

放射線治療計画装置におけるCT値の設定がPDDに及ぼす影響

東北大学病院 診療技術部放射線部門 ○佐藤 裕幸 (Sato Hiroyuki)
岸 和馬 佐藤 清和 杉山 周平 梁川 功

【背景・目的】

放射線治療の線量計測には水ファントムが推奨されているが、検出器設置が容易で設置精度が高いこと、取り扱いが容易であることなどから日常QAや線量検証に固体ファントムが用いられる^{1,2)}。しかし、水と固体ファントムでは物理特性に相違があり^{1,3)}、治療計画装置(以下TPS)での計算値と実測値との間に誤差が生じる。当院で使用しているTPSではCT値-相対電子濃度変換テーブルを用いて、設定したCT値から相対電子濃度を算出して物質を定義する。今回、TPSに入力する固体ファントムのCT値を、CTで撮影したままのCT値(以下Original)と公称相対電子濃度から求めたCT値(以下Nominal)、TPS上で実効線減弱係数が実測値から求めた値と等しくなるCT値(以下Effective)の3種類でPDDを計算させ、ファントムで実測したPDDと比較しTPSに入力するCT値について検討した。

【方法】

放射線治療装置は23EX (Varian)、TPSはEclipse (Varian)を使用し、6MVと15MVのX線で検討した。固体ファントムはTough Water(以下TW)、Solid Water(以下SW)、PMMAの3種類で検討した。CT値は3種類の方法で設定し、それぞれTPSで計算させたPDDから実効線減弱係数を算出し比較した。実効線減弱係数はPDDのグラフの傾きを示し、グラフが平坦になる5~15cmの範囲のデータから算出した⁴⁾。OriginalのCT値はCTで撮影したままのCT値を用いた。NominalのCT値は、先行文献の相対電子濃度値から、日常で使用しているCT値-相対電子濃度変換テーブルを用いて求めた。EffectiveのCT値は、実効線減弱係数が各ファントムで実測したPDDから求めた値と等しくなるCT値をTPSで計算させ求めた。

【結果】

3種類の固体ファントム、3種類の方法で設定したCT値、2種類のエネルギーを使用した計算値から算出した実効線減弱係数と実測値から求めた値との誤差を平均したものをFig.1に示す。OriginalのCT値を使用した場合、計算値と測定値は最も誤差が大きくなり、特にPMMAでは誤差が5%程度と大きくなった。EffectiveのCT値を使用した場合、測定値と計算値は最も誤差が小さくなり、すべての場合において誤差は0.2%以下となった。

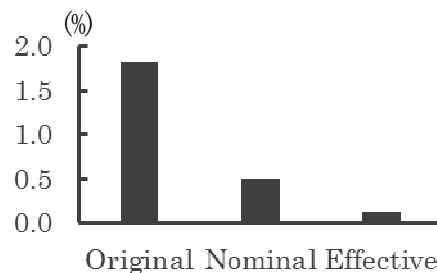


Fig.1 実効線減弱係数の計算値と測定値の誤差

【考察】

OriginalのCT値を使用した場合、kV領域で影響する実効原子番号やMV領域で影響する電子濃度が水と異なる物質では誤差が大きくなるが、NominalのCT値を使用すると物理特性が補正されて誤差が小さくなったと考えられる。NominalのCT値を使用することは、放射線治療に用いるエネルギー領域において光子と低原子番号物質の相互作用が、コンプトン散乱が主であり深部量は電子濃度に依存するというに基づいている。しかし、エネルギーが高くなると電子対生成の寄与が影響してくるため誤差として含まれる。そのため、実測値に基づいたEffectiveのCT値を使用すると誤差が小さくなったと考えられる。

【結語】

放射線治療において、物質を定義するにはCT撮影し、そのCT値をもとに物質の物理特性を求める方法が一般的であるが、水と物理特性が異なる物質の場合は、kV領域・MV領域のX線に対する特性をTPS上で再現できるよう補正を行う必要がある。今回検討した実効線減弱係数が実測値から求めた値と等しくなるCT値を入力する手法により、TPS上で固体ファントムの減弱特性を実測に基づき再現することができた。水以外のファントムを用いて線量評価を行う際にはその補正方法を十分に検討する必要がある。

【参考文献・図書】

- 1) IMRT 物理QA ガイドライン 専門小委員会(日本放射線腫瘍学会QA委員会):強度変調放射線治療における物理・技術的ガイドライン2011.
- 2) 日本医学物理学会:外部放射線治療における水吸収線量の標準計測法(標準計測法12), 2012.
- 3) 荒木不次男. 水等価固体ファントムによる吸収線量測定に必要な物理データの算出, 医用標準線量Vol.14 No.1, 2009.
- 4) 藤田幸男. 固体ファントムを用いた水吸収線量評価,2010 臨床医学物理セミナー.