■ 心筋 SPECT ソフトウェア紹介 No1. Dyssynchrony を読む

Emory Cardiac Toolbox SyncTool™

肥田　敏
東京医科大学循環器内科

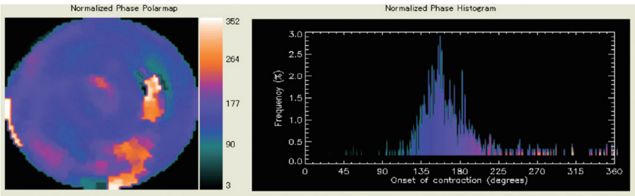
Emory Cardiac Toolbox SyncTool™（SyncTool）は、エモリー大学で開発され、2005 年に紹介された心電図同期 SPECT で左室位相解析ができる初めてのソフトウェアである [1]。

Emory Cardiac Toolbox の左室心筋輪郭抽出の原理を以下に述べる。局所の心筋壁厚増加率の変化は、心電図同期収集し得られた 3 次元の左室短軸断層像の局所の心筋最大カウントの変化からフーリエ解析により求められる。拡張末期の局所心筋の最大カウントを心筋中心点と定め、そこから 5mm 外側を心外膜面、5mm 内側を心内膜面とし、拡張末期の心筋壁厚は一律 10mm と設定している [2]。

SyncTool では、局所の心筋壁厚増加率の変化から局所の心筋収縮の開始（onset of mechanical contraction（OMC））の位相を求め、それを左室全体で表示している。表示法として、極座標表示や位相のヒストグラム表示がある。ヒストグラム表示は、縦軸は OMC の頻度（%）、横軸は OMC の位相分布が示され、1 心周期を 0 度（拡張末期）から 360 度（次の拡張末期）と表示し、OMC が早い位相はダークカラー、遅く位相はブライトカラーになり、視覚的にわかりやすくしている。(**図 1**）心筋収縮が左室全体で均一であれば、OMC の位相分布は狭く、短い時間に集中した均等な分布になる。(**図 2 上**)

しかし左室心筋に収縮開始の遅くなる領域があると、正常部位の収縮は早く始まるが、収縮開始が遅れる領域は遅くなるので、OMC の位相分布が幅広く、なだらかな不均等の分布になる。(**図 2 下**)

図 1



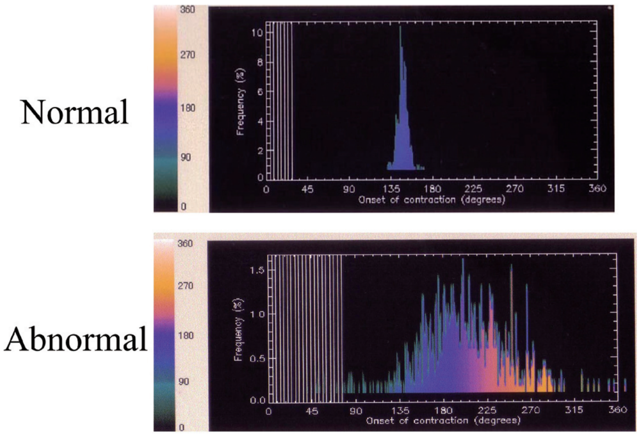
Synctool より求められる位相解析指標は 5 つある。1. Peak phase（OMC の頻度が最も多い位相）、2. phase standard deviation（位相分布の標準偏差）、3. histogram bandwidth（位相分布の 95%が含まれる分布幅）、4. histogram skewness（位相分布の非対称度，歪度）、5. Histogram kurtosis（位相分布の尖度，とがり）である [1]。これらの 5 つの指標のうち、phase standard deviation（SD）と histogram bandwidth の 2 つの指標が左室 dyssynchrony の評価に有用であると多数報告されているが、一部を紹介する。

1. 組織ドップラー心エコーとの比較については、3D 組織ドップラー心エコーにより求めた peak systolic velocity の標準偏差と、phase SD は r=0.77; p<0.0001、histogram bandwidth は r=0.74; p<0.0001 と良好な正の相関関係があると報告されている [3]。
2. 両心室ペーシング（CRT）のレスポンダーの同定において、phase SD は >43° で感度、特異度とも 74%、histogram bandwidth は >135° で感度、特異度とも 70%で CRT レスポンダーの予測が可能であった [4]。

（解析での注意点）

SyncTool の自動解析で得られる phase SD、

図 2



histogram bandwidthの再現性はほぼ100%である。しかし心室中隔基部を実際より長く輪郭抽出することがあり、心室中隔基部を欠損と認識してしまい同部のOMCの位相が一番遅れる、すなわち同部位にdyssynchronyがあると判定してしまうことがある。その場合は得られたphase SD、histogram bandwidthの数値の信頼性が低いため、マニュアルで解析する必要がある[5)]。

〈参考文献〉

1) Chen J, Garcia EV, Folks RD, Cooke CD, Faber TL, Tauxe EL, et al. Onset of left ventricular mechanical contraction as determined by phase analysis of ECG-gated myocardial perfusion SPECT imaging: development of a diagnostic tool for assessment of cardiac mechanical dyssynchrony. J Nucl Cardiol. 2005;12:687-95.

2) Garcia EV, Faber TL, Cooke CD, Folks RD, Chen J, Santana C. The increasing role of quantification in clinical nuclear cardiology: the Emory approach. J Nucl Cardiol. 2007;14:420-32.

3) Marsan NA, Henneman MM, Chen J, Ypenburg C, Dibbets P, Ghio S, Bleeker GB, Stokkel MP, van der Wall EE, Tavazzi L, Garcia EV, Bax JJ. Left ventricular dyssynchrony assessed by two three-dimensional imaging modalities: phase analysis of gated myocardial perfusion SPECT and tri-plane tissue Doppler imaging. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2008;35:166-73.

4) Henneman MM, Chen J, Dibbets-Schneider P, Stokkel MP, Bleeker GB, Ypenburg C, et al. Can LV dyssynchrony as assessed with phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT predict response to CRT? J Nucl Med. 2007;48:1104-11.

5) Trimble MA, Velazquez EJ, Adams GL, Honeycutt EF, Pagnanelli RA, Barnhart HX, et al. Repeatability and reproducibility of phase analysis of gated single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging used to quantify cardiac dyssynchrony. Nucl Med Commun. 2008;29:374-81.