

急性後下壁梗塞における V₁ 誘導の T 波極性と右冠動脈病変部位との関連

Relation of T Wave Polarity in Precordial V₁ Lead to Right Coronary Pathoanatomy in Inferoposterior Wall Acute Myocardial Infarction

片岡 一
田村 彰
御厨 美昭

Hajime KATAOKA
Akira TAMURA
Yoshiaki MIKURIYA

Abstract

To test the hypothesis that right ventricular (RV) involvement may affect precordial T wave polarity, the relationship of T wave polarity in lead V₁ to right coronary pathoanatomy was examined in 61 patients with first inferoposterior wall acute myocardial infarction (AMI) due to right coronary occlusion within 5 hours of symptom onset. One hundred healthy subjects served as normal controls. The patients were divided into two major groups based on the site of right coronary occlusion: group A (*n*=34) with proximal occlusion and group B (*n*=27) with distal occlusion. Each major group was classified into two subgroups according to the direction of the ST segment shift in lead V₁. Group A was divided into subgroups A1 (27 patients with isoelectric or ST segment elevation) and A2 (7 patients with ST segment depression), and group B into subgroups B1 (8 patients with isoelectric or ST segment elevation) and B2 (19 patients with ST segment depression).

The incidence of upright T wave in lead V₁ (≥ 0.15 mV) was higher in the patients with proximal right coronary occlusion (70.6%) than in the controls (27%) ($p < 0.001$) or the patients with distal right coronary occlusion (18.5%) ($p < 0.001$). Upright T wave occurred most frequently in subgroup A1 (89%) ($p < 0.001$ vs controls), and least in subgroup B2 (6%) ($p < 0.05$ vs controls). T wave polarity agreed with the direction of the ST segment shift in 40 of 61 AMI patients (66%) and disagreed in only one patient (2%).

An upright T wave in precordial lead V₁ is common in patients with inferoposterior wall AMI due to proximal right coronary occlusion but is rare in patients with distal occlusion. A modifying effect of concomitant ischemic RV involvement on the precordial T wave polarity in inferoposterior wall AMI is suggested.

Key Words

right ventricular ischemia, T wave polarity

はじめに

急性後下壁心筋梗塞において、右室虚血(梗塞も含む)合併の有無は体表面心電図の構成要素に多大の影響を及ぼす。われわれはこれまで右室虚血と標準12誘導心電図との関連を分析しST部分¹⁻³⁾、右室内伝導^{4,5)}、QRS波形⁶⁾、中隔Q波⁷⁾への影響について報告してきた。しかしながら、右室虚血と体表面心電図T波との

関連については、これまでにまとまった分析はなく不明である。

右室虚血は、標準12誘導心電図においては、ことにV₁誘導を中心とした前胸部誘導のST部分へ影響を及ぼすことが知られている¹⁻³⁾。そこで本研究では、右冠動脈疾患による急性後下壁心筋梗塞症例を対象として、右冠動脈の冠動脈造影所見と前胸部V₁誘導のT波極性とを対比し、推定される右室虚血のT波極性への

Table 1 Clinical characteristics of study groups

	Controls (n=100)	A (n=34)	A1 (n=27)	A2 (n=7)	B (n=27)	B1 (n=8)	B2 (n=19)
Sex (male/female)	63/35	20/14	16/11	4/3	19/8	5/3	14/5
Age (yrs)	63.5±11.5	67.5±8.1	66.3±8.3	72.1±8.6	64.4±10.6	65.4±12.0	64.5±10.6
ECG records from onset (hrs)	—	2.42±1.1	2.48±1.1	2.21±1.2	2.65±1.2	2.56±1.2	2.69±1.4
Multi-vessel disease	—	11(32.4%)	9(33.3%)	2(28.6%)	8(29.6%)	2(25.0%)	6(31.6%)

ECG=electrocardiogram

Table 2 T wave polarity in precordial lead V₁: Comparison between major different groups

	Controls (n=100)		Group A (n=34)		Group B (n=27)		Controls vs Group A p value	Controls vs Group B p value	Group A vs Group B p value
	n	%	n	%	n	%			
Upright	27	27	24	70.6	5	18.5	<0.001	NS	<0.001
Isoelectric	29	29	3	8.8	10	37.0	<0.02	NS	<0.01
Inverted	44	44	7	20.6	12	44.5	<0.02	NS	<0.05

NS=not significant

影響を検討した。

対象と方法

対象は、発症後5時間以内の心電図記録があり、緊急冠動脈造影にて確認した右冠動脈病変による初回心筋梗塞症例の61例(男39例,女22例,平均年齢66±9.4歳)で、全例とも下壁誘導1mm以上のST上昇を呈し、経過採血で血清CPK値は上昇した。心室内伝導障害、完全房室ブロックの合併例や弁膜症、心筋症、肺性心を有する症例は除外した。さらに外来患者の中から、できるだけ年齢・性に対応させたいうで、理学所見、胸部X線写真、心電図検査(必要であれば心エコー図法を施行)において明らかな心肺疾患がなく、また他にも治療を要するような疾患のない100例(男63例,女37例,平均年齢63.5±11.5歳)を選び、正常対照とした。

患者群は冠動脈造影所見により、右冠動脈近位部に責任病変を有するA群34例と、遠位部に有するB群27例に大別した。これらの群は、さらにV₁誘導におけるSTレベルにより、ST上昇あるいは不変のA1群27例、B1群8例に、またST低下のA2群7例、B2群19例の亜群に分けた。正常対照群、患者亜群の臨床背景をTable 1に示すが、各群間に年齢・性差はなく、また患者亜群間で発症より心電図記録までの時間、多枝病変合併の頻度に差はなかった。

緊急冠動脈造影はJudkins法によって施行し、70%

以上の内径狭窄を有意とした。梗塞部位責任冠動脈は、左室造影あるいは断層心エコー図にて、無収縮あるいは奇異性運動を呈した左室壁領域を支配する血管をもって判定した。また右冠動脈の病変部位は、第1右室枝より中枢側の近位部病変、末梢側の遠位部病変とした。

標準12誘導心電図は紙送り速度25mm/min,1mV=10mmで記録した。一部の症例においては、右側V_{4R}誘導を記録し、右室虚血の心電図学的な判断基準とした⁸⁾。前胸部V₁誘導でのT波高は、T-P部分を基準として計測、数心拍の平均値として求めた。T波の極性はMannoら⁹⁾の報告に従い、0.15mV以上の上向きT波を陽性とした。同様に、0.15mV以上の下向きT波は陰性とした。またST部分については、J点より80msec時点で測定した。T波極性、STレベルの計測は下壁誘導においても行った。

統計処理にはunpaired t-testおよびchi-square test(あるいはFisher's exact)を用いた。

結果

Table 2は、右冠動脈における病変部位とT波極性との関連を正常対照群と比較して分析したものである。前胸部V₁誘導での陽性T波の出現は、正常対照群およびB群に比べてA群で有意に高かった。これは多枝疾患を除いて検討しても同様で、A群の陽性T波の出現率69.6%(23例中16例)は、B群の15.8%(19

Table 3 ECG results: Comparison between controls and different subgroups of patients

	Controls (n=100)	A1 (n=27)	A2 (n=7)	B1 (n=8)	B2 (n=19)
Precordial V ₁ lead					
T wave polarity (No.)					
Upright	27(27%)	24(89%)	0	4(50%)	1(5%)
Isoelectric	29(29%)	2(7%)	1(14%)	3(37%)	7(37%)
Inverted	44(44%)	1(4%)	6(86%)	1(13%)	11(58%)
ST ≥ 1 mm (No.)	10(10%)	15(56%)	—	2(25%)	—
Inferior limb leads					
Upright T wave (No.)	—	27(100%)	7(100%)	8(100%)	19(100%)
Mean of maximum					
ST elevation(mm)	—	3.43±1.52	3.98±1.71	3.32±1.98	3.67±1.81

Table 4 Relationship between T wave polarity and ST segment shift in lead V₁ in patients with inferoposterior myocardial infarction

	T wave polarity		
	Upright (n=29)	Isoelectric (n=12)	Inverted (n=20)
ST segment shift			
Elevated (n=17)	17	0	0
Isoelectric (n=18)	11	5	2
Depressed (n=26)	1	7	18

例中 3 例)あるいは正常対照群に比べて有意に高かった ($p < 0.001$).

Table 3 は、患者亜群での T 波極性の比較を示したものである。これで明らかのように、T 波極性は V₁ 誘導での ST レベルにより影響を受けることがわかる。すなわち、右冠動脈近位部病変例のうち、前胸部 V₁ 誘導にて ST 低下を伴う症例 (A2 群) の割合は少ないが、このような症例では病変部位が近位右冠動脈にあっても、V₁ 誘導の T 波極性は陰性を呈することが多い。逆に、遠位部病変例のうちでも ST 上昇を呈する症例 (B1 群) では、T 波は陽性となる頻度が高い。なお、B1 群のうち T 波陽性を呈した 4 症例中 2 例で右側 V_{4R} 誘導記録がなされ、右室虚血を示唆する ST 上昇がみられた。したがって、この 2 例では、前胸部の陽性 T 波も、右室虚血を反映して出現した可能性が高いと考えた。

Table 4 は、V₁ 誘導での T 波極性と ST 偏位との関連を体系的に示したものである。すなわち T 波極性と ST 偏位の方向は 66% で一致し、不一致例は 1 例のみであった。

考 案

体表面心電図における T 波は心室の再分極過程の反映で¹⁰⁾、心室筋の梗塞/虚血は、この過程に影響し、T 波の形態変化をもたらす。

これまでに虚血性心疾患の T 波形について分析した研究は多くみられるが^{9,11-13)}、いずれも左室のみでの再分極過程を中心に検討したもので、右室の影響を念頭において分析した報告はみられない。また急性後下壁梗塞に合併して生じた右室虚血の前胸部誘導 ST 偏位に及ぼす影響についての指摘はみられるが¹⁴⁾、T 波における同様な報告はない。そこで本研究では右冠動脈病変による急性後下壁梗塞を対象として、冠動脈造影所見と前胸部 V₁ 誘導における T 波極性との関連を検討し、右室虚血の前胸部誘導 T 波に及ぼす修飾効果についての分析を試みた。

ところで、臨床的に右室虚血の心電図変化の分析を困難ならしめている最大の理由は、同時に合併する左室心筋梗塞¹⁵⁾の存在である。右室単独虚血例での心電図変化の観察は、右室虚血の体表面心電図に与える影響を知るうえで示唆に富む情報を提供するであろう。われわれは以前、解剖学的に右室を単独に灌流する症例の、近位部右冠動脈病変に対して経皮的冠動脈形成術を施行し、右室虚血により生じたと思われる心電図変化を観察した¹⁾。そのさいの経験では、右前胸部誘導 T 波は、右室の強い虚血時には ST 上昇とともに先鋭的に陽性化し、弱い虚血時には ST 低下とともに陰性化した。一般的には、右室虚血のさい、体表面心電図の ST 偏位は上昇するものと考えられ^{16,17)}、T 波も陽性化することが考えられる。急性単独右室梗塞の心電

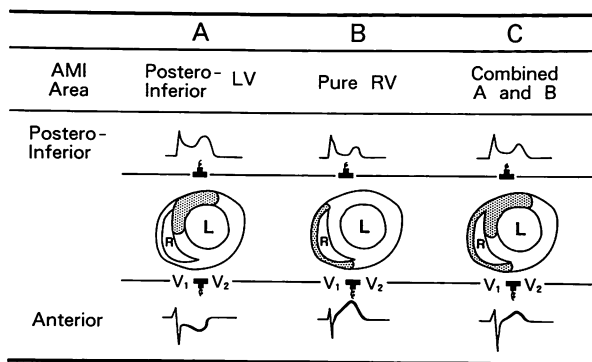


Fig. 1 Relationship between precordial T wave polarity and infarct extent in patients with acute myocardial infarction due to right coronary artery occlusion

(A) When the infarcted myocardium is limited to the left ventricle, the recorded T wave in V_1 may become negative, where T wave polarity in this lead is drawn posteroinferiorly by left ventricular repolarizing forces. (B) When the infarction is limited to the right ventricles, the T wave in lead V_1 may become positive as a reflection of acute right ventricle ischemia beneath the V_1 lead. (C) when the infarct involves both left and right ventricle, T wave in V_1 is often positive, where a negative T wave produced by left ventricle infarction is offset by an anteriorly directed, underlying right ventricular T wave vector.

LV=left ventricular; RV=right ventricular

図に関する報告をみても、右前胸部誘導のT波は陽性化している¹⁸⁻²⁰。

本研究で対象とした症例は、全例、左室の後下壁梗塞を伴っており、右室単独虚血例はなかった。したがって、左室の影響なしでの心電図所見の分析は困難である。また本研究では右室虚血の存在を直接的には確認しておらず、一定の限界性を有する。しかしながら、右冠動脈の遠位部病変による後下壁梗塞例に比べて、近位部病変例において V_1 誘導のT波は陽性である割合が高かった。このことは、右冠動脈近位部病変例の多くの症例で、合併した右室虚血を反映して陽性T波が出現したことを推定させる。その機序をFig. 1に示す。Fig. 1Aは、左室後下壁に局限した急性心筋梗塞の心電図変化を想定したもので、後下壁誘導ではST部分は上昇し、T波も急性期変化を反映して尖鋭的に陽性化している。このとき、前胸部誘導では対側性変化の反映で、ST部分は低下し、T波も陰性化するものと思われる²¹。つぎに、Fig. 1Bにみられるように、急性単独右室虚血の場合、前胸部誘導では誘導直下の右室の貫壁性虚血を反映して、ST部分は上昇、T波は尖鋭的に陽性化している。Fig. 1Cは右室虚血を合併した

後下壁梗塞のさいの心電図変化を想定したもので、ヒトにおいては、右冠動脈近位部病変による心筋梗塞は、一般的には、この解剖学的広がり呈することが多いであろう¹⁵。

この場合の心電図形態は、AとBとの合成波形として表されることが期待される。すなわち、左室後下壁梗塞由来の傷害電流は、対側性変化として前胸部誘導のST-T波に影響し、これらの誘導においてST低下-T波陰性化の方向へ作用しよう。しかしながら、同時に合併する右室虚血は、左室後下壁梗塞に比べて生じた傷害電流の大きさは小さくとも、より胸部誘導へ近接しているため V_1 誘導に及ぼす影響は多大となり、ST上昇-T波陽性化作用をもたらすであろう。以上に述べた左室と右室の傷害電流の相互作用の結果、 V_1 誘導のT波極性は陽性化の方向へ修飾されるものと思われる。

もちろん、前胸部誘導のT波は年齢、性、血圧などの影響により、もともと陽性化している場合も考えられ、陽性T波のすべてが右室虚血の反映と考えるわけではない。しかしながら、急性後下壁梗塞例で前胸部 V_1 誘導にて陽性T波がみられた場合、まずは右室虚血の影響によるT波の陽性化作用も念頭に置く必要がある。もし後下壁心筋梗塞症例に限ってT波の形態をみれば、左室単独梗塞例では V_1 誘導のT波は陰性化へと向かい、右室虚血合併例とのT波形態の相違は、より鮮明となる。

本研究の限界性としては、先に述べたように、直接的に右室虚血の有無を確認していない点にある。右室梗塞の診断には右側胸部誘導(ことに V_{4R})が有用であるが^{8,9,22,23}、本研究では一部の症例でしか同記録を得ていないため、冠動脈造影所見により症例を分類し、比較検討した。先に急性後下壁梗塞において、冠動脈造影所見と右側胸部 V_{4R} 誘導とを対比した報告では⁹、 V_{4R} 誘導でのST上昇は、感度100%、特異度87%で右冠動脈近位部病変を診断しえたとしている。以上より、本研究の対象例においても、右冠動脈近位部病変例では右室虚血の合併頻度は高かったものと推察される。

結 論

本研究は前胸部T波極性への右室虚血の修飾効果を示唆し、体表面心電図のT波の分析にあたっては、このことを念頭に置く必要のあることを指摘した。また

右室虚血の ST 部分に対しての影響も確認され、Lew らの報告¹⁴⁾を追認した。つまり、右冠動脈近位部病変例での前胸部誘導 ST 低下は 34 例中 7 例 (21%) で、遠

位部病変例の 27 例中 19 例 (70%) に比べ低頻度であった ($p < 0.001$)。

要 約

右室虚血/梗塞の前胸部 V_1 誘導における T 波極性への修飾効果を冠動脈造影所見と対比することで検討した。対象は、初回発症で急性期 (5 時間以内) の心電図記録があり、右冠動脈病変による後下壁心筋梗塞と診断された 61 例の患者群と、年齢・性を対応させ、明らかな心肺疾患のない正常群 100 例である。患者群は右冠動脈での病変部位と前胸部 V_1 誘導での ST 低下 (1 mm 以上) の有無により、第 1 右室枝より近位部の病変で ST 低下のない A1 群 ($n=27$)、近位部病変で ST 低下を呈した A2 群 ($n=7$)、遠位部病変で ST 低下のない B1 群 ($n=8$)、遠位部病変で ST 低下を有する B2 群 ($n=19$) に分けた。T 波は Manno らの基準に従い V_1 誘導での 0.15 mV 以上の上向き T 波を陽性、下向き T 波を陰性とした。

V_1 誘導における陽性 T 波の出現率は右冠動脈近位部病変例で 70.6% (24/34 例) と、遠位部病変例の 18.5% (5/27 例)、正常群の 27% (27/100 例) に比べて有意に高かった ($p < 0.001$)。ことに A1 群における陽性 T 波の出現率 89% (24/27 例) と極めて高く、逆に B2 群で 5% (1/19 例) と低かった。T 波極性と ST 偏位の方向は 66% の症例で一致した。

本研究は、後下壁心筋梗塞の急性期心電図において、前胸部 V_1 誘導の T 波極性に及ぼす右室虚血の修飾効果を示唆した。T 波の分析にあたっては右室虚血の影響を念頭に置く必要がある。

J Cardiol 1994; 24: 17-22

文 献

- 1) Kataoka H, Mikuriya Y, Nasu M: Bidirectional precordial ST-T wave changes in pure right ventricular ischemia. *Am Heart J* 1988; **116**: 1631-1632
- 2) Kataoka H, Kanzaki K, Mikuriya Y: Massive ST-segment elevation in precordial and inferior leads in right ventricular myocardial infarction. *J Electrocardiol* 1988; **21**: 115-120
- 3) Kataoka H, Tamura A, Yano S, Kanzaki K, Mikuriya Y: Electrocardiology of hyperacute right ventricular infarction with precordial ST-elevation: Comparison with anterior left ventricular infarction. *Am J Noninvas Cardiol* 1991; **5**: 91-97
- 4) Kataoka H, Tamura A, Yano S, Kanzaki K, Mikuriya Y: Intraventricular conduction delay in acute right ventricular ischemia. *Am J Cardiol* 1989; **64**: 94-95
- 5) Kataoka H, Kanzaki K, Mikuriya Y: An ECG marker of underlying right ventricular conduction delay in the hyperacute phase of right ventricular infarction or ischemia. *J Electrocardiol* 1990; **23**: 369-374
- 6) 田村 彰, 片岡 一, 矢野庄司, 神崎維康, 御厨美昭, 那須勝: 急性期に前胸部誘導において ST 上昇ならびに異常 Q 波を呈した右室梗塞の 1 例. *循環器科* 1990; **27**: 452-457
- 7) Tamura A, Kataoka H, Mikuriya Y: Influence of right ventricular ischemia on septal Q waves determined by coronary angioplasty. *Am Heart J* 1992; **123**: 1198-1201
- 8) Braat SH, Brugada P, den Dulk K, van Ommen V, Wellens HJJ: Value of lead V_{4R} for recognition of the infarct coronary artery in acute inferior myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1984; **53**: 1538-1541
- 9) Manno BV, Hakki AH, Iskandrian AS, Hare T: Significance of the upright T wave in precordial lead V_1 in adults with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1983; **1**: 1213-1215
- 10) Chou TC: Normal electrocardiogram. *in* *Electrocardiography in Clinical Practice*, Grune & Stratton, New York, 1979; pp 3-26
- 11) Fuchs RM, Achuff SC, Grunwald L, Yin FCP, Griffith LSC: Electrocardiographic localization of coronary artery narrowings: Studies during myocardial ischemia and infarction in patients with one-vessel disease. *Circulation* 1982; **66**: 1168-1176
- 12) Sclarovsky RFL, Rosenberg I, Strasberg B, Arditti A, Wurzel M, Agmon J: Positization of T wave with or without ST segment elevation in patients with unstable angina: Coronary angiographic findings and in-hospital prognosis. *Eur Heart J* 1987; **8**: 31-37
- 13) Robbins MJ, Sherman W, Schweitzer P, Cohen M: Precordial T-wave polarity changes in acute inferior infarction. *Chest* 1988; **94**: 296-299
- 14) Lew AS, Maddahi J, Shah PK, Weiss AT, Peter T, Berman DS, Ganz W: Factors that determine the direction and magnitude of precordial ST-segment deviations during inferior wall acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1985; **55**: 883-888
- 15) Isner JM, Roberts WC: Right ventricular infarction complicating left ventricular infarction secondary to coronary heart disease. *Am J Cardiol* 1978; **42**: 885-894

- 16) Krueger DW, Morrison DA, Buckner JK, Kelly K, Lindenfeld J: Is ST elevation the only electrocardiographic response of the ischemic right ventricle? *Am J Cardiol* 1991; **67**: 643–645
- 17) Kataoka H: Bidirectional ST shift in ischemic right ventricle (letter). *Am J Cardiol* 1991; **68**: 832
- 18) Forman MB, Goodin J, Phelan B, Kopelman H, Virmani R: Electrocardiographic changes associated with isolated right ventricular infarction. *J Am Coll Cardiol* 1984; **4**: 640–643
- 19) Bellamy GR, Hollman J: Isolated right ventricular infarction following percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am Heart J* 1986; **111**: 168–169
- 20) Iliia R, Margulis G, Goldfarb B, Katz A, Rudnik L, Ovsyshcher IA: ST elevation in leads V₁ to V₄ caused by isolated right ventricular ischemia and infarction. *Cardiology* 1987; **74**: 396–399
- 21) Goldberger AL: ECG simulators of infarction—Part II: pathophysiology and differential diagnosis of pseudo-infarction ST-T patterns. *PACE* 1982; **5**: 414–430
- 22) Erhardt LR, Sjögren A, Wahlberg I: Single right-sided precordial lead in the diagnosis of right ventricular involvement in inferior myocardial infarction. *Am Heart J* 1976; **91**: 571–576
- 23) Candell-Riera J, Figueras J, Valle V, Alvarez A, Gutierrez L, Cortadellas J, Cinca J, Salas A, Rius J: Right ventricular infarction: Relationships between ST segment elevation in V_{4R} and hemodynamic, scintigraphic, and echocardiographic findings in patients with acute inferior myocardial infarction. *Am Heart J* 1981; **101**: 281–287