

上顎洞癌VMATにおける腫瘍縮小に伴う治療計画の堅牢性の評価

南東北がん陽子線治療センター ○廣垣智也 (Hirogaki Tomoya)

成田 優輝 遠藤 浩光 小森 慎也 新井 一弘 太田 裕樹

辻 眞也 中野渡 優志 眞崎 敬大 島田 星良 加藤 貴弘

福島県立医科大学 加藤 貴弘

【背景および目的】

上顎洞癌の外部放射線治療においては、治療期間中に腫瘍縮小に伴う形態変化が生じる可能性があることから、定期的にCBCTを撮影し、形態変化の程度を観察している。一般的に外部放射線治療において治療期間中の腫瘍縮小に応じて治療計画を見直すことは重要な行為とされている。一方、VMATにおいてはリスク臓器(OAR)の線量を低減させるためにビームライン上に存在するOARのフルエンスを落とすように最適化計算が実施される。Fig.1, 2にOARのフルエンスを落とす様子を示すが、VMATにおいてはOARが照射野に入らないように計画されることから、OARの空間的位置関係に変化さえ生じなければOAR線量に大きな変化をもたらさないものと考えられる。以上のことから上顎洞癌において、腫瘍縮小に伴う形態変化の影響に対するVMATの治療計画

の堅牢性は高いと推察されるが、これまでに系統立てた検証はなされていないのが実情である。そこで本研究では上顎洞癌のVMATにおける治療期間中の腫瘍縮小に伴う形態変化が、線量分布に及ぼす影響について解析することでVMAT治療計画の堅牢性を評価することを目的とした。

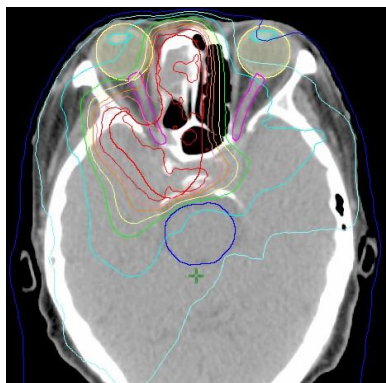


Fig.1 VMAT 線量分布

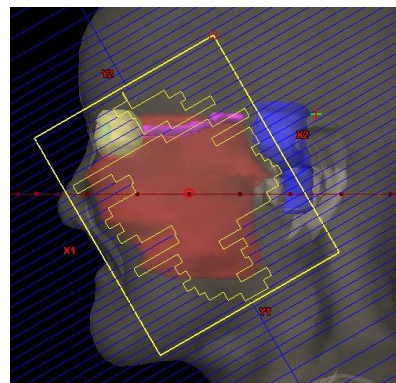


Fig.2 ビームズアイビュー

【方法】

2016年4月～2018年7月までの間に当院においてVMATをフルコースで施行した上顎洞癌の症例の中から、無作為に抽出した5症例を対象とした。VMAT治療計画は、X線エネルギーを6 MV、2アークとして立案した。また、治療前に撮影を行った計画用CTに対し症例毎に治療計画を作成し、これを1stプランとした。処方線量は70.0Gy/35Fr.とし、PTVに対しDmean処方で統一した。評価対象は脳幹および健側の眼球、視神経、水晶体とし、OARが線量制約を満たすように調整した。形態変化の評価方法は、まず、治療期間中に週1回の頻度で定期的に撮影されたCBCT画像と治療前の計画用CT画像でFusionを行い、計画用CT上で形態変化が生じている部分をコントロールし、CT値を強制的にAir densityに置き換えた。次に、計画用CT上にCT値を置き換えたコントロールが含まれている状態で1stプランをコピーし、MU値は変えずに再計算した。これを各CBCTから抽出したコントロール毎に行い、各OARの線量変化およびその線量変化と形態変化との相関について検討し、堅牢性を評価した。

【結果】

各CBCTにおける脳幹および健側の眼球、視神経、水晶体それぞれのOARの線量差を解析した結果、いずれも0.6Gy未満であることが確認できた。また、Fig.3に治療の経過日数と形態の体積変化の関係性について示すが、両者には有意な相関があることも確認できた($p < 0.001$)。

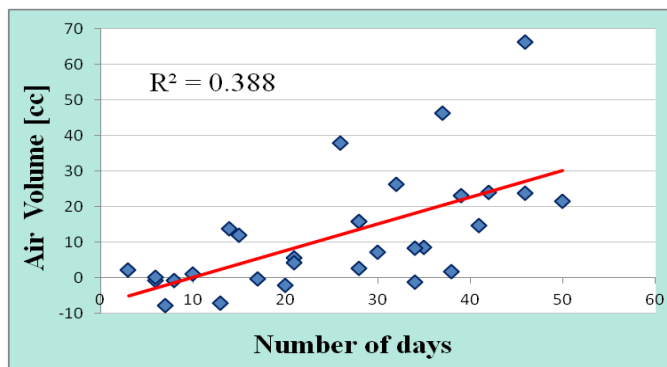


Fig.3 経過日数と形態変化の相関関係

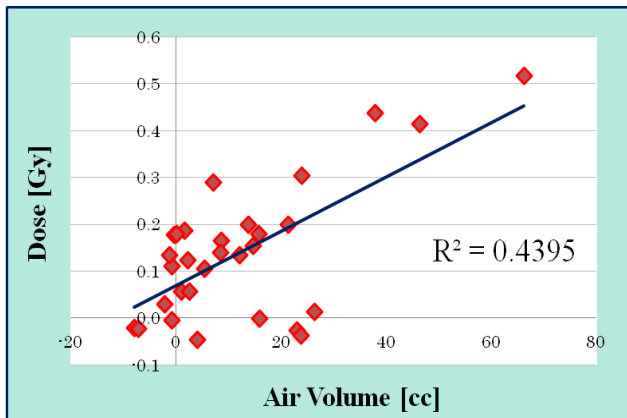


Fig.4 形態変化と脳幹における線量差の相関性

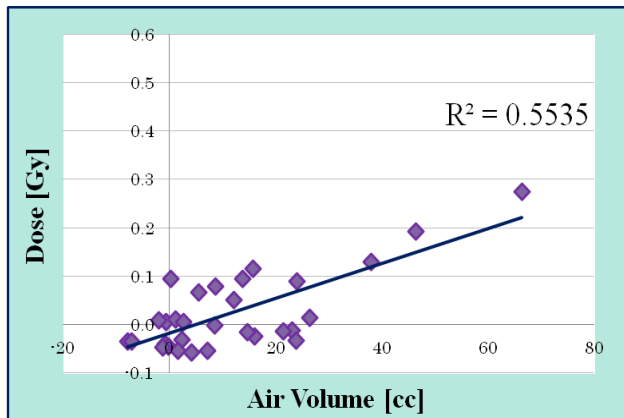


Fig.5 形態変化と視神経における線量差の相関性

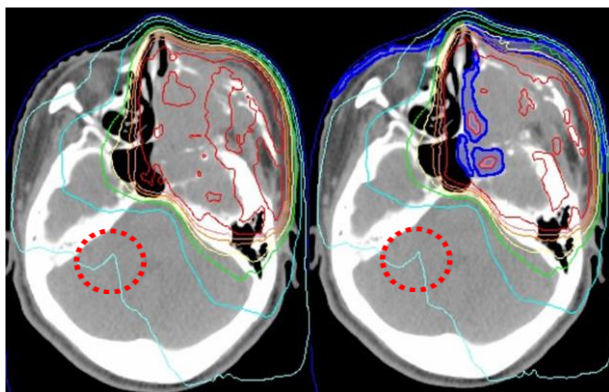


Fig.6 線量分布比較

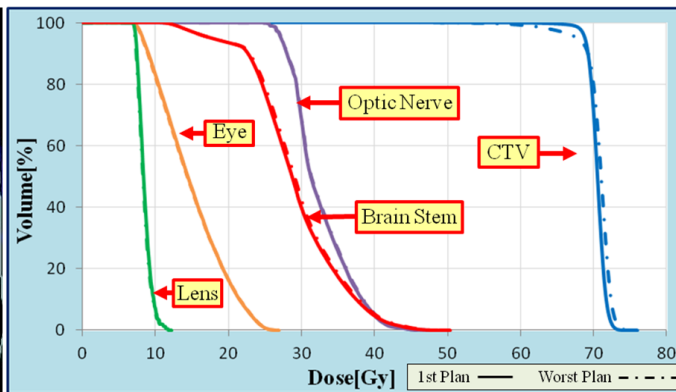


Fig.7 DVH 比較

次に形態の体積変化と脳幹、健側視神経の線量差の相関をFig.4, 5にそれぞれ示す。いずれも有意な相関は認められたものの(それぞれ $p < 0.001$)、絶対量としては最大でも0.6 Gy未満の変化量であり、影響は小さいことが確認できた。

形態変化の程度が最大となったプランとその1stプランの線量分布の比較をFig.6に示す。一部(赤い囲み)では若干変化が生じているが、視覚的に評価しても顕著な線量分布の変化は生じていないことが確認できる。また、Fig.7に同一症例のDVHの比較を示すが、DVHにおいても両者で明らかな差は生じていないことが確認できた。

【考察】

OARの線量差は、総じて0.6Gy未満に収まり、形態変化の影響は僅かであったが、形態変化の増大に伴って線量差は増加する傾向にあり、定期的にCBCTを撮影し形態変化の程度を確認することが望ましい。また、OARの空間的な位置関係に明らかな変化が生じなければ、線量の顕著な差は認められず、空間的な位置精度の再現性が重要であることを再認識した。しかし、形態変化だけではなく、毎回のセットアップや視神経自体の動きも重要な位置付けになり、適切なマージンを設定する必要がある。治療方針により患側OARを避けるよう計画する症例も散見されるが、形態変化の影響をより強く受ける可能性があることから治療期間中の位置照合はより重要になると考えられる。

【結論】

症例毎に腫瘍縮小の程度や部位は異なるが、今回対象とした5症例においてはOAR線量および線量分布に大きな変化は生じなかった。腫瘍縮小に伴いOARの位置、形態に変化が生じることもあるため、症例毎の評価は依然として必要ではあるが、堅牢性の観点からもVMATは有用である可能性が示唆された。

【参考文献】

Narita Y, Kato T, Ono T, et al. Effect of anatomical change on dose distribution during radiotherapy for maxillary sinus carcinoma: passive scattering proton therapy versus volumetric-modulated arc therapy. Br J Radiol. 2018, in press