

## S.S. Fisica Medica

### Caratterizzazione dosimetrica di un collimatore micro-multilamellare per radioterapia conformazionale su piccoli volumi

*Linea di ricerca:* 3 – Ottimizzazione e personalizzazione delle strategie terapeutiche

*Programma:* b – Valutazione dell'efficacia di nuovi approcci terapeutici: studio di nuovi farmaci, di nuove associazioni, di nuove tecniche, tecnologie o strategie terapeutiche

*Responsabile:* Francesca Cavagnetto

*Partecipanti:* Stefano Agostinelli, Stefania Garelli, Luca Pellicchia, Marina Maione

*Durata:* 2008

*Parole chiave:* dynamic multileaf; treatment planning system; dosimetry

*Altre strutture IST:* S.C. Oncologia Radioterapica (R. Corvò)

*Tipologia progetto:* tecnologie abilitanti

*Area di interesse:* terapeutica/quality of life

#### *Background*

Il nuovo acceleratore lineare Siemens Primus acquisito recentemente dall'Istituto possiede un collimatore multilamellare addizionale con lamelle molto sottili (2.5 mm, le attuali sono di 1 cm) che permettono di conformare in modo molto preciso il volume da irradiare in radioterapia. Questo collimatore unitamente ad un TPS (Treatment Planning System ERGO) per il calcolo della distribuzione di dose sul target da irradiare e ad un sistema di controllo del posizionamento del paziente (Dynatrac) ad infrarossi, permette di eseguire trattamenti radioterapici di alta precisione su volumi piccoli anche con tecnica stereotassica.

Il primo passo per implementare queste nuove metodiche di trattamento, la caratterizzazione dosimetrica di questo nuovo collimatore, cioè l'esecuzione di una serie di misure che permettano di acquisire tutte le informazioni necessarie per il sistema di calcolo dei piani di trattamento radioterapici (TPS Ergo) è stato portato a termine nei primi mesi dell'anno; il passo successivo, la verifica dosimetrica dei dati inseriti nel TPS, cioè la verifica della corrispondenza tra quanto pianificato e calcolato e ciò che viene poi erogato al paziente è stato implementato in parte in quanto per dimensioni di campo di trattamento inferiori a 1.5 cm è necessario utilizzare un sensore di piccole dimensioni (diodo) che sarà a nostra disposizione nei primi mesi del 2009. Il passaggio alla fase clinica è previsto per l'inizio di gennaio 2009, per campi di trattamento superiori a 2 cm statici. Il passo successivo sarà verificare il sistema per campi di trattamento di dimensioni inferiori a 2 cm e verificare anche terapie eseguite con archi, cioè con la gantry dell'acceleratore che ruota durante l'erogazione della dose di radiazione.

#### *Obiettivo generale del progetto ed eventuali obiettivi secondari*

Effettuare radioterapia su volumi di trattamento piccoli con alta conformazione della dose.

#### *Beneficiari*

Pazienti oncologici con lesioni piccole che necessitano buona conformazione in quanto vicine ad organi sani.

#### *Consuntivo attività e risultati del progetto a fine 2008*

Sono state ultimate tutte le misure dosimetriche, sia misure puntuali che scansioni per ottenere dei profili di dose, con lo scopo di implementare il sistema ERGO per il calcolo dei piani di trattamento. Le misure sono risultate consistenti tra loro, fatta eccezione per campi di trattamento inferiori a 2 cm; la non buona corrispondenza è dovuta al fatto che la camera PinPoint PTW in nostro possesso non permette di misurare campi di radiazione così ridotti con l'accuratezza richiesta; per ovviare al problema, è stato ordinato un sensore di piccole dimensioni (diodo).

La verifica della corrispondenza tra dose pianificata con il sistema di calcolo ERGO e dose erogata effettivamente dall'acceleratore Siemens ha dato una buona corrispondenza, con differenze minori del 2%. Restano da confrontare e perfezionare campi di radiazione inferiori ai 2 cm; le verifiche cominceranno quando avremo a disposizione un diodo per piccoli volumi.

L'inizio dell'attività sui pazienti è prevista per la prima metà di gennaio 2009, per campi di trattamento maggiori di 2 cm.

Inizialmente saranno utilizzati campi statici conformati, in quanto l'utilizzo di archi durante il trattamento necessita di una modifica software sul programma ERGO per la gestione dei piani di trattamento, che dovrebbe essere pronta entro gennaio; saranno quindi necessarie misure di verifica con questa nuova tipologia di irraggiamento; per le misure di confronto verrà utilizzato un fantoccio cilindrico con camera a ionizzazione o diodo inserito all'interno.

E' stato anche messo in funzione il sistema Dynatrac ad infrarossi per il posizionamento del paziente e per il monitoraggio di eventuali suoi spostamenti durante la terapia. Il sistema è stato calibrato e verificato ed è entrato in uso clinico.

## Consuntivo progetti RC 2006-2008

### **Radioterapia ad intensità modulata (IMRT): Dosimetria, controlli di qualità e implementazione clinica**

*Linea di ricerca:* 3 - Ottimizzazione e personalizzazione delle strategie terapeutiche

*Programma:* b - Valutazione dell'efficacia di nuovi approcci terapeutici: studio di nuovi farmaci, di nuove associazioni, di nuove tecniche, tecnologie o strategie terapeutiche

*Responsabile:* Stefano Agostinelli

*Partecipanti:* Stefania Garelli, Francesca Cavagnetto, Maurizio Dordolo, Marina Maione, Barbara Orlando

*Durata:* 2006-2008

*Parole chiave:* IMRT; inverse planning; 3D treatment planning; 3D conformal therapy

*Altre strutture IST:* S.C. Oncologia Radioterapica (A. Bacigalupo, S. Barra, M. Marcenaro, R. Corvò)

*Altri Enti coinvolti:* S.C. Fisica Sanitaria, ASL 5 Spezzina (F. Foppiano)

*Tipologia progetto:* tecnologie abilitanti

*Area di interesse:* terapeutica/quality of life

#### *Background*

La Radioterapia ad intensità modulata (IMRT) rappresenta una delle più avanzate e promettenti tecniche di radioterapia oncologica. La possibilità di conformare il rilascio di dose terapeutica alla geometria, anche molto complessa, di una massa tumorale consente di salvaguardare in modo ottimale i tessuti sani adiacenti riducendo quindi la probabilità di complicanze e aumentando la probabilità di riuscita del trattamento.

#### *Obiettivo generale del progetto ed eventuali obiettivi secondari*

L'obiettivo principale di questa linea di ricerca è stato l'avvio ed il consolidamento delle tecniche IMRT di tipo Step&Shoot nella pratica clinica dell'IST di Genova.

#### *Beneficiari*

Pazienti avviati a trattamento radioterapico radicale.

#### *Consuntivo attività e risultati del progetto a fine 2008*

Le attività inizialmente si sono concentrate principalmente sul commissioning fisico-dosimetrico del sistema per piani di trattamento Varian Eclipse e dell'acceleratore lineare Varian 2100 C/D dedicato ai trattamenti IMRT. Successivamente si è provveduto alla messa a punto di un sistema di controlli di qualità pre-trattamento utili alla validazione dosimetrica dei piani di cura IMRT. Diversi metodi sono stati presi in considerazione: pellicole radiografiche, matrice di camere PTW 2D-array, misure di dose puntuale con micro-camera a ionizzazione, calcolo simulato della fluenza tramite software Varian Argus. Si sono inoltre esaminate le periodicità utili ad individuare eventuali criticità nei trattamenti.

La messa a punto del sistema fisico-dosimetrico e dei sistemi di verifica pre-trattamento ha consentito di avviare a trattamento radicale con tecnica IMRT pazienti con neoplasia prostatica o del capo-collo nei casi in cui il trattamento convenzionale non sarebbe stato possibile.

#### *Presentazione a convegni:*

Verifica dosimetrica di piani di trattamento IMRT: l'esperienza dell'IST di Genova  
V Congresso Nazionale AIFM, Castelvecchio Pascoli (LU), 17-20 settembre 2007

### **Dosimetria per l'impiego clinico di un sistema per radioterapia intraoperatoria IORT**

*Linea di ricerca:* 3 - Ottimizzazione e personalizzazione delle strategie terapeutiche

*Programma:* d - Verifica di efficacia e appropriatezza nell'applicazione clinica dell'innovazione biomedica e tecnologica

*Responsabile:* Stefania Garelli

*Partecipanti:* Stefano Agostinelli, Francesca Cavagnetto

*Durata:* 2008

*Parole chiave:* dosimetry; intraoperative radiotherapy

*Altre strutture IST:* S.C. Oncologia Radioterapica (R. Corvò)

*Tipologia progetto:* tecnologie abilitanti

## Consuntivo progetti RC 2006-2008

*Area di interesse:* terapeutica/quality of life

### *Background*

A novembre 2008 presso il nostro Istituto è arrivato un sistema per radioterapia intraoperatoria cioè per un tipo di radioterapia da effettuarsi durante il trattamento chirurgico con un fascio di irradiazione direttamente nel letto tumorale utilizzando un acceleratore mobile dedicato di elettroni.

La dosimetria necessaria al calcolo delle UM da erogare durante la seduta stessa è diversa rispetto a quella eseguita per gli acceleratori tradizionali che deve essere opportunamente definita in fase di acquisto dell'apparecchiatura stessa.

### *Obiettivo generale del progetto ed eventuali obiettivi secondari*

L'obiettivo generale del progetto è stato l'individuazione delle procedure e della strumentazione necessaria all'esecuzione della dosimetria necessaria per la messa in uso di un acceleratore mobile dedicato per radioterapia intraoperatoria.

### *Beneficiari*

Pazienti avviati a trattamento IORT.

### *Consuntivo attività e risultati del progetto a fine 2008*

La radioterapia intraoperatoria (IORT) permette l'erogazione di elevate dosi di radiazioni direttamente durante l'intervento chirurgico, dopo l'escissione della neoplasia.

Generalmente la radioterapia viene erogata mediante un acceleratore mobile dedicato con fascio di elettroni.

La IORT è una tecnica speciale che richiede misure dosimetriche particolari sia perché le caratteristiche di generazione dei fasci di elettroni sono diverse rispetto a quelle degli acceleratori lineari convenzionali sia perché viene erogata una dose singola elevata direttamente in sala operatoria senza poter utilizzare un sistema per la pianificazione del trattamento.

Come lavoro preliminare alla consegna dell'acceleratore mobile LIAC, avvenuta nel novembre 2008, si è dovuto definire un sistema dosimetrico opportuno a questo tipo di apparecchiature per la misura della dose assoluta e relativa in modo da permettere le misure di accettazione dell'apparecchiatura stessa e le misure necessarie alla messa in uso su pazienti.

## **Implementazione di un sistema indipendente per il calcolo delle Monitor Units in Radioterapia conformazionale e ad intensità modulata**

*Linea di ricerca:* 3 - Ottimizzazione e personalizzazione delle strategie terapeutiche.

*Programma:* d - Verifica di efficacia e appropriatezza nell'applicazione clinica dell'innovazione biomedica e tecnologica.

*Responsabile:* Stefano Agostinelli

*Partecipanti:* Stefania Garelli, Maurizio Dordolo

*Durata:* 2006-2008

*Parole chiave:* monitor units; TPS quality assurance; dosimetry system; IMRT

*Altre strutture IST:* S.C. Oncologia Radioterapica (R. Corvò)

*Tipologia progetto:* tecnologie abilitanti

*Area di interesse:* terapeutica/quality of life

### *Background*

L'attuale esigenza di trattamenti radioterapici conformazionali e ad intensità modulata (IMRT), richiede strumenti computazionali sempre più complessi. Ciò comporta la necessità di una sempre maggiore attenzione al controllo di qualità dei calcoli prodotti dai Treatment Planning System (TPS) ed in particolare il calcolo delle Monitor Units (MU).

### *Obiettivo generale del progetto ed eventuali obiettivi secondari*

L'obiettivo di questa linea di ricerca ha riguardato lo sviluppo di un sistema dosimetrico computerizzato per il calcolo e la verifica delle MU per trattamenti convenzionali e ad alta complessità (collimatore multilamellare, IMRT, etc.).

### *Beneficiari*

Tutti i pazienti avviati a trattamento radioterapico in Istituto.

### *Consuntivo attività e risultati del progetto a fine 2008*

Il sistema dosimetrico sviluppato (Nemo X) è utilizzato in Istituto a partire dall'anno 2000. Nel corso del triennio 2006-2008 il sistema è stato migliorato ad ogni livello. In particolare è stata migliorata la dosimetria dei "campi piccoli" ed è stato introdotto il pieno supporto dei nuovi acceleratori installati presso l'Istituto, del collimatore micro-multilamellare Moduleaf e del sistema di Record&Verify Lantis.

## Consuntivo progetti RC 2006-2008

### *Elenco pubblicazioni:*

Agostinelli S.-Garelli S.-Piergentili M.-Foppiano F.  
Response to high energy photons of PTW31014 PinPoint ion chamber with a central aluminum electrode.  
Med. Phys. 35:3293/3301, 2008

### *Presentazione a convegni:*

Misura di fattori di campo con la camera a ionizzazione PinPoint PTW 31014  
V Congresso Nazionale AIFM, Castelvechio Pascoli (LU), 17-20 settembre 2007

### **Ottimizzazione e controllo di qualità nella Partial Breast Irradiation con applicatore brachiterapico MammoSite**

*Linea di ricerca:* 3 - Ottimizzazione e personalizzazione delle strategie terapeutiche

*Programma:* d - Verifica di efficacia e appropriatezza nell'applicazione clinica dell'innovazione biomedica e tecnologica

*Responsabile:* Stefania Garelli

*Partecipanti:* Stefano Agostinelli, Maurizio Dordolo, Marina Maione

*Durata:* 2006-2008

*Parole chiave:* brachytherapy; partial breast irradiation; quality assurance

*Altre strutture IST:* S.C. Oncologia Radioterapica (F. Giannelli, M. Guenzi, R. Corvò); S.C. Diagnostica per Immagini (C.E. Neumaier)

*Tipologia progetto:* tecnologie abilitanti

*Area di interesse:* terapeutica/quality of life

### *Background*

La tecnica di Partial Breast Irradiation (PBI) in pazienti operate conservativamente per neoplasia mammaria ha riscosso un sempre crescente successo.

Il nostro Istituto dal 2004 utilizza come tecnica PBI quella che si serve di una sorgente di <sup>192</sup>Ir posta all'interno di un applicatore MammoSite a palloncino che si adatta alla cavità chirurgica.

Durante l'intervento il chirurgo pone l'applicatore nella sede chirurgica e lo gonfia opportunamente in modo che aderisca alla cavità chirurgica. Nei giorni successivi, prima di dimettere la paziente si esegue, presso la radioterapia, una TC di centraggio in modo da individuare i parametri necessari al fisico per l'ottimizzazione del piano di trattamento. La settimana successiva la paziente esegue la terapia tutti i giorni, due volte al giorno. Presso il nostro Istituto la PBI è stata anche oggetto di uno studio randomizzato attualmente concluso.

### *Obiettivo generale del progetto ed eventuali obiettivi secondari*

L'obiettivo generale del progetto è stato l'ottimizzazione delle fasi di centraggio e l'individuazione dei parametri del trattamento radioterapico in modo sempre più accurato, riproducibilità e automatizzato.

### *Beneficiari*

Pazienti avviati a PBI.

### *Consuntivo attività e risultati del progetto a fine 2008*

Il progetto si è proposto di mettere a punto nuove procedure che consentano da una parte l'ottimizzazione della tecnica di irradiazione parziale con applicatore MammoSite dall'altra una migliore valutazione quantitativa dei criteri di appropriatezza e di controllo di qualità del trattamento stesso.

In particolare si è proceduto a definire un protocollo che standardizzasse tutte le fasi di interesse per il trattamento radioterapico stesso:

- centraggio mediante tubo RX
- centraggio mediante TC
- misura dei parametri necessari all'ottimizzazione del trattamento
- definizione dei parametri che consentano una migliore valutazione dell'appropriatezza del trattamento come la misura della distanza sorgente-cute, sorgente-coste, volume delle eventuali raccolte d'aria o di siero.

Attualmente la paziente esegue una TC di centraggio in cui vengono individuati, mediante contornamento automatico, tutti i parametri necessari per l'ottimizzazione del trattamento e per la valutazione dell'appropriatezza del trattamento. Il radioterapista ha quindi modo di scegliere se procedere con questo tipo di trattamento radioterapico e nel caso il fisico specialista può utilizzare i dati definiti nella TC di centraggio per calcolare il tempo di trattamento necessario ad erogare la dose terapeutica richiesta.

Si è inoltre definita una procedura di verifica di accuratezza della posizione della sorgente di <sup>192</sup>Ir da eseguire alla prima seduta di trattamento in modo da eliminare eventuali discordanze che determinerebbero una non accurata distribuzione di dose attorno all'applicatore stesso.

## Consuntivo progetti RC 2006-2008

### *Presentazione a convegni:*

Tossicità acuta e tardiva dopo trattamento radiante con MammoSite: analisi iniziale del protocollo sperimentale all'Istituto Nazionale per la Ricerca sul Cancro di Genova  
V Congresso Nazionale AIFM, Castelvecchio Pascoli (LU), 17-20 settembre 2007

Tossicità acuta e tardiva nell'irradiazione parziale accelerata con Mammosite: risultati iniziali del protocollo sperimentale all'Istituto Nazionale per la Ricerca sul Cancro di Genova  
XVII Congresso Nazionale AIRO, Firenze, 10-13 novembre 2007