Pleomorphism を示した持続性心室頻拍例における多様な分裂電位(fractionated electrogram)

西崎光弘*¹ 太田剛弘*¹ 有田匡孝*¹
桜田春水*² 平岡昌和*³

自然発作時に2種類のQRS波形を呈した心室頻拍(VT)を認めた陳旧性心筋梗塞の1例に電気生理学的検査を行った。検査時、10種類の形状の持続性VTが認められたが、病歴の形状と一致したVTは1種類のみであった。洞調律時に分裂電位(fractionated electrogram: FE)が認められた左室前壁中隔心尖部側(LV)の電位を5種類のVTで記録でき、うち3種類のVTではそれぞれQRSの開始、終末部および直前にFEが観察された。洞調律時にLVから周期を変えて頻回刺激を加えると、FEがQRSに先行していたVTと同一のQRS波形のみが得られ、さらにVT中にLVから頻回刺激を加えるとentrainment without fusionが認められた。この際、VT中のFEの開始からQRSまでの時間は洞調律時およびVT中の刺激からQRSまでの時間とほぼ一致した。残る2種類のVTでは連続性電位が認められ、うち1種類のVTで形状の変化に伴い連続性電位の消失が記録された。

以上、複数リエントリー回路の関与が考えられpleomorphic VTにおいて極めて多様なFEが記録された例を報告した。
(心電図12: No. 2, 248~258, 1992)

近年、持続性心室頻拍に対しカテーテル焼灼術が施行され、その有用性が報告されている^{1)~5)}。その際、心室頻拍(以下VT)の発

源であるリエントリー回路内のどの部位に対して焼灼術を行うかは本法の成功率を高めるうえできわめて重要な問題であり、その部位の検出や選択には、いまだ一定の見解はなく、個々の症例について詳しい検討が必要と考えられている^{3)~5)}。特に異なる波形を示すpleomorphic VT例では、その発生機序がリエントリーによるものであっても、QRS波形の変化が複数のリエントリー回路によるものか、あるいはその開始部位からの興奮の出口(exit 部位)だけの変化によるものか、そのいずれかを明らかにすることはカテーテル焼灼

Key Words

- 持続性心室頻拍
- pleomorphism
- 分裂電位(fractionated electrogram)
- リエントリー回路
- 緩徐伝導部位

*1 横浜南共済病院第1内科
(〒236 横浜市金沢区六浦500)

*2 東京都立広尾病院循環器科

*3 東京医科歯科大学難治疾患研究所循環器病部門

Characteristics of fractionated electrograms in pleomorphic ventricular tachycardia
Mitsuhiro Nishizaki, Takahiro Ohta, Masataka Arita, Harumizu Sakurada, Masayasu Hiraoka

1991年3月14日 原稿受領/1991年10月11日 掲載承認

術やその他の治療法を行ううえできわめて重要である^{6)~9)}。しかし、その鑑別は決して容易ではなく、特に洞調律時およびVT中に認められる分裂電位(fractionated electrogram), さらには連続性電位が直接リエントリー回路に局在しているか否かを証明することがきわめて重要となってくる。今回、我々に複数のリエントリー回路の関与が考えられた pleomorphic VT 例においてきわめて多様な分裂電位を記録し得たので報告する。

I. 症 例

患 者：75歳、男性。

主 訴：動悸。

家族歴：特記すべきことなし。

既往歴：昭和52年に前壁中隔心筋梗塞を発症した。

現病歴：平成元年8月9日テレビをみていたとき突然動悸発作が出現し、当院受診。心電図上、左脚ブロック型の wide QRS 頻拍を認め、プロカインアミド500mgの静注投与により洞調律に回復した。以後、同薬剤1,500mg内服加療にて経過観察したが、同年11月1日夕食後再び同症状出現したため当院受診。前回と波形の異なる右脚ブロック型の wide QRS 頻拍が認められ、精査加療のため当科救急入院となった。なお、頻拍は外来時に自然停止した。

入院時現症：身長165cm、体重51kg、血圧112/70mmHg、脈拍76/min、不整。肺野ラ音(一)。心雑音聴取せず。腹部平坦、肝脾触知せず、下腿浮腫は認めなかった。

入院時検査成績：血算、検尿、一般血液生化学検査に異常なく、胸部X線上、心胸郭比62%と心拡大が認められた。

心臓カテーテル検査では、冠動脈造影上、左前下行枝近位部に器質的な有意狭窄を認めた。さらに左室造影にて左室駆出率27%と左室収縮能の低下が認められ、心尖部に奇異性収縮がみられた。

洞調律時の安静時心電図では、V₁からV₆

図1 洞調律時12誘導心電図

V₁からV₆誘導にてR波の減高およびSTの上昇を認める。

誘導においてR波の減高およびSTの上昇を認め、QT時間は0.4秒であった(図1)。動悸発作時の12誘導心電図を図2に示す。2種類のQRS波形を呈し、1回目の発作時では毎分145の左脚ブロック、右軸偏位型の wide QRS 頻拍を認め(図2A)、2回目の発作時には毎分200の右脚ブロック、右軸偏位型の wide QRS 頻拍を示していた(図2B)。

本頻拍に対する診断、機序解明および治療法決定のため無投薬下にて電気生理学的検査を施行した。

II. 電気生理学的検査

本検査は大腿静脈および大腿動脈から6Fの3極、4極のカテーテル電極を経皮的に挿入し、高位右房、ヒス束、右室心尖部、右室流出路、左室に留置し、それぞれの部位の電位記録と刺激に用いた。なお、左室内電極はUSCI社製の極間5mmの6F、4極の Josephson カテーテルを用い、近位側2極、遠位側2極で記録および刺激を行った。刺激は拡張

図2 動悸発作時の12誘導心電図

A, Bはそれぞれ1回目, 2回目の発作時心電図を示し, 左脚ブロック, 右軸偏位型(A)と右脚ブロック, 右軸偏位型(B)のQRS波形を呈していた。

図3 洞調律時心内膜マッピング

左室前壁中隔心尖部側(LV)に矢印に示すごとく, 120msec 持続する FE が記録された。
RVA: 右室心尖部, RVO: 右室流出路, HRA: 高位右房

期閾値の2倍の出力で行い, すべて5V以内の出力で刺激可能であった。

洞調律時のヒス束心電図ではAH 130 msec, HV 55msec と明らかな異常所見は認められなかった。図3に洞調律時の心内電位図を示すが, 検査時, カテーテル操作によると思われる右脚ブロックが認められ, 左室前

壁中隔心尖部側(以下LV)に120msec 持続する分裂電位(fractionated electrogram: 以下FE)が記録され, 同部位における不均一な興奮伝導異常の存在を疑わせる所見と考えられた。右室心尖部2発早期刺激にて, 自然発作時の形状と異なる毎分190の左脚ブロック, 左軸偏位型の頻拍が誘発され, 房室解離を示

図4 右室心尖部2発早期刺激によるVT誘発時の心腔内心電図
毎分190の左脚ブロック，左軸偏位型の頻拍が誘発され，房室解離を示していた。

RVO pacing

LV pacing

図5 左脚ブロック型VT中に加えた右室流出路(RVO)および左室(LV)よりの頻回刺激
刺激周期(PCL)の短縮に伴い constant fusion, progressive fusion を認め，entrainment 現象を示した。刺激周期をさらに短くすると，最下段に示すように右脚ブロック型QRS波形に移行した。

していたことより，VTと診断した(図4)。本VTは一時形状を変え，心室細動に移行したため，直流通電を要した。病歴上，有効と考えられたプロカインアミド500mgを静注

投与し検査を続行したが，心室プログラム刺激およびVT中に加えた頻回刺激により，さまざまな形状を呈した持続性VTが認められた。このうち，最も出現しやすかった左脚

ブロック型の VT 中に、右室流出路および左室より頻回刺激を加えたところ、刺激周期の短縮に伴って constant fusion, progressive fusion を認め、いわゆる entrainment 現象が観察された(図5上段, 中段)。さらに刺激周期を短縮すると図5下段のごとく、右脚ブロック型の形状の異なった VT に移行した。図6に本検査中に認められた形状の異なった持

続性 VT の心電図波形を示す。12誘導中少なくとも2誘導において QRS 波形が異なる場合を pleomorphism の可能性があると考ええると、計10種類の持続性 VT が認められた。QRS 波形は左脚ブロック型, 右脚ブロック型ともに5種類認められ、それぞれの VT は少なくとも1分間以上持続した。なお, Wilberらの定義⁸⁾, すなわち QRS 軸が前額面ないし

図6 10種類の持続性 VT の12誘導心電図

左脚ブロック型, 右脚ブロック型 QRS 波形がそれぞれ5種類ずつ認められた。

水平面で45度以上変化する場合を pleomorphism とすれば、① VT 1, 2, ② VT 3, ③ VT 4, 5, 6, ④ VT 7, 10, ⑤ VT 8, 9 と計5種類の pleomorphism が認められると判定された。持続性 VT 1 は最初に誘発された VT, VT 2 は最も頻回に認められた VT であった。病歴上、2種類の VT が認められたが、本検査中に観察された VT はそのうち1種類のみであり、VT 8 の QRS 波形とほぼ一致していた。なお、VT 2 に加え、VT 3 および VT 9 においても心室頻回刺激により entrainment 現象が確認されたが、他の VT は頻拍中の心室頻回刺激にて容易に形状の異なった VT に移行したため、entrainment 現象の有無について判明しなかった。

洞調律時に FE が認められた左室前壁中隔心尖部(LV)の電位を5種類の持続性 VT において記録し得た(図7)。VT 2 では QRS の終末部に、VT 8 では QRS 開始に一致し、VT 9 では QRS に先行して FE が記録された。さ

らに、VT 7 および VT 10 においては連続性電位、いわゆる continuous electrical activity が観察された。

次に、FE が記録された部位の遠位側(LVd)を洞調律時にペースドマッピングすると、12誘導心電図上 VT 9 と一致した QRS 波形が認められた(図8)。さらに、同部位に刺激周期を変え、連続刺激(100~130/分)ばかりでなく早期刺激を加えても VT 9 と同一の QRS 波形を認めた。そして、VT 周期に近い周期の連続刺激(150/分)では容易に VT 9 が誘発された。

図9に VT 中、および洞調律時に LV 遠位側(LVd)からの刺激を加えた際の心内電位図を示すが、上段に示す LVd における FE の開始から QRS までの時間は105msec を示し、図9下段に示すごとく LV 近位側(LVp)の記録において LVd からの刺激より QRS までの時間とほぼ一致していた。さらに、VT 中に同部位より、VT 周期420msec より刺激周

図7 左室前壁中隔心尖部側(LV)の電位を記録し得た5種類の持続性VT VT 2ではQRSの終末部に、VT 8はQRS開始に一致し、VT 9ではQRSに先行してFEが記録された。VT 7およびVT 10では連続性電位が観察された。

図8 洞調律時、左室前壁中隔心尖部側(LV)のベースドマッピング時12誘導心電図
Bに示すベースドマッピング時の12誘導心電図は、刺激周期を変えても、AのVT9と一致したQRS波形を示した。

期をわずかに短縮して頻回刺激を加えると図10右の刺激周期390msecにおける心電図に示すごとく、VTの形状は変化せず頻拍周期のみが刺激周期と一致してくる、いわゆるentrainment without fusionが認められた。また、図10左の心内電位図に示すLVpの記録において、LVdからの刺激よりQRSまでの時間は105msecと遅延を示し、図9上段のVT中のLVdにおけるFEの開始からQRSまでの時間とほぼ一致していた。以上の所見より、VT9ではFE記録部位(LVd)、あるいは、その近傍にリエントリー回路に必須な緩徐伝導部位が生じていることが考えられた。図11にVT10よりVT2に自然に移行した際の心腔内心電図を示す。この際、VTの形状および周期の変化に伴い連続性電位の消失が認められた。

III. 考 案

2種類の形状の持続性VTの既往がある陳旧性心筋梗塞例に、電気生理学的検査を施行したところ、形状の異なる多数の持続性VT (pleomorphic sustained VT)が認められた。

Wilberら¹⁰⁾は、QRS軸が前額面ないし水平面で45度以上の変化をする場合をpleomorphismと定義しており、それによれば本症例は5種類のVTを示したことになる。しかし、pleomorphismの定義は報告者により異なっており、一定した見解のないことから、著者らは12誘導中少なくとも2誘導以上QRS波形がみられた際をploemorphismの可能性があると検討中であり、それに従い、本症例は10種類の形状の持続性VTを示したと判断した。検査上、無投薬時はVT1

図9 VT 9 および洞調律時の左室前壁中隔心尖部遠位側(LVd) ペーシングにおける心腔内心電図

上段に示す LV 遠位側(LVd)における FE の開始から QRS までの時間は、下段に示す LVd よりの刺激から QRS までの時間105msec とほぼ一致していた。

図10 VT 9 中の左室前壁中隔心尖部遠位側(LVd) ペーシングにおける肢誘導心電図および心腔内心電図

VT 中に LVd より周期390msec の頻回刺激を加えると、図右に示すごとくペーシング中、VT の形状は変化せず頻拍周期のみが刺激周期と一致してくる、いわゆる entrainment without fusion が認められた。その際、図左に示すごとく、LVp の記録における LVd よりの刺激から QRS 開始までの時間は105msec と VT 中の LVd における FE-QRS 時間と一致していた。刺激中止後の最初の VT 周期はその後の VT 周期より延長しているが、これは刺激による antidromic な興奮により生じた潜行伝導の関与が考えられた。

図11 VT10よりVT2への自然移行時の心腔内心電図
VTの形状および周期の変化に伴い連続性電位の消失が認められた。

が誘発され、プロカインアミド静注投与後に polymorphism を示したことから、プロカインアミドの proarrhythmic effect の影響も否定できないが、本例のごとく陳旧性心筋梗塞に合併する持続性 VT に10種類の形状を認めた例はきわめてまれと思われる。

また、本例で認められた VT はプログラム刺激による誘発停止が可能であり、また、一部の VT では、心室頻回刺激にて entrainment 現象が観察されたことから、その発生機序はリエントリーと考えた^{5),11)}。

近年、薬剤抵抗性の持続性 VT 例に対し、心内膜切除術、凍結術などの外科手術や経カテーテル心筋焼灼術などが行われてきており^{1)~5),8)}、pleomorphic sustained VT を示す例においては、処置すべき部位、すなわち VT の発生に参与している部位を明らかにすることが重要である。

リエントリーを機序とする pleomorphic sustained VT 例の polymorphism の原因としては、(1)異なったリエントリー回路への移動、(2)同一のリエントリー回路からの exit 部位の変化が考えられている^{6),8),9),12)}。

ただし、(2)の exit 部位の変化の現象は、リエントリー回路すべてが同一であることは必

ずしも必要でなく、緩徐伝導部位を共有していることを意味している。なぜなら、一部でもリエントリー回路に共有部分があれば、同部位を切除あるいは焼灼することにより複数の形状の VT を治療せしめることが可能だからである^{3),5)}。

したがって、pleomorphic VT 例においては、リエントリー回路に共有部分が存在する可否かを証明することが必要となる。

しかし、その鑑別は決して容易ではなく、一つの形状の VT における緩徐伝導部位を明らかにしたうえで、刺激周期を変えて同部位の頻回刺激を行い、複数の形状の QRS 波形が認められた場合に polymorphism の原因として exit の変化が考察されていることがほとんどであり、最終的には同部位に外科的手技や焼灼を加えた後に、複数の形状の VT が誘発されなくなることによって確認される^{6),8)}。

本症例においても polymorphism の原因をすべて明らかにすることは不可能であったが、洞調律時および VT 中に FE の記録された部位(LV-FE)をペーシングすること、および LV-FE の電位を複数の VT 中に記録することにより興味ある電気生理学的所見を得る

ことができた。

LV-FEに頻回刺激を加えると、そのときのQRS波形はVT9と全く同一であり、また刺激からQRSまでの時間は、VT9中のFE-QRS時間とほぼ一致していた。さらに、VT中にLV-FEから頻回刺激を加えるとentrainment without fusionが認められ、刺激からQRS開始までの時間とVT中のFE-QRS時間が一致していた。これらの所見はLV-FEがVT9の維持に必須の緩徐伝導部位であることを示唆している^{3),4),13)~16)}。また、LV-FEの頻回および早期刺激で刺激周期を変えても、VT9以外の形状のQRSが生じなかったが、LV-FEとほかのVTとの関連性については不明であった。

LV-FEの電位はVT9を含め5種類の形状のVT(VT2, 7, 8, 9, 10)中に記録することが可能であった。これらのVTはQRS波形のみならず、VT周期も異なっており、記録されるFEもVT2ではQRSの後に、VT8ではQRSに一致して、VT9ではQRSに先行して認められ、VT7と10では連続性電位が認められた。これらの所見は5種類のVTの各々においてLV-FEでの伝導様式とリエントリー回路との関わりが異なっていることを示している。すなわち、上述したごとくVT9以外の4種類のVTではLV-FEがリエントリーの維持に必須な部位である所見が得られなかったことから、FEあるいは連続性電位はVTのリエントリー回路以外に置いた電極からも記録し得ること、さらには、それらの異常電位は必ずしもVTに関与する緩徐伝導部位を反映するものではないことが考えられた^{17)~19)}。

以上、LV-FEはVT9に関与していることは明らかであるが、他のVTにおいては必須の部位である所見が得られなかったことから、本例のpleomorphic VTの機序として異なるリエントリー回路によりもたされたと考えた方が妥当な所見と解釈された。さらに、本例では異なったリエントリー回路を有し、そ

の一方に関与する緩徐伝導部位においてきわめて多様なFEおよび連続性電位を記録でき、興味ある知見と考えられた。

本論文の要旨は第7回日本心電学会学術集会上において発表した。

【文 献】

- 1) Scheinman MM: Catheter ablation for patient with cardiac arrhythmias. PACE 9: 551, 1986
- 2) Morady F, Scheinman MM, Carlo LA, Davis JC, Herre JM, Griffin JC, Winston SA, Buitler M, Hantler C, Wahr JA, Kou WH, Nelson SD: Catheter ablation of ventricular tachycardia with intracardiac shocks: results in 33 patients. Circulation 75: 1037, 1987
- 3) Morady F, Frank R, Kou WH, Tonet JL, Nelson SD, Kounde S, Buitler M, Fontaine G: Identification and catheter ablation of a zone of slow conduction in the reentrant circuit of ventricular tachycardia in humans. J Am Coll Cardiol 11: 775, 1988
- 4) Stevenson WG, Weiss J, Wiener I, Wohlgelernter D, Veatman L: Localization of slow conduction in a ventricular tachycardia circuit: Implications for catheter ablation. Am Heart J 114: 1253, 1987
- 5) Waldo AL, Henthorn RW: Use of transient entrainment during ventricular tachycardia to localize a critical area in the reentry circuit for ablation. PACE 12: 231, 1989
- 6) Josephson ME, Horowitz LN, Farshidi A, Spielman SR, Michelson EL, Greenspan AM: Recurrent sustained ventricular tachycardia. 4. Pleomorphism. Circulation 59: 459, 1979
- 7) Kannel G, Scherlag BJ, Hope RR, Lazzara R: Pattern of interectopic activation recorded during pleomorphic ventricular tachycardia after myocardial infarction in the dog. Am J Cardiol 49: 56, 1982
- 8) Miller JM, Kienle MG, Harken AH, Josephson ME: Morphologically distinct sustained ventricular tachycardia in coronary artery disease: Significance and surgical results. J Am Coll Cardiol 4: 1073, 1984
- 9) 庭野慎一, 相沢義房, 池主雅臣, 田村 真, 石野淳司, 江部克也, 宮島静一, 船崎俊一, 鈴木

- 薫, 佐藤政仁, 柴田 昭: 持続性心室頻拍の pleomorphism 症例におけるわずかな波形変化—minor pleomorphism—の検討. 心電図 9: 404, 1989
- 10) Wilber DJ, Davis MJ, Rosenbaum M, Ruskin JN, Garan H: Incidence and determinants of multiple morphologically distinct sustained ventricular tachycardia. J Am Coll Cardiol 10: 583, 1987
 - 11) Waldo AL, Plumb VJ, Arciniegas JG, Maclean WA, Cooper TB, Priest MF, James TN: Transient entrainment and interruption of the atrioventricular bypass pathway type of paroxysmal atrial tachycardia. Circulation 67: 73, 1983
 - 12) Kuck KH, Schluter M, Kunze KP, Geiger M: Pleomorphic ventricular tachycardia: demonstration of conduction reversal within the reentry circuit. PACE 12: 1055, 1989
 - 13) Kay GN, Epstein AE, Plumb VJ: Region of slow conduction in sustained ventricular tachycardia: Direct endocardial recordings and functional characterization in humans. J Am Coll Cardiol 11: 109, 1988
 - 14) Stevenson WG, Weiss JN, Wiener I, Rivitz M, Nademanee K, Klitzner T, Yeatman L, Josephson M, Wohlgeleit D: Fractionated endocardial electrograms are associated with slow conduction in humans: Evidence from pace-mapping. J Am Coll Cardiol 13: 369, 1989
 - 15) 庄田守男, 笠貫 宏, 大西 哲, 田中 徹, 梅村 純, 川名正敏, 細田 一: 複数の QRS 波形を示す心室頻拍における電気的カテーテル焼灼術の検討. 心臓ペーシング 6: 373, 1990
 - 16) Fontaine G, Frank R, Tonet J, Grosogreat Y: Identification of a zone of slow conduction appropriate for VT ablation: Theoretical and practical consideration. PACE 12: 262, 1989
 - 17) Brugada P, Abdollah H, Wellens HJJ: Continuous electrical activity during sustained monomorphic ventricular tachycardia. Observation on its dynamic behavior during the arrhythmia. Am J Cardiol 55: 402, 1985
 - 18) Josephson ME, Horowitz LN, Farshidi A: Continuous local electrical activity. A mechanism of recurrent ventricular tachycardia. Circulation 57: 659, 1978
 - 19) Josephson ME, Wit AL: Fractionated electrical activity and continuous electrical activity: Fact or artifact?. Circulation 70: 529, 1984