

(様式4)

## 学位論文の内容の要旨

(川原 正寛) 印

(学位論文のタイトル)

MRI Response of Obturator Internus Muscle to Carbon-Ion Dose in Prostate Cancer Treatment

(前立腺癌治療における重粒子線線量に応じたMRIでの内閉鎖筋の反応)

(学位論文の要旨)

## 【背景・目的】

炭素イオン線治療(CIRT)を含む粒子線治療は、がん治療における臨床的優位性が示されている。粒子線治療はブラッグピークと呼ばれる特徴的な線量分布を有し、周囲のリスク臓器への線量を減少させ、エックス線治療と比較し腫瘍への線量集中性を高めることが可能である。エックス線治療では透過性を利用することでライナックグラフィーやmega-voltage CTを用いて照射精度の確認をすることが可能であり、品質管理に関する様々な研究が行われ、確立している。しかし粒子線治療では透過性を利用することができないため、エックス線治療で確立された技術を用いて線量分布の品質管理を行うことは困難である。そのため粒子線治療を施行する上で治療の精度を確認する手法を確立することが求められている。一方で、前立腺癌患者のCIRT後の核磁気共鳴画像法T2強調像(MRI-T2WI)では、前立腺近傍の内閉鎖筋に高信号領域が出現する。この高信号領域は治療計画画像での線量分布範囲内に近く、治療精度の確認に利用できることが予想された。

本研究ではCIRT後のMRIで観察された内閉鎖筋の画素値の変化と治療計画上での線量分布との相関関係を解析することにより、生体内の線量分布を確認する方法を検討した。

## 【材料と方法】

2010年3月から9月までの間、当施設内で炭素イオン線治療を行った限局性前立腺癌患者のうち治療前と治療1年後にそれぞれ前立腺のMRI画像を有する7例の患者を任意に選択した。治療計画のための骨盤MRIと、線量分布を含む治療計画CTを比較分析に使用した。すべての症例で総線量57.6Gy (RBE:生物学的効果比)/16回の照射が施行された。

まず、治療前後の解剖学的な変化を確認するために治療前と治療後1年のMRIでisocenter軸上の前立腺の幅と内閉鎖筋の外縁幅・内縁幅の距離をt検定によって比較した。

p値は前立腺幅で0.481、内縁幅で0.338、外縁幅0.106でありいずれも有意差は認められなかった。

次に治療計画ソフトXiO-Nのfusion機能を用いて各症例でCIRT1年後のMRI画像と治療計画CT画像を重ね合わせた画像を取得した。線量分布からはisocenter平面におけるbeamの左右方向の1次元線量グラフを抽出した。MRI画像からは画像処理ソフトImageJを用いて内閉鎖筋の画素値を評価した。isocenter平面上におけるbeamの左右方向に沿った信号画素値の1次元グラフを抽出した。抽出された線量分布と画素値のそれぞれ1次元グラフを散布図で相関関係を比較した。線量および画素値のレベルを表すx軸およびy軸を持つ散布図を得た。

**【結果・考察】**

MRIでの内閉鎖筋の信号変化は線量分布と視覚的に一致した。MRI信号変化の勾配と線量分布との相関関係がすべての患者に関連していることが観察された。治療計画上の線量とMRIの信号画素値との相関関係はisocenterからの距離に基づいて各症例で解析した。各症例でそれぞれ一次関数、二次関数、指数関数をフィッティングし、それぞれのR値の平均は0.944、0.975、0.964でそれぞれの標準偏差は0.032、0.024、0.019であり、二次関数が最もよく相関する症例が多かった。二次関数を $y=a+bx+cx^2$  で表した時のc値がいずれも $c>0$ であり、xが正の時に増加関数であることが示された。

**【結論】**

本研究ではCIRT後1年のMRI信号の変化と、全患者の炭素イオン線の線量分布との間に有意な相関関係があることが示された。信号変化は炭素イオン線の照射線量に二次関数的にフィッティングすることができた。また、線量が増加することでMRIの画素値が増加することがわかった。以上よりMRIの信号強度の変化はCIRTの線量分布と相関関係があることが結論付けられた。