

平成 25 年度 博士前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)

MLC: Multi leaf collimator を用いた寝台移動法における
全身照射 (TBI: total body irradiation) の基礎的検討

学位の種類: 修士 (放射線学)

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻 放射線科学域

学修番号 11897607

氏名: 奥村 康裕

(指導教員名: 大谷 浩樹 准教授)

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 1~2 枚 (A4 版) 程度とする。

我が国において全身照射 (total body irradiation: TBI) は造血幹細胞移植 (hematopoietic stem cell transplantation: HSCT) を目的として行われるものに限って診療報酬の算定が認められている。

全身照射の役割は、①白血病の腫瘍細胞根絶と②宿主の拒絶反応防止によりドナー由来の造血幹細胞の生着場所を用意することの 2 つがある。そのためは、全身に X 線を均等に照射する必要があり、全身照射には、殺白血病細胞効果において薬剤と交叉耐性が少ない、照射不能部位がないことなどの特徴がある。また、Inoue らによる本邦の全国集計では、骨髄移植 (bone marrow transplantation: BMT) の成績について、全身照射を実施しないより全身照射前処置を実施した方が生存率、再発率の両方で良好な結果を示した。

1960 年代に Thomas らによって確立された骨髄移植は、わが国では先達の努力により、1970 年代半ばから限られた施設で開始され、1990 年代には骨髄バンクの整備とともに、その施行数は飛躍的に増加した。現在では、骨髄はもとより末梢血幹細胞や臍帯血へと移植ソースを広げ、無菌管理の簡略化や細胞処理、組織適合性に関する知見や支持療法などの進化とともに、造血幹細胞移植として日本全国多くの施設で行われるに至った。そのため、その前処置治療として行われる全身照射も多くの施設で施行されるようになった。

今日、多くの施設において様々な方法の全身照射が行われている。その中でも寝台移動式全身照射法は、スリット状の X 線束下を仰臥位の患者を乗せた治療寝台が往復運動することにより、全身に X 線を投与する方法である。患者の体位に無理がなく、広い治療室を用意する必要もない。また、遮蔽が必要な臓器に対して、遮蔽ブロックを用いて高い再現性をもって遮蔽が行える。しかし、特殊な安定性の高い移動式寝台を用意する必要があり、治療の可否が移動式寝台の安定性に依存しているという特徴がある。

全身を標的体積とする全身照射において、体厚や体輪郭の変化による線量の均一性には問題があり、ボラス材を用いる方法や、滅菌ビーズを用いる方法、補償フィルタを用いる方法等様々な工夫がなされている。寝台移動式全身照射法においては、MLC (Multi leaf collimator) を用いて線量分布の最適化を実施した報告が既になされているが、MLC の最適化を行うにあたり、全身の CT (Computed Tomography) 画像を取得する必要がある。また、MLC 1 本単位での詳細な最適化を必要としており、CT 撮影による被ばくや治療計画の煩雑性、また、患者のセットアップ精度を考慮すると、現時点では臨床導入の現実性が低い。

本研究の目的は、寝台移動式全身照射法において、特別な補助具や CT 画像を必要とせず、数パターンの前もって用意された単純な MLC の制御と数か所の体厚の計測データを使い、線量均一性の向上を実現することである。線量均一性に関しては ICRU Report 24 の標的容積に対する吸収線量精度を $\pm 5\%$ 以下にすることを達成し、更に、肺における線量制限を実現することを目的としてファントムによる基礎的検討を行った。また、直線加速器と移

動寝台に加えて、MLC 動作の連動に関する線量評価と解析を行った。

Shaper software (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA) にて作成した数パターンの MLC ファイルと、Tough Water ファントムおよび Tough Lung ファントムで作成した人体モデルを用いて、MLC で形成された寝台移動方向の照射野の大きさを調整して照射を試みた。各部の深さ中心での線量評価を電離箱線量計と Gafchromic EBT2 で評価し、MLC 動作時の線量変化については、二次元半導体アレイである、SUN NUCLEAR 社製 Map CHECK TM model 1175 (以下、Map CHECK) を用いた。更に、通常、寝台移動式全身照射には用いる機能が搭載されていない放射線治療計画システム (radiation treatment planning system、以下、RTPS) で、擬似的な寝台移動式全身照射での線量分布図を作成するとともに、実測した線量分布図との比較評価を試みた。

研究結果から、寝台移動式全身照射において直線加速器と移動寝台および MLC を同時に制御することができ、Tough Water ファントムおよび Tough Lung ファントムによる人体モデルにおいて、線量不均一の改善が得られた。また、肺の線量制御においても通常採用されている低融点鉛やタングステンシートなどの補償フィルタの作成なしに実現が可能であった。

今後、MLC を用いた簡便な最適化による寝台移動式全身照射の臨床への導入が期待でき、加えて、RTPS を用いた寝台移動式全身照射の線量評価や治療計画の実現が示唆された。