GE 横河メディカルシステム・研究開発 沈 雲 (Yun Shen)

土谷総合病院・放木村 文子 (Fumiko Kimura)

目的: 第三世代のヘリカルCTによる心大血管の画像(Axial image, MPR, MIPおよび3D画像)では、心拍動の影響による画質低下が問題となる。さらに、電子ビーム方式である超高速CTと比較して、第三世代CTのTime Resolution (Full Reconstruction: 0.75-1.0 Sec)は悪く、心疾患の診断は困難であることも多い。これらの問題を解決するために、我々は心拍動の影響を抑える独自の Helical Heart Gating Algorithm を提案し、その有効性を検討した。

方法: 独自の Helical Heart Gating Algorithm は ECG 情報、helical overlapping reconstruction、helical interpolation、deconvolution technique 等の組み合わせより構成される。本 Algorithm の構成並びにその処理 Flow は Fig.1 で示されている。本 Algorithm は三つの Step によって構成され、まず ECG 情報とともにヘリカルスキャンが行われ、次は時間分解能の改善、Artifactの低減、4D Volume セットの作成等の処理を行い、最後に、得られた4D Volume セットの元に3D Image の作成等を行う。尚、ヘリカル対向View補間による実効的な時間分解能の改善(倍)並びにhelical overlapping reconstruction techniqueはこのAlgorithmのもっとも重要な部分であり、このAlgorithmの元である。使用した機種はProSeed CTで、用いたScan techniqueはスライス厚 3-5 mm、テーブル移動速度 3-7 mm/s (helical pitch 1-1.4)、reconstruction pitch 0.1、scan time 1 secである。

結果: ECG情報のない従来の画像と比較して、新しいHelical Heart Gating Algorithmを用いたAxial及び3D画像は、拡張期を選択することにより、心拍動の影響が著明に低減し、画質の改善が得られた(Fig.2)。本手法を用い、異時相、同位置の画像を選択することにより横断面の動画を作成でき、さらに、異なる時相の3D画像を元にして、4D画像を得ることも可能であった。

結論: 心拍動の影響を軽減する新しい Helical Heart Gating Algorithm を提案し、その有用性を確認した。

Fig.1 A new method of helical reconstruction with ECG information

Fig.2 3D images of the heart with and without ECG information (Heart rate 60/min.)

A: Without ECG information, artifacts due to cardiac motion are obvious.

B: With ECG information and using selected images at the diastolic phase, motion artifacts are markedly reduced.

Fig.3 Linear interpolation

付 録

1. Deconvolution処理

Deconvolution処理は画像のぼけを復元する技術として知られ、最近ではヘリカルCTにおいて、縦軸方向分解能の改善方法として注目されている。Deconvolution処理方法には、実空間で処理するconstrained iterative process (CI法、Gauss-Seidel法)と周波数空間で処理するWiener filter (WF法)があるが、今回は前者のCI法を使用した。CI法の計算式を下記に示す。

$$X_i^{(R+1)} = X_i^{(R)} + \frac{d_i}{h_{ii}} \left(y_i - \sum_{j=1}^{i-1} h_{ij} X_j^{(R+1)} - \sum_{j=i+1}^N h_{ij} X_j^{(R)} \right)$$

$$X_i^{(R+1)} > 0$$

R: iteration number, y: original image, X: deblurring image

2. 線形補間

画像Aと画像Bとの間に位置する画像Cは線形補間で求めることができる。求めたい画像Cと画像Aとの距離をaとし、画像Bとの距離をbとすると、画像Cは以下の計算式で得られる(Fig.3)。

$$C = \frac{b}{a+b} A + \frac{a}{a+b} B \quad \omega = \frac{b}{a+b}$$

$$= \omega A + (1 - \omega) B$$