

2Dティッシュトラッキング法を用いた 壁運動異常の評価に対する検討

Assessment of Left Ventricular Segmental Wall Motion in Ischemic Heart Disease Assumed
by Two-dimensional Tissue Tracking

山野 貴司¹⁾ Takashi Yamano
辻岡 洋人¹⁾ Hiroto Tsujioka
友瀨 佳明¹⁾ Yoshiaki Tomobuchi
藤野 順二²⁾ Junji Warabino

有田 祐¹⁾ Yu Arita
久保 隆史¹⁾ Takashi Kubo
赤阪 隆史¹⁾ Takashi Akasaka

¹⁾和歌山県立医科大学 循環器内科学
²⁾株式会社日立メディコ 国内統括本部

2Dティッシュトラッキング(2DTT)法は任意の左心室の収縮期壁厚増加率を自動計測することができる。今回、われわれは虚血性心疾患の壁運動異常の評価における2DTT法の有用性について検討した。

46例の陳旧性心筋梗塞の患者に対して、EUB-8500(日立メディコ製)を用いて2DTT法により American Society of Echocardiography で推奨されている左室の16segmentにおける wall motion score(WMS)を算出し、熟練者および訓練者の計測値と比較した。

2DTT法と訓練者の計測したWMSの一致率は72%であったが、2DTT法と熟練者の計測したWMSの一致率は89%であり有意に高率であった。特に、2DTT法は訓練者に比べて心尖部領域と側壁領域の壁運動異常の検出能力が高かった。また2DTTソフトウェアが算出した%wall thickeningと熟練者の算出したWMSとの間で有意な負の相関を認めた。

2DTT法と熟練者の計測したWMSの一致率は高く、訓練者にとって2DTT法は虚血性心疾患の壁運動異常の学習方法として有用であると考えられた。

Background : Newly developed Two-Dimensional Tissue Tracking (2DTT) method may provide us to measure the change of left ventricular (LV) segmental wall thickness correctly and objectively. To test the feasibility of 2DTT in the assessment of the LV wall motion, LV asynergy was evaluated visually by well-experienced echocardiographers and trainees, and the results were compared with those assessed by 2DTT.

Methods : Two-dimensional echocardiography was recorded in forty six patients with a history of ischemic heart disease using a 2DTT machine (EUB-8500, HITACHI Medical Corporation). Trainees and well-experienced echocardiographers were independently assessed wall motion score in all LV segments according to the way proposed by the American Society of Echocardiography, and the results were compared with the score assessed by 2DTT.

Results : Superior concordance was demonstrated between LV wall motion scores by 2DTT and those by well-experienced echocardiographer (89%), compared with that between LV wall motion scores by 2DTT and those by trainees (72%). Discordance between 2DTT and trainees was observed significantly in lateral and apex areas of LV segment. Moreover, there was a significant inverse correlation between percent wall thickening assessed by 2DTT and wall motion score estimated by well-experienced echocardiographers.

Conclusion : Assessment of LV segmental wall motion used by 2DTT in patients with ischemic heart disease was feasible, compared with that by the trainees. This would be useful to learn the estimation of LV motion for the beginners of echocardiography.

Key Words: Two-Dimensional Tissue Tracking, LV Wall Motion Score, LV Asynergy

1. はじめに

虚血性心疾患における左室壁運動異常の有無は心筋虚血の臨床診断を行う上で重要である。心エコー図は左室異常壁運動の検出に非常に簡便であり、侵襲性を伴わず有用であることは言うまでもない。心エコー図において、左室壁運動が健常である部分は拡張期末期に壁厚が最小になり、その後収縮期にかけて壁厚が増加する。一方、心筋梗塞部においては収縮期における壁の増加が健常部と比べ低下する。もしくは拡張期と収縮期の壁厚の変化が認められない場合や収縮期に壁厚が小さくなる場合がある。

しかし、健常部の壁運動増加と梗塞部壁運動増加の差が非常に小さいため、心筋虚血評価における左室壁運動異常の判定は困難なことが多い。心エコーの訓練を十分に受けていないものが、梗塞部であるにもかかわらず収縮期の壁厚増加率が低下していることを見落としてしまうことは、臨床的にしばしば経験されることである。

このように異常壁運動において訓練者と熟練者の差を埋めるための方法について、以前よりさまざまな研究がなされている。

Lau YSらはcolor kinesia法を用いて訓練者と熟練者の差異を検査することでcolor kinesia法の有用性を検証している¹⁾。その文献ではcolor kinesia法を使うことで訓練者も熟練者に近い結果を導き、異常壁運動を検出する上で信頼できる道具になりうると発表している。その上、color kinesia法は訓練者におけるトレーニングの助けになりうるとしている。また、Zaglavaraらはドブタミン負荷エコー中に、エコー境界域を明確にするtissue harmonic imaging法を加えることで心筋虚血の検出が訓練者と熟練者との間で、より一致しやすいのではないかと仮説を立て検証している²⁾。その研究では、結論としてtissue harmonic imaging法が訓練者と熟練者との検者間での一致を高めたとしている。

近年、左室壁運動異常の検出に関して、心筋自身の速度を測定する組織ドプラ法が注目されてきた。しかしながら、局所心筋は心周期中の心臓全体のゆれや近接する組織健常部からのtetheringの影響を受け、画面内の同じ点の位置にとどまっていない³⁾。組織ドプラ法はこれらの影響を補正できないことから、心筋局所の速度を正確に反映できないという欠点がある。この欠点は、エコーの画面内を動揺する局所心筋を、画面上最初に設定した同じ点で評価しようとしたために生じた問題点である。

このような背景に基づいて、断層心エコー法における主流は、昨今組織ドプラ法に組織トラッキングを追加した組織ストレインイメージング(TSI)法と日立メディコをはじめとして開発された画面上のパターンマッチングを利用した2Dティッシュトラッキング(2DTT)法に置き換わっている。

TSI法を用いることで、心筋局所の組織の速度から組織トラッキングを利用し、組織の歪みを表すストレインを求めることができる。しかし、TSI法で用いられる組織ドプラはプローブを中心に描く放物線上の速度を捉えるため横軸方向への速度は反映されない。そのため、例えば傍胸骨左室短軸断面では0時、6時方向は正確にストレインを求めることができる

が、垂直方向である3時、9時方向は正確なストレイン値を測定することができないという欠点がある。角度補正を追加したTSI法も存在するが、角度依存性を完全に除去できていない現状がある。

一方、2DTT法は最初のフレームである一点を定めることでその周辺の画像を一部切り出し、次のフレームで切り出した画像からその一点に非常に近い点を探し出すことができる⁴⁾。この方法でフレーム毎に最初に設定した一点により近い局所心筋の動きを追従し、組織の動きをより正確に反映する(図1)。また、TSI法と違い角度依存性にとらわれることなく任意の2点間の距離の変化を表すことができるため、2DTT法は全ての左心室の収縮期壁厚増加率を自動計測することに有効であると考えられる。

そこでわれわれは、2DTT法が左心室の壁運動異常の検出において有用であり、訓練者におけるトレーニングの助けになりうるという仮説を立て、以下に示す方法で検証を行った。

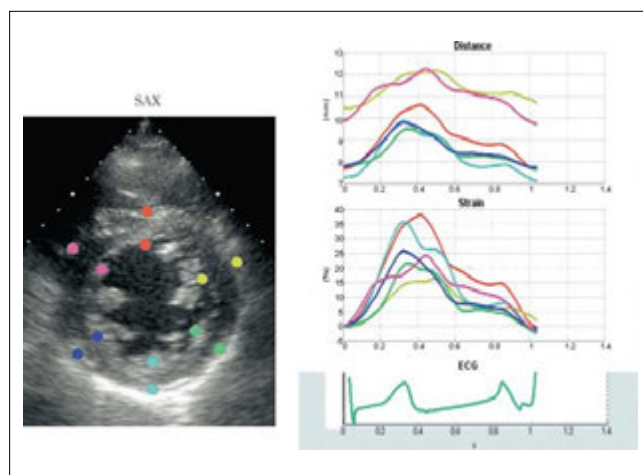


図1：2DTT法による測定方法(文献4より抜粋)
任意に設定した2点間の距離と2Dストレインがグラフ化される

2. 2DTT法を用いた壁運動異常の評価に対する検討

今回われわれは、熟練者および訓練者による左室壁運動評価を2DTT法と比較することによって虚血性心疾患の壁運動異常の評価における2DTT法の有用性について検討した。

2.1 方法

まず46例の陈旧性心筋梗塞の患者に対して、EUB-8500(日立メディコ製)を用いて傍胸骨左室長軸断面、傍胸骨左室短軸断面3方向(基部、乳頭筋、心尖部レベル)、心尖部四腔断面、心尖部二腔断面、の計6方向の断面を記録保存した。次に再生画像を用いて、梗塞部位を知らない熟練者と訓練者が個別にAmerican Society of Echocardiographyで推奨されている左心室の16 segmentに対して各々のwall motion score (WMS)を算出した⁵⁾。次に梗塞部位を知らず、熟練者と訓練者が算出した結果も知らない別の熟練者が2DTTソフトウェアを用いて%wall thickening(%WT)を測定した。同時にその%WTを用いて各々のWMSを導いた。

2.2 対象患者

外来通院中で症状が安定している症例のうち、以前に冠動脈造影を施行し、冠動脈病変の部位が確認されている心筋梗塞既往例を無作為に選定し、研究に対する同意を得ることができた46人を対象とし、経胸壁心エコー法を行った。

2.3 対象患者の特性(図2)

対象症例の年齢は67±7歳で、男性が87%であった。46症例の冠危険因子としては糖尿病42%、高脂血症70%、高血圧72%、喫煙歴(プリンクマン指数400以上)62%、心筋梗塞の家族歴22%であった。また既往の心筋梗塞の内訳は左前下行枝単独24例、左回旋枝単独4例、右冠動脈10例、左前下行枝+左回旋枝3例、前下行枝+右冠動脈3例、左回旋枝+右冠動脈2例であった。なお、3枝ともに心筋梗塞になった症例や左主幹部に発生した心筋梗塞の症例はなかった。

2.4 経胸壁心エコー

EUB-8500を用いて傍胸骨左室長軸断面、傍胸骨左室短軸3断面(基部、乳頭筋、心尖部レベル)、心尖部四腔断面、心尖部二腔断面、の計6断面のBモードを使用し、心電図同期させた上で拡張末期から拡張末期までの1心拍分を動画保存した。保存の際にはフレームレートが60bpm以上であることを確認し、より清明な動画が撮影できるようにした。

2.5 Wall Motion Score (WMS)

WMSに関してはAmerican Society of Echocardiographyで推奨されている16segmentについて解析を行った(図3)。WMSの実際の定義としては、各segmentにおいて30%以上の収縮期壁厚増加率があるものをnormal:1、10%から30%の収縮期壁厚増加率があるものをhypokinesis:2、10%以下の収縮期壁厚増加率があるものをakinesis:3、収縮期外方運動あるものをdyskinesis:4とした。再生画像からの熟練者と訓練者の解析と2DTTソフトウェアの解析はこのWMSを熟知した上で算出された。

2.6 熟練者と訓練者

再生画像を用いた解析を行った熟練者は循環器専門医または心エコー図に関して5年以上専門としている医師に限定した。また訓練者は2年の臨床研修期間を終了後に循環器内科を専門として志し、循環器での研修期間が1年以内の医師

Patient characteristics (n=46)			
・ Age	67±7	Culprit vessels of MI	
・ Male (%)	87	LAD	24 pts
Coronary risk factor		LCX	4 pts
DM (%)	42	RCA	10 pts
HLP (%)	70	LAD+LCX	3 pts
HT (%)	72	LAD+RCA	3 pts
Smoking (%)	62	LCX+RCA	2 pts
FH (%)	22	LAD+LCX+RCA	0 pt

図2: 対象患者の特性

とした。今回の研究では再生画像からの解析を熟練者と訓練者のそれぞれ2名、2DTTソフトウェアを用いた解析を1名の熟練者が施行した。各々の研究施行者はお互いの算出したデータに介入しなかった。

2.7 2DTTソフトウェア

EUB-8500に保存された動画を熟練者、訓練者と同様に16segmentに分割して、HITACHI US image viewer(日立メディコ製)によって各々のsegmentの%WTを測定した(図4)。測定した%WTを次にWMSに当てはめ2DTTソフトウェアが求めた各々のsegmentのWMSを算出した。

各々の研究施行者は2DTTソフトウェア解析結果に介入せず、また2DTTソフトウェアを用いた解析を終了した後、一人の熟練者がすべてのデータを元に統計学的解析を行った。

2.8 結果

2DTT法から算出したWMSと熟練者および訓練者のWMSとの一致率を検討したところ、訓練者のWMSとの一致率は

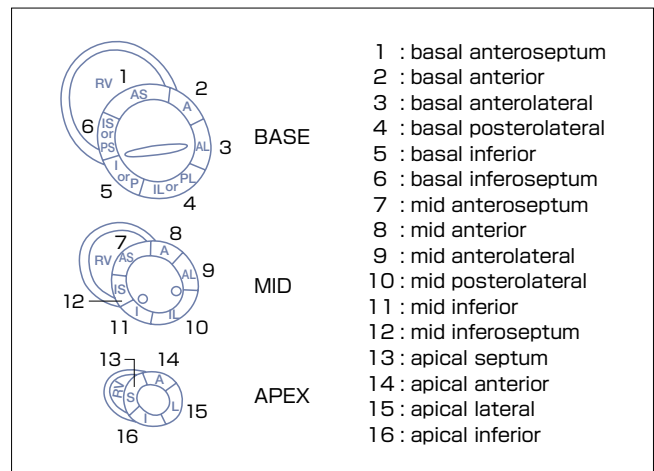


図3: American Society of Echocardiographyで推奨されている左室16segment(文献5より抜粋、一部改変)各々のsegmentに通し番号をつけた



図4: 2DTT法から算出される%WT

各々のsegmentに対して拡張末期の心内膜面と心外膜面の2点を設定すると、画面左上にそのsegmentに対しての%WTが表示される

72%であったが、熟練者のWMSとの一致率は89%であり、熟練者との一致率の方が有意に高率であった($p < 0.001$) (図5)。

左室を16分割した各々のsegmentの2DTT法から算出したWMSとの一致率について検討すると、すべてのsegmentにおいて訓練者との一致率は熟練者との一致率を上回ることはなかった(図6)。特に、熟練者は訓練者に比べて心尖部領域(seg. 13-16)と側壁領域(seg. 8-10)の2DTTとの壁運動の一致率が有意に高く、2DTT法は訓練者に比べて心尖部領域と側壁領域の壁運動異常の検出能力が高いと考えられた。

次に、2DTT法から算出した%WTと熟練者のWMSとの相関を検討した。熟練者がnormal : 1, hypokinesis : 2, akinesis : 3と算出したsegment(計728segment)を横軸に、各々のsegmentに対する2DTT法から算出した%WTを縦軸にグラフを作成し、比較検討した(図7)。2DTTソフトウェアが算出した%WTと熟練者の算出したWMSとの間で有意な負の相関を認め($r = -0.65$, $p < 0.01$)、2DTTソフトウェアから算出された%WTは熟練者の求めたWMSに近似することがわかった。

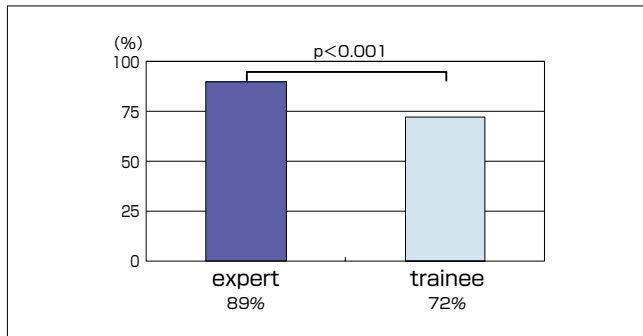


図5 : 2DTT法から算出したWMSと熟練者および訓練者のWMSとの一致率

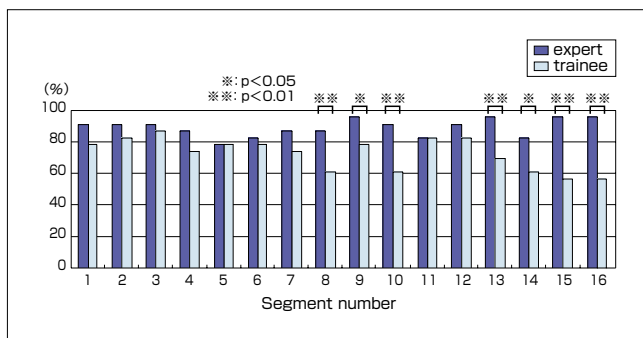


図6 : 各々のsegmentの2DTT法から算出したWMSとの一致率

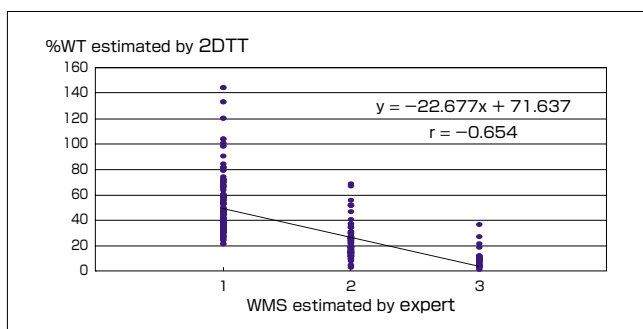


図7 : 2DTT法から算出した%WTと熟練者のWMSとの相関

2.9 結論

訓練者と比べ、熟練者と2DTT法の計測したWMSの一致率は有意に高く、2DTT法は虚血性心疾患の壁運動異常の評価方法として有用であると考えられた。また、訓練者が見落としてしまう心尖部領域や側壁領域の壁運動異常に関して2DTTソフトウェアで確認することで熟練者に近づくためのトレーニングの助けになりうる事が推察された。

3. おわりに

現在、各社から2DTT法を備えたさまざまな次世代の心エコー機器が開発されている。臨床的にもCardiac Resynchronization Therapy(CRT)のpacing leadの位置を決定する手段⁹⁾や虚血性心疾患の有無を確かめる手段⁷⁾として検討され、これらが多くの論文となり、成果として現れている。日立メデイコにより開発されたEUB-8500は、任意の点をトラッキングできる点の特徴で、今回のわれわれの研究でも非常に有用なdeviceであることが確認できた。今後、技術の躍進およびソフトウェアのさらなる進化に期待したいと考える。

参考文献

- 1) Lau YS, et al : Assessment of left ventricular wall motion abnormalities with the use of color kinesis : a valuable visual and training aid. J Am Soc Echocardiogr. 1997 Jul-Aug ; 10(6) : 665-72.
- 2) Zaglavara, et al : Dobutamine stress echocardiography : improved endocardial border definition and wall motion analysis with tissue harmonic imaging. J Am Soc Echocardiogr. 1999 Sep ; 12(9) : 706-13.
- 3) 田畑智継, ほか : ストレイン・ストレインレート法をどう活かすか : Heart view vol.9 No.9 (2005) 979-989.
- 4) 泉礼司, ほか : 2Dティッシュトラッキングシステムによる左室壁運動定量評価 : 超音波検査技術 vol. 30 No. 6(2005) 479-484.
- 5) Schiller NB, et al : Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. J Am Soc Echocardiography. 1989 ; 2 : 358-67.
- 6) Matthew S, et al : Novel Speckle-Tracking Radial Strain From Routine Black-and-White Echocardiographic Images to Quantify Dyssynchrony and Predict Response to Cardiac Resynchronization Therapy : Circulation. 2006 ; 113 : 960-968.
- 7) Stian Langeland, et al : Experimental Validation of a New Ultrasound Method for the Simultaneous Assessment of Radial and Longitudinal Myocardial Deformation Independent of Insonation Angle : Circulation. 2005 ; 112 : 2157-2162.