学 位 論 文 要 旨

研究題目

Couch modeling optimization for tomotherapy planning and delivery
(トモセラピーを用いた治療計画と実行のためのカウチモデル最適化)

兵庫医科大学大学院医学研究科

医科学専攻 生体応答制御系

医学物理学 (指導教授 山門 亨一郎)

氏 名 岡 田 亘

【背景・目的】外部放射線治療では通常、患者を保持する治療寝台（カウチ）が用いられる。しかし X 線がカウチを通過する際に吸収減弱が起きる。よって体内への正確な線量投与のためには、放射線治療計画装置（treatment planning system, TPS）にて X 線減弱を補正する必要がある。回転型放射線治療装置であるトモセラピーの TPS では、X 線減弱を補正するカウチモデルが用意されているが、その精度が不十分である。また現在のところ、デフォルトのカウチモデルの修正や編集も不可能である。そこで本研究ではトモセラピーのカウチモデルの新しい最適化法の開発と精度検証を実施した。

【方法】放射線治療計画支援システム（MIM Maestro、バージョン 6.8.2、MIM Software Inc、クリーブランド、オハイオ州、米国）を介して、治療計画用 CT 画像のデフォルトカウチモデルの直上に仮想モデルを構築した。仮想モデルは、他の構造物への影響を最小化し、またカウチ形状を考慮して 1mm 厚で 2 種類（中央スラブ・両側スラブ）の物理密度を割り当て可能とした。ガントリ角度 5° 毎に電離箱線量計にて線量測定を行い、TPS 計画値との差の平均値が最も小さくなる仮想モデルの最適な物理密度を決定した。この仮想モデルの妥当性を検証するために、2018 年 9 月から 2018 年 12 月に施行された臨床例 70 例について、仮想モデルあり・なしにおける品質保証（Quality Assurance, QA）プランを作成し、3 次元ダイオードアレイ QA システム（ArcCHECK、Sun Nuclear、メルボルン、フロリダ州、米国）により測定を行い、ガンマ解析（3%/2mm、しきい値 10%）およびこれらの統計分析（Paired T-test）を実行した。

【結果】仮想モデルなしの時、TPS 計画値と電離箱測定値との最大誤差は、アイソセンタ位置において 4.7%、軸外位置において 5.8%であった。仮想モデルに中央スラブで $4.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、両側スラブで $1.9\text{g}/\text{cm}^3$ の物理密度を付与した場合、その平均誤差は、最小化されアイソセンタ位置において 1%以内、軸外位置においても 2%以内に改善した。また、仮想モデルを付与した場合の平均ガンマパス率は約 0.6%~5.1%向上した。これらは、すべての治療部位で統計的に有意であった（ $P < 0.05$ ）。

【結論】放射線治療計画支援システムを使用して構築した仮想モデルに最適な物理密度を付与することで、より正確なトモセラピーのカウチモデルを作成することができた。