

強度変調放射線治療における線量検証合理化に向けた取り組み

東北大学病院 診療技術部 放射線部門 ○佐藤 尚志(Sato Naoshi)

佐藤 清和 村崎 晶洋 佐久間 政志 梁川 功

【はじめに】

近年強度変調放射線治療(IMRT)の件数が増加傾向にある。IMRTは治療開始前に実測による線量検証を行う必要があり、治療件数が増加することにより線量検証作業の件数も増加する。当院では評価点線量検証を電離箱線量計、線量分布検証をフィルムと多次元検出器、EPIDを用いた γ 解析にて行っている。検証項目が多ければ、測定に時間が掛かり、開始日遅延等による患者へのリスク増加や業務量増大によるスタッフの負担増加等が懸念される。今後ますますこの流れが大きくなっていくことが予想される事から、検証の合理化について検討する必要がある。

線量検証項目の合理化、具体的には線量分布検証の簡略化を行うためのデータ取得を目的とする。そのために今回は、当院におけるIMRT線量検証の測定データの傾向把握と多次元検出器を使用した測定データ並びに解析結果の妥当性の確認、多次元検出器による線量検証解析の許容値について検討を行う。

【方法】

使用機器として、多次元検出器にはArcCHECK、線量分布解析ソフトにはSNCPatient、統計解析ソフトにはJMP Pro 11.2.0を使用する。対象は2016年1月以降に検証を実施した前立腺VMATプラン21例と頸部及び食道VMATプランのうちArcCHECKにより測定を行った35例とする。検討は次に示す3つの項目について行う。

1. ArcCHECKの各検出器の線量測定データと治療計画データの誤差のヒストグラムを作成する。ヒストグラムについては正規性の適合度検定および歪度・尖度を参考に統計的および視覚的に検討する。
2. 各プランにおける線量測定誤差結果の平均値と標準偏差を用いてヒストグラムを作成する。ヒストグラムについては1と同様に検討する。
3. γ 解析のpass率の累積分布関数値を求めグラフを作成し、累積分布の値が0.05となるpass率を求める。

【結果】

1. 前立腺VMATおよび頸部・食道VMATのヒストグラム(Fig.1, Fig.2)については正規性適合度検定の結果、正規性は認められなかった。歪度・尖度を検討した結果(Table.1), サンプルサイズが大きくなることでデータの傾向がより明確になった。
2. 各プランにおける線量測定誤差結果の平均値と標準偏差を用いてヒストグラムを作成した結果(Fig.3, Fig.4), 正規性適合度検定の結果、正規性が認められた。
3. γ 解析のpass率の累積分布関数値を求めグラフを作成し、累積分布の値が0.05となるpass率を求めた結果(Fig.5, Fig.6), 前立腺VMATの3%/3 mmでは97.1%・2%/2 mmでは91.3%, 頸部・食道VMATの3%/3 mmでは95.0%・2%/2 mmでは80.8%であった。

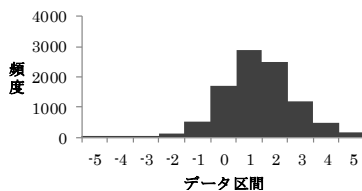


Fig.1 前立腺VMATヒストグラム

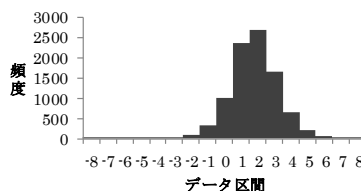


Fig.2 頸部・食道VMATヒストグラム

Table.1 前立腺VMATヒストグラムにおける歪度・尖度

	3例	5例	10例	21例
歪度	0.82	0.71	0.22	0.16
尖度	3.16	2.45	2.04	2.14

Table.2 頸部・食道VMATヒストグラムにおける歪度・尖度

	3例	5例	10例	20例	35例
歪度	0.38	0.39	-0.22	-0.48	-0.26
尖度	0.88	1.14	2.74	4.55	4.74

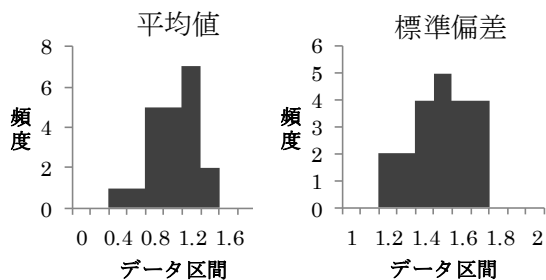


Fig.3 前立腺VMATの線量誤差ヒストグラム

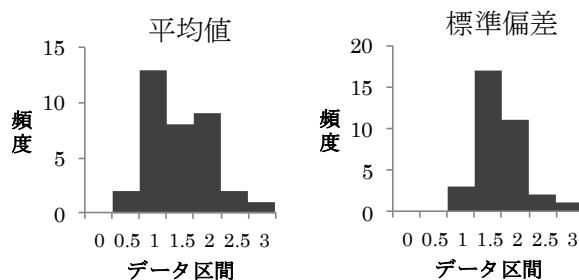


Fig.4 頸部・食道VMATの線量誤差ヒストグラム

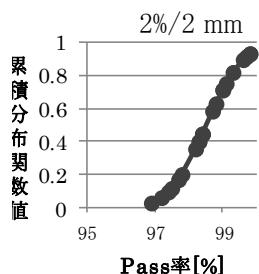
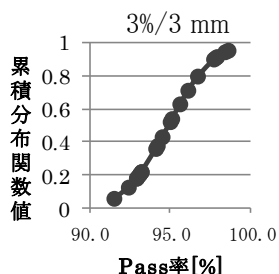


Fig.5 前立腺VMATの γ 解析pass率の累積分布

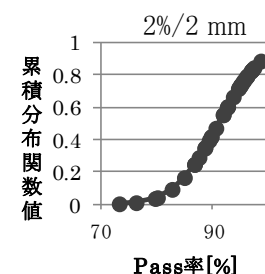
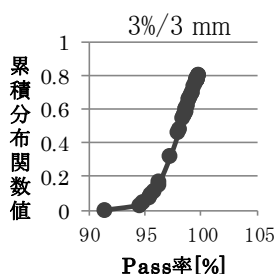


Fig.6 頸部・食道VMATの γ 解析pass率の累積

【考察】

ArcCHECKにより得られた測定データおよび検証解析結果について

アークチェックにより得られた線量測定誤差ヒストグラムからサンプルサイズが増えるほど、IMRTの線量検証の測定データの傾向を示していると考えられる。またVMAT各プランの線量測定誤差の平均値と標準偏差のヒストグラムは適合度検定の結果正規分布であり、ArcCHECKの測定データが正規分布に基づく妥当性があると考えられる。ガンマ解析の結果についてはアークチェックの測定データを使用しており、ArcCHECKの測定データが正規分布に基づく妥当性があると考えられることから間接的に正規性があると考えられる。照射部位や解析条件の違いより γ 解析のpass率には差があり、個別に許容値を設定する必要があると考えられる。

IMRT線量検証合理化について

当院のIMRTの線量検証のデータ傾向を把握することが出来た。アークチェックによる線量検証の妥当性について確認出来た。適切な許容値の設定について確認することが出来た。以上より線量検証合理化に向けた基礎データの一部を取得出来たと考えられる。具体的な検証項目として、評価点線量検証は電離箱線量計を用いて行い、線量分布検証はフィルムの代わりに多次元検出器を用いて行うことが可能であると考えられる。ただし、合理化を行う上では、それぞれの測定方法についてしっかり理解しておくことが重要である。また医師・技師・医学物理士などと十分な検討を行い慎重に行う必要があると考える。更には検証結果が合わないなどの場合における具体的な対応なども検討しておく必要がある。

【まとめ】

本研究の結果から、多次元検出器ArcCHECKを用いた測定並びに解析はIMRTの線量検証として妥当性があると言える。線量検証の許容値については照射部位ごと解析条件ごとに設定する必要があることが示唆された。多次元検出器を用いることによる線量検証項目の合理化についての可能性が示唆された。

合理化を行う上では医師・診療放射線技師・医学物理士等と十分検討の上、線量検証結果が合わない等の場合の具体的な対応も決めておく必要があると考える。

以下JASTROのIMRT物理技術ガイドラインの抜粋になるが、こういった内容についても念頭に置いておく必要がある。

『フィルムレス化が進む現状において、多次元検出器の有用性は高い。線量検証を合理化する上で有用な検出器となるであろう。しかし、多次元検出器は電離箱線量計・フィルムを用いた線量検証に完全に置き換わるものではない。(中略)多次元検出器単独の線量検証は避け、状況に応じて電離箱線量計・フィルムを用いた検証を併用することが望ましい。』¹⁾

【参考文献・図書】

1) 日本放射線腫瘍学会QA委員会:強度変調放射線治療における物理・技術的ガイドライン2011