

自作プログラムを用いた VMAT 精度管理

新潟大学医歯学総合病院 診療支援部放射線部門 ○坂井 達矢(Sakai Tatsuya)

岡 哲也 坂井 裕則 山田 巧 比護 祐介 多賀 貴俊

新潟大学医歯学総合病院 放射線治療科 棚邊 哲史 中野 永

新潟大学大学院保健学研究科 放射線技術 宇都宮 悟

【目的】

VMATはガントリ回転中に線量率、ガントリ速度、MLCの位置を連続的に変化させることで、線量分布を形成する。VMATのような高精度な放射線治療を安全に遂行するためには、リニアックの品質保証が必要不可欠である。従来のIMRTと比較して、VMAT特有のガントリ回転中の線量率、ガントリ速度、そしてMLC位置精度の総合的な品質保証が必要となるが¹⁾、施設ごとに精度管理方法を構築し、評価しなければならない。本研究は当院におけるVMATの精度管理方法を提案し、その精度管理評価を報告する。

【方法】

ガントリ回転中のMLC駆動の安定性と位置精度を評価するために、dynamicスリットフェンス試験を用いて、各スリットの許容値を±0.6 mmとした。VMATの総合的な精度管理方法についてはLingら²⁾が提唱しており、Varian社より提供されたVMATコミッション試験用のテンプレートを使用し試験を行った。ガントリ回転中の線量率とガントリ速度試験では、線量率とガントリ速度を変化させ、短冊状の照射野を移動させ一定のMU値を照射することで7つの照射野を取得した(Fig.1)。ガントリ回転中のMLCリーフ速度試験では、MLC速度を変化させ4つの照射野を取得した(Fig.2)。各照射野の強度の均一性を評価し許容値を±2%とした。

本研究では、Dicom Editを使用して試験を追加した。Dynamicスリットフェンス試験、VMATの総合的な試験ではガントリ回転方向CWとCC、MLCの移動方向LR (1) とRL (2) の計4種類 (CW1、CW2、CC1、CC2) とした。検出器はEPID (aS1000, Varian) を使用し、MATLAB (2019a, MathWorks) を用いた自作プログラムによる解析・評価を行った(Fig.3)。

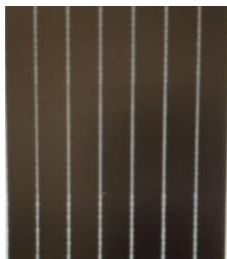


Fig.1 線量率とガントリ速度試験

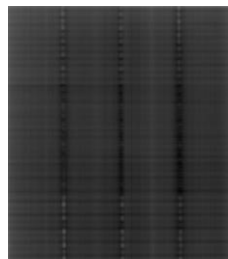


Fig.2 MLCリーフ速度試験

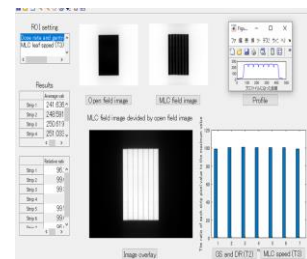


Fig.3 MATLABによる解析プログラムの例 (線量率とガントリ速度試験)

【結果】

ガントリ回転中のMLC位置精度を評価するdynamicスリットフェンス試験では各スリットで許容値である0.6 mm以内となった (Fig.4)。ガントリの回転方向、MLCの移動方向による差は見られなかった。

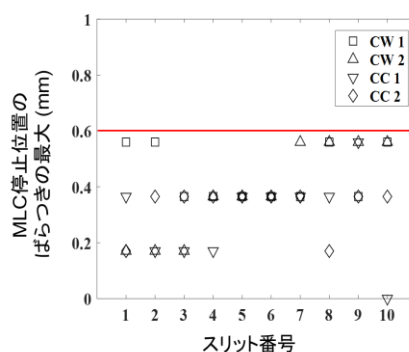


Fig.4 ガントリ回転方向とMLC移動方向を考慮したdynamicスリットフェンス試験の結果

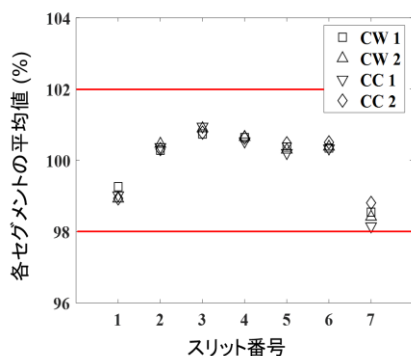


Fig.5 ガントリー回転方向とMLC移動方向を考慮した線量率とガントリー速度試験の結果

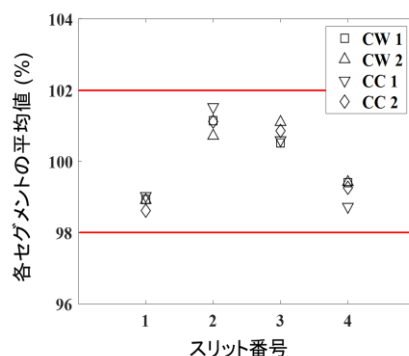


Fig.6 ガントリー回転方向とMLC移動方向を考慮したMLCリーフ速度試験の結果

VMAT動作中の線量率とガントリー速度の試験 (Fig.5)、MLCリーフ速度の試験 (Fig.6) では、ガントリーの回転方向、MLCの移動方向による差は見られず全ての条件において、各照射野の許容値である $\pm 2\%$ 以内となった。

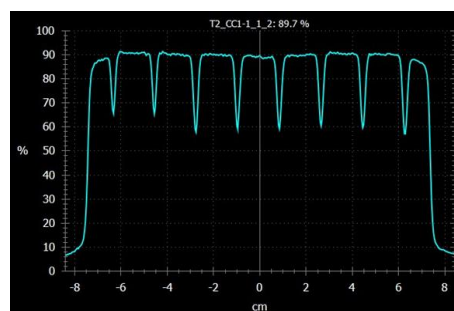
【考察】

Dynamicスリットフェンス試験では、ガントリー回転方向やMLCの移動方向による差は見られなかったが、許容値である0.6 mm付近のばらつきが見られた。この原因としては検出器としてEPIDを用い、取得した画像の解像度によるものだと考えられる。取得した画像のリサンプリングなどを行い、より細かい画像を用いた解析が必要だと考えられる。

VMATの総合的な測定試験の結果より (Fig.5, 6)、両端の照射野の強度値が約1.5%低下する傾向が見られた (Fig.5ではスリット1と7番、Fig.6ではスリット1と4番)。この原因がMLCの位置精度に依存した影響によるものかどうかを確認するため、本研究で用いた試験を基に両端に一本ずつスリットを追加した試験を行い、スリットのプロファイルを評価した。Fig.7より、両端にスリットを追加することで、元の試験で見られたスリット1と7番の強度値の低下は見られなかったため、VMAT中のMLCの位置精度による影響ではなく、照射野の端による散乱線の影響であると考えられる。



左:元のMLC位置精度試験



右:両端に一本ずつスリットを追加した試験

Fig.7 各スリットのプロファイル

【まとめ】

当院におけるVMATの精度管理方法を提案し、自作のプログラムを用いた精度管理の評価を報告した。

【参考文献・図書】

- 1) Otto K. Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry arc. *Med Phys*, 35, 310-317, 2008
- 2) Ling CC, Zhang P, Archambault Y, Bocanek J, Tang G, Losasso T. Commissioning and quality assurance of RapidArc radiotherapy delivery system. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 72, 575-581, 2008