

Color-coded curved anatomical M-mode analysis of contrast echocardiography: A novel technique for the diagnosis of coronary artery stenosis

Background: Replenishment curve of intensity after bubble destruction in real-time contrast echocardiography should be useful for diagnosing coronary stenosis. However, it is hard and time-consuming to calculate the replenishment curve in every region of the ventricular wall. Newly developed curved anatomical M-mode (CAMM) provides the temporal change of intensity along an arbitrary setting line.

Purpose: The purpose is to elucidate efficacy of CAMM for diagnosing an area at risk by adenosine triphosphate (ATP) administration.

Methods: Myocardial opacification of short-axis view was evaluated using real-time pulse inversion imaging by Vivid FiVe during infusion of 0.1 ml/min of Definity in 4 dogs with severe stenosis in circumflex coronary artery (LCx). The coronary flow volume of each coronary artery was also measured by an ultrasonic flowmeter. Data were digitally acquired and analyzed using CAMM in which a curved line of interest was set circularly along the mid-wall of left ventricle. Temporal change of intensity was observed after exposure of high power ultrasound (burst). Each regional intensity along the curved line was realigned to X-axis and the temporal change of intensity was developed to Y-axis. The intensity of opacification was color-coded from red in high to black in low intensity using custom software. Replenishment time was calculated as the period from black to the baseline color.

Results: Before ATP infusion, CAMM showed homogeneous color along the line of interest, which was orange before burst, black just after burst and gradually returned back to orange. During ATP infusion, the flow volume of LAD significantly increased from 11.0 ± 4.2 to 25.6 ± 4.0 ml/min ($p < 0.01$), while the flow volume of LCx did not increase (14.5 ± 6.5 to 10.5 ± 9.5 ml/min, $p = \text{ns}$). The area at risk was blue even 15 heart-beats after burst, while the normal area was red within 7 ± 2 heart-beats. This difference was easily recognized even visually and the extent of area at risk could be identified.

Conclusions: CAMM is a useful method to display temporal sequence of change of the coronary flow and to detect the coronary artery stenosis.

カーブドアナトミカル M-モード(CAMM)を用いたカラーコード化した心筋コントラストエコー法：冠動脈狭窄診断のための新手法

目的：リアルタイム心筋コントラストエコー法での冠動脈狭窄診断のためのCAMMの有用性を検討すること。

方法：GE社製Vivid FiVeのパルスインバージョン法より左回旋枝(LCx)狭窄を作成した麻酔開胸犬を用いて、Definityを持続静脈注入し、ATP負荷前後の左室短軸像の心筋染色性を検討した。左室壁中央を一周する関心線をCAMMで設定し、高音圧照射後の輝度回復をデータを取り込み、時間-空間を2次元に展開し、softwareを用いてカラー表示した。

結果：ATP投与前はCAMMは比較的均一な色で表現できた。ATP投与後はLCxのrisk areaは高音圧照射後15心拍後も青色であったが、正常領域は 7 ± 2 心拍以内で赤色になり、カラー画像

で容易に**risk area**の認識が可能であった。

結語：CAMMは冠動脈血流量の時間的変化を表現し、冠動脈狭窄診断に有用な方法である。

質疑応答

質問1 CAMMの関心線が心臓の収縮や拡張に合わせて変化しますか？

応答 変化しません。関心線は収縮期と拡張期でずれますし、また**cyclic variation**の影響も受けますので、今回は収縮期のみのデータを取り出して画像解析しました。

質問2 カラーコード化のための独自の**soft ware**は、研究室で開発したものでですか？

応答 市販されています**soft**を3つ組み合わせて画像処理しました。

質問3 画像処理にはどの位の時間を費やしますか？

応答 収縮期のみのデータを取り出し、市販の**soft**で画像処理しますので、多少の時間はかかりました。現在、**Vivid FiVe** の上の機種**Vivid Seven**には自分の選びたい時相のデータを取り出すことは可能になったので、今後もう少し画像処理時間の減少をはかることができますと思います。