

## Tissue Doppler Echo Tracking System Can Detect Subendocardial Ischemia Even at Rest.

Yukihiro Kuwada, Katsu Takenaka, Fumiyoshi Watanabe, Makoto Sonoda, Weidong Yang, Susumu Sakurai, Tomiko Takahashi, Kazuno Sasaki, Yasuhiro Ito, University of Tokyo, Tokyo, Japan

**Backgrounds:** We developed a new automatic echo tracking system using tissue color-coded Doppler ultrasound and incorporated the system in the commercially available ultrasound machine (ALOKA SSD-2200). The system automatically tracks any designated point on M-mode echo by integrating the tissue Doppler velocity data over time.

**Objectives:** To assess if this new system can detect subendocardial ischemia even at rest.

**Methods:** This system was used in 42 normals (age  $57\pm 14$  years) and 28 patients with coronary artery disease (CAD) (age  $67\pm 6$  years) who had  $>75\%$  stenosis in both left circumflex coronary artery and right coronary artery on coronary angiograms, and showed normal or only mild hypokinesis of LV posterior wall on 2-D echo at rest. LV posterior wall at the level of the papillary muscle was recorded by M-mode tissue color Doppler with 2.5MHz probe. At end-diastole, endocardium and epicardium was designated manually, and the midpoint of endocardium and epicardium was designated automatically. These 3 structures were tracked automatically from end-diastole to end-systole. Using these 3 tracked lines, we measured systolic thickenings of subendocardial layer ( $\Delta\text{Endo}$ ), subepicardial layer ( $\Delta\text{Epi}$ ), and whole wall ( $\Delta\text{Total}$ ) of LV posterior wall, and calculated  $\Delta\text{Endo}/\Delta\text{Epi}$ .

**Results:** Results were shown in the table.

	Normals	p value	CAD
$\Delta\text{Total}$	$0.57\pm 0.20$	0.06	$0.50\pm 0.13$
$\Delta\text{Endo}$	$0.84\pm 0.36$	$<0.001$	$0.47\pm 0.29$
$\Delta\text{Epi}$	$0.44\pm 0.19$	$<0.005$	$0.64\pm 0.35$
$\Delta\text{Endo}/\Delta\text{Epi}$	$2.0\pm 0.78$	$<0.0001$	$0.82\pm 0.35$

In CAD group, even at rest, subendocardium showed decreased contraction and subepicardium showed "compensatory" hyperkinesis. making  $\Delta\text{Endo}/\Delta\text{Epi}$  a highly sensitive index for ischemia.

**Conclusions:** Tissue Doppler echo tracking system can detect subendocardial ischemia even at rest by evaluating subendocardium and subepicardium separately.

### 組織ドップラートラッキング法による心内膜下虚血の診断

東大・循内、同検査部\* 桑田志宏、竹中克\*、渡辺文督、園田誠、楊偉東、櫻井進\*、高橋登美子\*、佐々木賀津乃\*、伊藤康弘

【目的】組織ドップラートラッキング法（TDT）により、心室壁の心内膜下層と心外膜下層を分離し、心内膜下虚血診断における有用性を検討すること。

【対象】右冠動脈および左回旋枝の2枝にそれぞれ75%以上の狭窄病変を有し、なおかつ断層心エコー図上、左室後側壁に明らかな壁運動異常を認めない症例28例（虚血群）、および対照群42例。

【方法】超音波装置はアロカSSD2200、探触子は2.5MHz。安静時に傍胸骨短軸断面を描出、組織ドップラーカラーMモード法で左室後側壁を記録。拡張末期の時相で心内膜点、心外膜点、その中点の3点を指定、TDTにて収縮末期まで各点を自動トラッキングさせた。心室壁全層の収縮期壁厚増加率、心内膜から中点までの心内膜下層と中点から心外膜までの心外膜下層の収縮期壁厚増加率（ $\Delta$ Endo、 $\Delta$ Epi）、および両者の比を算出。

【結果】1)全層の壁厚増加率：対照群 $57 \pm 20\%$ 、虚血群 $50 \pm 13\%$ （ns）、2)  $\Delta$ Endo：対照群 $84 \pm 36\%$ 、虚血群 $47 \pm 29\%$ （ $p < 0.05$ ）、3)  $\Delta$ Endo/ $\Delta$ Epi：対照群 $2.0 \pm 0.78$ 、虚血群 $0.8 \pm 0.35$ （ $p < 0.05$ ）

【考案】全層の壁厚増加率は、虚血群で対照群に比較して低下はしているが、有意差はなかった。これに対して、虚血群における $\Delta$ Endo、 $\Delta$ Endo/ $\Delta$ Epiの低下は、有意かつ顕著であった。これは心内膜下虚血を反映するものと推察され、組織ドップラートラッキング法は鋭敏に心筋虚血を検出することが可能な新手法である。

## 質疑応答

質問1. 虚血群で軽度壁運動低下群までを対象としているが、正常と軽度壁運動低下では、何らかの区分けはしているか？

応答 特にしていない。右冠動脈と左回旋枝動脈に75%以上の狭窄を有することを採択の条件としており、実際には殆どの症例が3枝病変である。したがって虚血群の多くは内膜下梗塞症例と考える。

質問2. トラッキングの再現性はどうか？

応答 トラッキングの再現性を精度に置き換えて返答する。1)心内膜と心外膜のトラッキング線が通常のMモード法の心内膜と心外膜と一致していること、2)正常群の $\Delta$ Endo/ $\Delta$ Epi=2.0が過去に報告された動物実験に合致していること、3)心内膜側から障害をきたすアントラサイクリン心筋障害でもトラッキング法により本研究と同様に心外膜側の代償を認めること、4)ファントム実験による精度検定、以上より臨床応用の精度を満たしていると判断した。

\*\*\*\*\*  
大阪大学医学部保健学科 石蔵 文信

An Experimental Study of Prediction of the Coronary Bypass Stenosis by  
Intravenous Myocardial Contrast Echocardiography: Delay of Opacification

## of Coronary Bypass Region Depends on Bypass Flow

Fuminobu Ishikura, Haruka Kobayashi, Keisuke Matsushita, Toshiaki Hamada, Hiroaki Ueda, Shintaro Beppu. School of Allied Health Sciences, Osaka University, Osaka, Japan

**Background:** There were few reports about myocardial opacification using intravenous myocardial contrast echocardiography (MCE) in a patient of aorto-coronary bypass, while it has been revealed that iv MCE is useful for diagnosing the stenosis of the native coronary artery.

**Purpose:** The aim of this study is to clarify the characteristic of the myocardial opacification via the coronary bypass graft.

**Methods:** The subjects were 11 beagles, whose left circumflex artery was bypassed from the carotid artery. The bypass flow was measured by the electromagnetic flow meter attached to the bypass tube with 2ml net volume. MCE was performed with 0.1mg iv Optison (MBI) during short axis view recording using ECG-triggered mode at end-systole and harmonic (2.5/5.0MHz) mode. Background-subtracted videointensity at the lateral wall (perfused area by the bypass) and the septal wall (perfused area by the native coronary artery) was measured over 50 cardiac beats, and calculated their peak intensity (PI).

**Results:** The time of PI of the lateral wall (Peak2) was delayed from that of the PI of the septal wall (Peak1) due to longer pathway of bypass tract as expected. PI of the septal wall at Peak1 was higher than PI of lateral wall at Peak2 (71±15 vs. 48±12,  $p<0.01$ ). In the range of bypass flow from 12 to 38ml/min (22.6±7.0ml/min), the time delay of PI between the lateral wall and the septal wall ranged from 2.6 to 8.0 sec (5.9±1.4 sec), indicating a good reverse correlation between the bypass flow volume and the time delay. The calculated time delay (2ml x 60 sec /bypass flow) well correlated with the time delay from MCE ( $r=0.72$ ,  $p<0.05$ )

**Conclusion:** In the coronary bypass model, the myocardial opacification of bypass territory was delayed, correlating inversely with the bypass flow volume. This study indicates the iv MCE is useful for diagnosing the bypass stenosis.

経静脈性心筋コントラストエコー法を用いた冠動脈バイパス狭窄の推定のための実験的検討

-造影遅延時間とバイパス血流量の関係-

大阪大学 医学部 保健学科 医用物理学講座

石蔵 文信、小林 春香、松下 恵介、浜田 聡明、上田 宏昭、別府 慎太郎

【背景】経静脈性心筋コントラストエコー法は冠動脈狭窄の診断に有用とされているが、冠動脈バイパスを施行した患者への検討はほとんどない。【目的】内胸動脈グラフトモデルでの経静脈性心筋コントラストエコー法の特徴を検討すること。【方法】頸動脈-回旋枝バイパスを施行した麻酔開胸犬11頭を対象とした。用いた頸動脈-回旋枝バイパスは2mlの容量で、その流量は超音波血流計で測定した。経静脈性心筋コントラストエコー法はsecond harmonic法(2.5MHz送信・5.0MHz受信)、送信間隔を1心拍・に1回収縮末期とし、FS-69, 0.1mlを末梢静脈投与し、乳頭筋レベルの左室短軸像を記録した。側壁(バイ

パスにより灌流)と中隔(生来の冠動脈により灌流)のバックグラウンドを引いた輝度値を測定し、そのピーク輝度と時間のずれを計算した。【結果】側壁の輝度のピークはバイパスを迂回する血流のため中隔の輝度のピークより遅れる。また、中隔のピーク輝度値は側壁のピーク輝度値より高値を示した。バイパスの流量は12-38ml/分(平均22.6±7.0ml/分)で、ピークの輝度の遅れは2.6-8.0秒(平均5.9±1.4秒)であり、両者には良好な逆相関を認めた。計算式から求めた遅延時間(2 ml x 60 秒/バイパス血流量)は経静脈性心筋コントラストエコー法で得られた遅延時間とよく相関した(r=0.72, p<0.05)。

【考察】冠動脈バイパスモデルでは、冠動脈バイパス部位は正常部位より染影が遅延し、その遅延時間はバイパス流量に反比例した。このことから、経静脈性心筋コントラストエコー法は冠動脈バイパスの狭窄の診断に有用である可能性が示唆された。

#### 質問とコメント

1. 元来の回旋枝の処置はどうしたのか？

回答：回旋枝の起始部で完全に結紮し、回旋枝領域の灌流はバイパスからのみである。

2. 側壁のピーク輝度値が中隔のピーク輝度値より低下した理由は？

回答：よくわからないが、バイパスを迂回する間に、バブルが自然崩壊し中隔よりも輝度が落ちるのではないか？