

## Relazione Tecnica

### Protezione Attenurad (ARB10-4) F&L Medical Products

*Dr.ssa Paola Colombo\*, Dr. G. Pedrolì\*, TSRM Marisa Nicoloso\*, Dr. Angelo Vanzulli, Dr.° Luca Valvassori*

*\*SC di Fisica Sanitaria, SC di Radiodiagnostica, °SC di Neuroradiologia*

*Azienda Ospedaliera Niguarda Cà Granda - Milano*

#### Introduzione : Descrizione della protezione

la protezione è costituita da 4 strati di bismuto con le seguenti caratteristiche :

0.85 g di Bismuto per cm<sup>2</sup> ogni strato

3.4 g /cm<sup>2</sup> di Bismuto per cm<sup>2</sup> se si usano 4 strati

I dati forniti dalla Ditta costruttrice (1) riferiscono che ogni strato risulta equivalente a 0.015 mm Pb, cioè attenua del 14 % a 120 kV (HVL 5.6 mm Al) ; il bismuto risulta avere caratteristiche di elasticità e modellabilità migliori della gomma piombifera.

La protezione è disponibile in tre formati : per il seno, per il cristallino, per la tiroide.

Le valutazioni effettuate riguardano la stima del fattore di attenuazione per le protezioni al seno e al cristallino e l'effetto della protezione sulla qualità immagine.

#### Protezione per il seno

##### Aspetti dosimetrici

##### Misure sul paziente

Le misure sono state effettuate su pazienti di sesso femminile che hanno eseguito un esame TC che comprendesse una scansione sul torace sul Tomografo Siemens Volume Zoom.

L'esecuzione dell'esame in molti casi ha compreso un'acquisizione sul torace e alcune acquisizioni sull'addome superiore e inferiore. Sulle pazienti sono stati posizionati tre dosimetri a TLD opportunamente tarati su ognuno dei due seni appena sopra al capezzolo. La protezione è stata utilizzata sopra ad una spugna alta 0.7 cm. Per una serie di pazienti è stata utilizzata la protezione mentre per un'altra serie non è stata utilizzata la protezione.

In totale sono state campionati 30 esami di cui 15 hanno contribuito alla misura della dose alla mammella con la protezione e 15 senza.

Per potere rendere più omogenei i dati, si è tenuto conto del contributo alla dose delle scansioni dell'addome attraverso misure specifiche.

#### Risultati :

Con la protezione, la dose al seno risulta **ridotta del 34%** rispetto alla dose senza protezione (da 11.9 mGy con protezione a 17.7 mGy senza protezione per esami a 120 kV e 140 mAs)

### Misure su fantoccio

E' stato usato un fantoccio antropomorfo (RANDO) dotato di mammella tessuto equivalente. Il fantoccio è stato sottoposto ad un esame TC uguale a quello normalmente in uso per i pazienti (torace 120 kV, 140mAs, pitch =1, 4x2.5 ).

Sul fantoccio sono stati posizionati 3 dosimetri TLD su ognuno dei due seni in posizione analoga a quella scelta per le pazienti.

Inoltre, poiché le mammelle del fantoccio possono essere tolte, sono stati posizionati 3 dosimetri sotto ogni mammella sulla parete toracica in posizione corrispondente al capezzolo e tre dosimetri nei fori predisposti .

Le scansioni sul fantoccio sono state ripetute due volte.

### Risultati :

Con la protezione la dose al seno risulta **ridotta del 34%** rispetto alla dose senza protezione sia nella posizione superficiale che per le posizioni sulla parete toracica o dentro la mammella

### Aspetti di qualità immagine

#### Artefatti

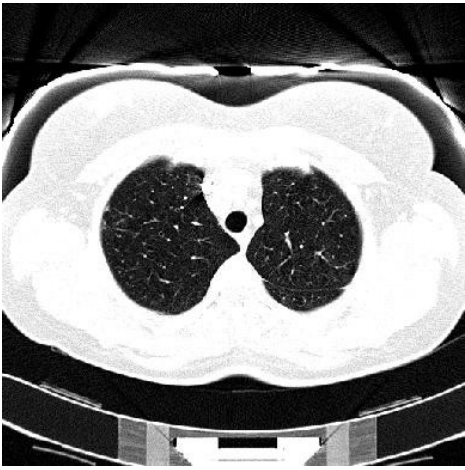
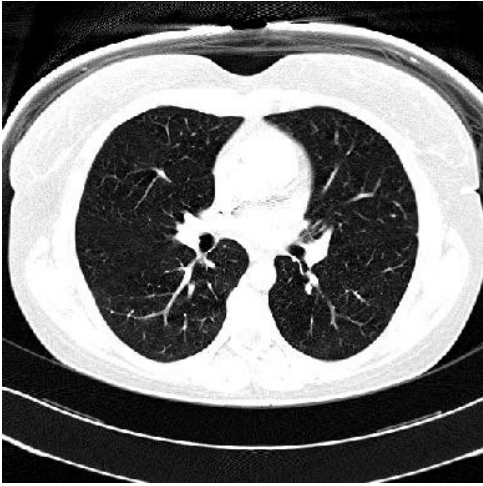
il posizionamento della protezione sopra una spugna alta circa 0,7 cm rende più consistente e rigida la protezione ed è quindi valido per tre motivi :

- 1) facilitare il posizionamento
- 2) ridurre gli artefatti (diminuiscono le pieghe che sono all'origine degli artefatti)
- 3) diminuire il contributo di dose alla cute dovuto allo scattering

Infatti alcune acquisizioni preliminari senza l'uso della spugna avevano dimostrato la presenza di artefatti, che pur non inficiando la diagnosi a livello polmonare, potevano rendere difficili da interpretare alcuni punti della parete toracica.

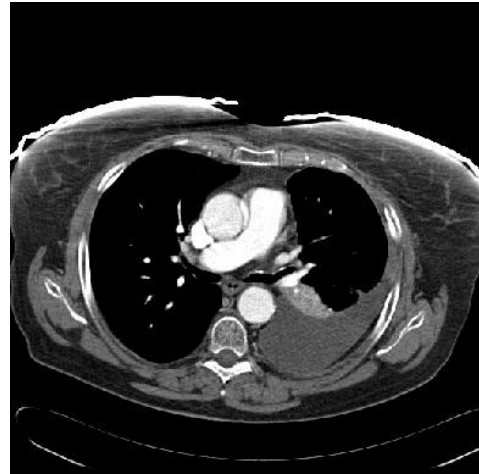
Al contrario con l'uso della spugna, la protezione risulta facilmente posizionabile e non si formano pieghe. Negli esempi che seguono risulta evidente che con l'uso della spugna gli artefatti, se presenti, non si propagano nei tessuti toracici, ma rimangono esterni al corpo.

Sono riportati alcuni esempi:



Finestra polmone





### Finestra tessuti molli

#### Misure di rumore su fantoccio

L'effetto della protezione è quello di attenuare la radiazione emessa dal tubo quando questo si trova davanti alla protezione. Questo permette di ridurre la dose ai tessuti immediatamente sotto alla protezione senza tuttavia impedire la formazione dell'immagine. E' chiaro tuttavia che in queste zone la qualità dell'immagine risulterà ridotta perché meno radiazione si traduce in un minor numero di informazioni. Poiché un punto qualsiasi dell'immagine viene ricostruito con il contributo di tutti i fasci passanti per quel punto e provenienti da tutte le angolazioni, è chiaro che questo deterioramento si propaga anche nei tessuti sottostanti in termini di aumento di granulosità. Per valutare l'entità di questo effetto sono state eseguite misure di rumore ovvero di granulosità in diversi punti dell'immagine in presenza e in assenza della protezione. Sulle acquisizioni effettuate su fantoccio RANDO sono state eseguite misure di rumore in quattro aree dei polmoni in strati corrispondenti e sono stati confrontati con test statistico T-student per dati appaiati i valori ottenuti. La differenza del rumore risulta pari a 2.2 n.TC ed è statisticamente significativa ( $P < 0.02$ ) per le porzioni anteriori del polmone, mentre per le porzioni posteriori la differenza, pari a 0.7 n.TC non è risultata significativa.

Questo significa che la protezione influenza la qualità dell'immagine a livello polmonare con un aumento di rumore modesto (valore medio : 11 n.TC, aumento: 2 n.TC) ma che questo è evidente solo nelle porzioni anteriori del polmone.

#### Osservazioni del radiologo

L'utilizzo del dispositivo di protezione, da noi sperimentato su 28 pazienti, ha consentito sempre una corretta valutazione diagnostica delle aree di interesse, senza alcuna degradazione delle immagini per quanto concerne i campi polmonari e il mediastino.

Si è osservata una minima e accettabile degradazione della rappresentazione delle strutture della parete anteriore, quasi mai oggetto dello studio TC.

In conclusione si può affermare che l'utilizzo dei dispositivi di protezione è utile dal punto di vista protezionistico e non inficia la qualità dell'esame diagnostico.

### Indicazioni per l'uso della protezione

Abbiamo riscontrato che un esame semplice sul torace comporta una dose alla mammella dell'ordine dei 15-25 mGy, mentre un esame multifasico dell'addome può impartire una dose ad una parte della mammella di 45 - 95 mGy (a seconda dell'esame e della mammella), corrispondenti a 10 o nel secondo caso 20-30 mammografie. Recenti lavori hanno dimostrato un aumento di incidenza di tumore al seno dovuto all'esposizione dovuta a esami TC (2,3). Inoltre è stato dimostrato che il rischio di carcinogenesi aumenta al diminuire dell'età dell'esposizione: si è stimato che ad una dose alla mammella pari a 10 mGy corrisponde un aumento di rischio del 13.6% per una donna di età inferiore a 35 anni (4,5). Per pazienti giovani di sesso femminile pertanto, l'uso della protezione sembra estremamente giustificato.

Difficile è estrapolare dati certi sul rischio associato all'esposizione per età maggiori e condizioni di esposizione differenti, dove tuttavia il rischio sembra inferiore; tenuto conto delle scarse controindicazioni che si sono presentate nell'uso della protezione è comunque da incoraggiare un uso più esteso della protezione stessa.

### Protezione per il cristallino

#### Aspetti dosimetrici

##### Misure sul paziente

Le misure sono state effettuate su pazienti che hanno eseguito un esame TC cerebrale sul Tomografo Aura Philips.

Sui pazienti sono stati posizionati tre dosimetri a TLD opportunamente tarati su ognuno dei due occhi, sopra alla palpebra. La protezione è stata utilizzata a diretto contatto. Per una serie di pazienti è stata utilizzata la protezione mentre per un'altra serie non è stata utilizzata la protezione.

In totale sono state campionati 10 esami di cui 5 hanno contribuito alla misura della dose all'occhio con la protezione e 5 senza. Questo esame si presenta molto standard ed i dati si sono presentati molto ripetibili.

##### Risultati :

Con la protezione la dose all'occhio risulta **ridotta del 50%** rispetto alla dose senza protezione ( da 24.3 mGy con protezione a 48.6 mGy senza protezione per esami della fossa cranica a 130 kV e 200 mAs, 5 mm spessore)

##### Misure su fantoccio

E' stato usato lo stesso fantoccio antropomorfo (RANDO) utilizzato per la protezione al seno. Il fantoccio è stato sottoposto ad un esame TC uguale a quello normalmente in uso per i pazienti (fossa cranica: 130 kV, 200mAs, 5 mm e sovratentoriale : 130kV, 180mAs, 7 mm).

Sul fantoccio sono stati posizionati 3 dosimetri TLD su ognuno dei due occhi in posizione analoga a quella scelta per le pazienti, con e senza protezione.

#### Risultati :

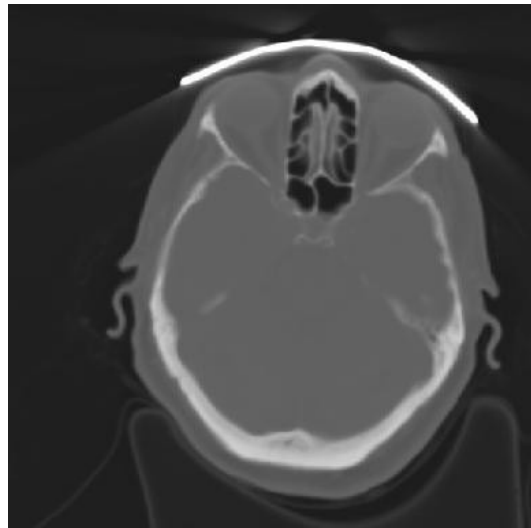
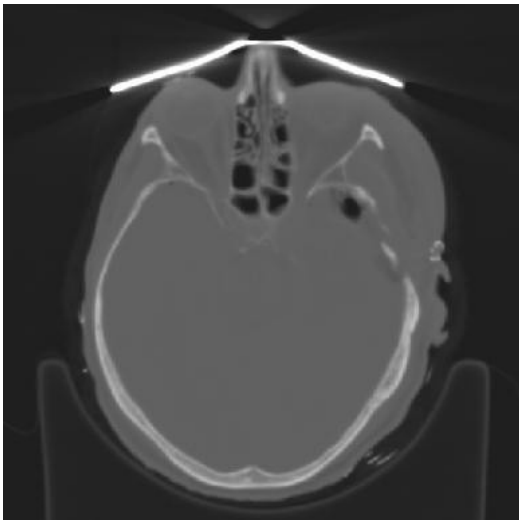
Con la protezione la dose al occhio risulta **ridotta del 47 %** rispetto alla dose senza protezione, confermando il dato ottenuto sui pazienti.

#### Aspetti di qualità immagine

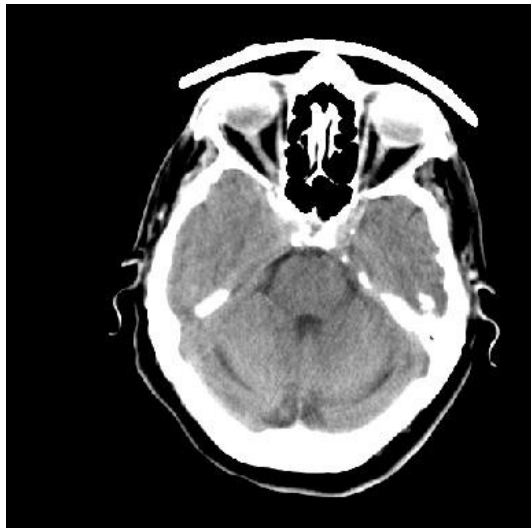
##### Artefatti

Il posizionamento della protezione per esami cerebrali non presenta difficoltà, in quanto la protezione è piccola e non presenta possibilità di fare pieghe o altro.

In questo modo non si producono in generale artefatti che vadano a sovrapporsi alle strutture cerebrali, tenuto conto del fatto che le strutture di interesse (cervelletto) si trovano a discreta distanza dagli occhi. Sono allegate alcune immagini esemplificative.



##### Finestra osso



## Finestra encefalo

### Rumore

Sono state eseguite misure di rumore sulle immagini acquisite con il fantoccio Rando in due diverse sezioni (nel cervelletto in cui era visibile la protezione e in una sezione sovratentoriale appena sopra alla protezione) e sono state confrontate con test statistico T-student per dati appaiati. Nel primo caso la differenza del rumore risulta pari a 0.9 n.TC rispetto ad un valore medio di 3.95 ma non è risultata statisticamente significativa, nel secondo caso è risultata inferiore (0.4) e non significativa.

### Osservazioni del neuroradiologo

.....

#### **Indicazioni per l'uso della protezione**

Un esame cerebrale semplice comporta una dose al cristallino dell'ordine dei 50-60 mGy. Benché la dose all'organo sia più alta rispetto a quella stimata per il seno, l'effetto associato all'esposizione è prevalentemente di tipo deterministico, cioè l'opacizzazione del cristallino. Si stima un aumento da 1 a 5% della probabilità di insorgenza dell'effetto per un'esposizione pari a 2-10 Gy per un adulto (esposizione singola) (6) mentre per i bambini la radiosensibilità risulta maggiore con gli stessi effetti indotti da minor dose. Si può quindi ipotizzare che la ripetizione di diverse decine di esami cerebrali potrebbe indurre tale rischio soprattutto nel caso dei bambini. Inoltre soggetti con lunga aspettativa di vita (bambini) hanno il rischio di sottoporsi alla ripetizione di esami cerebrali nell'arco della vita.

Queste due considerazioni portano a suggerire l'uso di tale protezione a pazienti giovani, a chi debba ripetere molte volte l'esame, a chi abbia la cataratta, o preesistenti problemi al cristallino.

## Conclusioni

- Seno :** la protezione attenua mediamente del 34% (120 - 130 kV)
- Esami :** da usarsi durante gli esami toracici per le scansioni che interessano il seno per proteggere la mammella. Si tenga presente che anche gli esami condotti sull'addome superiore comprendono in molti casi una parte della mammella.
- Indicazioni :** bambine e giovani donne.  
nel caso di esami multifasici che comprendano anche la mammella, si consiglia l'uso anche per donne di età maggiore
- Modalità :** la protezione viene applicata sulla paziente già posizionata sul lettino della TC : prima si appoggia sopra al seno la spugna di dimensioni adeguate, quindi la protezione controllando che sia ben centrata e che copra anche lateralmente la mammella
- 
- Occhi :** la protezione attenua mediamente del 50% (120 - 130 kV)
- Esami :** da usarsi durante gli esami cerebrali per cui le scansioni interessino gli occhi per proteggere il cristallino.
- Indicazioni :** bambini, esami ripetuti, pazienti con problemi di cataratta
- Modalità :** La protezione viene applicata direttamente sugli occhi. Porre attenzione a problemi di igiene utilizzando involucri protettivi o utilizzandoli una volta sola.

## Bibliografia

- 1) Hopper KD et al. "The breast : in-plane X-ray protection during diagnostic thoracic CT- shielding with bismuth radioprotective garments" Radiology 1997; 250:853-858
- 2) Hoffman DA et al. "Breast cancer in women with scoliosis exposed to multiple diagnostic x rays" J Natl Cancer Inst 1989; 81:1307-1312
- 3) Spine 2000;25:2052-2063
- 4) Land CE et al. "Early-onset breast cancer in A-bomb survivors" Lancet 1993;342:237
- 5) Tubiana M "Carcinogenic effects of low doses" 1999 Cancer Radiother 1999;3:203-214
- 6) ICRP Publication 41 "Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation" Volume 14 N.3 1984
- 7) Hopper KD et al. "Radioprotection to the Eye during CT scanning" Am J Neuroradiol 2001; 22:1194-1198
- 8) Fricke BL et al. "In plane Bismuth breast shields for pediatric CT : effects on radiation dose and image quality using experimental and clinical data" AJR 2003; 180:407-411