



Giornate
Siciliane di
Radioprotezione
"M. Bellia"



Radio protezione nelle attività interventistiche

*dalla protezione passiva
alla realtà aumentata*

Workshop
interassociativo

Siracusa
18-20 aprile 2018
Minareto Seaside Luxury Resort



UNAU



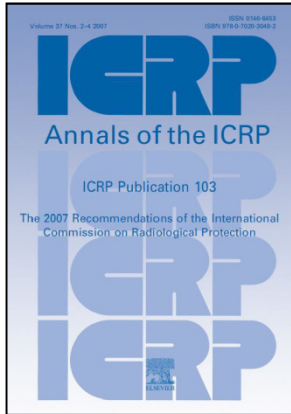
Società Italiana di
Radiologia Medica
e Interventistica



Dosimetria personale: problematiche, soluzioni e prospettive

Nando Romeo

Azienda Sanitaria Provinciale di Messina - TAORMINA



Quale problema hanno i radioprotezionisti

- VALUTARE LA DOSE EFFICACE
- VALUTARE LA DOSE EQUIVALENTE AL CRISTALLINO
- VALUTARE LA DOSE EQUIVALENTE ALLE ESTREMITA'



VALUTARE
≠
MISURARE

*E' l'unico pezzo di
informazione che abbiamo e
va usato nella maniera piu'
efficace*



VALUTAZIONE DA SORGENTI ESTERNE

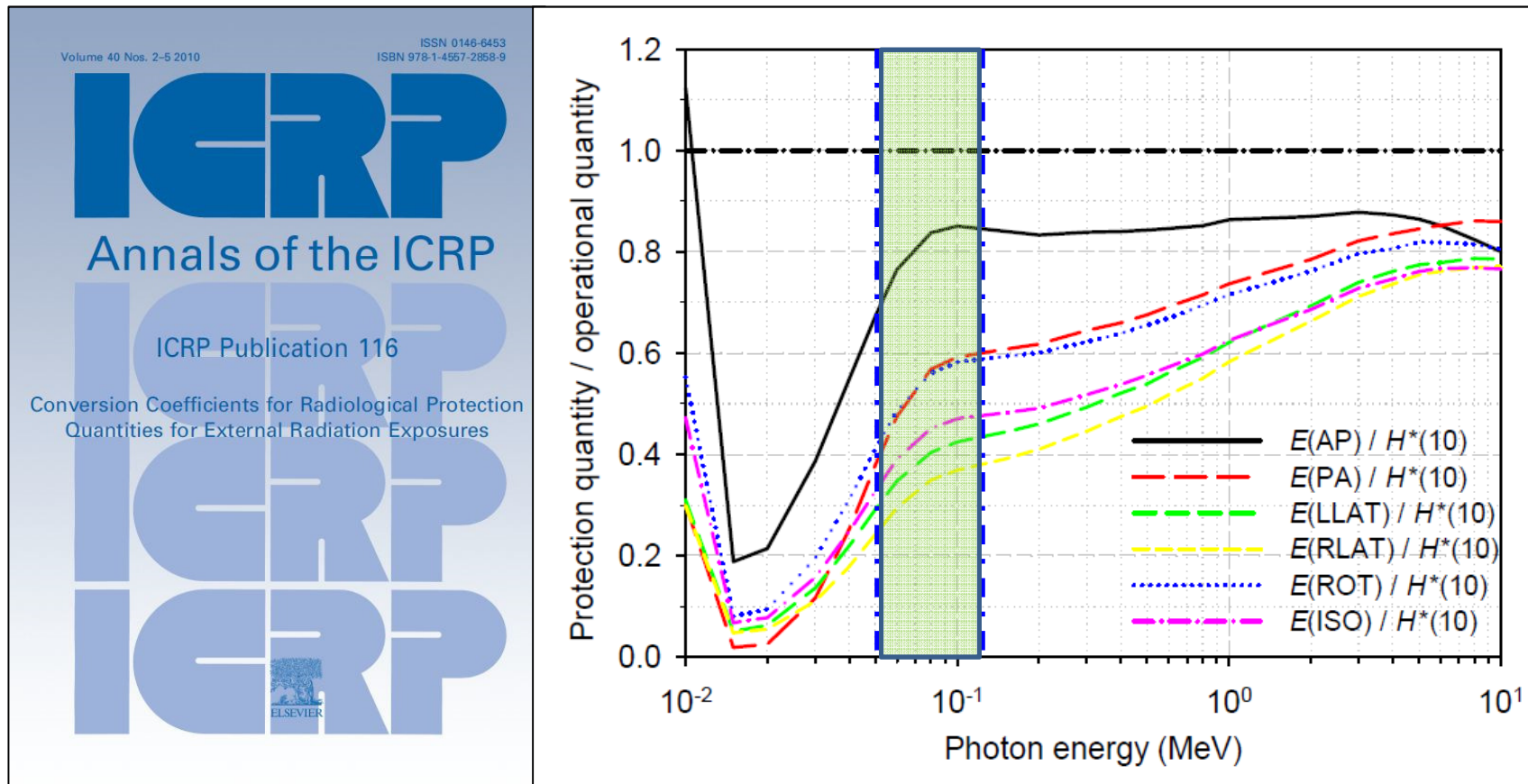
normalmente con monitoraggio personale
grandezze operative $H_p(d)$
(definita per radiazione fortemente e debolmente penetrante)

valutazione di dose in prospettiva
grandezza operativa ambientale $H^*(10)$



Dosimetria personale:

tanti problemi, ma almeno partiamo da una certezza !



**La grandezza operativa non sottostima mai la Dose Efficace
almeno nel range della radiologia interventistica**

*può, a basse energie, non essere la piu' appropriata per la valutazione
della dose equivalente alla pelle ed al cristallino*

Dosimetria personale:

tanti problemi, tanti problemi, tanti problemi

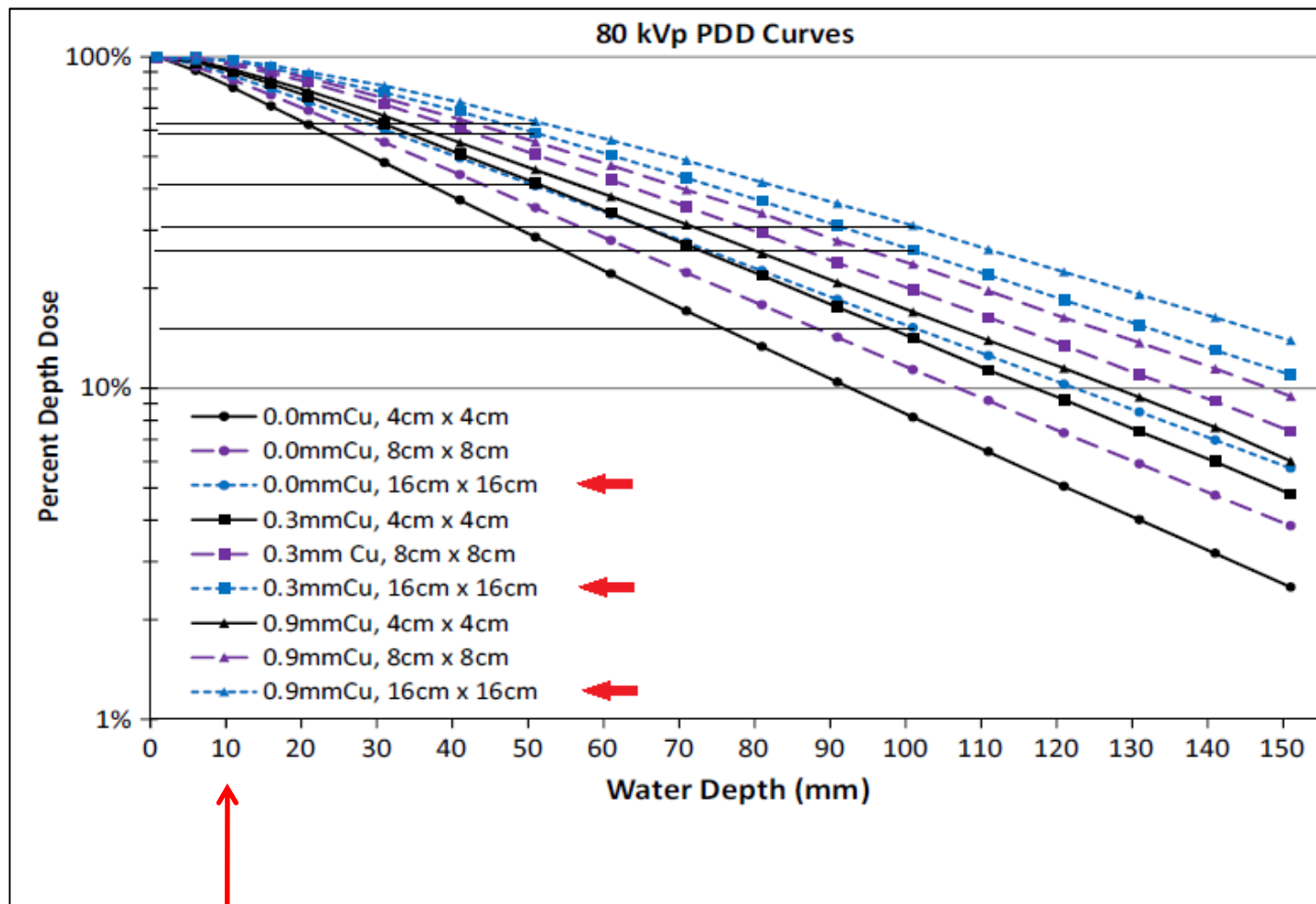
Percent depth doses and X-ray beam characterizations of a fluoroscopic system incorporating copper filtration

Med. Phys. 44 (4), April 2017 0094-2405/2017/44(4)/1275/12

- *Studio a supporto della dosimetria del pz ma che può fornire indicazioni anche in RP*
- *Misura delle PDD in acqua su fasci diversamente filtrati (0, 0.1, 0.3, 0.6 e 0.9mmCu) a diversi FOV nel range energetico degli interventi guidati dalla fluoroscopia (60KV_p, 80KV_p, 100KV_p, 120KV_p)*
- *PDD da 0 fino a 150mm di acqua*

Dosimetria personale:

tanti problemi, tanti problemi, tanti problemi



Ampia dipendenza dalle condizioni di irraggiamento

Elevata attenuazione lungo il tessuto attraversato

Elevata disuniformità di irraggiamento

Profondità di specifica di $H_p(10)$ in tessuto molle

Valutare la Dose Efficace è un processo tutt'altro che semplice

Elementi che complicano la valutazione in radiologia interventistica

**Utilizzo diversificato
dei DPI**

**Irradiazione non
uniforme del corpo**

**Parti del corpo
parzialmente o non
schermate**

**Diversi algoritmi
di calcolo**

**un solo dosimetro
utilizzato sia per
attività elettive sia per
diagnostica
complementare**

**Posizione
Operatori**



**Posizione dei
Monitor**

**Potrebbe indossare i dosimetri a
livello del petto ed essere
irraggiata in PA**

**Diverso utilizzo dei
dosimetri
(sopra-sotto DPI, 1 o piu'
dosimetri, posizione)**

**Incertezze legate
alla misura delle
grandezze operative/
qualità servizio
dosimetrico**

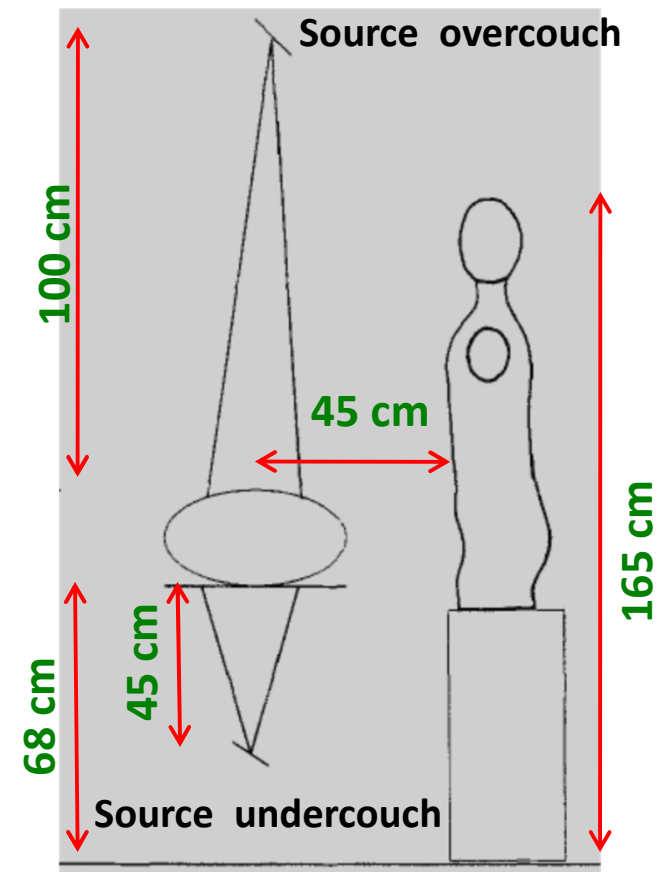
Utilizzo di un dosimetro e Algoritmi di calcolo

THE RELATIONSHIP OF EFFECTIVE DOSE TO PERSONNEL AND MONITOR READING FOR SIMULATED FLUOROSCOPIC IRRADIATION CONDITIONS

K. Faulkner and N. W. Marshall* *Health Phys.* 64(5): 502-508; 1993

Utilizzo diretto di :
$$E = \sum_T W_T * H_T$$

- *fantoccio antropomorfo*
- *3 tensioni (70KV_p, 90KV_p, 110KV_p)*
- *2 modalità di utilizzo del tubo a raggi-X*
- *9 diversi spessori di attenuazione dei camici + 1 (nessuna attenuazione)*
- *247 TLD per ogni irradiazione (227 per le misure agli organi + 20 per calibrazione e background) + film*
- *valutazioni per organi parzialmente schermati*



Utilizzo di un dosimetro e Algoritmi di calcolo

THE RELATIONSHIP OF EFFECTIVE DOSE TO PERSONNEL AND MONITOR READING FOR SIMULATED FLUOROSCOPIC IRRADIATION CONDITIONS

K. Faulkner and N. W. Marshall* *Health Phys.* 64(5): 502-508; 1993

KV _p	Dosimetro indossato sopra il Camice (collo)						Dosimetro indossato sotto il Camice (livello vita/torace)					
	0.25mmPb		0.35mmPb		0.50mmPb		0.25mmPb		0.35mmPb		0.50mmPb	
	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo
	$E = H_p(10)/F$						$E = H_p(10)*F$					
70	45	29	50	33	56	36	1,4	1,2	2,8	2,4	7,0	6,2
90	56	23	67	29	71	33	0,9	1,0	1,6	1,4	3,0	2,8
110	18	20	24	26	29	33	0,6	0,7	0,9	1,0	1,4	1,4

$H_p(10)$ sovrastima E in maniera abbondante (anche di un fattore superiore a 60)

$H_p(10)$ fornisce un valore piu' prossimo ad E (generalmente sottostima E anche di un fattore che può arrivare fino a 7)

Utilizzo di un dosimetro e Algoritmi di calcolo

THE RELATIONSHIP OF EFFECTIVE DOSE TO PERSONNEL AND MONITOR READING FOR SIMULATED FLUOROSCOPIC IRRADIATION CONDITIONS

K. Faulkner and N. W. Marshall* *Health Phys.* 64(5): 502-508; 1993

KV _p	Dosimetro indossato sopra il Camice (collo)						Dosimetro indossato sotto il Camice (livello vita/torace)					
	0.25mmPb		0.35mmPb		0.50mmPb		0.25mmPb		0.35mmPb		0.50mmPb	
	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo	sorgente sopra il tavolo	sorgente sotto il tavolo
	$E = H_p(10)/F$						$E = H_p(10)*F$					
70	45	29	50	33	56	36	1,4	1,2	2,8	2,4	7,0	6,2
90	56	23	67	29	71	33	0,9	1,0	1,6	1,4	3,0	2,8
110	18	20	24	26	29	33	0,6	0,7	0,9	1,0	1,4	1,4

L'Utilizzo di un solo dosimetro (in assenza di adeguata conoscenza delle condizioni di irraggiamento) **presenta evidenti limiti** nel caso in cui è richiesta una valutazione accurata di E

Utilizzo di due dosimetri e Algoritmi di calcolo

OVERVIEW OF DOUBLE DOSIMETRY PROCEDURES FOR THE DETERMINATION OF THE EFFECTIVE DOSE TO THE INTERVENTIONAL RADIOLOGY STAFF

H. Järvinen^{1,*}, N. Buls², P. Clerinx², J. Jansen³, S. Miljanić⁴, D. Nikodemová⁵, M. Ranogajec-Komor⁴ and F. d'Errico⁶

Radiation Protection Dosimetry (2008), Vol. 129, No. 1–3, pp. 333–339
Advance Access publication 14 May 2008

- *Working Group 9 (Radiation protection dosimetry of medical staff) – CONRAD PROJECT con supporto Europeo*
- *13 paesi europei – 13 servizi di dosimetria*
- *In tutti i casi $H_p(10)$ è stata la quantità misurata per il calcolo di E*
- *Review anche degli algoritmi a singolo dosimetro*

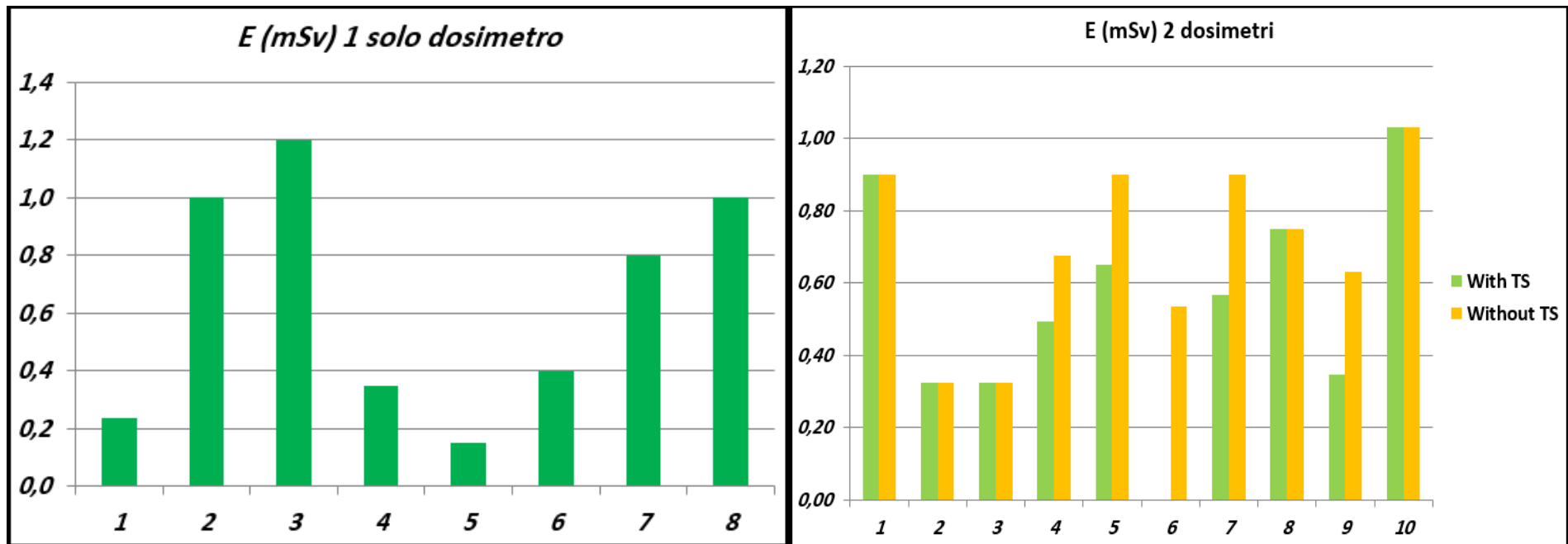
	Riferimento	1 dosimetro	2 dosimetri	Posizione
1	Wambersie and Delhove		$E = H_u + 0.1 * H_o$	H_u : chest H_o : neck or shoulder
2	Rosenstein and Webster		$E = 0.5 * H_u + 0.025 * H_o$	H_u : waist H_o : neck
3	NCRP Report 122	$E = H_o / 21$	$E = 0.5 * H_u + 0.025 * H_o$	H_u : waist - H_o : neck
4	Huyskens et al.	$E = H_o / 5$		
		$E = 3 * H_u$		
5	Niklason et al.	$E = 0.07 * H_{os}$ (1)	without TS - $E = 0.06 * (H_{os} - H_u) + H_u$	H_u : waist
		$E = 0.03 * H_{os}$ (1)	with TS - $E = 0.02 * (H_{os} - H_u) + H_u$	H_{os} : collar
6	Swiss ordinance		without TS - $E = H_u + 0.1 * H_o$	
			with TS - $E = H_u + 0.05 * H_o$	
7	McEwan	$E = 0.08 * H_o$	without TS - $E = 0.71 * H_u + 0.05 * H_o$	H_u : trunk
		$E = 2 * H_u$		H_o : collar
8	Franken and Huyskens	$E \leq H_o / 5$		H_o : mid front collar or chest
			without TS - $E \leq H_u + H_o / 10$	H_o : mid front collar
			with TS - $E \leq H_u + H_o / 30$	H_u : mid front waist
9	Sherbini and DeCicco		$E = H_u + 0.07 * H_o$	H_u : waist H_o : neck
10	Von Boetticher et al.		without TS - $E = 0.065 H_u + 0.074 * H_o$	H_u : Anterior thorax
			with TS - $E = 0.065 H_u + 0.017 * H_o$	H_o : neck
11	Clerinx et al.		$E = 1.64 * H_u + 0.075 * H_o$	H_u : thorax H_o : neck

H_u under apron dose – H_o over apron dose – H_{os} overcollar shallow dose

(1) Recommended by Padovani et al. $H_u \sim 0.01 H_{os}$

QUALI CERTEZZE ?

$$H_u = 0.4\text{mSv} - H_o = H_{os} = 5.0\text{mSv}$$



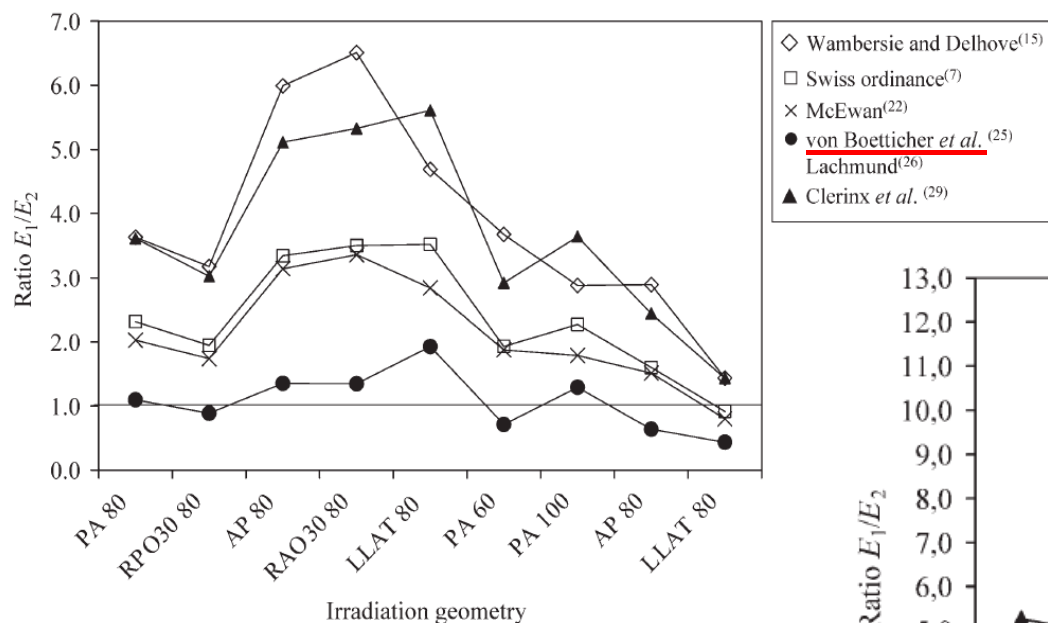
$$\frac{E_{max}}{E_{min}} \approx 8$$

$$\frac{E_{max}}{E_{min}} \approx 3-4$$

Le stime di Dose Efficace non sono pienamente paragonabili

Doppio dosimetro

DOUBLE DOSIMETRY FOR RADIOLOGY



$E_1 / E_2 < 1$ algoritmo sottostima

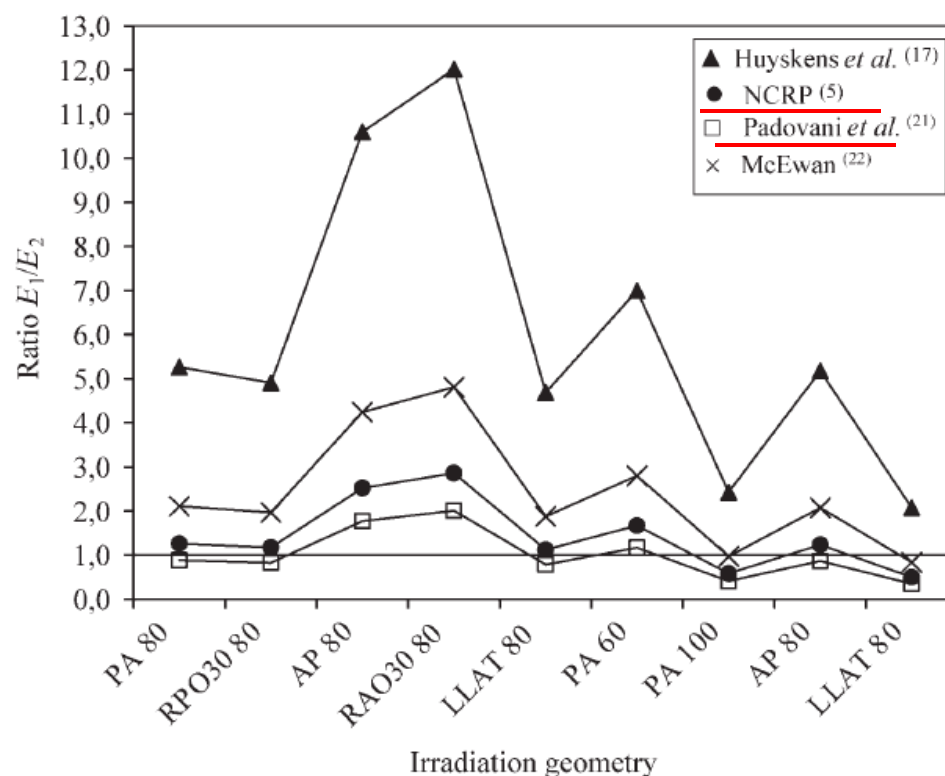
$E_1 / E_2 > 1$ algoritmo sovrastima

- Non ci sono norme armonizzate
- Non ci sono pratiche uniformi nell'utilizzo dei dosimetri e degli algoritmi
- La geometria dell'irraggiamento è critica

E_1 MC calculation for H_u e H_o

E_2 MC calculation for E

Singolo dosimetro



Altri algoritmi . . .

EFFECTIVE DOSE ESTIMATION IN DIAGNOSTIC RADIOLOGY WITH TWO DOSIMETERS: IMPACT OF THE 2007 RECOMMENDATIONS OF THE ICRP

Heiner von Boetticher,* J. Lachmund,[†] and W. Hoffmann[‡]

Health Phys. 95(3):337–340; 2008

Table 1. Areas not fully covered by protective garments.

Tissue or organ	w_T according to ICRP 60 (1991)	w_T according to ICRP 103 (2007)
Thyroid	0.05	0.04
Brain	0.005	0.01
Salivary glands	—	0.01
Extrathoracic (ET) region	—	0.0086
Oral mucosa	—	0.0086
$\Sigma w_{(\text{Thyroid}+\text{Brain}+\text{Salivary} \\ \text{glands}+\text{ET}+\text{Oral mucosa})}$	0.055	0.0772
$\Sigma w_{(\text{Brain}+\text{Salivary glands}+\text{ET}+\text{Oral mucosa})}$	0.005	0.0372

Criticità nelle valutazioni dosimetriche al cristallino

- *Simulazioni MC in situazioni statiche dove nella routine clinica gli operatori sanitari si muovono*
- *La radiazione può “arrivare” lateralmente, da sotto le lenti, dal gap fra lenti ed il viso e da altre parti non schermate del corpo dell'operatore.*

Physica Medica 32 (2016) 1111–1117



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Physica Medica

journal homepage: <http://www.physicamedica.com>



Original paper

The influence of operator position, height and body orientation on eye lens dose in interventional radiology and cardiology: Monte Carlo simulations versus realistic clinical measurements



S. Principi ^{a,*}, J. Farah ^b, P. Ferrari ^c, E. Carinou ^d, I. Clairand ^b, M. Ginjaume ^a

^a Institut de Tècniques Energètiques, Universitat Politècnica de Catalunya, Avda. Diagonal, 647, 08028 Barcelona, Spain

^b IRSN – Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, BP-17, 92262 Fontenay-aux-Roses, France

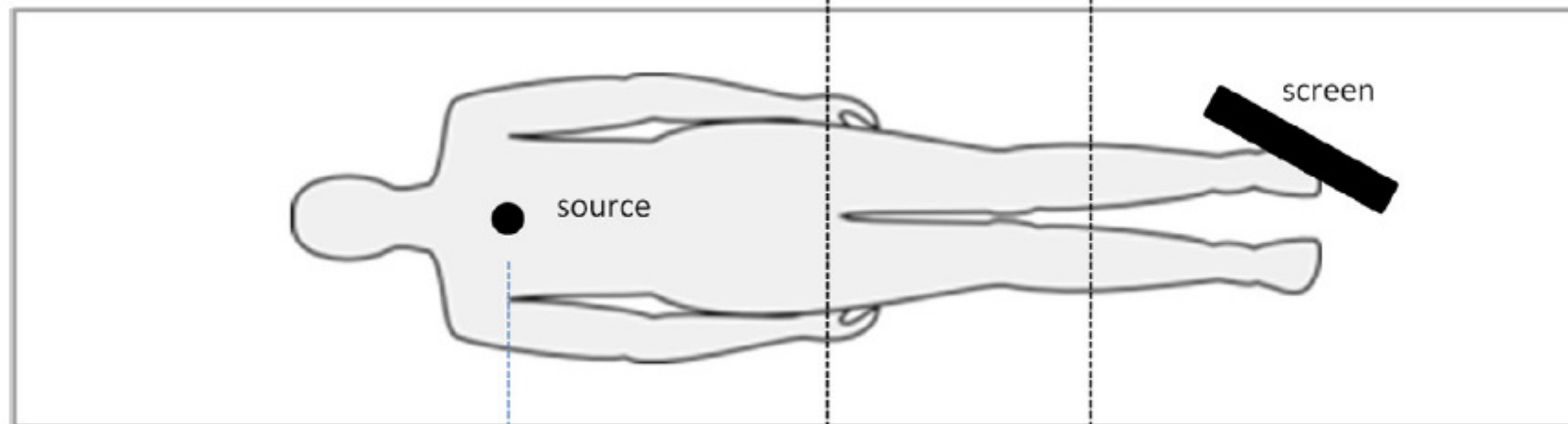
^c ENEA – IRP – Radiation Protection Institute, Via Martiri di Monte Sole, 4, 40129 Bologna, Italy

^d Greek Atomic Energy Commission (GAEC), Agia Paraskevi, Attiki, PO BOX 60092, Greece

GEOMETRIA SEMPLIFICATA

Altezza Standard dell'operatore 178cm (anche 158cm, 168cm, 188cm)

Grandezza dosimetrica $H_p(3)$



0cm accesso giugulare

20cm accesso pediatrico radiale

40cm accesso radiale per adulti

70cm accesso femorale

0 cm

40 cm

70 cm

Left Eye Right Eye

45° away

Radiazione X in PA - 90KV_p
con filtrazione aggiuntiva di
3mmAl

Angoli da 0°, 10°, 30°, 45° e 60°

RISULTATI: POSIZIONE DELL'OPERATORE

Table 1

Ratios $H_p(3, LE)/H_p(3, RE)$ in configuration – *away from the tube and towards the tube* for the postero-anterior projection and when lead glasses are not worn. LE stands for Left Eye and RE for Right Eye.

$H_p(3, LE)/H_p(3, RE)$		Away from the tube				Towards the tube		
Angles (°)	0 cm	20 cm	40 cm	70 cm	20 cm	40 cm	70 cm	
0	1.0	1.2	1.3	1.5	1.2	1.3	1.5	
10	1.0	1.2	1.5	2.3	1.0	1.2	1.4	
30	1.1	1.6	2.8	5.4	1.1	1.1	1.2	
45	1.3	3.6	6.6	13.1	1.0	1.2	1.1	
60	2.2	4.3	6.0	12.6	0.8	0.9	1.0	

L'ESTREMA POTENZIALE DISUNIFORMITA' DI ESPOSIZIONE SEMBRA LASCIARE SPAZIO SOLAMENTE ALLA DIMOSTRAZIONE DELLA CONFORMITA' AI LIMITI

RISULTATI: PROTEZIONE OCCHIALI WRAPAROUND



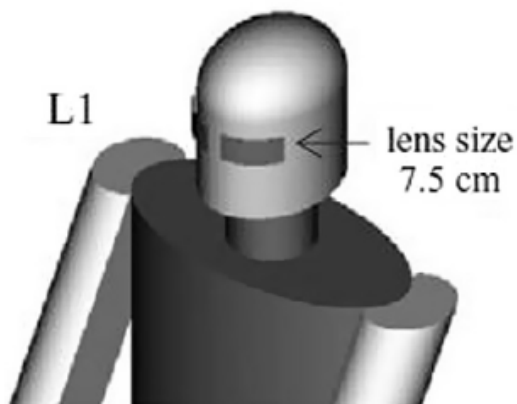
WRAPAROUND



SIDE PROTECTION (SP)



SP WITH SMALLER FRONTAL AND LATERAL LENS



(a)

$$CF = \frac{H_p(3)_{with}}{H_p(3)_{without}}$$

dosemeter worn, preferably, behind the lead part of the glasses. However, this option is usually not very practical. An alternative solution is to wear a dosimeter close to the eye on an unprotected part and to apply a proper correction factor that takes into account the protection provided by the glasses. In this work, the protection

RISULTATI: PROTEZIONE OCCHIALI WRAPAROUND

Ratio of $H_p(3)$ values with and without lead glasses (CF) for postero-anterior and left-lateral irradiation (data from Kourokava et al. [14] are also included for comparison). LE stands for Left Eye, RE for Right Eye.

		CF				Refs.
		Postero-anterior		Left-lateral		
		LE	RE	LE	RE	
0 cm	0°	0.51	0.52	–	–	[14]
40 cm	0°	0.2	0.78	0.23	0.92	[14]
	30°_towards	0.27	0.31	0.21	0.39	Present work
	30°_away	0.34	1.19	0.32	0.98	Present work
	45°_towards	0.32	0.22	0.29	0.29	Present work
	45°_away	0.41	0.88	0.40	0.79	Present work
	60°_towards	0.53	0.2	0.45	0.2	Present work
	60°_away	0.58	0.8	0.31	0.58	Present work
70 cm	0°	0.15	0.89	0.12	0.97	[14]
	30°_towards	0.15	0.24	0.11	0.31	Present work
	30°_away	0.25	0.95	0.28	0.92	Present work
	45°_towards	0.15	0.16	0.11	0.18	[14]
	45°_away	0.42	0.78	0.58	0.7	[14]
	60°_towards	0.17	0.16	0.12	0.12	Present work
	60°_away	0.84	0.82	0.89	0.76	Present work

I DPI in un contesto geometrico “non corretto” possono produrre un falso senso di protezione ed inaccurately nelle valutazioni

Criticità nelle valutazioni dosimetriche al cristallino

Eye lens monitoring for interventional radiology personnel: dosimeters, calibration and practical aspects of $H_p(3)$ monitoring. A 2015 review

J. Radiol. Prot. 35 (2015) R17–R34

Ratio (eye lens/thyroid)	Procedure	Reference
0.87	Interventional cardiology and radiology procedures	Vañó <i>et al</i> (1998)
0.68	Interventional cardiology and radiology procedures	Häusler <i>et al</i> (2009)
0.73	Interventional cardiology and radiology procedures	Covens <i>et al</i> (2007)
0.44	Interventional cardiology and radiology procedures	Kicken <i>et al</i> (1999)
1.45	Interventional cardiology	Bor <i>et al</i> (2009)
0.49	Interventional cardiology pediatric procedures	Li <i>et al</i> (1995)
0.54	Interventional cardiology procedures	Janssen <i>et al</i> (1992)
1.86	Electrophysiology procedures	Efstathopoulos <i>et al</i> (2006)
0.75	Interventional radiology, Monte Carlo simulations	Clerinx <i>et al</i> (2008)
1.22	ERCP (overcouch tube)	Buls <i>et al</i> (2003)
1.46	Hysterosalpingography (overcouch tube)	Sulreman <i>et al</i> 2008
0.38	Vertebroplasty	Harstall <i>et al</i> 2005
0.88	CT guided interventions	Nico Buls <i>et al</i> 2003
Ratio (eye lens/chest)	Procedure	Reference
0.52	Electrophysiology procedures	Efstathopoulos <i>et al</i> (2006)
0.75	Interventional cardiology	Lie <i>et al</i> (2008)
0.74–1.77	48 measurements for left and right eye and left middle and right position of the personal dosimeter	Farah <i>et al</i> (2013)

Misura diretta con dosimetro non schermato tarato in $H_p(10)$

Valore raccomandato Dose Cristallino / Dose Tiroide = 0.75

Criticità nelle valutazioni dosimetriche al cristallino

Valutazioni indirette

Correlazioni dose op. / KaP

EYE LENS DOSE IN INTERVENTIONAL CARDIOLOGY

EYE LENS DOSIMETRY IN INTERVENTIONAL CARDIOLOGY:
RESULTS OF STAFF DOSE MEASUREMENTS AND LINK
TO PATIENT DOSE LEVELS

Radiation Protection Dosimetry (2013), Vol. 154, No. 3, pp. 276–284

BUONA correlazione



*Debole/scarsa
correlazione*

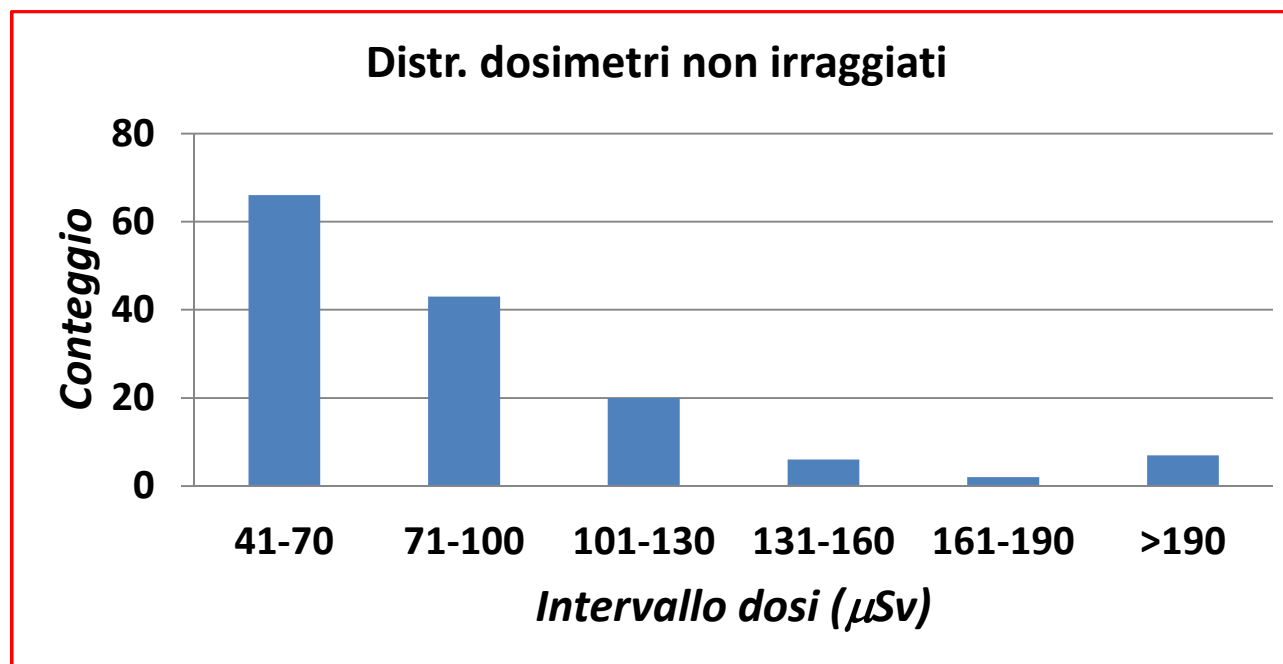
*Mancanza di omogeneità
anche in letteratura*

Incertezze legate alla misura delle grandezze operative/qualità servizio dosimetrico

Azienda che espleta servizio esterno di dosimetria del personale

Int. (μSv)	Conteggio
≤ 40	256
41-70	66
71-100	43
101-130	20
131-160	6
161-190	2
>190	7
max=340μSv	

Risultati per 400 dosimetri non irraggiati



Dosimetri con risultati che sembrano indicare esposizione anche in assenza di irraggiamento

Incertezze legate alla misura delle grandezze operative/qualità servizio dosimetrico

D_{FD} valore medio delle dosi misurate su un insieme di dosimetri esposti sia al fondo naturale F , sia alla dose D

D_F valore medio delle dosi misurate su un insieme di dosimetri esposti al solo fondo naturale F

Per bassi valori di dose la differenza fra D_{FD} e D_F è piccola ed è importante conoscere la capacità del sistema di lettura di discriminare la popolazione statistica di D_{FD} (specialmente per dosimetri indossati sotto il camice) da quella di D_F

Sono introdotti i concetti di Soglia di decisione e Limite di rivelazione

Incertezze legate alla misura delle grandezze operative/qualità servizio dosimetrico

Soglia di decisione

$$y^*, \alpha = 0.05$$
$$P(Y > y^* | Y = 0) \leq \alpha$$

E' il valore y^ al livello piu' alto di che cosa, fra tutte le letture, è verosimile che sia fondo*

Limite di rivelazione

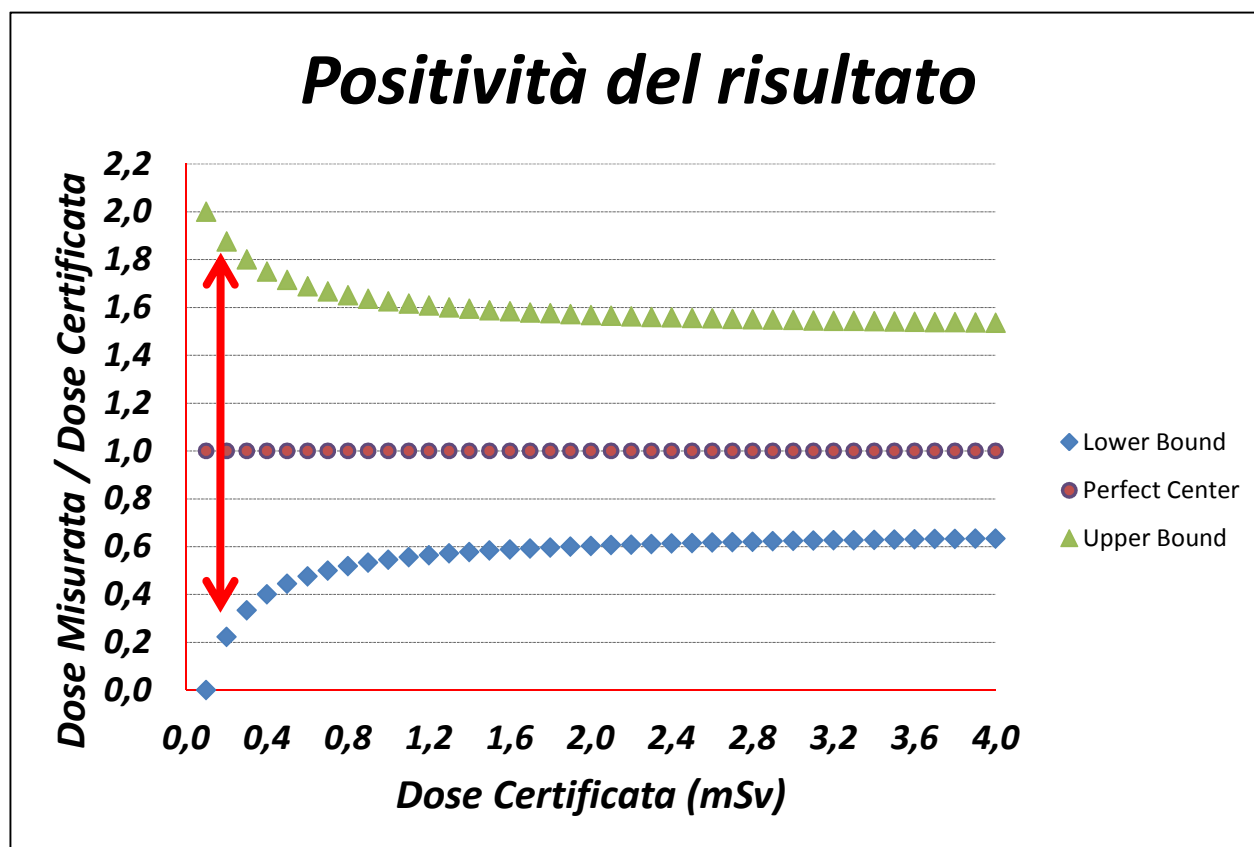
$$y^\#, \beta = 0.05$$
$$P(Y \leq y^\# | Y = y^\#) = \beta$$

E' il valore $y^\#$ per cui c'è solo una piccola probabilità di confusione con il fondo (valori piu' piccoli di $y^\#$)

Incertezze legate alla misura delle grandezze operative/qualità servizio dosimetrico

UNI ISO 14146:2009
> 90% dei dosimetri

$$\frac{1}{F} \left(1 - \frac{2H_0}{H_0 + H_c} \right) \leq R \leq F \left(1 + \frac{H_0}{2H_0 + H_c} \right)$$



$F = 1.5$

H_0 range minimo della verifica (0.1mSv)

H_c Dose certificata

H_s Dose Misurata

$$R = H_s / H_c$$

Incertezze legate alla misura delle grandezze operative/qualità servizio dosimetrico

STAFF DOSIMETRY IN INTERVENTIONAL CARDIOLOGY: SURVEY ON METHODS AND LEVEL OF EXPOSURE

C. Foti^{1,*}, R. Padovani¹, A. Trianni¹, C. Bokou², S. Christofides³, R.H. Corbett⁴, K. Kepler⁵, Z. Koreňová⁶, A. Kosunen⁷, J. Malone⁸, P. Torbica⁹, V. Tsapaki¹⁰, E. Vano¹¹, J. Vassileva¹² and U. Zdesar¹³

Radiation Protection Dosimetry (2008), Vol. 129, No. 1–3, pp. 100–103
Advance Access publication 20 February 2008

*12 paesi europei – 20 centri di cardiologia interventistica
2 soli algoritmi di calcolo (Niklason DD – NCRP 122 1D)*

Staff doses recorded show a large variability: from 0.5 to 6 mSv y⁻¹ of effective dose estimated according to the Niklason algorithm.

*Tali variazioni non possono esclusivamente dipendere dalla qualità del servizio dosimetrico ma piuttosto da
AMPIA VARIETA' DI MODALITA' OPERATIVE LOCALI*

This situation requires specific and urgent action aiming to harmonise methods and reduce unnecess-

Ulteriori elementi che possono complicare la valutazione nelle reali situazioni lavorative

***Mancato rispetto delle previsioni del carico di lavoro
(per i lavoratori classificati B la sorveglianza può essere effettuata sulla scorta dei
dati di sorveglianza ambientale)***

***Non corretto utilizzo del dosimetro individuale da parte dei lavoratori
(la tecnologia può ridurre questo inconveniente)***

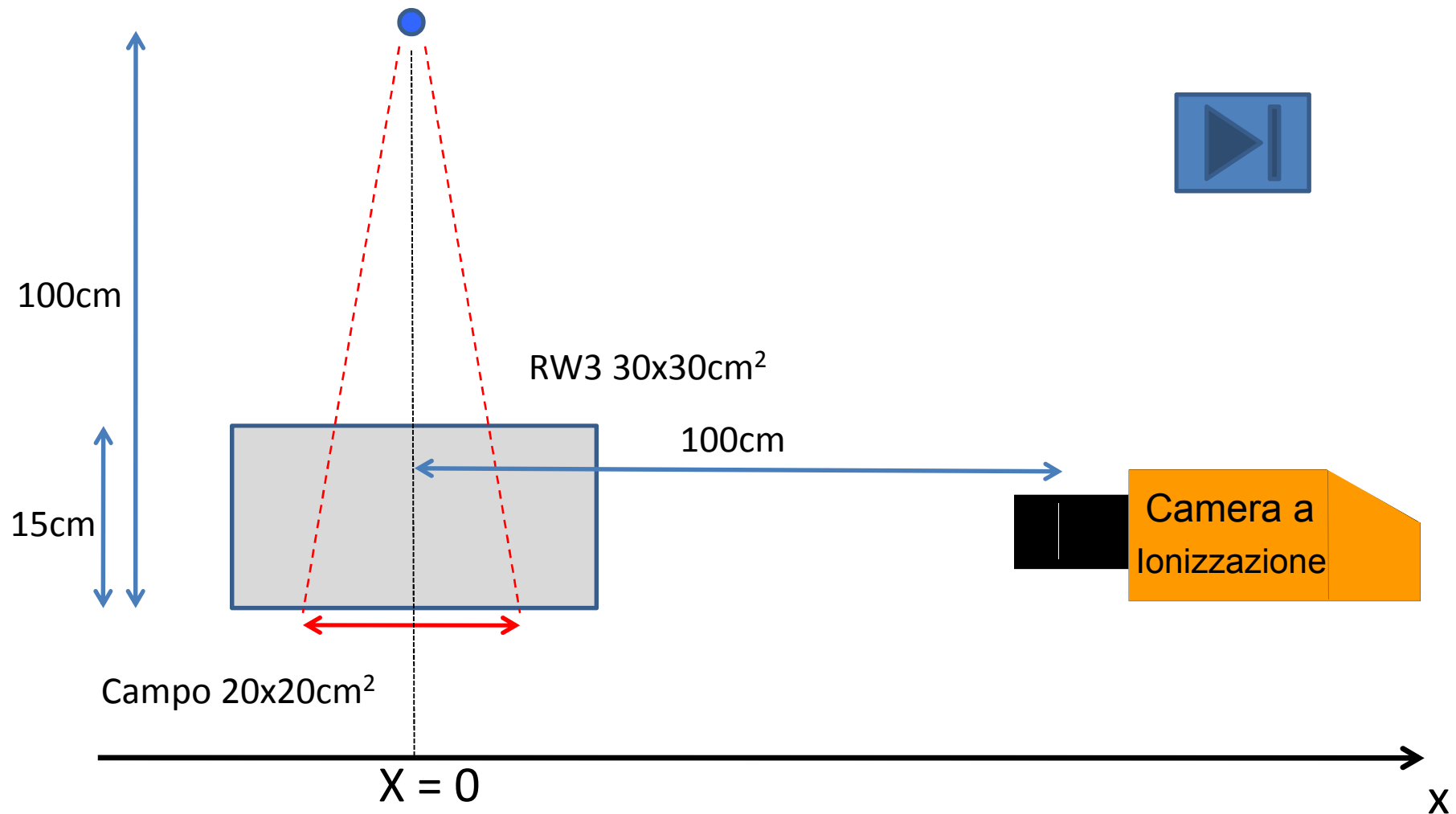
***un solo dosimetro utilizzato sia per attività elettive sia per diagnostica
complementare/interventistica***



***E' difficile trovare una via
verso una valutazione
precisa ed accurata***

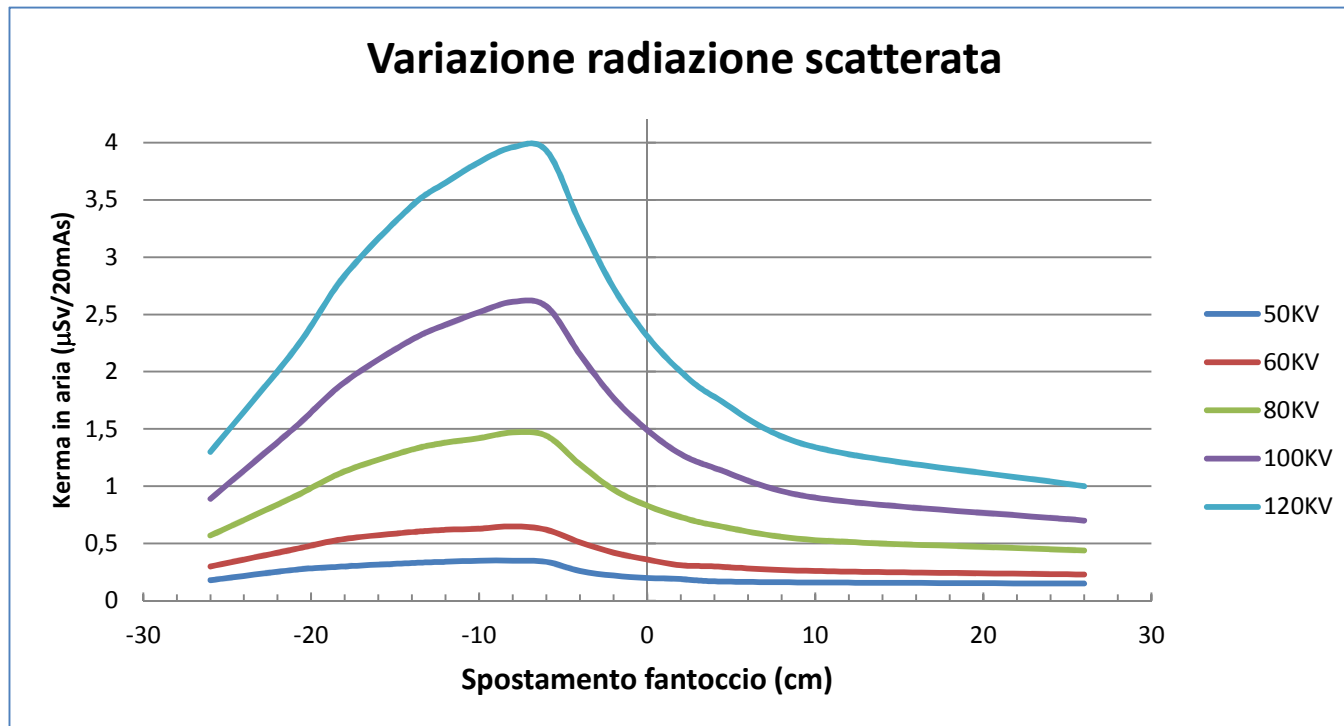
Valutazioni di dose in prospettiva

Variabilità della misura fra due o più controlli consecutivi può dipendere da diversi fattori si riesce a guadagnare in precisione se si standardizza la geometria di misura



Valutazioni di dose in prospettiva

Variabilità della misura fra due o più controlli consecutivi può dipendere da diversi fattori si riesce a guadagnare in precisione se si standardizza la geometria di misura



Effetto dovuto all'assorbimento generato dal fantoccio stesso.
Si raggiungono facilmente scarti del 50% anche per pochi cm di disallineamento.

Con fantoccio rettangolare è bene posizionare il bordo del campo radiante vicino al bordo del fantoccio stesso

Conseguenze . . .

Lavoratori esposti (definizione direttiva 2013/59): persone, lavoratori autonomi o dipendenti, sottoposte a un'esposizione sul lavoro derivante da pratiche contemplate dalla presente direttiva e che possono ricevere dosi superiori ad uno qualsiasi dei limiti di dose fissati per l'esposizione della popolazione.

Art.12 Direttiva 59/2013:

..... limite di dose efficace per l'**esposizione della popolazione** a 1 mSv all'anno.

3. Oltre al limite di dose efficace di cui al paragrafo 2 si applicano i seguenti limiti di dose equivalente:

a) il limite di dose equivalente per il **cristallino** è di **15 mSv all'anno**;

.....

DUNQUE

Se il lavoratore è suscettibile di ricevere una dose equivalente superiore a **15 mSv all'anno per il cristallino** questi **DEVE ESSERE CLASSIFICATO COME LAVORATORE ESPOSTO** e ai sensi dell'articolo 40 **DEVE ESSERE CLASSIFICATO IN CATEGORIA A.** → Monitoraggio individuale

piccolo distacco 15mSv-20mSv + sorveglianza ambientale poco accurata possono "agevolare" una erronea valutazione di classificazione se non il superamento del limite



LIVELLO MONITORAGGIO 6mSv

Conseguenze . . .

Oggettive difficoltà a confrontare Dosi fra diversi centri su larga scala (cosa che non accade in RT)



Articolo 43

Registrazione e comunicazione dei risultati

1. Gli Stati membri provvedono affinché per ciascun lavoratore della categoria A e per ciascun lavoratore della categoria B sia predisposto un libretto contenente i risultati della sorveglianza individuale, qualora tale sorveglianza sia richiesta dallo Stato membro.

5. Il libretto di cui al paragrafo 1 è trasmesso al sistema di trattamento dei dati per la sorveglianza radiologica individuale istituito dallo Stato membro in conformità alle disposizioni dell'allegato X.

ALLEGATO X

Sistema di trattamento dei dati per la sorveglianza radiologica individuale di cui agli articoli 43, 44 e 51

DISPOSIZIONI GENERALI

Il sistema di trattamento dei dati per la sorveglianza radiologica individuale istituito da uno Stato membro può essere realizzato come rete o come registro nazionale delle dosi. Tale sistema può comprendere la pubblicazione di documenti di sorveglianza radiologica individuale per i lavoratori esterni.

Conseguenze . . .

Difficoltà nel trovare evidenze scientifiche nel campo radio-epidemiologico

Difficoltà ad applicare quei regolamenti aziendali per la concessione dell'indennità di rischio radiologico ancora basati sul calcolo di un indice $I(E)=\pi_i f_i * E$

Dosi efficaci poco diverse (talvolta per meno della soglia di decisione) possono portare ad un diverso trattamento fra operatori "omogenei"

Forniscono un falso senso di oggettività

Etc . . .



Giornate
Siciliane di
Radioprotezione
"M. Bellia"



Radio protezione nelle attività interventistiche

*dalla protezione passiva
alla realtà aumentata*

Workshop
interassociativo

Siracusa
18-20 aprile 2018
Minareto Seaside Luxury Resort



UNAU



Società Italiana di
Radiologia Medica
e Interventistica



Dosimetria personale: problematiche, **soluzioni** e prospettive

Nando Romeo

Azienda Sanitaria Provinciale di Messina - TAORMINA

Soluzioni . . . ce ne sono tipicamente tre

La mia Soluzione

La tua Soluzione

La Soluzione giusta

INDIRIZZI/RACCOMANDAZIONI

THE NEW EC TECHNICAL RECOMMENDATIONS FOR MONITORING INDIVIDUALS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO EXTERNAL RADIATION

Radiation Protection Dosimetry (2011), Vol. 144, No. 1–4, pp. 17–25
Advance Access publication 19 October 2010

Allineamento degli obiettivi per il monitoraggio individuale

- *assicurare condizioni lavorative sicure/soddisfacenti;*
- **dimostrare la conformità ai limiti;**
- *informare i lavoratori della loro esposizione e rassicurarli nel caso di basse dosi;*

- *studi epidemiologici;*
- *applicazione dei principi di radioprotezione;*
- *mediare sugli interessi dei lavoratori e dei DG in situazioni di richiesta di risarcimento da danni professionali*

(non è necessario fornire dosimetri ai lavoratori dichiarati non esposti dall'EQ)

INDIRIZZI/RACCOMANDAZIONI

THE NEW EC TECHNICAL RECOMMENDATIONS FOR MONITORING INDIVIDUALS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO EXTERNAL RADIATION

Radiation Protection Dosimetry (2011), Vol. 144, No. 1–4, pp. 17–25
Advance Access publication 19 October 2010

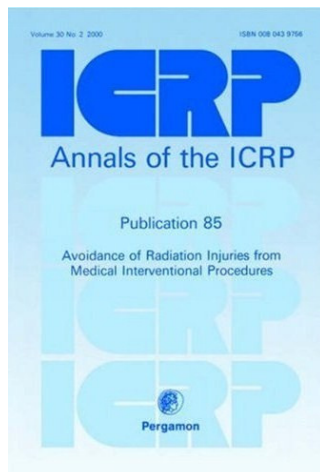
Utilizzo dei dosimetri



E' raccomandato l'utilizzo di un doppio dosimetro con l'indicazione del corretto posizionamento



In situazioni con basse dosi è accettabile l'utilizzo di un solo dosimetro



VALUTAZIONE PIU' ACCURATA
ICRP 85 – D(16)



Sotto camice
(meno sensibile alle variazioni ambientali)



Sopra camice
(meno verosimile una sottostima di E)

INDIRIZZI/RACCOMANDAZIONI

THE NEW EC TECHNICAL RECOMMENDATIONS FOR MONITORING INDIVIDUALS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO EXTERNAL RADIATION

Radiation Protection Dosimetry (2011), Vol. 144, No. 1–4, pp. 17–25
Advance Access publication 19 October 2010

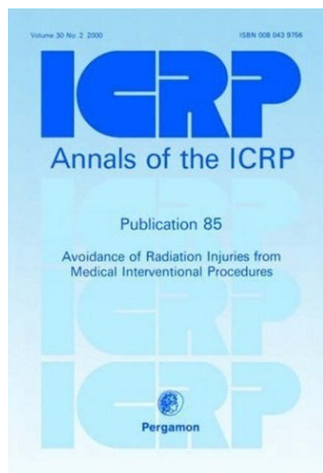
Utilizzo dei dosimetri



E' raccomandato l'utilizzo di un doppio dosimetro con l'indicazione del corretto posizionamento



In situazioni con basse dosi è accettabile l'utilizzo di un solo dosimetro



VALUTAZIONE PIU' ACCURATA
ICRP 85 – D(16)



Sotto camice
(meno sensibile alle variazioni ambientali)



Sopra camice
(meno verosimile una sottostima di E)

INDIRIZZI/RACCOMANDAZIONI



Dose Efficace DD

$$E = 0,02 [H_p(0,07)_{\text{over}} - H_p(10)_{\text{under}}] + H_p(10)_{\text{under}}$$

operatori prossimi al tavolo con TS

$$E = 0,06 [H_p(0,07)_{\text{over}} - H_p(10)_{\text{under}}] + H_p(10)_{\text{under}}$$

operatori prossimi al tavolo senza TS

Dose Efficace SD

$H_p(10)$ sotto il camice per operatori non prossimi al tavolo

INDIRIZZI/RACCOMANDAZIONI



Dose Equivalente al cristallino (dosimetro sulla fronte o lateralmente)

$$\mathbf{H_{eye} = f * H_p (3)}$$

f = 0.1 se si utilizzano occhiali ad alta protezione, con schermo laterale e con elevata garanzia di impiego costante.

f = 0.3 se si utilizzano occhiali protettivi con schermo laterale ma con scarsa garanzia di impiego costante.

f = 0.5 se si utilizzano occhiali senza elevata garanzia di impiego costante.

Prospettive . . .

(brain dosimetry ?)

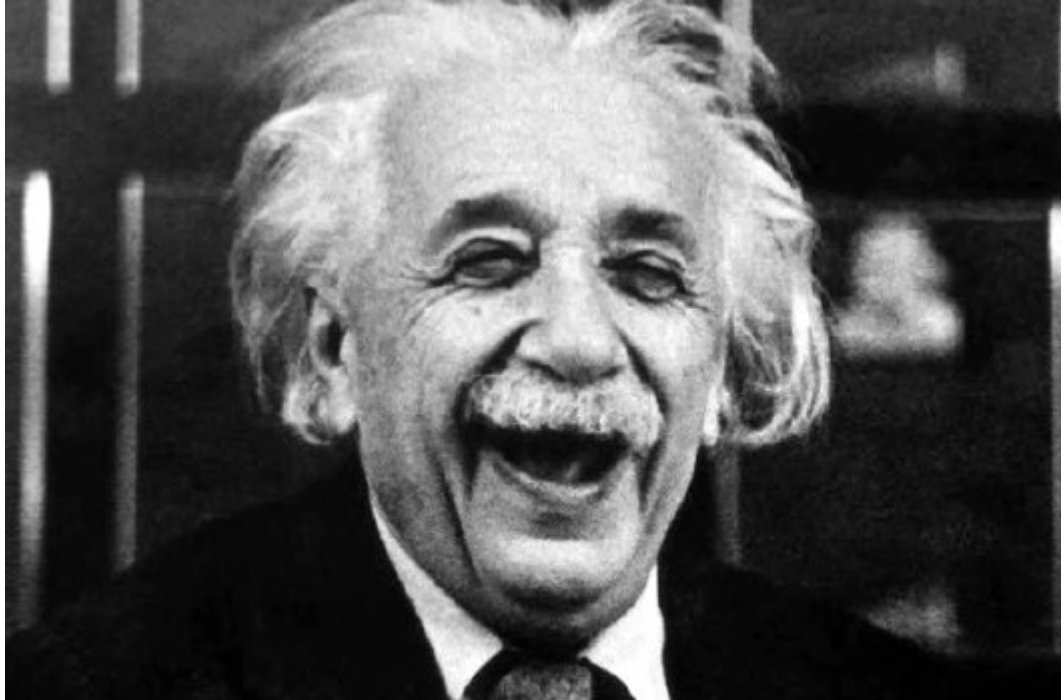
Brain and Neck Tumors Among Physicians Performing Interventional Procedures

<http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.12.060>

- ***Documenta tumori nel distretto testa-collo per 31 medici interventisti***
- ***Tutti hanno lavorato per un periodo prolungato (12-23 anni) nell'ambito delle procedure interventistiche***
- ***17 casi di glioblastoma, 2 astrocitoma, 5 meningioma***
- ***in 26 casi era disponibile la localizzazione (22 sn – 1 midline – 3 dx)***

Given that the brain is relatively unprotected and the left side of the head is known to be more exposed to radiation than the right, these findings of disproportionate reports of left-sided tumors suggest the possibility of a causal relation to occupational radiation exposure. © 2013 Elsevier Inc. All rights reserved. (Am J Cardiol 2013;111:1368–1372)

Prospettive . . .



Gli intellettuali risolvono i problemi, i geni li prevengono

Prospettive . . .

*20 anni di conoscenza ancora non
molto diffusa*

Zero-Dose Electrophysiology Procedures

(o con consistente riduzione di dose)

***Ablazione a radiofrequenza o ablazione criogenica
metodi curativi del disturbo del ritmo cardiaco***

***Risulta necessario mappare le superfici interne delle cavità ed
individuare in maniera estremamente accurata i punti su cui
rilasciare la terapia***

DISCLOSURE . . .

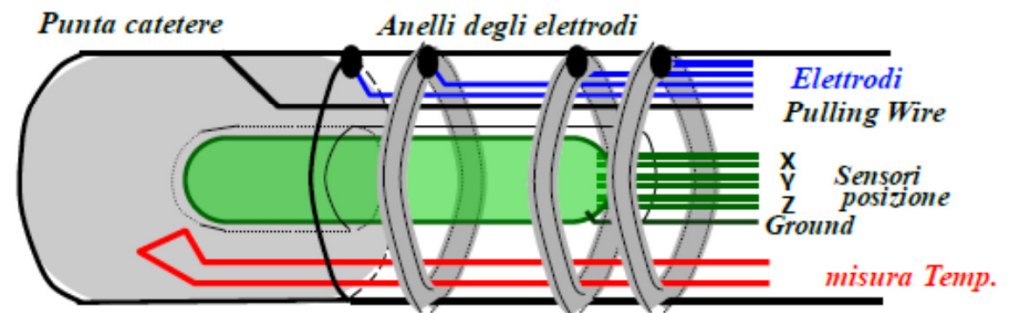
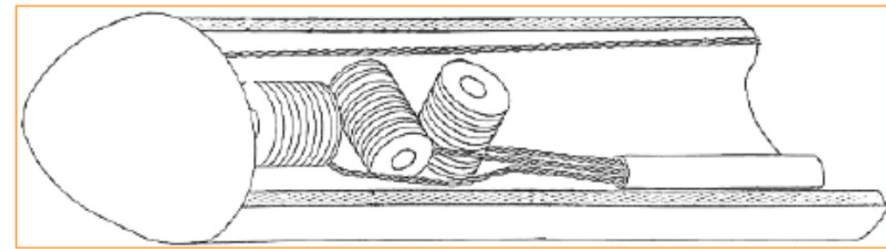
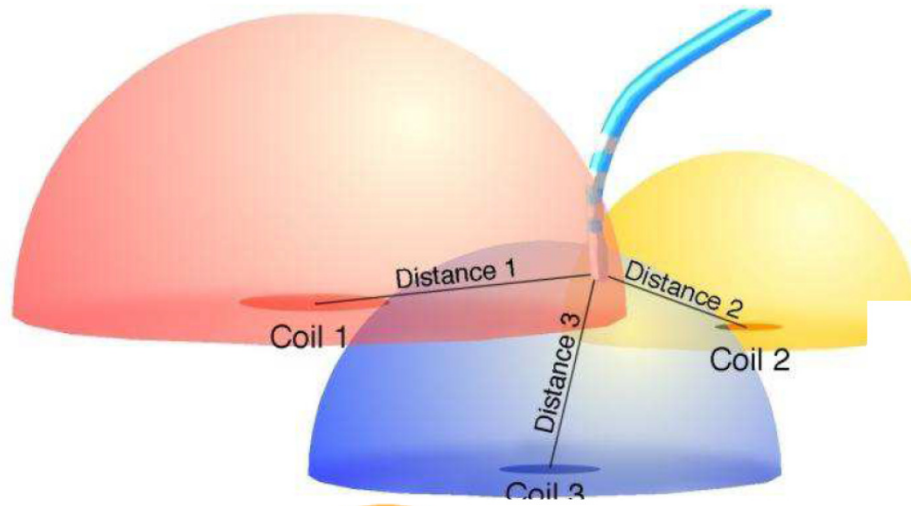
Nessun conflitto di interessi

Prospettive . . .

20 anni di conoscenza ancora non molto diffusa

Biosense CARTO® mapping system

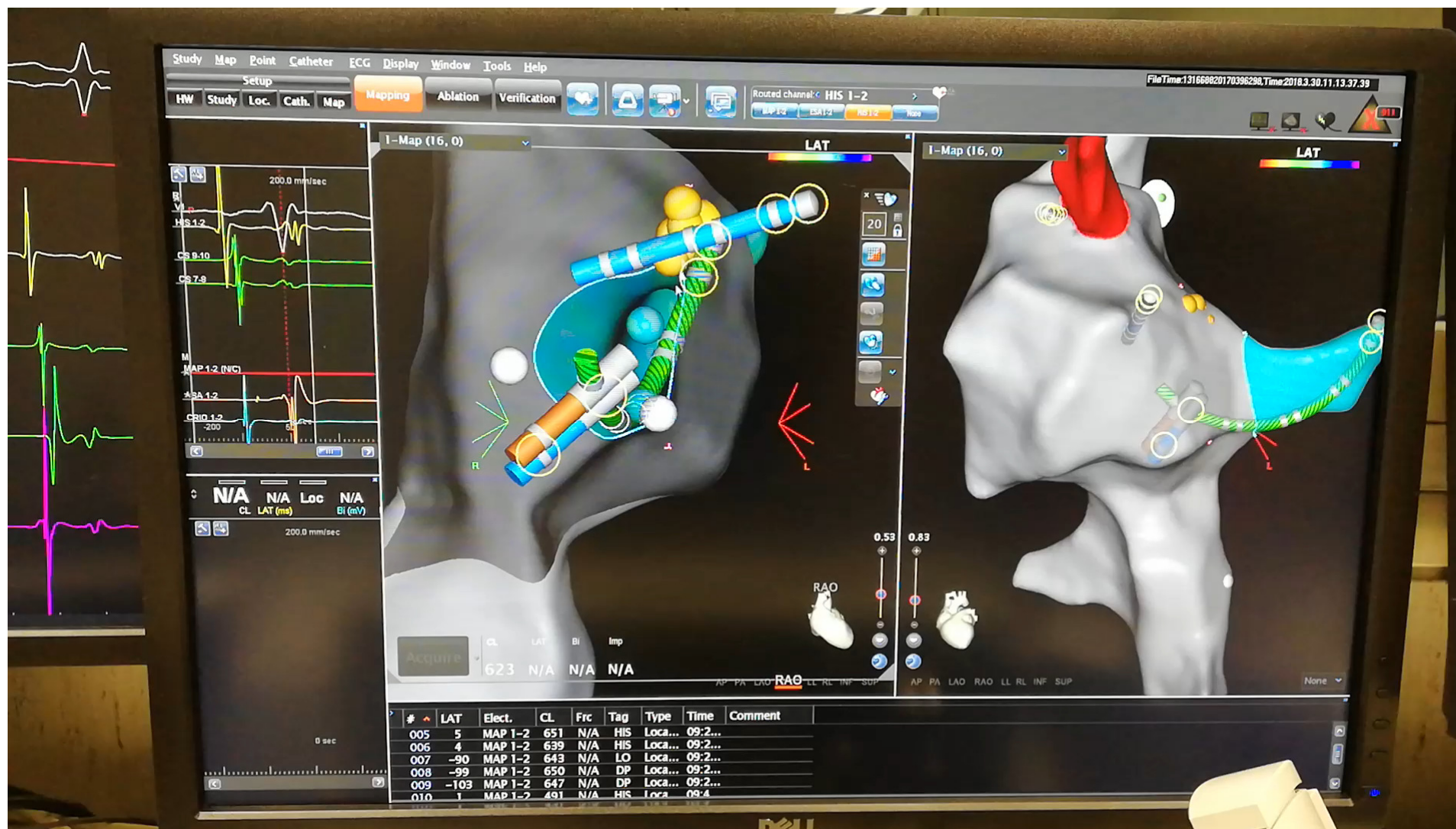
Campo magnetico a bassa intensità
5-50 μT



Dimensioni sensore:
1.0 mm diametro
4.5 mm lunghezza

Prospettive . . .

20 anni di conoscenza ancora non molto diffusa



CONCLUSIONI

*Valutare la dose agli operatori in RI è un processo tutt'altro
che semplice*

*Per poter confrontare dosi almeno a livello nazionale servono
norme regolatorie chiare di armonizzazione dei metodi*

COMMENTO

*Per poter dichiarare un valore numerico dobbiamo essere in
grado di «vederlo o risolverlo»*

GRAZIE PER L'ATTENZIONE