

審査の結果の要旨

氏名 高橋 渉

本研究は小型肺癌の放射線治療において重要な役割を担う定位放射線治療および重粒子線治療の高精度化を行うため、東京大学医学部附属病院(東大病院)、放射線医学総合研究所重粒子医科学センター病院(放医研)で行われたものであり、下記の結果を得ている。

1. 東大病院では回転型強度変調照射(VMAT)を SBRT に応用し、その治療中にコーンビーム CT(治療中 CBCT)撮像を取得する手法を確立した。今回の研究 1 では、VMAT 肺 SBRT 照射中に撮像した 4 次元 CBCT による腫瘍局在の確認することを試みた。治療前に三次元 CBCT による位置合わせを行った上で、50Gy/4 分割の VMAT-SBRT を行い、その照射中に四次元 CBCT(4D CBCT)を再構成し、腫瘍の局在と照射野の関係を検討した。取得した治療中 4D CBCT の全位相において、腫瘍輪郭は容易に確認でき、すべて計画標的体積(PTV)範囲内におさまっていた。これにより、VMAT-SBRT における現行の PTV マージンの設定が妥当であり、治療精度に問題がないことが証明された。

2. 放医研では、現行のブロードビーム法にかわる新たな照射法としてスキャンニング照射(PBS-CIRT)の開発が進んでいる。しかし、小型肺癌に対する PBS-CIRT ではビームスポットと照射中の臓器移動による干渉(interplay effect)が、腫瘍への不十分な線量投与と周辺正常組織への不必要な過剰線量投与を招くことが問題となる。今回の研究 2 では、自由呼吸下の四次元 CT(4D CT)を用いて PBS-CIRT の 4 次元線量分布の解析を行った。水等加厚(WEPL)変化を考慮した field-specific target volume (FTV)を作成し、phase-controlled rescanning (PCR)の回数(リスキャン 1~10 回)と、呼吸同期照射法の併用をするか(呼吸同期、非同期)による積算線量分布の違いについて定量的に検討した。4 回以上の PCR を用いることで腫瘍への十分な線量投与、線量均一性が実現された。さらに呼吸同期照射を併用することで周辺正常組織への線量を低減させることができた。この結果をもとに呼吸同期 PBS-CIRT の臨床試験が開始される予定である。

以上、本論文内の研究1はVMAT-SBRT中の4次元CBCTによる精度検証をはじめて実現し、研究2では呼吸性移動を伴う小型肺癌に対するPBS-CIRTの実現性を示した。これらの成果は今後の高精度放射線治療に重要な貢献をなすと考えられ、学位の授与に値するものと考えられる。