

電子ポータル画像装置を用いた患者QAに向けた基礎的検討

新潟市民病院 医療技術部 放射線技術科 ○高橋 礼紀(Takahashi Hiroki)

金子 満 高橋 春奈 小川 大介 神田 真依子 小野塚 直樹 水澤 康彦

【目的】

放射線治療において患者毎の放射線治療計画品質保証(患者QA)を行うことは重要である。近年は電子ポータル画像装置(EPID)を用いた線量検証ソフトウェアが開発されている。本研究では3次元原体照射(3D-CRT)におけるEPIDを用いた患者QAを目指し、ソフトウェアの基礎検討と、当院で患者QAとして使用している多次元検出器との比較検討を行った。

【方法】

EPIDによる線量検証ソフトウェアとして Dosimetry Check (Math Resolution社、以下DC) を使用し、以下の検討を行った。まず正方形照射野(1 cm×1 cm ~ 25 cm×25 cm)とウェッジ照射野(15°、30°、45°、60°)において中心線量、ウェッジ係数、プロファイルを治療計画装置(TPS)と比較した。プロファイルはESTRO Booklet No.7^[1]に準じて4領域(中心軸 δ 1、半影領域 δ 2、照射野内領域 δ 3、照射野外領域 δ 4)に分け、DCとTPSとの線量の偏差を1 mm間隔で以下の式(1,2)より算出したものを、二乗平均平方根(Root mean square : RMS)にて領域毎に総合的に評価した。

$$\delta_i = \frac{D_{DC} - D_{TPS}}{D_{TPS}} \times 100\% \quad i = 1, 2, 3 \quad (1)$$

$$\delta_4 = \frac{D_{DC} - D_{TPS, max}}{D_{TPS, max}} \times 100\% \quad (2)$$

ここで、 D_{DC} 、 D_{TPS} は同一位置におけるDCとTPSの計算値、 $D_{TPS, max}$ は中心軸上での計算値を表す。

次に照射野誤差に対する評価のためTPSにて作成した10 cm×10 cmのプランに対し、正方形照射野の一辺を10.0 cmから12.0 cmまで細かく変化させ照射した場合のガンマパス率(2% / 2 mm)を多次元検出器 Arc Check (Sun Nuclear社、以下AC)の結果と比較し、相関を求めた。

【結果】

正方形照射野での中心線量は、照射野3 cm×3 cm以上で全てのエネルギーにおいてDCとTPSとの差が3%以内となった。プロファイルは照射野内領域において照射野3 cm×3 cm以上で評価基準を満たす結果となった(Table 1)。ウェッジ照射野でのウェッジ係数の差は最大で-1.7%であった。プロファイルは照射野内領域において全てのウェッジ角度で評価基準を満たす結果となった(Table 2)。

Table 1 正方形照射野プロファイル評価

評価基準 (RMS)	4 MV							
	3 cm	4 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	
中心軸(δ 1)	2%	-1.0%	0.2%	0.1%	-0.5%	-0.1%	-0.6%	-0.2%
半影領域(δ 2)	10%	12.6%	12.5%	7.8%	10.2%	10.6%	15.9%	12.8%
照射野内領域(δ 3)	3%	2.2%	1.5%	1.7%	1.0%	0.9%	0.8%	1.1%
照射野外領域(δ 4)	3%	0.7%	0.6%	0.6%	0.7%	0.9%	1.1%	

評価基準 (RMS)	6 MV							
	3 cm	4 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	
中心軸(δ 1)	2%	-1.7%	-0.3%	-0.1%	-0.3%	0.0%	-0.1%	0.0%
半影領域(δ 2)	10%	9.8%	9.7%	10.1%	7.7%	8.2%	10.8%	10.8%
照射野内領域(δ 3)	3%	1.8%	1.1%	1.2%	1.2%	1.6%	1.9%	2.5%
照射野外領域(δ 4)	3%	0.4%	0.4%	0.6%	0.6%	0.6%	0.9%	

評価基準 (RMS)	10 MV							
	3 cm	4 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	
中心軸(δ 1)	2%	-3.0%	-1.1%	-0.6%	0.0%	0.9%	0.7%	0.3%
半影領域(δ 2)	10%	10.7%	9.6%	5.6%	10.2%	9.3%	14.2%	11.6%
照射野内領域(δ 3)	3%	2.6%	1.5%	1.1%	0.8%	0.7%	0.7%	1.1%
照射野外領域(δ 4)	3%	0.4%	0.6%	0.7%	1.0%	1.1%	1.1%	

Table 2 ウェッジプロファイル評価

評価基準 (RMS)		4 MV			
		15度	30度	45度	60度
δ 1	3%	-0.4%	0.0%	0.0%	0.1%
δ 2	15%	14.4%	14.3%	14.5%	11.4%
δ 3	3%	0.5%	0.6%	0.6%	0.8%
δ 4	4%	0.9%	1.0%	1.0%	1.1%

評価基準 (RMS)		6 MV			
		15度	30度	45度	60度
δ 1	3%	-0.2%	-0.8%	-1.2%	-1.0%
δ 2	15%	10.7%	10.0%	9.3%	8.5%
δ 3	3%	0.7%	0.5%	1.1%	1.6%
δ 4	4%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%

評価基準 (RMS)		10 MV			
		15度	30度	45度	60度
δ 1	3%	-0.5%	-0.7%	-0.8%	-0.8%
δ 2	15%	11.2%	10.6%	10.4%	10.3%
δ 3	3%	0.7%	0.4%	0.5%	1.2%
δ 4	4%	0.7%	0.7%	0.7%	0.9%

DCとACのガンマパス率は、いずれも照射野誤差が2 mm以上のとき概ね90.0%を下回る結果となった(Table 3)。また両者のパス率の相関は、4 MVで $R^2=0.9391$ 、6 MVで $R^2=0.9901$ 、10 MVで $R^2=0.974$ であった。いずれのエネルギーも両者の相関は $R^2=0.9$ を超えており高い相関であった(Fig.1)。

Table 3 ガンマパス率 (2% / 2 mm)

照射野 (cm)	DC			AC		
	4 MV	6 MV	10 MV	4 MV	6 MV	10 MV
10.0	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
10.1	96.4%	99.0%	97.4%	97.1%	92.7%	92.2%
10.2	81.0%	83.3%	85.0%	91.7%	83.7%	82.8%
10.4	49.8%	68.0%	68.7%	80.3%	72.0%	73.4%
10.6	32.6%	55.9%	58.1%	68.3%	63.1%	65.7%
10.8	18.1%	47.6%	50.6%	62.7%	48.9%	50.7%
11.0	12.3%	35.5%	43.8%	54.4%	42.7%	43.9%
12.0	3.3%	7.3%	12.0%	38.1%	15.0%	27.1%

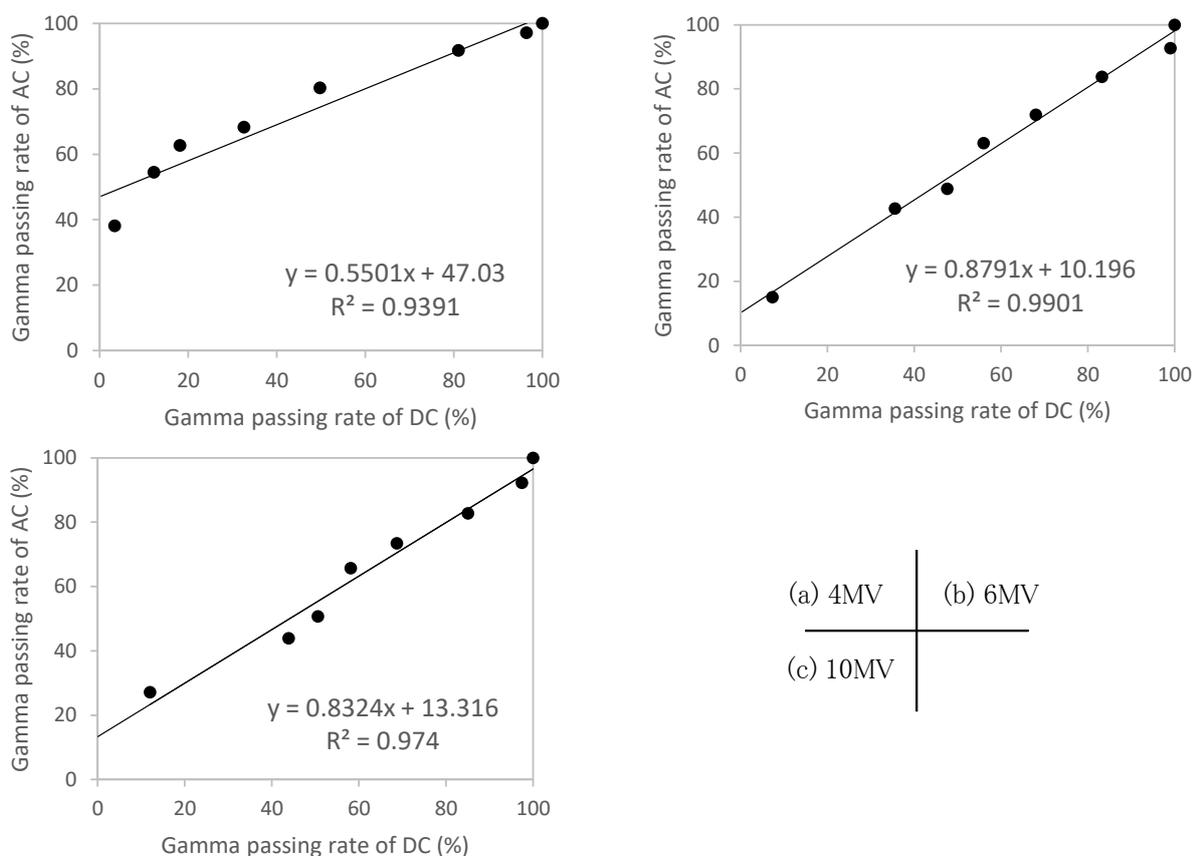


Fig.1 ガンマパス率の相関(エネルギー別)

【考察】

DCによる患者QAは照射野3 cm×3 cmからEPIDの最大取得サイズである25 cm×25 cmの範囲で使用可能である。ウェッジについては角度に依存せず使用可能である。照射野誤差に対してはDCとACでほぼ同等の検出能といえる。

【結語】

3D-CRTの治療計画においてEPIDを用いた患者QAでも、多次元検出器と同等の評価を行えることが示唆された。

【参考文献】

- 1) ESTRO Booklet No.7: Quality assurance of treatment planning system. Practical examples for non-IMRT photon beam, 2004