
Technical Report

左室心内膜同定におけるティシュー ハーモニック映像法の有用性

Usefulness of Tissue Harmonic Imaging for the Detection of Left Ventricular Endocardial Border

八木登志員
吉田 清
穂積 健之
赤阪 隆史
高木 力
山室 淳
上田 佳昭
川井 順一
盛岡 茂文

Toshikazu YAGI
Kiyoshi YOSHIDA, MD, FJCC
Takeshi HOZUMI, MD
Takashi AKASAKA, MD, FJCC
Tsutomu TAKAGI, MD
Atsushi YAMAMURO, MD
Yoshiaki UEDA, MD
Junichi KAWAI
Shigefumi MORIOKA, MD, FJCC

Abstract

Assessment of segmental wall motion is one of the most challenging tasks in echocardiography. One major limitation is impairment of echocardiographic regional wall motion by incomplete endocardial definition. The newly developed tissue harmonic imaging method may improve the detection of left ventricular endocardial border. This study examined the impact of native tissue harmonic imaging on endocardial border definition.

Fundamental and harmonic imaging were compared for detecting the endocardial border in 96 segments of 16 patients (age 54 ± 8 years). Visualization of endocardial border was better with harmonic imaging than with fundamental mode in 49% (47 of 96 segments).

Thus, tissue harmonic imaging has a significant impact on endocardial border definition.

J Cardiol 1999; 33(2): 95-98

Key Words

■ Echocardiography (transthoracic)

■ Tissue harmonic imaging

はじめに

最近、高帯域探触子やデジタルフィルタリング技術を含む工学技術の進歩により、超音波受信信号の高調波成分を選択的に検出して、映像化するティシューハーモニック映像法が出現した。本法を用いれば基本周波数を用いて描かれる断層画像(基本断層画像)に比べ、コントラスト分解能が改善するなど、画質の向上

が期待される。

本研究の目的は、基本断層画像とティシューハーモニック画像とを比較し、左室心内膜の同定率が向上するかどうかについて検討することにある。

対象と方法

対象は基本断層画像にて左室心内膜の同定が困難な分画を有する16症例(男性11例, 女性5例, 平均年齢

神戸市立中央市民病院循環器センター 内科: 〒650-0046 神戸市中央区港島中町4-6
Division of Cardiology, Kobe General Hospital, Kobe

Address for reprints: YOSHIDA K, MD, FJCC, Division of Cardiology, Kobe General Hospital, Minatojima-nakamachi 4-6, Chuo-ku, Kobe, Hyogo 650-0046

Manuscript received September 24, 1998; accepted November 24, 1998

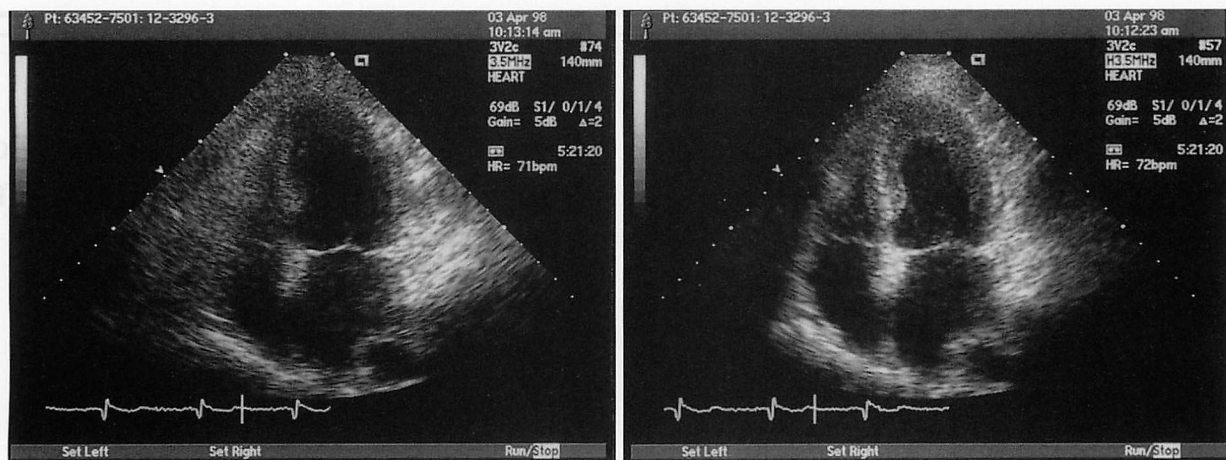


Fig. 1 Apical four-chamber view images in fundamental (*left*) and harmonic (*right*) modes
Note the better endocardial border definition of the lateral wall in the harmonic image.

54 ± 8歳)であった。内訳は虚血性心疾患9例，肥大型心筋症3例，弁膜疾患2例，高圧性心疾患2例であった。

本法の検討には心尖部四腔分画からアメリカ心エコー図学会が推奨する左室分画に従って6分画に分割した合計96分画を用いた¹⁾。本画像評価は2人の熟練者により行われた。基本画像では分画内の心内膜の同定が困難であったものが，ティシューハーモニック画像を用いることにより心内膜の同定が出来た場合，画像の改善効果ありとした。左室心内膜同定率は，同定可能な分画数を対象分画数で割り，%表示で求めた。これらの評価には基本周波数3.5MHzによって描出された基本画像と，送信周波数1.75MHzから受信された3.5MHz(第二高調波)によって描出されたティシューハーモニック画像を用いた(**Fig. 1**)。

使用装置はAcuson製(USA)Sequia C256システムであった。

結 果

1. 基本画像の心内膜同定

心室中隔領域では，中隔基部が16分画中12分画(75%)，中隔中央部が16分画中11分画(69%)，心尖部中隔は16分画中4分画(25%)にて心内膜の同定が可能であった。左室側壁領域では，側壁基部が16分画中4分画(25%)，側壁中央部が16分画中4分画(25%)，心尖部側壁は16分画中3分画(19%)にて心内膜の同定が可能であった。

2. ティシューハーモニック画像の心内膜同定

心室中隔領域では，中隔基部が16分画中16分画(100%)，中隔中央部が16分画中16分画(100%)，心尖部中隔は16分画中12分画(75%)にて心内膜の同定が可能であった。左室側壁領域では，側壁基部が16分画中15分画(94%)，側壁中央部が16分画中15分画(94%)，心尖部側壁は16分画中12分画(75%)にて心内膜の同定が可能であった。

3. 分画全体での左室心内膜同定

全体の心内膜同定率は基本画像では96分画中38分画(40%)であったのが，ティシューハーモニック画像では，96分画中85分画(89%)に向上した(**Fig. 2**)。すなわち，49%の分画で改善が認められた。

考 案

今回新しく開発されたハーモニック映像法は本来コントラスト心エコー図法を中心に研究が進められてきた分野であり，ティシューハーモニック映像法はその原理を心筋に応用した新しい映像法である²⁾。本映像法は探触子より送信された超音波(基本波 f_0)が，生体内を歪みながら伝搬(非線型伝搬)する際に発生する高調波($2f_0 + 3f_0 + 4f_0 + \dots$)の中から，第二高調波成分($2f_0$)を選択的に用いて映像化する方法である。高調波の発生は超音波の伝搬距離および基本波の音圧の2乗に比例するため，超音波ビームの中心軸上(音圧の高い領域)に集中して発生する³⁾。第二高調波を用い

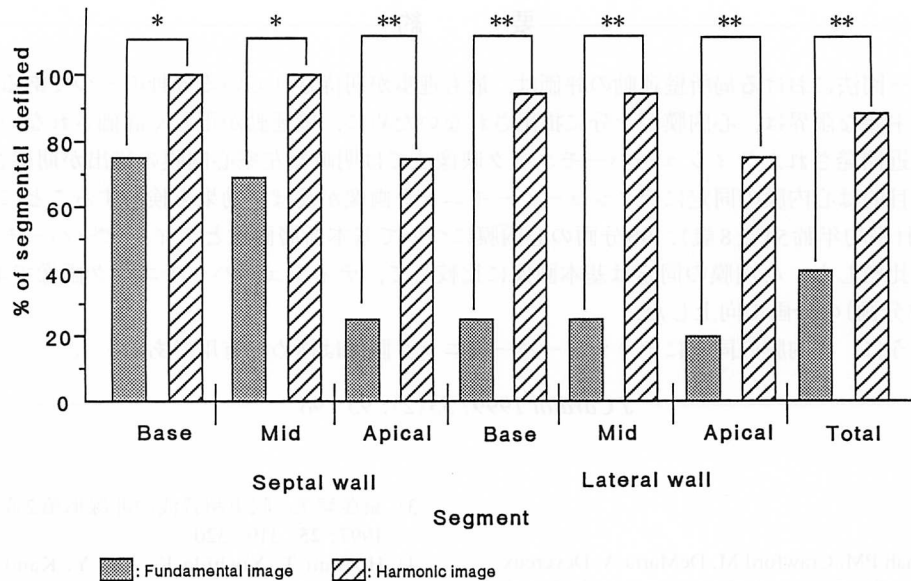


Fig. 2 Bar graph illustrating endocardial border definition in individual segments on the apical four-chamber images in fundamental and harmonic modes
 * $p < 0.05$ vs fundamental image, ** $p < 0.01$ vs fundamental image.

るティシューハーモニック映像法の特徴は基本波を用いた場合の映像法に比べ、幅の狭いシャープなビームとサイドロープレベルの低いビームが得られるため、メインロープ以外の不要なノイズが低減されることにより、S/N比が良好となり、方位分解能やコントラスト分解能にも優れていることである。このことより、ティシューハーモニック画像は従来の基本画像に比べて特に心内膜の描出に優れている。

このような画像改善効果により、本研究では基本画像での心内膜同定率が40%であったのが、ティシューハーモニック画像を用いることによりその同定率は89%に著しく向上した。このことは、ティシューハーモニック映像法が、日常ルーチン検査に応用しうることを示している。

基本画像では左室側壁と心尖部領域での心内膜の同定率が、他の領域に比べ明らかに低かった。この理由として、これらの領域は肺などからの多重反射を含むノイズエコーの影響を大きく受けることや、心尖部領域においては、肋骨と肋間筋などからの多重反射によ

る固定ノイズエコーなどの発生が最も強い領域であることが挙げられる^{4,5)}。しかし、ティシューハーモニック映像法を適用することで、本領域での心内膜の同定率は大きく向上した。Kornbluthら⁶⁾も、同様の結果を報告しているが、本領域はティシューハーモニック映像法による画像改善効果が最も得られる領域であると考えられた。今回の検討から、ティシューハーモニック映像法は、画質の良い画像より画質が悪くてノイズの多い画像において、画像を著しく改善することが判明した。このことは従来の基本画像ではノイズのために心内膜の同定が困難であったものが、ティシューハーモニック映像法を適用することで、心内膜の同定が可能になることであり、本法は臨床的に有用な方法であると思われる。

結 語

画質の悪い基本画像にティシューハーモニック映像法を用いることにより、左室心内膜分画の同定率が40%から89%に向上した。

要 約

心エコー図法における局所壁運動の評価は、最も進歩が期待されている分野の一つである。壁運動評価の主要な限界は、心内膜が十分に描出されないために、壁運動が正しく評価されないことにある。最近開発されたティシューハーモニック映像法では明瞭な左室心内膜の描出が期待される。本研究の目的は心内膜の同定にティシューハーモニック画像が及ぼす効果を検討することにある。

16症例(平均年齢 54 ± 8 歳)、96分画の心内膜について基本断層画像とティシューハーモニック画像とを比較した。心内膜の同定は基本画像に比較して、ティシューハーモニック画像で49%(96分画中47分画)の分画で向上した。

このように、心内膜の同定にティシューハーモニック画像は極めて有用である。

J Cardiol 1999; 33(2): 95-98

文 献

- 1) Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, Gutgesell H, Reichek N, Sahn D, Schnittger I, Silverman NH, Tajik AJ: Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography: American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; 2: 358-367
- 2) Schwarz KQ, Chen X, Steinmetz S, Phillips D: Harmonic imaging with Levovist. *J Am Soc Echocardiogr* 1997; 10: 1-10
- 3) 斎藤繁美: 収束超音波の非線形第2高調波. *超音波医* 1997; 25: 319-320
- 4) Hozumi T, Yoshida K, Abe Y, Kanda R, Akasaka T, Takagi T, Yagi T, Ogata Y, Yoshikawa J: Visualization of clear echocardiographic images with near field noise reduction and technique: Experimental study and clinical experience. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 660-667
- 5) Feigenbaum H: Potential artifacts. *in* Echocardiography, 5th Ed, Lea & Febiger, Philadelphia, 1994; pp24-25
- 6) Kornbluth M, Liang DH, Paloma A, Schnittger I: Native tissue harmonic imaging improves endocardial border definition and visualization of cardiac structures. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 693-701