

# PET e Ciclotrone: una nuova era per la Medicina Nucleare

A cura di: **Dott.ssa Diana Salvo** Direttore U.O. Medicina Nucleare  
**Dott. Giovanni Borasi** Direttore Area Tecnologico-Scientifica  
**Dott.ssa Federica Fioroni** Fisica Sanitaria

*La Tomografia ad Emissioni di Positroni (PET) è una nuova tecnica di imaging di grande importanza per la diagnosi di numerose patologie: rivelazione precoce dei tumori, verifica dello stadio della malattia e dell'efficacia della terapia, studio di malattie cardiache e cerebrali.*

Diversamente da quanto avviene per la Tomografia Computerizzata (TC) e per la Risonanza Magnetica (RM), che forniscono immagini principalmente "morfologiche", la PET fornisce immagini "funzionali", che permettono cioè di evidenziare uno stato patologico attraverso la modificazione della funzione di un organo o di un apparato.

La PET si è dimostrata utile nell'inquadramento diagnostico e prognostico del paziente oncologico, modificando l'approccio terapeutico, a seconda della patologia neoplastica, anche oltre nel 30% dei casi.

Nel Settembre dell'anno 2000, presso il Servizio di Medicina Nucleare della nostra Azienda, è entrato in funzione il primo Tomografo PET dell'Emilia Romagna (C-Pet, Philips). Tale sistema è costituito da 6 cristalli curvi di NaI (TI), giustapposti a formare un cilindro di raggio pari a circa 60 cm per la rivelazione della radiazione gamma emessa dal paziente.

La PET impiega traccianti marcati con radioisotopi emittenti positroni, che vengono prodotti da un *Ciclotrone*. Si tratta di una macchina in grado di accelerare particelle nucleari che vengono poi inviate su un bersa-

glio che, a causa dell'urto, produce atomi radioattivi che vengono utilizzati per la sintesi di radiofarmaci ad uso clinico.

Il radiofarmaco più diffuso nell'ambito PET, e soprattutto in campo oncologico, è il 2-deossi-2-[<sup>18</sup>F]-fluoro-D-glucosio (<sup>18</sup>F-FDG). Numerosi studi hanno dimostrato che il tessuto neoplastico in rapida crescita utilizza il glucosio come substrato energetico. L'impiego di un tracciante analogo del glucosio permette di indagare il metabolismo glucidico del tessuto neoplastico in vivo in modo non invasivo; data la correlazione evidenziata tra l'elevato accumulo di tale tracciante e la malignità del tumore, la PET si è dimostrata utile sia in campo diagnostico che prognostico definendo la sede, l'estensione della malattia e la risposta alla terapia e contribuendo a modificare significativamente l'approccio terapeutico al paziente oncologico.

Per i primi 18 mesi di attività PET, il radiofarmaco (<sup>18</sup>F-FDG) è stato acquistato in Svizzera da una Ditta Produttrice (Iason) e trasportato per via aerea e su ruote fino al

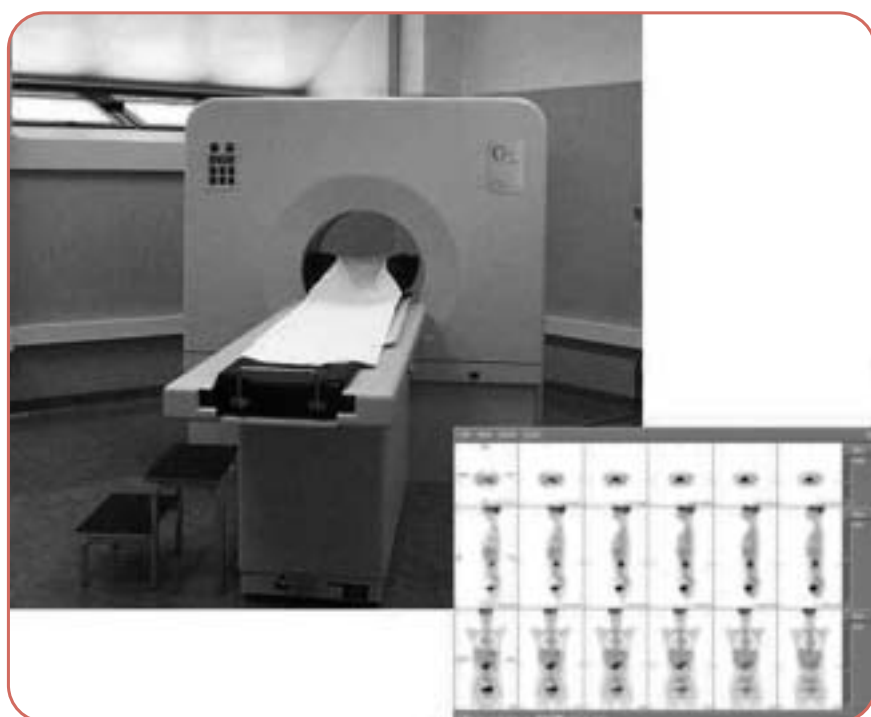


fig. 1  
Tomografo PET

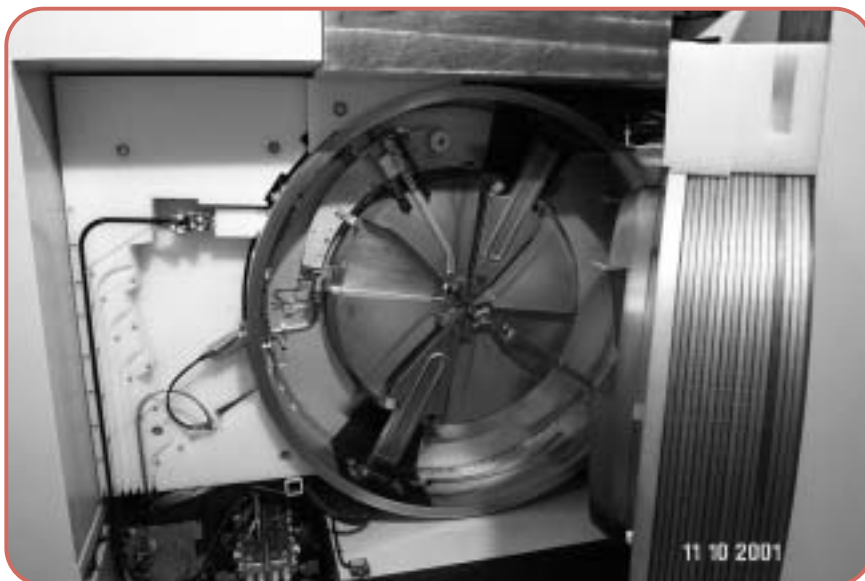


fig. 2  
Interno della camera di accelerazione del ciclotrone

nostro Ospedale; ma le difficoltà economiche e logistiche connesse a questo tipo di approvvigionamento esterno ed il travolgente sviluppo della tomografia ad emissione di positroni cui abbiamo assistito in questi 2 anni, ci ha spinto a valutare l'opportunità di disporre in sede oltre che del tomografo PET anche di un piccolo ciclotrone per la produzione dei radiofarmaci.

Una generosa donazione della Fondazione Manodori ha consentito l'avvio del progetto che ha richiesto un intenso "lavoro di squadra" tra i Servizi di Medicina Nucleare, di Fisica Sanitaria, l'Ufficio Tecnico, la Direzione dell'Ospedale nonché le Ditte produttrici.

Il Ciclotrone installato, è un acceleratore autoschermato (MINItrace, General Electric) in grado di accelerare ioni negativi (H-) ad energia di 9.6 MeV. La macchina vera e propria è circondata da uno schermo composito, di circa 1 metro di spessore, di materiale ad alto contenuto di idrogeno e boro, che racchiude completamente il magnete ed il circuito di accelerazione.

Una volta prodotto l'isotopo radioattivo, questo viene inviato attraverso un condotto schermato al

locale di Radiochimica dove sono alloggiati vari tipi di celle e cappe schermate: due celle sono destinate al momento a contenere i moduli per le sintesi chimiche dei farmaci radioattivi, mentre le altre sono usate per il frazionamento dell'attività prodotta e la preparazione delle singole dosi iniettabili. L'automazione del sistema di trasferimento e di quasi tutti gli steps di preparazione del farmaco, oltre a ridurre al massimo l'esposizione alle radiazioni del personale, vuole evitare quanto più possibile l'eventuale errore umano nel trattare liquidi e gas radioattivi, e assicurare la maggiore rapidità e riproducibilità possibile dei risultati.

Terminata la fase di sintesi, viene prelevato un piccolo quantitativo di radiofarmaco che viene sottoposto a specifici controlli di qualità che ne garantiscano l'iniettabilità.

Un montacarichi, con accesso riservato al personale della Medicina Nucleare, collega in modo diretto la nuova Unità Ciclotrone con il Servizio di Medicina Nucleare, dove il tracciante viene rapidamente consegnato e quindi utilizzato per l'acquisizione di studi clinici PET.

La realizzazione di questo progetto, che ha richiesto grande inte-

grazione tra le diverse professionalità coinvolte, non è sicuramente un punto di arrivo, ma apre nuovi percorsi, tra cui la sintesi di nuovi radiofarmaci, con l'utilizzo di molecole altamente specifiche. Attualmente, l'ambito di sviluppo tecnologico PET che sta raccogliendo il maggiore interesse per il grande impatto nell'ambito della diagnosi oncologica, è rappresentato dalla realizzazione di sistemi integrati multi-modalità PET/TAC.

Un sistema PET/TAC consiste di un tomografo PET e di un tomografo TAC di ultima generazione assemblati in un unico stativo, controllati da una unica stazione di comando con un unico lettino porta-paziente.

Il sistema PET/TAC permette di acquisire le immagini PET e TAC in una unica sessione di esame con i seguenti vantaggi:

- riduzione dei tempi di esame,
- diagnosi integrata mediante uso sinergico delle informazioni PET e TAC,
- accurata interpretazione delle immagini funzionali PET sulla base delle immagini anatomiche TAC (correlazione anatomo-funzionale),
- miglioramento della qualità delle immagini funzionali PET usando le informazioni anatomiche TAC.

L'impiego sinergico di immagini biomediche acquisite con differenti modalità, dovrebbe permettere un utile superamento dei limiti di ciascuna di esse, offrendo un più semplice approccio alla diagnostica differenziale clinica.