

Fisica in Medicina

*Periodico trimestrale di formazione,
informazione e aggiornamento
dell' Associazione Italiana
di Fisica Medica*



Stereotactic Body Radiation Therapy

Successi e prospettive future

II edizione

Responsabili Scientifici
Filippo Alongi, Pietro Mancosu



Numero I - 2017



Associazione Italiana
di Fisica Medica

Presidente
Michele Stasi

Associazione Italiana
di Fisica Medica

Presidente:
Michele Stasi

Membri del Consiglio

Direttivo:

A. del Vecchio

F. Fusi

R. Matheoud

L. Menegotti

N. Romeo

S. Russo

L. Strigari

A. Trianni

Segretario

A. Panese (Sondrio)

Tesoriere

B. Augelli

Sommario:

INTRODUZIONE	1
INTERVISTA AL PRESIDENTE	5
INTERVISTE SBRT	11
ABSTRACT FISICI	25
ABSTRACT MEDICI	59

Periodico
Fisica in Medicina

Direttore Onorario
P. Tosi (Milano)

Direttore Responsabile
F. Levrero (Genova)

Segretario di Redazione
L. Moro (Pavia)

Componenti del Comitato di
Redazione

M.C. Bagnara (Genova)
G. Borasi (Reggio Emilia)
N. Canevarollo (Genova)
N. Caretto (Roma)
C. De Ambrosi (Genova)
A. del Vecchio (Milano)
F. Di Martino (Pisa)
P. Mancosu (Milano)
C. Peroni (Torino)
L. Raffaele (Catania)
M. Reggio (Verona)

In copertina: Immagine di locandina del secondo corso SBR'T

Il numero è stato realizzato grazie alla collaborazione di:
Francesca Romana Giglioli, Torino
Elena Villaggi, Piacenza

Realizzazione digitale e grafica
interni.

Trimestrale dell'Associazione
Italiana di Fisica Medica, Piazza
della Repubblica 32, 20124
Milano – Autorizzazione n. 403
del 20/12/2013 Tribunale di
Milano

EXAMi» Rad™
TESTER PORTATILE PER DPI RADIOLOGICI



Verifica la protezione e la sicurezza dei DPI anti raggi x



Controllo
d'integrità
e livello di
protezione dei
DPI anti RX

Gestione
informatizzata
dei controlli



www.iradpromap.it

Ci contatti per maggiori informazioni

Tel. 051 686 08 11
info@sagomedica.it

www.sagomedica.it



*Massima precisione
al primo colpo.*

NOMEX®

Soluzione chiavi in mano per la dosimetria assoluta
e il controllo qualità nella radiologia diagnostica

- ▶ Due potenti sistemi per uso indipendente o combinato
- ▶ RAD/FLU/DENT, DENT-PAN, MAM, CT, CBCT
- ▶ Acquisizione di tutti i parametri in un unico passaggio
- ▶ Cambio scala automatico per dose, kV e filtrazione totale
- ▶ Valutazione della qualità dell'immagine e determinazione CTDI opzionali
- ▶ Collegamento esterno di camere di ionizzazione o detectori a semiconduttore PTW tramite dosimetro NOMEX®



Maggiori informazioni su NOMEX®?
Visitate il nostro sito Internet o scrivete
all'indirizzo nomex@ptw.de.

PTW

Knowing what
responsibility means

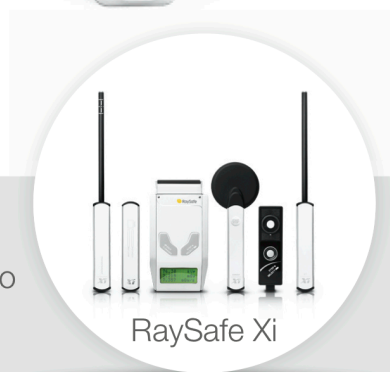
WWW.PTWNOMEX.COM USA | LATIN AMERICA | CHINA | ASIA PACIFIC | INDIA | UK | FRANCE | IBERIA | GERMANY

NEW

RaySafe X2



La linea dei multimetri Unfors/RaySafe evolve dalla piattaforma Xi, tutt'ora elevato standard di mercato per i controlli di qualità in radiodiagnostica, alla nuova X2.



Principali vantaggi del nuovo sistema X2

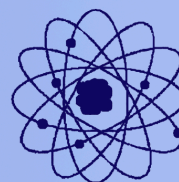
- Migliore accuratezza e sensibilità
- Estrema semplicità e velocità d'uso, nessun settaggio manuale necessario
- Sensori indipendenti dall'angolo di inclinazione rispetto all'asse del tubo
- Ampio display a colori touch screen con memorizzazione delle misure e delle forme d'onda
- Ampia gamma di calibrazioni per tutti i mammografi presenti sul mercato

Dopo l'acquisizione di RaySafe da parte di Fluke Biomedical, SLT è diventato il **distributore unico** per tutti i prodotti Unfors/RaySafe AB. L'aggiunta dei prodotti Unfors/RaySafe alla linea dei prodotti Fluke Biomedical attraverso SLT permette ai clienti di avere un **unico punto di riferimento per vendita, supporto, gestione degli ordini ed assistenza tecnica**.



S.L.T. s.r.l. - Via Torino 30, 20063 Cernusco sul Naviglio (MI)
Tel. (+39) 02.48464064 | unfors-raysafe@slt.eu.com | www.slt.eu.com

Servizi Nucleari s.n.c.



**Sorgenti alfa, beta e gamma,
puntiformi ed estese, soluzioni,
gas, prodotti per *spettrometria*,
medicina nucleare, sorgenti per
calibrazione PET, sorgenti speciali.**



**Sorgenti di
taratura per
la medicina,
l'industria,
l'ambiente
prodotti da
CERCA LEA.**

Sistemi per irradiazione *emoderivati*.



Servizi Nucleari s.n.c.
Strada Pranova 6
15030 Conzano (AL)
tel 0142 925630
347 8497358
fax 0142 925933
<http://www.servizinucleari.it>
e-mail: info@servizinucleari.it



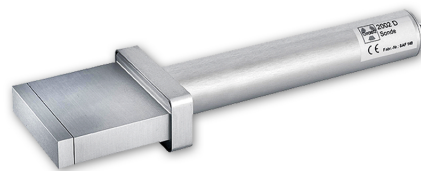
Active Radsys

Soluzioni attive per la radioprotezione e la fisica medica

- **P**roduzione di software per aziende produttrici ed utenti finali
- **P**rogettazione e co-produzione con i partner di soluzioni personalizzate in materia di strumentazione ed oggetti di misura e di controllo
- **S**istemi automatici per il controllo e la misura della radioattività negli ambiti medicale, ambientale ed industriale
- **D**istribuzione in Italia di prodotti e soluzioni di terze parti per: misura e ricerca della radioattività, spettrometria gamma, Alfa e XRF, controlli di qualità in radiologia, radioterapia e medicina nucleare, monitoraggio ambientale, dosimetria del personale, dosimetria del paziente, misura del Radon, ricerca scientifica, sicurezza e protezione del territorio
- **C**orsi di addestramento ed assistenza personalizzata



Il fantoccio Quart Cbct_ap e il Software Dvt-Tec : l'unico sistema conforme alla norma europea E DIN 6868-161



Greatz Nal 2002: la prima innovativa sonda al Nal concepita per i controlli non distruttivi sui rottami metallici, minerali, rifiuti...etc.

www.activeradsys.it info@activeradsys.it Tel: 0544 408071 Fax: 0544 276014



Il primo camice chirurgico sterile con protezione RX

Il primo capo per la protezione dalle radiazioni ionizzanti presente sul mercato che può essere fornito allo stato sterile e certificato come dispositivo medico. Il tessuto SO.X-Versus® è coperto da brevetto industriale.

L'originalità del tessuto SO.X-Versus® sta, in primo luogo, nella sua struttura: è il risultato dell'accoppiamento di tessuti conformi alla norma UNI EN 13795 e di una speciale lamina radiopaca, da cui risulta un tessuto multistrato estremamente malleabile, sanificabile con processi di lavaggio industriale, sterilizzabile in autoclave a vapore ed impermeabile ai liquidi ed ai microrganismi.



CORPETTO



GREMBIULE CHIUSO



GREMBIULE APERTO



www.sox-versus.it

Questo numero della nostra rivista è dedicato agli atti del convegno organizzato da AIFM insieme alla associazione Italiana di Radioterapia Oncologica (AIRO) dal titolo "SBRT: successi e prospettive future" svoltosi lo scorso 7 e 8 Novembre 2016 presso L'Università La Sapienza di Roma.

"Il corso, organizzato congiuntamente dalla associazione italiana radioterapia oncologica (AIRO) e dalla associazione italiana di fisica medica (AIFM), nasce in continuità con la prima edizione dell'evento svoltasi nel 2014 presso l'aula magna della Università degli studi di Milano.

La radioterapia moderna evolve sempre di più verso una riduzione del numero di sedute di trattamento. In particolare, la stereotactic body radiotherapy (SBRT), o come più recentemente chiamata, SABR (stereotactic ablative radiotherapy) sta diventando terapia di elezione, per pazienti selezionati, in diversi distretti anatomici, sia per tumori primitivi che per lesioni metastatiche. L'irradiazione ad alte dosi per frazione ($>7\text{Gy/seduta}$) ad un volume tumorale ridotto, peculiarità della SBRT/SABR, è da considerarsi come tecnica complessa che richiede un'analisi approfondita di tutti gli aspetti che concorrono al risultato del trattamento.

L'obiettivo di questo corso è di fornire una panoramica attuale sulla metodica e condividere gli aspetti tecnico/scientifici e clinici con Radioterapisti Oncologi, Fisici Medici, e tutte le figure tecnico/scientifiche coinvolte."

Con questi obiettivi il comitato scientifico presieduto dal prof. Filippo Alongi e dr. Pietro Mancosu, e composto da dr.ssa Francesca Romana Giglioli, prof. Mattia Falchetto Osti, dr. Rolando D'Angelillo e dr.ssa Lidia Strigari, ha invitato alcuni tra i migliori specialisti del campo a confrontarsi sullo stato dell'arte della SBRT moderna.

Il convegno ha richiamato più di 150 colleghi fisici medici e oncologi radioterapisti da tutta Italia. Segno della vitalità e interesse sull'argomento sono stati i 30 e più abstract di carattere fisico e clinico selezionati da un comitato di esperti (dr.ssa Luisa Begnozzi, dr. Carlo Cavedon, prof. Renzo Corvo', prof. Stefano Magrini, dr. Michele Stasi, dr. Elvio Russi).

Il volume include l'intervista di *cuore* del nostro presidente, dr. Michele Stasi, riguardante il futuro della nostra professione, gli abstract selezionati e le interviste fatte dalla dr.ssa Francesca Romana Giglioli ed dr.ssa Elena Villaggi ai vincitori dei premi per i migliori contributi, per mostrare che dietro alle presentazioni scientifiche ci sono persone con le proprie storie e i propri interessi.

Prof. Filippo Alongi & dr. Pietro Mancosu

Responsabili scientifici convegno "SBRT: Successi e prospettive future"



Figura 1: Presentazione del convegno da parte dei presidenti AIFM ed AIRO, dr. Michele Stasi e dr. Elvio Russi.



Figura 2: Più di 150 colleghi giovani e meno giovani attenti ad un intervento del dr. Elvio Russi, presidente di AIRO.



Figura 3: Non solo corso: gli ultimi reduci della festa al Vinile di Roma.



Figura 4: I presidenti del convegno, prof. Filippo Alongi per AIRO e dr. Pietro Mancosu per AIFM, traggono le conclusioni dell'evento ricordando l'impegno del prof. Maurizi Enrici, già presidente AIRO, nella realizzazione della prima edizione.

Come apertura di questo numero speciale, abbiamo chiesto a Michele Stasi, ad un anno esatto dalla sua elezione a presidente di AIFM, di condividere con noi le prospettive future della nostra professione. Ne è nata un'intervista davvero molto appassionata, che va ben oltre il semplice resoconto di un anno di presidenza.

Di Pietro Mancosu

In questo numero di Fisica in Medicina abbiamo intervistato i vincitori dei premi per le migliori presentazioni di giovani fisici e medici all'interno del corso sulla SBRT dello scorso Novembre. Da presidente di AIFM che cosa vuoi dire a queste giovani speranze?

Nonostante le difficoltà occupazionali del momento, difficoltà che non sono solo della nostra professione, ai giovani vorrei dire di continuare ad avere vivo il fuoco della passione che li ha spinti a scegliere la fisica medica come professione. Il nostro è un lavoro bellissimo, che però va affrontato con passione vera e bisogna “crederci sempre”, se si vuole emergere e affermare. Poi consiglio loro di continuare sempre l'attività di studio e ricerca, anche se poi lavoreranno in ospedali piccoli, poiché fisica vuol dire mantenere vivo lo stimolo intellettuale e perché la ricerca non si fa solo con la tecnologia ma anche e soprattutto con le idee.

Siamo ad inizio anno e AIFM è impegnata in numerosi fronti. Dove vedi maggiore necessità di un coinvolgimento personale da parte di noi soci?

I fronti in cui AIFM è impegnata sono tanti: quello professionale, politico, formativo, associativo, e tante sono le attività. Abbiamo rinnovato il sito, affidato a nuove agenzie sia la segreteria formativa sia le pubbliche relazioni, rinnovato i GdL e aggiunti di nuovi, attivato la formazione FAD e rafforzato quella residenziale, dato nuovo slancio alle commissioni. Quindi i fronti di impegno sono veramente tanti, basta avere la voglia di tirarsi su le maniche e dedicare un po' di tempo. Ma un impegno comune, tutti noi, possiamo prenderlo: quello di aiutare ad aumentare la conoscenza e la visibilità della nostra professione.

Da sempre i fisici medici sono capaci di resilienza e di adattarsi ai cambiamenti. In questo continuo cercare gli sviluppi futuri, dove vedi maggiori opportunità?

Sicuramente la Fisica medica applicata alla Radiodiagnostica, e in generale all'area radiologica, può trovare un nuovo sviluppo in seguito al recepimento della Direttiva Europea 59/13. Altro settore in forte sviluppo è l'imaging quantitativo e la radiomica. Poi, per vedere ancora più in là, sicuramente il contributo dei fisici medici può essere significativo sia nell'applicazione della modellistica matematica che nella gestione dei Big Data.

E come AIFM può aiutare i membri più giovani in questo?

AIFM può aiutare i giovani a vari livelli.

Un primo livello, politico: un corretto e fedele recepimento normativo della Direttiva sulla radioprotezione, che dovrà andare in vigore entro il 6/2/18, potrà dare impulso alla nostra professione.

Un secondo livello, formativo: dare opportunità di formazione di alto livello a costi bassi se non nulli.

Un terzo livello: creare opportunità offrendo la partecipazione ad eventi organizzati dai GdL, quali Futurus e quello sugli Aspetti Dosimetrici in SBRT, ad eventi internazionali quali il prossimo ESTRO Physics Master Class di Firenze, e organizzando l'istituzione di premi per i giovani più brillanti e meritevoli.

Nell'ultimo periodo numerose AIFM-news "pubblicizzavano" opportunità lavorative all'estero. Puoi spiegare il motivo di questa scelta? (questo punto è molto sentito. L'idea che si sono fatti alcuni giovani è che li si vuole "cacciare" dall'Italia)

Nelle AIFM-news abbiamo pubblicato prima di tutto ciò che poteva essere un'opportunità di lavoro (come per esempio il concorso per 10 posti di Dirigente Fisico in Lazio) sia, soprattutto, richieste provenienti dall'Italia, sia, perché no, richieste provenienti anche dall'estero.

Io vedo le proposte dall'estero con un'altra prospettiva: se ci viene chiesto di pubblicare delle call è perchè i giovani fisici medici italiani sono preparati bene e questo è positivo. Inoltre diamo un'opportunità in più per chi fosse interessato: molto spesso sono lavori arricchenti dal punto di vista professionale e che vengono pagati molto bene. Ricordiamoci anche che ci sono giovani che ricercano proprio un'esperienza all'estero e noi diamo loro questa chance. Comunque colgo l'occasione per ribadire che l'impegno di AIFM è quello di far crescere la Fisica Sanitaria in Italia soprattutto nelle regioni dove c'è più carenza e necessità. Per fare un esempio, se la media per milione di fisici medici italiani fosse quella delle regioni in cui la sanità è definita virtuosa (Emilia Romagna, Toscana e

Lombardia) e in linea con la media europea, avremmo bisogno di assumere almeno 250 fisici medici in più.

Si parla da tempo della necessità di istituire un ordine dei fisici medici. Puoi spiegare quali sono le peculiarità e l'interesse per la comunità di fisici medici?

Il D. Lgs. Lorenzin approvato, al momento solo al Senato, prevede l'istituzione dell'Ordine dei Chimici e Fisici sotto il Ministero della Salute. All'interno di tale ordine troveranno spazio anche i Fisici medici. Gli ordini sono un'istituzione tipicamente italiana, molto spesso si è parlato di abolirli ma poi non si è mai riusciti.

Le motivazioni che giustificano la necessità di ordinamento e riconoscimento della professione esercitata dai Fisici specialisti in Fisica medica, oltre a riconoscere il ruolo di professionisti altamente qualificati e indispensabili nella sanità italiana e europea, sono anche e soprattutto volte a tutelare i pazienti; per esempio: quale professionista valuta la dose di radiazioni assorbita al feto e alle donne in stato di gravidanza nelle pratiche radiologiche, in modo che queste non comportino danno per la salute e l'integrità dei nascituri? Quale professionista garantisce che gli impianti della radioterapia siano esattamente calibrati, in termini di dose da radiazioni e non solo, e i trattamenti ben ottimizzati, al fine di dare la massima dose al tumore e ridurre al minimo i danni ai tessuti sani? Lo stato deve garantire tutto ciò!

Per noi fisici medici, in più, è fondamentale avere un organismo che tuteli la nostra professione, molto spesso usurpata e non riconosciuta: un'associazione scientifica e professionale purtroppo non ha i mezzi per poterlo fare.

Parliamo di Elenco dei Fisici Medici istituito dall'AIFM. A cosa serve e perché suggerisci di iscriversi.

Oltre a quanto già evidenziato nella precedente risposta, rispetto alle altre figure di dirigenti sanitari, quella del Fisco specialista in Fisica medica, non solo è ancora priva dell'albo ma è anche l'unica professione ancora priva di una normativa professionale (non esistendo come detto l'ordine del fisico). Si sente quindi urgente la necessità di arrivare ad una soluzione almeno per l'ambito sanitario. La legislazione italiana riconosce la figura del fisico specialista in fisica medica come una delle figure professionali necessarie al Servizio Sanitario Nazionale per l'espletamento di compiti con finalità cliniche, in particolare nei campi della radioterapia e della diagnostica per immagini nonché nella radioprotezione dei pazienti (D.lgs. 187/2000). Trattandosi di attività rivolta verso il paziente, ovvero

verso gli utenti del Servizio Sanitario Nazionale, è evidente la necessità di garantire che anche le prestazioni effettuate dai fisici medici siano svolte al massimo livello di competenza professionale, considerata la particolare delicatezza degli interventi che il fisico svolge quotidianamente in modo diretto ed indiretto sui pazienti che accedono a prestazioni di radiodiagnostica e radioterapia.

Quindi l'elenco di professionisti Specialisti in Fisica Medica, per iscriversi al quale occorre dimostrare formazione ed aggiornamento adeguati e conformi alle norme in vigore, è a garanzia dell'utente, ma non solo. Il fare gruppo, e il più numeroso possibile, è indicativo anche per le istituzioni che ci osservano e che hanno AIFM come riferimento per tale figura professionale (quali il Ministero della Salute) e non può che essere di grande utilità nel momento in cui andiamo stiamo chiedendo di essere ordinati come figure professionali in un elenco pubblico, albo o altro, quale può essere presso il Ministero, con chiarezza e senza possibili equivoci.

Siamo alle porte del recepimento della normativa europea 13/59. Che cosa può portare di concreto alla comunità di fisici medici italiani e come possiamo contribuire fattivamente al recepimento?

Come detto precedentemente, il recepimento è un passaggio fondamentale. La Direttiva all'articolo 83, dal titolo emblematico "Specialista in Fisica Medica" descrive dettagliatamente il ruolo e i compiti dello Fisico specialista in Fisica Medica. Inoltre, in molti altri articoli della Direttiva, viene sottolineato il nostro ruolo nell'ottimizzazione, nella misura e valutazione della dose, nella scelta delle attrezzature, nella radioprotezione del paziente. In sintesi possiamo dire che una delle novità più rilevanti della Direttiva 59/13 è proprio l'aumento dell'importanza del Fisico medico all'interno delle procedure radiologiche e radioterapiche per quel che riguarda la radioprotezione del paziente. Compito dell'AIFM, in questa fase molto delicata, è monitorare che il recepimento della Direttiva da parte degli organi legislativi italiani, che dovrà avvenire entro il 6/2/2018, sia il più possibile fedele al testo europeo.

Ultima domanda: dove ti vedi tra 10 anni?

In realtà non ci ho ancora pensato e non sono per nulla preoccupato: per quel che riguarda il lavoro mi piace talmente tanto fare il fisico medico che sicuramente non mi annoierò. Posso però dire che dopo il mandato da presidente vorrei dedicarmi di più a due mie passioni extra-lavorative, tanto che mi sono dato degli obiettivi ben definiti: correre la maratona di New York e diventare sommelier.

0 Responsabili Scientifici:

Filippo Alongi

H. S. Cuore di Negrar (Verona)filippo.alongi@sacrocuore.it

Pietro Mancosu

Humanitas Cancer Center, Rozzano (Milano)pietro.mancosu@humanitas.it**Coordinatori Scientifici:**

Francesca Romana Giglioli,

A.O.U. Città della Salute e della Scienza di Torinofgiglioli@cittadellasalute.to.it

Mattia Falchetto Osti,

Azienda Ospedaliera Sant'Andrea, Romamattiafalchetto.osti@uniroma1.it

Rolando D'Angelillo,

Campus Biomedico, Romar.dangelillo@unicampus.it

Lidia Strigari,

IFO-Regina Elena, Romalidia.strigari@ifo.gov.it**Comitato selezionatore Abstract e Premi:**

Luisa Begnozzi - Già Presidente AIFM

Carlo Cavedon - Coordinatore Scientifico AIFM

Renzo Corvò - Coordinatore Scientifico AIRO

Stefano Magrini - Presidente AIRO eletto

Michele Stasi - Presidente AIFM

Elvio Russi - Presidente AIRO

Segreteria Organizzativa:*Fondazione Fatebenefratelli per**la ricerca e la formazione sanitaria e sociale**Lungotevere De' Cenci 5/7 - 00186 Roma*

Tel. 06 5818895; Fax 06 5818308

e-mail : segreteria@fondazionefatebenefratelli.itsito internet: www.fondazionefatebenefratelli.it/formazione**INFORMAZIONI GENERALI****Sede del Corso:**

Dipartimento di Scienze Odontostomatologiche

Università La Sapienza, Via Caserta 6,00161- Roma

Quota di partecipazione:

Soci AIFM/AIRO: € 90,00

Specializzandi AIFM/AIRO: € 20,00

Non soci: € 180,00

(Include il pagamento dell'imposta di bollo, ove dovuta)

La quota comprende: iscrizione al corso, n°2 coffee break, n°1 pranzo, la cena del corso, e materiale didattico in formato elettronico.

Modalità di iscrizione:La sala ha una capienza di 130 posti. Il corso sarà accreditato per **100 Medici e Fisici Medici**. Sarà possibile effettuare l'iscrizione alla voce Corsi AIFM-FIF sul sito www.fondazionefatebenefratelli.it/formazione.

La conferma dell'iscrizione avverrà con il pagamento della quota che deve avvenire entro 10 giorni dall'evento pena decadenza della stessa. La priorità nell'ammissione al corso sarà data dall'ordine di arrivo delle iscrizioni. Gli eventuali esclusi saranno inseriti in una lista d'attesa.

In caso di annullamento del corso la quota di iscrizione sarà rimborsata. Nel caso di recesso di un iscritto la quota sarà rimborsata solo se la comunicazione di recesso (via fax o e-mail) sarà inviata alla segreteria entro 10 giorni dall'evento. Il corso non avrà luogo se non si raggiungeranno almeno il 50% delle iscrizioni.

Non sarà possibile pagare la quota in sede di Corso.

Abstract:Sono previste due sezioni per comunicazioni orali e poster di carattere fisico e clinico. In particolare le migliori **4 comunicazioni orali e 4 poster di giovani Under 40** o Specializzandi saranno **premiati con un totale di 4000 euro**.

Gli abstract dovranno essere in lingua inglese ed inviati alla mail

SBR.Troma2016@gmail.com **entro Lunedì 10 Ottobre 2016**. Gli abstract

dovranno includere i nomi degli autori con enti di appartenenza, specificando

il nome del presentatore, la preferenza tra comunicazione orale e poster, la

sezione di pertinenza (clinico o fisico) e l'eventuale candidatura ai premi. La

valutazione dell'abstract è vincolata all'iscrizione dell'autore presentatore. Gli

abstract dovranno essere divisi nelle sezioni: introduction;

Materials&Methods; Results; Conclusion. Il limite di caratteri è fissato a

2500, spazi inclusi. L'abstract potrà contenere una figura/tabella. Tutto il

materiale didattico sarà pubblicato online.

Attestato di partecipazione:

Al termine del Corso sarà consegnato un attestato di partecipazione.

Associazione
Italiana
Radioterapia
Oncologica

Stereotactic Body Radiation Therapy

*Successi e Prospettive Future***II edizione****7-8 Novembre 2016***Roma*

Obiettivo ECM N° 18

Evento ECM n° 416/ _____

**Crediti ECM
per la figura professionale di
Fisico Medico
Medico Radioterapista**

Finalità del corso

Il corso, organizzato congiuntamente dalla associazione italiana radioterapia oncologica (AIRO) e dalla associazione italiana di fisica medica (AIFM), nasce in continuità con la prima edizione dell'evento svoltasi nel 2014 presso l'aula magna della Università degli studi di Milano.

La radioterapia moderna evolve sempre di più verso una riduzione del numero di sedute di trattamento. In particolare, la stereotactic body radiotherapy (SBRT), o come più recentemente chiamata, SABR (stereotactic ablative radiotherapy) sta diventando terapia di elezione, per pazienti selezionati, in diversi distretti anatomici, sia per tumori primitivi che per lesioni metastatiche. L'irradiazione ad alte dosi per frazione (>7Gy/seduta) ad un volume tumorale ridotto, peculiarità della SBRT/SABR, è da considerarsi come tecnica complessa che richiede un'analisi approfondita di tutti gli aspetti che concorrono al risultato del trattamento.

L'obiettivo di questo corso è di fornire una panoramica attuale sulla metodica e condividere gli aspetti tecnico/scientifici e clinici con Radioterapisti Oncologi, Fisici Medici, e tutte le figure tecnico/scientifiche coinvolte.

Nel corso verrà anche festeggiata la giornata internazionale della Fisica Medica che si celebra ogni anno a ricordo della nascita di Marie Curie, il 7 Novembre 1867.

Si ringrazia



PROGRAMMA

Lunedì 7 Novembre 2016

- 12:30 Registrazione partecipanti.
- 13:00 Presentazione del corso
 - M. Stasi** (Presidente AIFM)
 - E. Russi** (Presidente AIRO)
- 13:30 Lezione magistrale
Radiobiologia delle alte dosi "ablative"
 - R. Corvò** (Coordinatore Scientifico AIRO)
- 14:00 Lezione magistrale
SBRT: imaging multimodale
 - C. Cavedon** (Coordinatore Scientifico AIFM)
- 14:30 Coffee Break

Sessione I (Chair: Alongi, Mancosu)

- 15:00 Radiocirurgia nell'encefalo: quali novità?
 - G. Minniti** (S.Andrea, Roma)
- 15:30 Campi piccoli: possibili misure in dose assoluta?
 - S. Russo** (ASF, Firenze)
- 16:00 SBRT nella Prostata: una alternativa alla brachiterapia?
 - S. Arcangeli** (S.Camillo-Forlanini, Roma)
- 16:30 Comunicazioni libere
- 17:00 Sviluppo tecnologico delle aziende in SBRT
- 18:00 Poster
- 18:30 Chiusura lavori

Martedì 8 Novembre 2016

Sessione II (Chair: D'Angelillo, Strigari)

- 8:30 HCC: Tace vs SBRT
 - M. Scorsetti** (Humanitas University, Rozzano)

- 9:00 Image Guided RT nel polmone
 - S. Clemente** (Università Federico II, Napoli)
- 9:30 Ruolo della SBRT polmone: early stage, oligometastasi e ritrattamenti
 - M. Trovò** (CRO, Aviano)
- 10:00 Valutazione del rischio clinico in SBRT
 - T. Malatesta** (Fatebenefratelli, Roma)

10:30 Coffee Break

Sessione III (Chair: Giglioli, Osti)

- 11:00 Immuno-modulazione e SBRT: nuovi aspetti biologici e clinici
 - A. Filippi** (Università Torino)
- 11:30 Applicazione e modelli predittivi delle nanoparticelle in SBRT
 - L. Strigari** (IFO, Roma)
- 12:00 Comunicazioni libere

13:00 Pranzo

Sessione IV (Chair: Russi, Stasi)

- 14:00 Controlli di qualità in SBRT: quali differenze con la radioterapia tradizionale?
 - C. Marino** (CCO-Humanitas, Catania)
- 14:30 Applicazione clinica: i Ritrattamenti
 - B. Jereczek-Fossa** (IEO, Milano)
- 15:00 Planning multicentrici: take home message
 - M. Esposito** (ASF, Firenze)
- 15:30 Discussione e premiazione
- 16:00 Compilazione questionari
- 16:30 Chiusura lavori

Andrea Bruschi (Fisico)

1) QUAL È STATO IL TUO PERCORSO SCOLASTICO?

Mi sono iscritto alla Facoltà di Fisica dell'Università di Firenze nel 2003 spinto dal fascino per le stelle e dell'infinitamente grande. Durante gli studi però quello che mi ha interessato veramente è l'opposto, il mondo dell'infinitamente piccolo e di come rilevarlo; per questo nel 2007 ho discusso la mia tesi triennale dal titolo “Procedure di identificazione e taratura in energia di isotopi di H e He in scintillatori a CsI(Tl)” e ho deciso di continuare gli studi con la laurea specialistica, sempre a Firenze, in Fisica Subnucleare. Durante la specialistica mi sono avvicinato alla Fisica Medica con un esame sulle Applicazioni in medicina della Fisica Subnucleare che mi ha aperto una finestra su un mondo delle applicazioni della Fisica che mi era al tempo ancora abbastanza oscuro. Ho effettuato una tesi sperimentale in collaborazione con uno degli esperimenti (LHCb) dell'acceleratore LHC del CERN di Ginevra, che mi ha dato la possibilità di visitare e lavorare per un mese in un importante centro di ricerca internazionale: è stata un'esperienza molto formativa che sono contento di aver fatto anche se al tempo già stavo pensando che la ricerca di base non fosse la mia strada. La curiosità per un ambito più direttamente applicativo della fisica mi ha portato ad iscrivermi alla Scuola di Specializzazione di Firenze nel 2011. Durante i 4 anni di scuola ho avuto la possibilità di conoscere i diversi ambiti della Fisica Medica (Diagnostica, Medicina Nucleare e Radioterapia) effettuando il mio tirocinio sia nell'Azienda Ospedaliera Universitaria di Careggi che presso l'Azienda Sanitaria di Firenze. Nel Luglio del 2015 ho conseguito la specializzazione in Fisica Medica.

2) COSA FAI IN QUESTO MOMENTO?

In questo momento sto lavorando come libero professionista presso la Radioterapia della Casa di Cura San Rossore di Pisa, continuando a portare avanti però collaborazioni scientifiche con l'Azienda Sanitaria di Firenze che ho cominciato durante il mio periodo di tirocinio della scuola.

3) COME VEDI IL FUTURO PROSSIMO?

Il futuro? Beh chi può saperlo. Sicuramente so che l'ultimo anno è stato per me intenso ma molto formativo dal punto di vista umano e lavorativo, mi sono “fatto un po' le ossa” come si suol dire. Questo è stato un periodo in cui mi sono tolto di dosso tante di quelle paure che si hanno quando si conclude il periodo formativo, si smette definitivamente di essere studenti insomma, e si comincia a lavorare davvero; un passaggio fondamentale, ma non sempre semplice, che è quello di sapersi prendere le proprie responsabilità lavorative. Questo significa prendere coscienza che quello è il momento di far fruttare tutto ciò che fino a quel momento hai studiato ed imparato, e che ciò ti permetterà di affrontare le sfide e le possibilità future. Di sicuro questo è solo il primo passo, ma mi

aiuterà ad essere più preparato di fronte ad ogni nuova opportunità, anche se il panorama delle possibilità lavorative non è delle più rosee in Toscana come nel resto d'Italia.

4) QUAL È L'ASPETTO PIÙ ATTRAENTE DELLA PROFESSIONE CHE ESERCITI O A CUI ASPIRI?

Un aspetto che ho sempre ritenuto importante e molto stimolante è quello della collaborazione tra le diverse figure professionali coinvolte: ognuno con le sue conoscenze e competenze contribuisce a raggiungere il miglior risultato. Questo permette un arricchimento per tutte le figure in gioco. Non nascondo che, venendo dal mondo accademico, all'inizio è stato per me un po' complicato riuscire a trovare il giusto linguaggio per rapportarsi con altre figure che non hanno le tue stesse conoscenze di base. Rendendomi però conto che questo è un punto fondamentale per la buona riuscita di una collaborazione, è stata ed è tuttora una sfida con me stesso che mi spinge sempre avanti.



Andrea Lancia (medico)

1) QUALE È STATO IL TUO PERCORSO SCOLASTICO?

Mi sono laureato in Medicina e Chirurgia nel 2012 presso l'università di Tor Vergata, Roma, discutendo una tesi sperimentale sulla tossicità rettale acuta e tardiva nei pazienti con tumore della prostata trattati con Radioterapia esclusiva. Il relatore di tale tesi fu il professor Santoni, mio attuale primario presso la UOC di Radioterapia del Policlinico Tor Vergata e direttore della Scuola di Specializzazione che frequento dall'agosto del 2013. Durante questi anni ho avuto modo di proseguire la mia formazione specialistica, con un occhio di riguardo in particolare verso la patologia oncologica uro-genitale, sia nell'ambito dell'attività clinica che nel campo della ricerca.

A partire da settembre 2014 fino allo stesso mese dell'anno seguente sono stato Research Fellow presso il Dipartimento di Radioterapia Oncologica dell'Aarhus University Hospital (dove ero già stato come Clinical Observer nell'agosto 2012), avendo avuto modo di lavorare insieme al professor Morten Hoyer e di approfondire le mie conoscenze sulla Radioterapia Stereotassica extracranica, in particolar modo nell'ambito delle neoplasie toraciche.

2) COSA FAI IN QUESTO MOMENTO?

Sto completando il mio quarto e penultimo anno di Specializzazione, cercando costantemente di affinare la mia preparazione clinica senza però rinunciare allo studio e alla ricerca, con collaborazioni scientifiche nazionali ed internazionali e partecipazioni ai più importanti meeting europei. Oltre alla patologia tumorale prostatica e polmonare, rivolgo particolare attenzione e crescente interesse nei confronti del grande capitolo relativo all'Immunoterapia e alle sue interazioni con il trattamento radiante.

3) COME VEDI IL FUTURO PROSSIMO?

Una volta completata la Specializzazione, l'obiettivo è quello di poter esercitare la professione di Oncologo Radioterapista, in Italia o all'estero. So per certo che avrò sempre un occhio di riguardo nei confronti della ricerca, anche se è prematuro definirne ora il ruolo esatto nell'ambito del mio percorso professionale: al momento mi reputo aperto ad ogni possibilità, e soprattutto pronto a valutare ed eventualmente cogliere le opportunità che mi si presenteranno da neo-specialista, senza alcuna preclusione.

4) QUALE È L'ASPETTO PIÙ ATTRAENTE DELLA PROFESSIONE CHE ESERCITI O A CUI ASPIRI?

Sono due i motivi principali alla base della mia passione verso il lavoro che esercito. Il primo è quella costante sensazione di sfida nei confronti di una patologia verso la cui cura sono stati fatti importanti passi avanti, ma che ancora richiede partecipazione e curiosità scientifiche quotidiane,

nell'ambito della ricerca clinica. La seconda ragione riguarda più da vicino l'aspetto clinico, ed è il tipo di rapporto che si instaura con il paziente oncologico, e più nello specifico con il paziente che si sottopone ad un ciclo di radioterapia con sedute giornaliere: un rapporto fatto non solo di semplici prescrizioni mediche, ma soprattutto di supporto quotidiano ed assistenza anche psicologica.



Agatino Micali (Fisico)

1) QUAL È STATO IL TUO PERCORSO SCOLASTICO?

Ho sempre provato un forte interesse per le discipline scientifiche ed in particolar modo per la Fisica, per cui ho scelto di intraprendere un percorso di studi che mi permettesse di coltivare questa passione. Dopo aver frequentato il liceo scientifico “G. Seguenza” di Messina ho conseguito, nel A.A. 2009/2010 la Laurea Triennale in Fisica presso l’Università degli Studi di Messina. Successivamente mi sono trasferito a Trieste dove ho conseguito, nell’A.A. 2011/2012, la Laurea Magistrale in Fisica. Ho avuto modo di completare il mio percorso formativo accedendo alla Scuola di Specializzazione in Fisica Medica presso l’Università degli Studi di Messina. In questi tre anni ho svolto il tirocinio presso l’U.O.C di Fisica Sanitaria dell’A.O.U. “G. Martino”, approfondendo la mia preparazione nei vari ambiti di questa disciplina e ottenendo, a Giugno del 2016, la qualifica di Specialista in Fisica Medica con una tesi svolta nel campo della Radioterapia dal titolo: “Commissioning del fascio di un sistema CyberKnife per l’implementazione dell’algoritmo Monte Carlo per il calcolo della dose e valutazioni fisico dosimetriche nelle applicazioni cliniche”.

2) COSA FAI IN QUESTO MOMENTO?

In questo momento sto vivendo il naturale periodo di transizione tra la fine della Scuola di Specializzazione e la prima occupazione. Da Dicembre del 2016 sto frequentando il reparto di Radioterapia dell’Ospedale San Pietro Fatebenefratelli di Roma, dove sto ulteriormente arricchendo il mio bagaglio professionale occupandomi sia dei controlli di qualità dosimetrici dei LINAC presenti, sia del Treatment Planning. Naturalmente mi tengo aggiornato su tutte le possibili opportunità lavorative e continuo a studiare in vista di possibili colloqui e/o concorsi.

3) COME VEDI IL FUTURO PROSSIMO?

È difficile rispondere a questa domanda... Purtroppo, ad oggi, credo che manchi l’interesse, da parte delle nostre istituzioni, di investire sulle nuove generazioni. Questo è davvero uno spreco perché le giovani menti italiane sono sempre state all’avanguardia in tutti i settori della ricerca scientifica. Inoltre, i giovani specialisti dovrebbero essere una preziosa risorsa da cui attingere per migliorare, grazie alla loro passione ed alle nuove idee, la qualità dei servizi offerti dal SSN. Tuttavia rimango ottimista sul futuro e mi vedo inserito in un contesto dove possa esercitare la mia professione con impegno e dedizione.

4) QUAL È L'ASPETTO PIÙ ATTRAENTE DELLA PROFESSIONE CHE ESERCITI O A CUI ASPIRI?

In questi anni ho imparato che la multidisciplinarietà è la caratteristica principale (ed anche la più affascinante) della nostra disciplina. Passare, nel lavoro quotidiano, dall'ottimizzazione di un piano di cura radioterapico al controllo di qualità di un impianto di Radiologia, dai controlli di sicurezza in Risonanza Magnetica alla Medicina Nucleare, mette il fisico medico di fronte a quesiti sempre nuovi e lo induce ad interfacciarsi con figure professionali diverse. La nostra attività è molto stimolante anche perché comporta l'utilizzo di strumenti di alta tecnologia, quindi è richiesto un continuo aggiornamento sulle nuove tecniche e metodologie. Infine credo che il lavoro di gruppo sia indispensabile per un corretto svolgimento della nostra professione; il confronto costruttivo con i colleghi deve essere sempre volto al raggiungimento dell'optimum, ricordando sempre che l'unico beneficiario della nostra attività è il paziente!



Marco Perna (medico)

1) QUAL È STATO IL TUO PERCORSO SCOLASTICO?

Premetto che mi sono diplomato al Liceo Scientifico. Il mio percorso scolastico, diversamente da quanto dovrebbe (giustamente) essere, è stato piuttosto travagliato. Diciamo che ho preferito divertirmi quanto più possibile. Poi, quando sono sopraggiunte le prime responsabilità e soprattutto i primi scrutini, ho deciso di “mettere la testa a posto” ed iniziare a studiare seriamente, con disciplina. Come esempio posso portarvi i miei risultati annuali a Matematica. Primo anno: quattro. Secondo anno: cinque. Terzo anno: sei. Quarto anno: sette. Quinto anno: otto. Non rimpiango questo percorso “alternativo” perché è stata una grande esperienza di vita. Ho avuto la fortuna di trovare qualche professore che ha creduto in me e mi ha aspettato, e fortunatamente è stato ripagato nella scommessa sul mio conto.

2) COSA FAI IN QUESTO MOMENTO?

In questo momento sono specializzando in Radioterapia Oncologica presso l’Azienda Ospedaliera Universitaria di Careggi, a Firenze, diretta dal prof. Livi. Sono al secondo anno della scuola di Specializzazione, ho fatto il mio ingresso nel 2015/2016 con il nuovo concorso nazionale.

3) COME VEDI IL FUTURO PROSSIMO?

Il futuro prossimo è una grande incognita. Sicuramente nel mio futuro vedo la mia compagna Giulia, con la quale costruire una famiglia. Dal punto di vista lavorativo, invece, essendo in scuola di specializzazione ho intenzione di sfruttare al meglio questi anni di apprendimento, cercando di imparare quante più cose possibili. Una volta che sarà terminato... Vedremo quel che sarà! Dei vari “must” che guidano la mia vita c’è la volontà a vivere giorno per giorno, cercando di trarre il massimo da ogni situazione che attraverso.

4) QUAL È L'ASPETTO PIÙ ATTRAENTE DELLA PROFESSIONE CHE ESERCITI O A CUI ASPIRI?

Sicuramente il rapporto con i pazienti. Stiamo parlando di pazienti particolari, fragili e forti allo stesso tempo. Risulterò banale dicendo che la nostra è una missione più che un lavoro, ma è la verità. Dai pazienti ricevo sempre molto e loro, inconsapevolmente, aiutano me a vivere e trovare me stesso.



Giacomo Reggiori (Fisico)

1) QUALE È STATO IL TUO PERCORSO SCOLASTICO?

Dopo aver frequentato elementari e medie in Uganda (di cui ho una grandissima nostalgia) nel 1997 sono tornato a Varese, mia città natale anche se fino ad allora praticamente sconosciuta, dove ho frequentato il liceo Classico Ernesto Cairoli. Finito il liceo mi sono poi iscritto alla facoltà di Fisica alla Statale di Milano senza sapere bene cosa mi aspettava. Quando è stato il momento di scegliere una tesina per la laurea triennale su consiglio di un amico mi sono imbattuto nel mondo della fisica medica (fino ad allora completamente sconosciuto) che mi ha subito incuriosito molto per cui sono andato a fare la tesina al Besta con la dott.ssa Fumagalli. Mi sono poi laureato alla magistrale con una tesi sull'analisi degli spostamenti degli organi nei trattamenti prostatici svolta all'Humanitas di Rozzano dove sono rimasto anche per la specialità. Nel 2014 mi sono specializzato con una tesi dal titolo: "Caratterizzazione dosimetrica di un rivelatore al diamante a singolo cristallo con fasci unflattened fino a campi piccoli. Studio sperimentale e simulazioni MonteCarlo".

2) COSA FAI IN QUESTO MOMENTO?

In questo momento pendolo tra Varese (dove vivo con mia moglie e i miei figli) e Rozzano. Dopo la specializzazione infatti sono stato assunto qui in Humanitas dove sono tuttora. Lavoro nel reparto di radioterapia occupandomi un po' di tutto con un focus particolare sulla dosimetria dei campi piccoli, nuovi rivelatori ecc. passione che è nata durante il lavoro di tesi.

3) COME VEDI IL FUTURO PROSSIMO?

Il futuro prossimo lo vedo sempre in Humanitas. Qui ho trovato un ambiente accogliente e stimolante sia dal punto di vista professionale che umano anche se nella fisica bisognerebbe aumentare un po' le quote azzurre che qui siamo *outnumbered* (F.Z. torna presto!).

4) QUAL È L'ASPETTO PIÙ ATTRAENTE DELLA PROFESSIONE CHE ESERCITI O CUI ASPIRI?

Il punto più interessante è forse quello meno legato allo specifico della nostra professione, ed è il fatto di lavorare con altre persone. Tutte le scelte che ho fatto, gli aspetti del lavoro a cui mi sono appassionato di più, sono sempre passate da incontri con persone specifiche da cui ho potuto imparare moltissimo. E di questo sarò sempre grato a tutte loro. Nello specifico della fisica medica poi l'evoluzione tecnologica è sicuramente molto interessante per un fisico e contribuire a massimizzare il beneficio che il paziente può ottenere da questa tecnologia è un aspetto molto gratificante. Devo anche dire che essere costretti a lavorare con altre figure professionali che hanno

inevitabilmente approcci diversi a stessi problemi è uno degli aspetti più stimolanti. Ultimamente anche il mondo dell'immunologia applicata alla cura dei tumori mi affascina molto, magari in futuro mi piacerebbe fare qualcosa..chissà...



UMBERTO TEBANO (Medico)

1) QUALE È STATO IL TUO PERCORSO SCOLASTICO?

Ho frequentato il liceo scientifico a Taranto, la mia città natale. Mi sono laureato in Medicina e Chirurgia nel 2010 presso l'Università degli Studi di Bari. Ho scelto di trasferirmi a Padova dove ho iniziato il mio percorso di specializzazione in Radioterapia Oncologica nell'anno accademico 2011/2012 frequentando l'Istituto Oncologico Veneto IRCCS di Padova.

2) COSA FAI IN QUESTO MOMENTO?

Da gennaio 2016 ho intrapreso un tirocinio formativo presso l'UOC di Radioterapia Oncologica dell'Ospedale Sacro Cuore Don Calabria di Negrar (VR) diretto dal Dr. Filippo Alongi, dove sto apprendendo tecniche radioterapiche speciali quali VMAT, SRS ed SBRT con le più moderne apparecchiature LINAC attualmente disponibili e migliorando la mia capacità di valutazione critica della letteratura scientifica incrementando il mio interesse alla "ricerca clinica" che talvolta si finalizza in pubblicazioni scientifiche, motivo di crescente orgoglio e stimolo a fare ancora e meglio per i pazienti. Negli ultimi mesi sto lavorando alla mia tesi di specializzazione sul trattamento stereotassico delle metastasi cerebrali con tecnica FFF LINAC based.

3) COME VEDI IL FUTURO PROSSIMO?

I prossimi mesi saranno fondamentali per rifinire la mia crescita formativa. Dopo la specializzazione vorrei tanto rimanere in Veneto, dove sto costruendo il mio futuro sia affettivo che professionale. Qui sento di poter esprimere al massimo il mio potenziale, so che i posti sono limitati e la concorrenza è elevata, ma farò il possibile per poter contribuire alla crescita della Radioterapia Oncologica di questa regione che mi ha adottato.

4) QUAL È L'ASPETTO PIÙ ATTRAENTE DELLA PROFESSIONE CHE ESERCITI O A CUI ASPIRI?

Da piccolo avevo due sogni: diventare medico e salvare le persone guidando enormi robot armati di cannoni fotonici, quando nel corso degli studi ho scoperto la radioterapia ho capito che avrei potuto realizzarli entrambi, anche quello apparentemente più fantasioso! Come oncologo radioterapista sento di aver trasformato le mie passioni in lavoro e riesco ad affrontare con il massimo impegno le difficoltà quotidiane di una professione così impegnativa.



Luca Trombetta (Fisico)

1) QUALE È STATO IL TUO PERCORSO SCOLASTICO?

A differenza di molti miei colleghi fisici, non ho frequentato un liceo, ma un istituto tecnico commerciale con indirizzo amministrativo, l'I.I.S. "C.E. Gadda" di Paderno Dugnano, città dove sono cresciuto. In terza superiore ho capito che la partita doppia non era la mia strada e, grazie ai libri divulgativi di Stephen Hawking, riviste e programmi tv di diffusione scientifica mi sono appassionato al fino ad allora sconosciuto mondo della fisica. Nonostante non l'avessi mai studiata alle superiori, dopo la maturità ho accettato la scommessa di iscrivermi al corso di laurea in Fisica all'Università di Milano-Bicocca. Non senza difficoltà ho conseguito in marzo 2012 la laurea magistrale in Fisica applicata all'Ambiente e alla Medicina, con tesi nel campo della Fisica Medica. Da lì, il passo all'iscrizione alla Scuola di Specializzazione in Fisica Medica dell'Università Statale di Milano è stato breve; dopo quattro anni di scuola e tirocinio (due anni all'A.O. Ca' Granda Niguarda di Milano e i restanti due anni presso le Cliniche Humanitas Gavazzeni di Bergamo) nel luglio 2016 ho conseguito la tanto attesa specializzazione.

2) COSA FAI IN QUESTO MOMENTO?

Appena dopo il conseguimento della specializzazione mi è stato offerto di entrare a far parte a pieno titolo del team di Fisici Medici delle Cliniche Humanitas Gavazzeni. Per questo mi ritengo davvero fortunato, in quanto non è per niente frequente, per non dire rarissimo, ottenere un'offerta simile, tanto più dopo pochi giorni dalla specializzazione. Questa opportunità mi sta permettendo, giorno dopo giorno, di accrescere le mie conoscenze e affinare l'esperienza in questo campo, così affascinante ma allo stesso tempo complesso. Condivido le mie giornate con colleghi/amici professionali e molto competenti, dal quale non posso far altro che imparare continuamente, e questa non è cosa da poco. Ad oggi il mio lavoro comprende sia attività di routine che una buona componente di attività di ricerca, sempre molto stimolante.

3) COME VEDI IL FUTURO PROSSIMO?

Per quanto riguarda il lavoro, sinceramente mi vedo legato alle Cliniche Humanitas Gavazzeni. Questo ambiente mi sembra sempre in grande crescita, e credo ci sarà la possibilità per noi fisici di occuparci di argomenti nuovi e sempre più interessanti. Per quanto riguarda la vita personale, beh

c'è la volontà di costruire una famiglia con la mia compagna, con la quale –se non decide di scappare prima– convolerò a nozze quest'anno!

4)QUAL È L'ASPETTO PIÙ ATTRAENTE DELLA PROFESSIONE CHE ESERCITI O A CUI ASPIRI?

L'aspetto "etico-morale". Con le competenze da fisico acquisite lungo il mio percorso accademico, esercitare la professione di Fisico Medico mi è sembrata la scelta più giusta che potessi prendere. Quando, in qualche modo, mi inserisco nel flusso clinico di un paziente, dalla diagnosi alla terapia, sento appagati tutti gli sforzi fatti durante gli studi e il tirocinio. Diciamo che lavorare in ospedale mi fa sentire, nel mio piccolo, utile. Inoltre, un altro aspetto molto importante è il poter affrontare

attività di ricerca scientifica. Questo non è per niente scontato in altri tipi di impieghi, e dà un valore aggiunto non indifferente al nostro lavoro. L'attività di misure poi, perennemente presente nel nostro lavoro anche quando non finalizzata alla ricerca, è appagante per un fisico che, si sa, ama armeggiare con strumentazioni, apparecchiature e dati da elaborare.



Evaluation of the accuracy of a non-invasive frame designed for fractionated intracranial radiotherapy and stereotactic radiosurgery with Helical Tomotherapy

M. IACCO^{1,2}, C. ZUCCHETTI¹, C. FULCHERI¹, M. LUPATTELLI³, A. DIPILATO^{1,2}, C. ARISTEI^{2,3}, R. TARDUCCI¹

¹*Santa Maria della Misericordia Hospital, Medical Physics Department, Perugia, Italy*

²*University of Perugia, Surgery and Biomedicine Department, Perugia, Italy*

³*Santa Maria della Misericordia Hospital, Radiation Oncology Department, Perugia, Italy*

Introduction

The study focused on the evaluation of the accuracy of intracranial stereotactic radiosurgery (SRS) and radiotherapy (SRT), delivered with helical Tomotherapy (HT), by means of mask-based fixation systems.

Materials and Methods

Firstly, an anthropomorphic phantom was scanned to evaluate the delivery accuracy of the Tomotherapy image guided positioning tool. The megavoltage computed tomography (MVCT), acquired with finest slice thickness (1mm), was automatically registered with the treatment planning CT via the automatic registration algorithm using the “bone and tissue” technique with superfine resolution. After the suggested application of the shifts a second MVCT was acquired and registered with the same procedure. Translational shifts in lateral (IEC-X), longitudinal (IEC-Y) and vertical (IEC-Z) directions and rotations (pitch, roll, yaw), which corresponded to the setup error, were recorded. The same procedure was applied to patients underwent intracranial ipo-fractionated treatments, for a total of 25 MVCT analyzed. The second MVCT scans, performed at the end of the

treatment, were analyzed in order to determine the position accuracy and also to evaluate the intra-fraction motion. Finally, a MVCT post-treatment were also acquired in six patients underwent radiosurgery with HT.

Results

Mean setup errors and standard deviations in phantom study were 0.0 ± 0.1 mm, 0.1 ± 0.3 mm, 0.1 ± 0.3 mm, for the IEC-X, IEC-Y, IEC-Z directions and $0.3\pm0.3^\circ$, $0.2\pm0.2^\circ$, $0.2\pm0.2^\circ$ rotational variations (pitch, roll, yaw), respectively. The mean vector displacement (v) was 0.4 ± 0.2 mm. Moreover, the mean rotational variations could be considered negligible. The very low recorded values show that HT system is able to achieve treatment accuracy typical of SRS ($v<1$ mm). The mean intra-fraction motions recorded in patients were 0.1 ± 0.2 mm, -0.3 ± 0.6 mm, 0.0 ± 0.5 mm, $0.2\pm0.3^\circ$, $0.2\pm0.4^\circ$, $0.0\pm0.3^\circ$ for the IEC-X, IEC-Y, IEC-Z, pitch, roll and yaw, respectively. The mean vector displacement, in this case, was 0.8 ± 0.3 mm, showing that the mask minimized the intra-fraction motion to a mean value < 1 mm. No dependence on the treatment time was observed.

Conclusion

The results of our study demonstrate that a mask-based fixation system have a high repositioning accuracy. Given the small setup error and intra-fraction movement, thermoplastic masks, combined with HT positioning system, may be used for high-precision treatments, like radiosurgery.

Frameless intracranial radiosurgery with Helical Tomotherapy: preliminary results

M. IACCO^{1,2}, C.ZUCCHETTI¹, M. LUPATTELLI³, C. FULCHERI¹, M.MARCANTONINI¹, C. ARISTEI^{2,3}, R.TARDUCCI¹

¹*Santa Maria della Misericordia Hospital, Medical Physics Department, Perugia, Italy*

²*University of Perugia, Surgery and Biomedicine Department, Perugia, Italy*

³*Santa Maria della Misericordia Hospital, Radiation Oncology Department, Perugia, Italy*

Introduction

The aim of this work was to report the preliminary results of radiosurgery treatments with Helical Tomotherapy (HT) by means of a non-invasive frame.

Materials and Methods

Between April and October 2016, 6 patients underwent radiosurgery with HT for treatment of 10 brain lesions with a median dose prescription of 20 Gy (range 15-22 Gy). The planning target volume (PTV) was created expanding 2mm in all directions the gross tumor volume (GTV). The median PTV was 1.5cc (range 0.6-7.7cc). Treatment plans were performed with the following parameters: field width of 1.05cm, pitch in the range 0.108-0.150, and modulation factor (MF) in the range 1.5-3.5, leading to a final MF of 1.6 on average (range 1.1-2.2). All plans were prescribed according to ICRU83 at the median of PTV, trying to limiting cold ($D_{98\%}>95\%$) and hot spots ($D_2\%<107\%$). In addition, 12Gy-volumes (V_{12Gy}) of the healthy brain, associated with symptomatic radiation risk of necrosis, was reduced below 10cc. Treatment plans were analyzed recording $D_{98\%}$, D_{mean} and $D_2\%$ of the PTV. Moreover the conformity, homogeneity and gradient score indexes were calculated and compared with published reports of HT radiosurgery. Furthermore, the V_{12Gy} of the healthy brain was also evaluated. A mask-based fixation system has been chosen, because of its high intracranial repositioning accuracy (always $<1mm$, further details have been discussed in another our work).

Results

The mean D_{98%}, D_{mean} and D_{2%} of the PTV were (90.0±3.5)%, (99.4±1.8)%, and (106.9±3.1)% respectively. The minimal dose to the target was slightly lower than the objective, however it was sacrificed in order to have low doses to the healthy brain. The mean values of conformity, homogeneity and gradient score indexes were 1.4±0.2, 1.08±0.03 and 57±10 respectively and all indexes were comparable with published results (Table 1). The V_{12Gy} of the healthy brain was strictly respected except in two cases, where multiple lesions were treated and the prescription was 20Gy and 21Gy. The median V_{12Gy} was 8.8cc. No acute toxicity of any kind was recorded. The mean treatment time was 15±4minutes with a maximum of 46minutes for a patient treated with two consecutive plans irradiating 4 lesions.

Conclusion

HT radiosurgery for single and multiple brain metastases appears feasible with satisfying dosimetric results. Moreover, it appears to have encouraging clinical outcomes and the use of non-invasive set-up improves the treatment cosmetic and patient comfort.

• Volumes PTV (cc)	• CI	• HI	• GSI	• Autors
• 6.2±5.7	• 1.36±0.17	• 1.04±0.02	• 50±20	• Barra <i>et al</i>
• 1.06 (average)	• 1.66 (median)	• 1.24 ± 0.09	• NA	• Soisson <i>et al</i>
• 14.9 ± 12.4	• 1.26 ± 0.10	• 1.18 ± 0.09	• 43.2 ± 13.78	• Han <i>et al</i>
• 0.4 - 1.8 (range)	• 1.66 (average)	• NA	• NA	• Peñagaricano <i>et al</i>
• 22.2 ± 24.7	• 1.4±0.1	• NA	• NA	• VanderSpeck <i>et al</i>
• 6.0 (median)	• 1.37 ± 0.12	• (0.059 ± 0.037) _a	• NA	• Tomita <i>et al</i>
• 0.6-7.7 (range)	• 1.4±0.2	• 1.08±0.03	• 57±10	• Present study

Table 1. *Conformity Index, Homogeneity Index (calculated according to RTOG) and Gradient Score Index published in literature for HT radiosurgery.*

Abbreviations: PTV=planning target volume, NA= Not Applicable: not published values or not directly comparable; a calculated according to ICRU 83

Optimization and characterization of a Fricke-gel dosimetry system for SBRT and SRS pre-treatment 3D dosimetry using MRI technique

L.TROMBETTA¹ *; G.M.LIOSI²; P.SALMOIRAGHI¹; M.MARIANI²; F.LOCATELLI¹; E.BOMBARDIERI¹

¹ *Cliniche Humanitas Gavazzeni, Bergamo, Italy*

² *Department of Energy, Nuclear Engineering Division, Politecnico di Milano, Milano, Italy*

Introduction

Fricke gels chemical dosimeters (FGd) permit a 3D dose distribution assessment within the irradiated volume. They are based on the radiation-induced oxidation of Fe^{2+} ions form ferrous sulphate dispersed in a tissue equivalent gel matrix, into Fe^{3+} ions. The Fe^{3+} spatial concentration, linearly related to the absorbed dose, can be evaluated through MRI in T_1 -weighted sequences. Fe^{3+} ions diffusion process, with consequent spatial information loss, can be reduced by adding a chelating agent (Xylenol Orange – XO) to the recipe, even if this worsens dose sensitivity.

This work has the aim of optimize and characterize a FG dosimetry system for patient pre-treatment QA with a special focus to SBRT and SRS plans, characterised by strong dose gradients in small treated volumes.

Materials and Methods

Our FG dosimetry system was optimized in terms of Fe^{2+} ions and XO concentration, calibration method, MR acquisition (1.5T) and reconstruction parameters. We evaluated dose sensitivity, SNR and spatial diffusion of Fe^{3+} ions. The system was then characterized in terms of geometrical distortion (GD), image homogeneity, artefacts, image texture, dose accuracy and resolution, limit of detectability (LOD), dose rate dependence. Finally, the pre-treatment dosimetry of a mock SBRT plan was acquired and a relative planar profiles comparison with a standard dosimeter (Gafchromic EBT2) was performed. All FGd were studied in two gelling matrices (porcine gelatine and novel synthetic PVA).

Results

We chose a 0.5mMFe^{2+} gel composition, without XO. Spatial diffusion with no XO raised (~ 1.7 times), even if it remained negligible, but on the contrary dose sensitivity increase (~ 2.4 times). Best sensitivity was obtained for $\text{TR}=4000\text{ms}$, $\text{TI}=400\text{ms}$. FGd outcome didn't depend on photon beam dose rate ($\Delta_{600-1000\text{UM}/\text{min}} < 1.6\%$). No image correction maps were needed, since GD and inhomogeneity were negligible. 3D spatial resolution (voxel dimension), was $1\times 1\times 3\text{mm}^3$. Dose accuracy was in the range 2-4% for 18-25Gy, but worst for lower doses. Dose resolution was about 1Gy, while LOD was 0.4Gy. Differences between FGd and Gafchromic profiles' FWHMs were $\text{min}=0.7\text{mm}$ – $\text{max}=5.2\text{mm}$. Max dose deviation in the profiles' flat region was 2.3%, while penumbra differences were 2.3mm max.

Conclusion

This feasibility study showed that FGd could be a suitable tool for SBRT and SRS pre-treatment QA, thanks to their optimal spatial resolution, their practicability and their capability to perform 3D dosimetry.

Validation of a delivery quality assurance method for CyberKnife tumor-tracking stereotactic treatments

**E. MASTELLA^{1,2}, S. VIGORITO², E. RONDI², G. PIPERNO³, A. FERRARI³,
E. STRATA³, D. ROZZA³, B.A. JERECZEK-FOSSA^{3,4}, F. CATTANI²**

¹Fondazione CNAO – Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica, Unità di Fisica Medica, I-27100 Pavia, Italia.

²IEO – Istituto Europeo di Oncologia, Unità di Fisica Medica, I-20141 Milano, Italia

³IEO – Istituto Europeo di Oncologia, Divisione di Radioterapia, I-20141 Milano, Italia.

⁴Università degli Studi di Milano, I-20122 Milano, Italia.

Introduction

The aim of this work was to evaluate the geometric and dosimetric accuracy of the CyberKnife Synchrony Respiratory Tracking System (RTS) and to validate a method for pretreatment patient-specific delivery quality assurance (DQA).

Materials and Methods

An EasyCube phantom was mounted on the ExacTrac gating phantom, which can move along the superior–inferior (SI) axis of a patient to simulate a moving target. We compared dynamic and static measurements. For each case, a Gafchromic EBT3 film was positioned between 2 slabs of the EasyCube, while a PinPoint ionization chamber was placed in the appropriate space. There were 3 steps to our evaluation: 1) the field size, the penumbra, and the symmetry of 6 secondary collimators were measured along the 2 main orthogonal axes. Dynamic measurements with deliberately simulated errors were also taken. 2) The delivered dose distributions (from step 1) were compared with the planned ones, using the γ analysis method. The γ passing rates were evaluated using 3 acceptance criteria: 3%local dose difference (LDD)/3mm, 2%LDD/2mm, 3%LDD/1mm).

3) The DQA plans for 6 clinical patients were irradiated in different dynamic conditions, to give a total of 19 cases. The measured and planned dose distributions were evaluated with the same γ -index criteria used in step 2 and the measured chamber doses were compared with the planned mean doses in the sensitive volume of the chamber.

Results

1) A very slight enlargement of the field size and of the penumbra was observed in the SI direction (on average $<1\text{mm}$), in line with the overall average CyberKnife System error for tracking treatments. 2) Comparison between the planned and the correctly delivered dose distributions confirmed the dosimetric accuracy of the RTS for simple plans. The multicriteria analysis was able to detect the simulated errors, proving the robustness of our method of analysis. 3) All of the DQA clinical plans passed the tests, both in static and dynamic conditions. No statistically significant differences were found between static and dynamic cases, confirming the high degree of accuracy of the RTS (see Table 1).

Conclusions

The presented methods verified the mechanical and dosimetric accuracy of the Synchrony RTS. Our measurements confirmed the fact that the RTS, if used properly, is able to treat a moving target with great precision. By combining PinPoint ion chamber, EBT3 films, and gamma evaluation of dose distributions, our DQA method robustly validated the effectiveness of CyberKnife and Synchrony System.

	3%LDD/3mm	<GP> (%)		<AD> (%)
		2%LDD/2mm	3%LDD/1mm	
Static cases	96.1 ± 4.5	98.8 ± 1.3	98.1 ± 2.2	2.7 ± 2.0
Dynamic cases	95.1 ± 6.1	98.4 ± 1.7	97.6 ± 2.4	3.1 ± 1.8
<i>p</i> -values	0.69	0.49	0.63	0.64

Table 1. Comparison between the mean gamma passing rates and the mean PinPoint dose differences for static and dynamic cases created for delivery quality assurance on patient plans. *p*-values were calculated with Student's paired *t*-tests.

Note: <GP> = mean gamma passing rates; LDD = local dose difference. <AD> = mean PinPoint dose differences.

ACUROS XB validation (v.13.6) for lung and spine SBRT treatments

N. CAVALLI¹, E. BONANNO¹, A.M. GUELI², N. RICOTTONE¹, G. PISASALE¹, A. D'AGOSTINO¹, A. GIRLANDO¹, C. MARINO^{1,2}

¹ *HUMANITAS-Centro Catanese di Oncologia, CATANIA, ITALY*

² *School of Medical Physics, University of Catania, CATANIA, ITALY*

Introduction

SBRT requires a very high precision level and an appropriate choice of the calculation algorithm. In this study accuracy of the latest version of the Acuros XB (AXB 13.6.23) algorithm was tested with the purpose of using it for SBRT treatments in critical anatomical districts, such as lung and spine.

Materials and Methods

Taking into account results obtained from *Fogliata et al. 2011* “*Dosimetric evaluation of Acuros XB Advanced Dose Calculation algorithm in heterogeneous media*”, a comparison between AXB and AAA (v. 13.6.23) have been performed, using the same set of virtual phantoms.

In a second step, SBRT lung (18 Gy x3) and spine (24 Gy x1) treatments plans (in VMAT mode with AAA and AXB) were achieved using 10MV FFF photon beam provided by a *TrueBeam 2.5*. Plans were calculated using an anthropomorphic phantom and pre-treatment verifications were performed on a slab phantom (RW3) using *pin point* chamber and thermoluminescent dosimeters (CaF₂:Mn TLD-400), previously characterized.

Finally, in order to complete the verification from the end-to-end point of view, SBRT plans were verified with anthropomorphic phantom containing inserts for the TLDs. Dose was verified for PTV and for some points close to the PTV.

Results

Digital phantom measurements confirm results of the previous version of AXB, showing most substantial deviations from AAA at bone-water interfaces and in extreme cases of materials with very low density and small fields.

Tab.1 shows results regarding calculated-measured discrepancies for *pinpoint* and TLD (slab and anthropomorphic phantom).

Table 1

SLAB_PHANTOM						
• PTV_LUNG				• PTV_SPINE		
	• Calculated_TPS (Gy)	• Measured_Pin Point (Gy)	• Var. %	• Calculated_TPS (Gy)	• Measured_Pin Point (Gy)	• Var. %
• AA A	• 27,63	• 28,14	• 1,86	• 30,74	• 31,41	• 2,18
• AX B	• 29,629	• 29,623	• 0,02	• 32,124	• 32,13	• 0,01
• PTV_LUNG				• PTV_SPINE		
	• Calculated_TPS (Gy)	• Measured_TLD (Gy)	• Var. %	• Calculated_TPS (Gy)	• Measured_TLD (Gy)	• Var. %
• AA A	• 27,58	• 28,69	• 3,8	• 30,24	• 30,72	• 1,57
• AX B	• 29,62	• 29,15	• 1,5	• 31,95	• 31,87	• 0,25
ANTHROPOMORPHIC_PHANTOM						
• LUNG_AAA				• LUNG_AXB		
	• Dose_TPS (Gy)	• Dose_TLD (Gy)	• Var. %	• Dose_TPS (Gy)	• Dose_TLD (Gy)	• Var. %
• PT V	• 22,5	• 22,73	• 1,00	• 22,85	• 23,32	• 2,04
• HE ART	• 4,22	• 4,11	• 2,48	• 4,31	• 4,22	• 2,08
• DI	• 5	• 4,94	• 1	• 5,31	• 5,25	• 0

FF_1			,29			,91
• DI FF_2	• 6,4	• 6,21	• 3 ,12	• 6,50	• 6,37	• 2 ,00
• DI FF_3	• 7	• 6,90	• 1 ,40	• 7,00	• 6,86	• 1 ,98
• DI FF_4	• 6,77	• 6,63	• 2 ,08	• 6,70	• 6,69	• 0 ,15
• SPINE_AAA			• SPINE_AXB			
•	• Dose_T PS (Gy)	• Dose_T LD (Gy)	• V ar. %	• Dose_ TPS (Gy)	• Dose_T LD (Gy)	• V ar. %
• PT V	• 26,87	• 26,17	• 2 ,61	• 27,50	• 27,50	• 2 ,45
• SP INE	• 4,95	• 4,99	• 0 ,75	• 4,73	• 4,73	• 0 ,27
• DI FF_1	• 11,22	• 11,22	• 0 ,04	• 11,69	• 11,69	• 2 ,31
• DI FF_2	• 6,73	• 6,54	• 2 ,80	• 6,65	• 6,65	• 1 ,92
• DI FF_3	• 8,11	• 7,84	• 3 ,31	• 7,89	• 7,89	• 4 ,38

Small Field Dosimetry: CyberKnife OFs comparison between different detectors and clinical applications

I. BONAPARTE^{*}, C. SIRAGUSA^{*}, A. BROGNA^{*}, A. MICALI^{*}, M. C. ANGIOCCHI^{*}, F. MIDILI^{*}, E. MONGELLI^{*}, I. IELO^{*}

^{*}U.O.C. di Fisica Sanitaria – A.O.U. Policlinico “G. Martino” - Messina

Introduction

CyberKnife (CK) is an image-guided frameless radiosurgery system capable to deliver single or fractionated treatments. It consists of a 6 MV Flattening Filter Free LINAC mounted on a robotic manipulator with two collimation systems, Fixed and IRIS (12 small fields available for each: 5-60 mm). The dimensions of these small fields require high accurate geometrical and dosimetric beam characterization. In particular, Output Factors (OFs) should be modified through Monte Carlo (MC) correction factors (Francescon et al.). The aim of this work was to compare treatment plans calculated with raw and corrected OFs measured with an unshielded PTW 60017 diode. Moreover corrected OFs were compared to raw PTW 60019 microDiamond ones.

Materials and Methods

The PTW 60017 is a waterproof p-type silicon diode detector with a sensitive volume of 0.03 mm³ and a 0,6 mm radius circular active layer. The PTW 60019 is a waterproof diamond detector 1 mm thick, with a sensitive volume of 0.004 mm³ and a 1,1 mm radius. OFs measurement were performed in water for both the collimation systems at different SAD (650-800-1000) mm and at 15 mm depth. MC correction factors were applied to raw diode measurements for fields less than 15 mm. Corrected silicon diode OFs were compared to the rough diamond ones. Finally 10 trigeminal neuralgia treatment plans were calculated with raw and corrected diode OFs sets using the CK trigeminal path. A dose of 58 Gy in single fraction was prescribed to the target with a maximum dose of 9-10 Gy to the brain stem.

Results

As regards the diode-diamond OFs comparison, corrected diode OFs curves show a very good agreement with the diamond ones ($\Delta_{\max} < 2\%$, except for the 5 mm cone at SAD = 650 mm,

which exhibits $\Delta = 3.78\%$). The comparison between treatment plans calculated with the same beams number, directions, weights, and monitor units, shows a slight dose underestimation when raw OFs were adopted. In particular a deviation within 1.15% is registered in accordance with MC correction factors values.

Conclusion

The application of MC correction factors allowed to obtain corrected diode OFs values improving the dosimetric accuracy level in very small fields dosimetry with consequent clinical implications. This consideration is confirmed by the very low deviations between corrected diode and diamond OFs values. Thus the diamond seems to be particularly suitable for OFs measures in small field dosimetry confirming this as *free correction detector*.

Fixed OFs					
SAD = 800 mm	5mm	7,5 mm	10 mm	12,5 mm	15 mm
PTW 60017 raw	0,693	0,849	0,892	0,925	0,945
PTW 60017 corrected	0,662	0,823	0,875	0,915	0,940
PTW 60019	0,655	0,834	0,882	0,920	0,942
deviation PTW 60017/PTW 60019 (%)	1,046	-1,226	-0,816	-0,494	-0,278
IRIS OFs					
SAD = 800 mm	5mm	7,5 mm	10 mm	12,5 mm	15 mm
PTW 60017 raw	0,507	0,809	0,887	0,920	0,940
PTW 60017 corrected	0,487	0,786	0,870	0,912	0,936
PTW 60019	0,492	0,786	0,879	0,917	0,940
deviation PTW 60017/PTW 60019 (%)	-0,964	-0,084	-1,102	-0,545	-0,410

Table 1. OFs comparison

Beam commissioning of a CyberKnife system with the unshielded diode PTW 60017, comparison with the microDiamond PTW 60019

I. BONAPARTE*, C. SIRAGUSA*, A. BROGNA*, A. MICALI*, M. C. ANGIOCCHI*, F. MIDILI*, E. MONGELLI*, I. IELO*

****U.O.C. di Fisica Sanitaria – A.O.U. Policlinico “G. Martino” - Messina***

Introduction

The Cyberknife system is a 6 MV LINAC mounted on a robotic arm specifically designed for SRS and SRBT treatments. The unflattened photon beam is collimated by a fixed and a variable collimation system with the same aperture (5-60 mm). Accurate dosimetry of small radiation fields used in all stereotactic applications can be made difficult because of loss of lateral electronic equilibrium, partial volume effect, detector perturbation and spectral change. Also, measurements are complicated by the dependence to physical properties of radiation detectors and by the inability, of some stereotactic system, to reproduce the reference conditions specified in the dosimetric protocol. All these problems must be considered during the CK commissioning executed using diode and microDiamond.

Material and Methods

The basic parameters for the commissioning CK system of RayTracing algorithm are the same as those used in the characterization of conventional field radiotherapy beams: TPRs, OCRs and OFs. These 3 different parameters must be determined for all 12 aperture and for both the collimation system. The commissioning procedure was carried out using the unshielded p-type diode PTW 60017, particularly suitable for small field dosimetry thanks to its structural and physical characteristic. OCRs and OFs measurements were also performed with the PTW 60019 diamond.

Results

TPRs and OCRs beam data, measured using the diode detector, are in good agreement with multi-site data provided by Accuray ($\Delta_{\max} < 2\%$), for both the collimation systems. The greatest discrepancy between measured and the averaged data occurred for TPRs surface measurement where the dependence by the detector and set-up becomes significant.

OCRs measurement of the smallest aperture of fixed collimator, repeated with the diamond

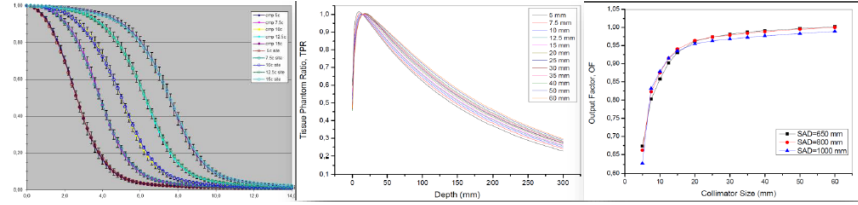


Figure 1. OCRs, TPRs and OFs comparisons

detector, generate a slightly higher signal in the penumbra region because of a greater volume averaging effect ($r=1.1\text{mm}$). OFs measured with the diode were found to be in good agreement with multi-site data ($\Delta < 0.1\%$ for $\phi \geq 10\text{ mm}$ and $\Delta_{\max} < 1.7\%$ for $\phi = 5\text{mm}$). Diode OFs values, corrected by Monte Carlo factors, and raw diamond OFs values are in agreement within 1.2% .

Conclusion

The high agreement between measured diode and multi-site data leads to consider the diode as an ideal detector for stereotactic radiation fields. Moreover the negligible deviation between corrected diode and raw diamond OFs confirm the latter as a free correction detector, very useful too in small field dosimetry.

Characterization of a commercial Optically Stimulated Luminescence dosimetry in High Dose Range for SBRT Treatments

N. CAVALLI¹, E. BONANNO¹, N. RICOTTONE¹, G. PISASALE¹, A. D'AGOSTINO¹, A. GIRLANDO¹, C. MARINO¹

¹ *HUMANITAS-Centro Catanese di Oncologia, CATANIA, ITALY*

Introduction

A commercial Optically Stimulated Luminescence (OSL) dosimetry system was studied to analyze the possibility of its using for SBRT planning checks. OSL dosimetry system was characterized and tested in high dose range (10-33 Gy). The verification of SBRT treatment plans were performed for two cases regarding lung and spine lesions.

Materials and Methods

The used OSL detectors (NanoDots by Landauer®), matched with readout system MicroSTARii™, are made of carbon-doped aluminum oxide Al₂O₃:C, which show extremely sensitive 40-60 times the TL sensitivity. The characterization of NanoDots included: signal decrease for repeated readings; angular dependence; energy and dose-rate dependence. To establish the relation between “known” delivered dose and reader photomultiplier tube counts, a calibration curve was obtained in the high dose range 10-33 Gy, using a solid RW3 phantom and 10MV energy photon with dose rate of 600 UM/min. The verification of SBRT treatment plans were performed with a Varian TrueBeam 2.5 in RW3 phantom. Plans, regarding lung and spine lesions, were designed and optimized with VMAT technique, 10 FFF energy photon beam and dose rate of 2400 MU/min. They were calculated using the algorithm Acuros XB, version 13.6.23. The Nanodots measurements in RW3 were compared with the pin point values. In fine to perform measurements in anthropomorphic phantom, in a future work, it was evaluated the Nanodot signal caused by CBCT, necessary to improve the positioning accuracy of the phantom before delivering treatment plans.

Results

The OSLD, exposed to 26 Gy of 10 MV x rays and read for 10 times, showed a maximum deviation from the first reading of 3%. In the range 10-33 Gy, the OSLDs exhibited a linear response with

absorbed dose. The angular coefficient of 10 FFF straight line was different by 1,2% from 10 MV one. NanoDots angular dependence response presented a maximum deviation from the 0° angle reading of 5%, corresponding at 240° angle. A dose-rate dependence was found in the range 800-2400 MU/min: 2% respect to reference dose rate (1200 MU/min). The results of the comparison Pin Point VS OSLD VS TPS are showed in the table. The Nanodot signal, caused by CBCT, was negligible (<1%) for high dose used in these cases.

•	• TPS Dose (Gy)	• Pin point Dose (Gy)	• OSLD Dose (Gy)	• Deviation (%) OSLD - Pin Point
• Lu ng	• 29.7 1	• 29.62	• 30.22	• 2
• Sp ine	• 31.8 7	• 32.13	• 31.95	• -0.56

Table 1.

Conclusions

The OSLD exhibited to be feasible for SBRT treatments application.

Lung SBRT: treatment verification with a transmission detector system

E. GALLIO¹, F.R. GIGLIOLI¹, C. FIANDRA², O. HAMMAD ALI³, R. ROPOLO¹, R. RAGONA²

¹ *A.O.U. Città della Salute e della Scienza, Department of Medical Physics, Torino, Italy*

² *University of Turin, Radiotherapy Unit Department of Oncology, Torino, Italy*

³ *International Center for Theoretical Physics, Trieste, Italy*

Introduction

The new IBA Dolphin (IBA Dosimetry, Germany) is a transmission detector mounted on the gantry for online treatment verification. Dolphin includes the Compass software (v. 4.0) that permits the 3D dose distribution reconstruction on a patient CT. The system consists of a beam model for the calculation of the fluence and a collapsed cone dose engine for the dose deposition. The dose is predicted according to the RT plan and/or can be reconstructed based on Dolphin measurements. In this study, we tested the use of Dolphin/Compass for lung stereotactic body radiation therapy treatments and we evaluated the detector attenuation.

Materials and Methods

Ten patients affected by lung cancer were included in the study. The doses (prescription at 80% isodose) varied from 26 Gy in 1 fraction to 60 Gy in 8 fraction. All treatment plans were verified with Dolphin detector.

To validate the beam modelling, Compass dose computation was compared with Monaco treatment planning (v. 5.0, Elekta, Sweden) based on Monte Carlo calculation, in term of dose to PTV (D98%, mean dose, D2%).

Afterward the Compass reconstructed doses from measurements were compared with Compass plan computation ones. Gamma index (2%-2mm), PTV coverage (V80%, D98%, mean dose, D2%) and

OARs doses ($D_{\max}$ and dose at the threshold volume according to AAPM TG101) were evaluated. Furthermore, the attenuation of the dolphin was evaluated measuring the plans with the Delta4 (Scandidos, Sweden) detector with and without the Dolphin inserted in the Linac.

Results

The percentage differences between Compass and Monaco computation were -4.2 ± 1.7 % for $D_{98\%}$ (min -7.1% , max -1.1%), -1.8 ± 1.6 % (min -4.0% , max 1.2%) for mean dose and -0.5 ± 1.5 % (min -2.3% , max 2.8%) for $D_2\%$.

Table 1 shows the results of the comparison between Compass plan computation and Compass reconstructed doses. The PTV average gamma was 0.64 ± 0.12 ; the mean percentage differences of $V_{80\%}$, $D_{98\%}$, mean dose and $D_2\%$ were inferior to 3%. The difference in Gy for OARs were under or equal to 1 Gy, except for $D(4cc)$ of trachea (1.15 Gy). The maximum difference was found for rib $D_{\max}$ (4.4 Gy).

The evaluation of the median dose in Delta 4 with and without the Dolphin allowed the calculation of the system attenuation: a value of 10.5 ± 0.5 % was found. This procedure permit an evaluation in a clinical geometry.

Measurement (Compass reconstruction) vs Compass (computed dose) (ref.)					
PTV					
	Average Gamma [2% - 2mm]	% diff V80%	% diff D98%	% diff mean dose	% diff D2%
mean	0.64	1.52	2.55	-0.46	-1.65
st.dev.	0.12	5.43	3.30	2.44	2.75
min	0.45	-4.42	-1.03	-2.77	-4.98
max	0.85	10.5	9.9	4.0	2.2
OARs (1)					
	diff [Gy] ipsi lung mean dose	diff [Gy] heart D _{max} *	diff [Gy] heart D _(15cc)	diff [Gy] esophagus D _{max} *	diff [Gy] esophagus D _(5cc)
mean	0.88	0.21	0.39	0.39	0.89
st.dev.	0.42	0.43	0.24	0.40	0.62
min	0.29	-0.42	0.10	-0.09	0.05
max	1.76	0.93	0.85	1.33	1.87
OARs (2)					
	diff [Gy] trachea and large bronchus D _{max} *	diff [Gy] trachea and large bronchus D _(4cc)	diff [Gy] rib D _{max} *	diff [Gy] spinal cord D _{max} *	diff [Gy] spinal cord D _(10%)
mean	0.77	1.15	0.97	1.02	1.11
st.dev.	0.93	0.91	1.71	0.85	0.97
min	-0.39	0.20	-0.87	0.16	0.35
max	2.66	3.51	4.36	2.83	3.25

*D_{max} defined at 0.035 cc

Table 1. Comparison between Compass computed and reconstructed doses

Conclusion

The Dolphin/Compass system is a useful tool to perform QA patients in a SBRT context. The availability of clinical measured data permits the evaluation of the plan from a clinical point of view together with the physician. For the online dosimetry, attenuation correction factor must be taken into account.

The influence of detector resolution on pre-treatment quality assurance in SBRT

A. BRUSCHI¹, S. RUSSO², M. ESPOSITO², S. PINI², A. GHIRELLI², G. ZATELLI²

¹ *University of Florence*

² *Medical Physics Unit, Azienda Sanitaria di Firenze, Florence*

Introduction

2D detector arrays have become the standard device for verification of VMAT dose distributions. The detector pixel size is a key parameter to reproduce complex dose distributions. Aim of this work is to compare the gamma analysis of three ionization chamber systems and to test the ability of each system to detect deliberate errors.

Materials and Methods

Measurements performed by PTW Octavius 4D 729 (5x5x5mm³ ionization chamber, 10 mm spacing), 1500 (4.4x4.4x3mm³ ionization chambers, 7.1 mm spacing) and 1000 SRS (2.3x 2.3x 0.5 mm³ liquid filled ionization chamber, 2.5 mm spacing) in the PTW Octavius 4D phantom were used to validate the dosimetric accuracy of the VMAT delivery. Firstly, 50 VMAT SBRT treatment plans from a variety of clinical sites were considered. Secondly, systematic variations in collimator (2° and 5° rotation) and gantry angle (shift of 2° and 5°) and lack of monitor units were applied to four clinical treatments (2 lung tumors, 1 spine and 1 abdominal lymph node) in order to establish the detection sensitivity of the three devices. Measurements were compared with TPS Elekta Monaco computed doses via local gamma analysis (2%L/ 2 mm, 2%L/ 1 mm and 1% L/1 mm). For the 729 and 1500 detectors, the resolution was improved by merging two measurements performed with 5 mm couch shift.

The threshold for a success in error detectability was established, by using the concept of confidence limit (CL), as suggested by AAPM Task Group 119 [1]:

$$CL = (100 - D) + \sigma$$

where D and σ are respectively the mean dose and the standard deviation of the distribution of the gamma passing rate (35 plans for 6 MV and 15 plans for 10 MV) measured by each dosimeter; the detectability threshold (DT) has been calculated as:

$$DT = 100 - CL$$

Results

The average pass rate with 2%L/2 mm criterion for the 6MV cases was 91.3 ± 5.2 (no shift) and 93.8 ± 2.2 (merged) for 729, 96.0 ± 4.1 (no shift) and 97.9 ± 2.5 (merged) for 1500 and 96.3 ± 2.8 for 1000 SRS. Similar results were achieved for 10 MV plans. The results for the plans with errors, normalized to the DT for a success in error detectability, show that only the SRS system can distinguish the delivery errors, as shown in figure for 6MV. Only a 2%L/1 mm gamma criterion proved to be sensitive enough to detect errors.

Conclusion

Improving the resolution of the planar detector used for QA increases the points with $\gamma < 1$. The SRS matrix can detect delivery errors in almost all cases at 2%L/1mm.

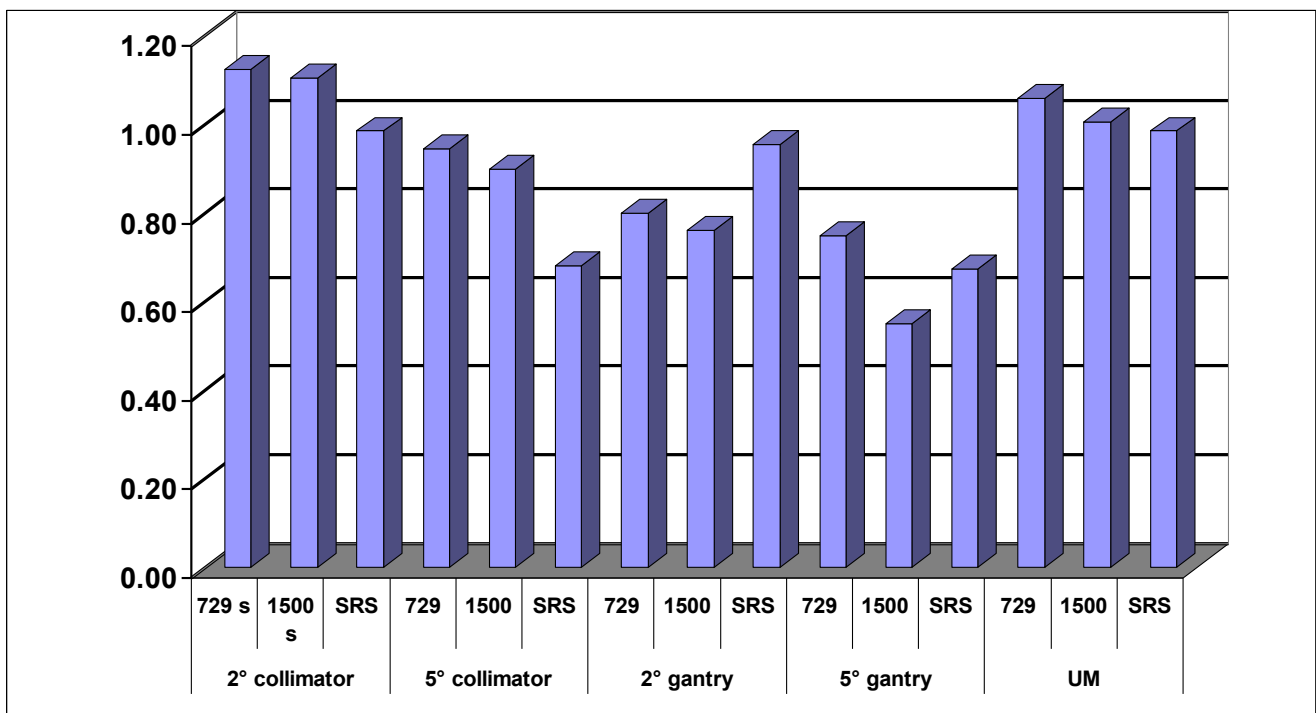


Figure 1. Gamma passing rate for the plans (6 MV) with errors, normalized to the detectability threshold, measured by SRS, 729 (merged) and 1500 (merged) dosimeters.

Reference

[1] G. A. Ezzell, J. W. Burmeister, N. Dogan, T. J. LoSasso, J. G. Mechalakos, D. Mihailidis, A. Molineu, J. R. Palta, C. R. Ramsey, B. J. Salter, J. Shi, P. Xia, N. J. Yue, and Y. Xiao, “IMRT commissioning: Multiple institution planning and dosimetry comparisons, a report from AAPM Task Group 119,” *Med. Phys* **36**, 5359 (2009).

Commissioning of the Monte Carlo dose calculation algorithm for a CyberKnife system

A. MICALI*, C. SIRAGUSA*, A. BROGNA*, I. BONAPARTE*, M. C. ANGIOCCHI*, F. MIDILI*, E. MONGELLI*, I. IELO*

**U.O.C. di Fisica Sanitaria – A.O.U. Policlinico “G. Martino” - Messina*

Introduction

Accurate dose calculation is essential in SBRT to understand dose levels to target volumes and organs at risk, especially for treatment planning involving heterogeneous patient anatomy. The Monte Carlo (MC) is indicated as the "gold standard" of dose calculation algorithms. It predicts the absorbed dose by simulating the radiation transport and it takes into account the electronic disequilibrium. In this work, MC dose calculation method for SBRT treatment planning was commissioned on a G4 CyberKnife (CK) for the fixed and the variable IRIS collimation systems.

Materials and Methods

TPRs, OCRs and OFs were measured in water at different depth using the PTW 60017 diode. The commissioning procedure was performed using the Gaussian method, which simulates the source distribution through the FWHM of a Gaussian function. The source energy spectrum was determined from the measured central axis PDDs in water for a 60 mm cone defined at SSD=80 cm. Then, an iterative procedure, which involved the Energy Correction Factors (ECF) generation, was used to compare measured and simulated TPRs (1% uncertainty level). The fluence distribution is obtained from the measured profile at 25 mm depth without any cones. Then, an iterative procedure, which involved the Collimator Correction Factors (CCF) generation, was used to compare measured and simulated OCRs (1% uncertainty level). Finally measured and calculated OFs (0,2% uncertainty level) were compared.

Results

In order to obtain the source distribution, a comparison between measured and simulated penumbra values for 5 and 60 mm cones at 100 mm depth was performed. FWHM=2,6 mm corresponds to the best agreement with the data for both the collimation systems. Satisfactory energy distributions were found when measured and simulated average TPRs were in agreement within 1% in all the

range [0-300] mm. The fluence distributions were obtained by OCRs comparisons. In particular, simulated penumbra values showed difference smaller than 1 mm with respect to the measured ones at all depths for all collimators. Also calculated OFs showed a good agreement with measured ones ($\Delta_{\text{fixed}}=0,57\%$, $\Delta_{\text{IRIS}}=0,57\%$).

Conclusion

The MC dose calculation commissioning, concerning the source modeling and the simulation of photons energies and trajectories, was concluded reaching a high agreement with the experimental data. The comparison of calculated and measured data, for each type of dosimetric parameter considered, showed negligible deviations.

Use of a 3D dosimeter to assess dosimetric leaf separation constancy over time

Preliminary results

**M. BOCCIA¹, C. OLIVIERO², S. CLEMENTE², S. RICCARDI³, N. FRANZA⁴,
R. NIGRO³**

¹ *Università degli Studi di Napoli "Federico II",*

² *Azienda Ospedaliera Universitaria Federico II, Napoli*

³ *Ospedale San Camillo De Lellis, Rieti*

⁴ *Dosimetria noc.inf (SA)*

Introduction

Dynamic multi leaf collimator (DMLC) mounted on modern accelerators requires a fine modeling to ensure the best performance. Among these, DLS (dosimetric leaf separation) is one of the most sensitive parameter that could affect the accuracy of delivery. An error in the measure of the DLS during commissioning or a mechanical variation of leaves gap due to wear motor and mechanical backlash of the MLC may lead to a significant difference between the delivered and planned dose on TPS. The aim of this work is to measure and monitor over time the DLS parameter, using two version (as bi-centric study) of a bi-planar diode array phantom: Delta4 and Delta4 Plus (Scandidos, Uppsala, Sweden). The dosimetric impact of a DLS error on SBRT plans for multiple treatment sites were also evaluated.

Materials & Methods

THE DLS PARAMETERS OF THE HIGH DEFINITION 120 LEAF MLC (HD MLC) AND THE 120 LEAF MLC (MILLENNIUM) MOUNTED ON A VARIAN TRUEBEAM STX (TB) AND A VARIAN CLINAC 2100 C/D RESPECTIVELY WERE INVESTIGATED WITH A DEDICATED DELTA4 ANALYSIS TOOL NAMED MACHINE QA (QUALITY ASSURANCE). THEN, 30 SBRT PLANS, WERE CALCULATED WITH PINNACLE 9.10 (PHILIPS) AND ECLIPSE 13.5 (VARIAN MEDICAL SYSTEMS) USING BOTH THE MEASURED DLS VALUE AND AN

INCORRECT DLS VALUE. PRE TREATMENT VERIFICATION QA OF PLANS WERE PERFORMED USING BI-PLANAR DIODE DEVICES. A GAMMA ANALYSIS WAS CARRIED OUT USING DIFFERENT LOCAL/GLOBAL GAMMA CRITERIA: 3%/3 MM, 3%/2 MM, AND 2%/2 MM.

Results

Our results showed a good performance of Delta 4 and Delta4+ to detect DLS value furthermore in a very short time compared with the direct measures by other detectors (e.g. ionization chambers, films). Moreover preliminary data reported an increased detectability of possible discrepancies using different DLS values with a lower gamma criteria.

Finally, the impact of two different values of DLS on PTV and OARs DVH points was evaluated, for IMRT and SMARTARC fields. The SMARTARC technique makes up for any DLS error as compared with the IMRT technique.

Conclusion

Variation of DLS parameter over time could be detected efficiently using bi-planar diode array. The Machine QA tool was useful for the aim. The quantification of a possible lack of constancy of DLS value and its clinical impact on the delivery could be useful to highlight the attention on the QA MLC program.

PRO---ART Project: geometric results and dosimetric impact of rotations correction in Stereotactic Radiation therapy. Final Results of a prospective study

S.CHIESA¹,A.R.ALITTO¹,S.MENNA²,L.AZARIO²,G.C.MATTIUCCI¹,M.A.G AMBACORTA¹,F.CELLINI¹,G.MANTINI¹,V.VALENTINI¹,M.BALDUCCI¹

¹*Radiotherapy Unit, Gemelli-ART, Università Cattolica S.Cuore, Roma*

²*Physics Institute & Operative Unit of Medical Physics, Università Cattolica S.Cuore, Roma*

Introduction

Extreme setup accuracy, organ motion control, margin reduction constitute a radiation therapy challenge, especially in Stereotactic body radiation therapy (SBRT). PRO-ART Project was designed to evaluate the 6 - Degree of Freedom (6DoF) utility in this setting.

Materials and Methods

Patients with lung, brain or abdominal lesions were considered and immobilized with Uni-frame or trUpoint Arch for brain, Breast Board or Body Pro-Lok for chest and abdomen (CIVCO Support system) lesions. Dose Calculations for VMAT Optimization were performed using Eclipse™ Treatment Planning Systems (Varian Medical System®, Palo Alto, CA). Before dose delivery, a daily KV-Cone Beam Computed Tomography (CBCT) was performed and translational and rotational shifts were identified and applied on the Protura TM Robotic couch. Using MIM 5.5.2 software, the simulation CT was rigidly registered with CBCT for each fraction. Then, translational shifts were applied, obtaining a translated CT(tCT), i.e. CT with only translational errors correction. Then, rotational errors were corrected too, obtaining roto-translated CT(rtCT). Initial treatment plan was copied to translated CT(tTP) and roto-translated CT(rtTP). Mean Translational and rotational shifts were calculated and dosimetric parameters were compared.

Results

From July 2015 to July 2016, 47 patients were enrolled (14 with primary tumours and 33 with metastatic lesions), 179 CBCT were performed and 358 treatment plans were calculated (179tTP and 179 rtTP). Geometric and dosimetric analysis are reported in Table 1. Rotational shifts were independent from the magnitude of translational ones and were greater than 1° in 40% of cases. Average variations in PTV or CTV V95% were negligible, but PTV V95% deviations greater than 3% resulted in 6% of 179 CBCTs. An Interesting trend was evident for Organs At Risk (OaRs) with some outliers mainly correlating with not spherical shape of target: large variations (>2%) were found for OARs located nearby the targets. About 1% of all Dmax constraints resulted in an absolute variation greater than 2Gy.

Conclusion

Rotation shifts' correction need to be identified regardless of translations magnitude. These corrections allow to reduce variations on PTV's and CTV's coverage. Organs at risk are more sensible to rotational shift when the shape is not regular and when they are located nearby the targets. An ongoing analysis on setup systems and margin reductions has been planned.

GEOMETRICAL RESULTS								DOSIMETRICAL RESULTS											
BRAIN			Lat(x) (mm)	Vrt(z) (mm)	Lng(y) (mm)	Roll(x) (deg)	Pitch(y) (deg)	Yaw(z) (deg)	BRAIN	CTV V95%	PTV V95%	OPTIC PATHWAY R Dmax (Gy)	OPTIC PATHWAY L Dmax (Gy)	COCHLEA R Dmax (Gy)	COCHLEA L Dmax (Gy)	BRAINSTEM Dmax (Gy)	SPINAL CORD Dmax (Gy)		
SHIFT>3mm	11%	MEAN	-0.3	-0.5	0.0	0.3	-0.3	0.0	MEAN	0.0	0.7	0.0	-0.0	0.1	-0.1	-0.2	0.2		
ROT>1°	38%	SD	2.5	1.7	1.9	1.4	1.0	1.3	SD	0.0	1.7	0.0	0.3	0.3	0.2	0.8	1.5		
ROT>0.5°	55%	MAX	-6.4	-7.2	4.7	-3.3	-2.5	3.0	MAX	0.3	6.2	1.3	1.0	0.6	5.1	3.7	0.1		
THORAX			Lat(x) (mm)	Vrt(z) (mm)	Lng(y) (mm)	Roll(x) (deg)	Pitch(y) (deg)	Yaw(z) (deg)	THORAX	CTV V95%	PTV V95%	Spinal Cord Dmax (Gy)	Spinal Cord V(Dth)<0.35cc	Heart Dmax (Gy)	Esophagus Dmax (Gy)	Total Lung V(%) 20	Total Lung V(%) 12.5	Total Lung V(%) 5	
SHIFT>3mm	50%	MEAN	0.7	-0.9	-0.4	0.2	0.1	-0.2	MEAN	0.0	-0.3	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	
ROT>1°	42%	SD	3.8	3.9	5.6	1.3	1.3	1.3	SD	0.0	1.2	0.3	0.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.2	
ROT>0.5°	65%	MAX	9.5	11.2	16.4	-3.7	3.0	-3.4	MAX	0.3	3.8	0.8	0.2	4.2	0.5	0.1	0.1	0.6	
ABDOMEN			Lat(x) (mm)	Vrt(z) (mm)	Lng(y) (mm)	Roll(x) (deg)	Pitch(y) (deg)	Yaw(z) (deg)	ABDOMEN	CTV V95%	PTV V95%	SPINAL CORD Dmax (Gy)	SPINAL CORD V(Dth)<0.35cc	DUODENUM Dmax (Gy)	DUODENUM V(Dth)<5cc	COLON Dmax (Gy)	COLON (Dth)<20cc	LIVER D(700cc)<Dth	RENAL CORTEX D(200cc)<Dth
SHIFT>3mm	46%	MEAN	-0.8	-0.1	0.5	0.6	-0.3	-0.0	MEAN	-0.1	0.0	0.1	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
ROT>1°	39%	SD	3.7	0.5	0.6	1.4	1.1	1.2	SD	0.3	1.3	0.3	0.0	0.7	0.4	0.4	0.2	0.1	0.0
ROT>0.5°	27%	MAX	-11.0	18.0	19.0	3.1	-3.0	4.0	MAX	1.6	5.1	2.2	0.1	3.1	1.8	1.8	0.7	0.3	0.1

Table 1. Mean values, standard deviations, maximum shifts obtained with 3D-match between CBCT And kV. Percentage of shifts (<3mm) and rotation (>0.5°->1°) are reported. Average, standard deviations and absolute maximum variations of PTV, CTV and OARs constraints due to rotations are shown.

Radiosurgery of brain metastases: comparing Varian EDGE and Gamma Knife Perfexion. A preliminary dosimetric study

S. TOMATIS, P. NAVARRIA, D. FRANCESCHINI, L. COZZI, P. MANCOSU, F. LOBEFALO, G. REGGIORI, A. ASCOLESE, A. STRAVATO, F. ZUCCONI, G. MAGGI, M. SCORSETTI

Humanitas Research Hospital

Purpose

Radiosurgery (SRS) can be delivered with dedicated equipment, like GammaKnife, or with conventional LINAC. Few comparative studies have been conducted. In our institution we designed a phase III randomized trial to evaluate cerebral side effects following SRS delivered by Gamma Knife Perfexion and Linac EDGE. Here some preliminary results on plan dosimetry are presented.

Material and methods

Patients with 1 to 4 brain metastases, from any primary except for small cell lung cancer (SCLC) or Lymphoproliferative disease, suitable for SRS were randomized to receive the treatment with GammaKnife or Linac. Planning parameters, including target coverage, paddick conformity index (PCI), gradient index (GI), homogeneity index (HI), maximum and minimum dose to the target were determined. Beam on time (BOT) was also recorded.

Results

Fifty patients with 74 metastases (range 1-4) were enrolled in this phase III trial (24 GK, 26 Linac-EDGE). Median prescribed dose was 24 GY (range 20-24 Gy). GTV volume did not show any significant difference in the two arms, PTV was contoured for EDGE only. PCI was better for linac-based plans (0.87 vs 0.69), in contrast, a better GI for gamma knife was observed (2.7 vs 4.2). Due to the specific characteristics of the two delivery systems, HI was lower for linac (0.14 vs 0.49). These results are shown in figure 1. Also BOT was lower for linacs (within 2 min for each target vs about 30-40 min of GK). In our center, linac based immobilization was made by an open mask setup (qfix); CBCT-based IGRT was applied. Patients were monitored by optical surface monitoring system (OSMS) during the delivery. Gamma knife immobilization was performed by

the traditional stereotactic head frame by Elekta. For this reason, no specific online imaging or tracking device was required.

Conclusion

These are first dosimetric results of a randomized phase III trial recently started in our institution. For linacs, better dose distribution was obtained on the target rather than for normal tissues, even though no specific side effects were reported. In addition, data suggested a better comfort for the patient for linac-based therapy, due to the shorter treatment time and the non-invasive immobilization system. Dosimetric data for the patients treated according to this protocol suggest a substantial balance between Gamma Knife and Linac EDGE treatments.

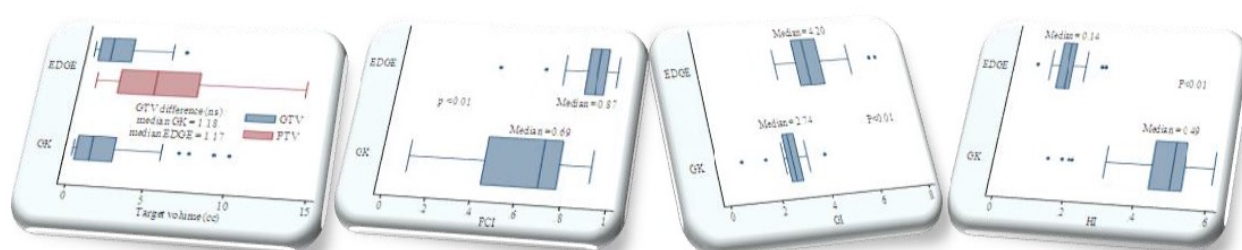


Figure1 from left to right: target dimension, PCI, GI and HI in the two study arms

Use of Delta4+ system for verification of SBRT plans

A. DANIELE¹, R. DI BENEDETTO¹, N. FRANZA³, C. GUIDA, C². IERVOLINO¹

¹ *Medical Physics of Radiation Oncology AORN "S. G. Moscati" Avellino (Italy)*

² *Head of Department of Radiation Oncology AORN "S. G. Moscati" Avellino (Italy)*

³ *Holder of Dosimetria, Scandidos*

Introduction

In the usual practice, the 3DRT verification is performed by planar dose verification by 2D array or by inserting multiple films in a slab phantom. Only recently, it makes use of volumetric check by rotational phantom.

In this work 12 SBRT plans, about cerebral and pulmonary treatment, were delivered and verified by new Delta4 Plus phantom.

Method and Materials

The plans were delivered with Elekta Versa HD with 6MV FF beams and FFF modality with mMLC of 0,5cm; the TPS used Pinnacle 9.10 version and phantom used for test was Delta4 Plus with plug in for Farmer chamber. Initially tests on Delta4 were carried to assess performance of the phantom about the response on variation of dose rate from minimum dose rate of Linac delivered up to highest; in the same way, it was carried tests to verify the linearity with monitor units variation, starting from the minimum acceptable from linac interface. All performances have been tested considering couch rotational response during the irradiation.

Verified the accuracy of Delta4, n.12 plans SBRT were studied. This study was performed sending the original RT plan to Linac and the dose calculated on digital phantom with 1.15 r.e.d. set into TPS. After, was sent all to delta4 software. Gamma functions local and global, DTA, deviation in dose were evaluated for the delivered plans. Also errors on shift of phantom inferior to 1mm were taken into consideration to simulate possible shift in patient treatments and their influence on gamma, dose deviation and DTA.

Results

With passing-fails criteria, all plans passed at least 90% with Dose Deviation inferior to 3%; with Dose-To-Distance Agreement, 3%/3mm, all plans showed the gamma index(GI) <1 at least 98% measurement points.

Conclusion

All measurement results agree well with the dose distribution of all SBRT plans. Delta4+ system is a good QA tool for SBRT treatments. Further step will consist in predict dose into real anatomy of patients, via TMM algorithm requiring geometrical and dosimetric characterization of linac head.

Are hippocampi considered organs at risks during stereotactic radiotherapy for brain metastases?

A. FIORENTINO¹, G. SICIGNANO¹, U. TEBANO^{1,2}, N. GIAJ-LEVRA¹, S. FERSINO¹, R. MAZZOLA¹, F. RICCHETTI¹, S. NACCARATO¹, R. RUGGIERI¹, F. ALONGI¹

¹*Radiation Oncology Division, Sacro Cuore Don Calabria Hospital, Cancer Care Center, Negrar-Verona, Italy*

²*Radiation Oncology Division, University of Padua, Padua, Italy*

Introduction

Hippocampal-dependent neurocognitive functions, including learning, memory and spatial informations processing, could be affected by brain radiotherapy. Aim of the present study is to evaluate the dose to omolateral and contralateral hippocampus (O-H, C-H, respectively) during Stereotactic Radiotherapy (SRT) or Radiosurgery (SRS) for brain metastases (BM).

Materials & Methods

Patients eligible for SRS/SRT treatment had a number of BM <5, with a size ≤ 30 mm, Karnosky Performance Status (KPS) ≥ 80 and a life expectancy over 3 months. Gross Tumour Volume (GTV) was delineated by the fusion between Magnetic Resonance Imaging and Computed Tomography. A Planning Target Volume (PTV) was obtained from GTV by adding a 2mm isotropic margin. The total dose ranged between 18-27 Gy in 1-3 fractions. For each BM, a Volumetric modulated arc therapy plan was generated with one or two arcs and hippocampus sparing was not considered during optimizations phase. For the dosimetric evaluation of O-H and C-H, the D_{median} , D_{mean} , $D_{0.1\text{cc}}$ and the $V_{1\text{Gy}}$, $V_{2\text{Gy}}$, $V_{5\text{Gy}}$ and $V_{10\text{Gy}}$ were analyzed.

Results

From April 2014 to December 2015, 81 BM in 41 patients were treated with SRS/SRT and selected for the present analysis. The average value of PTV dimension and hippocampus volumes were (5.8 ± 9.5) cc and (1.1 ± 0.3) cc, respectively.

For the O-H, the average values of D_{median} , D_{mean} and $D_{0.1\text{cc}}$ were (1.5 ± 3.65) Gy, (1.54 ± 3.6) Gy, (2.2 ± 4.7) Gy, respectively, while the $V_{1\text{Gy}}$, $V_{2\text{Gy}}$, $V_{5\text{Gy}}$ and $V_{10\text{Gy}}$ values were (25 ± 40) %, (18.9 ± 35) %, (8.9 ± 25.3) % and (2.1 ± 11.8) %, respectively. For the C-H, the average D_{median} , D_{mean} and $D_{0.1\text{cc}}$ were (0.7 ± 1.5) Gy, (0.7 ± 1.4) Gy, (0.9 ± 1.8) Gy, respectively, while the average values of $V_{1\text{Gy}}$, $V_{2\text{Gy}}$, $V_{5\text{Gy}}$ and $V_{10\text{Gy}}$ were (18 ± 35) %, (10.2 ± 27.7) %, (2.8 ± 15.4) % and (1.4 ± 11.6) %, respectively. The differences between O-H and C-H, in terms of received dose, was statistically significant ($p=0.03$). Moreover, the PTV dimension ($\geq 5\text{cc}$ or $\geq 6\text{cc}$) did not influenced the dose of hippocampus ($p= 0.06$; 0.2 , respectively).

Conclusion

During SRT/SRS treatments for BM, hippocampus received a very low dose and its clinical significance seems to be negligible, even if it is still under investigation. However, considering the increasing use of SRS/SRT for multiple BM, including also patients with up to 10 BM, the dose to hippocampus need to be seriously evaluated in the treatment planning.

Stereotactic radiotherapy (SRT) for central lung tumors: the experience of Florence University-Careggi Hospital Radiotherapy

M. PERNA¹, V. SCOTTI¹, V. DI CATALDO², G. SIMONTACCHI¹, M. CASATI¹, A. BRUNI³, A. TURKAJ¹, G. A. CARTA¹, C. BECHERINI¹, C.E. COMIN⁴, K. FERRARI⁵, B. AGRESTI¹, C. DE LUCA CARDILLO¹, L. MASI², R. DORO², S. PALLOTTA¹, L. LIVI¹

¹ *Radiation Oncology Unit, Oncology Department, Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi, University of Florence, Florence, Italy.*

² *CyberKnife Center- I.F.C.A (Istituto Fiorentino di Cura ed Assistenza), University of Florence, Florence, Italy.*

³ *Radiation Oncology Department, Azienda Ospedaliero Universitaria "Policlinico" di Modena, Modena*

⁴ *Department of experimental and clinical medicine, Section of Surgery, Histopathology and Molecular Pathology, University of Florence*

⁵ *Pneumonology and Thoracic Physiopathology Unit, Cardiothoracic Department, Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi, Florence, Italy*

Introduction

Stereotactic body radiotherapy (SBRT) for central lung tumors, defined as tumor within 2 cm or touching the zone of the proximal bronchial tree or tumors immediately adjacent to the mediastinal or pericardial pleura (Adebahr S. et al. BJR 2015) is debated because of toxicities to organs at risk. No evidences from phase III trial are available.

Materials and Methods

From 2010 to 2015, 45 central lesions in 40 pts were treated with SBRT. 14 lesions were primary lung cancer (PLC), 31 were lymphadenopathies (LAP). PLC were treated with volumetric arc Therapy (VMAT) in 9 cases and 5 with Cyberknife®. LAP were treated with VMAT in 12 cases, with IMRT (step and shoot) in 10 and with Cyberknife® in 9 cases. Prescribed doses varied between 26 and 60 Gy (1-8 fractions) with median BED of 69 Gy (37,5-105 Gy).

We evaluated Overall Survival (OS), Progression Free Survival (PFS) and Disease Specific Survival (DSS) using Kaplan-Meier method and treatment related toxicities using CTCAE version 4.0.

Results

Median age was 62 years (48-86), 26 male and 14 female. PS was 0 in 9 pts, 1 in 21, 2 in 10 pts. Histology was available in all series and consisted of primary NSCLC (32 adenocarcinoma, 12 squamous cell carcinomas, 1 neuroendocrine tumour). 41 PLC were less than 2 cm from proximal bronchial tree, 4 PLC were immediately adjacent to the mediastinal or pericardial pleura. Tumor diameter was 10 to 60 mm with a median of 31 mm.

Median follow up was 14,5 months.

OS and DSS were 86.5% at 1 year, 55.6% at 2 years, and 49,4% at 3 years. PFS was 48,6% at 1 year, 24,1% at 2 years, and 12% at 3 years.

23 patients had clinical benefit from treatment (4 complete response, 15 partial response, 4 stable disease).

35 pts showed no acute toxicity; in 5 pts we recorded grade 1-2 esophagitis, in 2 pts grade 2 cough, in 2 pts, grade 1 asthenia.

Chronic toxicity was present in 2 pts as grade 2 esophagitis.

Conclusion

SBRT is confirmed to be a safe and effective strategy for central lung tumors. Despite the majority of patients in the first part of our series was treated with different fractionations and with different prescription isodoses compared to current doses, 57% of patients had clinical benefit from the treatment without life-threatening toxicities.

Further studies are needed to establish the efficacy and safety of SBRT in central lung lesions.

Feasibility of VMAT and Flattening Filter Free delivery for brain metastases patients treated by stereotactic Linac-Based approach

N. GIAJ-LEVRA¹, U. TEBANO^{1,2}, A. FIORENTINO¹, R. MAZZOLA¹, F. RICCHETTI¹, S. FERSINO¹, G. SICIGNANO¹, S. NACCARATO¹, R. RUGGIERI¹, F. ALONGI¹

¹*Radiation Oncology Division, Sacro Cuore Don Calabria Hospital, Cancer Care Center, Negrar-Verona, Italy*

²*Radiation Oncology Division, University of Padua, Italy*

Aim

Stereotactic radiosurgery (SRS) and Hypofractionated stereotactic radiotherapy (HSRT) are technical approaches able to guarantee high conformity and excellent results in terms of local control and tolerability in brain metastases (BM). Aim of the present preliminary study is to evaluate the feasibility and impact of Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) with Flattening Filter Free (FFF) photon beams approach to hypofractionated treatments in patients with a limited number of brain metastases.

Materials and Methods

From April 2014 to February 2016, 45 patients (23 male and 22 female) with 89 BM were treated with SRS or HSRT and VMAT-FFF approach. Patients eligible showed a number of brain metastases < 5 , size $\leq 30\text{mm}$, Karnosky Performance Status ≥ 80 and a life expectancy over 3 months. All patients were stratified according to Graded Prognostic Assessment (GPA). Dose prescription was assessed according to BM volume and anatomical position (i.e. eloquent area). Median dose prescription was 25Gy in SRS (range 18-25Gy) and 25Gy in HSRT (range 21-35Gy) with a median number of 3 sessions (range 3-5). During treatment, to prevent neurological symptoms, a corticosteroid therapy was prescribed. Patients were evaluated with MRI after 45-60 days by the end of radiation treatment, then every 3 months.

Results

Mean BM number was 2 (range 1-8), median Gross Tumour Volume Brain metastases (GTVBM) and median Planning Target Volume (PTV) were 1.11cc (range 0.01-57.2cc) and 2.96cc (range 0.45-77.45cc), respectively. The median follow-up was 8 months (range 3-25). A good rate of acute toxicity profile was documented. We observed a complete radiological response in 15.3% of BM, a partial response in 36.5%, a stable disease in 28.2% and a BM progression in 5.9%; while in 14.1% of BM, radiological response was not evaluated due to patients' expire and 3 patients (with 4 brain metastases) were lost during follow up. A Central Nervous System progression was reported in 17 patients. No cases of radionecrosis were found during follow up.

Conclusion

VMAT-FFF approach seemed to be well tolerated during preliminary evaluation. We also observed promising results with 80% of response rate and BM control after this radiosurgical and stereotactic hypofractionated linac-based approach. Long follow-up is needed to definitively establish the tolerability and the significant impact of stereotactic treatment using VMAT and FFF in brain metastases setting.

Linac-based extreme hypofractionation for localized prostate cancer with volumetric modulated radiation therapy: preliminary report of a phase ii study

F. Alongi¹, S. Fersino¹, A. Fiorentino¹, R. Mazzola¹, N. Giaj-Levra¹, F. Ricchetti¹, U. Tebano^{1,2}, G. Sicignano¹, S. Naccarato¹, R. Ruggieri¹

¹ *Division of Radiation Oncology, Sacro Cuore Don Calabria Hospital, Negrar (VR)*

Introduction

Extreme hypofractionation, also called stereotactic body radiation therapy (SBRT), in prostate cancer (PC) is a promising radiation treatment that delivers highly conformal doses in a few fractions, typically in 4 or 5 fractions. Aim of the present preliminary analysis of a phase-II prospective study is to evaluate the feasibility and preliminary side effects of SBRT in a cohort of localized PC patients.

Materials and Methods

The study, approved by the Ethical Committee, started on January 2014. Inclusion criteria were: age ≤ 80 years, World Health Organization performance status ≤ 2 , histologically proven prostate adenocarcinoma, low-/intermediate-risk according to D'Amico criteria, no distant metastases, no previous surgery other than transurethral resection of the prostate (TURP), no other malignant tumor in the previous 5 years, a pre-SBRT International Prostatic Symptoms Score (IPSS) ranging between 0 and 7. The SBRT schedule was 35Gy for low risk and 37.5Gy for intermediate-risk PC in 5 fractions, delivered in consecutive days. SBRT was delivered with volumetric-modulated radiation therapy (VMAT). Toxicity assessment was performed according to CTCAE v4.0 scale. Neoadjuvant/concomitant hormonal therapy was prescribed according to risk classification.

Results

At the time of analysis, forty-two patients were recruited in the protocol and treated. Median age was 74 years (range: 63-80) and median follow-up was 16 months (4-24). According to risk-category, 31/42 patients were low- risk and 11/42 were intermediate-risk. Median initial prostate-

specific antigen (PSA) was 6.1 ng/ml (range: 3.4-12.8 ng/ml). Median Gleason score was 6 (6-7). IPSS pre-SBRT was registered for all patients, with a median value of 4 (range: 0-10). All patients completed the treatment as planned. Acute genitourinary (GU) toxicity was: G0 29/42, G1 7/42, G2 6/42. Acute gastrointestinal (GI) toxicity was: G0 36/42, G1 4/42, G2 2/42. No acute toxicities superior or equal to G3 were recorded. Late GU and GI toxicities were mild without severe events: GU-G0 39/42, GU-G1 2/42, GU-G2 1/42; GI-G0 40/42, GI-G1 2/42. At one-year of follow-up, IPSS was recorded in 25/42 patients with a median value of 4.5 (range: 0-18). At the time of analysis, biochemical control was 100%.

Conclusion

Preliminary analysis of this SBRT phase II prospective study for low-intermediate-risk PC proved to be feasible and tolerable. Longer follow-up is needed to assess late toxicity profiles and clinical outcomes.

Phase II trial on SBRT for unresectable Liver Metastases: Long-term outcomes and prognostic factors of survival

T. COMITO¹, C. FRANZESE¹, E. CLERICI¹, A. TOZZI¹, C. IFTODE¹, P. NAVARRIA¹, G. D'AGOSTINO¹, F. DE ROSE¹, D. FRANCESCHINI¹, AM. ASCOLESE¹, L. DI BRINA¹, M. SCORSETTI¹

¹: *Radioterapia, Humanitas Research and Clinical Hospital*

Introduction

The aim of this study was to evaluate long-term efficacy and survival prognostic factors of SBRT for unresectable liver metastases.

Methods and Materials

5 years local control (LC), overall survival (OS), progression free survival (PFS) and toxicity rates were analyzed in patients with unresectable liver metastases enrolled in a Phase II Trial on liver SBRT, with a prescription dose of 75 Gy on 3 consecutive fractions.

Results

Between February 2010 and September 2011, a total of 61 patients with 76 lesions were enrolled in this prospective trial, with a median follow-up time of 1.9 years. One-, three- and five- years LC rates were 94%, 78% and 78 %, respectively, with a median LC of 1.7 years. Median OS was 2.3 years and the survival rates were 83%, 30% and 21% at 1, 3 and 5 years, respectively. Univariate analysis showed two independent positive prognostic factors affecting survival: female sex ($p = 0.012$) and primary tumour ($p = 0.001$). Toxicity was moderate. One patient experienced G3 late chest wall pain, which resolved within 1 year from SBRT. No cases of RILD were detected.

Conclusions

Long-term results of this Phase II study suggest the efficacy and safety of SBRT for unresectable liver metastases also at 5 years of follow-up. Selection of cases with positive prognostic factors may improve long-term survival of these oligometastatic patients and may confirm the role of SBRT as an effective alternative local therapy for liver metastases.

CyberKnife SBRT for Non–Small Cell Lung Cancer using the Monte Carlo algorithm

A. MICALI*, A. BROGNA*, C. SIRAGUSA*, I. BONAPARTE*, M. C. ANGIOCCHI*, F. MIDILI*, E. MONGELLI*, I. IELO*

**U.O.C. di Fisica Sanitaria – A.O.U. Policlinico “G. Martino” - Messina*

Introduction

Non–Small Cell Lung Cancer (NSCLC) is often treated by Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT) using CyberKnife (CK). CK is a frameless image-guided radiosurgical system which delivers highly conformal treatment using a robot-mounted 6 MV compact linear accelerator. In this study, 10 treatment plans of lung tumors were calculated and compared with the two CK dose calculation algorithms: Ray Tracing (RT) and Monte Carlo (MC). MC is indicated as the "gold standard" of dose calculation algorithms. It predicts the absorbed dose by simulating the electron and photons transport and it takes into account the electronic disequilibrium due to tissues heterogeneity.

Materials and Methods

For each patient, a RT plan was computed with CT series (1,5 mm slice thickness) loaded into the TPS. Tumor doses of 60 Gy in 3 fractions or 23 Gy in single fraction were prescribed to primary tumors or metastasis, respectively. The clinical objective was to cover the 95% of the PTV volume with the prescribed dose. Using the same patient data, beam number, directions, weights, and monitor units, each RT plan was also re-calculated using the MC algorithm (1% uncertainty level) and the PTV coverage was evaluated. Finally, each MC plan was re-prescribed in order to reach a PTV coverage = 95% and cDVHs were compared.

Results

In the overall comparison, MC plans with the same prescription isodose of the RT ones, show a PTV coverage always lower than that RT one: V_{100} [98.43-95.08]% vs. [59.46-83.90]% with RT and MC algorithm, respectively. In particular, peripherals lesions show the most considerable

differences while, for central tumors, the PTV coverage reduction is less pronounced. In order to obtain the same PTV coverage of RT plans, MC plans were re-prescribed to a significantly lower prescription isodose. Particularly it decreases from [80-84]% to [64-76]% with a subsequent enhancement of the maximum dose to the target.

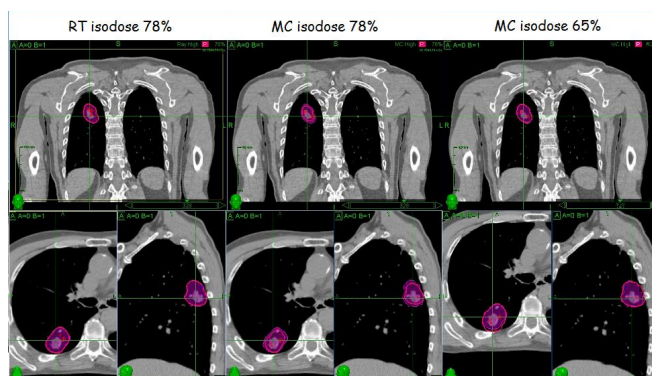


Fig. 2 PTV coverage with RT and MC algorithms

Conclusion

MC method shows a higher accuracy in the dose calculation thanks to the ability to take into account tissues heterogeneity and to simulate the radiation transport within tissues.

Thus, MC algorithm seems to be more suitable in case of NSCLC worthy of SBRT treatment with CK. Dose distributions obtained with the MC method, and the consequent need to operate prescription at lowest isodose in order to ensure a PTV coverage of at least 95%, leave space for further careful clinical evaluations.

Stereotactic Ablative Radiation Therapy for lung oligometastases: predictive parameters of early response by 18FDG-PET/CT

R. MAZZOLA¹, U. TEBANO¹, N. GIAJ-LEVRA¹, A. FIORENTINO¹, F. SERGIO¹, F. RICCHETTI¹, G. SICIGNANO¹, S. NACCARATO¹, R. RUGGIERI¹, F. ALONGI¹

¹*Radiation Oncology Division, Sacro Cuore Don Calabria Cancer Care Center, Negrar-Verona, Italy*

Introduction

Aim: to investigate the role of 18FDG-PET/CT parameters as predictive of early response after Stereotactic Ablative Radiation Therapy (SABR) for oligometastatic lung lesions.

Materials and methods

SABR for lung oligometastases was performed when the following criteria were satisfied: a) controlled primary tumor, b) absence of progressive disease longer than 6 months, c) number of metastatic lesions ≤ 5 . The prescribed total dose varied according to the *risk-adapted dose prescription* with a range of doses between 48-70 Gy given in 3-10 fractions. Inclusion criteria of the current retrospective study were: a) lung oligometastases underwent to SABR, b) for each patient presence of 18-FDG-PET/CT pre- and post-SABR for at least two subsequent evaluations, c) Karnofsky performance status > 80 , d) life-expectancy > 6 months.

The following metabolic parameters were defined semi-quantitatively for each lung lesion: 1) SUV-max, 2) SUV-mean, 3) Metabolic Tumor Volume (MTV), 4) Total Lesional Glycolysis (TLG).

Results

From January 2012 to November 2015 fifty patients for a total of seventy lung metastatic lesions met the inclusion criteria of the present analysis. Pre-SABR, median SUV-max was 6.5 (range: 4 - 17), median SUV-mean was 3.7 (2.5 - 6.5), median MTV was 2.3 cc (0.2 - 31 cc). For patients with in-field disease progression median TLG was 17.4 (2 - 52.8), for the remaining patients the median value was 170.6 (0.5 - 171). For pre-SABR SUV-max ≥ 5 a progression/stable metastasis was noted

in 88% of cases, while a complete response was observed in 94% of cases for pre-SABR SUV-max < 5 ($p < 0.001$, Sensitivity = 88%, Specificity = 94%). A pre-SABR SUV-mean < 3.5 was related to complete response at 6 months after SABR ($p = 0.03$, Sensitivity = 31%, Specificity = 34%, AUC = 0.32). In cases of in-field failure, a pre-SABR SUV-max > 8 was related to a higher absolute value increase of SUV-max at 6 months of follow up comparing to pre-SABR SUV-max < 8 ($p = 0.005$). Delta SUV max 3-6 months was +126% for lesions with in-field progression versus -26% for the remaining (p-value 0.002). Delta SUV-mean 3-6 months was +15% for lesions with in-field progression versus for the remaining metastases (p-value 0.008). Finally, 86% of patients with local failure had distant progression versus only 19% in cases without local failure ($p = 0.004$).

Conclusion

According to current findings, pre-SABR SUV max and mean seem to predict early response in lung SABR for oligometastases.

The role of Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT) in the therapeutic management of isolated metastases from different primitive tumors: a single-institution experience

A. LANCIA, G. INGROSSO, A. CAROSI, E. GIUDICE, S. CICHETTI, P. MORELLI, C. BRUNI, D. DI CRISTINO, A. MURGIA, A. CANCELLI, I. TURTURICI, A. IADEVAIA, R.SANTONI

Department of Diagnostic Imaging, Molecular Imaging, Interventional Radiology and Radiotherapy, Tor Vergata University Hospital, Rome, Italy

Introduction

The oligometastatic state identifies a subset of patients who might be amenable to curative therapy. In this specific group of patients, Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT) has been shown to reach high levels of local tumor control through the delivery of high doses of radiation in few fractions, without the development of significant toxicity. Any meaningful improvement in survival remains debatable.

Materials & Methods

From July 2007 to March 2016, 78 patients were treated at our Department with Stereotactic Radiotherapy for isolated body metastasis. The most frequent primary tumor was prostate cancer (28.2%), followed by colorectal cancer (23.1%), and lung cancer (20.5%). All patients received a radical treatment to the primary tumor site. Median time from primary tumor treatment to SBRT for oligometastatic disease was 30.3 months (range 1.07-232.3). No patient had synchronous metastases at the time of SBRT. Median age at diagnosis of oligometastatic disease was 70 years (range 47-88). Median Karnofsky Performance Status (KPS) was 90 (range 70-100). Patients were also evaluated in terms of Charlson Comorbidity Score (CCS). The most used SBRT dose

fractionation schemes were 40 Gy in 5 fractions and 35 Gy in 5 fractions. Overall Survival (OS), Cancer-Specific Survival (CSS), and Local Control (LC) were calculated from the end date of SBRT to the end of follow-up; Progression-Free Survival (PFS) was calculated from the end date of SBRT to the first clinical progression. Treatment related toxicity was evaluated using the CTCAE version 4.0.

Results

Median follow-up was 22.68 months (range 1.9-95.73). One year and 2 years LC were 91% and 89%, respectively. Thirty-one patients (39.7%) were free from local and systemic progression: one and 2-year PFS were 85% and 72%, respectively. CSS at one year was 93% and it was 85% at two years. One and 2-year OS were 92% and 82%, respectively. At the univariate analysis, we found that KPS was a statistically significant prognostic factor for OS, PFS($p=0.00$ for both) and CCS ($p=0.17$). OS was also influenced by the primitive tumor ($p=0.006$). 8 (10.2%) patients developed acute toxicity ≥ 2 , while 5 patients (6.4%) developed late toxicity ≥ 2 .

Conclusion

SBRT is a safe and effective management option for the control of oligometastatic disease. This therapeutic approach can have an important role in delaying disease progression. Toxicity seems to be moderate in most cases.

The role of Stereotactic body Radiotherapy (SBRT) in Oligorecurrent and in Oligoprogressive prostate cancer (PC): a multi-institutional study

L. TRIGGIANI¹, P. GHIRARDELLI¹, A. BRUNI², F. ALONGI³, A. MAGLI⁴, A. BONETTA⁵, B. DETTI⁶, G. INGROSSO⁷, F. TRIPPA⁸, P. BORGHETTI¹, R. D'ANGELILLO⁹, R. SANTONI⁷, L. LIVI⁶, M. BUGLIONE¹

¹*Istituto del Radio, Spedali Civili, Università di Brescia*

²*U.O. Radioterapia Oncologica, AOU Policlinico di Modena, Modena*

³*S.C. Radioterapia Oncologica, Ospedale Sacro Cuore Don Calabria, Negrar (Vr)*

⁴*S.O.C. di Radioterapia Oncologica, Ospedale Santa Maria della Misericordia, Udine*

⁵*U.O. Radioterapia, Ospedale di Cremona, Cremona*

⁶*SODc Radioterapia Oncologica, DAI Oncologia, A.O.U Careggi, Università di Firenze*

⁷*U.O.C. di Radioterapia, Policlinico Tor Vergata, Università di Roma2*

⁸*U.O. Radioterapia, Ospedale Santa Maria Terni, Terni*

⁹*Campus Biomedico, Roma*

Introduction

SBRT is a safe and effective treatment which could postpone androgen deprivation therapy (ADT) in oligorecurrent PC. Despite that, in literature there is a lack of data about the role of SBRT in patients (pts) with oligoprogressive castrate resistant PC (oligo-CRPC). Our aim is to assess the feasibility and efficacy of SBRT in the treatment of oligorecurrent PC in terms of biochemical progression-free survival (BPFS) and ADT-free survival (ADT-FS) and also in pts with oligo-

CRPC, in terms of distant progression free survival (DPFS) and second line systemic-treatment-free survival (STFS).

Materials and Methods

non-castrate pts with oligorecurrent disease detected with Choline-PET or CT+Scintigraphy following biochemical recurrence were treated with SBRT. BPFS and ADT-FS were the primary endpoint. Secondary endpoints were local control and toxicity. On the other hand, oligo-CRPC pts detected with choline-PET or CT+scintigraphy after PSA rise during ADT were enrolled in the analysis. Primary endpoint were DPFS and STFS. Univariate analysis was performed in order to assess factors influencing outcome in both categories.

Results

100 pts with oligorecurrent PC (139 lesions; lymph nodes 84.2%, bones 15.8%) were treated from 03/2010 to 02/2016. After a median follow up of 20.4 months, 1yr- and 2yrs-BPFS were 58.1% and 38.3%. 15 pts underwent a second course of SBRT for a further oligoprogression: this result in a median ADT-FS of 20.9 months with 1-, 2-, 3-yrs ADT-FS of 67.4%, 47.3% and 31%. At univariate analysis, low PSA-DT is related with a worse ADT-FS. LC rate was 88,2% at two years. No G3 toxicity was reported. 41 pts with oligo-CRPC (70 lesions) were treated from 01/2010 to 04/2016. After a median follow up of 23.43 months, 1yr- and 2yrs-DPFS were 43.2% and 21.6% with a median DPFS of 11 months. 10 pts underwent a second course of SBRT. At the time of analysis, 20 patients had started systemic treatment (10 pts with Abiraterone or Enzalutamide and 10 pts with Docetaxel): median STFS was 22 months with 1-, 2-, 3-yrs STFS of 74.8%, 41.3% and 29.5%. No significant correlations were found at univariate analysis. No toxicity was registered.

Conclusions

SBRT for oligorecurrent PC is an effective treatment and postpones palliative ADT for almost 2 yrs without toxicity. SBRT has proven effective even in oligoprogressive CRPC with a capacity to delay the start of systemic second line therapies for almost 2 yrs.

