159. CTシミュレータの性能 (第2報) — 軸外線量分布計算について —

京都大学医学部附属病院 放射線部

○ 中田 学 矢野 慎輔 岡田 孝 野原 弘基
Manabu Nakata Shinsuke Yano Takashi Okada Hiroki Nohara

【目的】 Modified E TMR法における軸外線量分布の計算精度を評価する。【方法】 Modified E TMR法はScatter mode、Non-Scatter modeの2つのモードにより計算することができる。Scatter modeは1次線と散乱線とを別々に計算する方法であり、散乱線成分に関しては3次元的にその寄与を考慮している。また、軸外線量の計算では P_d (Penumbra factor)を用い、この P_d を1次線にのみかけて求めている。 P_d は幾何学的照射野の端から計算点までの距離と幾何学的半影の大きさとの指数関数で近似した式である。一方、Non-Scatter modeは3次元的な散乱線の寄与を考慮していない。この場合の軸外線量の計算では2つの指数関数で近似している。以上の計算法を用い、3種類のファントム条件下においてフィルム法(コダック, XV-II)より求めた実測値と各近似式を用いて求めた計算値とを比較した。【結果】 Fig.1は10MV X線、均質Mix-Dpファントムにおける10cm深さのOCR曲線である。実線と点線は実測値、各記号はScatter、Non-Scatter modeから求めた計算値である。いずれの計算モードにおいても実測値と良好な一致が得られた。3種類のファントム条件において、実測値と計算値との差分の平均値とその差分のばらつきを各深さで評価した。Fig.2は10MV X線、照射野10x10cmの結果である。○はScatter mode、●はNon-Scatter modeを示す。Scatter, Non-Scatter modeとも傾向は同様で、均質Mix-Dpファントム(A)と不均質ファントム(C)で実測値に対する差分の標準偏差が+4%から-2%以内であった。一方、均質Corkファントム(B)では差分のばらつきが大きく、±6%の精度となった。 ^{60}Co γ線の場合、Scatter modeで実測値に対する差分の標準偏差がいずれのファントムにおいても+4%から-2%以内、Non-Scatter modeで均質Mix-Dpファントムの10cm、20cm深さを除けばScatter modeと同程度の結果が得られた。次にOCR曲線において、20%から80%までの半影の大きさ: Beam Penumbraと50%から90%までの大きさ: Beam Fringeにより計算精度を評価した。Table 1に結果をまとめた。10MV X線のScatter modeでは均質Mix-Dpファントム、不均質ファントムで実測値から求めたBeam Penumbraと計算値から求めたそれとの最大差が-1.6mm、Beam Fringeが-3.7mm、Non-Scatter modeではそれぞれ0.6、-1.6mmとなった。均質Corkファントムでは最大-5.6mmで実測値と大きく異なった。 ^{60}Co γ線の場合ではScatter modeで最大差が2.7mm、Non-Scatter modeで6.4mmとなった。

【まとめ】 modified E TMR法を用いた軸外線量の計算精度は、1) 3次元的な散乱線の寄与を考慮するScatter modeでは、均質Mix-Dpファントム、不均質ファントムにおいて実測値に対する差分の標準偏差が±4%以内、Beam PenumbraとBeam Fringeでは実測値との最大差が4mmとなり、良好な結果が得られた。2) Non-Scatter modeでは実測値に対する差分の標準偏差が10MV X線では±4%以内、 ^{60}Co γ線では±6%以内、Beam PenumbraとBeam Fringeでは実測値との最大差が6mmであった。3) 10MV X線の均質Corkファントムでは実測値に対する計算値の差分のばらつきが大きく、照射野の端付近の極端に電子平衡が成立しない領域で実測値と異なった。以上の結果より、modified E TMR法における軸外線量を近似する P_d 式はScatter modeの計算で精度がよく、Non-Scatter modeでは大きい照射野、深さの深いところで若干精度が落ちる。また、TMRあるいはTARを用いた場合、電子平衡の成立しない領域では大きい計算誤差を生じる。

Fig. 1

Fig. 2

Table 1

Phantom	10MV X-rays 20-80% Beam Penumbra & 50-90% Beam Fringe at 10 or 10.5cm Depth.		Cobalt-60 gamma-rays Calculation mode - Scatter Non-Scatter	
	Calculation mode - Scatter	Calculation mode - Non-Scatter	Calculation mode - Scatter	Calculation mode - Non-Scatter
Homogeneous Mix-Dp	-0.7	0.6	-2.0	-3.1
Homogeneous Cork (p=0.32)	-3.8	-3.0	-0.5	3.3
Heterogeneity	-1.6	0.5	-1.0	3.3
Homogeneous Mix-Dp	-3.7	-1.6	2.7	2.2
Homogeneous Cork (p=0.32)	-5.6	-3.3	0.4	6.4
Heterogeneity	-3.3	-1.2	0.9	6.8