梗塞部位の viability 評価における対側性ST 下降の意義

李 鍾大* 中野 顯* 清水寛正* 宇隨弘泰*
上田孝典*

運動負荷誘発 ST 上昇に伴う対側性 ST 下降の意義について検討した。心筋梗塞慢性期(> 1month)のトレッドミル運動負荷心電図(Modified Bruce 法)で、異常 Q 波のある 2 誘導以上で 0.1mV を超える ST 上昇(J 点より 80msec)を認め、梗塞責任血管以外に有意狭窄のない 30 例(平均 67 歳)を対側誘導での 0.1mV 以上(J 点より 80msec)の ST 下降を認めた 16 例(平均 65 ± 9 歳: A 群)と認めなかった 14 例(平均 69 ± 9 歳: B 群)に分類した。同時期に左心室造影(LVG)・NH3/FDG dual PET も行い、NH3-PET での血流低下領域における FDG 集積亢進を ischemic but viable の指標とした。梗塞発症からの経過日数(75 ± 49 日 vs 74 ± 52 日)、運動負荷時間、rate pressure product、運動誘発 ST 上昇の程度、左室壁運動異常の程度には両群間で差はなかった。梗塞責任血管完全閉塞は A 群 8 例、B 群 5 例に認めた。残り 17 例の梗塞責任血管は、A 群 45 ± 21 %、B 群 48 ± 25 %の残余狭窄を残して開存していた。NH3/FDG-PET により、A 群全例と B 群 3 例(21 %) で viability の残存ありと判定された。残存心筋 viability 検出における対側性 ST 下降の感度・特異度・正確度はそれぞれ 84 %・100 %・90 %であった。対側性 ST 下降の有無により梗塞部位の残存心筋 viability を評価できる可能性がある。

(心電図, 2001 ; 21 : 258 ~ 262)

Keywords

- 対側性 ST 下降
- 運動負荷心電図
- 心筋梗塞
- 残存心筋
- positron emission tomography

* 福井医科大学第一内科
(〒910-1193 福井県吉田郡松岡町下合月23-3)

I. はじめに

心筋梗塞慢性期の運動負荷誘発 ST 上昇はしばしば認められ、心筋虚血や高度の左室壁運動異常が原因と考えられている^{1), 2)}。一方、梗塞部位での運動負荷誘発 ST 上昇には対側誘導での ST 下降を伴うことがあり、多枝病変の存在を示す所見であることが示されている³⁾。しかし、この運動誘発対側性 ST 下

Clinical significance of exercise-induced ST-elevation associated with reciprocal ST-depression for evaluating myocardial viability in patients with old myocardial infarction

Jong-Dae Lee, Akira Nakano, Hiromasa Shimizu, Hiroyasu Uzui, Takanori Ueda

表1 患者背景

	A群(n=16)	B群(n=14)	p value
年齢 (years)	65±9	69±9	0.41
性 (M / F)	12 / 4	13 / 1	0.34
梗塞部位 (ant / inf)	6 / 10	9 / 5	0.14
発症後日数 (days)	75±49	74±52	0.86
運動時間 (sec)	398±177	402±131	0.95
RPP (mmHg·bpm)	25,974±4,314	25,283±5,500	0.72
完全閉塞	8	5	0.43
残存狭窄 (%)	45±21	48±25	0.68
側副血行 (good / poor)	7 / 1	1 / 4	0.03
WMAS	5.0±2.9	6.9±2.7	0.14

A群：対側性ST下降あり，B群：対側性ST下降なし，ant：前壁，inf：下壁，
RPP：rate pressure product，WMAS：wall motion abnormality score

降(reciprocal ST depression)は，梗塞責任血管以外に狭窄のない症例にも認められるが，その意義は明らかにされていない．我々は，虚血にさらされた viable な心筋 (ischemic but viable myocardium) の存在を正確に評価することが可能な FDG-PET⁴⁾を用いて，心筋梗塞慢性期における，運動負荷誘発ST上昇に伴う対側性ST下降と梗塞領域の残存心筋虚血 (viability) との関連について検討した．

II. 対象と方法

対象は，心筋梗塞慢性期(>1month)のトレッドミル運動負荷心電図において，異常Q波のある2誘導以上で0.1mVを超えるST上昇を認め，同時期の冠動脈造影検査で梗塞責任冠動脈以外に有意狭窄のない前壁または下壁梗塞症例30例(男性25例，女性5例，平均67歳)である．ST偏位に与える薬剤を投与されている症例，伝導障害のある症例は除外した．

運動負荷心電図はModified Bruce法を用いた症候限界多段階負荷で行い，異常Q波のある誘導での

0.1mV以上のST上昇(J点より80msec)を有意なST上昇とし，対側性ST下降は心筋梗塞発症時にみられたST下降と一致する誘導での0.1mV以上のST下降(J点より80msec)とした．対象30例を対側性ST下降を認めた16例(平均65±9歳，男性12例，女性4例，前壁梗塞6例，下壁梗塞10例：A群)と認めなかった14例(平均69±9歳，男性13例，女性1例，前壁梗塞9例，下壁梗塞5例：B群)に分類した．図1にA群症例の運動負荷心電図を示す．

運動負荷心電図施行と同時期に冠動脈造影(CAG)・左心室造影(LVG)を施行した．CAGでは狭窄率が25%を超える場合を有意な冠動脈狭窄とした．左室造影像はAHAの分類に従い7領域に分割し，領域ごとに5段階でスコア化し(normal：0～dyskinesis：4)，その総和(wall motion abnormality score：WMAS)で症例ごとに壁運動異常の程度を評価した(図2上段)．

運動負荷心電図施行と同時期に，一晩の絶食下でNH3/FDG dual PETを施行した．各imageは図2下

図1 運動負荷心電図(A群症例)

下壁梗塞症例の運動負荷心電図。運動によりⅡ、Ⅲ、aV_F誘導でのST上昇と同時にV₂₋₅誘導でのST下降を認めた。

段のごとく9領域に分割し評価した。NH3-PETは領域ごとの% uptakeを用いて半定量評価し、FDG-PETは下式により領域ごとの平均集積FDG uptake index (FUI) を求め、定量評価した⁵⁾。

$$\text{Uptake index} = \frac{\text{CT} \times 100(\text{ml})}{\text{Dose of FDG}(\text{mCi}) \times \text{CF} \times 60/\text{BW}} \times 100(\%)$$

[CT: myocardial tissue activity per pixel (cpm/ml), CF: calibration factor, BW: body weight(kg)]

NH3-PETでの% uptakeが70%未満の領域を血流低下領域とし、FDG-PETで当院における正常値の平均+2SDを超える集積を示した領域をFDG集積亢進領域とした。血流低下とFDG集積亢進を示す領域をischemic but viable, 血流低下のみでFDG集

積亢進を認めない領域をscar tissueとした。

また、A群全例(16/16)とB群14例中11例で安静時のタリウム(Tl)およびBMIPP心筋シンチグラムをも施行し、TlとBMIPPのミスマッチをviability残存の指標として対側性ST下降の有無によるviability評価の有用性を検討した。

Ⅲ. 統計解析

すべてのデータはmean ± SDで示した。2群の平均値の差の検定にはunpaired t-testを、比率の差の検定には χ^2 検定を用い、危険率5%以下を有意と判定した。

Ⅳ. 結 果

両群間には、梗塞発症よりの経過日数・運動負荷時間・rate pressure products・運動負荷時ST上昇の程度・左室壁運動異常の程度に差を認めなかった。梗塞責任血管の完全閉塞はA群8例、B群5例に認められた。残り17例の梗塞責任冠動脈狭窄率は、A群で45 ± 21%, B群で48 ± 25%であった。

NH3-PETでの血流低下領域は梗塞責任冠動脈の灌流域内にだけ認められ、A群では144領域中50領域(35%), B群では126領域中42領域(33%)であった。これらの血流低下領域中でFDGの集積亢進を認めたischemic but viable領域は、A群では50領域中41領域(82%)であったのに対し、B群では42領域中7領域(17%)のみにすぎなかった(p < 0.01: 表2)。NH3/FDG-PETで1領域以上のischemic but viable領域を有するものをviability(+)症例として対側性ST下降の有用性を検討したところ、A群全例とB群の3例(21%)がviability(+)症例と判定された。対側性ST下降の残存心筋viability検出における感度・特異度・正診率はそれぞれ84%・100%・90%であった。

また、TlとBMIPPのミスマッチを心筋viability残存の指標とした場合にも、viability(+)と判定されたのは、A群では16例中13例(81%)であったのに対し、B群では11例中2例(18%)のみであった。

左心室造影

PET 検査

図2 左心室造影とPET検査の評価法

左室造影像: AHAの分類に従い7領域に分割し, 領域ごとに5段階でスコア化し, その総和 (wall motion abnormality score : WMAS) で症例ごとに壁運動異常の程度を評価した.

PET検査: NH3-PETによる血流低下領域中, FDG集積亢進が認められる領域を ischemic but viable 領域とした.

表2 対側性ST下降と血流低下領域での viability の有無

領域別解析		
	Group A (n = 50)	Group B (n = 42)
Viability (+)	41	7
Viability (-)	9	35
$p < 0.01$		
患者別解析		
	Group A (n = 16)	Group B (n = 14)
Viability (+)	16	3
Viability (-)	0	11
$p < 0.001$		

対側性ST下降の残存心筋 viability 検出における感度・特異度・正診率はそれぞれ81%・82%・82%であった.

V. 考 察

心筋梗塞慢性期における運動負荷誘発ST上昇と梗塞領域の心筋 viability は関連するとの報告がある⁶⁾. しかし, 心筋梗塞慢性期における運動誘発対側性ST下降は, 梗塞責任冠動脈以外の有意冠動脈狭窄によるとの見解が広く受け入れられているため³⁾, ST上昇に伴う対側性ST下降に着目して心筋 viability との関連を検討した報告はない. しかし, 今回の検討症例中の対側性ST下降を示さない症例では, 領域別では17%, 症例ごとでは21%でのみ viability (+) と判定されたのに対し, 対側性ST下降を示す陳旧性心筋梗塞症例では, 領域別で82%, 症

例ごとでは100%で梗塞領域に viability を残していると考えられた。

我々は、梗塞領域に起こる運動負荷時の心筋虚血が対側性ST下降を伴ったST上昇をもたらすのではないか、また、運動負荷時に梗塞領域に虚血が生じるということは、viableな心筋の存在を示す逆説的証拠となるのではないかと推察した。心筋梗塞発症時や異型狭心症発作時などの貫壁性虚血に伴うST上昇には、対側性ST下降が観察されることが多い⁷⁾という事実も我々の推論を支持するものと考えられる。これに対して、心室瘤に代表されるような viability に乏しい領域におけるST上昇は、壁伸展により生じていると考えられ⁸⁾、この場合は心筋虚血に伴うST上昇と異なり、対側性ST下降を伴わないのではないかと推察した。

以上のように、運動誘発ST上昇に伴う対側性ST下降は、梗塞部位での心筋虚血と密接に関連した現象であると考えられる。梗塞責任冠動脈以外には有意狭窄のない1枝病変であることがすでに明らかであり、特定の薬剤投与や伝導障害のない症例であることを前提とすれば、運動誘発対側性ST下降は梗塞領域の残存心筋の存在を評価するうえで簡便かつ安価な指標と考えられた。冠血行再建術の適応を判定するうえで極めて有用である。

【文 献】

- 1) Gewirtz H, Sullivan M, O'Reilly G, Winter S, Most AS : Role of myocardial ischemia in the genesis of stress-induced S-T segment elevation in previous anterior myocardial infarction. *Am J Cardiol*, 1983 ; 51 : 1289~1293
- 2) Chahine RA, Raizner AE, Ishimori T : The clinical significance of exercise-induced ST-segment elevation. *Circulation*, 1976 ; 54 : 209~213
- 3) Weiner DA, McCabe C, Klein MD, Reyan TJ : ST segment changes post-infarction : predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysm. *Circulation*, 1978 ; 58 : 887~891
- 4) Tamaki N, Kawamoto M, Tadamura E, Magata Y, Yonekura Y, Nohara R, Sasayama S, Nishimura K, Ban T, Konishi J : Prediction of reversible ischemia after revascularization : perfusion and metabolic studies with positron emission tomography. *Circulation*, 1995 ; 91 : 1697~1705
- 5) Tamaki N, Yonekura Y, Kawamoto M, Magata Y, Sasayama S, Takahashi N, Nohara R, Kambara H, Kawai C, Konishi J : Simple quantification of regional myocardial uptake of fluorine-18-deoxyglucose in the fasting condition. *J Nucl Med*, 1991 ; 32 : 2152~2157
- 6) Margonato A, Chierchia SL, Xuereb RG : Specificity and sensitivity of exercise-induced ST segment elevation for detection of residual viability : comparison with fluorodeoxyglucose and positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol*, 1995 ; 25 : 1032~1038
- 7) Prinzmetal M, Toyoshima H, Ekmekci A, Mizuno Y, Nagaya T : Myocardial ischemia : nature of ischemic electrocardiographic patterns in the mammalian ventricles as determined by intracellular electrographic and metabolic changes. *Am J Cardiol*, 1961 ; 8 : 493~503
- 8) Lab MJ : Contraction-excitation feedback in myocardium. *Circ Res*, 1982 ; 50 : 757~766