

## Esercitazioni sulle valutazioni in tomografia computerizzata



P. Isoardi, O. Rampado

S. C. Fisica Sanitaria 1  
A.S.O. San Giovanni Battista di Torino

## Operativamente:

- Rispetto dei LDR:  $CTDI_w$  (DLP)
- Valutazione dose efficace, E
- Valutazione dose all'utero,  $D_{utero}$
- Valutazione dose feto,  $D_{feto}$

Le considerazioni sono valide sia per TC assiali che volumetrica a singola o multi-slice

## L'indice di dose in TC:

- $CTDI_{FDA}$
- $CTDI_{100,aria}$
- $CTDI_{100,c}$
- $CTDI_{100,p}$
- $CTDI_w = (1/3) CTDI_{100,c} + (2/3) CTDI_{100,p} = P_{head \text{ o } body} \cdot CTDI_{aria}$
- $CTDI_{w,eff} = CTDI_{vol} = CTDI_w / pitch$

A livello dosimetrico rappresenta la dose "locale"

## Verifica del rispetto dei LDR (rif. EUR 16262 EN)

Valutazione del  $CTDI_w$  per mezzo di misure in fantoccio

- valutazione per mezzo di misure eseguite con dosimetri TLD
- valutazione per mezzo di misure eseguite con camera a ionizzazione cilindrica da 10 cm di lunghezza utile

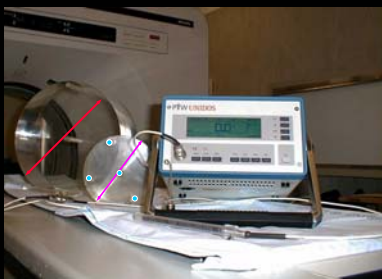


La camera a ionizzazione permette la valutazione diretta del  $CTDI_{100}$

## Strumentazione necessaria per valutazione CTDI

d = 32 cm

d = 16 cm



## Valutazione $CTDI_{100}$ :

- Misura D [mGy] oppure [mGy·cm] per 1 singola fetta impostata
- Calcolo  $CTDI_{100}$  come:

$$CTDI_{100} = (1/T[\text{cm}]) \cdot D [\text{mGy}] \cdot L [\text{cm}] = (1/T[\text{cm}]) \cdot D [\text{mGy} \cdot \text{cm}]$$

dove L è la lunghezza sensibile della camera (10 cm) e T è lo spessore della fetta irradiata

## Valutazione $CTDI_w$ :

- Media  $CTDI_{100,p}$
- Calcolo  $CTDI_w$  come:

$$CTDI_w = (1/3) \cdot CTDI_{100,c} + (2/3) \cdot CTDI_{100,p}$$

- Fantoccio testa:  $CTDI_c \cong CTDI_p$
- Fantoccio corpo:  $CTDI_c < CTDI_p$



## Valutazione $CTDI_w$ :

$$CTDI_w = P_{\text{head o body}} \cdot CTDI_{\text{aria}}$$

$$\text{dove } P_{\text{head o body}} = CTDI_w / CTDI_{\text{aria}}$$

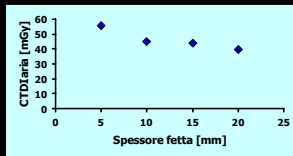
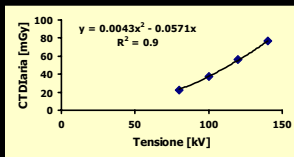


$CTDI_{100,c-p}$



$CTDI_{100,aria}$

## Risultati misure: filtro HEAD



## Gestione misure: esempio database

Tomografo: Picker Universitaria

**Dati Tomografo**

Tensione: 120 kV  
 Filtro: 0  
 Spessore: 10 mm  
 CTDI<sub>air</sub>: 0.449 mGy  
 Ph: 0.379 Pb: 0.282  
 Spes. vero: 10.4 mm

**Protocollo**: Torace spirale

**Dati Protocollo**

Modalità: Volumetrica  
 I. sezione: 1 s  
 corrente: 200 mA  
 Lunghezza: 25 cm  
 Pitch: 1.5

Testa  Corpo

**Calcola** CTDI<sub>w</sub>: 25.3333 mGy DLP: 422.2 mGy cm  
**Report** CTDI<sub>w,eff</sub>: 16.8888 mGy  
 Dose centrale: 7.69230 mGy Dose per.: 20.51 mGy

## Stima della dose efficace, E [mSv]

- Linea guida europea 16262 EN: calcolo manuale per mezzo di valori tabulati
- Metodo di Zankl: calcolo manuale per mezzo di valori tabulati  
(Rif. "The calculation of dose from external photon exposures using reference human phantoms and Monte Carlo methods part IV: Organ doses from computed tomographic examinations", GSF, 30/1991)
- Metodo ImPact: calcolo automatico per mezzo di algoritmo di calcolo  
(Rif. Software ImPact - www.impactscan.org)

## Valutazione dose paziente: 1° metodo

Fattori moltiplicativi pubblicati nella linea guida europea EUR 16262 EN

$$E(\text{mSv}) = E_{\text{DLP}} \times \text{DLP}$$

Region of body	Conversion factor, $E_{\text{DLP}}$ (mSv mGy <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> )
Head	0.0023
Neck	0.0054
Chest	0.017
Abdomen	0.015
Pelvis	0.019

Rif. European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography, EUR 16262, May 1996

## Valutazione dose paziente: 1° metodo

### Esempio pratico

- 1) calcolo il DLP per il "singolo passaggio" dell'esame (il DLP può essere anche quello visualizzato sul display)
- 2) Selezione il distretto corporeo irradiato
- 3) Moltiplico il DLP per il fattore indicato dalla linea guida europea EUR 16262 EN
- 4) Se l'esame è composto da più fasi sommo i contributi dovuti alle diverse parti dell'esame

## Valutazione dose paziente: 1° metodo

Ottingo una stima della dose efficace per paziente standard e esame standard

Non ottengo nessuna stima circa le dosi assorbite agli organi

Tale stima non permette di differenziare né il tomografo, né la diversa struttura fisica del paziente, né il sesso del paziente

## Valutazione dose paziente: 2° metodo

- Metodo di Zankl: calcolo manuale per mezzo di valori tabulati

(Rif. "The calculation of dose from external photon exposures using reference human phantoms and Monte Carlo methods part IV: Organ doses from computed tomographic examinations", GSF, 30/1991)

## Metodo di Zankl

$$E \text{ [mSv]} = {}_n\text{CTDI}_{\text{aria}} \cdot Q \cdot F \cdot k_{\text{CT}} \cdot k_{\text{HV}}$$
$${}_n\text{CTDI}_{\text{aria}} \text{ [mGy/mAs]}, Q \text{ [mAs]}, F \text{ [mSv/mGy]}$$

dove:  $F = (1/p_{\text{itch}}) \cdot \sum_z f(z)$ ,  $k_{\text{CT}}$  fattore correttivo per diverso tomografo,  $k_{\text{HV}}$  fattore correttivo per diversa tensione

Valori tabulati:  $f(z)$  [mSv/(mGy·cm)] per ogni posizione  $z$  della scansione sia per pazienti adulti (uomo, donna), sia per pazienti pediatrici per il tomografo Siemens Somatom DHR, con tensione pari a 125 kV

## Esempio: stima E per TC torace

- Parametri di esposizione e dati paziente:
  - Tomografo: Siemens Somatom DHR,  ${}_n\text{CTDI}_{\text{aria}} = 0.19 \text{ mGy/mAs}$
  - 125 kV, 250 mAs, 21 fette da 10 mm,  $p = 1$
  - Paziente: standard
- Valori tabulati:
  - $\langle f(z) \rangle$  uomo:  $0.007 \text{ [mSv/(mGy·cm)]}$
  - $\langle f(z) \rangle$  donna:  $0.009 \text{ [mSv/(mGy·cm)]}$

## Esempio: stima E per TC torace

- Calcolo F complessivo:
  - $F_{\text{uomo}} = 21 \cdot 0.007 = 0.147 \text{ mSv/mGy}$
  - $F_{\text{donna}} = 21 \cdot 0.009 = 0.189 \text{ mSv/mGy}$
- Stima E:
  - $E_{\text{uomo}} = 0.19 \cdot 250 \cdot 0.147 = 6.98 \text{ mSv}$
  - $E_{\text{donna}} = 0.19 \cdot 250 \cdot 0.189 = 8.99 \text{ mSv}$

## Valutazione dose paziente: 2° metodo

Ottingo una stima della dose efficace per paziente standard (uomo e donna) e esame standard

Non ottengo nessuna stima circa le dosi assorbite agli organi

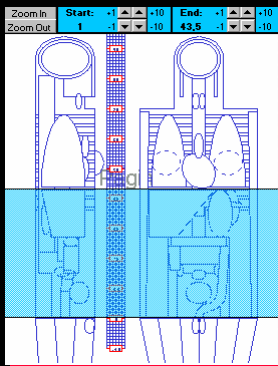
Tale stima permette di correggere i parametri di calcolo per diversi tomografi e diversi valori di tensione

## Valutazione dose paziente: 3° metodo

Software distribuito gratuitamente dall'ImPact: CT Patient Dosimetry Calculator

Il programma permette di selezionare il tipo di tomografo, le modalità di lavoro, il distretto corporeo irradiato e, utilizzando una banca dati opportuna (NRPB), calcola la dose efficace (E, mSv) e la dose agli organi (D, mGy) del paziente

## Software ImPact: addome completo



## Software ImPact: addome completo

ImPACT CT Patient Dosimetry Calculator					
version 0.99c, 07/05/2003					
Scanner Model:	Acquisition Parameters:				
Manufacturer: GE	mA	140	mA		
Scanner: GE CT, LightSpeed, LightSpeed	Rotation time	0.8	s		
kV: 120	mAs / Rotation	100	mAs		
Scan Region: Abdo	Collimation	10	mm		
Data Set: NRPB215 Update Data Set	Slice Width	5	mm		
Current Data: NRPB215	Pitch	1.5			
Scan range:	Rel. CTDI	Look up: 1.00	at selected collimation		
Start Position: 1 cm Gel Frosh-Phan	CTDI (ref)	Look up: 15.4	mGy/100mAs		
End Position: 43.5 cm Diaphan	CTDI (soft tissue)	Look up: 17.7	mGy/100mAs		
Patient Sex: m	c-CTDI	Look up: 10.1	mGy/100mAs		
Organ	w <sub>e</sub>	H <sub>T</sub>	w <sub>e</sub> H <sub>T</sub>	Remainder Organs	H <sub>T</sub>
Gonads	0.2	2.5	0.51	Adrenals	14
Bone Marrow (red)	0.12	8.8	0.81	Brain	0.0024
Colon	0.12	14	1.7	Upper Large Intestine	17
Lung	0.12	2	0.24	Small Intestine	15
Stomach	0.12	16	2	Kidney	19
Bladder	0.05	17	0.86	Pancreas	14
Breast	0.05	0.54	0.027	Spleen	15
Liver	0.05	15	0.76	Thymus	0.42
Oesophagus (Thymus)	0.05	0.42	0.021	Uterus	15
Thyroid	0.05	0.039	0.002	Muscle	7
Skin	0.01	5.1	0.051		
Bone Surface	0.01	8.8	0.088	CTD <sub>eff</sub> (mGy)	19.4
Kidneys	0.025	18	0.45	CTD <sub>low</sub> (mGy)	12.9
Remainder 2	0.025	7	0.18	DAP (mGy cm)	969
Total Effective Dose (mSv)				7.6	

## Valutazione dose paziente: 3° metodo

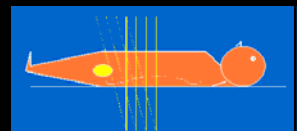
Ottingo una stima della dose efficace per paziente standard (uomo e donna) e esame standard

Si ottiene una stima delle dosi assorbite agli organi

Tale stima permette di correggere i parametri di calcolo per diversi tomografi e diversi parametri di irradiazione

## Problemi valutazione D<sub>organi</sub>

➤ Tilt: i metodi di calcolo non prevedono l'impostazione del tilt e pertanto l'estensione del campo e gli organi compresi devono essere selezionati in modo corretto

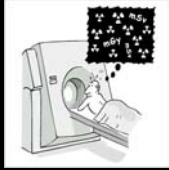


➤ Rotazione: la rotazione del tubo RX prevista è di 360°; possibili errori in caso di rotazioni superiori o inferiori (Es. ottimizzazione cranio con 270°)

## Problemi valutazione E e $D_{organi}$

➤ Variazione automatica mA (Es. GE): ad ogni rotazione del tubo RX cambia il valore dei mA impiegati

E' possibile stimare E con valor medio della corrente o, cautelativamente, impiegando il valor massimo della corrente ma ciò non è applicabile per la valutazione della dose agli organi



## Valutazione corretta $D_{organi}$ 4° metodo

➤ Misure eseguite con fantocci antropomorfi e dosimetri TLD

➤ Impostazioni geometriche e operative reali



*The End*

