

サイバーナイフを用いた脳定位照射における頭蓋外線量の検討

- 甲状腺線量の評価と低減策について -

南東北がん陽子線治療センター ○中野渡 優志(Nakanowatari Yushi)
加藤 貴弘 阿部 良知 大内 久夫 太田 裕樹 小松 俊介
小森 慎也 新井 一弘 原田 崇臣 遠藤 浩光

【目的】

頭蓋内疾患に対する定位照射では線量集中性を高めるためにノンコプラナー照射が採用されるのが一般的である。一方、ノンコプラナー照射では頭蓋外線量が相対的に増加することが指摘されている。そこで本研究ではサイバーナイフを用いた脳定位照射において甲状腺線量に着目し、その影響と低減策について検討した。

【使用機器】

- ・サイバーナイフ : M6 (Accuray)
- ・治療計画装置 : Multiplan (Accuray)
- ・ファントム : RANDO Phantom (Phantom Laboratory)
- ・TLD素子 : UD-170L (Panasonic)
- ・TLDリーダー : UD-5120PGL (Panasonic)

【方法】

頭頂から頸部までを撮影範囲に含んだ患者CT画像を用いてトルコ鞍に2 cm φ および4 cm φ の2種類の模擬腫瘍を設定し、通常の手順でそれぞれに対し治療計画(Plan-Ref)を立案した(Fig.1)。また、頭蓋外線量低減策として頸部付近にダミーROIを設定してこれを避けるように制約を設けた治療計画(Plan-Cut)も立案した(Fig.2)。処方線量は20Gyとし、D95で定義した。各Planにおける甲状腺線量を比較した。

計画装置上でのPlan評価に加え、リニアックからの漏えい線量の影響も加味した評価をするためにRANDO PhantomおよびTLD素子を用いた実測評価を行った。Plan-Ref、Plan-Cutそれぞれの治療計画を撮影したファントムCT上に移しこみ、ファントムの甲状腺に相当する場所にTLD素子を左右1つずつ配置した状態で照射した。TLD素子の読み取りは1時間後に行い、治療計画上の線量とTLD素子からの実測線量を比較した。

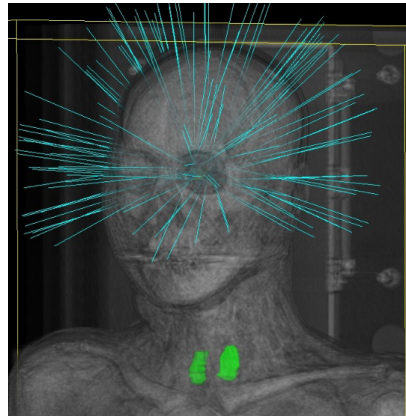


Fig.1 Plan-Ref

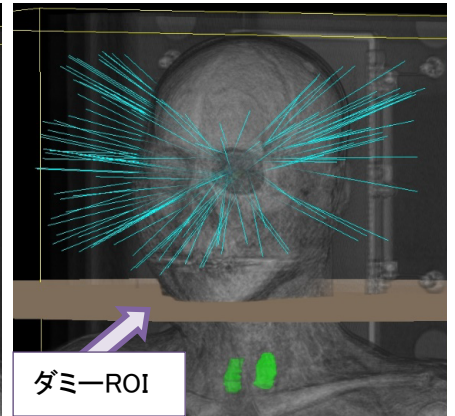


Fig.2 Plan-Cut

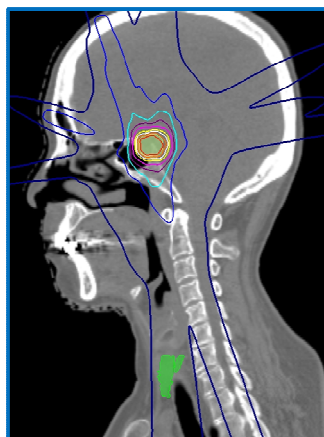


Fig.3 Plan-Refの線量分布

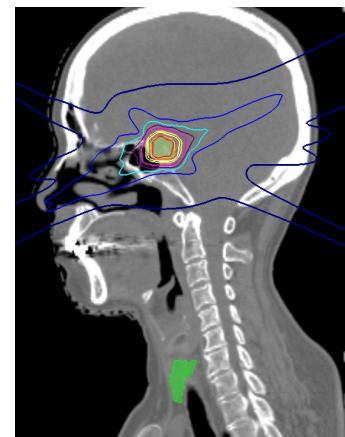


Fig.4 Plan-Cutの線量分布

【結果】

治療計画における線量分布図はダミーROIを設けることでFig.3からFig.4のように変化した。治療計画における線量制約は同様としており、どちらのプランもこれを満たしていた。甲状腺の最大線量は113 cGyであったのに対し、ダミーROIを設けた場合では20 cGyに低減されていた。また、腫瘍サイズが大きいほど甲状腺線量も増加する傾向にあることが確認できた。

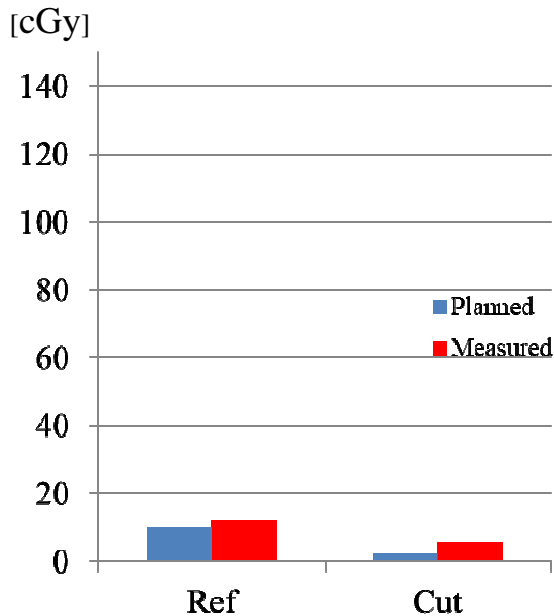


Fig.5 2cm φにおける線量比較

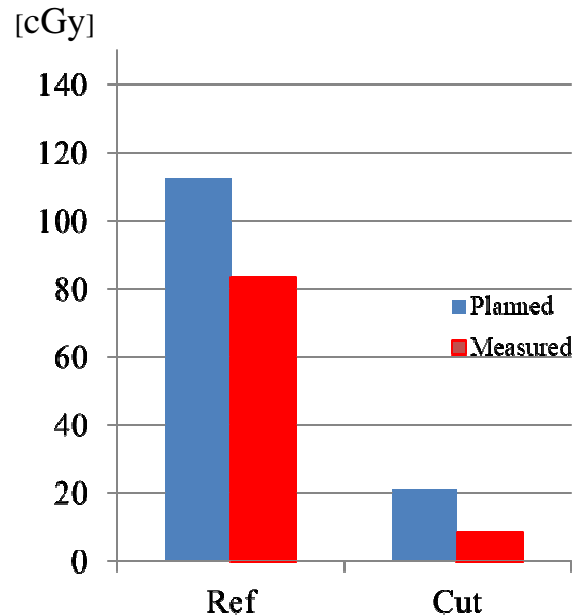


Fig 6 4cm φにおける線量比較

2 cm φ、4 cm φのターゲットに対するRANDO Phantomを用いた実測評価の結果をFig.5、6にそれぞれ示す。治療計画上の線量(Planned)とTLD素子から実測した線量(Measured)には若干の不一致を認めたと、ダミーROIを設定することで甲状腺における最大線量はいずれも同様に減少傾向にあることが確認することができた。

【考察】

照射門数が多いほど頭蓋外線量への影響は少なくなると予想されるが、汎用リニアックに比べて門数が非常に多い傾向にあるサイバーナイフにおいても影響は少なからずあることが明らかとなった。とりわけ若年者の良性疾患を対象とする際には治療計画立案時に線量分布の質を損なわない範囲で頭蓋外線量を減らす配慮をすべきと考えられる。

サイバーナイフはリニアックヘッドが患者に対して比較的接近した状態で治療を行う。計画装置上ではリニアックヘッドからの漏えい線量を評価することはできないことから、今回、リニアックからの漏洩線量の影響がどの程度存在しているのかを考慮するために実測評価も併せて実施した。今回はPilot studyとして解析対象を1例のみとして実施したが、ターゲットの大きさやリスク臓器との解剖学的位置関係によって影響の程度は大きくことなると予想されるため、今回の結果のみから傾向を判断することは難しいと考えられる。しかしながら、今回の解析結果からターゲットの大きさやダミーROIの設定など、頭蓋外線量に影響すると思われる要素を抽出することは可能であったことから、今後解析対象を増やして評価を継続していきたいと考えている。

【まとめ】

サイバーナイフを用いた脳定位照射における頭蓋外線量と低減策に着目し、治療計画上での評価およびRANDO Phantomを用いた実測評価を行った。頭蓋内疾患を対象としたサイバーナイフ治療計画においても少なからず体幹部への被曝が生じることが示唆されたが、この被曝は頸部付近へダミーROIを設定するといった治療計画の工夫により低減できることが示唆された。

【参考文献】

- 1) Stephan F. Shepherd, et al. : Whole Body Doses from Linear Accelerator-Based Stereotactic Radiotherapy. International Journal of Radiation Oncology•Biology•Physics, 38(3), 657-665, 1997
- 2) 三橋 紀夫 他. 放射線治療の進捗と小児がん 日本小児放射線学会誌 15(3) 276-286 1997