

急性心筋梗塞時の QT 間隔
の変化：再灌流成功例と非
成功例での検討

Serial changes in QT
interval during acute
myocardial infarction:
Comparison of QT
interval changes of
reperfused cases and
non-reperfused cases

丹羽 裕子
前田 利裕
下山 信夫
天田 浩司
米持 英俊
犀川 哲典
高木良三郎
福岡 義輔*
井上 健**
原 政英***

Hiroko NIWA
Toshihiro MAEDA
Nobuo SHIMOYAMA
Kouji TENDA
Hidetoshi YONEMOCHI
Tetsunori SAIKAWA
Ryosaburo TAKAKI
Yoshisuke FUKUOKA*
Ken INOUE**
Masahide HARA***

Summary

The serial changes in QT intervals during the course of acute myocardial infarction are of interest from the standpoint of the electrocardiogram itself, the development of ventricular tachyarrhythmias, residual cardiac function, and the prognosis of the patients. However, only sparse literature has dealt with this issue because it is difficult to obtain ECGs for analysis, and multiple factors influence the QT interval including the degree of reperfusion, electrolyte imbalance, hemodynamic changes and drugs which alter the QT interval.

The ECGs of patients with acute myocardial infarction who underwent reperfusion therapy were analyzed: Sixteen consecutive patients were enrolled in this study, 9 with TIMI grade II and III (TIMI: the thrombolysis in myocardial infarction study group criteria) and 7 with TIMI grade 0, myocardial infarction with (9) and without (7) reperfusion. Patients with collaterals,

大分医科大学 内科第一
大分県大分郡挾間町医大ヶ丘 1-1 (〒879-55)
*大分県立病院 内科
**国立大分病院 循環器科
***健康保険南海病院

The First Department of Internal Medicine, Oita
Medical College, Hazama-cho, Oita 879-55
*The First Department of Internal Medicine, Oita
Prefectural Hospital
**National Oita Hospital
***Health Insurance Nankai Hospital

TIMI grade I, hypertrophic cardiomyopathy, electrolyte imbalance, Ia antiarrhythmic drugs, beta adrenoceptor blockades, atrial fibrillation, and intraventricular conduction disturbances were excluded from the study. Serial ECG recordings were performed at 3, 6, 9, 12, 24, 48, and 72 hours after the onset of myocardial infarction. One week after and one month after the onset, the ECGs were recorded. Patients who exhibited reocclusion on their arteriograms in the chronic phase were also excluded from the study. Measurements of the QT intervals were performed at the ischemic lead (II in the standard limb lead in inferior infarction and V₂ in anteroseptal infarction), and values were averaged from 5 consecutive QRS complexes according to Lepeschkin's method and corrected using Bazett's method. The left ventricular ejection fraction (LVEF) and percent fractional shortening (FS) in segments 2, 3, 4 or 5 were calculated from the ventriculogram in the chronic phase.

The QT interval revealed a lengthening with its peak within 12 hours after the onset and it became shorter thereafter in reperfused patients. In patients without reperfusion, the QT interval became progressively prolonged without showing a peak point, up to one month. LVEF and FS were significantly higher values in patients with reperfusion than in those without reperfusion.

In conclusion, in patients with reperfusion, the QT interval was transiently prolonged and later shortened with improved LVEF and FS than in patients without reperfusion.

Key words

QT interval Reperfusion Left ventricular function Acute myocardial infarction

はじめに

近年, 急性心筋梗塞時の QT 間隔が経時的に特徴ある変化を示すと報告されている¹⁻⁶⁾. また, 梗塞後の QT 間隔延長は致死的不整脈とも関連しており^{2,3,9-11)}, 経時的な QT 間隔の観察が予後判定に有用であるとの報告もある. しかしながらこの経時的な変化およびその出現機序についてはいまだ十分な検討がなされていない.

急性心筋梗塞の治療として再灌流療法が普及し, その臨床的有用性が認められている. 実験的に再灌流は活動電位持続時間に影響を及ぼすことが知られているので, 再灌流が QT 間隔に変化をもたらすことが予想される. したがって急性心筋梗塞発症時に再灌流療法を施行し, 成功例と非成功例の経時的な心電図変化の差を明らかにすることは, 心電図自体の研究解釈とともに, 心電図と心機能との関連を検討することも可能となり, 興味深い. しかしそのような研究はこれまでに報告がない. 本研究は各種心電図指標中, 特に QT

間隔の経時的変化の有する意味, またそれと再灌流の成否との関連を明らかにしようとした.

対象と方法

急性心筋梗塞発症 6 時間以内に冠動脈造影可能であった症例中, 再灌流治療を施行し, 以下の基準を満たす症例を対象とした (Table 1). 心筋梗塞は典型的な胸痛の持続, 心電図変化ならびに心筋逸脱酵素の上昇で診断した.

1) 再灌流群: 9 例 (平均年齢 58±11 歳, 男 6 例, 女 3 例). 発症 6 時間以内に良好な再灌流が得られたと考えられる TIMI (thrombolysis in myocardial infarction)¹²⁾ grade II 度以上で, かつ慢性期に冠動脈および左室造影検査を施行し, 梗塞責任血管の開存を確認した例. 梗塞責任冠動脈は左前下行枝 6 例および右冠動脈 3 例であった.

2) 非再灌流群: 7 例 (平均年齢 65±11 歳, 男 7 例). 発症 6 時間以内に冠動脈造影検査を施行し再灌流治療を行なったが, 再灌流が全く得られな

Table 1. Clinical profiles of patients

Subject	Sex	Age (yrs)	Infarct artery	TIMI grade	Collaterals
Reperfused group					
1	F	62	LAD seg. 7	III	(-)
2	M	51	LAD seg. 6	III	I
3	F	74	LAD seg. 6	II	(-)
4	M	57	LAD seg. 6	III	(-)
5	M	44	RCA seg. 3	III	(-)
6	M	66	RCA seg. 3	III	(-)
7	F	64	LAD seg. 6	II	(-)
8	M	41	RCA seg. 2	III	(-)
9	M	67	LAD seg. 6	III	(-)
Non-reperfused group					
1	M	54	LAD seg. 6	0	(-)
2	M	76	LAD seg. 6	0	I
3	M	68	LAD seg. 6	0	(-)
4	M	76	RCA seg. 1	0	(-)
5	M	67	RCA seg. 1	0	(-)
6	M	48	RCA seg. 1	0	(-)
7	M	69	LAD seg. 6	0	(-)

TIMI=thrombolysis in myocardial infarction.

かった TIMI grade 0 度の症例で、かつ側副血行も十分でない例。梗塞責任冠動脈は左前下行枝 4 例および右冠動脈 3 例であった。

対象の冠動脈病変指数は AHA 分類の 75% 以上を有意狭窄とし、一枝、二枝、三枝疾患に分類した場合、再灌流群ではそれぞれ 5, 3, 1 例、非再灌流群ではそれぞれ 4, 3, 0 例であった。また再灌流群 9 例中 2 例は、non-Q wave 心筋梗塞であったが、非再灌流群では全例 Q wave 心筋梗塞であった。

中等度の再灌流が得られた例 (TIMI grade I 度)、再開塞再梗塞が考えられた例、および慢性期の冠動脈造影で再開塞が認められた例は、今回の検討からは除外した。また QT 間隔に影響を及ぼすと考えられる伝導障害、心房細動例、心筋症例、心筋肥大例、電解質異常例、Ia 群抗不整脈薬、 β 遮断剤投与例は対象から除外した。

心電図は発症直後 (3 時間以内)、発症 3, 6, 9,

12, 24, 48, 72 時間後、および 1 週間、1 ヶ月後 (慢性期) に記録し、QT 間隔を梗塞部誘導 (前下行枝例: V_2 誘導, 右冠動脈例: II 誘導) にて 5 心拍計測し、平均した。QT 間隔の計測は Lepeschkin らの方法¹³⁾ を参考にして行ない、Bazett¹⁴⁾ の式にて心拍数で補正し、QTc とした。

慢性期 (約 1 ヶ月後) に再度冠動脈造影を全例に施行し、冠動脈病変を評価した。左室造影は高度な左心機能低下例 2 例を除いたすべての症例に施行し、左前斜位 30 度の造影像から左室駆出率 (LVEF) と内径短縮率 (FS) を Goodman 製 CAMAC (Computer Aided Motion Analysis in Cardio)-300 を用いて定量解析した。FS は centerline method より求め、梗塞部位の局所壁運動 (regional FS) の指標とするため、左前下行枝例では、AHA 分類 seg. 2, 3, 右冠動脈例では seg. 4, 5 の FS の平均値を算出した。

統計解析: QTc の経時的変化の比較には

paired t-test, 両群間の QTc および左心機能の比較には non-paired t-test を用いた.

結 果

再灌流群と非再灌流群のそれぞれ QTc 平均値の経時的变化を Table 2 に示す. 発症3時間以内を基準として各々の時点での QTc の平均値を比較すると, 再灌流群では, 発症3時間以内の平均値 0.42 ± 0.02 秒に比し, 6, 9, 12 および 24 時間後に QTc の有意な延長を認めた. これに対し, 非再灌流群では, 発症3時間以内の平均値 0.42 ± 0.05 秒に比し, 48, 72 時間および 1 ヶ月後に有意な延長を認めた. 両群間での QTc 平均値の比較では, 3 時間以内では有意な差を認めなかったが, 1 ヶ月後では, 非再灌流群の QTc 平均値 (0.50 ± 0.03 秒) が再灌流群のそれ (0.42 ± 0.03 秒) に比し有意に大であった ($p < 0.01$). また, 両群間における各時点での心拍数をそれぞれ比較したが, 有意差を認めなかった.

両群の QTc の発症3時間以内から1ヵ月後の経過では, 再灌流群では発症3時間以内に比し, 再灌流後24時間以内に一過性の延長を示した後,

Table 2. QTc at each time point up to one month from the onset of myocardial infarction

	Reperfused group (sec)	Non-reperfused group (sec)	p value
< 3 hrs	0.42 ± 0.02	0.42 ± 0.05	NS
3 hrs	0.45 ± 0.05	0.44 ± 0.04	NS
6 hrs	$0.46 \pm 0.04^{**}$	0.44 ± 0.03	NS
9 hrs	$0.46 \pm 0.04^{**}$	0.45 ± 0.03	NS
12 hrs	$0.45 \pm 0.04^*$	0.46 ± 0.03	NS
24 hrs	$0.45 \pm 0.04^*$	0.46 ± 0.02	NS
48 hrs	0.44 ± 0.03	$0.48 \pm 0.02^{**}$	$p < 0.05$
72 hrs	0.43 ± 0.04	$0.46 \pm 0.03^*$	NS
1 week	0.41 ± 0.01	0.46 ± 0.02	$p < 0.01$
1 month	0.42 ± 0.03	$0.50 \pm 0.03^*$	$p < 0.01$

p: comparison of the QT intervals between reperfused and non-reperfused groups.

*, **: statistically significant difference compared with QT intervals recorded within 3 hours of the onset in both the reperfused and non-reperfused groups.

短縮した. 一方, 非再灌流群のそれは発症直後より徐々に延長傾向を示し, 48時間以降に一度 peak に達し, その後さらに1ヵ月後まで, 徐々

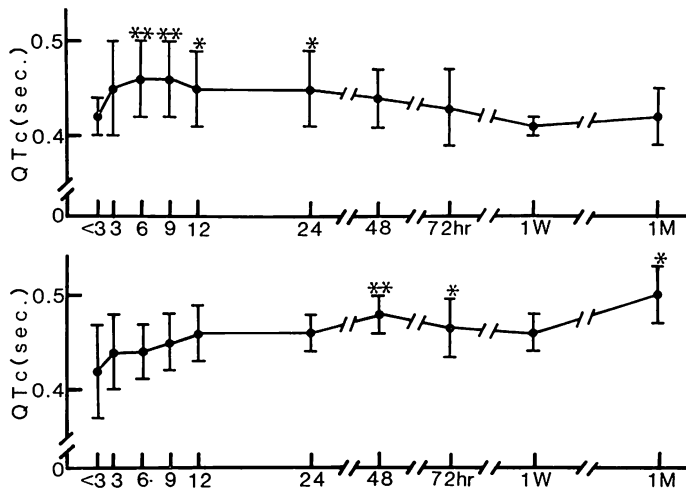


Fig. 1. Serial changes in the QT intervals following acute myocardial infarction in reperfused (upper panel) and non-reperfused (lower panel) groups.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

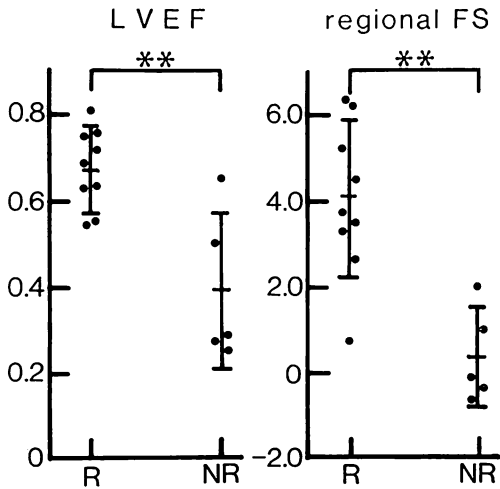


Fig. 2. Left ventricular ejection fraction (LVEF) and regional fractional shortening (FS) in both reperfused (R: n=9) and non-reperfused (NR: n=5) patients.

Note the statistically significant difference between the 2 patient groups.

** : $p < 0.01$.

に延長, 両群間で QT 間隔の推移は異なるパターンを示した (Fig. 1).

1 ヶ月後の左室造影から得られた慢性期左心機能を両群間で比較すると (Fig. 2), 再灌流群の左室駆出率 (0.67 ± 0.10) は, 非再灌流群のそれ (0.39 ± 0.18) に比し有意に高値を示した ($p < 0.01$).

また再灌流群の梗塞部位の局所壁運動は 4.02 ± 1.83 で, 非再灌流群のそれ (0.39 ± 1.18) に比し有意に高値であった ($p < 0.01$).

症 例 例 示

Fig. 3 に代表的症例を示す.

上段 (A) は再灌流後, 一過性の QT 間隔の延長を認めた例 (74 歳, 女). 梗塞責任冠動脈は左前下行枝 seg. 6 で, 急性期に冠動脈内血栓溶解術を施行し, TIMI grade II の再灌流が得られた. 入院時の QTc は 0.41 秒であったが, 入院後 24 時間以内には 0.51 秒と一過性の延長がみられ, 1 ヶ月後には 0.39 秒と短縮した. 左室造影 (Fig. 4 A, B) では前壁領域の壁運動は軽度に低下していたが, 全体の駆出率は 0.72 と正常であった.

Fig. 3 の下段は, 非再灌流群 (68 歳, 男). 梗塞責任冠動脈は左前下行枝 seg. 6 で, 再灌流治療を施行したが, 再灌流は得られなかった. 入院時の QTc は 0.45 秒であったが, 発症 24 時間以内も 0.45 秒にとどまり, 延長を認めなかった. しかし発症 72 時間では 0.48 秒と軽度の延長を認め, さらに 1 ヶ月には, 0.47 秒と, 入院時に比しわずかに延長を認めた. 左室造影 (Fig. 4 C, D) では前壁領域の壁運動は高度に低下し, 全体の駆出率も 0.28 と低値であった.

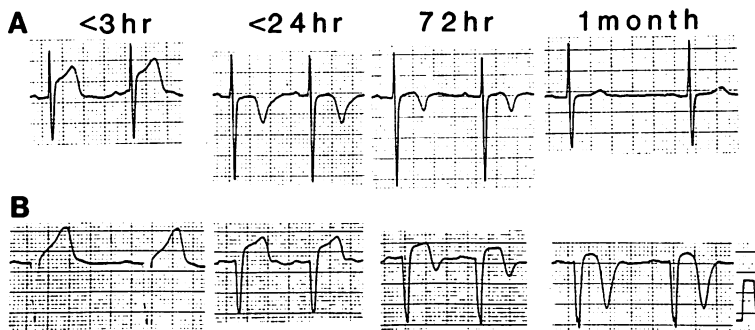


Fig. 3. The typical examples of serial ECGs recorded in patients with (A) and without reperfusion (B).

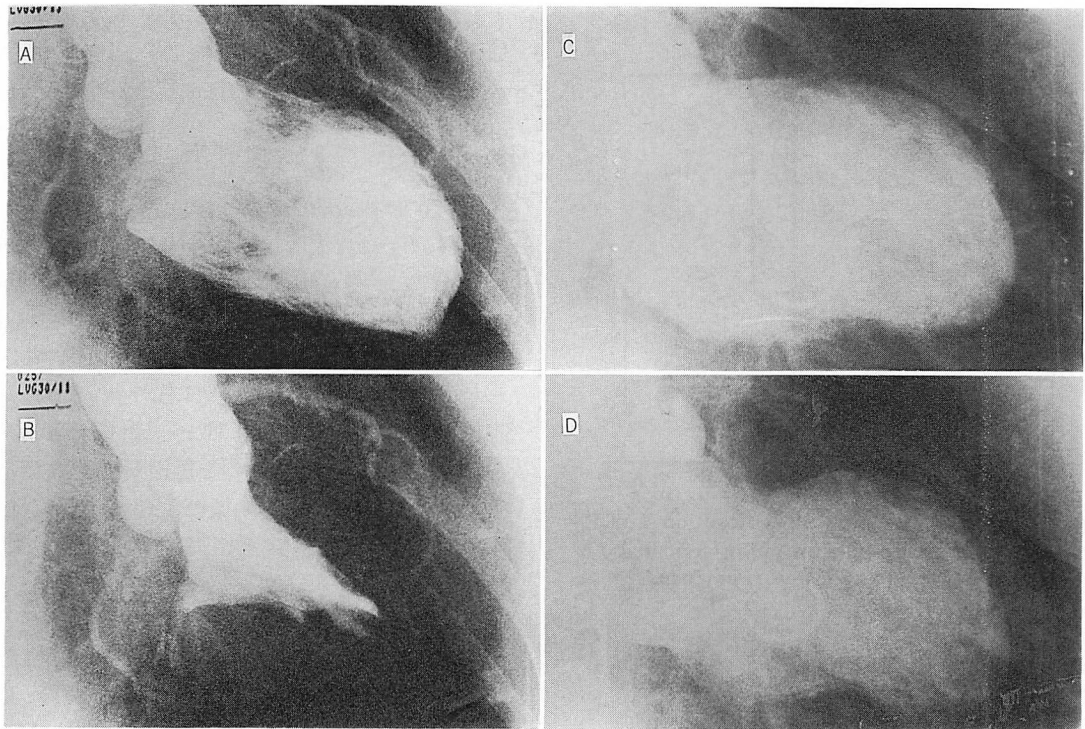


Fig. 4. Left ventriculograms in the chronic phase in patients with reperfusion (A; end-diastole, B; end-systole, LVEF 0.72) and without reperfusion (C; end-diastole, D; end-systole, LVEF 0.28)

考 按

QT 間隔に異常を来す要因として、一般には K, Ca, Mg などの血清電解質異常, 自律神経機能異常, 血中カテコラミンなどの内分泌異常, 薬剤による影響などが挙げられる¹⁵⁾。一方, 近年, 心筋虚血が QT 間隔に影響を及ぼし, さらには致死的不整脈に関連があるなどの報告があり, 虚血時の QT 間隔変化が注目されている^{2,3,6-11,19)}。今回我々は心筋梗塞発症早期の再灌流の有無に注目し, 再灌流が QT 間隔にいかなる影響を及ぼすかを, その経時的観察により検討した。

虚血時の QT 間隔計測に関してはいくつかの問題点が指摘されている。すなわち心筋梗塞患者では心電図誘導部位による QT 間隔の相違があり, 各誘導間におけるそのばらつきは正常対象者

に比し有意に大であると報告されている^{16,17)}。QT 間隔を測定する誘導の選択に関し, QT 間隔の変化が梗塞部位に一致して出現するという報告^{3,6,16-18)}がある。我々は PTCA におけるバルーン拡張時の QT 間隔の変化を検討し, 虚血部誘導にのみ特徴的な変化が認められることを既に報告し¹⁹⁾, その成績に基づいて本研究では虚血部誘導において QT 間隔すなわち, 前下行枝症例では V₂ 誘導, 右冠動脈症例では II 誘導で計測した。QT 間隔の計測では, T 波終末部の決定が最も測定誤差を生じる原因であり, 特に T 波が低い場合, U 波が大きいかまたは開始の早い場合, notch のある T 波などが問題となる。我々は Lepeschkin らの方法¹³⁾を参考にし, すべて同一測定者が計測を行なうことにより, 測定誤差を最小にするよう留意した。

急性心筋梗塞時の QT 間隔の変化に関しては、以前より様々な報告がある。Doroghazi ら¹⁾は、QT 間隔は梗塞発症後 1-4 日の間に有意に延長した後、約 14 日後には正常値に復すると報告している。また QT 間隔は発症後 2 日²⁾あるいは 3, 4 日で有意に延長するとの報告⁴⁾がある一方、Cinca ら⁵⁾は梗塞発症 12 時間以内でいったん短縮後、24 時間前後で最も延長し、慢性期には再度短縮すると報告しており、QT 間隔の経時的変化に関しては一定の見解を得ていない。その理由として、急性心筋梗塞発症後、QT 間隔は刻一刻と変化するため、計測した時点により異なる結果が得られる可能性があること、再灌流の有無により結果が大きく異なってくることなどが挙げられる。これまでの検討では、対象の急性期および慢性期における梗塞責任冠動脈の開存の有無が明らかでなく、早期に自然再開した例から慢性期に至るまでの閉塞例まで様々な状態の症例が含まれていると考えられる。そこで我々は方法で述べたように、急性期に梗塞心筋血流が再開したか否かを明確に分類して検討したところ、再灌流群と非再灌流群とで明らかに異なる特徴をみた。すなわち再灌流群では、梗塞発症 24 時間以内に一過性に QT 間隔が延長した後、短縮して慢性期に至った。これに対して非再灌流群では、24 時間以内には有意な延長を認めず、48 時間、72 時間後に延長した後、一時期軽度短縮し、慢性期に再び延長が認められた。すなわち、急性期の梗塞部領域に対する血流の早期再開は、QT 間隔の一過性の延長をもたらすことが判明した。

再灌流群において、血流再開後早期に一過性に QT 間隔が延長する機序として、血流が再開して正常機能を取り戻した心筋と、血流が再開してもいわゆる気絶心筋 (stunned myocardium) の状態にある心筋の再分極相が同時でなく、再分極の不均一性が増大したことが一因と考えられる。また近年、再灌流障害の機序として、再灌流時の細胞内カルシウム (Cai) の増加が実験的に報告されており^{20,21)}、Cai の増加は、electrogenic Na-Ca ex-

change, Ca-activated cation channel を介して内向き電流を惹起し、APD の延長をもたらすと報告されている²²⁾。今回の報告では、この事実を示唆する所見は得られていないが、これが再灌流時の一過性 QT 間隔延長に関与している可能性も考えられ、今後検討が必要と考えられる。

急性心筋梗塞の再灌流療法の普及に伴い、経静脈的に血栓溶解剤を投与した場合、責任冠動脈が再灌流したか否かを非侵襲的に診断することが重要な課題となっている。再灌流時の心電図所見としては、ST 上昇の改善と reperfusion arrhythmia (accelerated idioventricular rhythm など) の出現が一般的とされている。Richardson ら²³⁾は、再灌流群では非再灌流群に比し、ST 部分の低下と T 波の減高が有意に早く出現したと報告している。また Hockworthy ら²⁴⁾は、ST 部分のより早い低下および ΣQ の低値を再灌流の有用な指標としている。本研究では梗塞責任冠動脈再灌流後早期に一過性の QT 間隔延長、その後の短縮が示された。この事実は、これらの指標が現在まで報告されている指標と同様に、有用な再灌流の非観血的指標となり得ることを示している。さらに再灌流療法の問題点として、再灌流時に心室性不整脈が誘発されることが知られている。今回の検討で急性期に持続性心室性頻拍が出現した例は両群共に認められなかったが、再灌流群では 9 例中 8 例に再灌流後心室性不整脈の出現、または再灌流前に比し悪化を認めた。一過性 QT 間隔延長はこのような再灌流後の不整脈出現の要因となると考えられ、臨床上留意する必要がある。

慢性期の心機能に関しては、再灌流群で非再灌流群に比し左室駆出分画 (LVEF)、短縮率 (FS) が有意に良好であった。これまでの報告によれば^{2,3,6-11,25,26)}、慢性期左心機能および心室性不整脈の発現と心電図 QT 間隔は有意な相関を有している。我々も既に、前壁梗塞と下壁梗塞の患者において、慢性期 LVEF と QT 間隔とは有意な逆相関を示すこと、また心室性頻拍症例では、そうでない群に比し、急性期から慢性期の間の QT

間隔の延長度が有意に大であることを報告している²⁷⁾。以上より再灌流に成功すると梗塞に陥った心筋が少なくなり、残存心機能も良好で、QT 間隔も短縮すると考えられる。一方、良好な心機能は逆に収縮-興奮連関により、QT 間隔を短縮するかあるいは少なくとも延長する方向には働かないと考えられる。一方、左心機能が悪く壁運動に異常のある場合は、それがさらに QT 間隔を延長させる方向に働くと考えられ、QT 間隔はより一層延長傾向を示すものと考えられる。

本研究では、再灌流群と非再灌流群の慢性期(1ヵ月後)における左室駆出率と局所壁運動の比較で、後者の群で有意に低値を示した。また慢性期の QTc は、再灌流群では入院時に比し有意な延長は認めないのに対し、非再灌流群では有意に延長し、また両群の慢性期における QTc は、非再灌流群にて有意に延長していた。非再灌流群において再灌流群に比し左心機能の指標が低値である理由は、心筋壊死がより広範に起こったためと考えられる。以上より、非再灌流群における慢性期 QT 間隔の延長は、広範な心筋壊死による心室再分極過程の不均一性のより一層の増大を反映していることが示唆される^{28,29)}。以上より慢性期における QT 間隔の延長は、同時期の左室収縮能や梗塞部局所壁運動の低下と関連して出現すると考えられた。

今回の検討では、急性期に再灌流が成功したか否かにより症例を2分類し、QT 間隔の変化を経時的に観察したところ、再灌流群では約24時間以内に一過性の QT 間隔延長が認められることが判明し、慢性期心機能も良好であった。これに対し非再灌流群では慢性期に QT 間隔の延長と心機能の低下が認められた。このことより経時的 QT 間隔の観察は臨床的意義を有すると考えられる。また急性期における一過性 QT 間隔の延長の機序として、活動電位持続時間の不均一性の増大が考えられたが、このことが reperfusion arrhythmia の出現の一要因であることが考えられ、この点についてはさらに今後の検討が必要である

と考えられる。

結 語

1. 急性心筋梗塞発症後の QT 間隔の経時的变化を、再灌流群、非再灌流群に分類して検討した。
2. 再灌流群では、梗塞発症24時間以内に一過性の QT 間隔の延長が認められたが、非再灌流群では、48時間以上経過した後、QT 間隔が延長し、1ヵ月後も延長していた。
3. 非再灌流群は、再灌流群に比し1ヵ月後の QT 間隔が有意に長く、左室駆出率、梗塞部局所壁運動が有意に低下していた。
4. 急性心筋梗塞発症後の QT 間隔の経時的变化の観察は、梗塞責任冠動脈再灌流の非観血的指標となり得る可能性があると共に、慢性期左室機能の指標となり、臨床的に有用であると考えられた。

要 約

急性心筋梗塞時の QT 間隔は経時的に特徴ある変化を示すが、その結果についてはいまだ一定の見解を得ていない。

我々は、急性心筋梗塞発症時、梗塞責任冠動脈に対して再灌流療法を施行した16例について、疎通成功患者(TIMI grade II以上)9例と、不成功例(TIMI grade 0)7例の経時的な心電図変化を検討した。また両群の慢性期左室造影より得られた左室駆出率、梗塞部壁運動と、QT 間隔の変化との関連を検討した。

再灌流群では、発症3時間以内と比較して、6, 9, 12, 24時間で有意な QT 間隔延長を認め、再灌流後早期に一過性に延長した後、短縮した。一方、非再灌流群では、発症3時間以内に比し、48, 72時間、および1ヵ月後、初めて有意な QT 間隔延長を認め、発症後再灌流群に比し遅れて延長し、慢性期まで延長を示した。また発症1ヵ月後の QT 間隔は、再灌流群 0.42 ± 0.03 秒、非再灌流群 0.50 ± 0.03 秒で、後者において有意に延長し

ていた。慢性期の左室駆出率は再灌流群 0.67 ± 0.10 , 非再灌流群 0.39 ± 0.18 , 梗塞部局所壁運動は, 前者で 4.02 ± 1.83 , 後者で 0.39 ± 1.18 と, いずれも再灌流群に比し非再灌流群で有意に低値であった。

急性心筋梗塞における QT 間隔は, 再灌流の有無により特徴ある変化を示し, 特に再灌流群では再灌流後早期に一過性の QT 間隔延長が認められることより, 梗塞責任冠動脈再灌流の非観血的指標となり得ると考えられた。また慢性期の QT 間隔延長は, 同時期の左室駆出率や梗塞部局所壁運動の低下と関連して出現した。以上より, 急性心筋梗塞における QT 間隔の経時的観察は臨床的に重要であると考えられた。

文 献

- 1) Doroghazi R, Childers R: Time-related changes in the Q-T interval in acute myocardial infarction: Possible relation to local hypocalcemia. *Am J Cardiol* 41: 684-688, 1978
- 2) Ahnve S, Helmers C, Lundman T, Rehnqvist N, Sjogren A: QTc intervals in acute myocardial infarction: First-year prognostic implication. *Clin Cardiol* 3: 303-338, 1980
- 3) Taylor GJ, Crampton RS, Gibson RS, Stebbins PT, Waldman MT, Beller GA: Prolonged QT interval at onset of acute myocardial infarction in predicting early phase ventricular tachycardia. *Am Heart J* 102: 16-24, 1981
- 4) 田畑洋司, 丹治康浩, 中東広志, 中村善一, 佐々木昭, 正路浩二郎, 斎藤公男, 上原偉男: 急性心筋梗塞における QT 間隔の変化. *ICU と CCU* 8: 127-131, 1988
- 5) Cinca J, Figueras J, Tenorio L, Valle V, Trenchs J, Segura R, Rius J: Time course and rate dependence of Q-T interval changes during non-complicated acute transmural myocardial infarction in human beings. *Am J Cardiol* 48: 1023-1028, 1981
- 6) 綱川 宏, 長谷川朝穂, 中山雅文, 井手 宏, 日鼻靖, 川端美穂, 西山玄洋, 佐藤 毅, 清水和彦, 江波戸文賢, 東 祐圭, 太田 晃, 矢崎吉純, 戸早雅弘, 春見健一: 急性前壁梗塞における前胸壁 QT interval map. *Jpn J Electrocardiol* 7: 257-265, 1987
- 7) Ahnve S, Lundman T, Shoaleh M: The relationship between QT interval and ventricular arrhythmias in acute myocardial infarction. *Acta Med Scand* 204: 17-19, 1978
- 8) Moller M: QT interval in relationship to ventricular arrhythmias and sudden cardiac death in postmyocardial infarction patients. *Acta Med Scand* 210: 73-77, 1981
- 9) Forsell G, Orinius E: QT prolongation and ventricular fibrillation in acute myocardial infarction. *Acta Med Scand* 210: 309-311, 1981
- 10) Haynes RE, Hallstrom AP, Cobb LA: Repolarization abnormalities in survivors of out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation* 57: 654-658, 1978
- 11) Ahnve S, Gilpin E, Madsen EB, Froelicher V, Henning H, Ross J Jr: Prognostic importance of QTc interval at discharge after acute myocardial infarction: A multicenter study of 865 patients. *Am Heart J* 108: 395-400, 1984
- 12) The TIMI Study Group: The thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) trial. *N Eng J Med* 312: 347-350, 1985
- 13) Lepeschkin E, Surawicz B: The measurement of the Q-T interval of the electrocardiogram. *Circulation* 6: 378-388, 1952
- 14) Bazett HC: An analysis of the time-relations of electrocardiograms. *Heart* 7: 353-370, 1920
- 15) 木谷文博, Rafique A, 橋場邦武: QT 間隔の基礎と臨床. *呼吸と循環* 34: 595-606, 1986
- 16) Mirvis DM: Spatial variation of QT interval in normal persons and patients with acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 5: 625-631, 1985
- 17) Cowan JC, Yusoff K, Moore M, Amos PA, Gold AE, Bourke JP, Tansuphaswadikul S, Campbell RWF: Importance of lead selection in QT interval measurement. *Am J Cardiol* 61: 83-87, 1988
- 18) Yamaki M, Igarashi H, Ikeda K, Kubota I, Tsuiki K, Yasui S: The body surface distribution of the QT interval in patients with previous myocardial infarction and normal subjects. *Jpn Circ J* 51: 1289-1295, 1987
- 19) 丹羽裕子, 前田利裕, 犀川哲典, 下山信夫, 幸松晃正, 宇都宮義也, 伊東祐信, 高木良三郎, 大山正一: 急性冠閉塞時の QT 間隔の検討. *Therap Res* 11: 120-122, 1990
- 20) Krause S, Hess ML: Characterization of cardiac sarcoplasmic reticulum dysfunction during short-term, normothermic, global ischemia. *Circ Res* 55: 176-184, 1984
- 21) Kusuoka H, Porterfield J, Weisman H, Weisfeldt M, Marban E: Pathophysiology and pathogenesis of stunned myocardium. *J Clin Invest* 79: 950-

丹羽, 前田, 下山, ほか

- 961, 1987
- 22) 有田 真: 心筋における contraction-excitation feedback. *心臓* **18**: 1013-1019, 1986
- 23) Richardson SG, Morton P, Murtagh JG, Scott ME, O'Keeffe DB: Relation of coronary artery patency and left ventricular function to electrocardiographic changes after streptokinase treatment during acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **61**: 961-965, 1988
- 24) Hackworthy RA, Sorensen SG, Fitzpatrick PG, Barry WH, Menlove RL, Rothbard RL, Anderson JL: Effect of reperfusion on electrocardiographic and enzymatic infarct size: Results of a randomized multicenter study of intravenous anisoylated plasminogen streptokinase activator complex (APSAC) versus intracoronary streptokinase in acute myocardial infarction. *Am Heart J* **116**: 903-914, 1988
- 25) Kramer B, Brill M, Bruhn A, Kubler W: Relationship between the degree of coronary artery disease and of left ventricular function and the duration of the QT-interval in ECG. *Eur Heart J* **7**: 14-24, 1986
- 26) Wheelan K, Mukharji J, Rude RE, Poole WK, Gustafson N, Thomas LJ Jr, Strauss HW, Jaffe AS, Muller JE, Roberts R, Croft CH, Passamani ER, Willerson JT, the Milis Study Group: Sudden death and its relation to QT-interval prolongation after acute myocardial infarction: Two-year follow-up. *Am J Cardiol* **57**: 745-750, 1986
- 27) Niwa H, Maeda T, Saikawa T, Nanimatsu H, Koumatsu K, Inoue K, Ito S: The serial change of the QT interval following acute myocardial infarction and its relationship to cardiac function. *Jpn Circ J* **53** (Suppl): 483, 1989
- 28) Han J, Moe GK: Nonuniform recovery of excitability in ventricular muscle. *Circ Res* **14**: 44-60, 1964
- 29) Merix W, Yoon MS, Han J: The role of local disparity in conduction and recovery time on ventricular vulnerability to fibrillation. *Am Heart J* **94**: 603-610, 1977