

# 論 文 内 容 要 旨

Influence of different air CT numbers for IVDT on  
the dose distribution in TomoTherapy MVCT

(トモセラピーMVCT に使用される IVDT の空気の CT  
値の違いが線量分布に与える影響)

Journal of applied clinical medical physics, in press,  
2022.

主指導教員：永田 靖教授

(医系科学研究科 放射線腫瘍学)

副指導教員：柿本 直也教授

(医系科学研究科 歯科放射線学)

副指導教員：村上 祐司准教授

(医系科学研究科 放射線腫瘍学)

常峰 將吾

(医系科学研究科 医歯薬学専攻)

## 【背景・目的】

近年、適応放射線治療(ART)は治療計画の変更に広く用いられている。頭頸部放射線治療では、治療中の体重減少や腫瘍の縮小の頻度が多く再放射線治療計画の必要性がある。そのため TomoTherapy では、照射直前に Mega-voltage Computed tomography (MVCT)による CT 画像から ART を行い、初回治療計画と比較し体重減少や腫瘍の縮小による計画標的体積(PTV)や危険臓器 (OAR) への線量変化の確認を行う。MVCT を使用した ART は MVCT 画像に対して、image value density table (IVDT)を用いて MVCT 値から質量密度に校正し不均質補正が実施される。IVDT の作成は、MVCT で撮影した組織等価密度プラグと空気の CT 値が使用される。しかし、我々の調査により各施設で IVDT の作成方法が統一されていないことが明らかになった。特に IVDT の空気の CT 値を IVDT 用ファントムの外側か内側どちらの値を使用するかは施設毎で異なっている。この空気の CT 値の違いは、ART の線量計算精度に影響を及ぼす可能性がある。本研究では、ART を行う頻度が多い頭頸部領域に焦点を当て、IVDT の空気の CT 値の違いが線量計算に与える影響を、人体模擬ファントムを使用して検討を行った。

【方法】 MVCT は、全て TomoTherapy HD system (Accuray) を使用した。空気の CT 値の異なる IVDT の作成を行うため、MVCT で組織等価密度プラグと IVDT 取得用ファントム (GAMMEX)の内側と外側の CT 値を Image J software を使用し 2cm  $\phi$  の region of interest 内を取得した。得られた CT 値より空気の CT 値のみが異なる 2 つの IVDT を作成した。IVDT 用ファントムの内側と外側の空気を使用した IVDT を、それぞれ  $IVDT_{inair}$  と  $IVDT_{outair}$  と定義した。検証には、人体模擬ファントム PBU-60 (京都科学) を使用した。同一ファントムを治療計画用装置 kVCT Aquilion16 (Canon) で撮影を行い、TomoTherapy Planning Station Version5.1.1 (Accuray) にて頭頸部 intensity-modulated radio therapy の kilo-Voltage CT (kVCT)治療計画を作成した。同一ファントムで MVCT の撮影し、Planned adaptive software (Accuray) により  $IVDT_{inair}$  と  $IVDT_{outair}$  それぞれで ART を行った。 $IVDT_{inair}$  と  $IVDT_{outair}$  を用いて計算した結果と kVCT 治療計画の PTV と OAR の比較により計算精度を比較した。評価には、PTV の  $D_{98\%}$ ,  $D_{50\%}$ ,  $D_{2\%}$  と OAR の  $D_{max}$ ,  $D_{mean}$  の dose-volume histogram 指標を使用した。

【結果・考察】  $IVDT$  取得用ファントムの外側と内側の MVCT 値の平均  $\pm 1SD$  は、 $-1006 \pm 19$  HU,  $-940 \pm 31$  HU となり空気の CT 値の相違 (外-内) は  $-66$  HU であった。kVCT 治療計画の空気の CT 値に近いのは、 $IVDT_{outair}$  の外側の空気の CT 値であった。 $IVDT_{inair}$  と  $IVDT_{outair}$  と kVCT 治療計画との比較では、それぞれ 1.1~2.4%, 0.6~1.9% であった。PTV と OAR を評価した結果全ての指標で  $IVDT_{outair}$  用いた方が  $IVDT_{inair}$  に比べて kVCT 治療計画に 0.5%~0.7% 近いことがわかった。kVCT では、ファントム内外の空気の CT 値差は  $2.5 \pm 18$  HU であり MVCT は、kVCT に比べて、空気の CT 値の差が数十倍あり、IVDT の空気の選択は重要である。IVDT 用ファントムの内外の空気の CT 値の差は、ビームハードニングの過補正により外側より内側の空気 CT 値が高くなったと考えられる。TomoTherapy の線量計算範囲は、体輪郭外の空気も含めるため体輪郭が小さい頭頸部では、CT 画像の空気の領域が多く

なる。そのため治療ビーム経路の空気減衰が kVCT 治療計画の空気の CT 値に近い値である IVDT<sub>outair</sub> を使用した方が kVCT 治療計画に近い結果になったと考えられる。

**【結語】** 本研究の結果より、頭頸部症例の MVCT を用いて ART を行う場合、治療計画用 kVCT 装置の空気の CT 値に近い外側の空気を使用した IVDT<sub>outair</sub> を用いた方が、線量計算精度の高い結果が得られる事が実証された。