

治療計画用CTの空間分解能がMU値計算に与える影響

－ 微小肺結節シミュレーション画像を用いた検討 －

新潟大学大学院 保健学研究科 ○重田 尚吾(Shigeta Shogo)

笹本 龍太 大久保 真樹 早川 岳英

沼田 彩美 和田 真一

新潟大学大学院 医歯学総合研究科 宇都宮 悟 青山 英史

新潟大学医歯学総合病院 棚邊 哲史

【はじめに】

放射線治療における線量計算は、事前に撮影される患者のCT画像にもとづいて行われている。微小な肺結節に対する放射線治療計画において、CT装置の空間分解能による画素値の変化が治療計画に及ぼす影響は大きいと考え、影響を評価した。

【方法】

CT装置は4列MDCT装置Asteion(東芝メディカル社)を使用し、ヘリカルスキャン及びノンヘリカルスキャンについてPoint Spread Function (PSF), Slice Sensitivity Profile (SSP)を測定した。直径 5, 7, 10, 15 mm, 一様なCT値 +10, -210, -450HUの球体被写体関数(ボケなし結節) $O(x, y, z)$ として、次式¹⁾を用いて、ヘリカルスキャンとノンヘリカルスキャンの空間分解能を反映した模擬肺結節(以後、ヘリカルボケ有り結節, ノンヘリカルボケ有り結節) $I(x, y, z)$ を作成した。

$$I(x, y, z) = \{ O(x, y, z) * PSF(x, y) \} * SSP(z) \quad (*: \text{一次元重畳積分} \quad **: \text{二次元重畳積分})$$

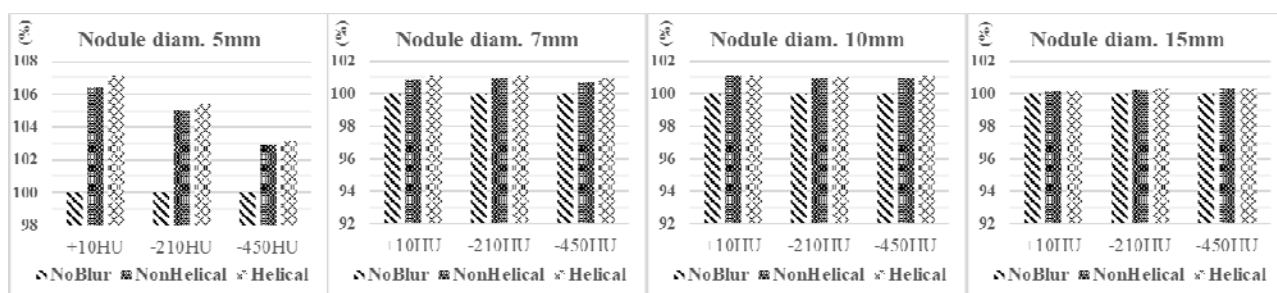
作成した模擬肺結節を、胸部を模した円柱状の数値ファントム画像の中心に埋入した。

治療計画装置Eclipse (Varian社)を使用し、ボケなし結節と同じ直径の球体状のCTVを描画し、CTV辺縁より5 mmのリーフマージンをつけて照射野を設計した。7門ノンコプラナー、アイソセンタ処方で総線量48 Gy, 4分割照射の定位放射線治療計画を立案し、MU値を比較した。計算アルゴリズムはAAA, 計算グリッドサイズは1.25 mmとした。

【結果】

各直径、CT値の条件に対して、ボケなし結節に対するMU値を100%とした相対値で示す(Fig.1)。直径5 mmの場合、ボケ有り結節のMU値はノンヘリカルとヘリカルでそれぞれ最大6.0%, 7.2%の増加が確認された。直径7, 10, 15 mmの結節像でもMU値の増加は認められたが、最大で1.2%だった。直径10 mm, CT値+10HUの条件を除くすべての組で、以下の順で大小関係が認められた。

ボケなし結節 < ノンヘリカルボケ有り結節 < ヘリカルボケ有り結節
直径の小さい結節ほどMU値の増加が大きかった。



(NoBlur: ボケなし結節 NonHelical: ノンヘリカルボケ有り結節 Helical: ヘリカルボケ有り結節)

Fig.1 直径5・7・10・15mmにおけるMU値の比較。

【考察】

ボケ有り結節では結節辺縁のCT値が低下したことにより線量計算上電子平衡が成り立ちにくくなるため、MU値が高くなったと考えられる。小さい直径ほど差が大きくなったのは、CT値が変化する結節辺縁の体積割合が結節全体に対して大きいためと考えられる。

【結語】

今回用いた手法により、CTの空間分解能が放射線治療計画における線量計算に及ぼす影響を評価できた。

【参考文献】

- 1) M Ohkubo, Wada S, M Kunii: Imaging of small peripheral structures in CT simulation study using measured point spread function. Med. Biol. Eng. Comput., 46, 273-282, 2008