

インターナルマージンに関する基礎検討

岩手県立中央病院 中央放射線部 ○横澤 淳司 (Yokosawa Junji)
吉村 崇尚 中川 雄介 三浦 桂子 山本 秀彦 鎌田 健一

【背景・目的】

放射線治療において、腫瘍の動きを把握することが治療精度向上のために重要である。特に胸部、腹部領域では呼吸による腫瘍の位置変動が大きいことが知られている。腫瘍の動きを把握し、Internal Margin を正確に評価できれば、照射体積を減らすことができ、正常組織への有害事象の発生を低減できる。そこで動体ファントムを用いて、CT撮影法の違いによる腫瘍形状および Internal Target Volume (ITV) 体積を比較し、治療計画CT撮影の基礎検討を行うことを目的とする。

【使用機器】

呼吸同期ファントム QUASAR (MODUS) 模擬腫瘍 3cm φ
治療計画用CT装置 Aquilion LB (Toshiba)
赤外線センサー RPMシステム (VARIAN)
治療計画装置 Xio (Elekta) Ver. 4.50

【方法】

呼吸同期ファントムを通常ヘリカルCT撮影、Slow Scan (Long Time Scan) 法、四次元CT (4DCT)法の3モードで撮影した。スキャン条件をTable 1に示す。Slow Scan法において、(1.5秒/回転×4回転)のデータを積算し、1スライス5mmとすることで時間分解能を6秒とした。4DCTによる呼吸波形のモニタリングには、RPMシステムを用いた。呼吸同期ファントムを、(1)呼吸サイクル毎分16回、振幅を0mmから40mmまで変化させた場合、(2)振幅20mm、呼吸サイクルを毎分10回から30回まで変化させた場合について、ITV形状およびITV体積を理論値と比較した。治療計画装置はXioを用い、模擬腫瘍のコンツォーリングの条件を一定にするため、Window Level および Window Width は、各モードで同一とし自動輪郭抽出した。

Table 1 各モードでのスキャン条件

	kV	mA	S-FOV D-FOV [mm]	Scan Speed [sec/rot]	Slice Thickness [mm]	Helical Pitch
通常 Scan	120	300	400 (L)	0.5	2	15
Slow Scan	120	50	400 (L)	1.5	5	2.5
4DCT	120	300	400 (L)	0.5	2	3.3

【結果・考察】

振幅変化および呼吸サイクル変化による模擬腫瘍のITV体積を理論値と比較しFig.1に示す。通常CTおよびSlow Scanでは、振幅が大きくなるほど理論値から乖離した。呼吸サイクルには依存していなかった。振幅が大きくなるほど、また呼吸の動きにより、撮像タイミング、モーションアーチファクト等による影響が大きくなると考えられる。また、振幅0mmのSlow Scanにおいて、理論値と大きく異なったのは、スライス厚5mmによるパーシャルボリューム効果が原因であると考えられる。4DCTは理論値と±5%以内で一致した。4DCTでは、撮影位相を10分割し、全ての位相を積算してITVを定義する。今回の検討条件の範囲においては、呼吸位相を十分捉えられていたため、4DCTで理論値に近い値となったと考えられる。

腫瘍形状は、4DCTで最もよく再現できた。通常 CTおよびSlow Scanでは、振幅や呼吸サイクルが大きくなるほどアーチファクトの影響が現れ、本来の形状から乖離した。また、Slow Scanにおいて、模擬腫瘍の動作範囲外にもアーチファクトがみられた。これはSlow Scanにおいて、できるだけ撮影時間を長く設定しているためである。1スライスを得るプロジェクションデータにおいて、データ欠損が生じたことによるアーチファクトであると考えられる。

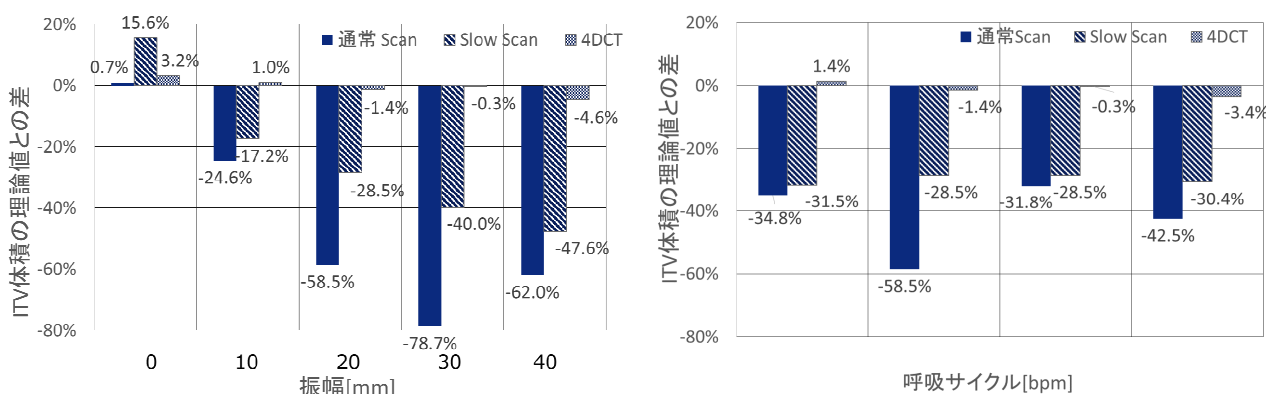


Fig.1 振幅 (a) および呼吸サイクル (b) による ITV 体積の変化 a | b

【まとめ】

今回のファントム実験においては、呼吸位相が安定していたため、4DCT で良好な結果が得られた。実際の臨床においても、安定した呼吸を再現性よくすることで、ITV を正確に評価できる。