

小照射野におけるガラス線量計を用いた線量評価

福島県立大学医学部附属病院放射線部 ○三瓶 司 (Sampei Tsukasa)
岡 善隆

【背景】

近年、定位放射線治療や強度変調放射線治療など病巣に対し、局所に絞った照射を行う高精度な放射線治療が普及しつつある。2017年当院において、TrueBeam STx (Varian)を臨床稼働し、より高精度な放射線治療が可能となった。しかしながら、それらで用いられる小照射野においては、標準的な測定手法が確立されているとは言い難く施設ごとに異なっているのが現状である。荒木ら¹⁾の先行報告では、ガラス線量計を用いたナロービームにおける線量評価には有用とされているが、絶対線量評価のデータはないことや、FFFのビームを用いてないことが懸念される。

【目的】

ガラス線量計を用いて小照射野における出力係数および絶対線量について検討した。

【方法】

1. 出力係数

放射線治療装置TrueBeam STxを用いてガントリー角度0°で寝台上に設置したタフウォーター(京都科学)の中心にガラス線量計(GD-302M)を配置し、250MU照射した。ガラス線量計は、ガラス線量計リーダー(FGD-1000)、読み取りマガジン(FGD-M151)を用いて読み取りを行った。また、照射条件は、エネルギー:10MV-FFF-X線、照射野サイズ:100 mm×100 mm、Cone(BLAINLAB)サイズ:φ5~30 mm(9種類)、SSD:90 cm、STD:100 cm、測定回数:2回とし、各Coneサイズの出力係数は、TRS-483に則り、照射野サイズ:100 mm×100 mmの出力に対する比で出力係数を算出した。また、同様の条件でGAFCHROMIC EBT3(ASHLAND)も実施した。

2. 絶対線量

臨床を想定し、Ray Station Ver6.2 (Ray Search Laboratories)上でConeサイズφ5、15、30 mmの三種類でアイソセンターに対して5 Gy処方となるように治療計画を立案し、治療計画線量と絶対線量の比較を行った。照射条件は、エネルギー:10MV-FFF-X線、照射法:3 Arc、Couch、10、90、350°、SSD:90 cm、STD:100 cm、測定回数:2回とした。ファントムは、球形ファントム(タイセイメディカル)を用いた。また、絶対線量の算出としては、以下の算出式①を用いた。なお、絶対線量を算出する上でガラス線量計素子による不確かさは、0.49%である。

$$D_{GD} = M_{GD} \times DMU \times K_{Phantom} \times K_{Glass} \times K_{Energy} \times K_{Read} \dots \textcircled{1}$$

M_{GD} : ガラス線量計の読み取り値

DMU : モニタ設定単位当たりの基準深吸収線量

$K_{Phantom}$: ファントム補正係数

K_{Glass} : ガラス線量計素子補正係数

K_{Energy} : エネルギー補正係数 (C_{060} を1とした)

K_{Read} : 読み取り位置補正係数

【結果】

1. 出力係数

EBT3、GDにおける出力係数は、Fig.1にて示す。Coneサイズが12.5 mm以上では、EBT3の出力係数を基準とした場合のGDの出力係数の相違は、±3.0%以内とEBT3の挙動と同様の結果を呈した。しかし、12.5 mm未満のConeサイズでは、EBT3に対する相違がConeサイズ小さくなるごとに大きくなる傾向を示し、Coneサイズ10 mm/-4.1%、7.5 mm/-8.4%、5 mm/-18%だった。

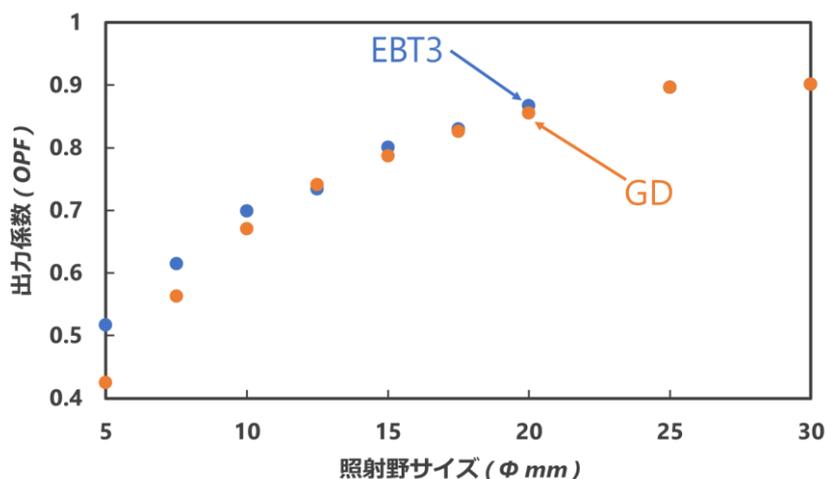


Fig.1 出力係数

2. 絶対線量

治療計画線量を基準とした場合の絶対線量の相違を算出したところ、Coneサイズφ 30 mm/-13%、φ 15 mm/-14%、φ 5 mm/-27%となりすべてのConeサイズで過小評価となった。また、Coneサイズが最小サイズの5 mmの時に顕著であった。

【考察】

1. 出力係数

10 mm以下のConeサイズでEBT3に対しガラス線量計の出力係数が過小評価となった原因として、①幾何学的なミスアライメントに起因するもの、②ガラス線量計の有感体積に起因するものとする。今回用いたガラス線量計の蛍光読取は6.0 mm幅であり、蛍光読取幅内には、均一に照射されている必要があると考えているため、Table 1に示した各ConeサイズにおけるD95%領域長から、Coneサイズ10 mm以下では、D95%領域長が蛍光読取幅6.0 mm以下であり過小評価となったと考える。そこで、追加検討で高線量読み取り(蛍光読取φ 0.6 mm)を用いて同条件にて測定、検討したところ、Coneサイズ5 mmにおいてもEBT3との相違が3%以内である傾向を確認したため、高線量読み取りを用いることで有感体積の影響を最小化できる可能性があるとする。

Table 1 治療計画上の線量分布におけるD95%領域長

Coneサイズ (Φ mm)	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	25	30
D95%領域長 (Φ mm)	1.5	3.2	5.1	6.9	8.7	11	13	17	21

2. 絶対線量

計画線量と絶対線量の相違が各Coneサイズにおいて-10%以上と大きく乖離した詳細な原因は不明であるが、①ミスアライメント(ファントム設置精度など)、②放射線治療装置精度(治療寝台回転精度など)、③治療計画装置精度(出力係数登録値など)によるわずかな不確かさが結果に大きく影響したのではないかと考える。今後臨床評価に向け、さらなる検討の余地があるとする。

【結語】

小照射野におけるガラス線量計の出力係数、絶対線量の検討を行った。ガラス線量計を用いた小照射野の測定は、課題が山積しているが、絶対線量検証の一端を担うツールとして利用できる可能性がある。

【参考文献・図書】

- 1) 荒木不次雄、他: 蛍光ガラス線量計を用いたナロービームにおける線量の高度評価に関する研究報告. 日放技学誌60(7).939-947.2004.