



Aspetti operativi in radiodiagnostica convenzionale

P. Isoardi - O. Rampado - A. Izzo - L. Savio - R. Ropolo
S.C. Fisica Sanitaria 1
A.S.O. San Giovanni Battista di Torino

Operativamente:

- Rispetto dei LDR, ESD
- Valutazione dose efficace, E
- Valutazione dose all'utero, D_{utero}

Verifica del rispetto dei LDR (rif. EUR 16260)

Misura della dose d'ingresso alla superficie del paziente, ESD [mGy]:

- valutazione "diretta" per mezzo di misure eseguite "in vivo" con dosimetri TLD per un campione statisticamente significativo di pazienti (almeno 10 con peso compreso tra 67 e 73 kg), per ogni esame, per ogni apparecchiatura.
- valutazione "indiretta" per mezzo di misure di kerma in aria (rendimento), K_a [mGy/mAs]

Valutazione "indiretta" di ESD

Ipotesi iniziale: che il giudizio sulla qualità diagnostica ottemperi le specifiche delle linee guida EUR e sia comunque ritenuta soddisfacente dal medico specialista

Questionario compilato a cura dei Responsabili delle apparecchiature. Procedure tecniche per ogni pratica e per ogni apparecchiatura: kV, mA, ms, DFF, dimensioni campo

Misura rendimento, $R(kV, mAs)$

Tabella spessori paziente standard derivato da fantoccio virtuale
Fattore correzione per la distanza, d^2

Fattore correttivo backscatter, B

$$ESD = R(kV) \cdot mAs \cdot d^2 \cdot B$$

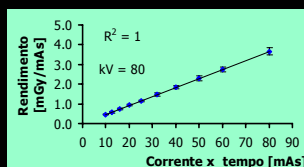
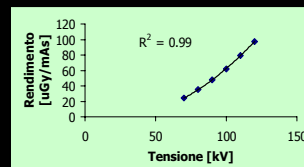
ESD

Esempio modulo raccolta dati

Unità operativa: Radiodiagnostica II
Sala Radiologica: A
Apparecchio: Pensile Philips
Esame: Torace

Proiezione	Tensione [kV]	Corrente [mA]	Tempo [s]	DFP [cm]	Campo [cm x cm]
PA	110	300	0.032	200	35 x 43
LAT	110	300	0.05	200	35 x 43

Misura $R(kV, mAs)$



Esempio valutazione ESD

Rendimento a 110 kV: 50 $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ a 1 m

➤ Torace proiezione PA: (DFP = 200 - 5 - 20 = 175 cm)
 ESD = 50 [$\mu\text{Gy}/\text{mAs}$] · (100/175)² · 300 [mA] · 0.032 [s] · 1.35 = 214 μGy

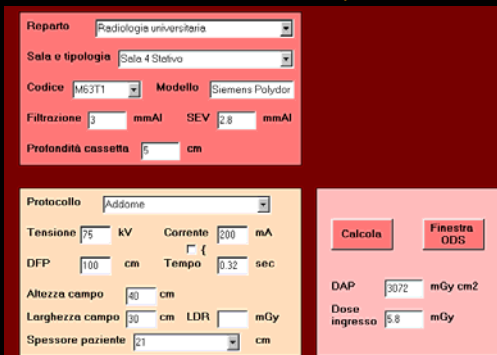
➤ Torace proiezione LAT: (DFP = 200 - 5 - 30 = 165 cm)
 ESD = 50 [$\mu\text{Gy}/\text{mAs}$] · (100/165)² · 300 [mA] · 0.05 [s] · 1.35 = 372 μGy

Valutazione "diretta" o "quasi" di ESD

➤ valutazione "diretta": i dosimetri TLD opportunamente tarati, devono essere posizionati sulla superficie del paziente in corrispondenza dell'asse del fascio RX

➤ valutazione "quasi-diretta" per mezzo di misure di kerma in aria eseguite "in-vivo" con camera trasmittiva di nuova concezione che misura contemporaneamente DAP [$\text{mGy}\cdot\text{cm}^2$] e K_a [mGy]

Gestione misure: esempio database



Stima della dose efficace, E [mSv]

- Metodo di Huda e Gkanatsios: calcolo manuale per mezzo di valori tabulati (Rif. "Effective dose and energy imparted in diagnostic radiology", Huda et al., Med. Phys. 24(8), August 1997)
- Metodo di Rannikko: calcolo automatico per mezzo di un algoritmo di calcolo (Rif. "Computing patient doses of X-ray examinations using a patient size-and sex-adjustable phantom", Rannikko et al., Br. J. R. July 1997)

Metodo di Huda e Gkanatsios

$$E(M) = \varepsilon \cdot (E/\varepsilon)_{\text{proiezione}} \cdot (70.9/M)$$

$$\varepsilon = \omega(z) \cdot \text{EAP} \quad \text{dove} \quad \omega(z) = \alpha \cdot \text{SEV} + \beta$$

$$\text{EAP} [\text{R}\cdot\text{cm}^2] = \text{DAP} [\text{Gy}\cdot\text{cm}^2] \cdot 87.7 [\text{R}/\text{Gy}]$$

Valori tabulati:

- (E/ε) per 68 proiezioni [mSv/J]
- fattori α e β per diverse tensioni (50 - 140 kV) e diversi spessori del paziente (5 - 30 cm)

Esempio: stima E per esame addome

➤ Parametri di esposizione e dati paziente:

- 75 kV, 64 mAs, 30x40 cm^2 , DFF = 1m
- SEV = 2.8 mmAl e Output = 40 $\mu\text{Gy}/\text{mAs}$ a 1m
- Paziente: 70 kg di peso e 23 cm di spessore

➤ Valori tabulati:

- $(E/\varepsilon)_{\text{addome}} = 21.3 [\text{mSv}/\text{J}]$
- $\alpha : 2.14 \cdot 10^{-5}$ e $\beta : 2.684 \cdot 10^{-5}$

Calcolo E:

$$\text{EAP} = 40 \text{ [uGy/mAs]} \cdot 64 \text{ [mAs]} \cdot (30 \times 40) \text{ [cm}^2\text{]} \cdot 87.7 \text{ [R/Gy]} = 269.4 \text{ [R} \cdot \text{cm}^2\text{]}$$

$$\omega(z) = (2.14 \cdot 10^{-5}) \cdot 2.8 + 2.684 \cdot 10^{-5} = 8.7 \cdot 10^{-5} \text{ [J/(R} \cdot \text{cm}^2\text{)]}$$

$$\varepsilon = 269.4 \text{ [R} \cdot \text{cm}^2\text{]} \cdot 8.7 \cdot 10^{-5} = 0.023 \text{ [J]}$$

$$E = 0.023 \text{ [J]} \cdot 21.3 \text{ [mSv/J]} \cdot (70.9/70) = 0.5 \text{ mSv}$$

Metodo di Ranniko: programma di calcolo WinODS

Tube voltage [kV]: 75 FSD [cm]: 100
 Filtration [mmAl]: 3 Field width [cm]: 22.5
 KAP [mGycm²]: 3072 Field height [cm]: 30
 Patient weight [kg]: 70 Female
 Height [cm]: 170 Male

Esempio: stima E per esame addome

Patient length [cm]: 170
 Patient weight [kg]: 70
 Patient sex: Male

ICRP-60 organs [mGy]:			
Gonads	0.11	Brain	*
Bone marrow	0.38	Upper large intest.	4.17
Colon	3.35	Small intestine	3.02
Lungs	0.05	Kidney	0.67
Stomach	2.43	Muscle	0.22
Bladder	2.65	Pancreas	1.93
Breast	-	Spleen	0.56
Liver	1.1	Thymus	*
Oesophagus	*	Uterus	-
Thyroid	*		
Skin	0.25	Effective Dose	1.08
Bone surface	0.34	[mSv]	
Adrenals	0.55		

Stima della dose utero (embrione), D_{utero} [mGy]

- Metodo di Ranniko: calcolo automatico per mezzo di un algoritmo di calcolo
- Metodo ICRP 34: calcolo manuale per mezzo di valori tabulati

Metodo ICRP 34

- Valori tabulati: dose assorbita all'utero (D_{utero}) in funzione del kerma in aria (IK_{aria}) alla superficie d'ingresso della paziente per diversi valori di SEV.
- Noto il rendimento dell'apparecchiatura la dose assorbita all'utero può quindi essere valutata come:

$$D_{\text{utero}} = (D_{\text{utero}}/IK_{\text{aria}}) \text{ [mGy/Gy]} \cdot IK_{\text{aria}} \text{ [Gy]}$$

dove $IK_{\text{aria}} \text{ [Gy]} = R(\text{kV}) \cdot d^2 \cdot \text{mAs}$

Esempio: stima D_{utero} per colonna lombare AP

- Parametri di esposizione e dati paziente:
 - 70 kV, 80 mAs, 35x43 cm², DFF = 102 cm
 - SEV= 2.6 mmAl, Output = 60 μGy/mAs a 1m
 - Paziente: 70 kg di peso e 26 cm di spessore
- $IK_{\text{aria}} = 60 \text{ [μGy/mAs]} \cdot 80 \text{ [mAs]} \cdot [100/(102-5-26)]^2 = 9.5 \text{ mGy}$
- Valore tabulato per 2.6 mmAl: $(D_{\text{utero}}/IK_{\text{aria}}) = 301 \text{ [mGy/Gy]}$
- $D_{\text{utero}} = 0.0095 \text{ [Gy]} \cdot 301 \text{ [mGy/Gy]} = 2.86 \text{ mGy}$

Conclusioni

- I metodi di calcolo descritti per la stima di E e di D_{utero} sono solo alcuni di quelli esistenti
- La valutazione di E e di D_{organi} può ovviamente sempre essere eseguita per mezzo di misure con fantocci antropomorfi e TLD



The End

