急性心筋梗塞における心室細動と J 波

J Wave and Ventricular Fibrillation in Patients with Acute Myocardial Infarction

茅田 浩

《Abstract》

急性心筋梗塞(AMI)発症超急性期(発症 48 時間以内)に心室細動(VF)を認めた症例では、認めない症例に比べて、AMI発症前あるいは発症直後の 12 誘導心電図にて J 波を認める頻度が高い。AMI 後の慢性期(14 日以降)に VF/突然死のイベントを認めた症例でも認めない症例に比べて、AMI 後の退院時の 12 誘導心電図にて J 波を認める頻度が高い。J 波の性状に関して、AMI 発症超急性期における VF (+) 例では VF (-) 例に比べて、また AMI 慢性期に VF/突然死のイベントを認めた症例では認めなかった症例に比べて、有意に下壁誘導に J 波を認める、0.2 mV 以上の高振幅 J 波を認める、ノッチ状の J 波を認める、さらに水平/下降型の ST 部分を認める症例が多い。このように、J 波は AMI 超急性期の VF 発症、あるいは退院後の慢性期の VF 発症/突然死のイベントの独立した予測因子である。J 波の性状を詳細に検討することも、AMI 時の VF 発症/突然死の予測に重要である。

I. はじめに

早期再分極パターン(J 波)は、健常者や若年アスリートによく認められる。近年、このような J 波を認め、器質的心疾患を有さない症例のなかで、心室細動(VF)を引き起こす症例が早期再分極症候群(J 波症候群)として注目され、その頻度、あるいは J 波の記録誘導や形状と VF 発症との関連についての研究結果が報告されている^{1), 2)}。急性心筋梗塞(AMI)や冠動脈疾患患者における J 波の意義に関してもいくつかの報告はあるが^{3), 4)}、いまだ十分には明らかにされていない。また、AMI 慢性期における VF 発症や突然死と J 波との関連も不明である。本稿では AMI における VF 発症と J 波との関連に

関して、これまでの本邦での研究結果を中心に概説する。

II. 本邦における J 波と冠動脈疾患による死亡との関連

2013 年、NIPPON DATA (National Integrated Project for Prospective Observation of Non-communicable Disease And its Trends in the Aged) のコホート研究結果が報告された⁵⁾。本研究では、心筋梗塞の既往がある、QRS 幅が 120 msec 以上、Brugada 心電図波形を有する、あるいは基本となる 12 誘導心電図記録がない症例は除外された。30 歳以上の 10,956 例から、最終的に 7,630 例[男性、3,108 例；平均年齢 52.4 歳(30～95 歳)]が研究対象

福井大学学術研究院医学系部門循環器内科学分野 (〒 910-1193 福井県吉田郡永平寺町松岡下合月 23-3)

Hiroshi Tada

● **Key words** : 急性心筋梗塞, J 波, 心室細動, 突然死

図1 12誘導心電図

A：ノッチ状J波を認める(矢印)。

B：スラー状J波を認める(矢印)。下壁誘導と側壁誘導の少なくとも2誘導以上で、1 mmを超えるQRS-ST接合部の上昇をJ波と定義した。

とされた。下壁誘導、あるいは側壁誘導(I, aVL, V₆)でJ点が基線より1 mm以上上昇している場合、前壁誘導に関してはV₁～V₄誘導では基線より2 mm以上、またV₅誘導では1 mm以上、J点が基線より上昇している場合をJ波の上昇あり[J波(+)]と定義した。

その結果、264例(3.5%)にJ波の上昇を認めた。内訳は前壁誘導でJ波上昇を認めたものが240例(3.1%)、下壁あるいは側壁誘導でJ波上昇を認めたものが24例(0.3%)であった。J波(+)群はJ波(-)群に比べ、有意に男性に多く、年齢が若く、喫煙の既往歴があり現在も喫煙者である頻度が高く、アルコール摂取者の頻度が高く、拡張期血圧が高く、また心電図にて左室肥大を認める頻度が高かった(すべて $p < 0.001$)。15年間の経過観察中、1,159例が死亡し、うち325例は心血管死であった。71例(全体の0.9%)は冠動脈疾患によるものであり、そのうちの59例(83.1%)は急性心筋梗塞であった。Kaplan-Meier解析では、J波(+)群はJ波(-)群に比べて心血管死が多かった(Log-rank test, $p <$

0.001)。J波上昇を認めた場合、心血管死および冠動脈疾患による死亡の補正ハザード比は、各々2.54(95%信頼区間, 1.40～4.58; $p = 0.002$)、4.66(95%信頼区間, 2.30～9.46; $p < 0.001$)であった。サブグループ解析では、J波上昇と心血管イベントとの関連は、60歳以上の症例よりも60歳未満の症例で強かった。

Ⅲ. 心筋梗塞急性期の心室細動発症とJ波

Naruseらは、初回AMI症例で、発症前の12誘導心電図が記録されている220例において、VF発症とJ波の関連を検討した。一次エンドポイントはAMI発症後48時間以内(超急性期)のVF(30秒以上持続する)の発症で、VF発症の有無により対象を2群に分けて比較検討した⁶⁾。J波に関しては、その有無と出現誘導(位置)、形状(ノッチ状/スラー状; 図1)、ST部分の形状(上昇/水平/下降)について検討した。

AMIの超急性期に、21例(9.5%)でVFを認めた。VF(+)群はVF(-)群に比して、男性が多く($p =$

0.02), 発症から救急救命室(ER)到着までの時間が短く($p < 0.001$), 冠動脈病変枝数が多く($p = 0.04$), Killip分類は重症であり($p < 0.001$), J波を認める頻度が高かった(48% vs. 12%; $p < 0.001$). J波の検討では, VF (+)群はVF (-)群に比して, 下壁誘導でJ波を認めることが多く($p = 0.001$), 0.2 mV以上の高振幅J波を認めることが多く($p = 0.002$), ノッチ状のJ波を認めることが多く($p = 0.001$), 水平/下降型のST部分を認める症例が多かった($p < 0.001$). ロジスティック解析では, 発症からER到着までの時間が3時間未満である(オッズ比, 3.77; 95%信頼区間, 1.13~12.58; $p = 0.03$), Killipクラスが2以上である(オッズ比, 13.60; 95%信頼区間, 3.42~53.99; $p < 0.001$), J波が存在する(オッズ比, 7.31; 95%信頼区間, 2.21~24.14; $p = 0.001$)が, AMI急性期のVF発症の独立した予測因子であった. 本研究では34例において, AMI発症前にJ波を認めたが, そのうちの15例(44%)においては, AMI発症急性期の心電図変化のためにJ波が消失(ST-T変化で埋没?)していた. このように, AMI発症後の急性期の心電図波形では, たとえJ波が発症前にあってもわからない症例が存在するため, J波の判定は発症前の心電図で行うことが望ましいと考えられた.

次に, AMI発症前の心電図におけるJ波の有無で2群に分け, さらに各群において, AMI超急性期にVFを認めた症例とVFを認めなかった症例に分けて患者背景を比較検討した(総数281例). AMI発症前にJ波を認めなかった群では, AMI超急性期にVFを認めた症例はVFを認めなかった症例に比べて, 男性に多く($p = 0.01$), 病変枝数が多く($p = 0.005$), クレアチニンキナーゼ(CK)最高値は高く($p = 0.004$), Killip分類は重症($p < 0.001$)であった. これに対して, AMI発症前にJ波を認めた群では, AMI超急性期にVFを認めた症例はVFを認めなかった症例に比べて, Killip分類は重症($p = 0.002$)であり, 発症からER到着時間が有意に短かった($p = 0.005$).

AMI発症前にJ波を認めなかった群の患者背景の解析では⁷⁾, AMI超急性期にVFを認めた症例において, 従来からよく知られているAMI急性期のVF予測因子が有意に高頻度に認められた. しかしながら, AMI発症前にJ波を認めた群の患者背景の解析では, AMI超急性期にVFを認めた症例において, 従来からのAMI急性期のVF予測因子を認めることは少なかった. これは, J波そのものがVFの強力な予測因子であることを示唆していると考えられた. また, 本研究では, J波の記録されている誘導と梗塞部位の間には有意な関連は認めなかった.

AMI急性期の心室不整脈発症とJ波との関連を検討したメタ解析報告では⁸⁾, 心室不整脈(持続性心室頻拍および心室細動, 一部の報告では非持続性心室頻拍)の発症は, J波の診断がAMI発症前であるか(オッズ比, 5.70; 95%信頼区間, 3.37~9.64; $p < 0.00001$), 発症後であるか(オッズ比, 2.60; 95%信頼区間, 1.59~4.25; $p = 0.0001$)にかかわらず, J波を認める症例に多いことが示された. J波の詳しい検討では, 梗塞後よりも梗塞前にJ波を認める場合に加え, スラー型よりもノッチ型のJ波を認める場合(オッズ比, 3.85; 95%信頼区間, 1.64~9.03; $p = 0.002$), 下壁誘導にJ波を認める場合(オッズ比, 8.85; 95%信頼区間, 4.35~17.98; $p < 0.00001$)に, AMI急性期における心室不整脈の発症頻度が高いことが示された.

IV. 心筋梗塞慢性期の心室細動発症とJ波

初回のAMIにてPCIを施行し, その後に12誘導心電図を記録したのち, 経過観察された1,131例において, VF発症とJ波の関連を検討した⁹⁾. 一次エンドポイントは, 初回AMI後14日以後のVF(30秒以上持続する)の発症と突然死の, いずれかのイベント発生であった. 平均26.2ヵ月(14~44ヵ月)の経過観察において, 26例(2.3%)にいずれかのイベントを認めた. AMI退院時(AMI発症から平均10日後)の心電図において約10%にJ波を認めるこ

図 2

Kaplan-Meier 曲線

J 波 (+) 群では J 波 (-) 群に比べて、イベント発生頻度が高かった。

[文献 9) より引用改変]

と、また AMI 退院時に J 波を有する患者の約 8% が慢性期に VF・突然死を生じることが示された。

さらに、VF 発症もしくは突然死のイベント (+) 群は、イベント (-) 群に比べて、男性が多く ($p = 0.02$)、左室駆出率が低く ($p < 0.001$)、AMI 急性期に VT/VF を認めた頻度が高く ($p = 0.007$)、Killip 分類の重症度が高く ($p = 0.009$)、またスタチン製剤使用の頻度が低かった ($p = 0.014$)。J 波に関しては、イベント (+) 群はイベント (-) 群に比べて、J 波を認める頻度が高く ($p = 0.001$)、下壁誘導に J 波を認めることが多く ($p = 0.001$)、0.2 mV 以上の振幅をもつ J 波を認めることが多く ($p = 0.027$)、ノッチ型を認めることが多く ($p = 0.004$)、ST 部分の上昇を伴わない頻度が高かった ($p < 0.001$)。

J 波 (+) 群では、J 波 (-) 群に比べて、イベント発生頻度が高かった (Log-rank test, $p < 0.001$; 図 2)。J 波 (+) 群のイベント発生までの時間は、J 波 (-) 群に比べて長かった [7.3 ヶ月 (IQR, 2.3 ~ 5.6) vs. 1.7 ヶ月 (IQR, 0.9 ~ 7.0); $p = 0.023$]。Killip 分類が 2 度以上 [ハザード比 2.75 (95% 信頼区間, 1.24 ~ 6.07)]、左室駆出率 $< 35\%$ [ハザード比 11.83 (95% 信頼区間, 5.16 ~ 27.13)]、J 波が存在すること [ハザード比 5.37 (95% 信頼区間, 2.27 ~ 12.69)] が、AMI 慢性期の VT/VF および突然死のイベント発生の独立し

た予測因子であった。Harrell's C-index は、Killip 分類が 2 度以上と左室駆出率 $< 35\%$ の 2 つの因子に、心電図上で J 波を認めることを追加因子として加えると、0.645 から 0.693 に増加した (ともに $p < 0.001$)。

左室駆出率 $< 35\%$ の症例におけるサブグループ解析においても、J 波 (+) 群は、J 波 (-) 群に比べてイベント発生頻度が高かった (Log-rank test, $p = 0.021$; 図 3A)。また、J 波の形状に関しては、ノッチ型がスラー型に比べてイベント発生の頻度が高かった (Log-rank test, $p = 0.001$; 図 3B)。

J 波と AMI 後慢性期の VF 発症 / 突然死との関連を報告したほかの研究でも¹⁰⁾、 21.1 ± 10.1 ヶ月の経過観察において、J 波 (+) 群 ($n = 55$) では、J 波 (-) 群 ($n = 446$) よりも死亡率が高い [12.7% vs. 4.2%, $p = 0.01$; オッズ比, 6.5 (95% 信頼区間, 1.5 ~ 28.8)] が報告されている。

V. おわりに

Killip 分類・左室駆出率の低下・下壁梗塞・多枝病変などが、AMI 発症急性期・慢性期における VF 発症および突然死の予測因子として知られている。現在までの報告から、J 波の存在が、AMI 急性期心室細動 (VF) 発生、また慢性期の VF 発生・突然死

図3 Kaplan-Meier 曲線

A：左室駆出率35%未満の症例での解析。J波(+)群ではJ波(-)群に比べてイベント発生が多かった。

B：J波の形状による解析。ノッチ型のJ波を有する症例がスラー型のJ波を有する症例に比べてイベント発生の頻度が高かった。

〔文献9〕より引用改変〕

のリスク因子である可能性が高い。特にJ波が下壁誘導に存在する場合、2 mm以上の振幅を有する場合、ノッチ型を呈する場合、あるいはST上昇を伴わない場合には、そのリスクが高くなると考えられる。AMI発症前、およびER到着時にJ波を認める場合、またAMI後の退院時にJ波を認める症例では、より厳重な管理が必要となるのかもしれない。

謝辞

本稿を終えるあたり、J波に関する研究にご指導・ご協力いただいた青沼和隆教授・成瀬代士久先生をはじめとする筑波大学医学部循環器内科の皆様、ならびに筑波大学関連施設の皆様に深謝します。

〔文 献〕

- 1) Haïssaguerre M, Derval N, Sacher F, Jesel L, Deisenhofer I, de Roy L, Pasquié JL, Nogami A, Babuty D, Yli-Mayry S, De Chillou C, Scanu P, Mabo P, Matsuo S, Probst V, Le Scouarnec S, Defaye P, Schlaepfer J, Rostock T, Lacroix D, Lamaison D, Lavergne T, Aizawa Y, Englund A, Anselme F, O'Neill M, Hocini M, Lim KT, Knecht S, Veenhuyzen GD, Bordachar P, Chauvin M, Jais P, Coureau G, Chene G, Klein GJ, Clémenty J : Sudden cardiac arrest associated with early repolarization. N Engl J Med, 2008 ; 358 : 2016 ~ 2023
- 2) Tikkanen JT, Anttonen O, Junttila MJ, Aro AL, Kerola T, Rissanen HA, Reunanen A, Huikuri HV : Long-term outcome associated with early repolarization on electrocardiography. N Engl J Med, 2009 ; 361 : 2529 ~ 2537

- 3) Patel RB, Ng J, Reddy V, Chokshi M, Parikh K, Subacius H, Alsheikh-Ali AA, Nguyen T, Link MS, Goldberger JJ, Ilkhanoff L, Kadish AH : Early repolarization associated with ventricular arrhythmias in patients with chronic coronary artery disease. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2010 ; 3 : 489 ~ 495
- 4) Aizawa Y, Jastrzebski M, Ozawa T, Kawecka-Jaszcz K, Kukla P, Mitsuwa W, Chinushi M, Ida T, Aizawa Y, Ojima K, Tagawa M, Fujita S, Okabe M, Tsuchida K, Miyakita Y, Shimizu H, Ito S, Imaizumi T, Toba K : Characteristics of electrocardiographic repolarization in acute myocardial infarction complicated by ventricular fibrillation. *J Electrocardiol*, 2012 ; 45 : 252 ~ 259
- 5) Hisamatsu T, Ohkubo T, Miura K, Yamamoto T, Fujiyoshi A, Miyagawa N, Kadota A, Takashima N, Nagasawa SY, Kita Y, Murakami Y, Okayama A, Horie M, Okamura T, Ueshima H ; NIPPON DATA90 Research Group : Association between J-point elevation and death from coronary artery disease--15-year follow up of the NIPPON DATA90. *Circ J*, 2013 ; 77 : 1260 ~ 1266
- 6) Naruse Y, Tada H, Harimura Y, Hayashi M, Noguchi Y, Sato A, Yoshida K, Sekiguchi Y, Aonuma K : Early repolarization is an independent predictor of occurrences of ventricular fibrillation in the very early phase of acute myocardial infarction. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2012 ; 5 : 506 ~ 513
- 7) Naruse Y, Nogami A, Harimura Y, Ishibashi M, Noguchi Y, Sekiguchi Y, Sato A, Aonuma K : Difference in the Clinical Characteristics of Ventricular Fibrillation Occurrence in the Early Phase of an Acute Myocardial Infarction Between Patients With and Without J Waves. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2015 ; 26 : 872 ~ 878
- 8) Zhang Z, Letsas KP, Yang Y, Korantzopoulos P, Li G, Yan GX, Liu T : Notching early repolarization pattern in inferior leads increases risk of ventricular tachyarrhythmias in patients with acute myocardial infarction : a meta-analysis. *Sci Rep*, 2015 ; 5 : 15845
- 9) Naruse Y, Tada H, Harimura Y, Ishibashi M, Noguchi Y, Sato A, Hoshi T, Sekiguchi Y, Aonuma K : Early repolarization increases the occurrence of sustained ventricular tachyarrhythmias and sudden death in the chronic phase of an acute myocardial infarction. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2014 ; 7 : 626 ~ 632
- 10) Ozcan KS, Güngör B, Tatlısu MA, Osmonov D, Ekmekçi A, Çalık AN, Aruğarslan E, Zengin A, Bolca O, Eren M, Erdinler İ : Presence of early repolarization on admission electrocardiography is associated with long-term mortality and MACE in patients with STEMI undergoing primary percutaneous intervention. *J Cardiol*, 2014 ; 64 : 164 ~ 170