

平成 18 年度 修士課程学位論文要旨

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)

CyberKnife ビームの吸収線量標準測定に関する研究

学位の種類: 修士 (放射線学)

保健科学研究科 放射線学 専攻 学修番号 05856603

氏名: 河内 徹

(指導教員名: 齋藤 秀敏)

注: 1,000 字程度 (欧文の場合 300 ワード程度) で、本様式 1 枚 (A 4 版) に収めること

CyberKnife は、スタンフォード大学の脳神経外科医 Dr. John Adler, Jr.等により 1988 年に提案された定位放射線治療専用の装置である。CyberKnife を含め、放射線治療用直線加速器の出力は、電離箱線量計を使用した水吸収線量の標準測定によって評価される。現在、高エネルギー光子線の水吸収線量の標準測定は、本邦の『外部放射線治療における吸収線量の標準測定法 (標準測定法 01)』、および国際標準とされる IAEA TRS-398, AAPM TG-51 などに準じて行われている。これら標準測定法は、国際的に統一された測定法により吸収線量にトレーサビリティを与えるものである。品質管理の観点から、外部放射線治療を実施する施設は、標準測定法に従った測定を実施することが規約されており、これは CyberKnife ビームにおいても当然、重要である。

しかし、何れの標準測定法も一般的な直線加速器を対象としたプロトコルであるため、特殊な照射ヘッド構造または幾何学的照射条件を採用する CyberKnife などの新型放射線治療機器には適用できない項目が含まれている。CyberKnife と一般的な直線加速器との具体的な相違として、フラットニングフィルタを使用していない、照射野が円形でその最大直径が 60 mm に限定される、定格治療距離が 80 cm である、などが挙げられる。これらの相違の結果、CyberKnife では既存の標準測定法により規約されている水吸収線量の標準測定条件、線質指標、線質変換係数が採用できない。ここで、線質変換係数は、校正に用いる ^{60}Co 線の基準線質と測定対象とする線質 Q での電離箱線量計の応答の違いを補正する係数であり、測定値より吸収線量を評価する際に必須となる係数である。

このため、本研究は、CyberKnife ビームに最適な吸収線量の標準測定条件や、線質指標に対応する線質変換係数などの基礎データを提供し、国際的なプロトコルに準じた吸収線量の評価体系を構築することを目的とした。

始めに、CyberKnife ビームの深部線量分布を調査し、その解析の結果から水吸収線量および線質指標の測定に最適な標準測定条件を決定した。このとき、使用するリファレンス線量計のサイズについても検討し、電離空洞の長軸が 10 mm 以下の電離箱線量計を推奨することとした。次に、実測した深部線量分布とのビームコミッショニングにより、CyberKnife の照射ヘッドモデルを計算機上に構築し、モンテカルロ計算による光子、電子のエネルギースペクトル解析を行った。これらの解析の結果、平均制限質量衝突阻止能比などの放射線学的物理パラメータを明らかにした。最後に、これらの物理パラメータに加え、既存の物理式または実験式より求めた補正係数の演算により、市販されている 61 種の電離箱線量計の線質変換係数を明らかにした。これらの線質変換係数は、ユーザービームの線質変化に対応するため、CyberKnife 専用の線質指標として定義した $^{CK}TPR_{20,10}$ の関数として提供した。これにより、CyberKnife ユーザーが自施設の装置について、電離箱線量計の指示値に対する線質補正を行うなど、国際標準に従った水吸収線量の測定が可能となった。