

蛍光ガラス線量計を用いたCone Beam CTの線量測定の有用性

福島県立医科大学附属病院 放射線部 ○内沼 良人(Uchinuma Ryoto)

宮岡 裕一 岡 善隆 高野 基信

【背景】

近年、強度変調放射線治療や定位放射線治療等の高精度治療が普遍的に行われつつあり、位置照合にCone Beam CT(CBCT)を用いることが増加している。平成31年3月の医療法施行規則改定に伴い、CBCTは対象ではないが必要に応じて被ばく線量の管理及び記録が求められることから、画像誘導放射線治療(IGRT)に伴う被ばく線量を把握する意義は大きい。

また、放射線治療品質管理機構の地域連携支援活動で、線量測定に関わる品質管理の均てん化のための地域協力体制を構築することが目標として掲げられており、福島県放射線治療実施機関においても線量測定体制の構築が進んでいる現状にある。線量測定体制の構築にあたりCBCTの被ばく線量測定は電離箱線量によるCTDI_wにより評価することが普遍的ではあるが、機器の取り扱いが煩雑、測定技術や時間を要する、線量測定機器やファントムを全施設が保有しているとは言い難いといった様々な問題がある。

現在、医用原子力技術研究振興財団による治療用照射装置(X線)の出力線量測定は、蛍光ガラス線量計を用いた出力測定が行われており、CBCTの線量測定において蛍光ガラス線量計が用いられないかと考えた。

【目的】

蛍光ガラス線量計と他の線量測定器を用いkV-CBCTの線量測定(CTDI_w)を測定し比較することで蛍光ガラス線量計の有用性を検討する。

【使用機器】

放射線治療シミュレータ	Clinac iX On-Board Imager	Varian
蛍光ガラス線量計	GD-352M rod No. FD700627-2	AGCテクノグラス
読み取りリーダー	FDG-1000	AGCテクノグラス
X線アナライザ	ACCU-GOLD+	Radcal
電離箱線量計	10X6-3CT型CTDI用チェンバ	Radcal
X線アナライザ	Piranha	RTI
半導体検出器	CT Dose Profiler	RTI
ファントム	CTDI Phantom (φ 32 cm)	
ガラス線量計固定治具	フジデノロ	

【方法】

本研究前に、蛍光ガラス線量計の素子を目視で傷及びよごれが無いことを確認後、蛍光ガラス線量計の積算線量を消去するためアニール処理を400℃、1時間行った。ガラス線量計が常温に戻った後、CTDIファントムの中心(c)と辺縁4箇所(p)全ての線量計装填箇所(計16箇所)に線量計固定治具を用い蛍光ガラス線量計素子を4個直列に配置し(Fig.1)、治療寝台上にて3回測定を行った。測定値をCTDI₁₀₀とし重み付けの計算式(Fig.2)によりCTDI_wとして評価した。測定値を安定させるためプレヒートを70℃で30分間加熱処理をした。常温になったことを確認し読み取りリーダーにて1秒間に20パルスの紫外線レーザーにて繰り返し10回(計200回)の読み取りを行い、測定値は4個直列に配置した蛍光ガラス線量計の平均値とした。同様に電離箱線量計で各測定点3回、半導体検出器では各測定点1回の測定を行った。尚、測定条件は120 kV, 25 mA, 360°のフルスキャンにて行った。ボウタイフィルタはハーフファンボウタイフィルタに1 mm厚の銅板を付加したものを使用した。

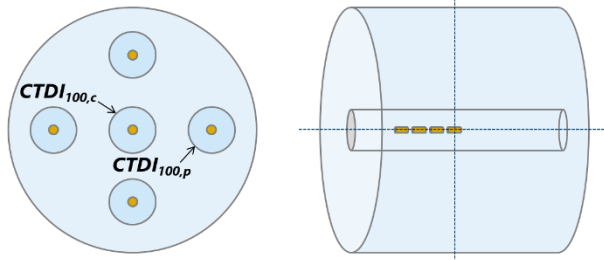


Fig.1 CTDI phantomの模式図と蛍光ガラス線量計配置

$$CTDI_w = \frac{1}{3} CTDI_{100,c} + \frac{2}{3} CTDI_{100,p}$$

Fig.2 CTDI_w計算式

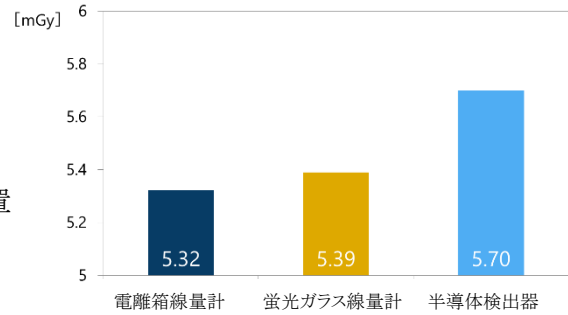


Fig.3 各線量測定器のCTDI_w

【結果】

線量測定器ごとのCTDI_wは電離箱線量計で5.32 mGy,蛍光ガラス線量計で5.39 mGy, 半導体検出器で5.7 mGyとなった(Fig.3). 電離箱線量計を基準とした各線量計の相違は蛍光ガラス線量計で1.3%,半導体検出器で7.12%となった.

【考察】

結果より各線量測定器のCTDI_wに相違が生じた. この原因の詳細は不明ではあるが, 蛍光ガラス線量計の測定は円柱ファントム長軸方向の中心より片側に配置した測定であり, 電離箱線量計及び半導体検出器と同じ測定範囲でなかったことが影響した可能性があると考ええる. また, 読み取りリーダーの扱いを含め, 相違が大きくなった原因について引き続き検討が必要であると考ええる.

蛍光ガラス線量計を用いたCTDI_wの測定はアニール処理, プレピートなどの事前の測定準備や解析作業は煩雑であるが測定自体は非常に簡便で, かつ五ヵ所同時に測定が可能であり測定の効率化が図れる. また蛍光ガラス線量計, CTDIファントム, 線量計固定治具のみあれば測定が可能となる. よって他の線量測定器に必要な測定機器の接続, ケーブルの取り回し, ファントム内各測定箇所への線量計の配置などといった作業が不要なため時間短縮ができると考えられる. これらに伴い治療装置 占有時間の短縮につながりより効率的に測定できる可能性がある. また蛍光ガラス線量計素子自体は非常に軽量であり, 専用のフォルダーから取り出さなければ輸送中や取り扱いでの素子の損傷の不安は少ない. 仮に素子の損傷があっても蛍光ガラス線量計素子単体は安価である点も郵送による測定に適していると考ええる. 本検討において電離箱線量計を基準とした相違は1%程度あるものの, 蛍光ガラス線量計自体の不確かさや読取りにおける不確かさを考慮すると精度よく測定が可能であると考ええる.

【まとめ】

蛍光ガラス線量計と他の線量測定器を用い、kV-CBCTのCTDI_wを測定し比較することで蛍光ガラス線量計の有用性を検討した. CBCTのCTDI_w測定に蛍光ガラス線量計を用いることは装置占有時間が短くて済み, かつ比較的簡便に測定が可能であるため有用である.

【参考文献・図書】

- 1) 放射線治療かたろう会 IGRT QA/QC Working group report
- 2) 蛍光ガラス線量計小型素子システム 説明資料/基本特性資料 AGCテクノグラス株式会社