

画像誘導放射線治療におけるkV-Cone beam CTの 患者被ばく線量低減及び画質の検討

秋田厚生医療センター 放射線科 ○三浦 柊太(Miura Shuta)
齊藤 仁 鈴木 景子 佐々木 裕史 伊藤 輝広

【目的】

放射線治療装置に併設されたkV-Cone beam CT(CBCT)を用いた放射線治療開始直前の患者位置誤差の補正は、画像誘導放射線治療に必須である。前立腺がんに対する照射時には標的と直腸やS状結腸などのリスク臓器が隣接するため、当院では毎回のCBCTの撮影により厳密な標的の位置合わせを行っている。しかしその一方でCBCTの被ばく線量の増加が懸念される。そこで、当院では位置誤差の補正を行うのに影響のない範囲で、CBCTの線量をデフォルト値より減少させて撮影を行っている。

これまでファントムを用いたCBCTの被ばく線量の測定¹⁾や線量低減の研究²⁾は行われているが、実臨床において線量を減少させた結果の報告は少ない。今回は、前立腺がん患者に対するCBCTの線量変化が実臨床画像の画質にどう影響を及ぼすのかを解析し、どの程度線量を低減させることが可能かを後方視的に研究した。

【方法】

- 放射線治療装置: Varian Clinac Ix (Varian、東京)
- スキャンモード: CBCT half scan
- 補償フィルタ: Half bow tie filter
- 撮影条件: 管電圧125 kV、管電流80-10 mA、パルス幅30-7 ms、管電流時間積732(デフォルト)-140 mAs
- 画像解析ワークステーション: SYNAPSE VINCENT(富士フィルム、東京)

撮影条件はCatphan504(Phantom Laboratory、アメリカ)を、線量を変化させて撮影を行い、CTP515の低コントラストモジュールにおけるコントラスト比1%の領域を視認できるかを確認したうえで決定した。

対象は当院で2018年2月から6月に前立腺がんに対する放射線治療を開始し、CBCTの線量を変化させた患者6名とした。各対象の各条件における、前立腺が最も大きく見える軸位像の前立腺及び前立腺周辺の脂肪の画像Standard Deviation(SD)及び前立腺と脂肪のContrast to Noise Ratio(CNR)を測定し(Fig.1)、線量変化が画質に及ぼす影響を解析した。CNRは以下の式により算出した。

$$\text{CNR} = ((\text{前立腺CT値}) - (\text{脂肪CT値})) / \text{脂肪画像SD値}$$

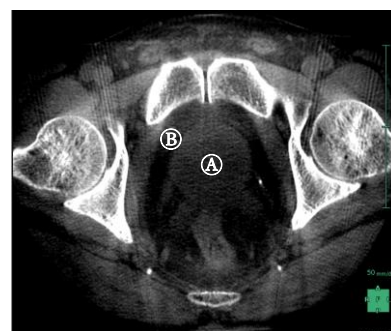


Fig.1 評価点

Ⓐ: 前立腺 Ⓑ: 脂肪

Region of Interest = 10 mmΦ

【結果】

各条件における前立腺及び脂肪の画像SDを測定したところ、732-140 mAsの範囲で有意な相関が線量と前立腺($r = -0.77, P < 0.05$)及び脂肪の画像SD($r = -0.83, P < 0.05$)との間にみられた(Fig.2A, B)。また、線量とCNRの間にも有意な相関がみられ($r = 0.33, P < 0.05$)、線量を下げると画質及び低コントラスト分解能が低下した(Fig.2C)。しかしデフォルトの約半分の線量である374 mAsまでの範囲では線量とCNRとの間に有意な相関はみられなかった(Fig.2D)。

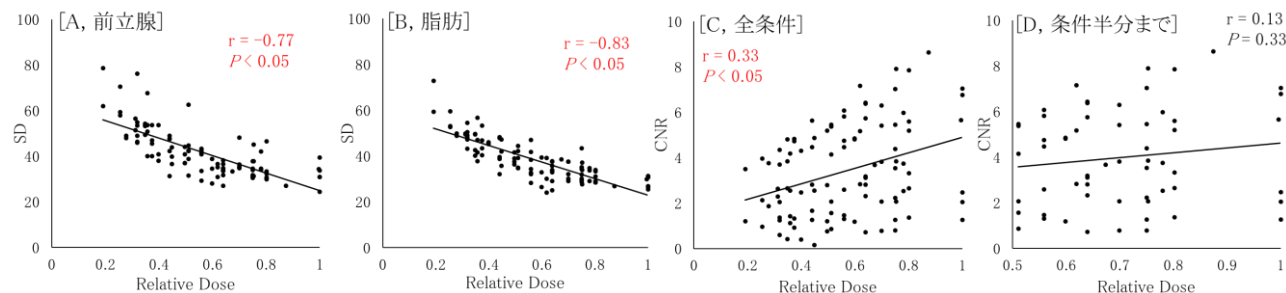


Fig.2 線量と画質の関係性

A及びBは線量と画像SD、C及びDは線量とCNRの関係性をそれぞれ示す。

【考察】

線量と画像SDの間には有意な相関がみられたが、CNRにはデフォルトの半分の線量までは有意な相関がみられなかった。患者サイズがCNRに影響するため、CBCTの撮影線量は患者サイズに応じて変化させるべきであるという報告があることから³⁾被写体厚、さらには体組成が影響し、CNRのばらつきが大きくなったと考えられる。

【まとめ】

本研究結果から、前立腺がん治療時のCBCT撮影において、デフォルトの条件の半分である370 mAs程度までは低コントラスト分解能の点で問題なく線量を低減させて撮影できることが示唆された。

【参考文献】

- 1) Parham A, Emiliano S. : Imaging dose from cone beam computed tomography in radiation therapy. *Physica Medica*, 31, 647-658, 2015
- 2) 江崎徹 他 : 前立腺IMRTに用いるCBCTの線量評価と局所被ばく低減の対策 日本放射線技術学会雑誌 vol.67 No.3, 183-192, 2011
- 3) Ching-Ching Y, Pei-Chieh, et al. : Optimizing the target detectability of cone beam CT performed in image-guided radiation therapy for patients of different body sizes. *J Appl Clin Med Phys*. 2018;19: 310-317.