

回転型強度変調放射線治療のコリメータ角度が interplay effect に与える影響の検討

東北大学病院診療技術部放射線部門 ○小川 千尋(Ogawa Yukihiko)
佐藤 清和 坂本 博
東北大学病院放射線治療科 千葉 貴仁

【目的】

動きがある標的に強度変調放射線治療(IMRT)を使用する際、マルチリーフコリメータ(MLC)と標的の動きが干渉することにより、過大もしくは過小線量を生じること(interplay effect)が指摘されている。当院では肺の体幹部定位放射線治療(SBRT)を行う際、回転型の強度変調放射線治療(VMAT)を使用している。SBRTは大線量を腫瘍部位に限局して照射するだけに、呼吸などの標的の動きが照射時の精度低下につながるといわれており、interplay effectの影響を受けやすい照射となる。

当院では肺のVMAT-SBRT治療計画時にコリメータ角度の明確な制約を設けておらず、interplay effectとコリメータ角度の関係は明らかではない。そこで、VMAT-SBRTにおいてコリメータ角度がinterplay effectに与える影響を明らかにすることを本研究の目的とした。

【方法】

FFF(flattening filter free)を用いた肺のVMAT-SBRTプランのコリメータ角度を0、30、45、90度に変更した検証プランを作成した。その際、ノンコプラナーはコプラナーに変更し、コリメータ角度以外は全て同条件とした。検討数は4arc、48Gy/4frのプランを5つとした。

QA用4D円筒形検出器アレイ(Arc CHECK)を動体ファントムに乗せ、頭尾方向に振幅0 mm(静止時)、5 mm、10 mmとして動作させ、検証プランを照射した。測定は各コリメータ角度と動作の全ての組み合わせで3回行った。

計画値と測定値をSNC Patient(ToleranceはAbsolute Dosesで2 mm/2%)で γ 解析を行い、Pass率を算出した。Pass率は3回の測定で得られた値の平均値を採用した。

検討項目は、ファントム静止時と動作時とのPass率の変化量をInterplay effectによるものと考え、静止時と動作時でのPass率の変化量とした。

【結果】

静止時のPass率から5 mm動作時のPass率を差分した変化量の結果をFig. 1に示す。コリメータ角度30度が最も変化量が大きくなり、コリメータ角度0、90度の変化量が共に小さくなった。コリメータ角度0度の結果に注目すると、変化量がマイナスになっている例も認められた。

静止時のPass率から10 mm動作時のPass率を差分した変化量の結果をFig. 2に示す。コリメータ角度30度が最も変化量が大きくなり、コリメータ角度0、90度の変化量が共に小さくなった。5 mm動作時の変化量と比べると、コリメータ角度0度の変化量は若干大きい、10 mm動作時も5 mm動作時と同様の傾向となった。

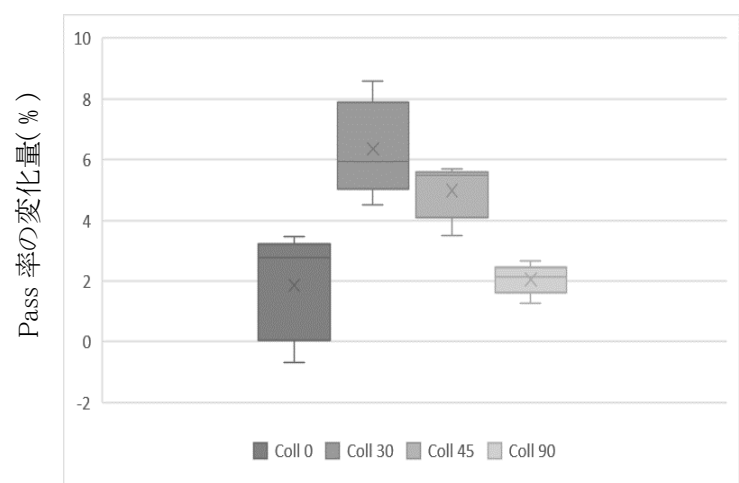


Fig.1 静止時と5 mm動作時のPass率の変化

【考察】

ファントム動作時と静止時とのPass率の変化量をinterplay effectによるものと考えた時、コリメータ角度30度でinterplay effectが大きく、コリメータ角度0、90度でinterplay effectが小さくなるという結果となった。

コリメータ角度0度の結果において、5 mm動作時に変化量がマイナスとなり、静止時のPass率よりも動作時のPass率が良かった症例があった。これは、動作時では測定器が動いたことにより、コリメータ角度0度の測定で観測されるTongue & groove効果による影響が小さくなったためではないかと考えられる。動作時のコリメータ角度0度の結果はTongue & groove効果が小さくなってPass率が改善し、相対的にPass率の変化量が小さくなったと考えられる。以上より、コリメータ角度0度の測定結果は純粹にinterplay effectのみを評価することが困難であった。

コリメータ角度90度でinterplay effectが最も小さくなった理由は、VMATのMLCが入子状に動くことが関係しているのではないかと考えた。

【まとめ】

VMAT-SBRTにおいてコリメータ角度がinterplay effectに与える影響を評価した。コリメータ角度0度の測定は、interplay effectの正確な評価は困難であった。これは、Tongue & groove効果の影響が原因と考えられる。コリメータ角度0度を除くと、コリメータ角度90度(標的とMLCの動きが平行)が最もinterplay effectの影響が小さくなった。本検討より、VMAT-SBRTにおいて、interplay effectはコリメータ角度によって変化することが示された。

【参考文献・図書】

- 1) Bortfeld T, Jokivarsi K, Goitein M, et al. Effects of intra-fraction motion on IMRT dose delivery: statistical analysis and simulation. *Phys Med Biol.* 2002; 47 (13): 2203-2220.
- 2) 放射線治療計画ガイドライン 2016年版. 日本放射線腫瘍学会編, 東京, 金原出版, 2016

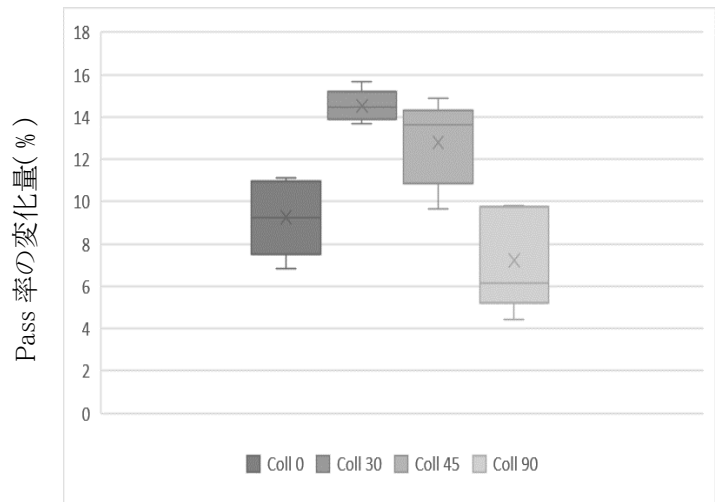


Fig.2 静止時と10 mm動作時のPass率の変化