

 Azienda Ospedaliera Ospedale Niguarda Ca' Granda Servizio di Fisica Sanitaria Tel. 64443086 Fax 64442904 P.zza Ospedale Maggiore 3 20162 Milano	Modalità di effettuazione della Total Body Irradiation <i>(T.B.I.)</i>	Istruzione di lavoro <u>ITBI1</u> Versione 1.4 del 27.04.2006 Elaborazione: Stefano De Crescenzo Modifica: Marco Minella Approvazione: Guido Pedroli Pag. 1 di 5
--	---	--

La presente istruzione di lavoro e la modulistica ad essa associata è di norma conservata presso:

- Il Servizio di Radioterapia nella sala comandi dell'acceleratore Varian Clinac 2100 nell'apposito contenitore;
- Il Servizio di Fisica Sanitaria presso il Dirigente Fisico di U.O.;
- Il Servizio di Fisica Sanitaria presso il Dirigente Fisico responsabile dell'attività svolta in Radioterapia.



Indice

1. Definizioni.....	2
2. Avvertenze generali.....	2
3. Materiale occorrente.....	2
4. Verifiche preliminari.....	2
5. Condizioni di irradiazione del fantoccio e del paziente	2
6. Pianificazione del lavoro.....	2
7. Istruzioni per la taratura dei diodi in AP.....	3
8. Istruzioni per la taratura dei diodi in PA.....	3
9. Modalità di calcolo della dose all'emispessore del fantoccio e delle U.M. da erogare nel trattamento (I Frazione).....	4
10. Modalità di calcolo della dose all'emispessore del fantoccio e delle U.M. da erogare nel trattamento (Frazioni successive alla prima).....	4
11. Predisposizione ed effettuazione della misura sul paziente (frazione del mattino e del pomeriggio), valutazione dei risultati ottenuti.....	5

1. Definizioni

- K_{pt} : coefficiente di correzione della lettura della ionizzazione prodotta all'interno della camera per pressione e temperatura: può essere letto sulla apposita tabella all'interno della sala di trattamento utilizzando il termometro e il barometro in essa collocati;
- N_d : fattore di taratura (Gy/nC) della camera di ionizzazione utilizzata.

2. Avvertenze generali

Le istruzioni di lavoro descritte in questa sede presuppongono i seguenti elementi:

- conoscenza delle modalità di utilizzo della strumentazione necessaria per l'effettuazione di misure radiometriche in vivo;
- che sia stata eseguita con esito positivo la procedura di "morning checkout" dell'acceleratore Varian Clinac 2100.

3. Materiale occorrente

- ☐ lastre di RW3 in numero adeguato (18 + Inserto porta camera);
- ☐ camera di ionizzazione **M23331-415** ed elettronica a corredo: Unidos;
- ☐ Sistema Scanditronix per dosimetria in vivo (diodi EDE5, azzurri);
- ☐ Inserto di RW3 per camera da 1 cc.

4. Verifiche preliminari

- ☐ Alimentare entrambi i sistemi di misura (Camera di ionizzazione + elettrometro e sistema per dosimetria in vivo);
- ☐ Annotare generalità del paziente, spessore addominale e prescrizioni dosimetriche nel modulo MTBI1.

5. Condizioni di irradiazione del fantoccio e del paziente

- ✓ distanza del lettino di trattamento TBI dalla sorgente pari a circa 3.9 metri;
- ✓ angolo di rotazione della testata: 90°;
- ✓ dimensioni del campo: 40 x 40 cm²;
- ✓ angolo di rotazione dei collimatori: 45°;
- ✓ centro del fantoccio coincidente con il centro del reticolo di campo;
- ✓ portaccessori agganciato alla testata;
- ✓ lastra di plexiglas da 25 mm posizionata immediatamente davanti al lettino di trattamento TBI;
- ✓ Fotoni da 15 MV, Dose rate **160 UM/minuto**

6. Pianificazione del lavoro

La sequenza logica delle operazioni da eseguirsi è così riassunta:

1. determinazione o conferma (se invariati) dei coefficienti di taratura dei diodi in ingresso e contestuale determinazione delle U.M. da erogarsi nella prima frazione attraverso la stima della dose all'emispessore addominale del paziente, utilizzando i valori di trasmissione riportati in Tab. 1 (ottenuti sperimentalmente in fantoccio solido in condizioni di TBI);
2. eventuale verifica dei coefficienti correttivi da applicare per i diodi in uscita;
3. posizionamento dei diodi sul paziente e irradiazione del paziente in AP e successivamente in PA;
4. valutazione dei risultati e programmazione dell'obiettivo dosimetrico dei trattamenti successivi sulla base dei valori ottenuti dalla dosimetria in vivo.

Di norma lo stesso fisico segue l'intera TBI in tutte le sedute. La determinazione o la verifica dei coefficienti di taratura dei



Azienda Ospedaliera
Ospedale Niguarda Ca' Granda
Servizio di Fisica Sanitaria
Tel. 64443086 Fax 64442904
P.zza Ospedale Maggiore 3
20162 Milano

Modalità di effettuazione della Total Body Irradiation

(T.B.I.)

Istruzione di lavoro ITBI1

Versione 1.4 del 27.04.2006

Elaborazione: Stefano De Crescenzo

Modifica: Marco Minella

Approvazione: Guido Pedrolì

Pag. 3 di 5

diodi in ingresso va effettuata in ognuna delle tre mattine in cui avviene l'irradiazione del paziente e per tutti i diodi disponibili.

- ✓ Nel caso in cui i valori assoluti degli scarti tra i fattori di taratura determinati ogni mattina siano **minori o uguali** al 3 % rispetto a quelli misurati la mattina precedente non è necessaria alcuna modifica ai fattori di taratura e non è necessario verificare i fattori di taratura in uscita: in tal caso riportare sul modulo MTBI1 gli scarti verificati;
- ✓ Nel caso in cui i valori assoluti degli scarti tra i fattori di taratura determinati in ingresso ogni mattina **siano maggiori** del 3 % rispetto a quelli misurati la mattina precedente vanno ripetute le operazioni di taratura dei diodi sia in ingresso che in uscita: in tal caso riportare sul modulo MTBI1 i nuovi valori dei coefficienti di taratura.

Il rendimento (U.M./Gy all'emispessore addominale) e le U.M. da erogare nella **prima frazione** si calcolano sulla base di:

- la misura sperimentale di dose effettuata con camera di ionizzazione ai fini della determinazione dei coefficienti di taratura dei diodi in ingresso utilizzando un fantoccio di polistirene di spessore complessivo pari a 20 cm;
- i valori di trasmissione riportati in tabella 1 ottenuti sperimentalmente in fantoccio solido di polistirene in condizioni di TBI
- 1/12 dell'obiettivo dosimetrico totale all'emispessore addominale per la emifrazione AP e di 1/12 dell'obiettivo dosimetrico totale all'emispessore addominale per l'emifrazione PA;

Il rendimento (U.M./Gy all'emispessore addominale) relativo alla i-esima frazione successiva alla prima va calcolato come rapporto tra la somma delle U.M. erogate in AP e PA e la dose totale accumulata all'emispessore addominale in AP e PA sino alla frazione precedente. Le U.M. da erogarsi nelle frazioni successive alla prima vengono quindi calcolate in modo tale da ripartire sulla/e rimanente/i frazioni la dose necessaria al raggiungimento dell'obiettivo dosimetrico all'emispessore addominale prescritto.

Nel caso si sospetti il malfunzionamento di uno o più diodi si devono ripetere le determinazioni dei fattori di taratura.

Al termine della irradiazione della mattina, non spegnere il sistema Scanditronix per la dosimetria in vivo.

Il calcolo della dose può essere effettuato tramite il File excel "aaTBIInn" in cui aa è l'identificativo dell'anno in cui la TBI è eseguita, nn è l'identificativo del fisico che segue il trattamento.

7. Istruzioni per la taratura dei diodi in AP

Costruire un fantoccio di RW3 di spessore complessivo pari a 20 cm in modo che alla sua superficie sia posizionato l'inserto per la camera da 1 cc contenente la camera di ionizzazione; applicare i diodi in corrispondenza dei reperi utilizzando il biadesivo; curare che l'inserto sia in superficie (in tale modo l'asse della camera si troverà a 0.7 cm di profondità nel fantoccio) e a contatto con la lastra di plexiglas posizionata davanti al lettino di trattamento.

Selezionare il set di misura TBI CAL

Irradiare il fantoccio in condizioni TBI con 1000 UM (160 UM/min).

Calcolare la dose in acqua in ingresso $D_{w,in}$ a 0.7 cm di profondità nel fantoccio, utilizzando la seguente relazione **valida per la camera M23331-415**:

$$D_{w,in} [Gy] = \text{Lettura Unidos } [nC] \times 0.0267 \times 1.083 \times 1.049 \times K_p = \text{Lettura Unidos } (nC) \times 0.03033 \times K_p$$

annotare il valore misurato sul modulo MTBI1.

Calcolare i rapporti tra le dosi misurate dai semiconduttori e la dose calcolata con camera a ionizzazione e annotarli sul modulo MTBI1

8. Istruzioni per la verifica dei coefficienti correttivi per i diodi in uscita

Spostare l'inserto portacamera all'uscita del fantoccio in modo che sia rivolto verso la parete più prossima al lettino TBI; in tali condizioni l'asse della camera si trova a 0.7 cm di profondità rispetto al punto di uscita del fascio dal fantoccio.

Verificare che il set di semiconduttori selezionato sia "TBI test OUT"

Irradiare il fantoccio in condizioni TBI con 1000 UM (160 UM/min).

Calcolare la dose in acqua in uscita $D_{w,ex}$ a 0.7 cm di profondità in uscita dal fantoccio, utilizzando la seguente relazione **valida per la camera M23331-415**:

$$D_{w,ex} [Gy] = \text{Lettura Unidos } [nC] \times 0.0267 \times 1.083 \times 1.049 \times K_p = \text{Lettura Unidos } (nC) \times 0.03033 \times K_p;$$



Azienda Ospedaliera
Ospedale Niguarda Ca' Granda
Servizio di Fisica Sanitaria
Tel. 64443086 Fax 64442904
P.zza Ospedale Maggiore 3
20162 Milano

Modalità di effettuazione della Total Body Irradiation

(T.B.I.)

Istruzione di lavoro ITBI1

Versione 1.4 del 27.04.2006

Elaborazione: Stefano De Crescenzo

Modifica: Marco Minella

Approvazione: Guido Pedrolì

Pag. 4 di 5

annotare i valori misurati sul modulo MTBI1.

9. Modalità di calcolo della dose all'emispessore del fantoccio e delle U.M. da erogare nel trattamento (I Frazione)

Calcolare la dose all'emispessore attraverso la relazione

$$D_{emi} = \frac{D_{w,in} \times T}{100}$$

in cui T rappresenta la trasmissione alla profondità richiesta (emispessore addominale) ricavabile dalla tabella 1. Nel caso siano necessarie trasmissioni a spessori intermedi, superiori e inferiori interpolare linearmente tra i due spessori prossimi a quello richiesto

Tabella 1: trasmissioni in condizioni di TBI (X 15 MV, Debit 100 UM/min)

Profondità (cm)	Trasmissione %
0.7	100
8	84.4
9	82.5
10	80.4
11	78.3
12	76.3
19.3	61.9

Calcolare le U.M./Gy all'emispessore addominale nel primo emifrazionamento attraverso la relazione:

$$U.M./Gy_1 = \frac{1000}{D_{emi}}$$

e le U.M. da erogare nel primo emifrazionamento attraverso la relazione

$$U.M._1 = U.M./Gy_1 \times D_p$$

in cui D_p rappresenta la dose prescritta per il frazionamento; annotare i valori misurati sul modulo MTBI2

10. Modalità di calcolo della dose all'emispessore del fantoccio e delle U.M. da erogare nel trattamento (Frazioni successive alla prima)

Calcolare le U.M./Gy all'emispessore addominale negli *i-esimi* frazionamenti successivi attraverso la relazione:

$$U.M./Gy_i = \frac{\sum_{k=1}^{i-1} U.M._k}{\sum_{k=1}^{i-1} D_k}$$

in cui il numeratore rappresenta la somma delle Unità Monitor erogate sino al frazionamento precedente in AP e PA e il denominatore rappresenta la dose accumulata sino al frazionamento precedente in AP e PA.

Calcolare le U.M. da erogare negli *i-esimi* emifrazionamenti successivi attraverso la relazione

$$U.M._i = U.M./Gy_i \times \frac{(D_T - D_{i-1})}{2 \times (7 - i)}$$

in cui D_T rappresenta la dose prescritta all'emispessore addominale per l'intera TBI, D_{i-1} rappresenta la dose totale accumulata all'emispessore addominale sino al frazionamento precedente; annotare i valori misurati sul modulo MTBI2

E' possibile che calcolando le U.M. da erogarsi sulla base della prescrizione all'emispessore addominale, non vengano rispettate le prescrizioni dosimetriche su cranio e polmone: è possibile ovviare a tale inconveniente con opportune compensazioni basate sull'aggiunta di spessori di plexiglas in corrispondenza del cranio, aggiunta di spessori di Pb di 1 mm sulle schermature del polmone, effettuazione di parte dell'ultima frazione senza schermi di Cerrobend.



11. Predisposizione ed effettuazione della misura sul paziente (frazione del mattino e del pomeriggio), valutazione dei risultati ottenuti

Ai fini della verifica degli obiettivi dosimetrici, devono essere valutate di norma le dosi assorbite dai seguenti distretti anatomici di interesse:

- ❑ **Emispessore addominale** attraverso il posizionamento di un diodo in corrispondenza dell'ombelico e di un diodo in corrispondenza del sacro;
- ❑ **Emispessore cranico** attraverso il posizionamento di un diodo in corrispondenza della fronte e di un diodo in corrispondenza dell'occipite;
- ❑ **Emispessore polmonare** attraverso il posizionamento di due diodi sull'emitorace anteriore e posteriore sinistro in corrispondenza del campo medio polmonare; in questo caso la valutazione è relativa alla parte del polmone schermata dalle sagome in cerrobend predisposte dal servizio di radioterapia al fine di garantire l'obiettivo dosimetrico specifico.

Deve inoltre essere valutato il rate medio R_m (cGy/min) calcolato attraverso la relazione

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{D_i}{\Delta t_i}}{6}$$
 in cui D_i rappresenta la dose all'emispessore addominale relativa alla i-esima frazione e Δt_i rappresenta il tempo (minuti) intercorrente tra l'erogazione della prima e dell'ultima U.M. relativa nella i-esima frazione

A tale scopo verificare che:

- ✓ il set di diodi selezionato sia il **n. 1, nella frazione AP**;
- ✓ il set di diodi selezionato sia il **n. 2, nella frazione PA**;
- ✓ le braccia del paziente siano entrambe coperte dalla lastra di plexiglas;
- ✓ il paziente sia completamente contenuto nel campo radiante;
- ✓ i diodi siano posizionati sul paziente in posizioni contrapposte, ma senza schermarsi;
- ✓ i diodi sul polmone siano coperti dalla proiezione dello schermo di cerrobend.

Azzerare e resettare i diodi prima di ogni irradiazione sul paziente e procedere all'irradiazione in AP e PA.

Devono essere utilizzati 6 diodi, (di norma canali 1,2,3, 6,9,10) mentre i due diodi restanti vanno utilizzati per una eventuale riserva in caso di necessità.

Al termine dell'irradiazione per la verifica della correttezza del posizionamento delle sagome per la protezione dei polmoni effettuare le verifiche previste dal modulo MTBI2 e annotarne l'esito.

Al termine delle irradiazioni in AP e PA annotare tutti i valori misurati, le U.M. erogate ed eventuali osservazioni sul modulo MTBI2.

La dose all'emispessore per ogni distretto anatomico di interesse viene calcolata attraverso la relazione:

$$D_{emi} = \left(\frac{D_{w,in} + D_{w,ex}}{2} \right) \times F$$

In cui F rappresenta il fattore di correzione per la temperatura, pari a 0.982

Il calcolo della dose all'emispessore può essere effettuato utilizzando il file excel "aaTBInn"

Gli obiettivi dosimetrici vengono considerati raggiunti laddove il valore assoluto dello scarto tra i valori di dose totale misurata e gli obiettivi prescritti sia inferiore al 5%.

Al termine della terapia va inoltrato al dirigente dell'U.O. di radioterapia il modello MTBI3 contenente le valutazioni dosimetriche complessive e parziali effettuate.