115. ライナック小照射野の照射線量評価 (第二報)

Exposure value of Linear Accelerator Small field (Part 2)

群馬大学医学部附属病院 中央放射線部

○山田 昌巳
(Masami Yamada)倉石 政彦
(Masahiko Kuraishi)河原田 泰尋
(Yasuhiro Kawaharada)小山 一郎
(Ichirou Koyama)羽鳥 昇
(Noboru Hatori)

【目的】 ライナックX線を用いてRadiosurgeryを行なう場合、従来用いられていた一般的な照射野以下のペンシルビームが用いられるために、小照射野の線量分布測定並びに線量の定量法が問題になっている。今回、10MV-X線を用いて小照射野の線量分布の測定を行い、分布の特徴を認識した上で線量の定量化に考察を加えたので報告する。

【使用機器】 LINAC:TOSHIBA MEVATRON 74DX40 10MV-Xray、ビームブロック:2mmφ~20mmφ (2mm step) 電離箱線量計:2620 DOSE-DOSE-RATER (NE TECNOROGY) JARP形 (2591A) SHALLOW形 (2534D) Si半導体検出器:DPD-510 DIRECT PATIENT DOSE-METER (SCANDITRONIX) P形Si EDD (No. D1088) PHANTOM:Mix-R, Mix-Dp, FILM:KODAK XV-2, ISODENSITY RECORDER:KONICA PDI-10

【方法】 本装置においてペンシルビームを作成する方法は、アクセサリホルダに円柱 (直径6cm, 高さ10cm) を削り貫いたビームブロック (補助絞り) を取り付ける方法である。この際、可動絞りの開度は最大9×9cmまで可変可能であり、開度変化により変わる因子について測定・解析した。また、3種の検出器を用いて、小照射野のfield factor・TPRを標準測定法に則って測定し比較した。それと共に、フィルム法による線量分布から小照射野の平坦部の大きさを測定し、検出器のVolumeの違いによる測定限界について検討した。

【結果】 可動絞りによる正方形照射野において、8cm深で照射野4×4cmで18mm, 3×3cmで8mm幅の平坦性が確認されるが、絞りの開度が狭くなるに従って分布の平坦部も狭くなり先鋭化してくる (Fig. 1)。線量の定量化には、線量計の集電極が同一線量分布に包含されることを前提としているため、必然的に集電極の小さい検出器が必要となる。JARP形線量計は検出部が6mmφ×20mmであり4×4cm以下の照射野において、また、SHALLOW形電離箱線量計は検出部が5.4mmφ×2mmで、3×3cm以下の照射野においての測定がそれぞれ不適当といえる。ゆえに、この中ではSi半導体検出器 (1.5mmφ×6.0μm) が小照射野の線量測定に、一番適しているといえる。3種の検出器による校正点field factorの測定結果をFig. 2に示す。

可動絞りの開度変化とTPR、出力の関係をFig. 3に示す。グラフより、可動絞りの開度を変えてもTPRに変化はなく、出力のみの変化が認められた。また、絞りの開度が大きければ大きい程、ビームのプロフィールが良くなることも確認された。

P形Si半導体検出器の測定値から基準点を1と規定して計算した結果 (測定値) と、標準測定法を基本として4点補間によって照射野0×0cmまで外挿して得られたTPR (外挿値) との比較をFig. 4に示す。両者間には、15cm深までにおいて最大で1.7%の差が認められたが、実際に治療に用いられると考えられる深さである10cm以深では概ね合致した。

【まとめ】 線量の測定は、JARP形線量計があくまでも基本になる。そこで、Volumeによる制限を克服するために、距離をとって測定を行なおうとする試みや、フィルム法やIPによって二次的に線量を求めようという試みもあるが、距離の制限やフィルム・IPの特性などからうまく定量できるような方向付けはなされていないのが現状といえる。今回使用した、P形Si半導体検出器は、JARP形と遜色のない数値を示し、検出面積も極小であることから、JARP形線量計の代用として十分使用に耐えられるのではないかと考えている。

結果より、小照射野のTPRはJARP形線量計によるTPR表の外挿法で求めて差し支えないと考える。また、可動絞りから独立したビームブロックを用いる場合、可動絞りの開度はできるだけ大きくとった方が、線量分布の平坦度、シャープ性の向上のために有効である。その際、field factorは、コリメートが特殊なため、測定・評価が必要となる。

Fig. 1

Fig. 2

可動絞りの開度変化とTPRの関係 (照射野: 17.9mmφ)

可動絞りの開度変化と出力の関係

Fig. 3

(3.6mmφ)

(7.0mmφ)

(21.4mmφ)

(32.1mmφ)

Fig. 4