

拡張型心筋症における心室
遅延電位の臨床的意義：心
室頻拍検出率と心機能の関
連において

Late potentials in dilated
cardiomyopathy in rela-
tion to ventricular
tachycardia and cardiac
function: Their signif-
icance

山田 貴久
福並 正剛
大森 正晴
熊谷 和明
堺 昭彦
金銅 伸彦
南野 哲男
伯耆 徳武

Takahisa YAMADA
Masatake FUKUNAMI
Masaharu OHMORI
Kazuaki KUMAGAI
Akihiko SAKAI
Nobuhiko KONDO
Tetsuo MINAMINO
Noritake HOKI

Summary

We assessed the usefulness of ventricular late potentials (VLP) for detecting ventricular tachycardia (VT), and of the relationship between VLP and left ventricular dysfunction. The subjects consisted of 21 patients with dilated cardiomyopathy (DCM) not accompanied with ventricular conduction disturbances.

Signal-averaged electrocardiograms were recorded by using VCM-3000. The signals of 200 or more beats were averaged through the 40-300 Hz band-pass filter until the noise level was reduced to less than one microvolt (μV). The duration (fQRSd) and the root mean square voltage (LP_{40}) for the last 40 msec of the filtered QRS complex were calculated. The left ventricular diastolic dimension (LVDd), systolic dimension (LVDs) and the ejection fraction (EF) were obtained by echocardiography.

Five of 21 patients had VT. fQRSd was significantly longer in patients with VT than in those without VT (158.8 ± 8.6 vs 126.5 ± 10.4 msec, $p < 0.01$). LP_{40} was significantly less in patients with VT than in those without VT (8.7 ± 2.7 vs 24.1 ± 12.3 μV , $p < 0.01$). If the presence of "fQRSd ≥ 120 msec" or " $\text{LP}_{40} \leq 20$ μV " was defined as VLP positive, as in patients with old myocardial infarction, the criteria sensitivity was 100% and their specificity was 25% for detecting VT. If the presence of both "fQRSd ≥ 135 msec" and " $\text{LP}_{40} \leq 20$ μV " was defined as VLP positive, the criteria sensitivity was 100%, and their specificity, 88%. Although LVDs tended to be greater in patients with VLP than in those without VLP, LVDd was significantly greater (70.0 ± 9.0 vs 63.4 ± 5.7 mm, $p < 0.05$) and EF was significantly lower (33.0 ± 7.5 vs $43.4 \pm 8.7\%$, $p < 0.02$) in patients with VLP than in those

大阪府立病院 心臓内科
大阪市住吉区万代東 3-1-56 (〒558)

Division of Cardiology, Osaka Prefectural Hospital,
Mandai-higashi 3-1-56, Sumiyoshi-ku, Osaka 558

Received for publication September 28, 1990; accepted April 4, 1991 (Ref. No. 37-19)

without VLP, according to the latter VLP criterion.

We concluded that the existing VLP criteria were unsatisfactory in detecting VT in DCM patients, and that VLP may be related with left ventricular dysfunction, suggesting that VLP in DCM might reflect myocardial degeneration.

Key words

Late potentials

Dilated cardiomyopathy

Ventricular tachycardia

Cardiac function

序 文

近年, 体表面加算平均心電図により検出される心室遅延電位 (late potential) が心室頻拍や心室細動等の不整脈との関連で注目されており¹⁻³⁾, それらの不整脈の予知に有用であると考えられている⁴⁻⁶⁾. さらに心室遅延電位と心機能(特に左室機能) 障害の関連性について報告があり, 密接な関連があるとする報告⁷⁻⁹⁾もあるが, 逆に関連がないとする報告もある^{10,11)}.

しかし, これらの検討は陳旧性心筋梗塞を含む冠動脈疾患患者を主に対象としており, 同様に致死性不整脈を起こし, 突然死する危険性をもつ心疾患である拡張型心筋症での検討は少ない^{12,13)}. 今回, 我々は拡張型心筋症において心室遅延電位により心室頻拍を検出し, さらに心室遅延電位の存在と左室機能障害の関連性を検討した.

方 法

1. 対 象

対象は脚ブロックなどの心室内伝導障害を示さない拡張型心筋症 21 例, 男 16 例, 女 5 例, 年齢は 32-77 歳, 平均 57 歳である.

2. 心室遅延電位の記録および測定 (Fig. 1)

フクダ電子製マルチカーディナ VCM-3000 を用いて微小電位記録をシールドルームにて行なった. X 誘導には両鎖骨窩下部間の双極誘導, すなわち標準心電図の I 誘導を, Y 誘導には aV_R 誘導を, Z 誘導には胸部誘導の V₁ を用いた. 各誘導からの信号を 5 μ V/cm にまで増幅し, 40-300 Hz の analogue filter [各傾斜は 18 dB/oct (40 Hz), 12 dB/oct (300 Hz)] で Butter-Worth 特

性] で帯域処理後, サンプリング周波数 1 KHz で 12 bits の AD 変換した. その演算処理された信号は期外収縮心拍を除外後, R 波を trigger して 200 心拍以上加算してノイズレベルが 1.0 μ V 以下になるようにした. 空間マグニチュード波形, すなわち各誘導の電位の二乗和の平方根である $\sqrt{X^2+Y^2+Z^2}$ の波形で以下の計測を行ない, 心室遅延電位を求めた. 心室興奮波は 1.0 μ V 以上の信号とし, 連続して 1.0 μ V 以上の電位となった時, 1.0 μ V になる直前のサンプル点を心室興奮波の開始点とし, 常に 1.0 μ V 未満となる最初のサンプル点を終末点として心室興奮波持続時間 (fQRSd) を計測した. さらに心室興奮波終末部 40 msec 間の平均電位 (LP₄₀) を計測し, fQRSd と LP₄₀ により心室遅延電位の存在の有無を検討した.

3. 左室機能の計測

左室機能は心室遅延電位の記録時とほぼ同時期に心臓超音波検査法により求めた. 心臓超音波装置には東芝製 65A あるいは 160A を用い, 左室拡張末期径 (LVDd) と収縮末期径 (LVDs) を計測し, Gibson 法に基づく左室駆出率 (EF) を算出した.

4. 統計学的解析

各測定値は平均 \pm 標準偏差で表わし, 統計学的には Mann-Whitney 検定を用い, 危険率 $p < 0.05$ を有意とした.

結 果

1. 心室遅延電位による心室頻拍の検出

心室頻拍は 21 例中 5 例に認められた. Fig. 2 に心室頻拍の既往のある症例 (VT 群) と既往の

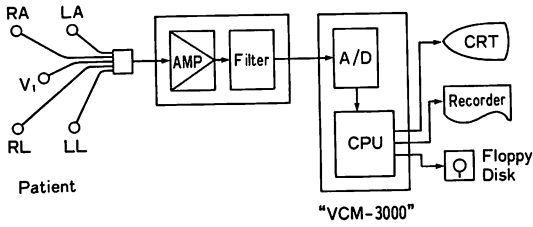
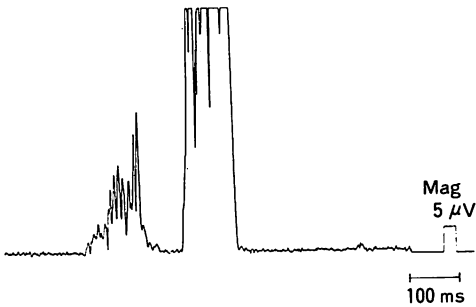


Fig. 1. The system for signal-averaged electrocardiography.

A. Control (non VT)

E. T. 53 y.o. ♀



B. Ventricular Tachycardia

K. S. 60 y.o. ♀

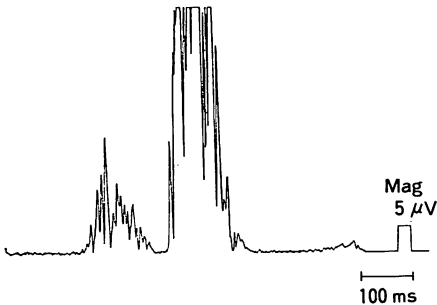


Fig. 2. Two representative signal-averaged electrocardiograms in cases with dilated cardiomyopathy without (A) and with (B) ventricular tachycardia (VT).

The vector magnitude waves of the filtered QRS complex are shown. The patient with VT had a low amplitude and high frequency signal at the end of filtered QRS complex, which was not observed in the patient without VT (non VT).

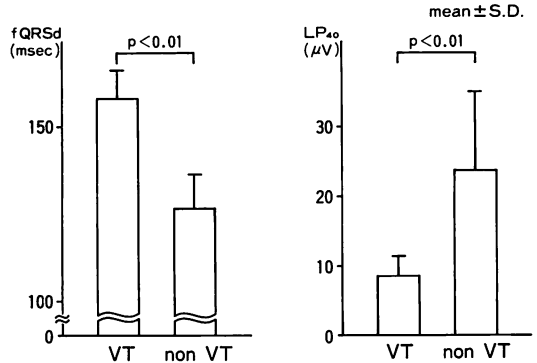


Fig. 3. Relationship between ventricular tachycardia and late potentials in dilated cardiomyopathy.

The duration of the filtered QRS complex (fQRSd) was significantly longer in patients with ventricular tachycardia (VT) than that in patients without VT (non VT). The root square voltage for the last 40 msec of filtered QRS complex (LP₄₀) was significantly smaller in VT than in non VT.

ない症例 (non-VT 群) の空間マグニチュード波形を示した。心室頻拍症例では、心室興奮波の終末部に、標準心電図の QRS 波を越えて存在する微小電位波形が認められた。VT 群では non-VT 群より fQRSd が有意に長く (158.8 ± 8.6 vs 126.5 ± 10.4 msec; p < 0.01), LP₄₀ は有意に小さかった (8.7 ± 2.7 vs 24.1 ± 12.3 μV; p < 0.01) (Fig. 3).

心室遅延電位陽性の基準を従来の報告で用いられている診断基準^{1,2)}, すなわち, “fQRSd ≥ 120 msec” あるいは “LP₄₀ ≤ 20 μV” という基準を用いて, 心室遅延電位により心室頻拍の検出を試みると (Fig. 4), 心室遅延電位陽性例は 80% (17 例) に認められ, sensitivity は 100% であるが, specificity は 25%, predictive accuracy は 43% とかなり低く, 偽陽性率が大きくなった。一方, “fQRSd ≥ 135 msec” と “LP₄₀ ≤ 20 μV” の両者の基準を満たす場合を心室遅延電位陽性とする, 心室遅延電位陽性例は 33% (7 例) に認められ, specificity は 88%, predictive accuracy は 91% となり, 心室頻拍の検出率が向上する

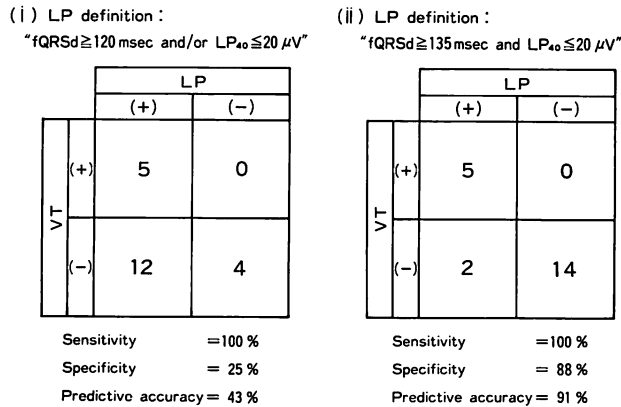


Fig. 4. Screening of patients with dilated cardiomyopathy with ventricular tachycardia (VT) by late potentials (LP).

fQRSd=duration of filtered QRS complex; LP₄₀=root mean square voltage for the last 40 msec of filtered QRS complex.

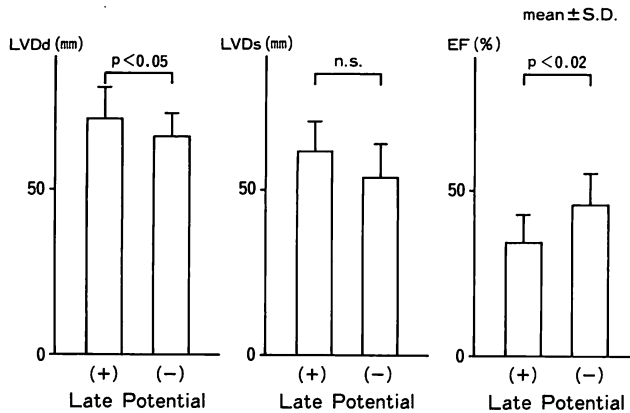


Fig. 5. Left ventricular function in relation to late potentials in dilated cardiomyopathy.

LVDd=left ventricular diastolic dimension; LVDs=left ventricular systolic dimension; EF=left ventricular ejection fraction.

ことが分かった. したがって以下の本検討では "fQRSd \geq 135 msec" と "LP₄₀ \leq 20 μ V" の両者の基準を満たす場合を心室遅延電位陽性とした.

2. 左室機能障害と心室遅延電位との関連 (Fig. 5)

心室遅延電位陽性群は陰性群より LVDd は有意に大きく (70.0 \pm 9.0 vs 63.4 \pm 5.7 mm; p<0.05), LVDs は大きくなる傾向にあり (58.2 \pm 8.5 vs 51.6 \pm 7.8 mm), EF は心室遅延電位陽性群で有意

に低下していた (33.0 \pm 7.5 vs 43.4 \pm 8.7%; p<0.02).

考 察

心室頻拍などの重症性不整脈の予知に体表面加算平均心電図が有用であると報告されているが⁴⁻⁶⁾, これらの検討は陳旧性心筋梗塞などの冠動脈疾患患者を主に対象としており, 拡張型心筋

症を対象にしたものは少ない。そこで我々は拡張型心筋症において心室遅延電位により心室頻拍患者を検出し、左室機能との関連について検討し、新しい心室遅延電位の診断基準の設定の重要性と、その遅延電位と左室機能の関連性を示した。

1. 心室遅延電位による心室頻拍の検出

Simson¹⁾, Denes ら²⁾などの陳旧性心筋梗塞に用いられてきた遅延電位の基準を参考にして、“fQRSd \geq 120 msec”あるいは“LP₄₀ \leq 20 μ V”のいずれか一方を満足する場合を陽性とする基準を拡張型心筋症に適用し、心室頻拍を検出すると、sensitivity は 100% であるが、specificity は 25% で、predictive accuracy は 43% とかなり低く、偽陽性率が大きくなり、スクリーニングの基準として不適當である。そこで“fQRSd \geq 135 msec”と“LP₄₀ \leq 20 μ V”の両者の基準を満足する場合を陽性とする、specificity は 88%、predictive accuracy は 91% となり、かなり心室頻拍の検出率が向上することが分かった。したがって心室遅延電位による心室頻拍の検出の際には、基礎疾患により遅延電位の基準を修正する必要があることが示唆された。これは Cassidy らが心室頻拍症例で心内膜マッピングを施行し、基礎疾患によりマッピングの所見が異なることを示したこと¹⁴⁾と矛盾しない結果といえる。

我々の成績は Poll ら¹⁵⁾の報告と比べ、sensitivity, specificity が若干高い。彼らは“fQRSd \geq 110 msec”かつ“LP₄₀ \leq 25 μ V”の両者の基準を満たす場合を心室遅延電位陽性とし、その診断基準により心室頻拍を検出した際、sensitivity 83%、specificity 86% であったという。これらの差異の一因として、遅延電位の検出方法および診断基準が異なっていることが考えられる。

2. 心室遅延電位と左室機能の関連

陳旧性心筋梗塞を含む冠動脈疾患患者では、左室機能と心室遅延電位との関連を検討した報告は散見されるが、両者の間に関連があるとするもの⁷⁻⁹⁾と、ないとするもの^{10,11)}とがある。Konta らは左心機能を血行動態的な観点からとらえ、陳旧

性心筋梗塞患者で心室遅延電位陽性群では心係数が有意に低かったとしている⁹⁾が、Buckingham らは冠動脈疾患患者で検討し、左室造影での駆出率は心室遅延電位陽性群で小さかったが、有意差はなかったとしている¹¹⁾。

拡張型心筋症患者で両者の関係を検討した報告は少ない。本研究では、拡張型心筋症における心室遅延電位陽性群では、陰性群に比し超音波検査での LVDd は有意に大きく、LVDs は大きい傾向にあり、EF は有意に低下していた。すなわち心室遅延電位陽性群では、左室機能障害の程度が大であった。小林らは拡張型心筋症患者で、心室遅延電位陽性群は陰性群よりも LVDd, LVDs が大きい傾向を示し、%fractional shortening は小さい傾向を示したが、有意差は認められなかったとしている¹²⁾。また Ozawa らは左室造影での EF を用いて検討し、心室遅延電位陽性群は陰性群より EF が小さい傾向にあり、しかし有意差は認められなかったとしている¹³⁾。これらの報告と本検討との差異は、1) 体表面加算平均心電図の記録方法および心室遅延電位の診断基準が異なること、2) 拡張型心筋症患者では脚ブロックが比較的多く認められているが、本検討での対象はそれを除外していること、などによると考えられる。

拡張型心筋症患者では心室遅延電位は左室機能障害と関連があり、心室遅延電位陽性群では陰性群よりも左室機能が低下していた。これらのことより、左室遅延電位の発生には、高度かつ広範囲な心筋変性の存在が関与していることが示唆された。

要 約

拡張型心筋症において心室遅延電位検出により心室頻拍を予知し得る否か、その心室遅延電位の存在と左室機能障害の関連性を検討した。

対象は脚ブロックなどの心室内伝導障害を示さない拡張型心筋症 21 例(男 16 例, 女 5 例)である。そのうち 5 例は心室頻拍既往例である。心室遅延電位は体表面微小電位計 (VCM-3000) を用

い, 40-300 Hz の帯域フィルターを使用し 200 心拍以上加算平均して記録した. 空間マグニチュード波形で filtered QRS 持続時間 (fQRSd) およびその終末部 40 msec 間の平均電位 (LP_{40}) を計測し, 超音波検査により求めた左室拡張末期径 (LVDd), 収縮末期径 (LVDs), 駆出率 (EF) と比較した.

左室頻拍の既往のある症例では, それのない症例より fQRSd が有意に長く (158.8 ± 8.6 vs 126.5 ± 10.4 msec; $p < 0.01$), LP_{40} は有意に小であった (8.7 ± 2.7 vs 24.1 ± 12.3 μV ; $p < 0.01$). 従来, 陳旧性心筋梗塞で用いられてきた基準, すなわち “fQRSd ≥ 120 msec” あるいは “ $LP_{40} \leq 20$ μV ” を満たす場合を心室遅延電位陽性とし, 心室頻拍の検出を行なうと, sensitivity 100%, specificity 25%, predictive accuracy 45% となった. “fQRSd ≥ 135 msec” および “ $LP_{40} \leq 20$ μV ” を満たす場合を心室遅延電位陽性とする, sensitivity 100%, specificity 88%, predictive accuracy 91% となった. これにより, 心室遅延電位の診断基準は, 拡張型心筋症の場合, “fQRSd ≥ 135 msec” かつ “ $LP_{40} \leq 20$ μV ” が妥当と思われた.

心室遅延電位陽性群は陰性群より LVDs は大きい傾向にあったが, LVDd は有意に大きく (70.0 ± 9.0 vs 63.4 ± 5.7 mm; $p < 0.05$), EF (33.0 ± 7.5 vs 43.4 ± 8.7 %; $p < 0.02$) は有意に低下していた.

以上の結果より, 拡張型心筋症患者では心室遅延電位の有無により心室頻拍を予知し得るが, 心室遅延電位の診断基準は, 基礎疾患により修正する必要があることが示唆された. また, 心室遅延電位は左室機能障害と関連があり, 心室遅延電位の発生には, 高度, かつ広範囲な心筋変性の存在が関与していることが示唆された.

文 献

- 1) Simson MB: Use of signals in the terminal QRS complex to identify patients with ventricular tachycardia after myocardial infarction. *Circulation* **64**: 235-242, 1981
- 2) Denes P, Santrelli P, Hauser RG, Uret EF: Quantitative analysis of the high frequency components of the terminal portion of body surface QRS in normal subjects and in patients with ventricular tachycardia. *Circulation* **67**: 1129-1138, 1983
- 3) Breithart G, Becker R, Specipel L, Abendoth R, Ostermeyer J: Noninvasive detection of late potentials in man: New marker for ventricular tachycardia. *Eur Heart J* **2**: 1-11, 1981
- 4) Kuchar DL, Thorburn CW, Sammel NL: Prediction of serious arrhythmic events after myocardial infarction: Signal-averaged electrocardiogram, Holter monitoring and radionuclide ventriculography. *J Am Coll Cardiol* **9**: 531-538, 1987
- 5) Breithart G, Borggreffe M: Recent advances in the identification of patients at risk of ventricular tachyarrhythmias: Role of ventricular late potentials. *Circulation* **75**: 1091-1096, 1987
- 6) Gomes JA, Winters SL, Martinson M, Marchac J, Stewart D, Targonski A: The prognostic significance of quantitative signal-averaged variables relative to clinical variables, site of myocardial infarction, ejection fraction and ventricular premature beats: A prognostic study. *J Am Coll Cardiol* **13**: 373-384, 1989
- 7) Breithart G, Borggreffe M, Karbenn U, Abendroth R, Yen H, Speipel L: Prevalence of late potentials in patients with and without ventricular tachycardia: Correlation with angiographic findings. *Am J Cardiol* **49**: 1932-1937, 1982
- 8) Zimmermann M, Adamec R, Simonin P, Richez J: Prognostic significance of ventricular late potentials in coronary artery disease. *Am Heart J* **109**: 725-732, 1985
- 9) Konta T, Ikeda K, Kubota I, Tsuiki K, Yasui S: Relationship between late potentials and left ventricular function in patients with coronary artery disease. *Jpn Circ J* **52**: 105-110, 1985
- 10) Gomes JA, Horowitz SF, Millner M, Marchac J, Winters SL, Barreca P: Relationship of late potentials to ejection fraction and wall motion abnormalities in acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **59**: 1071-1074, 1987
- 11) Buckingham TA, Ghosh S, Homan SM, Thessen CC, Redd RM, Stevens LL, Chaitman BR, Kennedy HL: Independent value of signal-averaged electrocardiography and left ventricular function in identifying patients with sustained ventricular tachycardia with coronary artery dis-

- ease. *Am J Cardiol* **59**: 568-572, 1987
- 12) Kobayashi K, Ishida K, Ito S: Basic study and clinical application of late potentials. *Heart* **17**: 218-223, 1985 (in Japanese)
- 13) Ozawa Y, Yakubo S, Tanigawa N, Nagasawa M, Kojima R, Jinno K, Hibiya K, Watanabe I, Saito T, Saito S, Hatano M: The clinical evaluation of the late potentials in patients with ventricular arrhythmias. *Jpn Circ J* **51**: 230-241, 1987
- 14) Cassidy DM, Vassallo JA, Miller JM, Poll DS, Buxton AE, Marchlinski FE, Josephson ME: Endocardial catheter mapping in patients in sinus rhythm: Relationship to underlying heart disease and ventricular arrhythmias. *Circulation* **73**: 645-652, 1986
- 15) Poll DS, Marchlinski FE, Farcone RA, Josephson ME, Simson MB: Abnormal signal-averaged electrocardiograms in patients with nonischemic congestive cardiomyopathy: Relationship to sustained ventricular tachyarrhythmias. *Circulation* **72**: 1308-1313, 1985