

左室緻密化障害患者における J 波と致死的不整脈の関係

山口由明¹ 坂本 有¹ 水牧功一² 片岡直也³
廣野恵一⁴ 市田露子⁵

【背景】心電図上の J 波を含む早期再分極は器質的疾患の有無を問わず心室不整脈や突然死と関係する場合がある。左室緻密化障害は左室壁の過剰な網目状の肉柱形成と深い間隙を形態的特徴とする心筋症である。その形態的特徴から心筋の興奮方向と興奮時間に影響を及ぼし早期再分極所見の一因とされている。今回我々は、左室緻密化障害症例での J 波と notched QRS を含む心電図異常と心室不整脈との関係性について検討した。【方法】富山大学小児科で行った左室心筋緻密化障害の研究対象患者と富山大学第二内科で緻密化障害と診断された 89 例のうち、脚ブロック、WPW 症候群、心室ペーシング状態を除外した 78 症例(13.3 ± 18 歳, 男/女 40/38 例)の患者背景や心電図所見を検討した。【結果】左室心筋緻密化障害患者 78 症例のうち、9 例で心室不整脈(心室細動 1 例, 心室頻拍 4 例, 非持続性心室頻拍 4 例), 7 例で突然死の家族歴を認めた。J 波は 17 例[21.8%, 下壁 6 例(35.3%), 側壁 6 例(35.3%), 下壁 + 側壁 5 例(29.4%)]で認め、心室不整脈、突然死の家族歴を有する患者にそれぞれ有意に多く ($P = 0.017$, $P = 0.037$)、心室不整脈を有する J 波は下壁もしくは下壁 + 側壁で認め、側壁の症例ではみられず、心室不整脈を有しない J 波と比べ分布に差があった ($P = 0.044$)。Notched QRS は 15 例[19.2%, 下壁 8 例(53.3%), 側壁 6 例(40%), 下壁 + 側壁 1 例(6.7%)]で認め、J 波同様に心室不整脈を有する症例で有意に多かった ($P = 0.041$)。【結論】左室緻密化障害における J 波、特に下壁誘導にみられる場合は、心室不整脈や突然死に関係する可能性が示唆された。また、心室不整脈は J 波に加え notched QRS を有する症例でも多く、形態異常による心筋興奮順序や興奮時間の変化が影響している可能性がある。

Keywords

- 左室緻密化障害
- J 波
- notched QRS

1 富山県済生会高岡病院
(〒933-0816 富山県高岡市二塚387-1)
2 アルペン室谷クリニック
3 富山大学第二内科
4 富山大学小児科
5 山王病院

I. 背 景

心電図における J 波とは QRS 終末と ST 部分の接合部の上昇であり、若年者やアスリートなど健常者において 1~10% を占めるとされ、良性の心電図所見とされてきた¹⁾。一方、特発性心室細動症例においては、J 波の出現率は健常人と比べ有意に高く^{2)~4)}、

J Wave is Associated with Malignant Ventricular Arrhythmia in Patients with Left Ventricular Noncompaction
Yoshiaki Yamaguchi, Tamotsu Sakamoto, Koichi Mizumaki, Naoya Kataoka, Keiichi Hirono, Fukiko Ichida

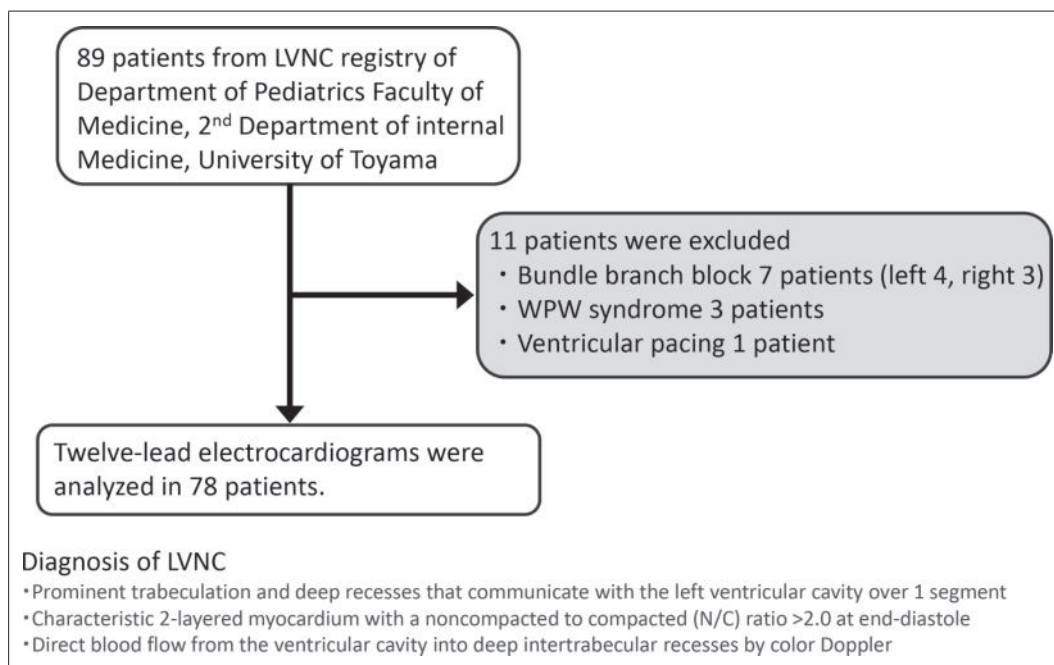


図1 本研究の対象患者

心室細動や突然死への関与が明らかとなってきた。

左室緻密化障害(left ventricular noncompaction)は過剰な網目状の肉柱形成を特徴とする心筋症である^{5)~6)}。左室緻密化障害にみられるJ波は、心筋の肉柱形成によってプルキンエネットワークが心室筋内に進入して、心室の脱分極が部分的に早期に完了することでJ波を呈すると考えられ⁷⁾、J波と心室不整脈との関連が報告されている⁸⁾。また、左室緻密化障害におけるnotched QRSは脱分極異常の指標されている⁹⁾。そこで今回我々は、左室緻密化障害におけるJ波およびnotched QRSと心室不整脈との関連について検討した。

II. 研究内容

1. 対象

この研究は富山大学小児科の左室緻密化障害の研究対象患者と富山大学第二内科での左室緻密化障害と診断された患者89例を対象とした。左室緻密化障害の定義は、①心室壁の著明な肉柱形成と深く切れ込んだ間隙の特徴的な形態が心室壁の1区域以上

に広がっている、②心室壁が肉柱形成層(NC: noncompacted layer)と緻密層(C: compacted layer)と2層構造を呈し、拡張末期においてその比NC/C比が2以上、③カラードプラで間隙間に血流を確認、とした。この89例のうち、脚ブロック7例(左脚ブロック4例、右脚ブロック3例)、デルタ波を有するWPW症候群3例、心室ペーシング調律1名を除く計78例で検討した(図1)。

2. 方法

対象患者の背景および心電図でのJ波およびnotched QRSを含む心電図解析を行った。J波の基準を2誘導以上でスラーもしくはノッチ型の ≥ 0.1 mV J点上昇とした。またnotched QRSはQRS波形でR波、QRSのノッチ、複数のR波(fragmentation)が2誘導以上でみられるものとした。

3. 結果

本研究の対象である78例の左室緻密化障害患者において心室不整脈は9例に認められ、その内訳は、心室頻拍(VT)4例、非持続性心室頻拍(NSVT)4例、心室細動(VF)1例であった。心室不整脈を有する

表 1

	Ventricular arrhythmia (+) (n = 9)	Ventricular arrhythmia (-) (n = 69)	P value
Age (y.o.)	16.1 ± 13.6	13.1 ± 16.1	0.63
Sex (male/female)	4/5	36/33	0.63
Sudden death	1 case (11.1%)	6 cases (8.8%)	0.83
Family history of LVNC	1 case (11.1%)	7 cases (10.3%)	0.93
Family history of Cardiomyopathy	0 case (0%)	4 cases (5.9%)	0.31
Embolism	0 case (0%)	2 cases (2.9%)	0.60
Syncope	0 case (0%)	4 cases (5.9%)	0.45
Heart failure	1 case (11.1%)	18 cases (26.5%)	0.31
LVEF (%)	53.5 ± 19.3	52.0 ± 10.3	0.82
PQ interval (ms)	158 ± 28	145 ± 45	0.25
QRS interval (ms)	80.8 ± 12.9	78.0 ± 21.1	0.59
QTc interval (ms)	436 ± 48	435 ± 43	0.92

LVEF : left ventricular ejection fraction, LVNC : left ventricular noncompaction

9例とそれ以外の69例の患者背景を比較すると、年齢、突然死、緻密化障害、心筋症の家族歴、さらに左室駆出率は両群に有意差はみられなかった(表1)。

J波についての検討(図2)では、J波は78例中17例(21.8%)で認め(図2A)、J波を有する群は突然死の家族歴を有する症例が有意に多かった[4例(23.5%) vs. 3例(4.9%), $P = 0.037$, 図2B]。また、J波を有する群はJ波を認めない群に比べ、II誘導のQRS幅が短縮していた(67.6 ± 10.8 ms vs. 76.2 ± 12.2 ms, $P = 0.0107$, 図2C)。心室不整脈とJ波の関係をみると、心室不整脈を有する群はJ波を認める頻度が有意に高かった(図2D)。また、J波高は心室不整脈の有無では両群に有意差はなかった(0.16 ± 0.04 mV vs. 0.13 ± 0.04 mV, $P = 0.167$, 図2E)が、R波高で補正したJ波高/R波高は心室不整脈群で有意に大きかった(0.22 ± 0.08 vs. 0.12 ± 0.08 , $P = 0.0352$, 図2F)。J波を認めた誘導と心室不整脈の関係(図3)は、心室不整脈を認めなかった群の心電図では下壁、側壁、下側壁誘導にJ波を認め、特に側壁が多かった。一方、心室不整脈を認めた群は下側壁誘導と下壁誘導のみで、側壁誘導のみの症例はみられず、統計学的に有意な差がみられた($P = 0.044$)。症例を提示する(図4)。29歳男性でめまいを主訴に

救急搬送となった。来院時の心電図にて心室頻拍を認めた(図4A左)。心室頻拍停止後の心電図では矢印で示すように下側壁誘導にJ波を認めた(図4A右)。加算平均心電図では遅延電位を認め、ピルシカイニド負荷でより増強されたことから、脱分極異常が疑われた(図4B)。

一方、notched QRSの検討(図5, 6)では、notched QRSは78例中15例(19.2%)で認められた(図5A)。J波とは異なり、notched QRSの有無でII誘導のQRS幅に有意な差はみられなかった(図5B)。Notched QRSと心室不整脈との関係では、心室不整脈を認めた群でnotched QRSを認める症例が有意に多かった($P = 0.041$, 図5C)。Notched QRSの認めた誘導はJ波と同様に心室不整脈を認めた群で下壁誘導に多く認める傾向があったが、有意差はなかった(図6)。

Ⅲ. 考 察

今回我々は、左室緻密化障害患者におけるJ波およびnotched QRSと心室不整脈の関係について検討した。

左室心筋緻密化障害は、心室壁の過剰な網目状の肉柱形成と深い間隙を形態的特徴とし、拡張型心筋症様の心機能障害をきたす病態で^{5), 6)}、血栓塞栓

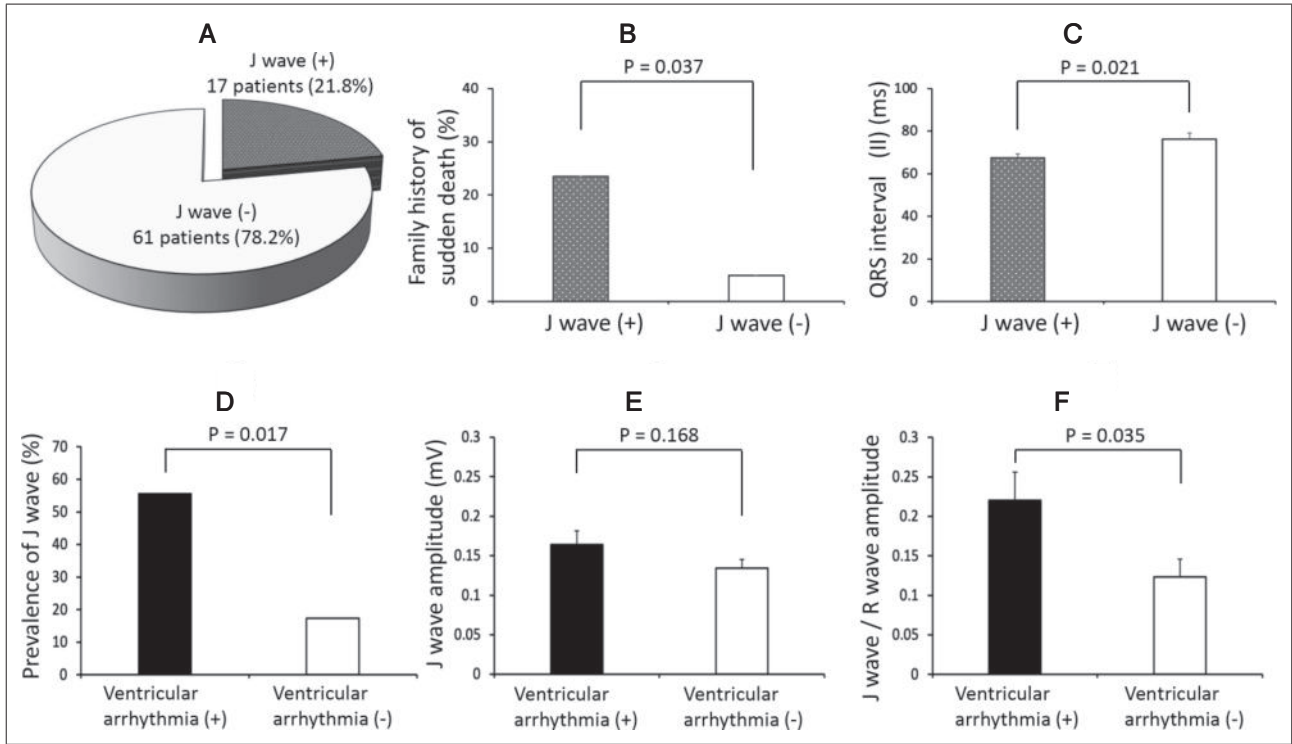


図2 左室緻密化障害におけるJ波の検討

A: 左室緻密化障害患者におけるJ波の頻度, B: J波と突然死の家族歴の関係, C: J波とII誘導のQRS幅の関係, D: 心室不整脈とJ波の関係, E: 心室不整脈とJ波高の関係, F: 心室不整脈とJ波高/R波高の関係

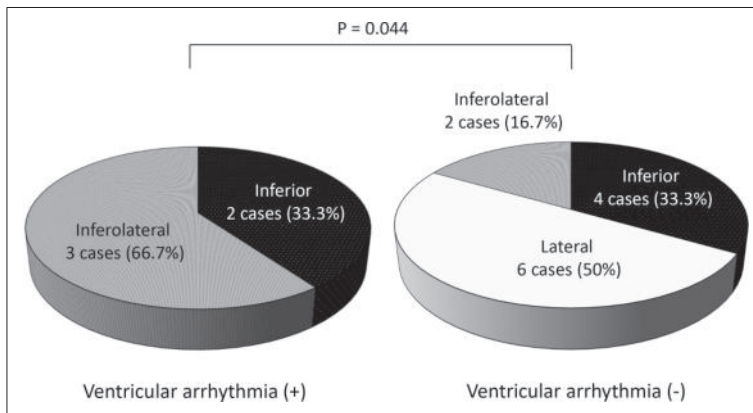


図3 心室不整脈とJ波を認めた誘導の比較

症^{10, 11})や不整脈を起こすものなど様々であり, 突然死は不整脈症例の半数に上ることから心室不整脈との関連が示唆される¹²⁾.

左室緻密化障害症例はJ波を含む早期再分極の頻度が39%と高く, 早期再分極を伴う左室緻密化障害症例は心室頻拍や心室細動を合併する頻度が高い傾

向であると報告された⁷⁾. Boineau JPら⁸⁾は, イヌのモデルを用いてヒトのJ波の機序について検討している. この報告では, イヌの左室後乳頭筋付近の心室筋層内にPurkinje線維が入り込み, 通常みられる心内膜から心外膜への伝導パターンではなく, 心筋層内から心内膜側と心外膜側の2方向に興奮

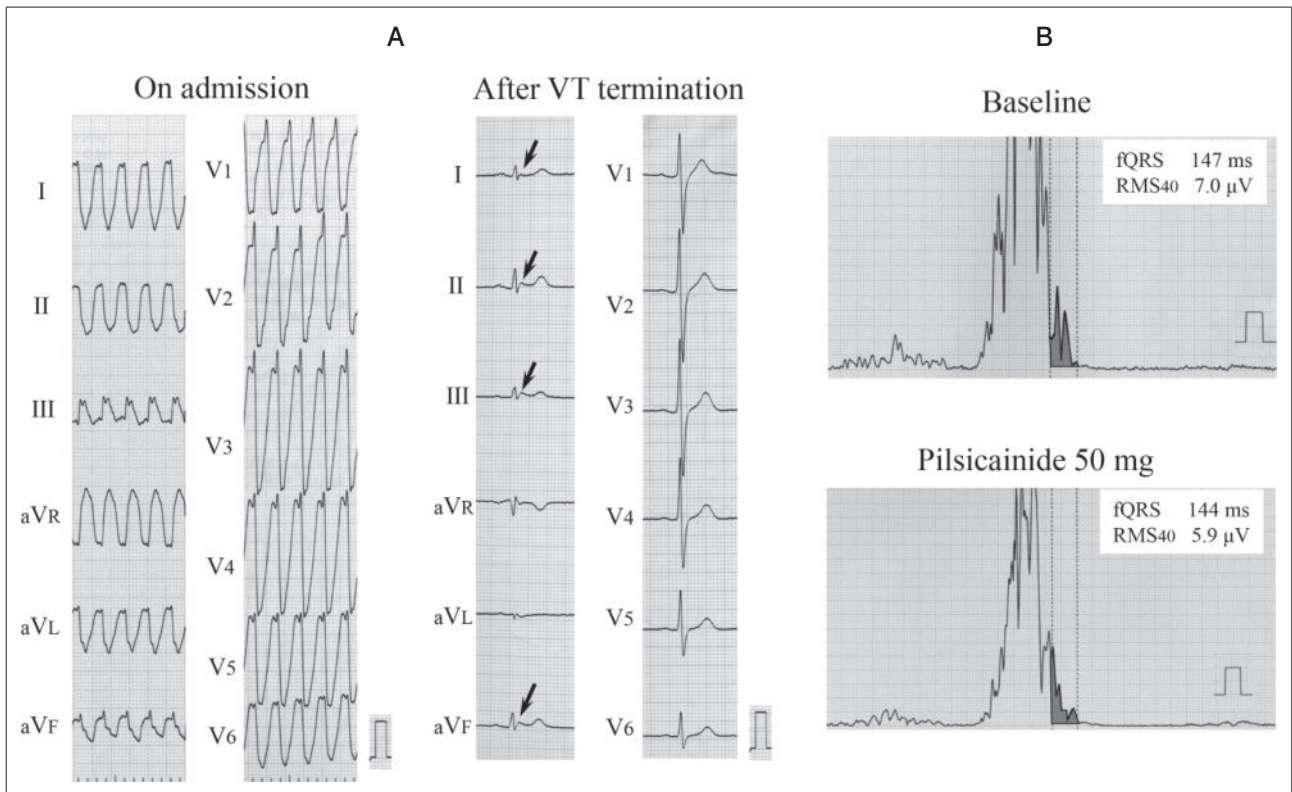


図4 J波を有する左室緻密化障害の実例

A: 心室頻拍時と洞調律時の12誘導心電図, B: Base line (上段)とピルシカイニド負荷(50 mg)時(下段)の加算平均心電図.

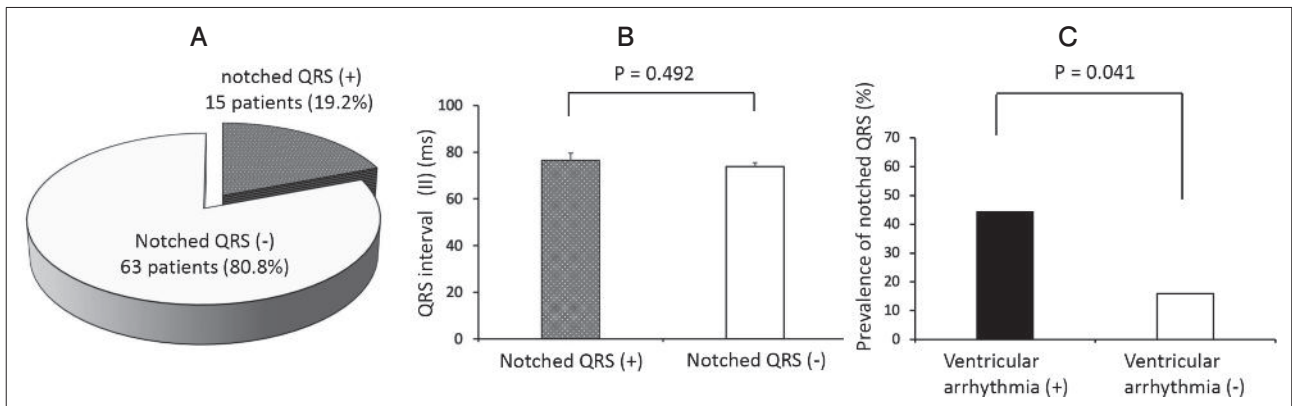


図5 左室緻密化障害における notched QRS の検討

A: 左室緻密化障害患者における notched QRS の頻度, B: Notched QRS と II 誘導の QRS 幅の関係, C: 心室不整脈と notched QRS の関係.

し、これにより早期に脱分極が終了している。一方、J波を有する患者における心外膜マッピングと針電極での左室の transmural activation の検討で

は、脱分極が早期に完了しJ波を認める部位で、心室内興奮伝導パターンが心室筋層内から心内膜外膜へと伝導していた。左室緻密化障害においても

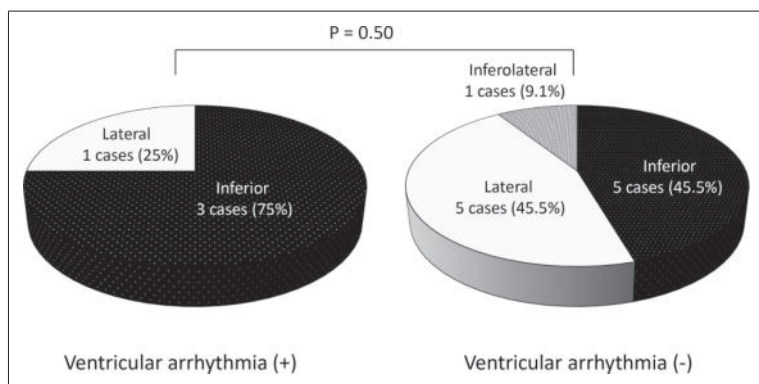


図6
心室不整脈とJ波を認めた誘導の比較

Purkinje線維が心筋層内に深く入り込み¹³⁾、部分的に脱分極が早期完了し早期再分極の成因となる可能性がある。上記報告ではJ波を除くQRS幅は短縮しており、本研究でもJ波を有する症例はII誘導のQRS幅はJ波を有しない群よりも有意に短縮していた。また、早期再分極症候群における下壁もしくは下側壁に早期再分極を認める不慮の死や不整脈死が多いとの報告^{14)、15)}がある。本研究においても心室不整脈を有する群では下壁もしくは下壁+側壁にJ波を認める傾向がみられたが、緻密化障害の部位とJ波の位置の関連については今後の検討が必要である。

左室緻密化障害の緻密化層は心内膜の血流低下による虚血が関与した線維性変化がみられ、この部位の伝導遅延が脱分極異常につながり心室不整脈の原因となりうるとされている⁹⁾。この伝導遅延や脱分極異常がnotched QRSに関係する可能性がある。本研究ではnotched QRSは心室頻拍を有する4例のうち2例で認められたが、心室頻拍とnotched QRSの関係については、さらなる検討が必要であると考えられた。本症例で提示した単形性心室頻拍症例は、J波を有しQRS幅はやや広いものの、明らかなnotched QRSを認めなかった。しかし、加算平均心電図では心室遅延電位陽性でピルシカイニド負荷ではより増強され、左室緻密化障害における加算平均心電図と心室頻拍との関係についても検討が必要と考えられた。

IV. 結 語

今回我々は左室緻密化障害におけるJ波およびnotched QRSと心室不整脈との関係について検討した。左室緻密化障害のJ波、特に下壁誘導でみられた場合は心室不整脈との関連が示唆された。また、notched QRSは約19%に認められ、J波と同様に心室不整脈のリスクがあると考えられた。

【文 献】

- 1) Klatsky AL, Oehm R, Cooper RA, et al. : The early repolarization normal variant electrocardiogram : correlates and consequences. *Am J Med*, 2003 ; 115 : 171-177
- 2) Haïssaguerre M, Derval N, Sacher F, et al. : Sudden cardiac arrest associated with early repolarization. *N Engl J Med*, 2008 ; 358 : 2016-2023
- 3) Nam GB, Ko KH, Kim J, et al. : Mode of onset of ventricular fibrillation in patients with early repolarization pattern vs. Brugada syndrome. *Eur Heart J*, 2010 ; 31 : 330-339
- 4) Abe A, Ikeda T, Tsukada T, et al. : Circadian variation of late potentials in idiopathic ventricular fibrillation associated with J waves : insights into alternative pathophysiology and risk stratification. *Heart Rhythm*, 2010 ; 7 : 675-682
- 5) Vernall DG : The human embryonic heart in the seventh week. *Am J Anat*, 1962 ; 111 : 17-24
- 6) Chin TK, Perloff JK, Williams RG, et al. : Isolated noncompaction of left ventricular myocardium. A study of eight cases. *Circulation*, 1990 ; 82 : 507-513
- 7) Caliskan K, Ujari N, Bauernfeind T, et al. : The

- Prevalence of Early Repolarization in Patients with Noncompaction Cardiomyopathy Presenting with Malignant Ventricular Arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2012 ; 23 : 938-944
- 8) Boineau JP : The early repolarization variant : an electrocardiographic enigma with both QRS and J-STT anomalies. *J Electrocardiol*, 2007 ; 40 : e1-10
 - 9) Ning XH, Tang M, Chen KP, et al. : The prognostic significance of fragmented QRS in patients with left ventricular noncompaction cardiomyopathy. *Can J cardiol*, 2012 ; 28 : 508-514
 - 10) Pignatelli RH, McMahan CJ, Dreyer WJ, et al. : Clinical characterization of left ventricular noncompaction in children : a relatively common form of cardiomyopathy. *Circulation*, 2003 ; 108 : 2672-2678
 - 11) Ichida F, Hamamichi Y, Miyawaki T, et al. : Clinical features of isolated noncompaction of the ventricular myocardium : long-term clinical course, hemodynamic properties, and genetic background. *J Am Coll Cardiol*. 1999 ; 34 : 233-240
 - 12) Oechslin EN, Attenhofer Jost CH, Rojas JR, et al. : Long-term follow-up of 34 adults with isolated left ventricular noncompaction : a distinct cardiomyopathy with poor prognosis. *J Am Coll Cardiol*, 2000 ; 36 : 493-500
 - 13) Jenni R, Oechslin E, Schneider J, et al. : Echocardiographic and pathoanatomical characteristics of isolated left ventricular noncompaction : a step towards classification as a distinct cardiomyopathy. *Heart* 2001 ; 86 : 666-671
 - 14) Haruta D, Matsuo K, Tsuneto A, et al. : Incidence and prognostic value of early repolarization pattern in the 12-lead electrocardiogram. *Circulation*, 2011 ; 123 : 2931-2937
 - 15) Tikkanen JT, Junttila MJ, Anttonen O, et al. : Early repolarization : electrocardiographic phenotypes associated with favorable long-term out-come. *Circulation*. 2011 ; 123 : 2666-2673