

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

北海道放射線技術雑誌 (1984.08) 43・44号:121～122.

トリミングされた部分が三角形の場合の線量補正について

平田良昭

トリミングされた部分が三角形の場合の 線量補正について

旭川医科大学医学部附属病院放射線部

平田 良昭

1. 緒 言

不整形照射野に対する線量補正の方法にはクラークソンの方法をはじめ種々の報告^{1), 2), 3)} がなされている。これらは近年急激に安価になりつつあるパーソナルコンピューターを用いてプログラミングを試みても複雑で素人には困難な場合が多い。その中で九州大学の中野の報告した方法⁴⁾ は考え方が比較的簡単でこれは照射野をいくつか分割して照射野中心の TAR に分割された各照射野の SAR を加えて全体の TAR とする方法であった。

今回この方法を応用してトリミングされた部分が三角形である場合についてトリミングされる前の照射野の TAR からトリミングされた照射野の SAR を差し引いて照射野全体の TAR を求める方法を考案したので報告する。

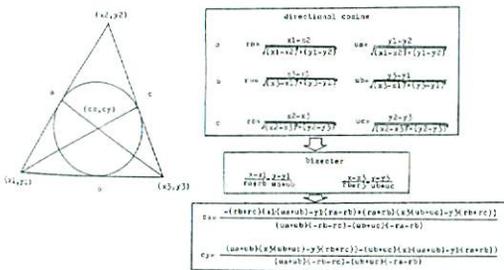


Fig. 1 Calculation procedure for coordinate of inner center in triangle.

II. 計算手順

トリミングされた部分の SAR を計算するために照射野について XY 平面座標を考える。トリミングされる三角形の各頂点の座標を Fig. 1 のように決定し始めに各辺の方向余弦を求めるがこれは各頂点の座標から ra, ua, rb, ub, rc, uc として計算される。求めた方向余

弦を利用して三角形の 2 頂点での 2 等分線が求められる。これらの式はいずれも複号同順である。これらを連立方程式として x, y について解けば三角形の内心の一般式が Cx, Cy として求められる。トリミングされた三角形の面積 S は 3 辺の長さ a, b, c よりヘロンの公式を利用して次のように求まる。

$$a = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2}$$

$$b = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2}$$

$$c = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$d = (a + b + c) / 2$$

$$S = \sqrt{d(d-a) \cdot (d-b) \cdot (d-c)}$$

もとの照射野の TAR の計算にはトーマスによって開発された次の計算式⁵⁾ を利用した。

$$TAR(d, A) = (1 + b \cdot L) \cdot \exp\{-\alpha(d - 0.5)\} + KL[\exp\{-\alpha(d - 0.5)\} - \exp\{-\beta(d - 0.5)\}]$$

$\alpha = 0.0653$ A, L: 等価正方形照射野

$\beta = \frac{1}{(x + (L - 10) \cdot Y)}$ の 1 辺の長さ cm

$b = 0.0036$

$K = 0.056$

$x = 7.1$

$Y = 0.15$

トリミングされた部分の単位面積あたりの SAR の計算には九大の中野の方法⁴⁾ を利用した。即ち

$$S(d, r) = \{TAR(d, r + \Delta r) - TAR(d, r - \Delta r)\} / 4\pi r \Delta r$$

$$SAR = S(d, r) * S$$

$$TAR_a = TAR_b - SAR$$

S(d, r): 単位面積あたりの SAR

d : 深部 cm

r : 照射野中心から計算点までの距離

TAR_b: トリミングの前の TAR

TAR_a : トリミングの後の TAR

このように単位面積あたりの SAR に先程求めた三角形の面積 S を乗じてトリミングされる前の照射野の TAR から差し引けばトリミングされた後の TAR が求まる。

III. 実測値との比較

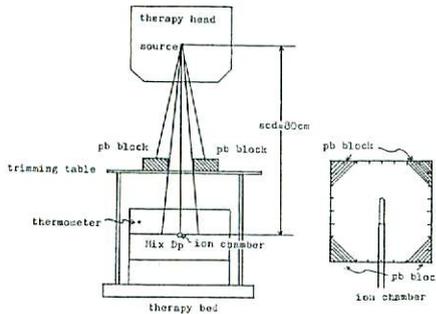


Fig. 2 Schematic diagram and trimming field at dose measurement.

測定の際の幾何学的配置を Fig. 2 に示す。線質には ⁶⁰Co ガンマ線、照射装置には東芝 RCR-120-C₃ 型、測定装置はアイオネックスタイプ、チャンパーには 0.6 cc を使用した。又トリミングテーブルと Mix Dp との距離は 15 cm 以上確保した。又トリミングの方法は矩形照射野の四角を図に示すように亀甲形に 5 cm 厚の

1) Field size 10*10 cm						
trimmed length(cm)	5 cm		10 cm		error(%)	
	measurement	calculated	measurement	calculated		
0.0	0.900	0.893	-0.8	0.708	0.711	+0.4
1.0	0.900	0.892	-0.9	0.708	0.710	+0.3
2.0	0.900	0.889	-1.2	0.708	0.707	-0.1
3.0	0.899	0.883	-1.8	0.704	0.700	-0.6
4.0	0.895	0.874	-2.3	0.696	0.689	-1.0
5.0	0.895	0.860	-3.9	0.682	0.671	-1.6

2) Field size 15*15 cm						
trimmed length(cm)	5 cm		10 cm		error(%)	
	measurement	calculated	measurement	calculated		
0.0	0.927	0.938	+1.2	0.768	0.752	+2.1
1.5	0.927	0.937	+1.1	0.767	0.752	+2.0
3.0	0.927	0.935	+0.9	0.763	0.750	+1.7
4.5	0.927	0.929	+0.2	0.756	0.749	+0.9
6.0	0.923	0.918	-0.5	0.743	0.742	+0.3
7.5	0.914	0.902	-1.3	0.723	0.709	+2.0

3) Field size 20*20 cm						
trimmed length(cm)	5 cm		10 cm		error(%)	
	measurement	calculated	measurement	calculated		
0.0	0.945	0.970	+2.6	0.780	0.808	+3.6
2.0	0.945	0.970	+2.6	0.779	0.807	+3.6
4.0	0.945	0.967	+2.3	0.779	0.804	+3.2
6.0	0.945	0.962	+1.8	0.778	0.797	+2.4
8.0	0.944	0.952	+0.8	0.773	0.785	+1.6
10.0	0.933	0.935	+0.2	0.758	0.764	+0.8

mean 1.5% max 3.9%

Table 1 Comparison of measurement TAR and calculated.

鉛でブロックした。これはトリミングされた部分もとの照射野の面積に比べて極めて小さい場合には中心軸上の TAR に大きな変化を生じないため、今回の測定では照射野 10×10, 15×15, 20×20 の場合についてトリミングされる長さを序々に変化させて深部 5 cm と 10 cm の点で TAR を測定し計算値との比較を行った。結果を Table 1 に示す。実測値と計算値との誤差は平均で 1.5%, 最大 3.9% であった。

IV. 考 察

今回の測定で実測値と計算値との誤差では充分実用範囲であると考えられる。TAR の性質として同一深部の場合 TAR の変化する割合は小照射野の方が大照射野のときよりも大きい。今回のようなトリミングではトリミングされた面積がトリミングされる前の面積に占める割合が 18% で最大 1.6% の TAR の減少、32% で最大 3.3% の TAR の減少が観察された。従ってトリミングの方式にもよるが、トリミングされる部分が 20% を超える場合には線量の出力と TAR の補正を行った方が良いと思われる。今後はより複雑なトリミングについても簡単な計算操作で精度の良い方法を検討していきたい。

参考文献

- 1) Clarkson JR : A note on depth dose in fields of irregular shape. Br J Radiol 14 : 265-268, Aug 1941
- 2) Fred H. Edwards, M.S , M.D.², and Charles W. Coffey, II, Ph. D : A New Technique for the Calculation of Scattered Radiation from ⁶⁰Co Teletherapy Beam. Radiology 132 : 193-196, July 1979
- 3) Fred H. Edwards, Charles W. Coffey II : A new technique for the calculation of scattered radiation for 10 MV photon beams. Medical Physics, Vol. 8, No. 2, 228-230, Mar./Apr, 1981
- 4) 中野 努 : 不整形照射野における簡単な線量計算法, 日放技学誌, Vol 35, 8-12, 1979
- 5) Thomas, R.L. : A general expression for megdvol tage central axis depth doses. Brit. J. Radiol., 43 : 554-557, 1970