

# LA FISICA SANITARIA NELLA A.O. CANNIZZARO: DALLA PET-CT ALLA RADIOCHIRURGIA STEREOTASSICA CON GAMMA KNIFE®

M.G. Sabini<sup>1,2</sup>, V. Mongelli<sup>1,2</sup>, G. Russo<sup>1,2</sup>, S. Pittera<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> *Fisica Sanitaria-Dipartimento Diagnostica per Immagini -A.O.Cannizzaro, Catania, Italia*

<sup>2</sup> *Laboratori Nazionali del Sud, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Catania, Italia*

## INTRODUZIONE

L'azienda Ospedaliera Cannizzaro è una struttura ospedaliera di Riferimento Regionale di III Livello per l'emergenza in grado di offrire ai cittadini una gamma di servizi diagnostici e terapeutici. Dal punto di vista strutturale, il Cannizzaro si compone di più edifici, secondo un assetto sia a padiglioni, sia a monoblocco, in cui sono concentrati i diversi dipartimenti e servizi ospedalieri, col vantaggio di agevolare, grazie alla vicinanza tra i reparti, il trattamento multidisciplinare delle patologie.

Principalmente, in questa relazione, ricordiamo il Dipartimento di Diagnostica per Immagini, l'U.O. Centro di tomografia ad emissione di positroni (PET) e il Centro di radiochirurgia stereotassica Leksell Gamma Knife®. L'A.O. Cannizzaro presenta anche un Dipartimento Emergenza – Urgenza (DEU), dotato delle più moderne attrezzature, di tre ambulatori d'emergenza (per la Chirurgia D'Urgenza, la Medicina D'Urgenzae la Pediatria), due sale operatorie dedicate esclusivamente all'urgenza, due posti di recovery room, tre sale radiologiche e due sale TAC.

Scopo di questo lavoro è mostrare quali sono le attività svolte dalla Fisica Sanitaria in azienda con particolare riferimento a quelle in centro PET e in radiochirurgia stereotassica con Gamma Knife®.

## LE ATTIVITA' DEL FISICO SANITARIO

Le apparecchiature presenti in azienda sono molteplici: 3 tomografi TC di cui due multistrato (4 e 16 slice), 2 RM da 1,5 T e 1T, 3 angiografi digitali, circa 30 tubi RX (tra fissi e mobili, con e senza IB), 10 apparecchiature laser di classe 4, il sistema di computed radiography, una gamma camera, 2 calibratori di dose, il ciclotrone, il sistema di smaltimento reflui radioattivi, un tomografo PET, un sistema integrato PET-TC ed il Gamma Knife®.

Presso l'A.O. Cannizzaro, la Fisica Sanitaria è direttamente coinvolta nelle attività cliniche associate all'uso delle radiazioni ionizzanti, in particolar modo nei settori di Radioterapia stereotassica con Gamma Knife®, Medicina Nucleare e Radiodiagnostica.

### **Attività in Radioterapia Stereotassica con Gamma Knife®**

L'attività di fisica sanitaria nell'ambito della Radioterapia stereotassica con Gamma Knife® riguarda tutte le patologie dalla stessa trattate. La Fisica Sanitaria svolge un ruolo importante per la caratterizzazione e la Dosimetria Clinica del fascio di radiazione; effettua tutte le procedure di controllo per una buona qualità dei trattamenti radioterapici, fornisce al medico le valutazioni dosimetriche per i trattamenti personalizzati per ogni paziente ed ha la responsabilità della pianificazione dei trattamenti radianti in collaborazione con il radioterapista oncologo ed il neurochirurgo.



## **Attività in Medicina Nucleare**

In Medicina Nucleare il fisico specialista effettua i controlli di qualità periodici sulle apparecchiature per diagnostica, in particolare per la gamma camera, il tomografo PET e il sistema integrato PET-CT compresi i due calibratori di attività e il sistema di smaltimento reflui. Si occupa della radioprotezione del paziente ai sensi del D.Lgs. 187/00.

## **Attività in Radiodiagnostica**

In radiodiagnostica, il fisico sanitario ha la diretta responsabilità dell'attività di prevenzione e protezione dalle radiazioni ionizzanti dei pazienti (D.Lgs. 187/00) e collabora con le UU.OO. Prevenzione e Protezione dai Rischi e Medicina Preventiva del Lavoro alla valutazione della esposizione agli agenti fisici (radiazioni non ionizzanti in particolare luce laser). Nell'ambito della certificazione di qualità e dell'accreditamento delle strutture sanitarie che fanno uso di radiazioni ionizzanti, essenziali sono i controlli di qualità e la valutazione dei livelli diagnostici di riferimento (LDR) eseguiti sulle apparecchiature radiologiche per consentire la valutazione della qualità diagnostica e terapeutica offerta dalle stesse e verificare l'efficacia dei mezzi di protezione adottati.

## **Attività di ricerca**

A tutte queste attività si aggiunge anche, ed è essenziale, un' ampia attività di ricerca ed innovazione svolta anche in collaborazione con altre aziende ospedaliere e con istituzioni di ricerca. I risultati di tali attività sono ampiamente documentate da pubblicazioni su riviste nazionali ed internazionali.

## **RICERCA ED INNOVAZIONE SVOLTE PRESSO U.O. CENTRO DI TOMOGRAFIA AD EMISSIONE DI POSITRONI (PET).**

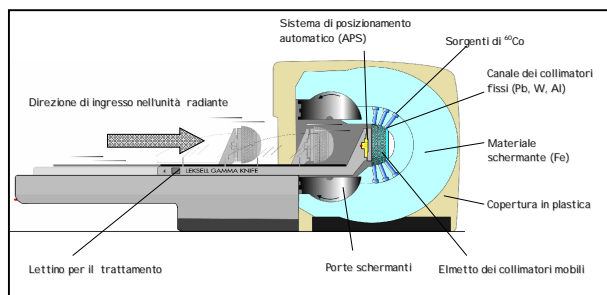
L'U.O di Tomografia ad emissione di positroni (PET) è un centro in continua crescita con un numero annuale di esami effettuati rilevante e con pazienti provenienti sia da tutto il territorio siciliano che da altre regioni.

Nel centro la Fisica Sanitaria, oltre ad avere effettuato la caratterizzazione del tomografo PET e del sistema integrato PET-CT e dedicarsi ai controlli di qualità periodici, si sta portando avanti uno studio per l'ottimizzazione della dose al paziente valutando l'Image Quality Nema NU-2 2001 al variare dell'attività somministrata, del tipo e dimensione della lesione (polmonari e del mediastino) e dei tempi di acquisizione per lettino. Tale studio si sta effettuando per entrambi i tomografi ottenendo valori di dose soglia per diverse dimensioni di lesione. I dati ottenuti sono stati oggetto di tesi di specializzazione svolta presso la scuola di Fisica Sanitaria dell'Università degli Studi di Catania dal titolo: "Caratterizzazione e studio sull'ottimizzazione della dose al paziente di un sistema integrato 3D PET-CT con cristalli GSO". I risultati sono stati presentati al "X<sup>th</sup> EFOMP Congress-Pisa 2007" e al V Congresso Nazionale AIFM [1,2].

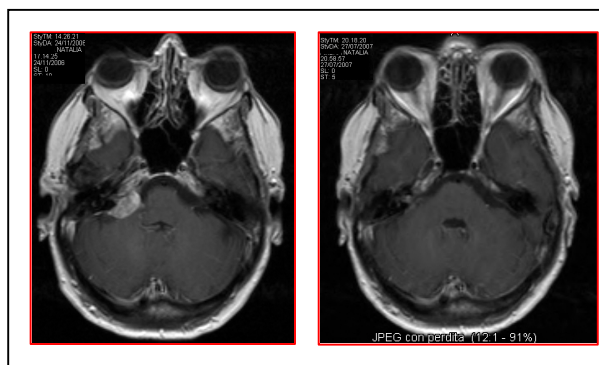
## RICERCA ED INNOVAZIONE SVOLTA PRESSO IL CENTRO LEKSELL GAMMA KNIFE®

Altra attività interessante e impegnativa è la radiocirurgia stereotassica con gamma knife® che come sappiamo, richiede un'equipe multidisciplinare composta dal neurochirurgo, dal neuroradiologo, dal radioterapista e dall'esperto in fisica medica. Introdotta circa 50 anni fa dal neurochirurgo Lars Leksell la gamma knife® definisce una tecnica, con somministrazione di alte dosi in un'unica seduta, per il trattamento di lesioni intracraniche di dimensioni inferiori ai 3 cm. Tale tecnica utilizza procedure stereotassiche (caschi rigidi fissati al cranio) e la sua caratteristica principale è quella di risparmiare il più possibile i tessuti sani circostanti.

Le componenti principali costituenti il gamma knife® sono: un'unità radiante fissa, 4 collimatori mobili e il Sistema di Posizionamento Automatico (APS). L'unità radiante fissa è costituita da 201 sorgenti di  $^{60}\text{Co}$  distribuite in cerchi concentrici su un voluminoso elmetto metallico modellato a tronco di sfera. In questo elmetto principale durante il trattamento, andrà a posizionarsi un elmetto accessorio contenente collimatori di diametro variabile (4, 8, 14 e 18 mm) nel quale è alloggiata la testa del paziente sorretta dall'APS. Proprio l'elmetto accessorio servirà da un lato a focalizzare i 201 fasci radianti nel punto endocranico previsto, dall'altro a proteggere e schermare le regioni circostanti. L'APS invece, aggancia il casco stereotassico posizionato alla testa del paziente, alla macchina di trattamento e sposta quindi il capo verso le posizioni di fuoco previste dal treatment planning (Leksell Gamma-Plan) coprendo completamente il target per shot successivi.



Dall'aprile 2005 al dicembre 2007 sono stati eseguiti 334 trattamenti (metastasi cerebrali, meningioma intracranico, neurinoma dell'acustico, nevralgia del trigemino, adenoma ipofisario, malformazione artero-venosa, glioma, craniofaringioma) in 290 pazienti. I risultati ottenuti, nel breve periodo di follow-up, sono comparabili a quelle delle casistiche internazionali e nella figura a destra è possibile vedere come in un periodo di follow-up di soli 8 mesi dal trattamento, il neurinoma dell'acustico trattato sia completamente scomparso.

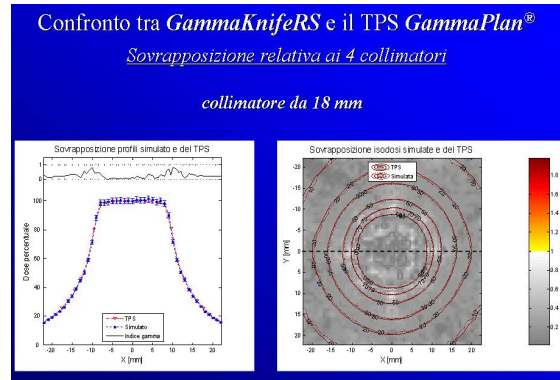


Il sistema di pianificazione dei trattamenti stereotassici, LGP, utilizza un algoritmo di calcolo analitico basato su alcune approssimazioni:

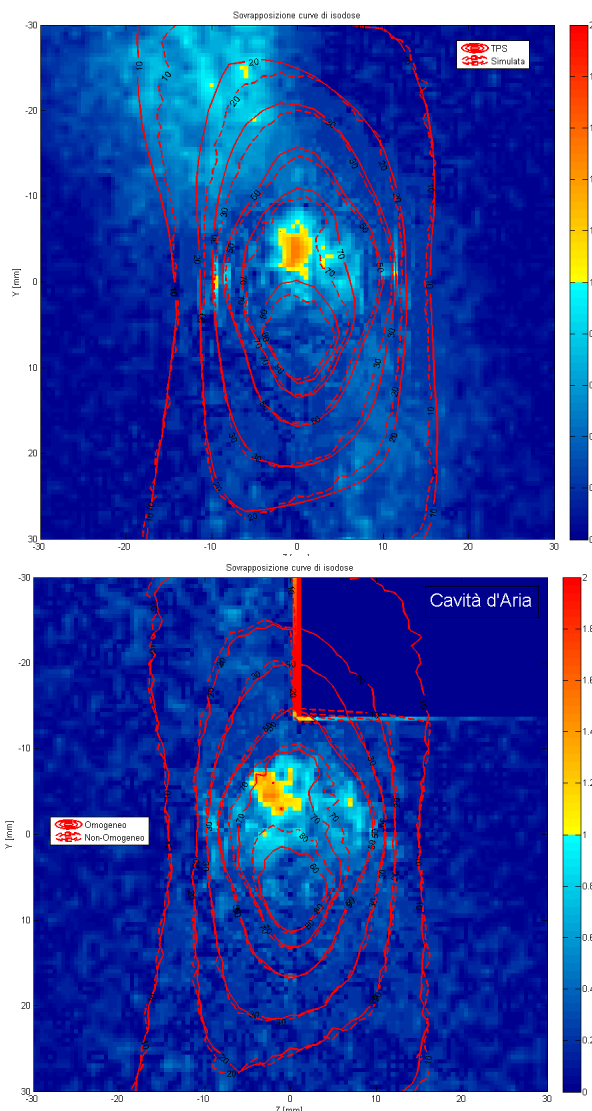
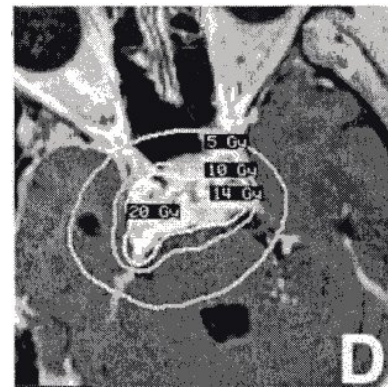
- | Ricostruisce la scatola cranica del paziente usando 24 punti di misura;
- | Utilizza il valore medio dell'energia dei fotoni, pari a 1,25 MeV (anziché due fotoni da 1,17 e 1,33 MeV);
- | Considera la testa del paziente costituita esclusivamente da tessuto acqua-equivalente.

Queste approssimazioni possono portare ad un'errata valutazione della dose rilasciata sul target, in quelle condizioni in cui le ipotesi utilizzate nella progettazione del software risultino meno accurate.

A tal proposito quindi, è stata effettuata una simulazione Monte Carlo del Gamma Knife® con Geant4, sviluppando un programma originale per la simulazione completa della macchina, chiamato GammaKnifeSR. Quest'ultimo è stato quindi validato e confrontato con LGP® ottenendo un buon accordo tra simulazione e TPS. I dati ottenuti sono stati presentati al "2007 IEEE Nuclear Science Symposium Record [3]" e il risultato ottenuto con il collimatore da 18 mm è mostrato nella figura a destra.



Successivamente è stato simulato un caso clinico. Tra i differenti casi candidati per la simulazione di un trattamento è stato valutato quello che maggiormente potrebbe essere influenzato dalle approssimazioni del TPS. Il meningioma del seno cavernoso (figura a destra) per la sua locazione in prossimità delle cavità nasali risulta un candidato ideale per questo tipo di valutazione.



In caso di omogeneità, sono state confrontate le distribuzioni di dose lungo i piani: assiale, coronale e sagittale passanti per il centro del rivelatore.

Per valutare l'accordo tra i due insiemi di dati è stato utilizzato il metodo dell'indice  $\gamma$ . Valutando il grafico riportato in alto a sinistra e la bassa percentuale di punti che non superano il test, 7,6%, si può asserire che c'è un buon accordo tra le due distribuzioni di dose. In caso di disomogeneità invece, ovvero in prossimità di cavità nasali e calotta cranica nei confini tra acqua e aria, il TPS non riesce a calcolare la distribuzione di dose con conseguente sottoposizione del target, come mostrato nel grafico in basso a sinistra.

I risultati ottenuti sono stati presentati al X<sup>th</sup> EFOMP Congress-Pisa 2007 [4].

## **CONCLUSIONI**

La Fisica Sanitaria in Azienda è una struttura che svolge attività specialistiche sanitarie nonché attività di progettazione, controllo e gestione connesse con le applicazioni della Fisica, con particolare riguardo all'impiego delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti in campo medico. Principalmente, ha il compito e la responsabilità di fornire servizi relativi a controlli di qualità e caratterizzazione dosimetrica per apparecchiature di Radiologia, Radioterapia, Radiochirurgia e Medicina Nucleare. L'Azienda Ospedaliera Cannizzaro è convenzionata con la Scuola di specializzazione in Fisica Sanitaria dell'Università degli Studi di Catania ed è sede del tirocinio per i suoi studenti.

Inoltre collabora con il Dipartimento di Fisica ed Astronomia dell'Università degli Studi di Catania, il Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia e con i Laboratori Nazionali del Sud dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare per lo sviluppo e realizzazione di un centro di adroterapia presso la stessa azienda ospedaliera.

Il lavoro del fisico specialista è quindi indispensabile e di grandissima utilità per il paziente, sia in terapia che in diagnostica, perchè assicura la qualità della prestazione erogata e delle immagini diagnostiche. Obiettivo fondamentale è la ricerca continua di nuove metodiche per la caratterizzazione, la valutazione e l'erogazione della dose e di imaging biomedico in diagnostica e terapia.

I migliori risultati si possono raggiungere però se l'organico è adeguato al carico di lavoro che gli obiettivi richiedono in modo tale da garantire sempre e costantemente il miglioramento della qualità del servizio e la possibilità di poterne attivare altri.

Attualmente il personale di Fisica Sanitaria strutturato in azienda comprende un solo fisico specialista in fisica medica, un fisico specialista borsista e tre fisici specializzandi in fisica medica, dedicati a tempo pieno alle attività dell'U.O. L'attuale organico risulta essere assolutamente insufficiente per il raggiungimento di tutti gli obiettivi che la fisica sanitaria si propone nel rispetto della "mission" complessiva dell'Azienda Ospedaliera Cannizzaro.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] V Congresso Nazionale AIFM: "Accettazione e collaudo del nuovo tomografo PET-CT Gemini GXL in accordo alle norme NEMA NU 2-2001"
- [2] X<sup>th</sup> EFOMP Congress-Pisa 2007: "Optimization of the patient injected dose in two different systems: a GSO PET scanner and an integrated system PET-CT".
- [3] 2007 IEEE Nuclear Symposium Conference Record: "Geant4-Based Monte Carlo Simulation of the Leksell Gamma Knife®"
- [4] X<sup>th</sup> EFOMP Congress-Pisa 2007: "Monte Carlo Simulation of a Leksell Gamma Knife® clinical treatment".