

審査の結果の要旨

氏名 今 大 輔

本研究は、ガンマナイフ治療における頭蓋外被ばく線量について、その被ばく状況を再現するシミュレーションモデルの開発、妥当性確認及び、頭蓋外被ばく機構の解析を行った。本研究で着目した頭蓋外領域は、通常の治療計画装置では放射線量の計算がなされない領域であり、直線加速器を用いた放射線治療装置における照射野外被ばく領域と対比される。このような領域についてのモンテカルロシミュレーションは、直線加速器では、既に多くの研究があるが、ガンマナイフ治療装置ではこれまでに行われてこなかった。本研究ではこの頭蓋外被ばくのモンテカルロシミュレーションを初めて行い、以下の結果を得ている。

1. 寝台部まで含めたガンマナイフ治療装置全体の詳細な構造モデルを作成し、これを用いたモンテカルロシミュレーションを行った。シミュレーションによる線量と実測した線量の比較によるシミュレーションモデルの妥当性確認を行い、良好な結果を得た。これにより、EGS5 モンテカルロコードによるガンマナイフ治療における頭蓋外領域の被ばく線量計算が可能であることを示した。
2. 作成した装置モデルと数学的人体模擬ファントムを用いたシミュレーションにより、頭蓋外被ばくに寄与する放射線に関する解析を行った。被ばくに寄与する直接線の影響は、焦点から離れるに従い急激に減少し、頭頸部までの領域に限定的であること、ガンマナイフにおける頭蓋外被ばくへの寄与は漏洩線成分が支配的であることを示した。
3. ガンマナイフ治療装置の患者が滞在する装置内壁面における漏洩線分布のシミュレーションを行った。その結果、装置内部の遮蔽体の切り掛け部位から他の部位に比べ漏洩線が多い事を示した。また、コバルト線源の位置により患者に向かう漏洩線の量が異なる事も示した。
4. 人体模擬ファントム内における放射線の平均エネルギーをシミュレーションより計算した。焦点に到達するエネルギーは平均 716keV であったが、頭蓋外領域では、546keV から 584keV の範囲で、焦点からの距離が離れるに従っ

て微増傾向を示していた。

以上、本論文はガンマナイフ治療における頭蓋外被ばくについてシミュレート可能なモデルの作成を行い、妥当性確認の結果を示したうえで頭蓋外被ばくに寄与する放射線の性質についての解析を行った。直線加速器を用いた放射線治療器における照射野外被ばくに関するモンテカルロシミュレーションについてはすでにいくつかの報告がなされているが、本研究はこれまで着手されていなかったガンマナイフ治療装置について初めて行い、その妥当性を確認し、これまでの実測による手法よりも詳細な解析結果を示した。本研究はガンマナイフ治療装置における放射線防護方法の開発や、非標的線量計算法の進展に大きく貢献するものであり、学位の授与に値するものと考えられる。