la radioprotezione. Se ciò non è possibile, devono essere effettuate correzioni approfondite per ridurre la dose.

### 4. Misurazione della dose superficiale in ingresso al paziente

La misurazione della dose superficiale in ingresso al paziente  $D_0$  è eseguita generalmente posizionando un dosimetro termoluminescente sulla superficie del paziente al centro del campo. Questi dosimetri sono ottenibili presso i servizi di dosimetria individuale. In alternativa può essere eseguita una misurazione diretta, per la quale è però necessario l'impiego di una camera di ionizzazione o di un diodo precedentemente calibrati.

### 5. Stima della dose superficiale in ingresso al paziente

La dose superficiale in ingresso al paziente  $D_0$  per una radiografia può essere stimata applicando la seguente formula:

$$D_0 = K \cdot \left( \frac{U}{100 \text{ kV}} \right)^2 \cdot Q \cdot \left( \frac{1}{\text{FOD}} \right)^2 \cdot \text{RSF}$$

$D_0$  : Dose superficiale in ingresso al paziente in mGy

$K$  : Costante caratteristica dell'impianto a raggi X in mGy·m<sup>2</sup>·mAs<sup>-1</sup>; misurazione in aria libera (cfr. punto 6).

$U$  : Tensione del tubo radiogeno in kV



Divisione radioprotezione  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

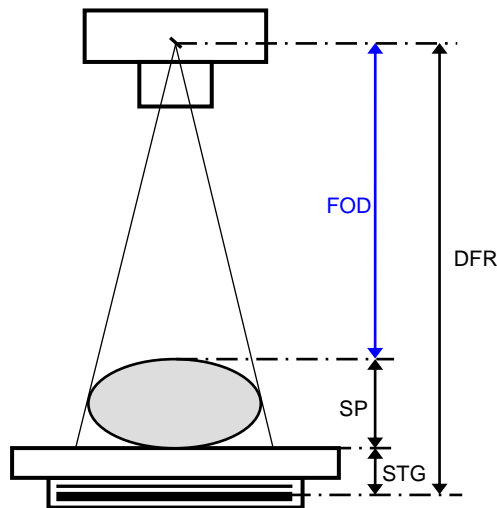
Codice della pratica: R-06-04gi  
Redatta il: 10.04.2006  
N. di revisione: 6 15.06.2018

**Q** : Prodotto tempo-corrente (carica) in mAs

**FOD**: Distanza fuoco-superficie (distanza fuoco-rivelatore meno il diametro del paziente, meno lo spessore del tavolo bucky/bucky a parete e della griglia antidiffusione) in m. Si tratta della distanza tra il fuoco e la superficie in ingresso al paziente. Può essere determinata con misura diretta o con l'ausilio della distanza fuoco-rivelatore ridotta dello spessore del paziente nonché dello spessore del tavolo bucky/bucky a parete e della griglia antidiffusione (circa 5-10 cm).

**RSF**: Fattore di retrodiffusione (=valore armonizzato a livello internazionale, usualmente 1,35; valore medio per grandezza di campo 20 x 20cm<sup>2</sup>, misurato in fantoccio ad acqua).

La precisione di un tale calcolo è di  $\pm 30\%$ .



**DFR**: Distanza fuoco-rivelatore  
**FOD**: Distanza fuoco-superficie  
**SP**: Spessore del paziente  
**STG**: Spessore del tavolo e della griglia antidiffusione

## 6. Costante caratteristica dell'impianto a raggi x

La costante caratteristica ( $K$ ) è una misura del rendimento e della filtrazione del tubo radiogeno. Questo valore, definito anche come *output del tubo radiogeno*, dipende dal tipo di generatore di alta tensione.

A causa della differenza di rendimento tra i moderni generatori a impulsi multipli e i generatori a due impulsi meno recenti occorre distinguere tra questi due tipi.

I seguenti valori della costante caratteristica  $K$  sono stati determinati empiricamente dall'UFSP (dispositivo di misurazione con rivelatore a stato solido). A causa delle diverse configurazioni degli impianti è risultata una corrispondente variazione della costante  $K$ . Perciò è stata effettuata una media tra le due tecnologie di generatori, che tiene conto nel miglior modo possibile di tutti i sistemi installati in Svizzera. In caso di dubbio, può essere presa in considerazione la possibilità di eseguire una rilevazione individuale della costante  $K$  mediante determinazione sul posto dei parametri.

Tipo di generatore	Costante $K$ [mGy·m <sup>2</sup> ·mAs <sup>-1</sup> ]
A impulsi multipli/alta frequenza	0.1
A 2 impulsi	0.05



Divisione radioprotezione  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Codice della pratica: R-06-04gi  
Redatta il: 10.04.2006  
N. di revisione: 6 15.06.2018

## 7. Esempio di calcolo

Una radiografia del torace pa con un generatore a impulsi multipli è realizzata con una tensione del tubo di 125 kV, una carica di 2 mAs e una distanza fuoco-superficie di 1,75 m.

Dalla stima della dose superficiale in ingresso al paziente per questa radiografia risulta:

$$D_o = 0,1 \cdot \left(\frac{125}{100}\right)^2 \cdot 2 \cdot \left(\frac{1}{1,75}\right)^2 \cdot 1,35 \text{ mGy} = \underline{\underline{0,14 \text{ mGy}}}$$

Per determinare la dose superficiale e confrontarla con l'LDR corrispondente, si può ottenere presso l'UFSP un programma (basato sull'applicazione Excel™) all'indirizzo:

[www.bag.admin.ch/rad-guide](http://www.bag.admin.ch/rad-guide)

## 8. Bibliografia

- Ordinanza del 26 aprile 2017 sulla radioprotezione (ORaP); RS 814.501.
- Roth J.; Strahlenschutz in der Medizin. 1<sup>a</sup> edizione, Berna, Verlag Hans Huber (2008).
- Aroua A. et al., Adult reference levels in diagnostic and interventional radiology for temporary use in Switzerland, Radiat Prot Dosimetry 111(3), 289-95 (2004).
- Hart D. et al., National reference doses for common radiographic, fluoroscopic and dental X-ray examinations in the UK, BJR 82(973), 1-12, (2009).
- Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging, Publication 135, International Commission on Radiological Protection (2017).
- Bekanntmachung der aktualisierten diagnostischen Referenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenuntersuchungen, Bundesamt für Strahlenschutz, Germania (2010).