

半導体線量計を用いた寝台移動方式全身照射の線量推定の検討

福島県立医科大学附属病院 放射線部 ○原田 正紘(Masahiro Harata)

岡 善隆 高野 基信 山田 絵里佳 宮岡 裕一 佐川 友哉 星 佑樹

【背景・目的】

全身照射(以下、TBI)は白血病等の血液疾患患者に対して骨髄移植前に普遍的に行われている治療であり、施設毎に様々な方法で行われている。当院では以前よりLong SSD法で行っていたが、2016年にX線全身照射寝台(以下、寝台)を導入し寝台移動法のTBI(Fig.1)を行っている。当院保有の治療計画装置では寝台移動法のTBIの治療計画を立案することができないため、均質な組織等価ファントムの実測によって適した照射条件を決定し治療を行っている。しかし、人体の組成や形状は均一ではなく投与線量と処方線量の乖離が懸念されるためin vivoにおける線量測定で確認する必要がある。そこで本検討は、in vivo線量測定に向けた取り組みとして寝台移動法TBIの線量推定を行うことを目的とした。

【使用機器・装置】

X線全身照射寝台	:YT-1(吉田電材工業社)
患者線量モニタリングシステム	:IVD2(SUN NUCLEAR社)
半導体検出器	:QED検出器 (SUN NUCLEAR社)
指頭型電離箱線量計	:PTW30013(PTW社)
電位計	:RAMTEC DUO (東洋メディック社)
組織等価ファントム	:タフウォーターファントムWD型 タフボーンファントム皮質骨用 タフラングファントムLP型 (京都科学社)

【方法】

当院の寝台移動法TBIの共通条件を以下に示す。

Energy	:6[MV]
Gantry Angle	:0[°]
Dose Rate	:300[MU/min]
Field Size	:40[cm](G-T方向) 15[cm](R-L方向)

1) 寝台上に設置したタフウォーターファントムで作成した

均質ファントムの入射面と射出面にQED検出器(以下、QED)を2個ずつ配置し、中心に指頭型電離箱線量計(以下、Famer)を挿入した(Fig.2)。ファントム厚を12, 20, 32[cm]と変えて、中心線量が100[cGy]になるテーブルスピードを用いて照射した。

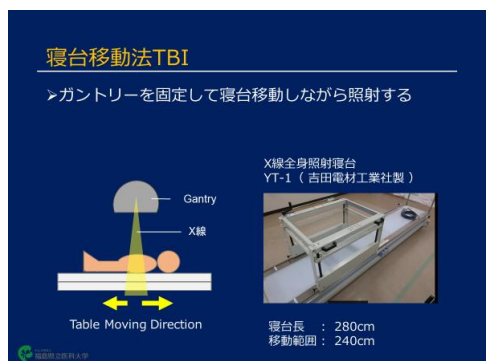


Fig.1 寝台移動法TBIとX線全身照射寝台



Fig.2 キャリブレーションファクター測定時のジオメトリと照射条件

2) 1)の測定結果から各QEDのキャリブレーションファクター(以下、CF)を下式のように算出した。

$$CF[\text{cGy/nC}] = D_{\text{Farmer}} / M_{\text{QED}}$$

D_{Farmer} : Farmerを用いて測定したファントム中心の吸収線量[cGy]

M_{QED} : IVD2の読み値[nC]

各ファントム厚のCFから線形近似により近似CFを算出した。

- 3) ファントム厚の中心推定線量(以下、 D_{IVD2})を近似CFを用いて算出し、Farmerを用いた実測値(以下、 D_{Farmer})との比較を行った。
- 4) タフウォーターファントム、タフボーンファントム、タフリングファントムを用いて縦郭を模擬した厚さ20[cm]の不均質ファントムを作成した(Fig.3)。1)と同様にQEDとFarmerを設置し測定を行い D_{IVD2} と D_{Farmer} の比較を行った。
- 5) 遮蔽用の鉛ブロックをQEDとFarmerを遮蔽するように配置し1)と同様に測定を行い、 D_{IVD2} と D_{Farmer} の比較を行った(Fig.4)。



Fig.3 不均質ファントムの組成と照射条件

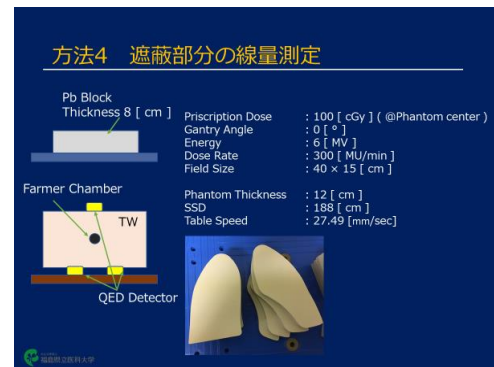


Fig.4 肺遮蔽用鉛ブロックと照射条件

【結果】

- 1) 各QEDのCFはファントム厚が変わることによってほぼ直線的な変化をした(Fig.5)。
- 2) 均質ファントムの線量測定における D_{IVD2} と D_{Farmer} の相違はファントム厚12, 20, 32[cm]において、-0.86, 1.34, -0.57[%]であった。
- 3) 不均質ファントムの線量測定における D_{IVD2} と D_{Farmer} の相違は5.65[%]であった。
- 4) 遮蔽部分の線量測定における D_{IVD2} と D_{Farmer} の相違は1.97[%]であった。

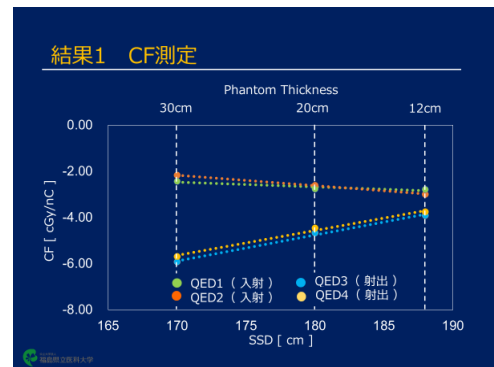


Fig.5各QEDのCF

【考察】

CFはファントム表面に貼り付けたQEDで測定した電荷とファントム中心の吸収線量を関連付けている。そのため、CF測定時の照射条件から逸脱することで推定線量と実測の相違が大きくなると考えられる。不均質ファントムの測定では均質ファントムで測定したCF測定時とファントム内の減弱が異なっているため、推定線量と中心線量の相違が大きくなった要因であると考えられる。不均質な測定対象の測定の際に物理的な厚さではなく減弱を考慮した実効体厚相当のCFを用いることでファントム内の減弱を考慮することができ推定線量と中心線量の相違を小さくすることができると思われる。

【結論】

IVD2を用いた寝台移動法TBIの線量推定は均質ファントムと遮蔽部分においては良好であったが、不均質ファントムにおいては更なる検討が必要であった。