

平成 24 年度 博士後期課程学位論文要旨

学位論文題名 (注: 学位論文題名が欧文の場合は和訳をつけること)

高精度放射線治療を目的とした dose-guided radiation therapy の実現
に関する研究

学位の種類: 博士 (放射線学)

人間健康科学研究科 博士後期課程 人間健康科学専攻 放射線科学域

学修番号 10997604

氏名: 松原 佳菜

(指導教員名: 齋藤 秀敏 教授)

注: 1 ページあたり 1,000 字程度 (欧文の場合 300 ワード程度) で、本様式 1 枚~2 枚 (A4 版) 程度に収めること

頭頸部がんに対する強度変調放射線治療 (頭頸部 IMRT) は従来の放射線治療と比較して線量分布に優れており、この特長を生かしてこれまで周囲の正常組織の障害が問題となっていた病変に対しても有効性が期待できる。一方、頭頸部 IMRT では臨床標的体積 (PTV) とリスク臓器との間との線量分布の勾配が急になっているため、患者セットアップの精度や照射中の臓器の動きに対する対策が必要となる。頭頸部 IMRT の臨床では患者の位置ずれを修正することにより PTV に治療計画通りの線量が投与されていると考えられているが、実際は PTV に最も近い骨構造を中心に画像の重ね合わせを行い、数 mm 以内の一致が見られたところで患者の位置ずれを許容している現状がある。これより、PTV に実際に投与された線量と計画時に処方された線量との間に乖離を生じる。

本研究では頭頸部 IMRT の高精度化を目的とし、PTV に投与された線量を決定できるシステム、dose-guided radiation therapy (DGRT) の実現を目指した。そこで、本研究では、患者の位置ずれを画像情報を基に修正し、PTV に正確に線量を投与することを目的に開発された画像誘導放射線治療 (IGRT)、IGRT 装置の一つである mega-voltage cone-beam computed tomography (MV-CBCT) を利用した線量計算、患者の体内に微小検出器である metal-oxide-semiconductor field-effect transistor (MOSFET) を設置し、体内線量を直接評価する in vivo dosimetry の 3 つを融合し、DGRT への適応性を検討した。

検討に先立ち、頭頸部 IMRT における患者の固定精度を把握するため、患者の位置ずれを遡及的に解析した。治療期間中に体形変化が起こりやすい領域にある下顎において最大 1 cm の大きな位置ずれを生じ、放射線治療計画において患者の位置ずれとして標的体積に加味されるマージンの大きさを超えた。そのため、PTV への正確な線量投与のためには IGRT 導入が必須である。

また、MV-CBCT を利用した線量計算では、MV ビームを用いて CT 値から水に対する相対電子密度への変換テーブルを作成し、それを用いて線量計算を実施した。均質媒質中において MV-CBCT を利用した線量計算の精度は約 3% であり、現在臨床で使用されている線量計算の精度と大差なかった。これより、MV-CBCT は線量計算に利用可能であることが示された。

人体ファントムに対する頭頸部放射線治療では IGRT、MV-CBCT を利用した線量計算、MOSFET を利用した in vivo dosimetry を融合した DGRT を実施し、実際に人体ファントムに

投与された線量を評価した。人体ファントムのセットアップでは MV-CBCT 装置の画像誘導を用いてファントムの位置ずれ修正した。MOSFET 検出器を利用した in vivo dosimetry では患者の投与線量を 3%以内で決定することができた。これまで in vivo dosimetry は検出器やファントムの設置精度の影響を受けるため、その評価精度は 10%であるとの報告があるが、本研究では IGRT を利用することでその評価精度を大幅に改善することができた。また、MV-CBCT を利用した線量計算では患者の投与線量を 5%以内で決定することができた。

頭頸部 IMRT の臨床において、患者の負担や検出器の設置に掛かる手間を考慮すると、in vivo dosimetry を毎回の治療に組み込むことは難しい。そのため、治療初回や照射プラン変更時などの患者の放射線治療を代表するような治療回において in-vivo dosimetry を実施し、その他の治療回では週に一回などと決めて MV-CBCT を利用した線量計算を実施することを推奨する。これより、頭頸部放射線治療において本 DGRT を利用することで患者の投与線量を総合的に 5%以内で決定できると結論付けた。投与線量の不確かさは放射線治療の奏功に影響を及ぼす。そのため、本手法を用いた DGRT の評価精度が 5%であってもこれまで評価されていなかった投与線量を評価できる恩恵は計り知れない。これより、頭頸部 IMRT に対して本手法を適応した DGRT の有用性が示された。