



Giornate siciliane di Radioprotezione "M. Bellia"

Radioprotezione nelle attività interventistiche



· Workshop interassociativo ·

*La dose al paziente e agli operatori
in Radiologia Interventistica*

*Viviana Anna La Monaca
UOS Fisica Sanitaria
AOU Policlinico - Vittorio Emanuele*



INAIL

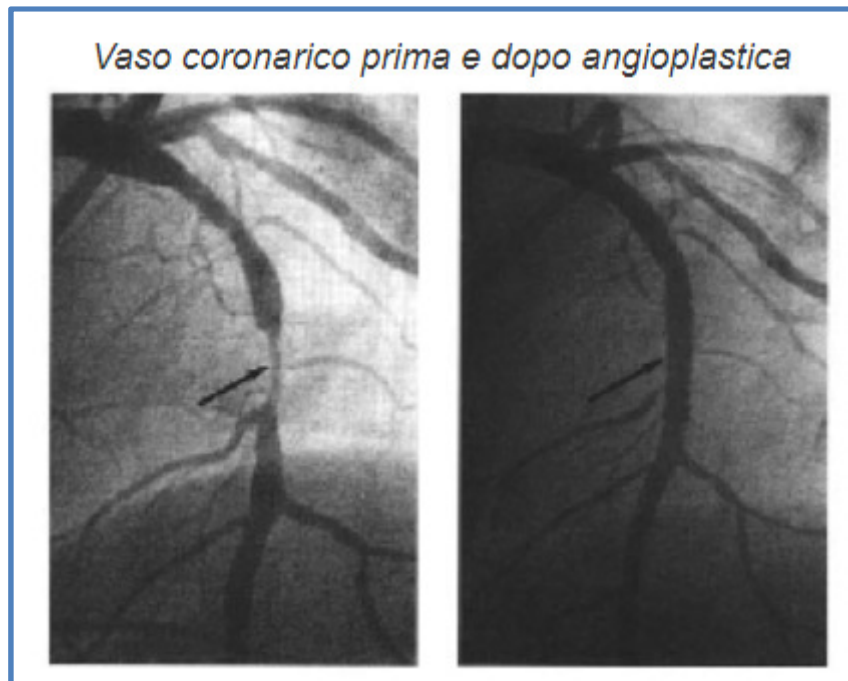


Siracusa, 18-20 Aprile 2018

RADIOLOGIA INTERVENTISTICA

[Quaderno Ministero della Salute]

Diagnosi e trattamento mini-invasivo, guidato dall'imaging, di numerose patologie.



RADIOLOGIA INTERVENTISTICA

VASCOLARE

EXTRA - VASCOLARE

Cardiologi

Chirurghi vascolari

Neuroradiologi

Ortopedici

Urologi

Gastroenterologi

- ✓ Riduce il rischio per il paziente
- ✓ Migliora il risultato clinico

- × **Esposizione ai raggi X**
- × Mezzo di contrasto
- × Operatore - dipendente

Why?

DOSIMETRIA AL PAZIENTE

D.Lgs 187/00

Art. 9

Pratiche Speciali

3. "... il responsabile dell'impianto radiologico provvede affinché un **esperto in fisica medica** esegua periodiche **valutazioni dosimetriche**. ..."

Art.7

Formazione

5. "Le attività dell'**esperto in fisica medica** sono quelle dirette prevalentemente alla valutazione preventiva, ottimizzazione e **verifica delle dosi impartite** nelle esposizioni mediche,..."

D.E 59/13

Art. 83

Specialista in Fisica Medica

2. "...lo **Specialista in Fisica Medica**, a seconda della pratica medico-radiologica, sia **responsabile della dosimetria**, incluse le misurazioni fisiche per la valutazione della dose somministrata al paziente e ad altre persone soggette all'esposizione medica, ..."

Why?

DOSIMETRIA AL PAZIENTE

Ridurre i danni deterministici

Effect	Approximate threshold dose (Gy)	Time of onset	Minutes of fluoroscopy at typical normal dose rate of 0.02Gy/min, (20 mGy/min - 2 rad/min) ^c	Minutes of fluoroscopy at typical high dose rate of 0.2Gy/min, (200mGy/min/ - 20 rad/min) ^c
SKIN^a				
Early transient erythema	2	2-24 hours	100	10
Main erythema reaction	6	≈1.5 weeks	300	30
Temporary epilation	3	≈3 weeks	150	15
Permanent epilation	7	≈3 weeks	350	35
Dry desquamation	14	≈4 weeks	700	70
Moist desquamation	18	≈4 weeks	900	90
Secondary ulceration	24	>6 weeks	1200	120
Late erythema	15	8-10 weeks	750	75
Ischaemic dermal necrosis	18	>10 weeks	900	90
Dermal atrophy (1 st phase)	10	>52weeks	500	50
Telangiectasis	10	>52 weeks	500	50
Dermal necrosis (late phase)	>15?	>52 weeks	750	75
Skin cancer	not known	>15 years	N/A	N/A
EYE^b				
Lens opacity (detectable)	>1-2	>5 years	>50 to eye	>5 to eye
Lens / Cataract (debilitating)	> 5	>5 years	>250 to eye	>25 to eye

Table 1. Potential effects of fluoroscopic exposures on the reaction of skin and lens of eye (taken from ICRP-85).

ICRP 85

Protocollo clinico dovrebbe includere il ***dato di esposizione*** relativo alle dosi cumulative della pelle e dei siti cutanei associati alle varie parti della procedura.

Dosi massime cumulative che sembrano avvicinarsi o superare 1 Gy (per procedure che possono essere ripetute) o 3 Gy (per qualsiasi procedura) dovrebbero essere registrate, e ci dovrebbe essere una procedura di follow-up.



(a)



(b)



(c)



(d)

Why?

Dosimetria al paziente

D.E 59/13

Art. 58

Procedure

b. "... l'informazione relativa all'esposizione del paziente faccia parte del referto della procedura medico-radiologica;
C. ..."

Art. 60

Procedure

3d. "Le attrezzature usate per la radiologia interventistica e la tomografia computerizzata ... siano munite di un dispositivo o di un indicatore che informi il medico specialista, al termine della procedura, dei parametri pertinenti per la valutazione della dose per paziente;

3e. ...

3f. le nuove attrezzature medico diagnostiche che producono radiazioni ionizzanti siano munite di un dispositivo, o di uno strumento equivalente, che informi il medico specialista dei parametri pertinenti per la valutazione della dose per paziente. Se del caso, le attrezzature offrono la possibilità di trasferire queste informazioni nella registrazione dell'esame...."



**Documento di consenso intersocietario
Registrazione e informazione dei dati di esposizione radiologica alla luce della
Direttiva 2013/59/Euratom del 5 dicembre 2013.**



Corretta gestione (registrazione, archiviazione e informazione) dei dati di esposizione per gli esami di diagnostica (art. 60 comma 3c, d, e ed f).

Rilascio di appropriate informazioni sull'esposizione del paziente (art. 58 comma b).

**Documento di consenso intersocietario
Registrazione e informazione dei dati di esposizione radiologica alla luce della
Direttiva 2013/59/Euratom del 5 dicembre 2013.**



**DIFFERENZE NEL LIVELLO TECNOLOGICO
INFORMATIZZAZIONE DELLE STRUTTURE SANITARIE**



MODALITA'	INDICATORI DI ESPOSIZIONE
Tomografia computerizzata	Computed tomography dose index - CTDIvol [mGy] e Dose-Length Product -DLP [mGy cm]
Radiologia interventistica e Fluoroscopia	Air Kerma- Area product KAP [Gy cm ²] e Reference Air Kerma[mGy]
Radiologia convenzionale	Air Kerma-Area product KAP [mGy cm ²] o DAP[mGy cm ²], e Entrance Surface Air Kerma- ESAK [mGy]
CBCT	Air Kerma-Area product KAP [mGy cm ²] o DAP [mGy cm ²],
Mammografia	Entrance Surface Air Kerma - ESAK [mGy],
Medicina nucleare	Attività somministrata [MBq]
Radioterapia con fasci esterni e sorgenti sigillate	Gy al target ed agli organi critici



**RIPORTARE INFORMAZIONI
SINTETICHE RELATIVE ALLA
SINGOLA PROCEDURA E PER
UNO SPECIFICO PAZIENTE**



**SOLUZIONE STRETTAMENTE
CORRELATA ALLO STATO DI
AGGIORNAMENTO DELLE
APPARECCHIATURE**

**Documento di consenso intersocietario
Registrazione e informazione dei dati di esposizione radiologica alla luce della
Direttiva 2013/59/Euratom del 5 dicembre 2013.**



MODALITA'	INDICATORI DI ESPOSIZIONE
Tomografia computerizzata	Computed tomography dose index - CTDIvol [mGy] e Dose-Length Product -DLP [mGy cm]
Radiologia interventistica e Fluoroscopia	Air Kerma- Area product KAP [Gy cm ²] e Reference Air Kerma[mGy]
Radiologia convenzionale	Air Kerma-Area product KAP [mGy cm ²] o DAP[mGy cm ²], e Entrance Surface Air Kerma- ESAK [mGy]
CBCT	Air Kerma-Area product KAP [mGy cm ²] o DAP [mGy cm ²],
Mammografia	Entrance Surface Air Kerma - ESAK [mGy],
Medicina nucleare	Attività somministrata [MBq]
Radioterapia con fasci esterni e sorgenti sigillate	Gy al target ed agli organi critici

***CONTROLLO PERIODICO DEL DATO DI ESPOSIZIONE PARTE
INTEGRANTE DELLE VERIFICHE DI QUALITA' DELL'APPARECCHIATURA***

DOCUMENTARE ADEGUATAMENTE IL LIVELLO DI INCERTEZZA $\pm 20\%$ ÷ $\pm 50\%$

***NON APPROPRIATO UTILIZZARE LA DOSE EFFICACE STIMATA PER UN
SINGOLO PAZIENTE E PER UNO SPECIFICO ESAME***

UTILIZZARE FONTI AUTOREVOLI DI INFORMAZIONE

OBBLIGO NORMATIVO (D. Lgs. 187/00)

**PREVENIRE INSORGENZA DANNI
DETERMINISTICI (ICRP 85)**

**RIDURRE LA PROBABILITA' DI RISCHIO
DANNI STOCASTICI**

OTTIMIZZAZIONE

CONFRONTO LIVELLI DI DOSE CON LDR

INFORMARE IL PAZIENTE

**CORRELARE LA DOSE AL PAZIENTE CON
LA DOSE ALL'OPERATORE**



PARAMETRI DA VALUTARE

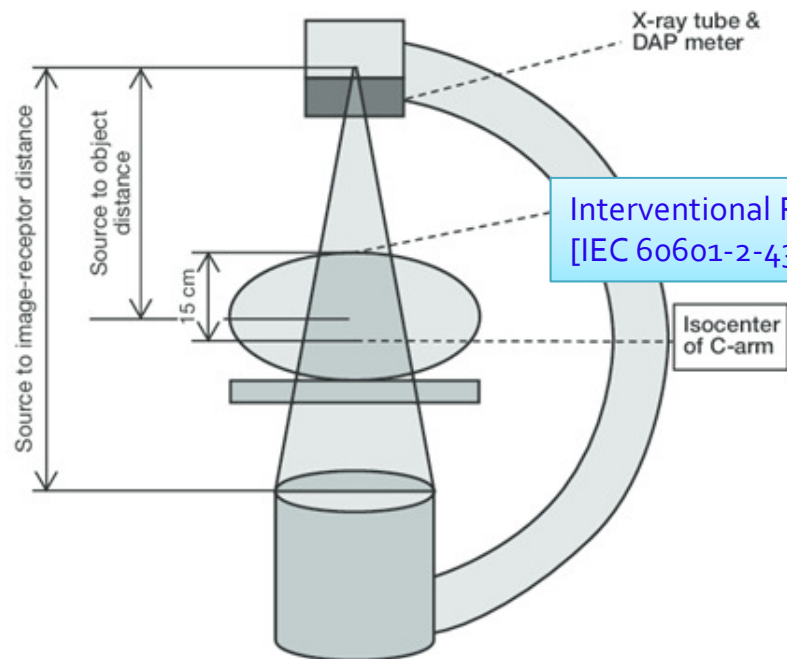
Cumulative Air Kerma (CK), [mGy]

Dose Area Product (DAP), [Gy cm²]

Peak Skin Dose (PSD), [mGy]

Fluoroscopy Time, [min]

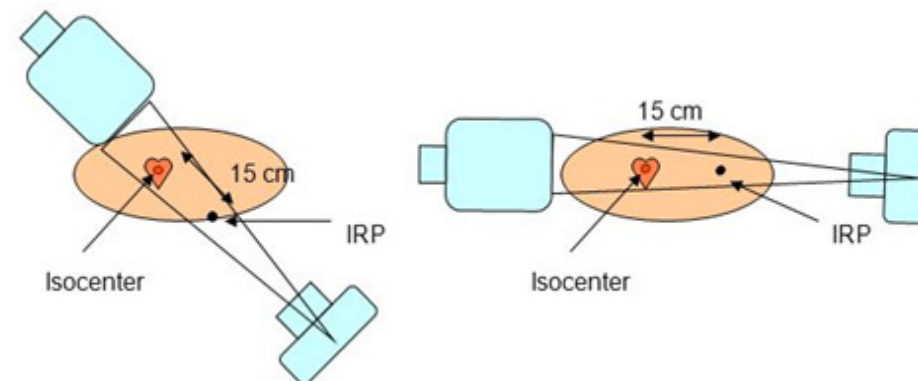
Dose Efficace e dose agli organi, [mSv]



Interventional Reference Point (IRP)
[IEC 60601-2-43, 2000]

Isocenter
of C-arm

Il CK non tiene conto di variazioni dell'angolo di incidenza del fascio



PARAMETRI DA VALUTARE

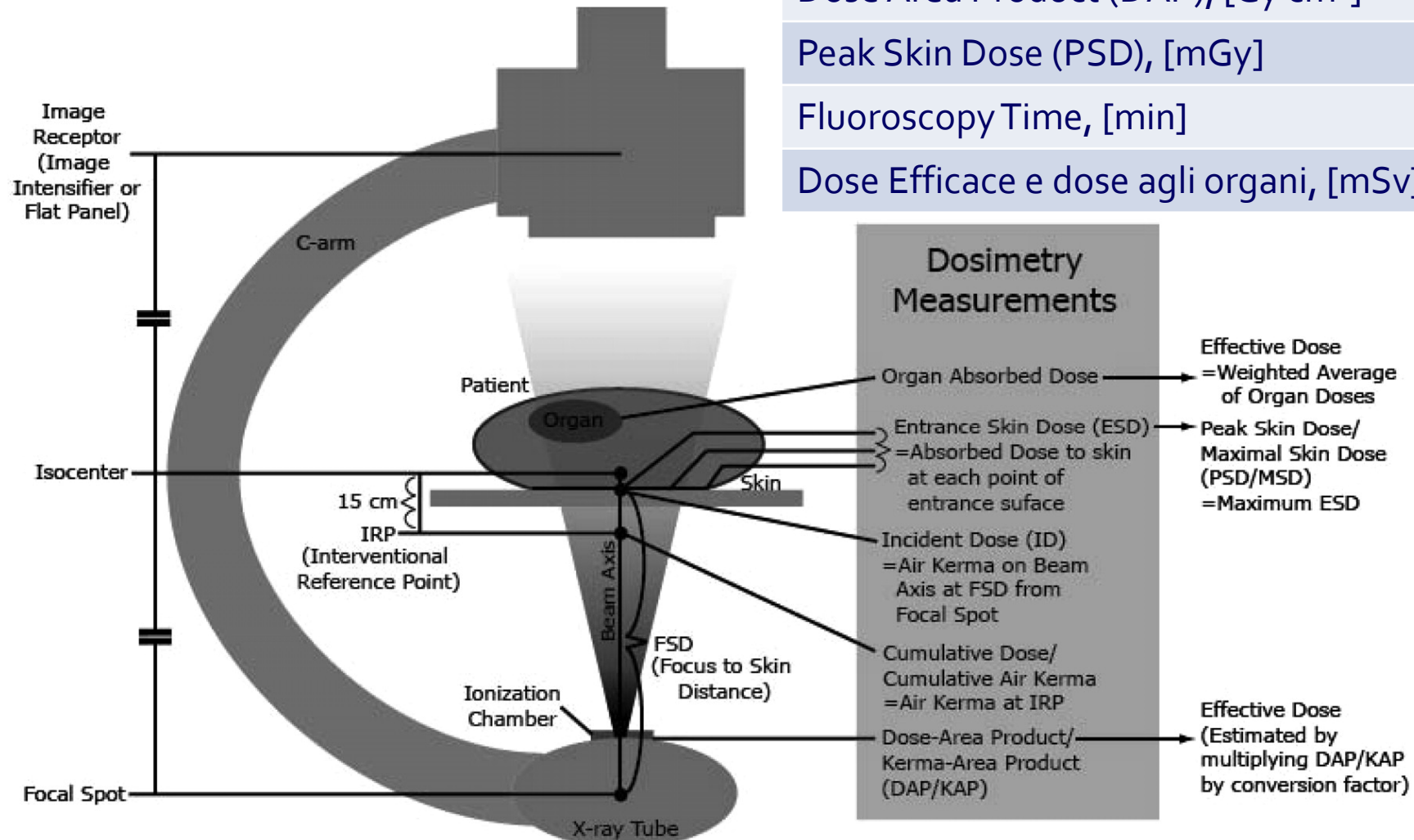
Cumulative Air Kerma (CK), [mGy]

Dose Area Product (DAP), [Gy cm²]

Peak Skin Dose (PSD), [mGy]

Fluoroscopy Time, [min]

Dose Efficace e dose agli organi, [mSv]



VALUTAZIONE DEL DAP



$$DAP = D \times Area \text{ [Gycm}^2\text{]}$$

Si misura con una camera piatta a trasmissione, interamente attraversata dal fascio

È indipendente dalla distanza dal fuoco

Misura la radiazione diffusa dai collimatori

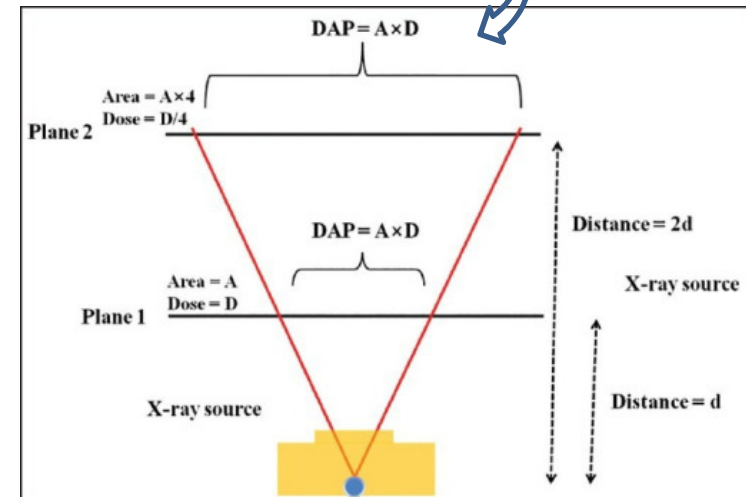
Dipendenza energetica, con incertezze del 20-30% sul valore misurato.

ATTENZIONE!



Calibrazione del DAP per una specifica energia, confronto con:

1. misura di dose puntuale + valutazione area
1. misura DAP



VALUTAZIONE DELLA PSD

La valutazione in vivo della ESD è complessa a causa delle diverse condizioni di esposizione specifiche della tipologia di procedura e della necessità di utilizzare strumenti che non interferiscano con la procedura.

**D
I
F
F
I
C
O
L
T
A'**

NON È NOTO IL PUNTO IN CUI SI RAGGIUNGERA' LA MAX ESD

ESPOSIZIONE DI REGIONI ANATOMICHE DIVERSE

UTILIZZO DI DIVERSE PROIEZIONI

DIVERSA FSD E DIVERSA FDD

DIVERSE DIMENSIONI DEL FASCIO

DIVERSA QUALITA' DEL FASCIO

VALUTAZIONE DELLA PSD

METODI DIRETTI

*Dosimetri
posizionati in
prossimità della
cute del paziente*

METODI INDIRETTI

*Indicatore di
output
+
fattori di
conversione*

Modelli di calcolo

VALUTAZIONE DELLA PSD

METODI DIRETTI

MISURA PUNTUALE

TLD
MOSFET
microscintillatori

*Si perde l'informazione
sul valore massimo
della dose in cute*

MISURA AREALE

**Pellicole radiografiche o
radiocromiche**

*Si valuta il valore
massimo e la
distribuzione di dose*

MISURE SIMULATE IN APPOSITI FANTOCCI

VALUTAZIONE DELLA PSD

METODI INDIRECTI

MODELLI DI CALCOLO

VALORI DI DAP TOTALE

PARAMETRI DI ESPOSIZIONE E GEOMETRICI

+

TEMPO DI SCOPIA E NUMERO DI IMMAGINI

SOFTWARE INTEGRATI DI DOSE TRACKING

PARAMETRI GEOMETRICI + DATI DI ESPOSIZIONE E RENDIMENTO / DAP

INFORMAZIONI CONTENUTE NEL RDSR

DISCLOSURE

NESSUN CONFLITTO DI INTERESSI

VALUTAZIONE DELLA PSD

RDSR: Radiation Dose Structured Report

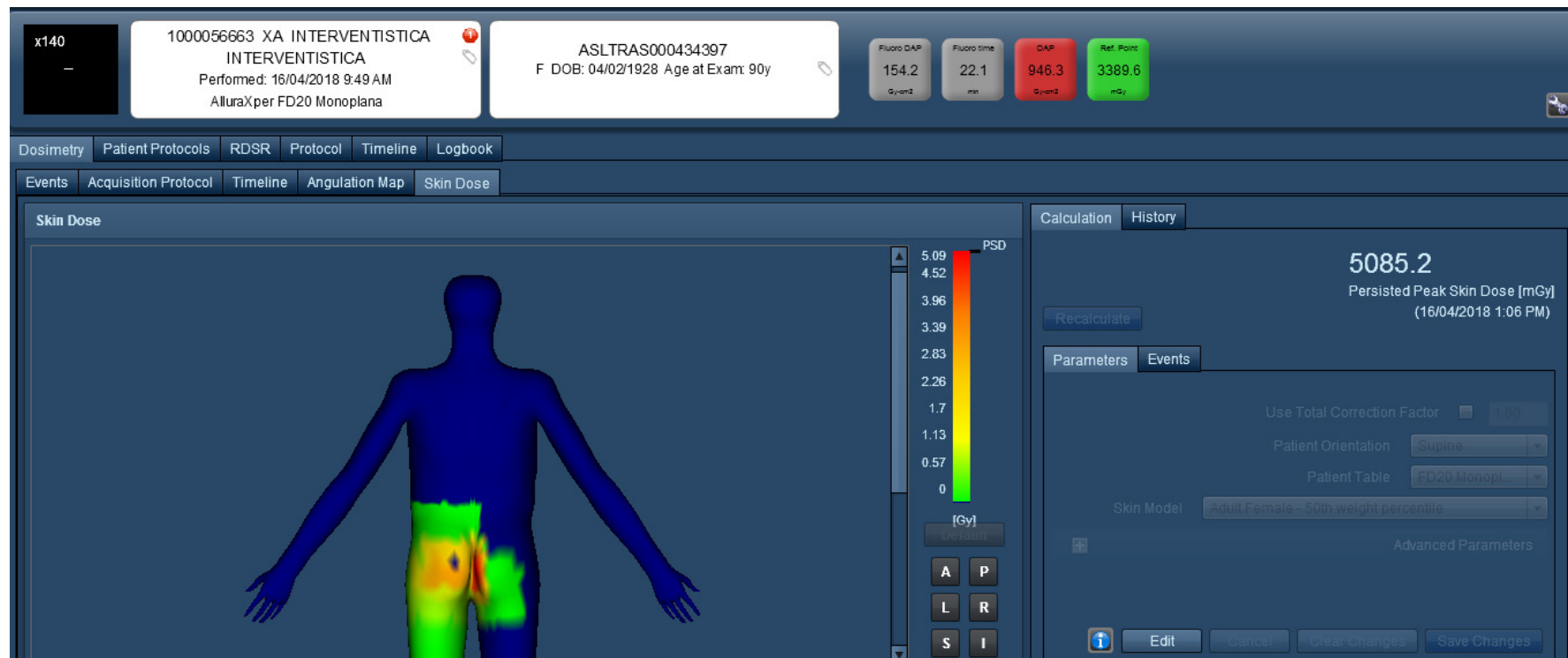
Organizzato in una complessa struttura ad albero che contiene all'interno molte delle informazioni utili alla valutazione della dose. In particolare, è possibile estrarre separatamente e per ogni evento di irradiazione:

- dati anagrafici del paziente e tipo di esame eseguito;
- parametri di esposizione;
- tempo di irradiazione;
- spessore e materiale della filtrazione aggiuntiva;
- dimensioni del campo di irradiazione sul rivelatore;
- parametri geometrici sulla posizione del tubo radiogeno.

VALUTAZIONE DELLA PSD

Radimetrics (eXposure) - Bayer

Un sistema stand-alone che sfrutta le informazioni del RDSR e mediante 19 modelli fornisce la distribuzione di ESD in tempo reale, anche in funzione dell'angolo, e calcola il valore di PSD.



VALUTAZIONE DELLA PSD

VALUTAZIONI IN TEMPO REALE



VALUTAZIONI AL TERMINE DELLA PROCEDURA

OTTIMIZZAZIONE

FOLLOW UP

Livelli di Allerta (LA) suggeriti dal NCRP 168

Grandezza dosimetrica	Prima notifica al medico	Notifica successiva
PSD (mGy)	2000	500
CK (mGy)	3000	1000
KAP (Gycm ²)	300 (*)	100 (*)
Tempo di fluoroscopia (min)	30	15

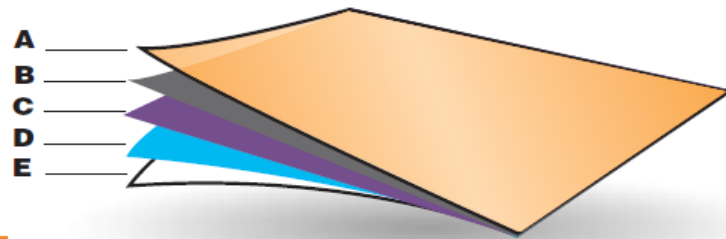
(*) assumendo un campo di dimensioni 100 cm²; il valore deve essere adattato alle dimensioni reali del campo utilizzato durante la procedura

MISURE DI DOSE IN INGRESSO (ESD)

AOU Policlinico Vittorio Emanuele - Catania

Structure of GAFCHROMIC® film, type XR-RV3

- A** yellow polyester 97 microns
- B** pressure sensitive adhesive..... 12 microns
- C** active layer..... 17 microns
- D** surface layer 3 microns
- E** white polyester 97 microns



☺ **TESSUTO EQUIVALENTE**

☺ **INDIPENDENTI DAL DOSE RATE**

☺ **POCO DIPENDENTI DALL'ENERGIA**

Dose Range	Energia	Dimensioni
0.01Gy – 30Gy	30 keV – 30 MeV	14''x17''



METODO AFFIDABILE PER DOCUMENTARE LA DISTRIBUZIONE DI DOSE E LA PSD IN PROCEDURE DI RI



METODO LABORIOSO E NON FORNISCE INFORMAZIONI IN TEMPO REALE

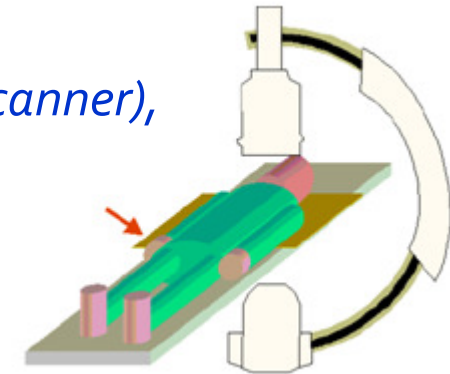
MISURE DI DOSE IN INGRESSO (ESD)

PROCEDURE ANALIZZATE	N° CASI
TAVI (Transcatheter Aortic Valve Implantation)	14
CTO (Coronary Chronic Total Occlusion)	13
CA (Coronagraphy Angioplasty)	6
CA + PTCA (Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty)	6

- ① **Misure di ESD con pellicole GAFCHROMIC XR RV3.**
Caratterizzazione in termini di uniformità (pellicole e scanner),
dipendenza dall'orientazione e dal dose rate.

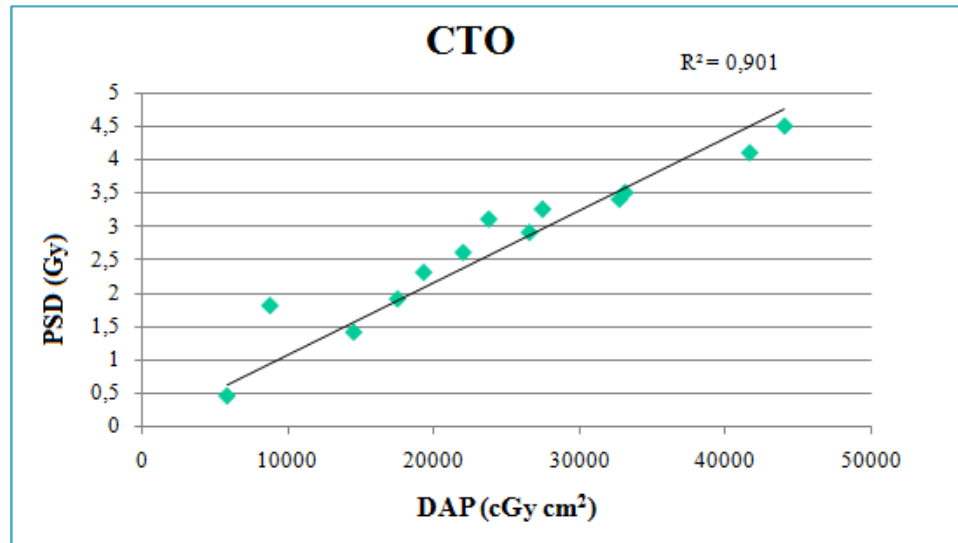
Calibrazione e verifica al variare dell'energia del fascio.

[Caratterizzazione dosimetrica dei film GAFCHROMIC® XR-RV3 per la valutazione della distribuzione bidimensionale e puntuale della dose in ingresso nelle procedure di radiologia interventistica. V.Salamone, C.Stancampiano, R.M.La Rosa. Fisica in Medicina N° 4-2014; 1-11.]

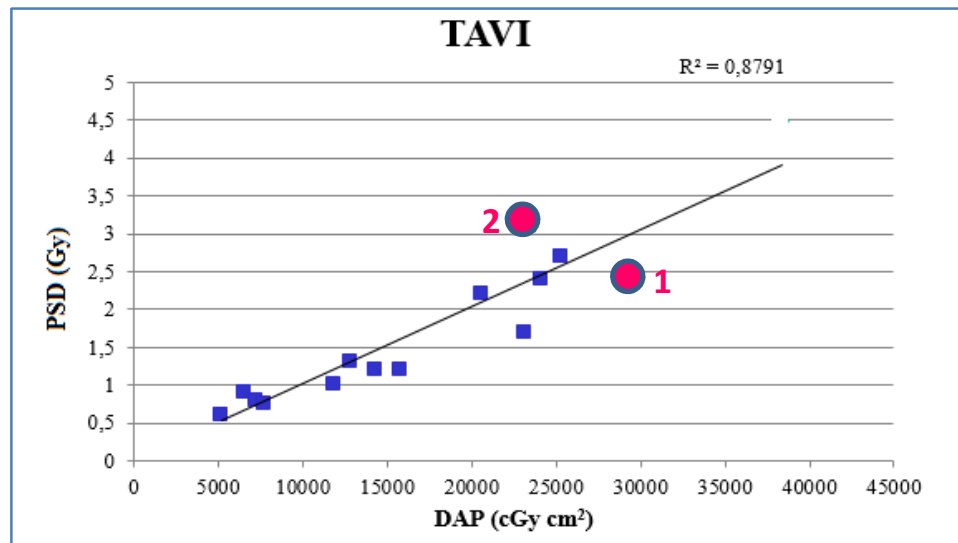


- ② **Registrazione dei parametri indiretti** calcolati e forniti
dall'apparecchiatura: **CK, DAP, Tempo di scopia e numero di immagini.**

CORRELAZIONE DAP E PSD



$$R^2 = 0.90$$

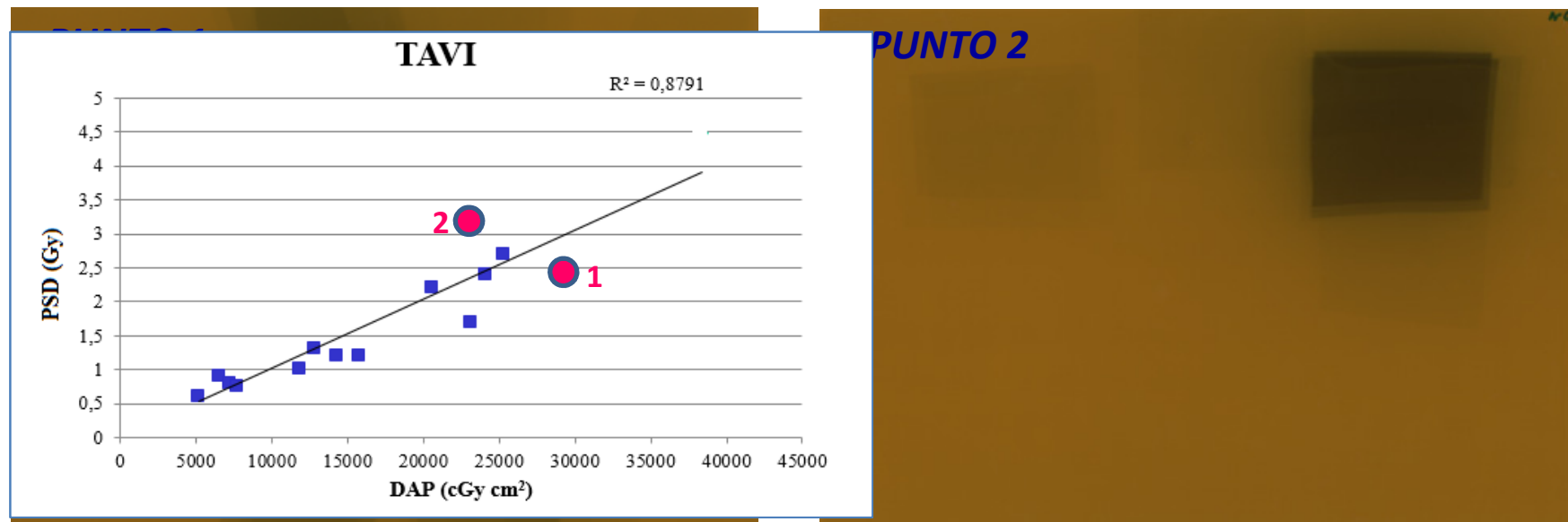


$$R^2 = 0.88$$

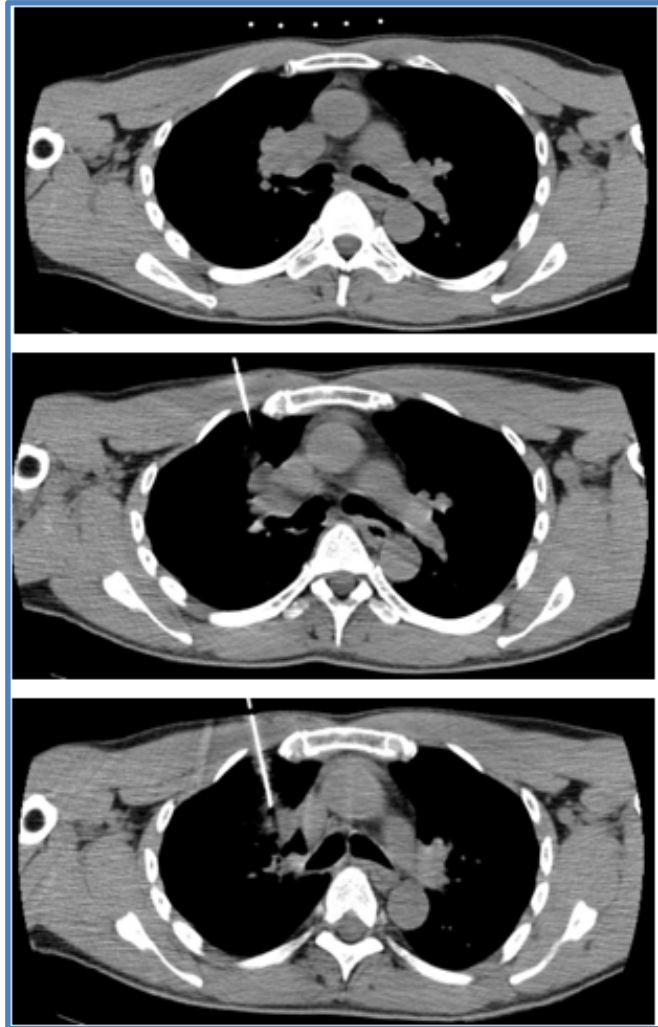
CORRELAZIONE DAP E PSD

PUNTO 1 DAP = 294 Gycm²
PSD = 2380 mGy

PUNTO 2 DAP = 234 Gycm²
PSD = 3090 mGy



PROCEDURE TC GUIDATE (BIOPSIA)



INDICATORI DI OUTPUT

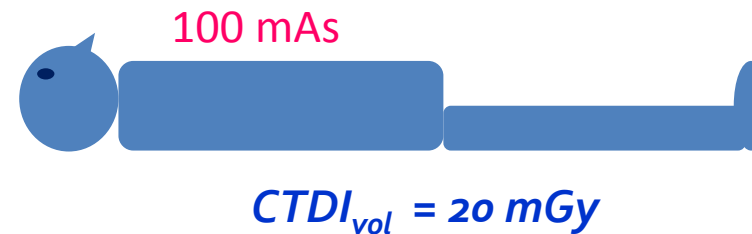
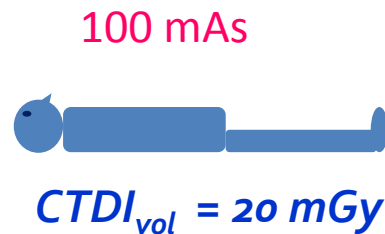
$CTDI_{vol}$

DLP

Sono indicatori di dose correlabili alla dose al paziente, ma NON sono la DOSE AL PAZIENTE!

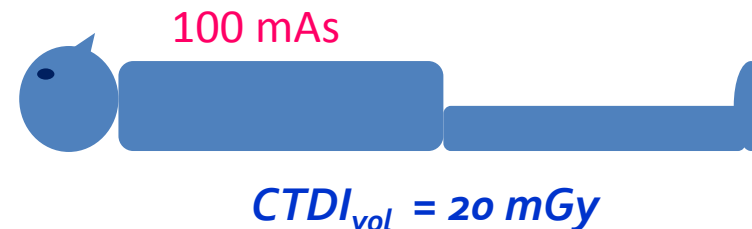
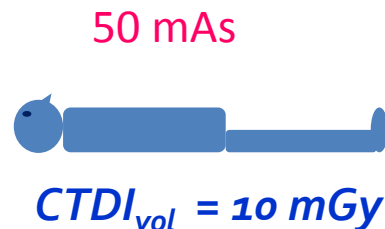
PROCEDURE TC GUIDATE (BIOPSIA)

Esempio 1. Il medico non applica correzioni dei parametri che tengono conto della dimensione del paziente.



L'output della macchina è uguale per entrambi i pazienti. E la dose...?

Esempio 2. Il medico applica correzioni dei parametri che tengono conto della dimensione del paziente ..come?



L'output della macchina per il secondo paziente è più elevato...

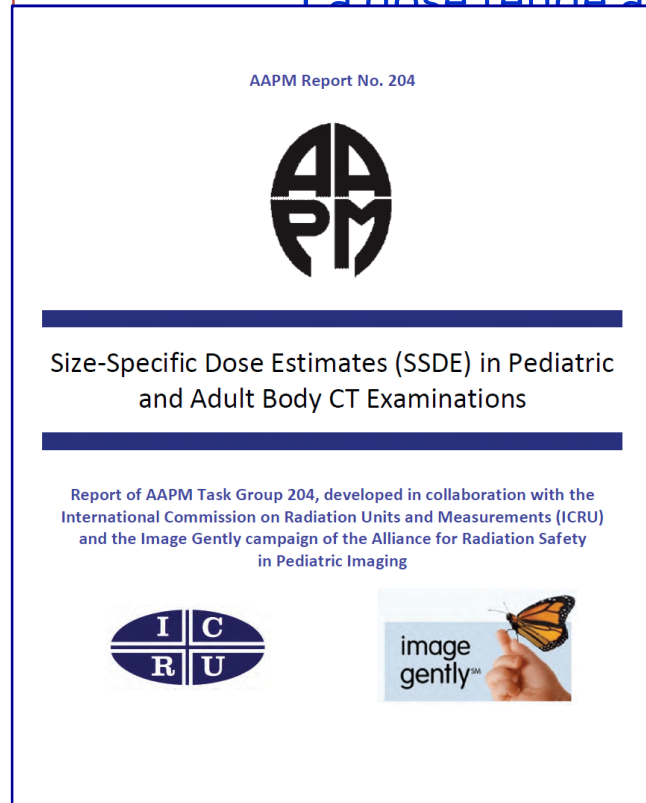
PROCEDURE TC GUIDATE (BIOPSIA)

Esempio 1. Il $CTDI_{vol}$ è uguale. La dose al paziente più piccolo è più elevata.

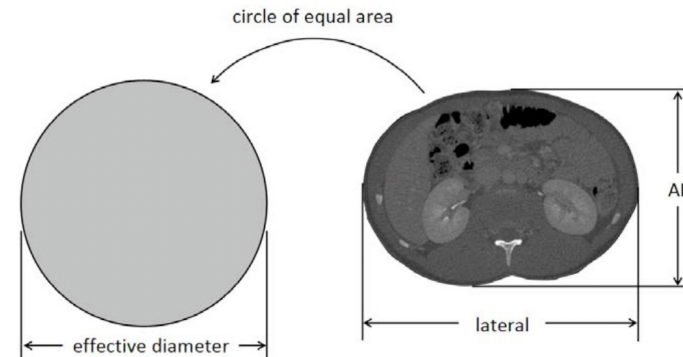
È necessario tenere in considerazione le dimensioni del paziente.

Esempio 2. Il $CTDI_{vol}$ è minore per il paziente più piccolo.

La dose tende a essere simile per entrambi i pazienti.



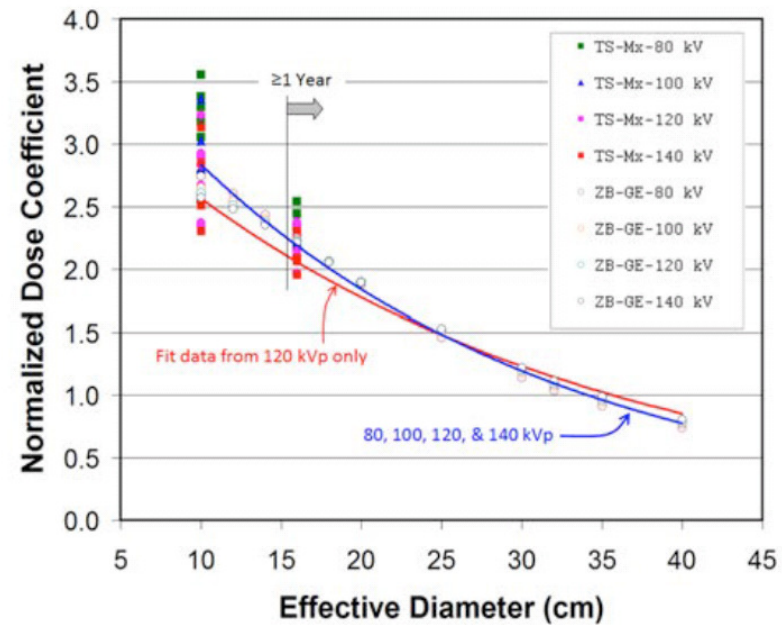
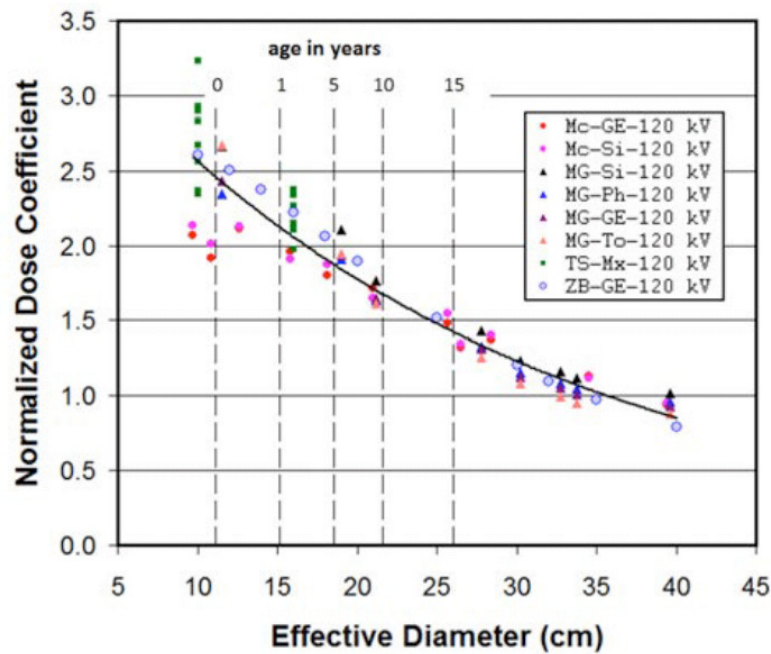
FATTORI DI CONVERSIONE



$$\text{effective diameter} = \sqrt{AP \times LAT}$$

PROCEDURE TC GUIDATE (BIOPSIA)

$$\text{size specific dose estimate} = \text{SSDE} = f_{\text{size}}^{32X} \times \text{CTDI}_{\text{vol}}^{32}$$



$CTDI_{\text{vol}}$ misurato con il fantoccio da 32cm

DOSE EFFICACE NELLE ESPOSIZIONI MEDICHE

ICRP 103

**C
R
I
T
I
C
I
T
A'**

NON FORNISCE LA DOSE PER UN INDIVIDUO SPECIFICO MA PIUTTOSTO PER UNA PERSONA DI RIFERIMENTO

CRITICITA' IN CASO DI ESPOSIZIONE ETEROGENEA

IL RISCHIO NELLE ESPOSIZIONI MEDICHE E' MEGLIO VALUTATO UTILIZZANDO I FATTORI DI RISCHIO RELATIVI AI SINGOLI TESSUTI IN FUNZIONE DELL'ETA' E DEL SESSO DEI PAZIENTI.

NON E' IL MIGLIOR INDICATORE E NON DOVREBBE ESSERE UTILIZZATA

DOSE EFFICACE NELLE ESPOSIZIONI MEDICHE

ICRP 103

**U
T
I
L
I
T
A'**

FINALITA' NORMATIVE (Ottimizzazione, rispetto dei limiti)

GESTIONE DEI RISCHI DA EFFETTI STOCASTICI

CONFRONTO TRA PROCEDURE DIVERSE

**CONFRONTO TRA PROCEDURE E TECNOLOGIE SIMILI APPLICATE
IN STRUTTURE DIVERSE**

**CONFRONTO TRA TECNOLOGIE DIVERSE APPLICATE ALLA
STESSA PROCEDURA**

.....

STIMA DELLA DOSE EFFICACE

CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE

PARAMETRI GEOMETRICI

① *A partire da valori di DAP o ESD misurati, mediante fattori di **conversione** tabulati in letteratura (NCRP 160) e ricavati mediante simulazioni montecarlo su fantocci antropomorfi, principalmente per le procedure cardiologiche **per proiezioni note e condizioni geometriche medie.***

② *Mediante software di simulazione: PCXMC - STUK (Finland) e per le procedure TC **ImPACT CTDosimetry.***

STIMA DELLA DOSE EFFICACE

PCXMC – STUK, Radiation and Nuclear Safety Authority

LE DOSI SONO CALCOLATE PER 29 ORGANI O TESSUTI

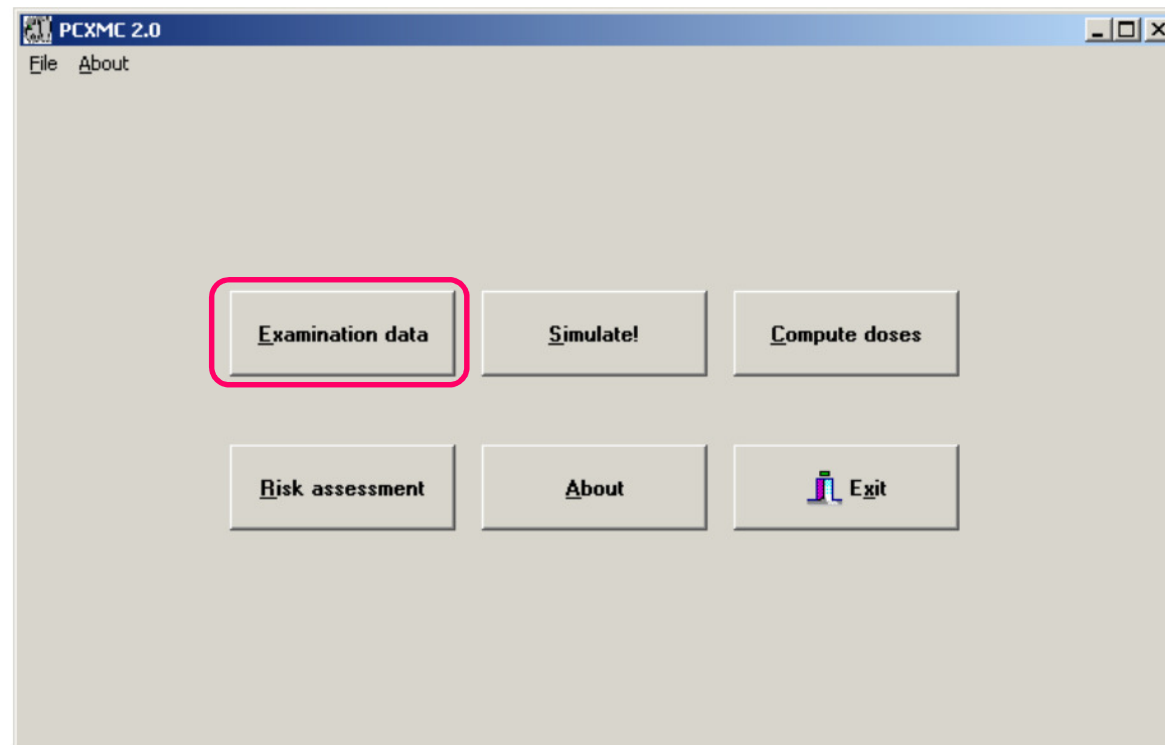
FATTORI DI PESO ICRP 103 E ICRP 60

**PERMETTE DI CONSIDERARE LE DIMENSIONI DEL PAZIENTE SIA
ADULTO SIA PEDIATRICO**

**PERMETTE DI POSIZIONARE LA SORGENTE RADIOGENA CON LA
GIUSTA ANGOLAZIONE RISPETTO AL PAZIENTE**

STIMA DELLA DOSE EFFICACE

PCXMC – STUK, Radiation and Nuclear Safety Authority



DefForm [C:\Program Files\PCXMC\MCRUNS\15-year-old\15y-Abdomen-AP.DF2]

File

Main menu New Form Open Form Save Form Save Form As ... Print As Text

Header text

Phantom data

Age: 0 1 5 10 15 Adult

Phantom height Phantom mass Arms in phantom

Standard: 168.1 Standard: 56.3

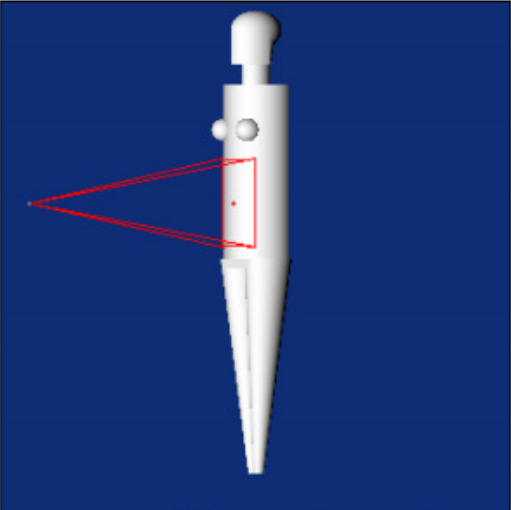
Geometry data for the x-ray beam

FSD	Beam width	Beam height	Xref	Yref	Zref
<input type="text" value="85.40"/>	<input type="text" value="23.32"/>	<input type="text" value="31.04"/>	<input type="text" value="0.0000"/>	<input type="text" value="0.0000"/>	<input type="text" value="19.9900"/>

Projection angle Cranio-caudal angle

LATR=180 AP=270 (pos) Cranial X-ray tube
LATL=0 PA=90 (neg) Caudal X-ray tube

Draw x-ray field



Rotation increment View angle

MonteCarlo simulation parameters

Max energy (keV) Number of photons


Field size calculator

FID	Image width	Image height
<input type="text" value="110"/>	<input type="text" value="18"/>	<input type="text" value="24"/>

Phantom exit- image distance:

FSD	Beam width	Beam height
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

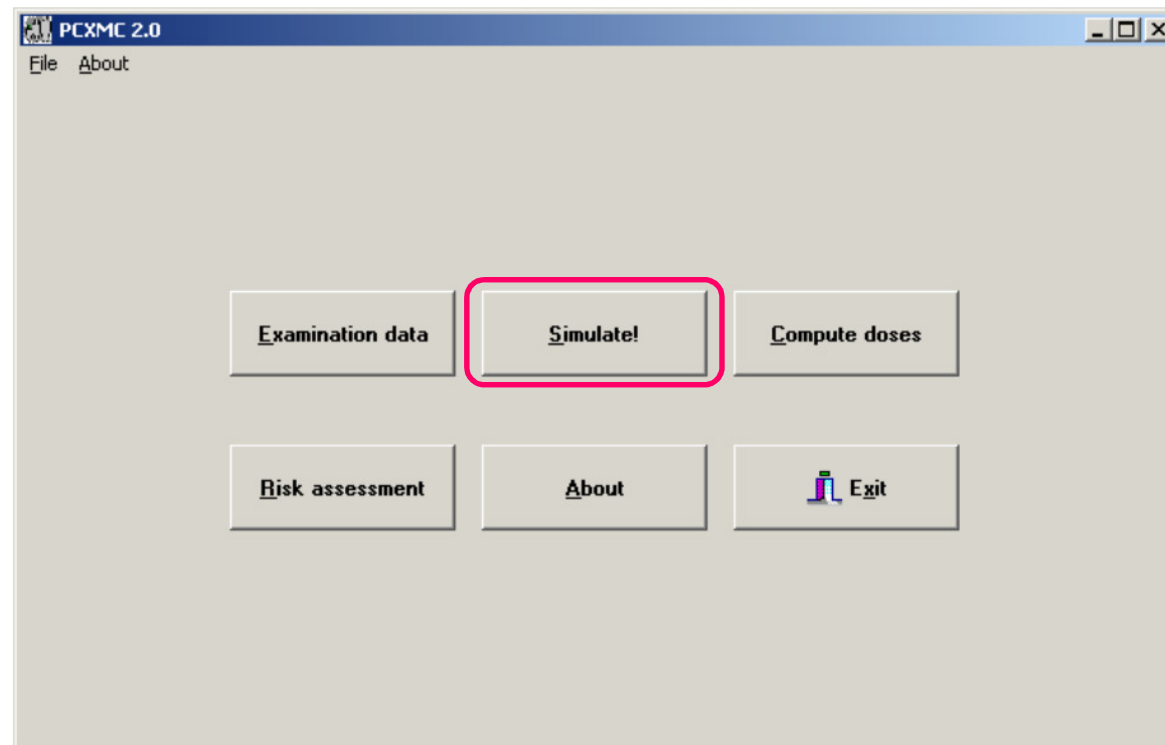
- Skeleton
- Brain
- Heart
- Testes
- Spleen
- Lungs
- Ovaries
- Kidneys
- Thymus
- Stomach
- Salivary glands
- Oral mucosa
- Pancreas
- Uterus
- Liver
- Upper large intestine
- Lower large intestine
- Small intestine
- Thyroid
- Urinary bladder
- Gall bladder
- Oesophagus
- Prostate
- Pharynx/trachea/sinus



Quick Sharp

STIMA DELLA DOSE EFFICACE

PCXMC – STUK, Radiation and Nuclear Safety Authority



PCXMC- Simulation

File

File name:

Header text:

Age:

SkinPoint:

<input type="text" value="-0.0000"/>	<input type="text" value="-8.4000"/>	<input type="text" value="36.5800"/>
--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

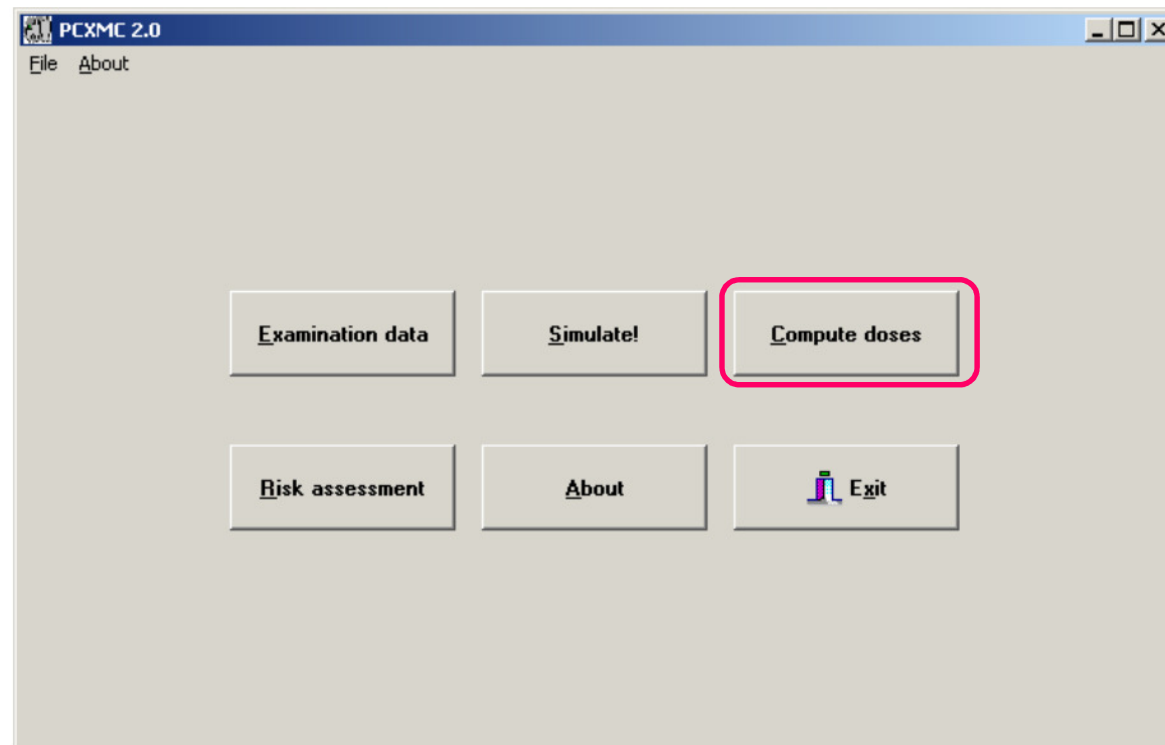
Focus:

<input type="text" value="-0.0000"/>	<input type="text" value="-136.6000"/>	<input type="text" value="36.5800"/>
--------------------------------------	--	--------------------------------------

Energy (keV): Lot No: Photons in the lot:

STIMA DELLA DOSE EFFICACE

PCXMC – STUK, Radiation and Nuclear Safety Authority



PCXMC- Dose Calculation

File Run

Main menu Change X-ray Spectrum Open MC data for dose calculation Print Save As ...

X-ray tube potential: 120 kV Filtration: 3 mm Al + 0,1 mm Cu
 Anode angle: 17 deg

File: C:\Program Files\PCXMC\MCRUNS\Adult\adult-chest-PA200000.en2
 typical chest PA, Adult Phantom: Adult, Arms included. Simulation: Photons/Energy level: 200000 Maximum energy: 150 keV
 Projection angle (LATL=0,PA=90,LATR=180,AP=270): 90.000 Dbl. angle: 0.000
 Field width: 30.10 cm and height: 37.60 cm FSD: 160.000 cm Ref. point (x,y,z[cm]): (0.000, 0.000, 52.000)
 Phantom height: 178.600 cm and mass: 73.200 kg Scaling factors sx(=sy): 1.000 and sz: 1.000
 Incident air kerma:..... 0.150 mGy Tube voltage: 120 kV Filter:.....3 mm Al + 0,1 mm Cu

Organs	Dose (mGy)	Error (%)	Organs	Dose (mGy)	Error (%)
Active bone marrow	0,052206	0,1	(Scapulae)	0,400557	0,4
Adrenals	0,154045	1,7	(Clavicles)	0,060160	1,4
Brain	0,000822	3,3	(Ribs)	0,288670	0,2
Breasts	0,035366	0,9	(Upper arm bones)	0,035092	1,0
Colon (Large intestine)	0,003454	1,5	(Middle arm bones)	0,039175	1,0
(Upper large intestine)	0,005363	1,6	(Lower arm bones)	0,006518	1,8
(Lower large intestine)	0,000929	4,3	(Pelvis)	0,002112	2,1
Extrathoracic airways	0,007761	4,7	(Upper leg bones)	0,000026	18,1
Gall bladder	0,027439	2,1	(Middle leg bones)	0,000001	47,8
Heart	0,058200	0,6	(Lower leg bones)	0,000000	NA
Kidneys	0,092431	0,6	Skin	0,024164	0,2
Liver	0,065439	0,3	Small intestine	0,004068	1,4
Lungs	0,131340	0,2	Spleen	0,124134	0,8
Lymph nodes	0,035024	0,4	Stomach	0,037965	1,1
Muscle	0,027625	0,1	Testicles	0,000001	69,9
Esophagus	0,081588	1,0	Thymus	0,029615	3,1
Oral mucosa	0,002377	6,2	Thyroid	0,023657	3,7
Ovaries	0,000911	21,3	Urinary bladder	0,000195	17,7
Pancreas	0,073502	1,1	Uterus	0,000731	8,1
Prostate	0,000068	83,9			
Salivary glands	0,004203	3,5	Average dose in total body	0,035716	0,1
Skeleton	0,074937	0,1	Effective dose ICRP60 (mSv)	0,042921	0,3
(Skull)	0,004391	1,5	Effective dose ICRP103 (mSv)	0,045029	0,2
(Upper Spine)	0,044352	1,2			
(Middle Spine)	0,326392	0,3			
(Lower Spine)	0,075329	0,9	Abs. energy fraction (%)	58,042776	



Patient input dose

Input dose value:
 mGy

Incident air kerma value used in calculations:
 mGy

[Corresponds to about 9.7mAs]

Input dose quantity and unit:
 Incident air kerma (mGy)
 Dose-Area Product (mGycm²)
 Entrance exposure (mR)
 Exposure -Area Product (Rcm²)
 Current -Time Product (mAs)

(Input dose quantities are for measurements without BSF)

OK ! Cancel

STIMA DELLA DOSE EFFICACE

ImPACT – CTDosimetry

LE DOSI SONO CALCOLATE PER 31 ORGANI O TESSUTI

FATTORI DI PESO ICRP 103

**SIMULAZIONE MONTECARLO DELL'INTERAZIONE TRA IL FASCIO
X E UN FANTOCCIO MATEMATICO**

**CONSENTE DI DEFINIRE SU FANTOCCIO LA LUNGHEZZA DI
SCANSIONE E LA REGIONE ANATOMICA IN ESAME**

STIMA DELLA DOSE EFFICACE

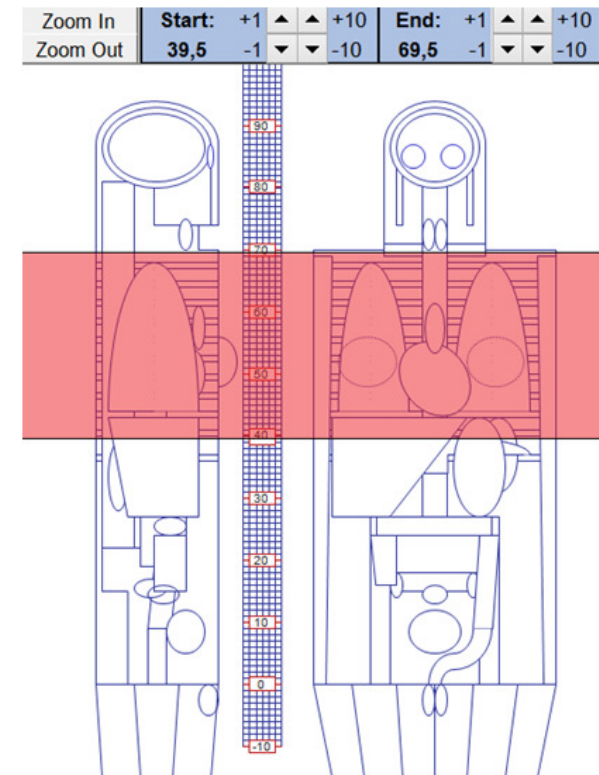
ImPACT – CTDosimetry

LE DOSI SONO CALCOLATE PER 31 ORGANI O TESSUTI (ICRP)

Scanner Model:				Acquisition Parameters:			
Manufacturer:				Tube current	200	mA	
Scanner:				Rotation time	0,7	s	
kV:	120			Spiral pitch	0,984		
Scan Region:	Body			mAs / Rotation	140	mAs	
Data Set	Update Data Set			Effective mAs	142,2764	mAs	
Current Data				Collimation	40	mm	
Scan range				Rel. CTDI _l Look up	0,86	at selected collimation	
Start Position	39,5	cm	Get From Phantom Diagram	CTDI (air) Look up	30,0	mGy/100mAs	
End Position	69,5	cm		CTDI (soft tissue)	32,1	mGy/100mAs	
Organ weighting scheme	ICRP 103			CTDI _w Look up	9,5	mGy/100mAs	
				CTDI _w	13,3	mGy	
				CTDI _{vol}	13,5	mGy	
				DLP	406	mGy.cm	

Organ	w _T	H _T (mGy)	w _T ·H _T
Gonads	0,08	0,027	0,0021
Bone Marrow	0,12	5,7	0,68
Colon	0,12	0,18	0,021
Lung	0,12	21	2,5
Stomach	0,12	4,6	0,55
Bladder	0,04	0,01	0,00042
Breast	0,12	16	1,9
Liver	0,04	7,3	0,29
Oesophagus (Thymus)	0,04	24	0,98
Thyroid	0,04	3,9	0,16
Skin	0,01	4,2	0,042
Bone Surface	0,01	12	0,12
Brain	0,01	0,15	0,0015
Salivary Glands (Brain)	0,01	0,15	0,0015
Remainder	0,12	6,4	0,77
Not Applicable	0	0	0
Total Effective Dose (mSv)			8,1

Remainder Organs	H _T (mGy)
Adrenals	11
Small Intestine	0,2
Kidney	1,4
Pancreas	5,5
Spleen	5,4
Thymus	24
Uterus / Prostate (Bladder)	0,024
Muscle	4,5
Gall Bladder	1,6
Heart	21
ET region (Thyroid)	3,9
Lymph nodes (Muscle)	4,5
Oral mucosa (Brain)	0,15
Other organs of interest	H _T (mGy)
Eye lenses	0,27
Testes	0,00066
Ovaries	0,052
Uterus	0,038
Prostate	0,01

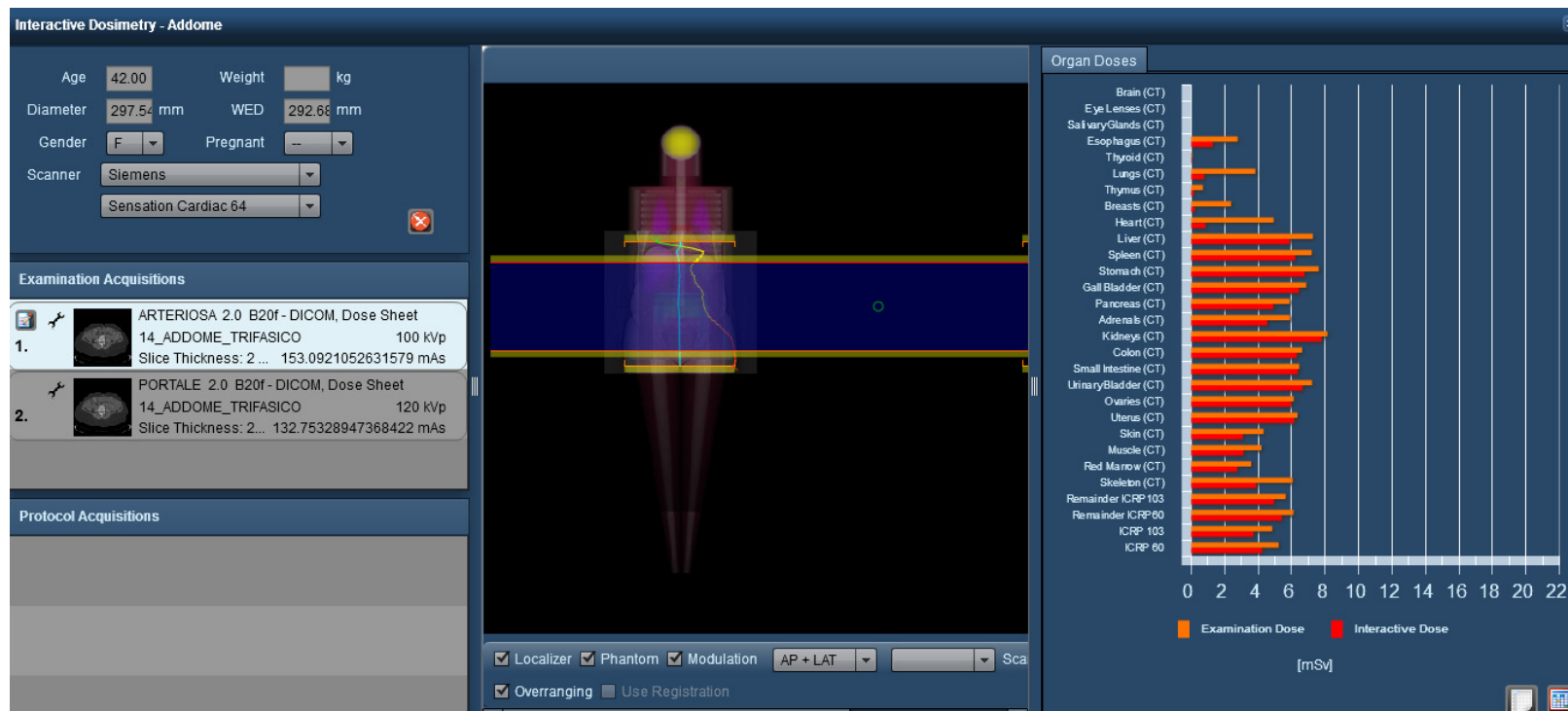


STIMA DELLA DOSE EFFICACE

Radimetrics (eXposure) - Bayer

Interactive dosimetry.....55 fantocci antropomorfi.

CONSENTE DI MONITORARE L'ANDAMENTO DELLE DOSI AL
VARIARE DEI PARAMETRI DI SCANSIONE

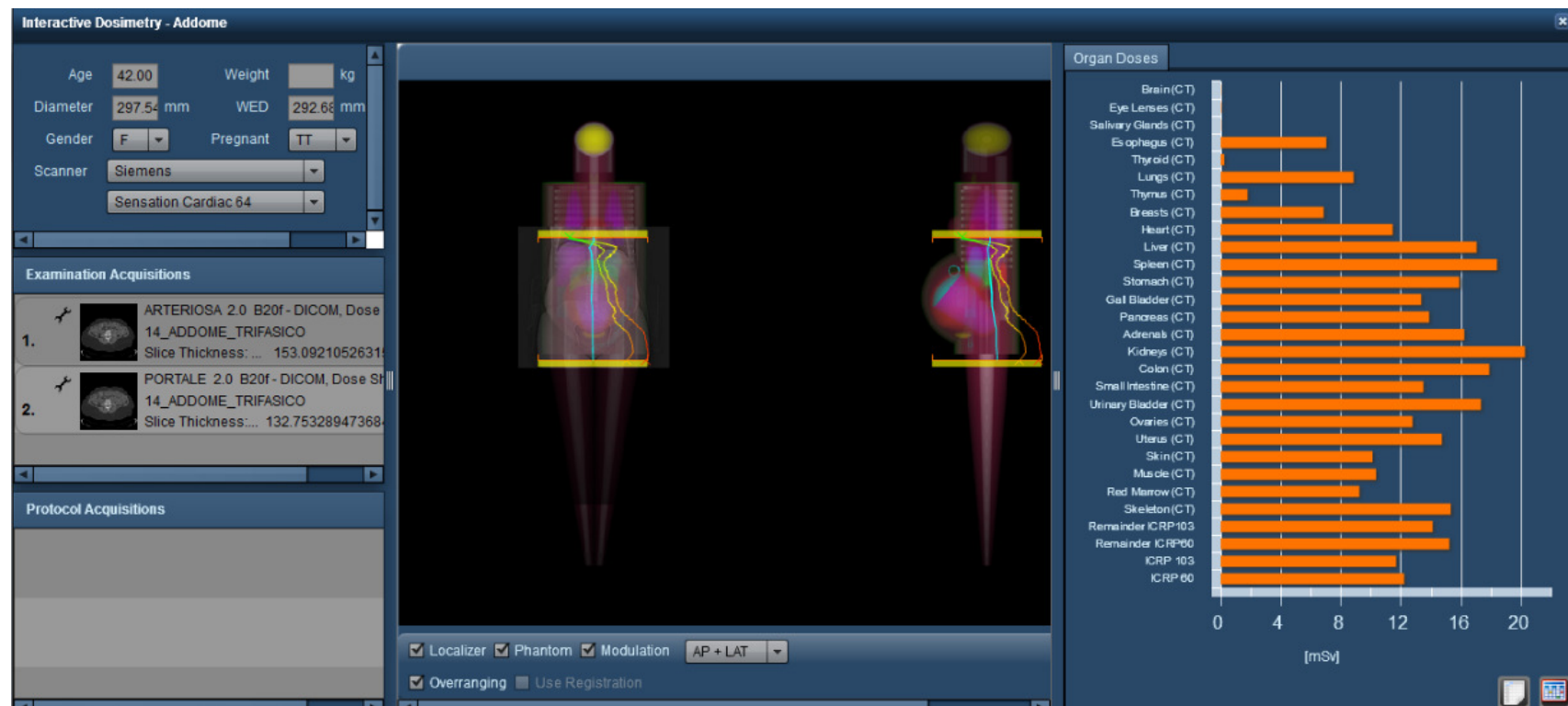


STIMA DELLA DOSE EFFICACE

Radimetrics (eXposure) - Bayer

Interactive dosimetry.....55 fantocci antropomorfi.

GESTIONE DATI CON PAZIENTE IN GRAVIDANZA



CONCLUSIONI

Fare dosimetria al paziente in radiologia interventistica non è facile, non basta scegliere la giusta strumentazione (...quella che si ha a disposizione), stabilire i protocolli (...risorse dedicate).

Può servire lo sforzo di valutare sempre con maggior accuratezza e precisione la dose agli organi e in questo l'utilizzo dei software di calcolo ci può dare una grande mano d'aiuto.

Quello che noi facciamo è solo una goccia nell'oceano, ma se non lo facessimo l'oceano avrebbe una goccia in meno.

Madre Teresa di

Calcutta



PARCO MARINO DEL PLEMMIRIO

PROCEDURE DI FOLLOW UP

ACR (American College of Radiology)

[ACR-AAPM Technical standard for management of the use of radiation in fluoroscopic procedures. Revised 2013 Resolution No. 44. Reston, VA: ACR; 2013.]

→ **NCRP 168**

SIR (Society of Interventional Radiology)

[Thortnton RH et Al. J Vascular Interventional Radiology 2010; 21: 1703-7]

PSD > 3000 mGy

CK > 5000 mGy

KAP > 500 Gy cm^2

FT > 60 min

Qualunque procedura ripetuta entro 60 giorni dalla prima deve essere sommata in termini di dose a quella precedentemente ricevuta!

PROCEDURE DI FOLLOW UP

Francia (Ospedale Universitario di Strasburgo)

[Mertz et Al. *Global Optimization of radiation dose in interventional radiologic procedure.* Insights Imaging 2010; 1: Suppl 1]

$FT > 45 \text{ min}$

$KAP > \text{Dose nominale}$

$PSD / CK > 2000 \text{ mGy}$

Nelle procedure terapeutiche vascolari viene effettuata sistematicamente la dosimetria *in vivo* con pellicole radiocromiche.

$PSD > 3000 \text{ mGy} \longrightarrow \text{Follow up}$

Belgio

Livello di allerta: $KAP \approx PSD = 2\text{Gy} \longrightarrow \text{AUTOESAME}$

Livello di attenzione: $KAP \approx PSD = 4\text{Gy} \longrightarrow \text{ATTIVARE FOLLOW UP}$

[Struelens L., et Al. *Establishment of trigger levels to steer the follow up of radiation effects in patients undergoing fluoroscopically-guided interventional procedures in Belgium.* Ph. Med 2014; 30:934-40]