



ALLEGATO 3C

PROTOCOLLO PER LA VERIFICA DELLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI RELATIVE AI TOMOGRAFI PET/CT



Indice

1	Oggetto e scopo	3
2	Oggetti test, strumentazione e prove.....	3
3	Indicazioni preliminari all'esecuzione delle prove funzionali.....	4
4	Prove	5
4.1	SISTEMA PET	5
4.1.1	<i>Prova A – Risoluzione spaziale</i>	<i>6</i>
4.1.2	<i>Prova B - Frazione di Scatter e calcolo del NECR.</i>	<i>7</i>
4.1.3	<i>Prova C – Sensibilità di sistema</i>	<i>11</i>
4.1.4	<i>Prova D – Contrasto e accuratezza delle correzioni per lo scatter e per le coincidenze casuali.....</i>	<i>13</i>
4.2	SISTEMA CT.....	17
4.2.1	<i>Prova E - Risoluzione standard (10% e 50% MTF).....</i>	<i>17</i>
4.2.2	<i>Prova F - Risoluzione di contrasto.....</i>	<i>18</i>



1 OGGETTO E SCOPO

Il presente documento descrive le procedure di acquisizione delle immagini, le procedure di elaborazione delle immagini e le modalità di presentazione dei parametri funzionali dei tomografi PET/CT.

Per la redazione del protocollo per la verifica delle caratteristiche funzionali relative ai tomografi PET/CT sono stati utilizzati e consultati i seguenti documenti di riferimento:

- National Electrical Manufacturers Association, NEMA NU-2 Standards Publication NU-2-2012: Performance Measurements of Positron Emission Tomography (National Electrical Manufacturers Association, Rosslyn, VA,);
- Report AIFM N.4 (2007) - Tomografia Computerizzata: descrizione e misura dei parametri caratteristici.

2 OGGETTI TEST, STRUMENTAZIONE E PROVE

Per l'esecuzione di tutte le misure descritte nel presente protocollo si farà uso della seguente strumentazione, che dovrà essere messa a disposizione del Laboratorio di fisica sanitaria da parte dell'azienda concorrente:

- NEMA PET Sensitivity Phantom;
- NEMA Scatter Phantom;
- NEMA IEC Body Phantom;
- due capillari di vetro con diametro esterno di 2 mm, diametro interno non maggiore di 1 mm e relativo supporto;
- Fluoro-18 (F-18), la cui attività necessaria per le misure deve essere calcolata in base alla disponibilità del radioisotopo nel centro dove si effettueranno le prove;
- CATPHAN 500 o 600;
- attivimetro rispondente ai requisiti minimi indicati nella tabella seguente

Parametro controllato	Limiti accettabilità
Accuratezza	$\pm 5\%$ del valore teorico
Linearità	$\pm 5\%$
Riproducibilità	$\pm 5\%$

In particolare, la strumentazione e il radiofarmaco di cui sopra saranno utilizzati come illustrato nella **Tabella 1** – Elenco delle prove e relativi oggetti test.

Tabella 1 - Elenco delle prove e relativi oggetti test

PROVE	OGGETTO TEST	ISOTOPO
A RISOLUZIONE SPAZIALE	DUE SORGENTI LINEARI	F-18



PROVE	OGGETTO TEST	ISOTOPO
B FRAZIONE DI SCATTER E CALCOLO DEL NECR	SORGENTE LINEARE, FANTOCIO DI POLIETILENE	F-18
C SENSIBILITÀ DI SISTEMA	SORGENTE LINEARE, 5 TUBI CONCENTRICI DI ALLUMINIO	F-18
D CONTRASTO E ACCURATEZZA DELLE CORREZIONI PER LO SCATTER E PER LE COINCIDENZE CASUALI	FANTOCIO IEC STANDARD 61675-1	F-18
E RISOLUZIONE STANDARD (10% e 50% MTF)	CATPHAN (inserto CTP528)	-
F RISOLUZIONE DI CONTRASTO	CATPHAN (inserto CTP515)	-

3 INDICAZIONI PRELIMINARI ALL'ESECUZIONE DELLE PROVE FUNZIONALI

Dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- l'apparecchiatura dovrà essere disponibile per almeno 8 ore da suddividere in base alla disponibilità dell'attività di F-18;
- l'apparecchiatura dovrà essere regolata da un tecnico nominato dal concorrente, sotto la sua esclusiva responsabilità, secondo i parametri relativi alle condizioni operative previste da ciascuna prova;
- il tecnico del concorrente dovrà pre-impostare e memorizzare tutti i protocolli di acquisizione, con le relative condizioni operative prima della data stabilita per l'esecuzione delle prove funzionali. Sarà, comunque, cura del laboratorio in fase di esecuzione delle prove verificare la correttezza e la corrispondenza dei parametri indicati nel suddetto paragrafo con quanto pre-impostato e memorizzato sulle apparecchiature offerte;
- il tecnico del concorrente dovrà preparare i fantocci e posizionarli secondo protocollo, con il consenso del tecnico del laboratorio individuato da Consip S.p.A. e dovrà, a tal proposito, assicurare la disponibilità di idonei sistemi per il corretto posizionamento di ogni fantoccio;
- l'acquisizione dovrà essere attivata dal tecnico del concorrente con il consenso del tecnico del laboratorio individuato da Consip S.p.A.;
- l'elaborazione delle immagini e la relativa elaborazione per l'acquisizione dei dati verrà effettuata dal tecnico del laboratorio individuato da Consip S.p.A. in collaborazione con un tecnico nominato dal concorrente, utilizzando dove disponibile il software del sistema in oggetto;
- i risultati delle prove del concorrente dovranno essere salvati, senza alcun ulteriore processing, in CD o DVD;
- all'interno del/dei CD o DVD dovranno essere presenti solo i risultati della verifica funzionale, suddivisi possibilmente in cartelle identificate con il nome di ogni singola prova;
- il tecnico del concorrente dovrà consegnare al Fisico del Laboratorio di fisica i CD/DVD contenenti la totalità delle immagini previste dalle prove.



L'esecuzione delle prove avverrà secondo le modalità di seguito indicate:

- le prove saranno eseguite solo ed esclusivamente in presenza di un tecnico incaricato del concorrente;
- alle prove funzionali, peraltro, sarà consentito l'accesso di un solo tecnico incaricato dal concorrente sulla cui apparecchiatura devono essere compiute le prove;
- il tecnico nominato dal concorrente dovrà procedere personalmente alla regolazione dell'apparecchiatura secondo i parametri relativi alle condizioni operative di ciascuna prova;
- alle prove funzionali potranno essere presenti uno o più referenti Consip S.p.A. e, anche disgiuntamente, i membri della Commissione di gara;
- le prove avverranno sull'apparecchiatura installata e funzionante presso la struttura sanitaria pubblica o privata, indicata dal concorrente nell'offerta tecnica, ubicata sul territorio italiano o europeo;
- le prove devono essere eseguite su acquisizioni effettuate in base al relativo protocollo;
- nel caso una prova non produca risultati entro i limiti di accettabilità specificati è consentito effettuare una sola ripetizione della prova in oggetto nell'ambito della medesima verifica funzionale;
- nel caso una prova produca risultati migliorativi rispetto a quelli specificati, i valori trovati saranno considerati validi;
- per l'acquisizione di ogni immagine o serie di immagini richieste da ciascuna prova è consentita l'acquisizione di immagini scout/surview/topogram/scanogram al fine di garantire un'ottimale centratura degli oggetti test;
- l'apparecchiatura dovrà restare disponibile oltre il termine della procedura di gara, cioè per 60 (sessanta) giorni dopo l'aggiudicazione definitiva. Tale termine potrà, in caso di sopraggiunte esigenze, essere prorogato su richiesta della stazione appaltante.

Il laboratorio ha la facoltà di interrompere le prove limitatamente al tempo necessario per risolvere eventuali problematiche tecniche e/o logistiche che dovessero presentarsi durante l'esecuzione delle stesse.

Non sono ammesse registrazioni audio e video e non è ammesso l'uso dei telefoni cellulari.

Durante lo svolgimento delle prove sarà cura del tecnico incaricato dal concorrente riportare i parametri di impostazione delle apparecchiature richiesti nel modulo predisposto (Allegato 3C ter - Moduli Registrazione parametri).

Al termine delle prove il laboratorio concorderà con la Commissione la modalità di invio dei moduli predisposti (Allegato 3C Bis – Scheda riepilogativa dati) e compilati con la relativa documentazione allegata.

4 PROVE

4.1 Sistema PET



4.1.1 Prova A – Risoluzione spaziale

Indicazioni preliminari

Due sorgenti puntiformi di F-18 , con una dimensione di 1 mm. Nel piano trasversale le sorgenti devono essere posizionate:

- (1) ad 1 cm in direzione y dal centro del tomografo
- (2) a 10 cm in direzione x dal centro del tomografo

Le sorgenti devono essere disposte su un apposito supporto e sospese in aria per minimizzare l'effetto dello scatter.

L'attività presente deve essere tale che, una volta posizionate entrambe le sorgenti all'interno del campo di vista del tomografo, la percentuale di tempo morto deve essere inferiore al 5% o la percentuale della componente coincidenze casuali deve essere inferiore al 5% dei conteggi totali.

Protocollo di acquisizione

Devono essere effettuate due acquisizioni separate:

- la prima posizionando le due sorgenti nel centro del campo di vista assiale;
- la seconda a una posizione assiale corrispondente a 3/8 del campo di vista assiale.

Devono essere acquisiti almeno 100 K-conteggi per ogni sorgente.

Modalità di acquisizione 3D.

Ricostruzione ed analisi dei dati

La matrice di ricostruzione deve essere almeno 1/3 del valore di risoluzione spaziale atteso. La ricostruzione deve essere effettuata utilizzando la retroproiezione filtrata con un filtro rampa.

Per ogni posizione devono essere ottenute le immagini in proiezione transassiale e sagittale.

Per ogni sorgente calcolare la risoluzione spaziale in termini di ampiezza a metà altezza (FWHM) utilizzando una interpolazione lineare tra pixel adiacenti a metà del valore massimo dei profili radiale (x), tangenziale (y) e assiale (z). Il valore massimo deve essere determinato con un fit parabolico utilizzando il punto di massimo valore e i due punti adiacenti come illustrato in Figura 1.

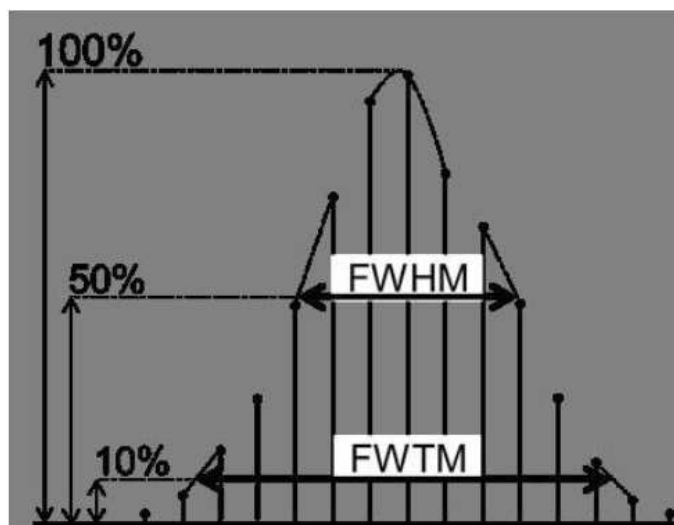


Figura 1

Riportare i valori di FWHM seguendo lo schema di seguito riportato:

Descrizione		Formula
A 1 cm di		
Transassiale	Media di x e y per entrambe le posizioni z	$R=(R_{x=0,y=1,z=centro}+R_{y=0,y=1,z=centro}+R_{x=0,y=1,z=3/8FOV}+R_{y=0,y=1,z=3/8FOV})/4$
Assiale	Media per le posizioni z	$R=(R_{x=0,y=1,z=centro}+R_{x=0,y=1,z=3/8FOV})/2$
A 10 cm di		
Transassiale Radiale	Media di x e y per entrambe le posizioni z	$R=(R_{x=10,y=0,z=centro}+R_{x=10,y=0,z=3/8FOV})/2$
Assiale	Media per le posizioni z	$R=(R_{x=10,y=0,z=centro}+R_{x=10,y=0,z=3/8FOV})/2$

4.1.2 Prova B - Frazione di Scatter e calcolo del NECR.

Indicazioni preliminari

Per il calcolo della Frazione di scatter e del NECR è utilizzato un fantoccio cilindrico in polietilene di peso specifico pari a $0.96 \pm 0.01 \text{ kg/mm}^3$ con diametro esterno pari a $203 \pm 3 \text{ mm}$ e lunghezza $700 \pm 5 \text{ mm}$. A $45 \pm 1 \text{ mm}$ sul raggio è presente, lungo tutto il fantoccio, un foro di diametro $6.4 \pm 0.2 \text{ mm}$, all'interno del quale viene posizionata la sorgente lineare.

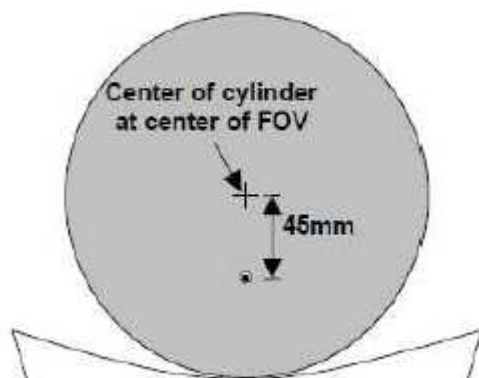


Figura 2

Il radionuclide è F-18. Per l'attività iniziale si rimanda alle raccomandazioni del concorrente. L'attività iniziale nel fantoccio ($A_{0,mis}$) deve essere misurata con un attivimetro che soddisfi i requisiti minimi riportati in tabella 1. L'attività deve essere uniformemente distribuita nella sorgente lineare di 70 ± 20 mm da inserire nel foro. Si raccomanda di sigillare i due estremi della sorgente. Per tener conto delle possibili variazioni della lunghezza della sorgente lineare, la lunghezza della soluzione di F-18 e acqua deve essere misurata (L_{mis}). La corretta attività iniziale da utilizzare sarà quindi data dalla relazione

$$A_0 = A_{0,mis} * (700mm / L_{mis})$$

dove $A_{0,mis}$ è l'attività misurata.

Registrare il tempo della misura.

L'insieme fantoccio sorgente deve essere posizionato sul lettino porta paziente in modo che l'asse longitudinale del fantoccio coincida con l'asse z dello scanner per tutta la sua lunghezza (fig. 2), con uno scostamento ammesso pari a 0 ± 5 mm e in modo che la sorgente sia perpendicolare all'asse y del piano trasversale, cioè più vicina possibile al lettino.

Protocollo di Acquisizione

Si raccomanda una acquisizione di tipo dinamico con intervalli di tempo non superiori a 54 minuti, continuare l'acquisizione fino a quando i conteggi persi e gli eventi veri risultano pari a circa l'1% del totale. La durata di ogni acquisizione j ($Tacq,j$) deve essere inferiore a 27 minuti. Non devono essere applicate correzioni per le coincidenze casuali, scatter, tempo morto o attenuazione.

Ricostruzione ed analisi dei dati

Per ogni sinogramma e per ogni acquisizione j si devono eseguire le seguenti operazioni:

- azzeramento di tutti i pixel localizzati oltre i 120 mm dal centro del fantoccio;
- per ogni angolo di proiezione ϕ del sinogramma deve essere determinata la posizione del centro della sorgente
- ogni proiezione, cioè ogni riga del sinogramma, deve essere traslata in modo da allineare il pixel relativo al centro della sorgente nel centro del sinogramma.



Effettuato l'allineamento, all'interno della zona di non annullamento si calcolano i conteggi $C(r)_{ij}$ come somma su ogni proiezione angolare e identico offset r dal pixel di massimo r_{max} :

$$C(r)_{i,j} = \sum_{\phi} C(r - r_{center}(\phi), \phi)_{i,j}$$

Dove r è il pixel nella proiezione (riga del sinogramma), con $r = 0$ si intende il centro del sinogramma e $r_{center}(\phi)$ si riferisce alla posizione del centro della sorgente nella proiezione ϕ .

Su ogni profilo di conteggio ottenuto ai passi precedenti (fig.3) e con l'utilizzo di interpolazione lineare si valutano $C_{L,i,j}$ e $C_{R,i,j}$, cioè i conteggi a sinistra e a destra del massimo, su una larghezza di 40 mm dei 240 mm associati alla zona di non annullamento;

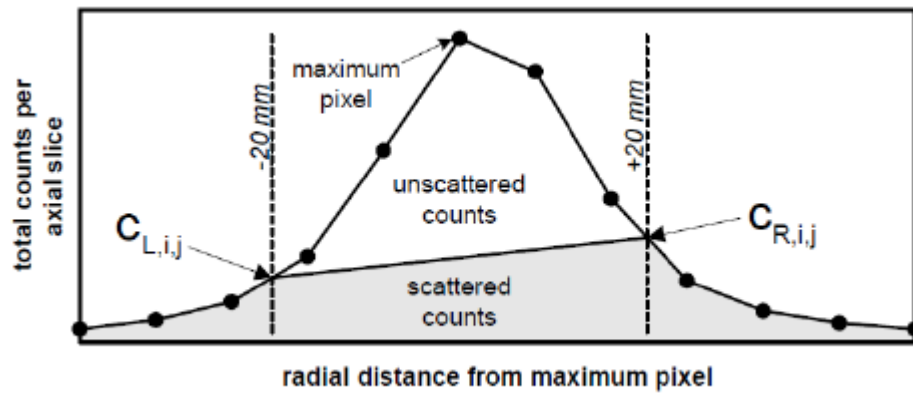


Figura 3

La media tra $C_{L,i,j}$ e $C_{R,i,j}$ è moltiplicata per il numero di pixel compresi tra i due margini indicati al passo precedente (compresi i termini frazionari) e sommata ai conteggi presenti al di fuori dei 40 mm per ottenere i conteggi associati allo scatter e alle coincidenze casuali ($C_{r+s,i,j}$), per ogni sinogramma i e acquisizione j ;

- Il totale degli eventi ($C_{TOT,i,j}$) si ottiene come somma di tutti gli eventi presenti nei profili di ogni sinogramma i e acquisizione j ;

- Deve essere inoltre calcolata l'attività media (A_{ave}) per ogni acquisizione j effettuata al tempo di inizio T con la seguente relazione:

$$A_{ave} = A_{cal} \left(\frac{T_{1/2}}{T_{acq} \ln 2} \right) \exp \left(\frac{T_{cal} - T}{T_{1/2}} \ln 2 \right) \left\{ 1 - \exp \left(\frac{-T_{acq}}{T_{1/2}} \ln 2 \right) \right\}$$

dove A_{cal} è l'attività misurata dall'attivimetro al tempo T_{cal} e corretta per la lunghezza della sorgente, T_{acq} è il corrispondente tempo di ogni acquisizione e $T_{1/2}$ è il tempo di dimezzamento del radionuclide utilizzato;



- In ogni sinogramma i associato alle coincidenze casuali e per ogni acquisizione j , si assegna il valore zero ai pixel localizzati oltre i 120 mm dal centro del fantoccio, quindi i conteggi di coincidenze casuali ($C_{r,j,i}$) sono calcolati come somma dei rimanenti conteggi presenti nel sinogramma i e acquisizione j .

- La SF_j per ogni acquisizione j è calcolata con la seguente relazione:

$$SF_j = \frac{\sum_i C_{r+s,i,j} - \sum_i C_{r,i,j}}{\sum_i C_{TOT,i,j} - \sum_i C_{r,i,j}}$$

- Per ogni acquisizione j calcolare:

- Il rate relativo ai conteggi totali

$$R_{TOT,j} = \frac{1}{T_{acq,j}} \sum_i C_{TOT,i,j}$$

- Il rate dei conteggi relativo alle coincidenze vere

$$R_{t,j} = \frac{1}{T_{acq,j}} \sum_i (C_{TOT,i,j} - C_{r+s,i,j})$$

- Il rate dei conteggi relativo alle coincidenze casuali

$$R_{r,j} = \frac{1}{T_{acq,j}} \sum_i C_{r,i,j}$$

- Il rate dei conteggi relativo agli eventi di scatter

$$R_{s,j} = \frac{1}{T_{acq,j}} \sum_i (C_{r+s,i,j} - C_{r,i,j})$$

dove in tutte le espressioni precedenti $T_{acq,j}$ rappresenta il tempo dell'acquisizione j .

In tutti gli scanner a esclusione di quelli che effettuano la sottrazione diretta delle coincidenze casuali, il rate di rumore equivalente ($R_{NEC,j}$) per ogni sinogramma i e acquisizione j è espresso da:

$$R_{NEC,j} = \frac{R_{t,j}^2}{R_{TOT,j}}$$

Per i sistemi che utilizzano la sottrazione diretta delle coincidenze casuali, $R_{NEC,j}$ è dato da:



$$R_{NEC,j} = \frac{R_{t,j}^2}{R_{TOT,j} + R_{r,j}}$$

Riportare il valore di picco e l'attività a cui si raggiunge il picco.

Riportare il valore della SF al picco del NECR.

4.1.3 Prova C – Sensibilità di sistema

Indicazioni preliminari

Il fantoccio per la prova di sensibilità del sistema è costituito da 5 tubi concentrici in alluminio e da un capillare riempibile in polietilene.

Gli spessori dei tubi sono riportati nella seguente tabella ed illustrati in Figura 4.

Tubo n.	ID (mm)	OD (mm)	Spessore (mm)	Lunghezza (mm)
1	3.9	6.4	1.25	700
2	7.0	9.5	1.25	700
3	10.2	12.7	1.25	700
4	13.4	15.9	1.25	700
5	16.6	19.1	1.25	700

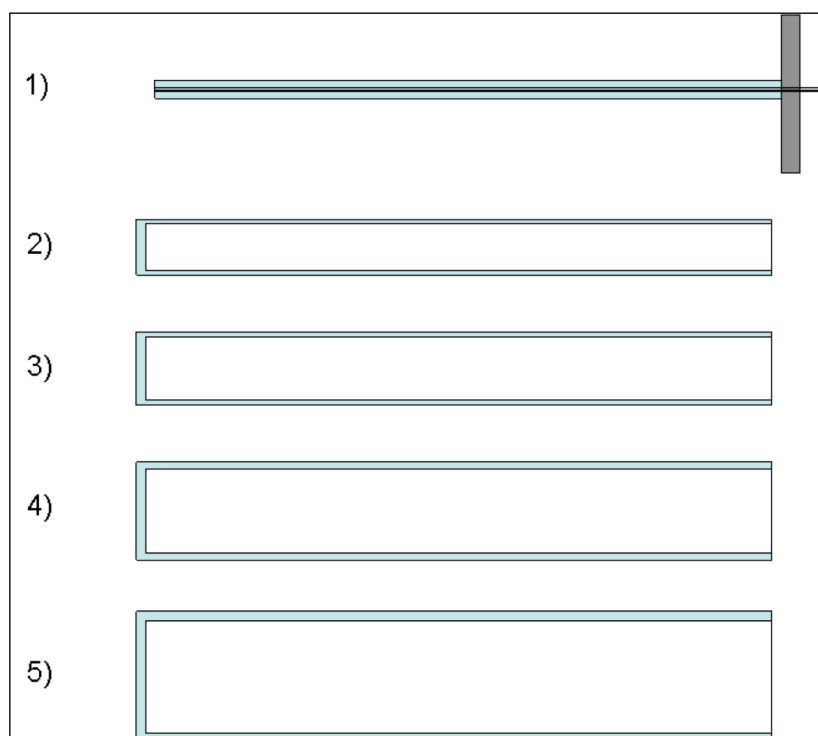


Figura 4

Il radionuclide da impiegare per questa misura è il F-18. L'attività del radionuclide F-18 inserito nel capillare di polietilene deve essere tale che:

- Il tempo morto del sistema (perdita di conteggi percentuale) sia < del 1%
- La frequenza di rivelazione delle coincidenze casuali (Coincidenze casualis) sia < 5% della frequenza dei conteggi totali.

L'attivimetro utilizzato per la misura della attività deve rispondere ai requisiti minimi riportati nella tabella 1. L'attività da usare nel test che soddisfi le condizioni sopra richieste può essere estrapolata per ogni tomografo dal risultato ottenuto nel test di Linearità di Conteggio e Tempo Morto del sistema, che pone in relazione l'attività nel campo di vista del tomografo con le coincidenze causali ed il tempo morto del sistema.

L'attività deve essere uniformemente distribuita nel capillare. Per tener conto delle possibili variazioni della lunghezza della sorgente lineare, la lunghezza della soluzione di F-18 e acqua deve essere misurata (L_{mis}). La corretta attività iniziale da utilizzare sarà quindi data dalla relazione

$$A_0 = A_{0,mis} * (700mm / L_{mis})$$

dove $A_{0,mis}$ è l'attività misurata.

Registrare il tempo della misura.

Protocollo di Acquisizione

Il capillare in polietilene è inserito al centro dei cinque tubi concentrici.

Il fantoccio è posizionato in aria e orientato parallelamente all'asse del tomografo, al centro del FOV transassiale.



Per compensare le perdite di conteggio al decadere dell'attività, è preferibile iniziare le misure con tutti i tubi attorno al capillare. Le acquisizioni devono avere una durata tale che vengano raccolte almeno 10.000 coincidenze vere per sezione. Al termine di ogni misura, deve essere tolto il tubo in alluminio più esterno.

Acquisizione in modalità 3D.

Dove possibile applicare la correzione per le coincidenze casuali.

Ricostruzione ed analisi dei dati

I sinogrammi di acquisizione devono essere "ricostruiti" con un algoritmo di rebinning in dotazione al sistema in modo da poterli successivamente analizzare secondo la modalità 2D.

Per ogni misura associata ai cinque tubi si corregge il rateo di conteggio per il decadimento ottenendo $R_{CORR,J,i}$

- si sommano i $R_{CORR,J,i}$ per ogni fetta i per ottenere il rateo di conteggio per ogni tubo $R_{CORR,J}$
- $R_{CORR,0}$ è determinato attraverso un fit lineare dei logaritmi naturali dei ratei di conteggi misurati in funzione dello spessore del materiale attenuante $R_{CORR,J}$.
- la sensibilità totale del sistema è calcolata come:

$$S_{tot} = R_{corr,0}/A_0$$

4.1.4 Prova D – Contrasto e accuratezza delle correzioni per lo scatter e per le coincidenze casuali

Indicazioni preliminari

Per la valutazione del contrasto e della accuratezza delle correzioni per lo scatter e per le coincidenze casuali è necessario il fantoccio descritto nelle IEC Standard 61675-1 e rappresentato in Figura. 5 A,B e caratterizzato da:

- una lunghezza di 180 mm;
- 6 sfere riempibili con diametro interno di 10, 13, 17, 22, 28, 37 mm;
- un inserto cilindrico di densità pari a 0.30 g/cc, di diametro 50 ± 2 mm e spessore della parete inferiore ai 4 mm per la simulazione del polmone lungo tutta la lunghezza del fantoccio;

È necessario inoltre il fantoccio utilizzato per la valutazione della frazione di scatter e del NEC.

- Fantoccio di scatter con sorgente lineare per la simulazione del corpo del paziente

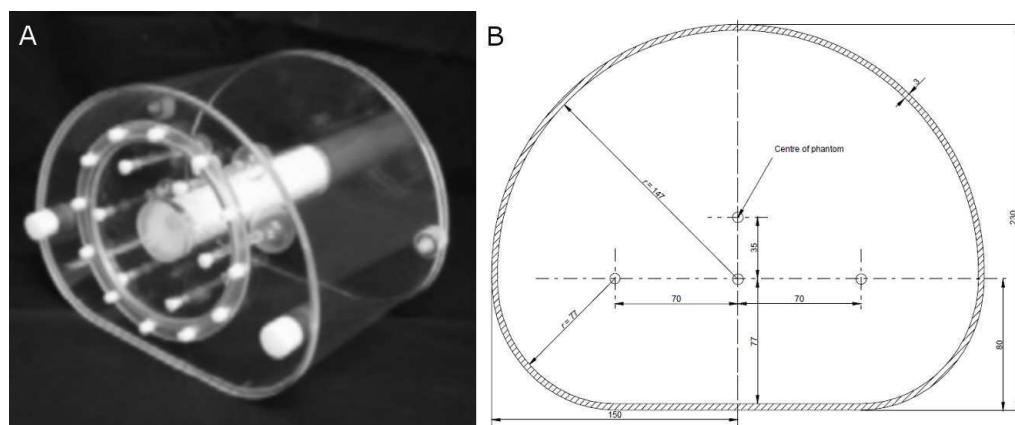


Figura 5

Il radionuclide utilizzato è il F-18 e la concentrazione di background presente nel fantoccio deve essere pari a $5.3 \pm 5\%$ kBq/cc. La concentrazione indicata corrisponde, per un fantoccio di 70000 cc, a un'attività di 370 MBq, corrispondente alla tipica dose iniettata per una scansione di tipo total body. Se la casa costruttrice prevede concentrazioni minori, è possibile utilizzare la concentrazione raccomandata.

Le due sfere più grandi (diametro 28 e 37 mm) devono essere riempite con acqua (lesioni fredde), mentre le quattro più piccole (diametri 10, 13, 17 e 22 mm) devono essere riempite con F-18 ad una concentrazione tale da simulare un rapporto 4 a 1 con il background (lesioni calde).

La sorgente lineare di 700 mm di lunghezza del fantoccio utilizzato per il calcolo dello scatter e del NEC deve essere riempita con una soluzione di circa 116 MBq di F-18 per simulare una sorgente al di fuori del campo di vista del tomografo con una concentrazione pari a quella del background del fantoccio IEC. Se la casa costruttrice prevede concentrazioni minori, è possibile utilizzare la concentrazione raccomandata.

Il fantoccio IEC deve essere posizionato sul lettino del tomografo in modo che il centro dell'inserito centrale che simula il polmone corrisponda al centro dello scanner e che il centro delle sfere sia coplanare al centro del campo di vista assiale del tomografo. Il fantoccio utilizzato nella prova frazione di Scatter e calcolo del NEC deve essere posizionato sul lettino adiacente al fantoccio IEC e dal lato più vicino alle sfere, come illustrato in Figura 6.

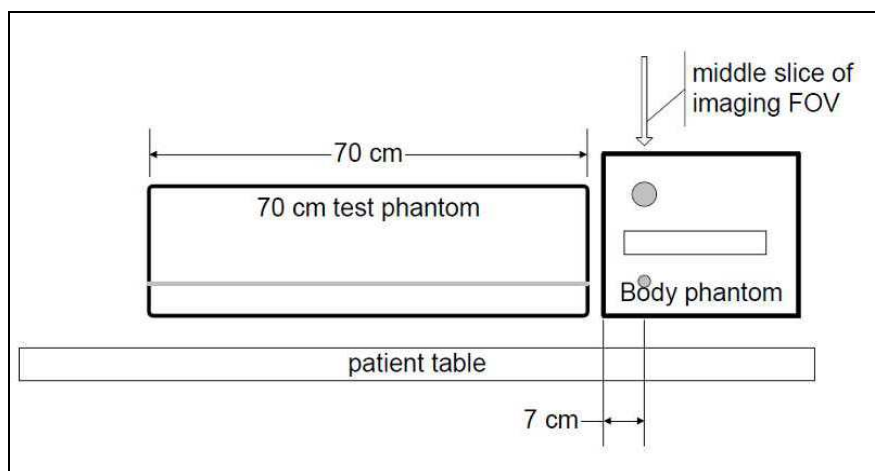


Figura 6

Protocollo di Acquisizione

Modalità di acquisizione 3D. Il tempo di acquisizione (T) deve essere settato in modo da simulare una scansione di tipo total body di 100 cm di lunghezza in 30 minuti. Deve quindi essere calcolato secondo la seguente formula:

$$T = (30 \text{ min} / 100 \text{ cm}) * \text{passo assiale}$$

Dove il passo assiale è lo spostamento che compie il lettino porta paziente in due posizioni consecutive di uno studio standard total body.

Ricostruzione ed analisi dei dati

Tutte le immagini devono essere ricostruite con le correzioni disponibili e applicabili, impostando i parametri standard delle acquisizioni total body.

Qualità delle immagini

L'analisi richiede in primo luogo la selezione di un'immagine trasversale centrata sui noduli caldi e freddi (fig.7). Si tracciano delle regioni di interesse (ROI) inscritte in ogni nodulo caldo e freddo con diametro delle ROI pari al diametro dell'inserto in esame. Lo strumento utilizzato deve tener conto dei pixel dell'immagine, permettendo movimento e incremento a step di 1 mm o inferiore. Un'ulteriore serie di ROI deve essere disegnata in corrispondenza della zona dedicata al background. Nello specifico, 12 ROI con diametro di 37 mm devono essere tracciate a 15 mm dal bordo del fantoccio come rappresentato in fig. 6, ROI più piccole con diametro 28, 22, 17, 13 e 10 mm, sono disegnate concentriche alle precedenti ROI di background per un totale di 72 ROI per sezione. In modo analogo dovranno essere disegnate altrettante ROI di background sulle sezioni corrispondenti ad uno spostamento di ± 1 cm e ± 2 cm rispetto alla sezione centrale.

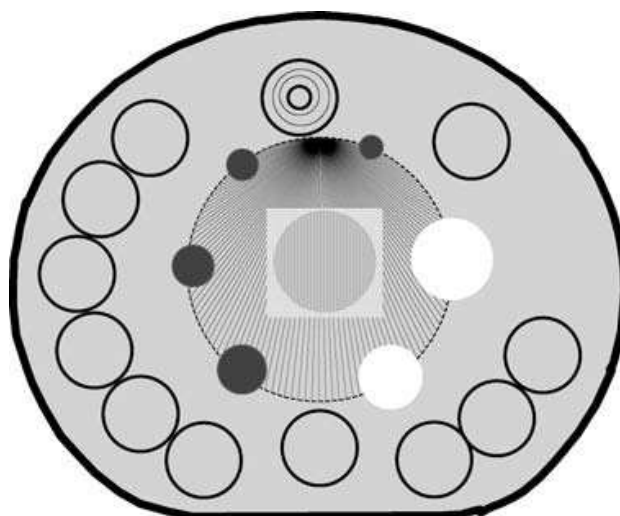


Figura 7

Il contrasto associato alle lesioni calde si valuta con la seguente relazione:

$$Q_{H,j} = \frac{\frac{C_{H,j}}{C_{B,j}} - 1}{\frac{a_{H,j}}{a_{B,j}} - 1} \cdot 100 [\%]$$

dove $C_{H,j}$ e $C_{B,j}$ rappresentano la media dei conteggi nelle lesioni calde e la media del fondo per la j -esima sfera e dimensione ROI rispettivamente, mentre a_H e a_B rappresentano la concentrazione di attività nelle lesioni calde e nel fondo.

La variazione percentuale del background N_j per le sfere j è data da:

$$N_j = \frac{SD_j}{C_{B,j}} \cdot 100 [\%]$$

dove SD_j rappresenta la deviazione standard associata alle ROI di background della sfera j espressa da:

$$SD_j = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^K (C_{B,j,k} - C_{B,j})^2}{(K - 1)}}$$

Dove K è il numero delle ROI.

La valutazione dell'accuratezza di attenuazione e correzione per lo scatter si esegue sull'inserito centrale e viene stimata come errore residuo :

$$\Delta C_{lung,i} = \frac{C_{lung,j}}{C_{B,i}} \cdot 100 [\%]$$



Dove C_{lung} è il conteggio medio nell'inserto che simula i polmoni e $C_{B,i}$ è il conteggio medio del background.

4.2 Sistema CT

4.2.1 Prova E - Risoluzione standard (10% e 50% MTF)

Indicazioni preliminari

Per la valutazione di risoluzione spaziale, utilizzare il fantoccio CATPHAN (500 o 600) e l'inserto CTP528.

Protocollo di Acquisizione

Posizionare il fantoccio sul lettino centrando la zona da acquisire con l'ausilio dei laser come da manuale utente CATPHAN.

Modalità di scansione : spirale. Tensione: 120 kV, se non disponibile 110kV. È necessario utilizzare un Campo di Vista (FOV) sufficientemente piccolo, tale che la dimensione del pixel non influenzi la misura. Collimazione totale $N \times T$ massima, dove N è il numero di strati e T lo spessore nominale dello strato. Impostare il carico, ossia corrente (mA), tempo di rotazione e pitch in modo tale che il $CTDI_{vol}(\text{nominale})$ sia 40 ± 2 mGy. Matrice 512 x 512.

Ricostruzione ed analisi dei dati

Ricostruire le immagine con la Retroproiezione filtrata (FBP).

Spessore di strato in ricostruzione pari a $2.5 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$

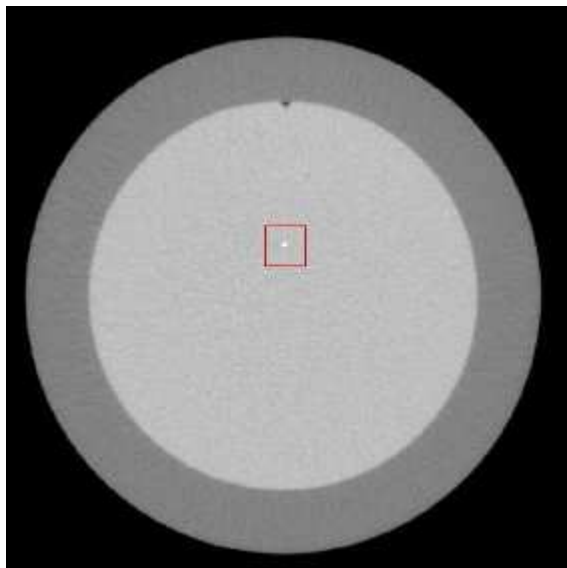


Figura 8

Calcolare la *point spread function* sommando i profili dei numeri CT che intersecano ad ogni angolo l'immagine della sferetta. La MTF è data dal modulo della trasformata di Fourier dell'integrale della



PSF e descrive il trasferimento di tutte le frequenze nel piano dell'immagine. Dalla curva MTF individuare l'ascissa (frequenza lp/mm) corrispondente ad un valore di MTF del 50% e del 10%.

4.2.2 Prova F - Risoluzione di contrasto

Indicazioni preliminari

Per la valutazione di risoluzione di contrasto, utilizzare il fantoccio CATPHAN (500 o 600) con l'inserto CTP515

Protocollo di Acquisizione

Posizionare il fantoccio sul lettino con l'ausilio del sistema laser come da manuale utente CATPHAN. Modalità di scansione: spirale. Tensione: 120 kV, se non disponibile 110kV. FOV:250 mm, se non disponibile 240. Collimazione totale $N \times T$ massima, dove N è il numero di strati e T lo spessore nominale dello strato. Impostare il carico, ossia corrente (mA), tempo di rotazione e pitch in modo tale che il $CTDI_{vol}$ (nominale) non sia superiore a 40 mGy. Matrice 512 x 512.

Ricostruzione ed analisi dei dati

Ricostruire le immagini con la Retroproiezione filtrata (FBP)

Filtro e risoluzione: Standard

Spessore di strato in ricostruzione pari a 5 mm, se non disponibile 4 mm.

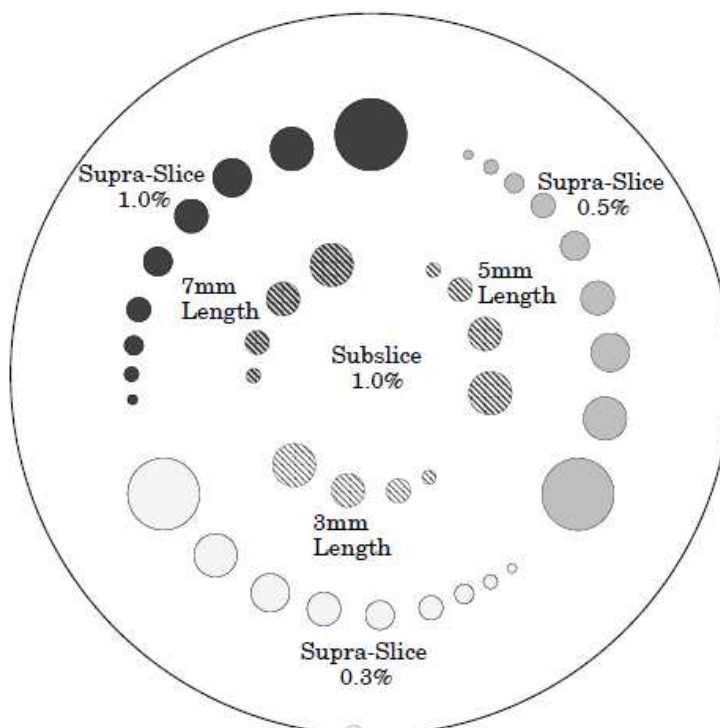


Figura 9



Sull'immagine ricostruita calcolare il numero TC medio (nTCi) di ciascun inserto della serie "Supra-slice 0,3%" (fig.9) con contrasto nominale dell'0,3%, mediante ROI con area pari al 40% dell'area dell'inserto considerato. Calcolare poi il numero TC medio (nTCfondo) e la deviazione standard (DSfondo) in una ROI circolare di diametro 10 mm posta in una zona omogenea del fantoccio. Individuare l'ultimo dettaglio rilevabile, ossia il più piccolo inserto in cui:

$$(nTCi - nTCfondo) > DSfondo$$

Allegati

Allegato 3 C Bis - Scheda riepilogativa dati

Allegato 3 C Ter - Moduli Registrazione parametri