

IGRTにおけるCBCTの被ばく線量評価法の比較・検討

東北大学病院診療技術部放射線部門 ○鈴木 広野(Suzuki Koya)
佐藤 清和 坂本 博

【目的】

2020年4月1日の医療法改正により、放射線診療を受ける者の被ばく線量の管理及び記録、その他の診療用放射線の安全利用を目的とした改善策の実施が求められるようになった。これを受け、日本放射線腫瘍学会もIGRTにおける位置照合撮影に伴う被ばく線量の評価や最適化を実施することとしたが、現在もその評価法は確立されていない状況である。

そこで本研究では、装置ベンダーが公称値を算出した方法と国際電気標準会議(IEC)により規定された3つの評価法を用いて、画像誘導放射線治療(IGRT)におけるCone Beam CT(CBCT)のCTDI_{vol}を算出し、公称値の線量の評価とそれぞれの評価法の比較検討を行うことを目的とした。

【使用機器】

リニアック装置:VersaHD XVI(Elekta),TrueBeam STx OBI(Varian)

ファントム:円筒形アクリルファントム(直径16 cm,32 cm)

測定器:電離箱線量計10X5-3CT, 電位計Model 9015 Radiation Monitor Controller(Radcal)

さらにVersaHD XVIで2 cm幅のビームを作成するため、鉛を張り付けた自作コリメータを用意した。

【方法】

基準ビーム幅と公称ビーム幅、それぞれのファントム内線量と空中線量を測定した。

ファントム内の線量測定は中心、0°、90°、180°、270°方向の5つの点で行い、空中線量CTDI_{free,air}はアイソセンター、頭側10 cm、尾側10 cmの位置での測定値を以下の式に代入して求めた。

撮影条件は以下の表にまとめた(Table 1)。

$$CTDI_{free,air} = \frac{1}{BW} (D_1 + D_2 + D_3) \quad D: \text{測定値 [mGy]}$$

Table 1 撮影条件

	管電圧 [kV]	管電流時間積 [mAs]	公称ビーム幅 [mm]	基準ビーム幅 [mm]	撮影方向
Varian_頭頸部	100	150	215	20	下側半回転
Varian_骨盤部	125	750	215	20	下側半回転
Elekta_頭頸部	100	183	276	20	下側半回転
Elekta_骨盤部	120	1056	178.5	20	1回転

【評価方法】

測定結果から、以下の方法に基づいてCTDI₁₀₀を算出した。

- ① 基準ビーム幅の線量を基準ビーム幅で除する(ベンダーの方法)
- ② 公称ビーム幅の線量を公称ビーム幅で除する(IEC Ed.2.0,2.1)
- ③ 公称ビーム幅の線量をビーム幅10 cmとして除する(IEC Ed.3.0)
- ④ 基準ビーム幅の線量を基準ビーム幅で除した値に、公称ビーム幅と基準ビーム幅の空中線量の比を乗ずる(IEC Ed.3.1)

得られたCTDI₁₀₀から、以下の式を用いてCTDI_{vol}を求めた。

$$CTDI_{vol} = \frac{1}{3}CTDI_{100,center} + \frac{2}{3}CTDI_{100,peripheral} \quad (\text{CBCTの場合, } CTDI_{vol} = CTDI_w)$$

Table 2 ベンダーの方法で求めた CTDI_{vol}と公称値の誤差

	公称値 [mGy]	測定値 [mGy]	誤差 [%]
Varian_頭頸部	3.17	3.23	1.77
Varian_骨盤部	12.3	12.13	-1.40
Elekta_頭頸部	0.5	0.57	14.2
Elekta_骨盤部	15.3	20.69	35.2

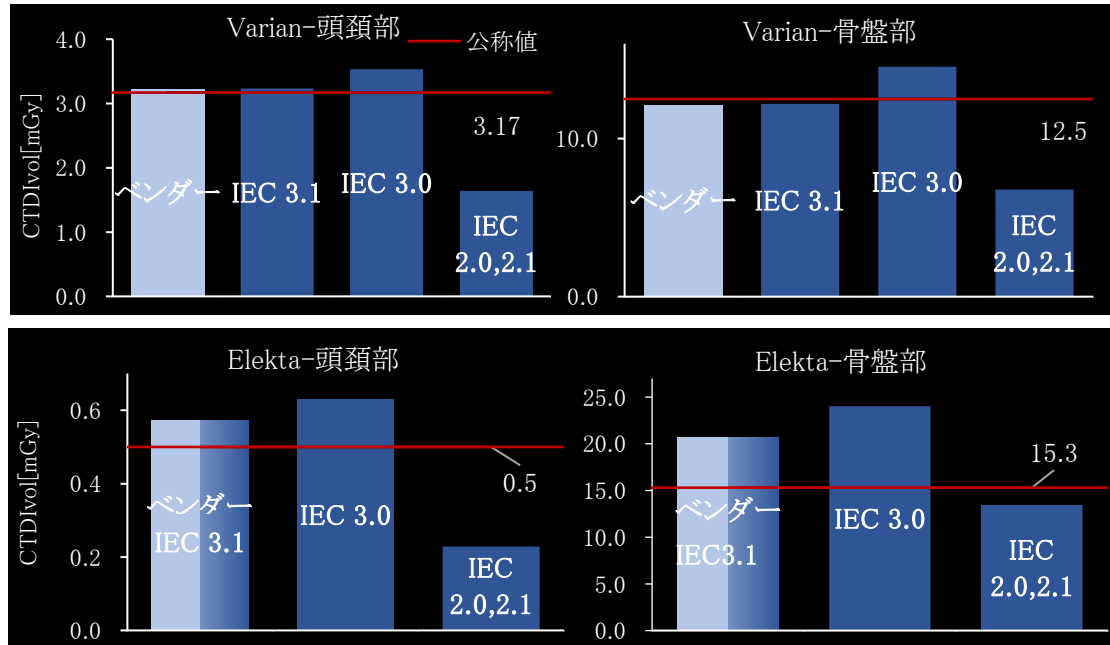


Fig.1 各評価法のCTDI_{vol}の差

【結果】

ベンダーの方法で求めたCTDI_{vol}と公称値の誤差は、Varian社では頭頸部・骨盤部ともに誤差は±5%以内でも小さくなった。Elekta社では頭頸部の誤差は14.2%、骨盤部は35.2%とやや大きくなった。(Table 2)

また、評価法ごとのCTDI_{vol}をまとめると以下のグラフのようになった(Fig.1)。頭頸部・骨盤部ともに、ベンダーと同じ方法で得られるCTDI_{vol}と最も近い値となったのはIEC 3.1の方法であった。IEC 3.0の値はベンダーやIEC 3.1より大きく、逆にIEC 2.0 2.1の値は小さくなった。

【考察】

公称値とベンダーの方法で求めたCTDI_{vol}の誤差がElekta社で大きくなったのは、測定誤差や自作コリメータの精度が原因として挙げられる。

また、IEC 3.1がベンダーの方法と最も近い値となったのは、どちらも2 cmの基準ビーム幅を用いた結果であるからであると考えられる。測定に用いるビーム幅が違くとCTDI_{vol}の違いも大きくなると感じた。

【まとめ】

評価法によって得られるCTDI_{vol}は大きく異なるため、被ばく線量を評価するにはその値がどういった方法で得られたものであるかを知り、適切な評価法を選択する必要がある。

【参考文献・図書】

- 1) IAEA HUMAN HEALTH REPORT NO.5
- 2) Varian TrueBeam Technical Reference Guide - Volume 2: Imaging
- 3) Elekta Medical Linear Accelerator XVI R5.0.3 取扱説明書
- 4) 放射線治療かたろう会 IGRT QA/QC Working group report Supplement - Imaging Dose - 2016