

○平成29年度奨励研究

「ポリマーゲル線量計を用いたサイバーナイフ治療における線量評価」

放射線技術科学科 助教 川村 拓 , 佐藤裕一

つくばセントラル病院 放射線技術科 新木佳友

1. 研究目的

サイバーナイフは一回あるいは寡分割により高線量を病変部に集中させることが可能であり、定位放射線治療に用いられる装置である。定位放射線治療を含む高精度放射線治療の照射精度が不十分であれば、致命的な結果をもたらす可能性が生じ、そのような事がないためにも装置の精度管理は必須かつ重要な役割を担っている。サイバーナイフの照射位置精度の確認として、人体型ファントム及びフィルムを用いたEnd to End (E2E) テストが行われている。このテストはファントム内の仮想標的である模擬腫瘍に対して、通常のサイバーナイフ治療と同じ手順でCT撮影・治療計画・位置照合・追尾照射を行い、ファントム内に装てんしたフィルムを解析することにより幾何学的な照射位置精度の検証を行う方法である。本研究では、フィルムの代わりに3次元線量計であるポリマーゲル線量計(ゲル線量計)を用いてサイバーナイフの精度管理法であるE2E テストを実施し、ゲル線量計による照射位置確認法に関する実施可能性について検討する。

2. 研究方法

ゲル線量計はラジカル重合反応を利用した化学線量計であり、3次元線量計として放射線治療での利用が期待されている¹⁾。今回、加温中の水にゼラチン、アクリルアミド、Bisアクリルアミド、THPCを混合し、PET容器に封入することでPAGAT線量計を作製した²⁾。PAGAT線量計はキャリブレーション用及びRTPSとの比較用で2種類準備した。X線照射はつくばセントラル病院のサイバーナイフ G4を使用した。①キャリブレーション用のゲル線量計には2,4,6,8,9,10,12Gy照射した。次に②人体型ファントム内にゲル線量計を配置し、E2E テストと同様の幾何学的配置になるよう準備し、放射線治療計画(Radiation Treatment Planning System: RTPS)にて中心線量が700cGyになるよう球状照射野を設定し、サイバーナイフ装置で高エネルギーX線照射を行った。照射後の評価は1.5T MRI装置を用いてR₂測定を用い、照射後のゲル線量計結果をDD systemに転送し、RTPSとの比較としてガンマ解析を行った。ガンマ解析は放射線量の相違と線量分布位置の相違との双方の複合評価として知られている。

3. 研究結果

①キャリブレーションのゲル線量計の解析結果を図1に示す。横軸の放射線量と縦軸のMRIによる測定値R₂(1/s)はよい相関関係を示した(R₂=0.97)。

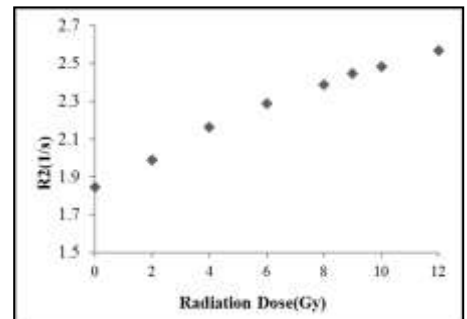


図1. キャリブレーション用ゲル線量計の線量応答性

②次にE2E テストにおけるゲル線量計とRTPSとのガンマ解析による比較の結果(図2)では線量位置誤差3mm, 線量誤差3%の解析において、ゲル線量計の合格(パス)率は69%となった。

4. 考察(結論)

臨床における線量位置誤差3mm, 線量誤差3%におけるガンマ解析のフィルムのパス率は90%となることから、ゲル線量計を用いた照射位置確認法はフィルムと比べて低い結果となった。今回は初期検討だったものの、今後実験を繰り返すなどして、再現性の評価をするとともに、ゲル線量計の位置精度の低下を防ぐ工夫が必要であると考えた。

5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

今後、実験を重ね、研究成果をまとめて国内での学会発表を行う予定である。

6. 参考文献

- 1) Phys Med Biol. 2010 Mar 7;55(5):R1-63.
- 2) 医学物理, 31(3), 75-83

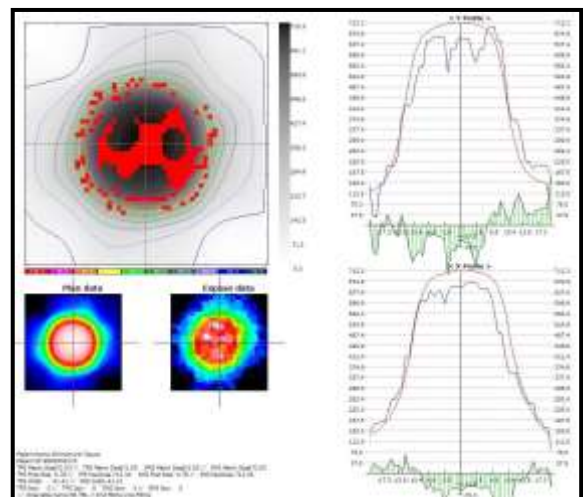


図2. ガンマ解析によるゲル線量測定結果とRTPSとの比較