

L'esperienza in radioterapia e le prospettive di sviluppo della Fisica Sanitaria nella Casa di Cura "La Maddalena"

Dott. Vito D'Antoni
Fisico Sanitario
Esperto qualificato III grado
Casa di Cura "La Maddalena" – Palermo
Dipartimento Oncologico di III livello

oooooooooooooooooooo

La Maddalena, con sede in Palermo, è un Dipartimento Oncologico di III livello in quanto specializzata nella diagnosi e cura delle malattie oncologiche.

In linea con le raccomandazioni della Commissione Oncologica Nazionale, è una struttura dipartimentale nella quale tutte le risorse professionali e strutturali agiscono con caratteristiche di multidisciplinarietà, complessità e peculiarità oncologica anche attraverso collaborazioni nel campo della ricerca e della formazione. Le unità fondamentali sono:

- U.O. di Oncologia Chirurgica
- U.O. di Senologia
- U.O. di Anestesia e Rianimazione
- U.O. di Radioterapia Oncologica
- U.O. di Oncologia Medica
- U.O. di Ematologia e Unità di Trapianto di Midollo Osseo (TMO)
- U.O. di Farmacia con unità manipolazione chemioterapici antiblastici
- U.O. di Psiconcologia
- U.O. di Terapia del Dolore e Cure palliative
- U.O. di Diagnostica per immagini e sezione interventistica
- U.O. di Medicina Nucleare
- U.O. di Anatomia patologica
- U.O. di Patologia Clinica
- D.O.S.A.C. Università di Palermo

Laboratorio di Biologia molecolare e ricerca di base.

La **Fisica Sanitaria** svolge attività connesse, in modi e misure diverse, con i seguenti settori del dipartimento stesso:

- Radioterapia Oncologica;
- Medicina Nucleare e Terapia Radiometabolica;
- Diagnostica per immagini;
- Ematologia;
- Chirurgia Oncologica.

Attualmente, i fisici che collaborano con la Casa di Cura sono:

§ Dott. Vito D'Antoni - D.ssa Rosa Costa - Dott. Danilo Esposito

○ **Fisica Sanitaria in radioterapia oncologica**

L'impegno maggiore è dato indubbiamente dalla *Radioterapia Oncologica*, all'interno della quale è nata la fisica sanitaria.

Attualmente si effettua principalmente *la radioterapia conformazionale 3D con fasci esterni* di fotoni di alta energia, prodotti da acceleratori lineari di particelle per uso clinico (Clinacs).

Le fasi di preparazione di un trattamento, nel nostro centro, sono:

- **CENTRATURA:** il paziente è posizionato, al simulatore, su un lettino uguale a quello di trattamento. È individuata, in linea di massima, l'area da trattare e sono messi dei reperi cutanei, provvisori, sul paziente.
- **ACQUISIZIONE TC:** il paziente è posizionato sul lettino TC, adattato per renderlo simile a quello di trattamento; sono eseguite delle scansioni TC della parte corporea di interesse per il trattamento. Queste immagini sono inviate, in rete locale (DICOM3) al TPS.
- **STUDIO FISICO-DOSIMETRICO AL TPS (TREATMENT PLANNING SYSTEM):** sono acquisite le immagini, si contornano le aree di interesse (volumi bersaglio, organi a rischio, ecc.) e si imposta il piano di cura, tenendo conto delle indicazioni cliniche e degli organi a rischio.
- **SIMULAZIONE CAMPI DI TRATTAMENTO:** scelto il piano di cura più adeguato, si simulano i campi di trattamento al simulatore, e si confrontano le immagini radiografiche digitali ricostruite al TPS dalle scansioni TC, con le immagini ottenute al simulatore.
- **STUDIO DEFINITIVO E CALCOLO U.M.:** i campi possono essere confermati o subire delle variazioni. In ogni caso si riporta il piano di cura definitivo, comprensivo di schermi, multileaf, bolus ecc. sul TPS. Si calcolano le unità monitor (tempi di trattamento per campo).
- **VERIFICA DEI CAMPI AI CLINACS E INIZIO TRATTAMENTO:** prima di iniziare il trattamento vero e proprio si effettuano delle *gammagrafie* (nome che deriva, storicamente, dall'irradiazione con fotoni • del Co60) che, confrontate con le radiografie del simulatore, verificano l'esattezza del piano di cura.

In queste procedure il fisico ha assunto un ruolo fondamentale in quanto segue tutte le fasi, da quella iniziale fino all'inizio del trattamento.

Ruolo del fisico nelle varie fasi:

- § **Centratura e acquisizione immagini TC:** disponibilità del fisico per esprimere il proprio parere riguardo al posizionamento ed eventuali problemi che dovessero insorgere (soprattutto nei casi non standard, o quando, per es., può essere utile inserire dei bolus dall'inizio).
- § **Studio fisico – dosimetrico:** è la parte più importante per il fisico; egli ha il compito di studiare il caso per ottimizzare il piano di cura al TPS (nel senso di dare una dose quanto più omogenea al “bersaglio” risparmiando, per quanto possibile, i tessuti sani e, soprattutto, gli organi a rischio).
- § **Simulazione:** Il fisico, con l'aiuto di immagini BEV “Beam's Eye View” e/o DRR “Digitally Reconstructed Radiographs”, coadiuva il medico nel verificare la corrispondenza tra i campi al TPS e quelli al simulatore.
- § **Studio definitivo e calcolo U.M.:** il piano di cura è eventualmente modificato e completato dal fisico con schermi sagomati, MLC, ecc. Sono calcolate le U.M. definitive.
- § **Conferma dei campi e inizio trattamento:** (confronto tra radiografia e •-grafia) disponibilità del fisico in caso di problemi.

In queste fasi il fisico sanitario lavora a stretto contatto, oltre che con i T.S.R.M., con il medico radioterapista.

Nel rispetto delle specifiche competenze questa collaborazione aiuta a capire meglio quali sono i problemi di ciascuna parte e quali sono gli obiettivi. Per es., è importante che il fisico abbia un'idea delle condizioni cliniche del paziente, dell'intento terapeutico, ecc. e, di contro, è importante che il medico conosca le problematiche fisiche - dosimetriche.

Per quanto riguarda la simulazione, si possono fare le seguenti considerazioni:

il lettino TC dedicato è dotato di un supporto per avere il piano orizzontale, come nei lettini delle macchine di trattamento. Le scansioni sono fatte con tutti gli accessori utilizzati in terapia (poggiabraccia, poggiatesta, maschere, bellyboard, ecc.). Le DRR potrebbero, quindi, essere utilizzate per la simulazione virtuale, con qualche piccola modifica alla TC e al TPS.

Ciononostante, si continua, sia da parte dei medici che dei fisici, a ritenere utile il *simulatore radiologico* (insieme alla TC).

Riteniamo che il vantaggio più grande sia quello di porsi realmente nelle condizioni di trattamento con le eventuali limitazioni (es. ingresso campo non possibile in certe condizioni, ecc.).

Sono pochissimi, inoltre, i casi in cui la presenza dell'Intensificatore di Brillanza o dell'*imager* (nel nuovo simulatore digitale) impediscano di acquisire un'immagine. Sostanzialmente si hanno questi problemi quando occorre acquisire immagini con lettino ruotato e gantry a 90° ("vertex field"). Ma un'inclinazione a 25°, nella maggior parte dei casi, risolve il problema clinico (es. escludere gli occhi) e consente la simulazione.

Queste ed altre considerazioni ci fanno ritenere utile ed ancora attuale l'utilizzo del simulatore tradizionale *associato sempre* allo studio TC.

L'impegno del fisico va comunque oltre queste procedure; tra i suoi principali compiti, egli:

- § effettua le operazioni di accettazione e di taratura iniziale degli acceleratori lineari; questo è un lavoro che è fatto prima che la macchina sia usata per irradiare i pazienti;
- § configura il TPS con i dati (dosimetri e geometrici) reali di ogni macchina di terapia;
- § controlla le caratteristiche nel tempo (QC);
- § effettua i controlli di qualità sulle apparecchiature radiologiche di supporto (TC dedicata e simulatore);
- § verifica le distribuzioni di dosi e le MU del TPS.

In queste procedure la sua responsabilità è molto elevata.

Nelle operazioni di taratura iniziale di un acceleratore per uso clinico, o comunque nella misura della dose assoluta in condizioni di riferimento, un errore può causare lesioni gravi e/o letali a tutti i pazienti trattati con quella apparecchiatura!

E, poiché queste lesioni cominciano ad apparire generalmente dopo la I settimana o più, il numero di pazienti coinvolti può essere molto elevato (dipende dal carico di lavoro).

Fortunatamente i protocolli nazionali o internazionali diminuiscono questi rischi.

Il protocollo IAEA: *Technical Reports Series No. 398* che è usato come riferimento, ha notevolmente semplificato il lavoro del fisico sanitario riducendo la probabilità e l'entità dell'errore.

Infatti, la camera è già tarata in acqua all'energia del Co60, e i fattori di correzione sono relativamente piccoli.

Ovviamente anche i controlli di qualità sono importanti per assicurare l'erogazione della corretta dose nel volume richiesto. Una differenza, per es. tra campo *nominale* e *radiologico*, può portare a sottodosare un volume bersaglio o a sovradosare un organo a rischio.

Nel primo caso aumenta la probabilità di recidiva, nel II caso la probabilità di danni ai tessuti sani.

Un controllo, soprattutto dopo la configurazione iniziale, è importante anche per il TPS, poiché occorre verificare, a campione, che le distribuzioni di dose visualizzate siano reali.

La nostra esperienza in radioterapia è sinora quella conformazionale classica.

Sono *rarissimi* i campi *senza* schermature.

Queste sono realizzate:

- con il Multileaf Collimator (MLC), sistema formato da 26 coppie di lamelle di tungsteno presenti nella testata del CLINAC.
- con schermi sagomati (lega bassofondente) che, personalizzati, seguono sia la forma dell'area da schermare che la "divergenza" del fascio.

Gli schermi, personalizzati per paziente e campo, sono realizzati in officina dai tecnici.

I entrambi i casi il piano di cura al TPS ne tiene conto.

Anche se più raramente, si utilizza anche la "*terapia ad arco*", in cui il "gantry" ruota intorno al paziente durante l'irradiazione.

In alcuni casi, es. tumori superficiali o "boost" sono utilizzati campi di *elettroni*, spesso simulati direttamente all'acceleratore.

In questo caso il fisico, oltre al calcolo della dose, è chiamato a coadiuvare il medico nella scelta dei parametri che ottimizzano l'irradiazione.

Si è anche avuta esperienza (alla mammella) di IORT (RadioTerapia IntraOperatoria).

Il Clinac infatti dispone di diversi applicatori cilindrici specifici per IORT, *retti* e a "*becco di flauto*".

Il paziente è trasportato dalla *sala operatoria* al *bunker* attraverso un ascensore diretto, per cui il percorso è *relativamente* breve. Ovviamente ci sono delle problematiche di *sterilizzazione*, comunque risolte dai medici. Per es., poiché ogni tipo di applicatore è disponibile in coppia, il giorno prima sono fatte le misure sul "gemello" dell'applicatore che sarà utilizzato.

○ **Fisica Sanitaria in Medicina nucleare e terapia radiometabolica**

Fin qui abbiamo accennato all'esperienza "*storica*" della fisica sanitaria nella Casa di Cura "La Maddalena".

Negli ultimi anni l'impegno della Fisica Sanitaria è aumentato soprattutto nelle aree della Medicina Nucleare e Terapia Radiometabolica.

La struttura dispone infatti dal 2003 di un servizio di Medicina Nucleare tradizionale (SPECT) e PET con $\bullet+$ emettitori (attualmente F18) prodotti da un ciclotrone IBA da 18 MeV.

Integrato con la Medicina Nucleare si ha il reparto di Terapia Radiometabolica in cui sono effettuati trattamenti per:

- ipertiroidismo (I131);
- Ca tiroide (I131),
- tumori neuroendocrini (I131, Y90);

- linfomi (Y90);
- MTS ossee (Sm153, Re186).

Il radionuclide più importante (e pericoloso) è, in questo contesto lo I131.

Compiti della *fisica sanitaria*, oltre alla *garanzia della qualità* (D. Lgs.187/00), sono anche quelli connessi con la *sorveglianza fisica della radioprotezione* (D. Lgs. 230/95 e s.m.i.).

Tra i tanti compiti, ricordiamo:

- Stima della dose al paziente;
- controllo del sistema (TAM-STACK) di misura ambientale della radiazione esterna e della contaminazione aeriforme;
- controllo del Multicanale (GENIE 2000) di misura della concentrazione nelle vasche di decadimento degli effluenti radioattivi (tale sistema è anche utilizzato per spettrometria • su campioni biologici);
- controllo risposta dosimetri ambientali, contaminametri, ecc.

Alcuni controlli tipici della fisica sanitaria sono correlati ai controlli della radioprotezione.

Es. l'accuratezza del calibratore di attività (tipico del D. Lgs.187/00) è importante per la taratura in efficienza del sistema di controllo delle vasche.

○ **Fisica Sanitaria e sorveglianza fisica nei restanti settori**

- Controlli di qualità e stima degli LDR (Livelli Diagnostici di Riferimento) in diagnostica per immagini.
- Sorveglianza fisica della radioprotezione nello stesso reparto, con camera di ionizzazione e dosimetri ambientali a termoluminescenza.
- Sorveglianza fisica della radioprotezione e dosimetria per l'irradiatore di emocomponenti con Cesio 137 di alta attività. Reponsabilità nella gestione della sorgente.
- Sorveglianza fisica e dosimetria per la chirurgia con intensificatore di brillantezza.

○ **Prospettive di sviluppo a breve termine**

Il recente potenziamento dell'organico della fisica sanitaria ha consentito di approfondire alcuni temi.

- Si è recentemente tarato il sistema di *dosimetria in vivo con diodi* e si sta provando la dosimetria in vivo con *MOSFET* che hanno il vantaggio di una rapida applicazione, in quanto non richiedono cavi di collegamento.

Tra gli obiettivi a breve termine:

- Utilizzo della CT – PET in radioterapia per acquisire immagini integrate che favoriscono il medico nell'individuazione del volume bersaglio.

Già ora egli ha a disposizione tutti i tipi di immagini diagnostiche che gli sono utili.

Tutte le apparecchiature sono infatti poste in rete locale, per cui è possibile, da una stazione di lavoro, avere le immagini che servono, per es. TC, RM, SPECT o CT – PET.

L'utilizzo della CT-PET, insieme al nuovo sistema "Pinnacle" (*in fase di configurazione*) consentirà di studiare il piano di cura direttamente su immagini integrate in cui la posizione del paziente è uguale a quella di simulazione e trattamento.

Oltre al vantaggio di usare immagini integrate CT-PET (studi hanno dimostrato che l'estensione del target talvolta ha avuto variazioni anche di alcuni cm), il nuovo sistema ha anche un modello di calcolo più evoluto e sistemi di contornazione automatica più veloci ed efficaci.

- Nel contesto della terapia radiometabolica, invece, abbiamo iniziato ad approfondire lo studio della dosimetria interna, allo scopo di ottimizzare e personalizzare in modo più preciso le attività dei radiofarmaci somministrati ai pazienti.

Nei limiti dei modelli oggi esistenti, si mettono così in relazione le attività stesse (MBq) con le dosi assorbite (Gy).

o **Conclusioni**

La fisica sanitaria nella Casa di Cura "La Maddalena" ha svolto in questi anni i compiti richiesti che possiamo *brevemente riassumere* come quelli derivanti dalle norme di buona tecnica e dalla legislazione vigente.

Inizialmente, l'esigenza di un fisico è pervenuta dalla radioterapia, dove questa figura è sempre stata ed è fondamentale.

L'impegno della fisica sanitaria si è però presto ampliato, soprattutto (ma non solo) verso la Medicina Nucleare e gli aspetti concernenti la dosimetria interna.

Il recente potenziamento dell'organico ha consentito di allargare gli orizzonti e adempiere meglio a questi compiti. I vantaggi sono dovuti, tra l'altro, a:

- uno scambio continuo di idee e l'approccio comune ad un problema; questo aiuta la crescita professionale di tutti;
- una maggiore possibilità di studiare in modo più approfondito ogni settore, e poter quindi apportare maggiormente dei contributi non solo al campo di studio, ma anche alla disciplina stessa;
- una maggiore partecipazione in settori, come la medicina nucleare, dove ormai è sentita l'esigenza di una presenza continuativa di un fisico.

Riteniamo quindi che un potenziamento della fisica sanitaria, in personale e mezzi, contribuisca a migliorare la prestazione clinica, sia diagnostica che terapeutica.