

モンテカルロシミュレーションによる線質変換係数の算出

河内徹¹⁾、齋藤秀敏¹⁾、井上光広²⁾、明上山温¹⁾、片寄哲朗¹⁾、小島徹¹⁾、福田賢一¹⁾
首都大学東京¹⁾、横浜サイバーナイフセンター²⁾

Calculation of Beam Quality Conversion Factor using Monte Carlo simulation

Toru Kawachi¹⁾, Hidetoshi Saitoh¹⁾, Mitsuhiro Inoue²⁾, Atsushi Myojoyama¹⁾,
Tetsuro Katayose¹⁾, Toru Kojima¹⁾ and Kenichi Fukuda¹⁾
Tokyo Metropolitan University¹⁾, Yokohama CyberKnife Center²⁾

Abstract

近年、日本においても CyberKnife (Accuray Co., California, U.S.A)を有する施設が増加傾向にあり、頭蓋内および頭頸部領域の良性・悪性腫瘍を中心に定位放射線治療が行われている。この装置においても線量の品質管理は重要な問題であるが、フラットニングフィルタを使用していない、照射野が円形で最大 6 cm に限定されている、定格治療距離が 80 cm である、などの点で通常のリニアックとヘッド構造、幾何学的照射条件が異なっている。このため、従来の外部放射線治療装置の吸収線量絶対測定に適応されている『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)』の線質指標、線質変換係数、幾何学的条件などを採用できない。

本研究の目的は、CyberKnife のための標準的な吸収線量測定法を確立することである。そのため CyberKnife が発生する光子、電子スペクトルについて水/空気の平均制限質量衝突阻止能比、壁材質補正係数、変位補正係数などのパラメータを決定し、市販されている一般的な電離箱線量計について線質変換係数を決定する必要がある。

我々は、計算機上に構築したCyberKnifeの照射ヘッドでモンテカルロ計算を行い、均質な水中での深部量百分率(PDD)を計算した。このときターゲットに入射する電子エネルギーを最適化することでモンテカルロ計算によるPDDと実測PDDを一致させ、実際のCyberKnifeの照射ヘッドが再現できていることを確認した。この計算にはNational Research Council of Canada(NRCC)が開発したBEAMnrcおよびDOSXYZnrcコードを用いた。続いて水中での水/壁材質および水/防水材質の平均質量エネルギー吸収係数比を計算し、さらに同NRCCの開発したSPRRZnrcコードにより水/空気、壁物質/空気および鞘物質/空気の平均制限質量衝突阻止能比を計算した。また、これらのパラメータをターゲットに入射させる電子のエネルギーを変化させて計算することで、吸収線量絶対測定に必要な線質変換係数を照射野直径 6 cm としたときの PDD_{10} を線質指標として決定するシステムを確立した。