483. 小線源治療に於ける基準面自動決定の試み

Determination of Optimal Plane for Implant Radiotherapy

島根医科大学附属病院 放射線部

○ 高橋 司伸

・奥井 彰二

・八尾 進

・氏平 武樹

・君野 勝治

Shinobu Takahashi Shoji Okui

Susumu Yao

Takeki Ujihira

Kathuji Kimino

放射線科 笠井 俊文

Toshihumi Kasai

【目的】従来の治療計画システムにおいて、線源面すなわち計算の基準となる面（以後基準面）の特定は、画面を見ながら平面を回転移動して判断、決定する主観的な方法だった。今回我々は、線源座標より自動的に基準面を決定、表示するプログラムの必要性を強く感じ、これを作成し評価を行った。

【原理・方法】今回使用した治療計画システムは、MODULEX プログラム作成に使用した言語は、MUMPS およびFORTRAN であった。基準面は、全線源の始点および終点の入力座標から、最小自乗法を用い平面式を導き出すことにより決定する。全ての線源端から平面までの距離 d_i の自乗の和 D が最小となる平面が基準面である。（図1）

$$D = \sum_{i=1}^N d_i^2 = \sum_{i=1}^N (aX_i + bY_i + cZ_i + d)^2$$

これを偏微分し0とおく

$$\partial D / \partial (a, b, c, d) = 0$$

上式から、基準面の平面式 $ax + by + cz + d = 0$ が決定する。平面の回転移動は、法線ベクトルを用いて行う。基準面と法線ベクトルの関係を（図2）に示す。平面式の各係数は、法線ベクトルを表す。画面表示をXY平面とするため、法線ベクトルをZ軸と平行にする必要がある。このため、法線ベクトルを二度回転する。（図3、4）また、画像表示を統一するため、基準面上で全ての線源をベクトル的に平均化し、これをY軸の正方向から負方向へ向くように回転する。最終画面は、法線ベクトルと平均線源の回転角から各線源座標のオフセット量を求めモニター画面に線源を表示する。従来法と本法の比較を臨床例で行った。基準面を従来の方法で治療担当の放射線科医・放射線技師合計7名により決定し、その面に対する左右治療面での線量分布図を作成、時間当たり 0.3 Gy 範囲の面積を測定し、本法との誤差率をグラフに表す。（図5）

【結果・考察】基準面の決定および表示の計算精度は、角度が ± 1 度、位置が ± 1 mm の誤差である。計算時間は、実行キーを入力後、最終画像表示まで約5秒で大幅に時間が短縮された。臨床例の面積比較において、従来法は各個人間のバラツキが大きく線量分布の形状も加味すれば再現性が悪く今回のプログラムによる方法が優れていることが立証できる。

【結語】基準面の決定、表示を自動的に行うことで1) 精度の向上2) 時間の短縮3) 再現性の向上が得られた。

図1 線源座標と平面の関係

図2 法線ベクトル

図3 Z軸回転

図4 X軸回転

図5 治療面の面積誤差