

Title	Novel correction methods as alternatives for the six-dimensional correction in CyberKnife treatment
Author(s)	鈴木, 修
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/47400
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	すずき おさむ 鈴 木 修
博士の専攻分野の名称	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	第 2 0 9 5 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 19 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学系研究科生体統合医学専攻
学 位 論 文 名	Novel correction methods as alternatives for the six-dimensional correction in CyberKnife treatment (サイバーナイフ 6D 補正法に代わる新補正法)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 井上 武宏 (副査) 教 授 田村 進一 教 授 吉峰 俊樹

論 文 内 容 の 要 旨

[目 的]

サイバーナイフは頭蓋内、頭頸部腫瘍に対する定位放射線治療専用機である。患者は可塑性プラスチックシェルを用いて固定され、治療中の患者の動きは二方向からの透視画像取得により平行移動、回転系の 6D での検出が可能である。当院サイバーナイフは 6D での誤差検出が可能だが、補正は平行移動分のみを行っており治療開始前には回転系誤差の合わせ込みが重要である。今回、回転系の誤差を平行移動成分に変換することで、6D 補正よりもリニアックの移動を少なくできる補正方法を考案し、補正精度と移動量について検討した。

[方法ならびに成績]

ある点の回転は、回転原点を中心として XYZ の平行移動成分で表現が可能である。そこで、回転系の誤差をリニアック本体の 3 軸の平行移動により補正し、その補正精度を検証した。

治療計画上で照射ビームを回転させることで、相対的な腫瘍の回転を想定した。

補正方法としては、腫瘍の重心座標の回転量を補正する Gravity correction (重心補正) 法と、各ビームの腫瘍終点座標の回転量を補正する Beam correction (ビーム補正) 法を考案した。

治療計画装置からビームデータを file transfer protocol (FTP) を用いて抽出し、パーソナルコンピュータ上でアフィン変換により、ビームの始点・終点座標を回転変換させた。さらに回転後データを上記補正方法で補正した。各データを再び治療計画装置に読み込み、腫瘍の Dose volume histogram (DVH) を計算した。回転前 DVH と、回転後、回転補正後の DVH を相対評価した。回転補正と新補正法によるリニアック本体の移動距離を算出した。

検討対象は治療計画を作成した 10 症例である。回転角度は、XYZ 軸に対して各 ± 1 度、(± 1 度、 ± 3 度、 ± 1 度)、各 ± 5 度の組み合わせとし、1 症例につき 24 通りの回転角度の評価を行った。

腫瘍重心座標の回転による変位量は、 $\pm 1/\pm 1/\pm 1$ 度では平均 1.17 mm、 $\pm 1/\pm 3/\pm 1$ 度では平均 2.35 mm、 $\pm 5/\pm 5/\pm 5$ 度では平均 5.83 mm であった。

$\pm 1/\pm 1/\pm 1$ 度回転では回転後 DVH は回転前を 100%としたとき、98.93%に低下し、重心補正にて 100.01%、ビ

ーム補正にて 99.98%に補正された。±1/±3/±1 度回転では回転後 96.12%に低下し、重心補正にて 99.5%、ビーム補正にて 99.97%に補正された。また±5/±5/±5 度回転では回転後平均 76.68%に低下、重心補正で 99.19%、ビーム補正で 99.37%に補正可能であった。回転による DVH 低下は両補正法によって有意に改善された。重心補正とビーム補正での補正精度には有意差は認められなかった。

[総 括]

今回考案した平行移動による補正方法で、6D 補正と同程度の良好な補正が得られた。回転を伴う補正では、リニアック本体の動きが大きくなり衝突などの危険性が高くなる。今回の補正方法ならばより安全で、大きな回転誤差までも補正が可能で有用であると考えられた。

論文審査の結果の要旨

サイバーナイフにおける回転系補正は動きが大きく、衝突の危険性から限られた範囲のみで使用される。制限を超える誤差の場合、治療を中断して手動補正が必要で治療時間が延長し患者負担につながる。従来日本では平行移動の 3D 成分のみで 6D 成分での補正は行っていなかった。

今研究で 6D 補正に代わってより少ない動作による補正を目的に、回転系誤差を平行移動成分に変換するという新しい補正方法が考案された。この重心補正あるいはビーム補正により、6D 補正と同等の補正精度が得られることが Dose Volume Histogram を用いた解析にて確認された。補正に要するリニアックの動きは 6D 補正が数 cm に及ぶ一方で、新補正法では数 mm という軽微な範囲にとどまりより安全性が確保されと考えられる。この方法を用いれば 6D 補正不可能な誤差でも補正可能で、治療中断を来たすことなく短時間で 3D 補正のみよりもより高精度に治療完遂が可能となりうる。

6D 補正よりも安全に、同等の補正が可能で、治療時間の短縮につながる補正法を新たに考案した本研究は臨床的に重要であり、学位に値するものと考えられる。