

呼吸同期放射線治療において 4D-CT の撮影条件が 放射線治療計画に及ぼす影響

財団法人 脳神経疾患研究所 附属 総合南東北病院 診療放射線科
 ○岡 善隆 倉林 哲也 伊藤 正一 横張 徹男
 (Oka Yoshitaka) (Kurahayashi Tetsuya) (Itou Syouichi) (Yokohari Tetsuo)
 財団法人 脳神経疾患研究所 附属 南東北がん陽子線治療センター
 加藤 貴弘
 (Katou Takahiro)

【背景】

当院では2011年1月以降、肺癌のような呼吸による臓器移動を伴う根治的放射線治療症例に対して、Real-time Positioning Management System (以下、RPM)を用いた呼吸同期照射を開始した。呼吸同期照射において、腫瘍の呼吸性移動を考慮したInternal target volumeを適切に設定する事は、治療成績を維持しつつ、不要な有害事象を減少させる上で重要である。撮像方法の一つである4D-CTは、従来の3D-CTに時間軸を加えた撮影法で三次元的な呼吸性移動の把握精度が向上した。

【目的】

4D-CTの再構成画像と静止画像との相違を検討すると共に放射線治療計画に及ぼす影響を検討する事を目的とした。

【使用機器】

CTスキャナ : Light Speed RT16 (GEヘルスケア・ジャパン)
 呼吸同期装置 : RPM呼吸同期システム Ver1.7 (Varian)
 呼吸位相抽出ソフト : Advantage 4D Ver1.4 (GEヘルスケア・ジャパン)
 三次元動体ファントム : DYNAMIC THORAX PHANTOM (CIRS)

【4D-CT撮像条件】

Table 1 4D-CT撮像条件

Parameter	Set value	Parameter	Set value
Tube voltage	:120kV	Field of view	:360mm
Tube current	:100mA	Grid	:512 x 512
Thickness of slice	:2.5mm	Cine time between images	:0.5sec
Number of detector rows	:16	Cine duration time	:motion cycle + 2.0sec

【検討項目】

1. 三次元動体ファントム設定条件(呼吸周期・振幅)の可変に伴う影響評価
2. CTスキャナ(以下、RT16)の設定条件(回転時間)の可変に伴う影響評価

【方法】

1. 三次元動体ファントムに6mm φ のプラスチック球を疑似腫瘍として装填し、CT撮像を行い coronal 面の疑似腫瘍の直径が6mmになるCT閾値を算出した。次に三次元動体ファントムを前後方向に振幅運動させ、RPMで呼吸(振幅)波形を取得しながらCT撮像した。取得したCT画像と呼吸波形を最大呼気位相のみを再構成し、再構成画像と静止画像の coronal 面の疑似腫瘍径の比較を行った。
2. 方法1と同様にCT撮像を行い、臨床を想定して最大呼気位相±10%位相の再構成画像(MIP)を作成し、疑似腫瘍直径にサイン周期より算出した移動量(Fig.1)を加えた直径と比較した。

Table 2 三次元動体ファントム及びRT16設定条件

	検討項目①	検討項目②
呼吸周期 [sec]	2・3・4・5・6	4
振幅 [mm]	5・10・15・20・25・30	10
回転時間 [sec/rot]	0.5	0.5・0.7・1.0

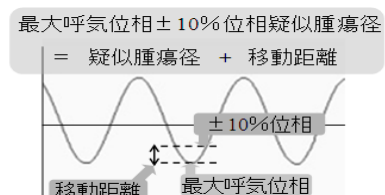


Fig.1 最大呼気±10%位相疑似腫瘍径

【結果】

1. 三次元動体ファントムの設定値を変化させた場合、呼吸周期2秒時のみ相違がみられ、呼吸周期3～6秒においては全ての振幅でややばらつきがみられるものの同様の傾向となった。また、RT16の回転時間を変化させた場合は、回転時間が増加するほど相違も増加する傾向がみられた(Fig.2)。
2. 三次元動体ファントムの設定値を変化させた場合、呼吸周期2秒時のみ大幅な相違がみられ、呼吸周期が短く、振幅が大きい程相違が大きくなる傾向がみられた。また、RT16の回転時間を可変させた場合は、回転時間が増加するほど相違も増加する傾向がみられた(Fig.3)。

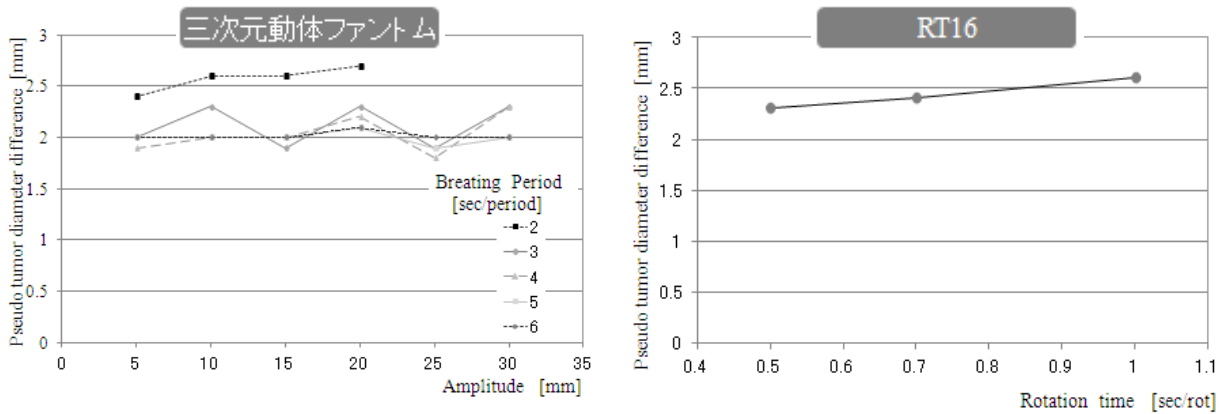


Fig.2 最大呼気位相再構成画像の検討

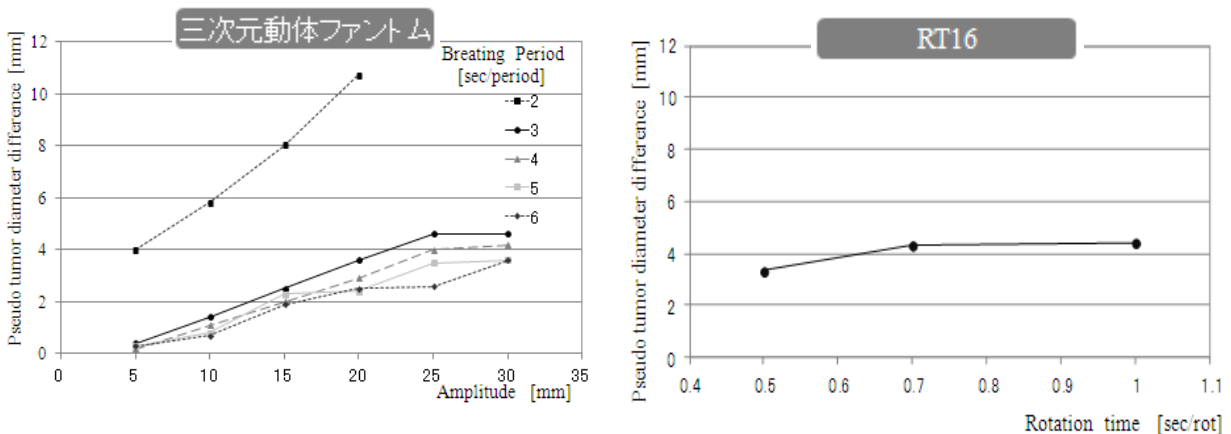


Fig.3 最大呼気位相±10%位相再構成画像の検討

【考察】

呼吸周期2秒時における再構成擬似腫瘍と静止擬似腫瘍の直径の相違が目立った。この原因としてはRPMが呼吸周期を正しく認識できていない事が影響していると考えられる。

擬似腫瘍の回転時間当たりの振幅が大きいほど再構成画像径が増大した。回転撮影中の移動がモーションアーチファクトとして再構成画像に含まれるためだと考えられる。従って、回転時間当たりの振幅が小さい最大呼気位相を中心に撮像・照射時間を設定するのが有効であると考えられる。

また、呼吸の再現性、呼吸波形の形状、呼吸による移動量などによって影響は複雑に変化すると考えられるため、常に影響を考慮に入れて治療計画を立案することが重要である。

【結語】

4D-CTの再構成画像の抽出位相精度の影響について評価を試みた。

擬似腫瘍の単位時間当たりの移動量が大きい程Internal marginが過大評価される傾向にあることを把握したうえで症例毎にその影響を考慮に入れながら治療計画を立案する事が重要であると考えられた。

【参考文献】

- 1) 中村光宏他:4D-CTの物理学的評価.日放腫会誌19: 263-27,2008.