

# フアロー四徴術後例における心室遅延電位の研究

— 電気生理学的考察と臨床応用 —

新潟大学医学部小児科学教室 (主任: 塚 薫教授)

佐藤 誠 一

Late Potential Serves to Identify Patients  
at Risk for Ventricular Arrhythmias  
after Cardiac Repair of Tetralogy of Fallot

Seiichi SATO

*Department of Pediatrics, Niigata University,  
School of Medicine*

(*Director: Prof. Kaoru SAKAI*)

Late potential recorded by signal averaging is a new marker to evaluate the prognosis of ventricular arrhythmias in comparison with Holter ECG and programmed electrical stimulation method.

In the long term post operative state of patients with tetralogy of Fallot, the event free rate decreases gradually and the arrhythmia problem becomes prominante. What is the risk of ventricular arrhythmias in postoperative state?

Thus, signal averaged electrogram was performed to identify 17 patients at risk for ventricular arrhythmias after cardiac repair of tetralogy of Fallot.

Two methods were performed in the same patients; (1) Vector magnitude (VM) method and (2) Multiphasic oscillation (MO) method. By the VM method, it was not always easy to distinguish between late potentials and RBBB. By the MO method, in about 50% patients, late potentials were detectable, which implied myocardial damage because of infundibular myocardial resections.

The clinical applicability of late potential is as follow: (1) There is less possibility of VT or cardiac sudden death when a case is void of late potentials. (2) The diagnosis of ventricular arrhythmias in patients with syncope attack becomes possible. (3) It is a screening test for the programmed electrical stimulation method.

Reprint requests to: Seiichi SATO,  
Department of Pediatrics, Niigata  
University School of Medicine,  
Asahimachi-dori 1, Niigata City, 951,  
JAPAN.

別刷請求先: 〒951 新潟市旭町通1番町  
新潟大学医学部小児科

佐藤 誠 一

Late potential recorded the MO method was found to be useful in assessment of the myocardial damage and of the prognosis of ventricular arrhythmias.

Key words: late potential, signal averaged ECG, ventricular tachycardia, Tetralogy of Fallot  
心室遅延電位, 体表面微小電位, 心室頻拍, ファロー四徴

## 目 的

ファロー四徴 (TOF) 根治術の基本は, ① 肺動脈狭窄の除去と ② 心室中隔欠損の閉鎖である。根治術後にこれらの心内修復が, 加齢とともにどのような推移を示すかは, きわめて重大な問題ではあるが未だ充分解明されていない。

TOF 根治術後の不整脈の発生頻度は, 経年的に増加してゆくことが認められている<sup>1)2)</sup>。この不整脈の発生に関与する危険因子を知ることは, 予後の判定および患者管理上重要なことである。

一方, 術前の長期にわたる右室負荷<sup>3)-6)</sup>と低酸素血症による心筋変性<sup>7)</sup>が, 術後の心室性不整脈に関与していることは疑う余地はない。解剖学的に修復可能な症例では, 努めて低年齢の時に根治術が施行されることが望ましく, TOF 根治術は徐々に低年齢化している。また, 手術術式や心筋保護の飛躍的向上により明らかに心筋障害は少なくなり, 今後さらに減少するものと思われる。

しかしながら, 四徴の一つである“右室流出路狭窄を含む肺動脈狭窄”に対する外科的治療は避けざるを得ず, “外科的治療を施したために生ずる心筋障害”が, 新たな問題として持ち上がってきた<sup>8)</sup>。

そこで, 筆者は non-invasive な方法として体表面微小電位を用いて, 心室遅延電位 (late potential: LP) を検出することで, 右室流出路の心筋障害の有無を推定し, 心室性不整脈との関連を検討した。

## 対 象

新潟大学附属病院小児科で術後経過を観察している, TOF 術後患者17例 (男児8例, 女児9例) を対象とした。根治手術施行時の年齢は3歳~12歳 (平均8歳) で, 術後経過期間は1カ月~21年 (平均8年2カ月) であった (表1)。これまでに心室頻拍 (VT) が認められた症例は含まれていない。対照群として, 心臓に基礎疾患を認めないほぼ同年齢の不登校児や微量血尿患児などの19例 (9歳~18歳, 平均13.3歳, 男児13例, 女児6例)

を当てた。

## 方 法

LP の記録にはフクダ電子社製 VCM-3000 を用いた。図1は, 筆者が LP 記録に用いた電極の配置である。双極誘導のほかに, ①~⑱の単極誘導16点を次に示す位置で配置した。すなわち, 胸骨右縁, 胸骨左縁と左鎖骨中線とその中央の4列で, 胸骨両縁の第2~4肋間と左鎖骨中央線上の第5肋間の4段で, 計16点の前胸部配置電極である。同一症例に対し, 1) vector magnitude (VM) 法と 2) multiphasic oscillation (MO) 法を記録した。

1) VM 法の記録 (図2)

ベクトル心電図における X, Y, Z 誘導に相当する3つの誘導を用いた。すなわち, X 誘導として I 誘導を, Y 誘導として II 誘導を, Z 誘導として前胸部配列電極の

表1 対 象

症例	性別	根治術施行年	根治術時年齢	術後経過期間	標準12誘導心電図
1 TT	M	1986	3才	4年 3月	IRBBB
2 TS	M	1979	9才	11年10月	正常範囲
3 US	M	1982	3才	9年 2月	CRBBB
4 IM	F	1969	12才	21年 9月	CRBBB
5 HA	F	1986	6才	5年 5月	CRBBB
6 TK	M	1989	8才	5年11月	CRBBB
7 IE	F	1980	4才	1年 0月	IRBBB
8 SA	F	1986	3才	5年 3月	CRBBB
9 NK	F	1966	12才	5年 4月	CRBBB
10 TM	M	1990	12才	10月	CRBBB
11 HS	F	1970	5才	21年 8月	CRBBB
12 OF	M	1991	5才	1月	CRBBB
13 HY	F	1970	12才	21年 0月	CRBBB
14 AT	M	1982	9才	9年 5月	CRBBB
15 OA	M	1986	6才	5年 9月	CRBBB
16 KA	F	1989	3才	2年 7月	CRBBB
17 AK	F	1984	4才	6年 7月	CRBBB

①の誘導を用いた. band-pass filter (濾波周波数帯域) を 40~300 Hz とし, 256 回の心拍を加算平均した. filtered QRS vector magnitude ( $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ) の計算から経時的变化を表示した. filtered QRS duration (msec) と, last 40 msec の amplitude の root mean square (RMS) ( $\mu V$ ) を計測した (図 2).

2) MO 法の記録 (図 3)

図 1 に示した16点の前胸部配置電極を用い, 各点の電位を誘導して高感度増幅し, 平均加算と band-pass filter で処理して記録すると, base line の上下に多相性に振れる filtered QRS が記録される (図 3). band-pass filter を 80~300 Hz, 256 回の心拍の加算平均から, 心電図の QRS 終末部の後方に持続する, noise level の 2 倍以上の微小電位の持続時間 (msec) を計測した.

reference は前胸部配置電極①の部位の誘導 (図 1) に固定し, 特に右室流出路近傍の微小電位を体表表面で記録した.

Vector Magnitude Method

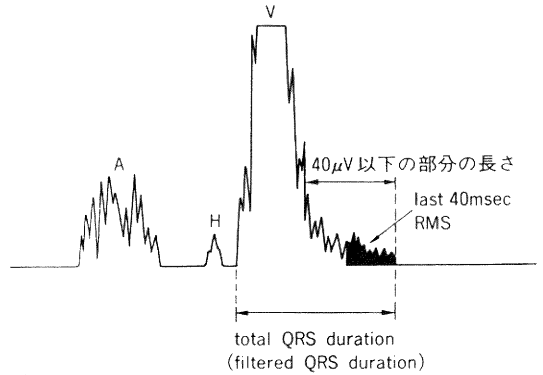


図 2 vector magnitude method について

X, Y, Z 誘導に相当する 3 つの誘導を用いた. X 誘導として I 誘導を, Y 誘導として II 誘導を, Z 誘導として①の誘導を用いた. band-pass filter を 40~300Hz とし, 256 心拍を加算平均した. filtered QRS vector magnitude:  $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$  の計算から経時的变化を表示した. filtered QRS duration と last 40 msec の amplitude の root mean square (RMS) を計測した.

電極の配置

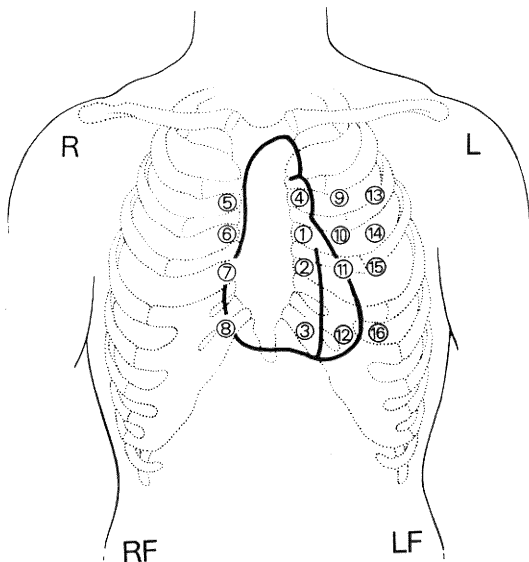


図 1 LP 記録に用いた電極の配置

双極誘導の電極 (R, L, RF, LR) はかに, ①~⑯の単極誘導16点を配置した. 胸骨右縁, 胸骨左縁と左鎖骨中線とその中央の 4 列で, 胸骨両縁の第 2~4 肋間と左鎖骨中線上の第 5 肋間の 4 段の計16点である.

Multiphasic Oscillation Method

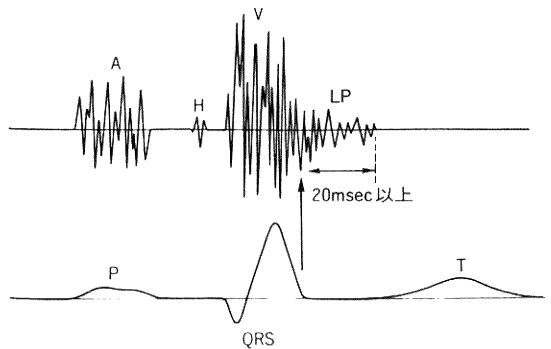


図 3 multiphasic oscillation method について

図 1 に示した16点の単極誘導を用い, 各点の電位を誘導して高感度増幅し, 平均加算と band-pass filter で処理して記録すると, base line の上下に多相性に振れる filtered QRS が記録される. band-pass filter を 80~30 Hz, 256 心拍の平均加算から, 心電図の QRS 終末部の後方に持続する, noise level の 2 倍以上の微小電位の持続時間を計測した.

## 結 果

### 1. 対照群の filtered QRS 波形の結果

#### 1) VM 法の結果 (図 4, 5)

filtered QRS duration は  $112.6 \pm 8.7$  (mean  $\pm$  1 SD) msec, RMS は  $27.0 \pm 6.6 \mu\text{V}$  で、いずれも諸家の報告している正常値とほぼ一致していた<sup>9)10)</sup>。

平均よりも  $\pm 2\text{SD}$  以内を正常値と考え、filtered QRS duration は 130.0 msec 以下、RMS は  $13.8 \mu\text{V}$  以上であった。

#### 2) MO 法の結果 (図 6)

心電図の QRS 終末部の後方に持続する微小電位の持続時間は  $16.2 \pm 3.7$  msec で、諸家の報告している結果<sup>11)12)</sup> よりもやや長い傾向にあった。

同様にして  $\pm 2\text{SD}$  以内から正常値を求めると、23.6

msec 以下であった。

### 2. TOF 群の filtered QRS 波形の結果 (表 2)

#### 1) VM 法の結果 (図 4, 5)

filtered QRS duration は  $162.6 \pm 29.0$  msec, RMS は  $16.3 \pm 8.4 \mu\text{V}$  であった。対照群との間にはそれぞれ  $p < 0.001$ ,  $p < 0.002$  で有意差を認めた。図 7 に結果の 1 例を示す。症例 13 の結果で、filtered QRS duration は 169 msec, RSM は  $13.9 \mu\text{V}$  であった。

#### 2) MO 法の結果 (図 6)

心電図の QRS 終末部の後方に持続する微小電位の持続時間は、 $25.4 \pm 5.8$  msec で、対照群との間には  $p < 0.001$  で有意差を認めた。図 8 に結果の 1 例を示す。症例 15 の結果で、持続時間は 31 msec であった。

### 3. 電気生理学的検査 (EPS) との比較 (表 3)

TOF 群 17 例のうち、散発性ではあるが頻発する心室性期外収縮を呈する 4 例に対し、電極カテーテルによる心内膜側からの EPS を 2 例に、再手術時の開胸下に心表面からの EPS を 2 例に施行した。4 例中 3 例に、ブ

Filtered QRS Duration  
(vector magnitude method)

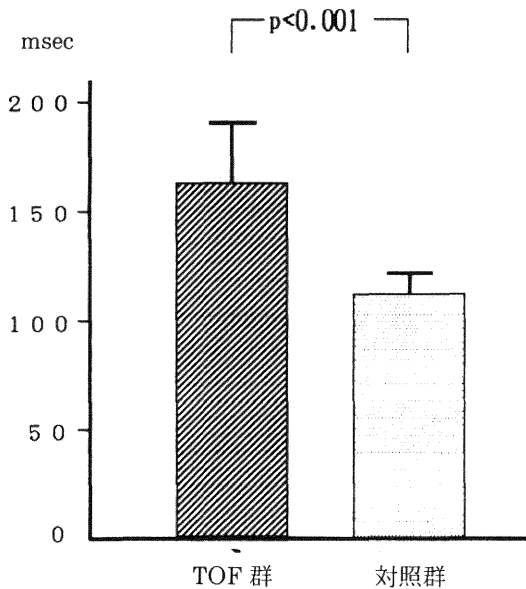


図 4 vector magnitude method による filtered QRS duration

対照群の filtered QRS duration は  $112.6 \pm 8.7$  (mean  $\pm$  1 SD) msec で、TOF 群は  $162.6 \pm 29.0$  msec であった。両者の間には、 $p < 0.001$  で有意差を認めた。

Root Mean Square  
(vector magnitude method)

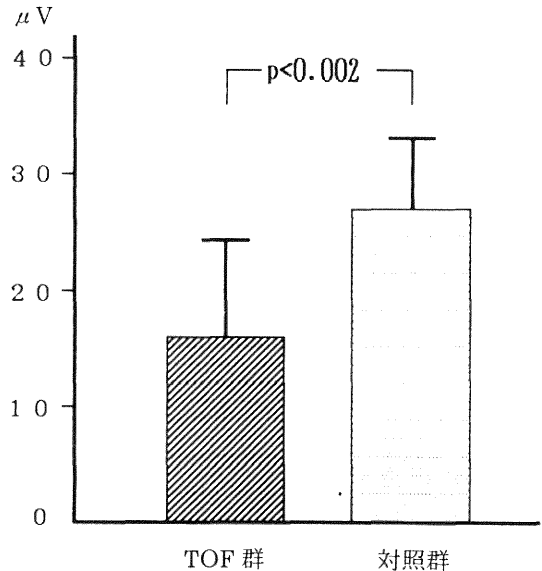


図 5 vector magnitude method による root mean square (RMS)

対照群の RMS は  $27.0 \pm 6.6 \mu\text{V}$  で、TOF 群は  $16.3 \pm 8.4 \mu\text{V}$  であった。両者の間には、 $p < 0.001$  で有意差を認めた。

表 2 TOF 群の filtered QRS 波形の結果

症例	VM 法		MO 法
	duration(msec)	RMS( $\mu$ V)	duration of LP(msec)
1 TT	130	31.6	19
2 TS	176	13.4	25
3 US	115	13.8	33
4 IM	217	5.2	14
5 HA	202	24.1	22
6 TK	139	10.8	23
7 IE	124	10.7	19
8 SA	142	15.6	23
9 NK	164	4.0	24
10 TM	186	6.6	28
11 HS	195	16.1	31
12 OF	146	25.8	23
13 HY	169	13.9	36
14 AT	158	9.9	33
15 OA	156	26.3	31
16 KA	154	21.8	24
17 AK	192	27.4	24
平均	162.6	16.3	25.4
標準偏差	29.0	8.4	5.8

表 3 プログラム刺激による VT 誘発

症例	刺激部位	VT 誘発	VM 法		MO 法
			duration	RMS	duration
1 TT	心外膜	(+)	130	31.6	19
2 TS	心内膜	(-)	176	13.4	25
3 US	心内膜	(+)	115	13.8	33
14 AT	心外膜	(+)	158	9.9	33

プログラム刺激<sup>13)</sup>により心室頻拍 (VT) が誘発された。4例の VM 法および MO 法の結果は表 3 の通りである。

## 考 案

1954年に Lillehei ら<sup>14)</sup>により TOF 根治術が施行されて以来、既に30年余が経過した。手術手技・術式の改良、体外循環の発達、心筋保護法の進歩などにより、TOF 根治術の各施設での成績は安定してきた。

一方、術後久しく経過してからの突然死や不整脈など、新たな問題が提起されている。筆者ら<sup>7)</sup>はすでに、TOF 根治術後の心筋変性（特に左心室）と心室性期外収縮との関係を、タリウム心筋イメージと体表面電位図から検

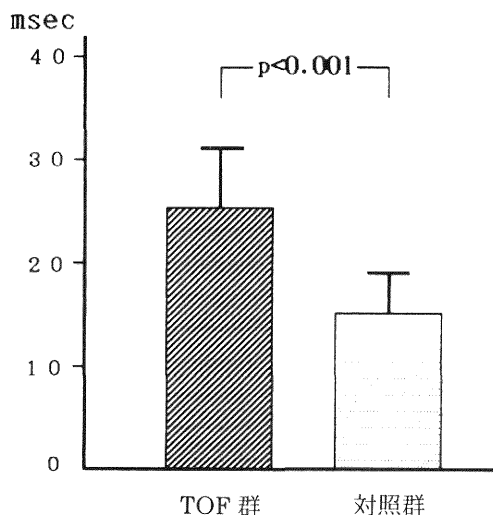
Duration of Potentials  
(multiphasic oscillation method)

図 6 multiple oscillation method による微小電位の持続時間

心電図の QRS 終末部の後方に持続する微小電位の持続時間は、対照群は  $16.2 \pm 3.7$  msec で、TOP 群は  $25.4 \pm 5.8$  msec で、両者の間には  $p < 0.001$  で有意差を認めた。

討している。それによると、タリウム心筋イメージにて灌流欠損を認める症例や、体表面心電図を用いた“差の電位図”にて離脱領域 (departure area) を認める症例に、有意に心室性期外収縮が多いことが示された。従って、心筋変性を少なくする目的で、低年齢時に根治術が施行されるようになり、TOF 根治術は徐々に低年齢化している。また、手術術式や心筋保護の飛躍的向上から、明らかに心筋障害は少なくなり、今後さらに減少と思われる。

しかし、右室流出路狭窄を含む肺動脈狭窄に対する外科的治療を施したために生ずる心筋障害は避けざるを得ない<sup>15)</sup>。従って、術後の右室流出路の心筋障害を、非観血的に診断し、長期術後に発生し得る期外収縮を予測することは、患者管理上重要なことである。

### 1. LP について

心筋に心筋梗塞などの何らかの変化が起こると、興奮の広がりの中に unidirectional block と slow conduction が生じ、その前面の不応期の解除の後に興奮が抜けて re-entry 回路形成されると、VT などの心室性不

整脈が発生する<sup>16)-18)</sup>。この slow conduction の部分では微小な fragmented activity がみられ、他の心筋の興奮から遅れて記録される。遅延した電位の統合的表現として、体表から加算平均法で記録したものが LP で

### Case H.Y. Vector Magnitude Method

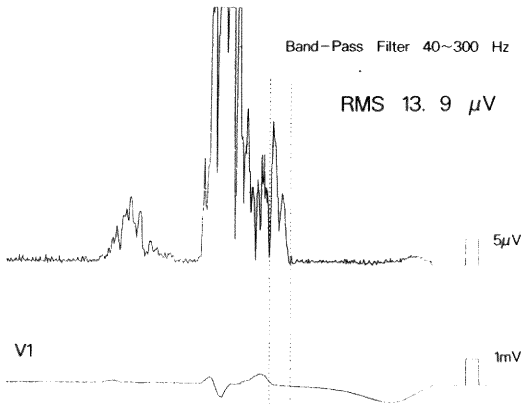


図7 vector magnitude method の結果

症例13の vector magnitude method の結果を示す。duration は 169msec, RMS は 13.9 $\mu$ V で、LP 陽性と診断されるが、RBBB によるものと区別はできない。

### Case O.A. Multiphasic Oscillation Method

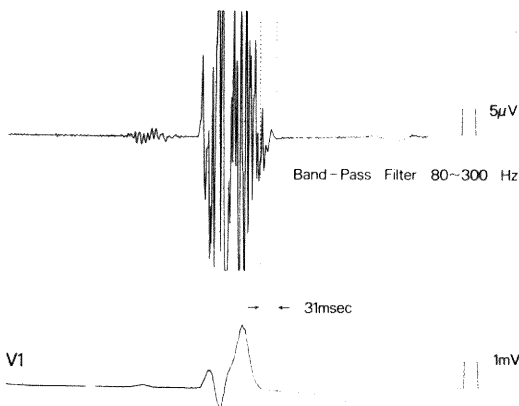


図8 multiphasic oscillation method の結果

症例15の multiphasic oscillation method の結果を示す。duration は 31msec で、LP 陽性と診断された。

ある。

特に陳旧性心筋梗塞や心筋症、不整脈源性右室異形成 (ARVD) では高率に LP が記録され、突然死の予測に有用である可能性が示されている<sup>19)-21)</sup>。

TOF 術後の右室流出路においても、外科的処置によってもたらされた心筋障害により微小な fragmented activity が生ずると、LP として記録されることが期待できる。

### 2. 正常値の検討

現在の LP 検出での問題点は、検出器の使用が一定していないために診断基準が各施設によって異なる点である。しかし、筆者の検討を含めていくつかの報告が共通性を持った評価が可能なことを示している。今回の筆者の検討では、VM 法では filtered QRS duration は 130 msec 以下、RMS は 15  $\mu$ V 以上、MO 法では微小電位の持続時間は 25 msec 以下が適当なラインと考えられた。

VM 法の結果は、これまでの諸家の報告<sup>9)10)</sup> とよく一致していた。一方、MO 法の結果は、これまでの諸家の報告<sup>11)12)</sup> よりもやや長い傾向を示した。その理由としては、これまでの報告はおもに左室の LP を検出することを目的としていたため、II 誘導を reference として用い、左室の電位を誘導していたためと考えられる。つまり、筆者の目的は右室流出路付近の遅延電位の検出であるため、この部位に reference をおいて電位を誘導すると、左室の最後部興奮の電位が、微小電位の一部として記録された、と考えられる。

### 3. 諸種検出法の評価

最近では VM 法による検討が報告されることが多い。LP を空間的な大きさとして、定量化する目的で用いられる。しかし、心室内伝導異常が合併すると、LP が正常心筋の興奮の遅れの部分に被覆され、体表から検出されにくくなることが指摘されている<sup>22)</sup>。

TOF 術後症例では右脚ブロック (RBBB) を呈する症例が多く、左室側の LP は評価しにくいことが考えられる。また、遅れて興奮する右心室の電位そのものを LP と誤って過剰評価してしまう危険性もある。特に VM 法ではこの影響が大きく、TOF 術後の LP を診断するには不適當と思われた。

一方、MO 法による胸壁上の multi-point<sup>23)24)</sup> や mapping での検討<sup>25)26)</sup> は、まだ始められたばかりである。体表での LP の分布状態や広がりには症例ごとで異なるであろうし、特に TOF 術後では右室流出路での LP が重要である。そのため、reference を右室流

出路付近におき、その誘導における持続する微小電位を記録することが可能であればその臨床的意義は大きい。

さらに、MO法による微小高周波成分の検討が、単にQRS終末部の評価のみでなく、QRS中の高周波成分の検討などや、分析法や表現法などの改良により、LP検出精度の向上をもたらすものと思われる。

#### 4. VT誘発試験とLPの検討

VTの既往のある患児におけるVTの再現性やメカニズムおよび予後判定に、あるいは心室性不整脈の治療および予後判定に、観血的に心室のvulnerabilityを評価する検査法として、programmed ventricular stimulation methodがある。もし、こうしたVT誘発試験の結果を体表からLPの検出により予測できれば、臨床的にきわめて有用である。

今回の筆者の結果からは、VTが誘発された症例は4例中3例で、そのうち2例にLPが認められた。またVTが誘発されなかった1例には、持続時間25 msecの微小電位が記録された。すなわちこの例では、LPがborder line上と判定され、検査の時点ではVTが誘発されなかったが、今後とも十分な観察が必要であると考えられた。いずれの症例も、現在まで臨床的にsustained VTは認められず、誘発されたVTの臨床的意義は不明である。これらについては、EPSと比較できる症例を重ね、さらに今後の心室性不整脈の出現をprospectiveに注目する必要がある。

体表からのLPの記録は、観血的検査で惹起されるVTのある程度予測できる非観血的検査法として有用と考えた。

### ま と め

TOF術後患者16例を対象にLPの検出を試みた。

LPの検出にはVM法とMO法を用いた。VM法では、filtered QRS durationとlast 40 msecのamplitudeのroot mean square (RMS)を計測し、MO法では、心電図のQRS終末部の後方に持続する微小電位の持続時間を計測した。

VM法によるdurationとRMSは、いずれも対照群と比べて有意差を認めたが、右脚ブロックによる右室の興奮の遅れによるものと考えられた。MO法による微小電位の持続時間は $25.4 \pm 5.8$  ( $16.2 \pm 3.7$ ) msecで、LPが高頻度で検出された。

EPSによりVTが誘発された3例のうち、2例にLPが認められた。

以上筆者は、TOF術後患者のLPの検出には、MO

法が有用であり、VTの発生を予測できると信ずるものである。

稿を終えるに当たり、終始にわたり懇切丁寧に御指導、御校閲賜りました堺 薫教授に深謝いたします。

### 参 考 文 献

- 1) 松川鉄之助, 江口昭治: Fallot 四徴症根治術後の刺激導障害の進展と心室性不整脈の発生要因. 日外会誌, 83: 963~966, 1982.
- 2) 宮村治男: ファロー四徴症術後遠隔成績と心機能. 日胸外会誌, 37: 1469~1480, 1989.
- 3) Garson, A. Jr., Porter, C.J., Gillette, P.C. and McNamara, D.G.: Induction of ventricular tachycardia during electrophysiologic study after repair of tetralogy of Fallot. J. Am. Coll. Cardiol., 1: 1493~1502, 1983.
- 4) Burns, R.J., Liu, P.P., Druck, M.N., Seawright, S.J., Williams, W.G. and McLaughlin, P.R.: Analysis of adults with and without complex ventricular arrhythmias after repair of tetralogy of Fallot. J. Am. Coll. Cardiol., 4: 226~233, 1984.
- 5) Rosing, D.R., Borer, J.S., Kent, K.M., Maron, J.B., Seides, S.F., Morrow, A.G. and Epstein, S.E.: Long-term hemodynamic and electrocardiographic assessment following operative repair of tetralogy of Fallot: Circulation, 58: Suppl I: 209~216, 1977.
- 6) Kavey, R.W., Thomas, D., Byrum, C.J., Blackman, M.S., Sondheimer, H.M. and Bove, E.L.: Ventricular arrhythmia and biventricular dysfunction after repair of tetralogy of Fallot. J. Am. Coll. Cardiol., 4: 126~131, 1984.
- 7) 神谷哲郎 (共同研究者: 佐藤誠一, 広田浜夫, 矢沢健司, 小野安生, 新垣義夫, 金 鐘完: ファロー四徴心内修復術後の心室性期外収縮と心筋障害. 昭和62年度厚生省心身障害研究「小児期の主な健康障害要因に関する研究」: 40~42, 1989.
- 8) Dienfield, J., McKenna, W. and Rowland, E.: Local abnormalities of right ventricular depolarization after repair of tetralogy of Fallot: A basis for ventricular arrhythmia. Am. J. Cardiol., 55:

- 522~525, 1985.
- 9) 小沢友紀雄: Late Potential. 心臓ペースング, 5: 285~317, 1989.
- 10) **Simson, M.B.:** Use of signals in the terminal QRS complex to identify patients with ventricular tachycardia after myocardial infarction: *Circulation*, 63: 235~242, 1981.
- 11) **Breithardt, H., Becker, R., Seipel, L., Abendroth, R.R. and Ostermeyer, J.:** Non-invasive detection of late potentials in man a new marker for ventricular tachycardia. *Eur. Heart. J.*, 2: 1~11, 1981.
- 12) **Rozanski, J.J., Mortara, D., Myerburg, R.J. and Castellanos, A.:** Body surface detection of delayed depolarizations in patients with recurrent ventricular tachycardia and left ventricular aneurysm. *Circulation*, 63: 1172~1178, 1981.
- 13) **Josephson, M.E., Marchlinski, F.E. and Buxton, A.E.:** *Electrophysiologic Basis for Sustained Ventricular Tachycardia*, ed. by Josephson M. E., Wellens H.J.J., Lea and Febiger, Philadelphia, 1984, 305.
- 14) **Lilekei, C.W., Cohen, M., Warden, H.E., Read, R.C., Aust, J.B., DeWall, R.A. and Varco, R.:** Direct vision intracardiac surgical correction of the tetralogy of Fallot, and pulmonary atresia defects. Report of first ten cases. *Ann Surg*, 142: 418~445, 1955.
- 15) **Danford, D.A. and Garson, A. Jr.:** Abnormal conduction related to ventricular dysrhythmias by signal averaged electrocardiography in post operative tetralogy of Fallot. *Circulation*, 70 (Suppl): II-207, 1984.
- 16) **Boineau, J.P. and Cox, J.L.:** slow ventricular activation in acute myocardial infarction; a source of re-entrant premature ventricular contractions. *Circulation*, 48: 702~713, 1973.
- 17) **Scherlag, B.J., El-Sherif, N., Hope, R. and Lazzara, R.:** Characterization and localization of ventricular arrhythmias resultomg from myocardial ischemia and the role of heart rate. *Circulation Res.*, 35: 372~383, 1974.
- 18) **Mehra, R., Zeiler, R.H., Gough, W.B. and ElScherlag, N.:** Reentrant ventricular arrhythmia in the late myocardial infarction period. 9. Electrophysiologic anatomic correction of reentrant circuits. *Circulation*, 67: 1124, 1983.
- 19) 川端美緒, 網川 宏: 加算平均心電図 (signal averaged electrocardiogram) による心筋梗塞後の心室頻拍例の鑑別—他の非侵襲的検査法との比較—. *Jpn. J. Electrocardiol.*, 10: 344~350, 1990.
- 20) **Ozawa, Y., Yakubo, S. and Hatano, M.:** Prospective study of late in patients with myocardial infarction surviving over 4 weeks. *Jpn. Circ. J.*, 54: 1304~1314, 1990.
- 21) **Ozawa, Y., Yakubo, S., Tanigawa, N., Nagasawa, M., Kojima, R., Jinno, K., Hibiya, K., Watanabe, Y., Saitoh, T., Saitou, S. and Hatano, M.:** The clinical evaluation of the late potentials in patients with ventricular tachycardias. *Jpn. Circ. J.*, 51: 230, 1987.
- 22) **Vatterott, P.F., Hammill, S.C., Bailey, K.R., Berbari, E.J. and Matheson, S.J.:** Signal averaged electrocardiography; A new noninvasive test to identify patients at risk for ventricular arrhythmias. *Cardiovascular Clinics, Mayo Clin. Proc.*, 63: 931~942, 1988.
- 23) 宮沼弘明, 中居賢司, 伊藤忠一, 菫浦沢実, 安保博子, 折祖清蔵, 平盛勝彦, 笠貫 宏, 大西 哲, 細田 達一: 胸部単極32誘導体表面加算電位図による心室頻拍起源の推定—Latepotential の空間分布との関連—. *Jpn. J. Electrocardiol.*, 11: 322~331, 1991.
- 24) 松山裕宇, 菱田 仁, 近松 均, 安井 直, 石黒良明, 野場万司, 水野 康, 川口卓也, 後藤俊之, 岡島光治: Late Potential の単極誘導記録とマップピングの検討. *Jpn. J. Electrocardiol.*, 9: 221~231, 1989.
- 25) 陣野和彦, 小沢友紀雄, 谷川 直, 長沢正樹, 児島隆介, 牧 晴美, 矢久保修嗣, 笠巻祐二, 高橋義和, 渡辺一郎, 斉藤 穎, 波多野道信: 心室遅延電位の32点マップの臨床応用. *Jpn. J. Electrocardio.*, 8: 496, 1988.
- 26) 中居賢司, 菫浦沢実, 平野三千代, 伊藤忠一, 茂木格, 加藤政孝, 笠貫 宏: 心室空間分布—胸部単極45誘導を用いた, 体表面装置の開発と臨床応用価検討. *Jpn. J. Electrocardiol.*, 8: 496, 1988.

(平成3年12月18日受付)