

論 文 内 容 要 旨

題目 Dose impact of rectal gas on prostatic IMRT and VMAT

(前立腺 IMRT および VMAT に及ぼす直腸ガスの線量影響)

著者 Motoharu Sasaki, Hitoshi Ikushima, Masahide Tominaga  
Takeshi Kamomae, Taro Kishi, Masataka Oita, Masafumi Harada  
平成 27 年 12 月発行予定 Japanese Journal of Radiology  
第 33 巻第 12 号

内容要旨

【背景および目的】

近年, 前立腺への均一な線量投与と併せて周囲に存在する organ at risk (OAR) の線量を低減することが可能である intensity modulated radiotherapy (IMRT) および volumetric modulated arc therapy (VMAT) が多くの施設で用いられている。しかし, 前立腺と周囲の OAR との境界では, 線量勾配が急峻となる。従って, 患者セットアップ位置精度が不十分であれば, 前立腺と周囲の OAR の双方に対して大きな線量の影響を及ぼす。また, 骨盤内臓器である前立腺においては, 直腸の内容物である便やガスないしは膀胱容量の変化により, 骨構造に対する前立腺位置が変化すると報告されている。その中でも直腸ガスによる影響が最も大きいことが知られている。本研究では, 直腸ガスが前立腺 IMRT および VMAT の線量分布へ及ぼす影響について評価した。

【方法】

前立腺がんに対して IMRT を行った 9 症例を対象とし, IMRT および VMAT の基準となる治療計画を行った。直腸ガスが線量分布へ及ぼす影響を評価するため, 基準となる治療計画に使用した structure set とは別に, 各症例に対して 2 種類の評価用の structure set を作成した。評価用 structure set の概要は次の通りである。①直腸の輪郭体積全てにガスの hounsfield unit (HU) value を割り当てた。②PTV と直腸とが重なり合う体積 (overlap 領域) にガスの HU value を割り当てた。模擬的に割り当てた直腸ガスの HU value は, 実症例の直腸ガスの平均値から -950 とした。作成した各評価用 structure set に対して基準となる IMRT と VMAT それぞれの治療計画を同一アイソセンタ上に移し替えて再計算を行った。最初に前立腺 IMRT と VMAT の治療計画の相違を評価した。次に基準となる治療計画と 2 種類の評価用 structure set を用い再計算した治療

## 様式(8)

計画との差異を評価した。さらに，clinical target volume (CTV) ， planning target volume (PTV) ， 直腸，膀胱体積の gamma analysis (GA)を評価した。

### 【結果および考察】

基準となる前立腺 IMRT と VMAT 治療計画では，全ての症例で当院の線量制約を満たした。また，PTV の minimum dose ( $p=0.034$ ) および膀胱の V65Gy ( $p<0.01$ ) を除き，有意差なしの結果が得られた。2種類の評価用治療計画においても CTV の V100%と PTV excluding rectum の D95 を除き，線量制約を満たした。ただし，直腸内にガスが存在する場合では，存在しない場合と比べて直腸内での散乱線量が減少するため，CTV の後壁から直腸前壁にかけて線量低下が生じることによって基準となる治療計画との有意差が認められた。本来，直腸体積で相互反応し吸収される線量が，直腸内のガスにより，多く透過したためであると考えられる。従って，高線量領域とは逆に中程度から低線量領域において線量が高くなる傾向を示した。また，GA の結果では，CTV の 1%/1 mm~3%/3 mm で  $p<0.01$  のように有意差をもって IMRT のほうが基準となる治療計画との高い合致率を認めた。このことは，IMRT と比べて VMAT 治療計画のほうが直腸方向からより多くの線量が PTV に対して照射されているためであると考察できる。

### 【結論】

IMRT では VMAT と比較し，直腸内にガスが存在した場合でも直腸ガスが存在しない場合と比べ線量分布への影響が少ないことが示唆された。ただし，双方ともに直腸内にガスが存在した場合でも，CTV および PTV に対する線量低下は発生するが，OAR については当院の線量制約を満たすことが示唆された。

論文審査の結果の要旨

報告番号	甲医第 1280号	氏名	佐々木幹治
審査委員	主査 金山博臣 副査 島田光生 副査 上野淳二		

題目 Dose impact of rectal gas on prostatic IMRT and VMAT

(前立腺 IMRT および VMAT に及ぼす直腸ガスの線量影響)

著者 Motoharu Sasaki, Hitoshi Ikushima, Masahide Tominaga  
 Takeshi Kamomae, Taro Kishi, Masataka Oita, Masafumi Harada  
 平成 27 年 12 月発行 Japanese Journal of Radiology  
 第 33 巻第 12 号 723 ページから 733 ページに発表済  
 (主任教授 原田雅史)

要旨 前立腺への均一な線量投与と併せて周囲に存在する臓器の線量を低減することが可能である intensity modulated radiotherapy (IMRT) および volumetric modulated arc therapy (VMAT) が多くの施設で用いられている。しかし、前立腺においては直腸の内容物である便やガスによって線量分布が異なると考えられる。そこで申請者らは、前立腺 IMRT および VMAT の線量分布に対して直腸ガスが及ぼす影響について評価を行った。

前立腺癌に対して IMRT を行った 9 症例を対象とし、IMRT および VMAT の基準となる structure set を用いて治療計画を行った。直腸ガスによる線量分布への影響を評価するため、各症例に対して 2 種類の異なる方法でガス濃度を割り当てた評価用の structure set を作成した。作成した各評価用 structure set に対して基準となる IMRT と VMAT の治療計画を同一線量分布中心上に移して再計算を行った。基準となる線量分布と 2 種類の評価用

structure set を用い再計算した線量分布との差異を評価した。さらに、clinical target volume (CTV)、planning target volume (PTV)、直腸・膀胱体積の gamma analysis の結果を評価した。得られた結果は以下の通りである。

直腸内にガスが存在する場合は、存在しない場合と比べて CTV および PTV の後壁から直腸前壁にかけて有意な線量低下が認められ、一方直腸後壁では有意な線量上昇を認めた。Gamma analysis の結果では、IMRT のほうが VMAT よりも CTV および PTV の 1%/1 mm~3%/3 mm で有意差をもって基準の治療計画との高い合致率を認めた。

本研究は IMRT では VMAT と比較し、直腸内にガスが存在した場合でも線量分布の変化に影響が少ないことを明らかにした点で、放射線治療において臨床上有意義な結果を得ており、学位授与に値すると考えられた。