

痛み閾値推測の試み

Trial assessment of pain threshold

野池 博文

Hirofumi NOIKE

Summary

To elucidate the pathological aspects of silent myocardial ischemia, we studied 24 patients with ischemic heart disease who had culprit lesions in the left anterior descending artery (LAD). We determined the presence of myocardial ischemia and measured coronary wedge pressures (CWP; mmHg) and collateral circulation and ST deviation on the ECG (intracoronary ECG: ic-ECG, and surface ECG; mm) after balloon inflation during PTCA intervention.

The study subjects included 9 with exertional angina, 10 with post-infarction angina, and 5 with Cohn type II angina. During 78 balloon inflations, the group of ischemic symptoms (Group S) occurred in 40% of all cases, the group without ischemic symptoms (Group A) constituted 45%, and the Cohn type II specific for ischemic symptoms accounted for 15%.

The relationship between CWP (X-axis) and ST deviation (Y-axis) of ic-ECG was: $Y = -0.46X + 20.19$ ($r = -0.59$; $p < 0.01$), and the relationship between CWP and ST deviation of the surface ECG was: $Y = -0.12X + 6.58$ ($r = -0.42$; $p < 0.01$). Thus, a negative correlation was confirmed between them. Furthermore, similar results were obtained for Groups S and A.

Based on this relationship, the pain threshold was estimated. In Group S, CWP exceeded 34 mmHg, i.e., ischemia was expected to be mild because of good collateral circulation, but an average ST deviation accompanying ischemic symptoms was observed. However, in Group A, CWP was less than 24 mmHg, i.e., ischemia was expected to be severe due to poor collateral circulation, but an average ST deviation lacking ischemic symptoms was observed. Comparison of these results showed that the pain threshold observed from the ST deviation of ic-ECG was 6.0-6.5 mm and that of the surface ECG was 2.6-2.8 mm.

From these threshold values, the ST deviations during 12 balloon inflations in the Cohn type II were evaluated. Because 100% of ic-ECG and 75% of surface ECG exhibited values exceeding the threshold values, it was concluded that the cause of the Cohn type II was an increase of the pain threshold.

ST deviations of the ic-ECG for Group S and the Cohn type II were 12.0 ± 6.7 and 9.8 ± 2.7 mm, respectively, and ST deviations of the surface ECG were 4.7 ± 2.4 and 3.5 ± 1.7 mm, respectively. Since there were no significant differences between Group S and the Cohn type II, it was concluded that the ischemic degree of the Cohn type II was approximately the same as that of Group S.

Key words

Pain threshold

Silent myocardial ischemia

Intracoronary ECG

Coronary wedge pressure

目 的

Heberden (1768年)の報告以来、虚血性心疾患

の診断にとって自覚症状は重要な位置を占めてきた。しかし、近年、心筋虚血を同定するための検査機器の開発ならびに普及に伴い、胸痛をはじめ

東邦大学医学部附属大森病院 第二内科
東京都大田区大森西 6-11-1 (〒143)

The Second Department of Internal Medicine, Toho
University School of Medicine, Omori-nishi 6-11-1,
Ohta-ku, Tokyo 143

Received for publication July 14, 1990; accepted November 4, 1991 (Ref. No. 37-PS26)

とする虚血症状を伴わない心筋虚血, すなわち Cohn¹⁾ により提唱された無症候性心筋虚血の存在が注目されてきた。

本病態の成因としてこれまで, 痛み閾値の変化あるいは心筋虚血の範囲, 程度の差等²⁻⁴⁾, 種々の仮説が考慮されてきたが, いまだに一定の見解は得られてない。本報告ではこの点を解明する目的で, 経皮的冠動脈形成術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty: PTCA) 中に生じる心筋虚血のモデルから検討を加えた。

対 象

対象は左前下行枝に責任冠動脈を有し, 負荷 TI-201 心筋シンチグラフィあるいはトレッドミル負荷試験により, 同領域の虚血が証明された 24 例の待機的 PTCA 症例 (男 17 例, 女 7 例, 年齢 32-69 歳: 平均 58.1 歳) で, その内訳は労作性狭心症 9 例, 心筋梗塞後狭心症 10 例, Cohn type II の無症候性心筋虚血, すなわち心筋梗塞後無症候例 5 例であった (Table 1)。

なお, 労作性狭心症例は負荷試験あるいは日常生活において, 心筋梗塞後狭心症例は梗塞の急性期, 負荷試験あるいは日常生活において, また Cohn type II は心筋梗塞の急性期において, それぞれ虚血症状を経験している。

方 法

1. 心筋虚血の評価

PTCA 中に生じる心筋虚血のうち, その程度が最も強いと解されるバルーン拡張終了時における虚血症状と, 冠動脈内および体表心電図の ST 偏位を虚血の指標とした。

虚血症状は典型的虚血症状, すなわち明らかに心筋虚血に由来すると考慮される胸痛, 胸部圧迫感, 絞扼感等が出現した場合を陽性と判定した。なお, この判定への影響が懸念される鎮痛剤および睡眠剤の類いは使用しなかった。

冠動脈内心電図は先端から 4 cm が絶縁されていない flexible guide wire 0.014 inch (USCI 製)

Table 1. Patients' profiles

Patients	24
Clinical diagnosis	
Angina pectoris	9
Postinfarction angina	10
SPI	5
Males/females	17/7
Age (yrs)	58.1±11.1

SPI=silent post infarction angina or Cohn type II.

を標的冠動脈病変部を越えて可能な限り遠位部に挿入し, これを探查電極とする単極誘導心電図を, 胸部誘導と同時に 25 mm/sec で記録した。

ST 偏位の計測は基線より上の場合には J 点で行ない, 下の場合には J 点より 0.08 秒後で行なった。体表心電図の ST 偏位の計測は, 胸部誘導のうち最大 ST 偏位を示す誘導で同様に行なった。

2. 側副血行路の評価

PTCA 術前の評価には冠動脈造影 (Rentrop 分類⁵⁾) を用い, 術中のそれには冠動脈楔入圧を用いた。

冠動脈楔入圧の記録に際しては, ガイドワイヤー挿入下でも先端圧を反映する low-profile balloon catheter 2.0-3.5 mm (USCI 製) を用い, この先端とガイドカテーテルを介する平均圧が一致するように微調整した後, バルーンを病変部位に留置し, 術中の先端圧を連続記録した。このうち心筋虚血の評価と同時点である拡張終了時の平均圧を冠動脈楔入圧とし, これを用いた側副血行路の臨界値の報告から⁶⁻⁹⁾, 本論文では 24 mmHg 以下, 24-34 mmHg および 34 mmHg 以上をそれぞれ不良, 中等度および良好な側副血行路を有すると見做し検討した。

上記の冠動脈内心電図, 体表心電図および冠動脈楔入圧の記録には, Sior, Mingograf 804 (Siemens-Elcoma 製) および Cardimax FX-601 (フクダ電子製) を使用した。

3. 痛み閾値の推定法

冠動脈楔入圧が 34 mmHg 以上を示し, 虚血が

Table 2. Patients' characteristics

	Angina pectoris	Post-infarction angina	SPI
Number of inflations	38	28	12
<i>Target lesion</i>			
Proximal	10/38 (26%)	13/28 (46%)	6/12 (50%)
Mid	28/38 (74%)	15/28 (54%)	4/12 (33%)
Distal	0	0	2/12 (17%)
<i>Typical ischemic symptoms</i>			
Yes	17/38 (45%)	14/28 (50%)	0/12 (0%)
No	21/38 (55%)	14/28 (50%)	12/12 (100%)
<i>Frequency of inflations</i>			
Symptomatic group		31/78 (40%)	
Asymptomatic group		35/78 (45%)	
SPI		12/78 (15%)	

Symptomatic group=group with anginal pain during balloon inflation; Asymptomatic group=group without anginal pain during balloon inflation; SPI=silent post-infarction angina or Cohn type II.

より軽度と予測されるのに反して虚血症状を呈する ST 偏位例と、冠動脈楔入圧が 24 mmHg 以下を示し、虚血がより高度であると予測されるのに反して虚血症状を欠く ST 偏位例について、その平均値の対比から痛み閾値を求め、この閾値と Cohn type II の ST レベルの対比から、本病態と痛み閾値の関連を検討した。

成績

1. PTCA 成績 (Table 2)

労作性狭心症および心筋梗塞後狭心症のバルーン拡張時間は平均 60.9 秒、Cohn type II のそれは平均 53.7 秒であった。

バルーンの拡張回数は労作性狭心症で 38 回、心筋梗塞後狭心症で 28 回、また Cohn type II で 12 回の計 78 回であり、これを拡張部位から見た場合、Cohn type II が末梢病変に片寄る傾向は見られなかった。

全 78 回の各バルーン拡張中に虚血症状を呈する有症状例は、労作性狭心症の 45% (17/38)、心筋梗塞後狭心症の 50% (14/28) を占め、Cohn

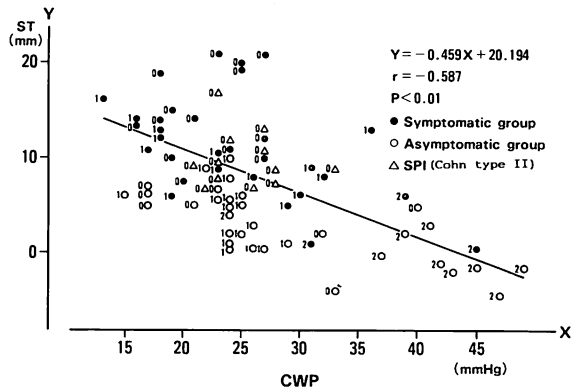


Fig. 1. Relationship between ST deviation in the intracoronary electrocardiogram (ic-ECG) and coronary wedge pressure (CWP).

Abbreviations and groups: see Table 2.

Figures 0 to 2 indicate collateral filling grade by Rentrop.

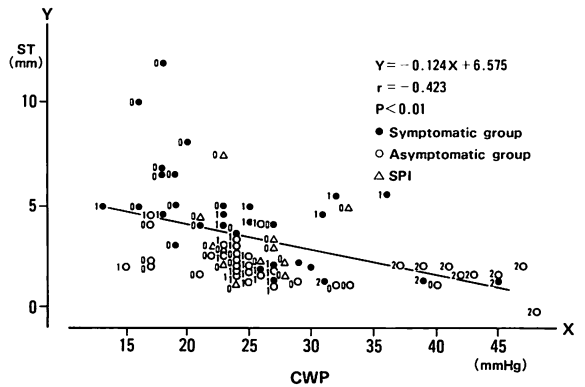


Fig. 2. Relationship between ST deviation in the surface ECG and coronary wedge pressure (CWP).

Abbreviations and groups; see Table 2.

type II はバルーン拡張中も虚血症状を欠くことより、有症状群は全体の 40% (31/78) を占めた。虚血症状を欠く無症状群は、虚血症状に関し特殊例である Cohn type II を別に評価する必要性から、これを除外した 45% (35/78) を占め、Cohn type II は 15% (12/78) を占めた。

2. 冠動脈楔入圧と ST 偏位の関係

冠動脈楔入圧 (mmHg) を X 軸, ST 偏位 (mm)

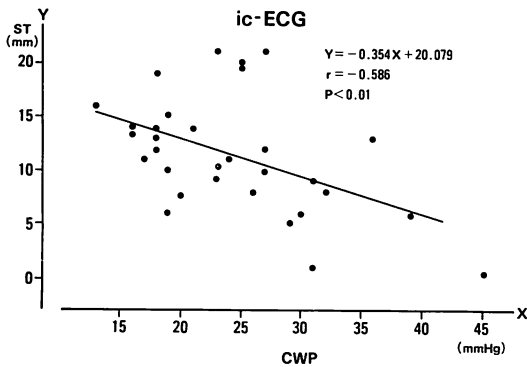


Fig. 3. Relationship between ST deviation in the intracoronary electrocardiogram (ic-ECG) and coronary wedge pressure (CWP) in symptomatic group.

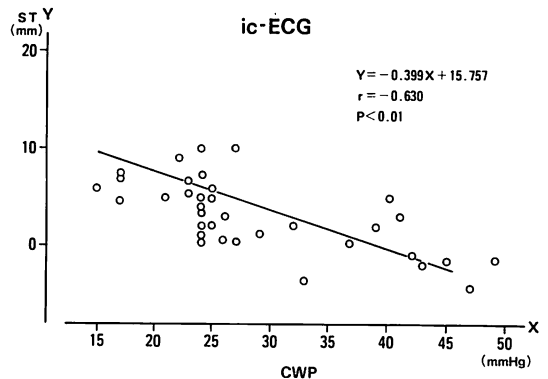


Fig. 5. Relationship between ST deviation in the intracoronary electrocardiogram (ic-ECG) and coronary wedge pressure (CWP) in asymptomatic group.

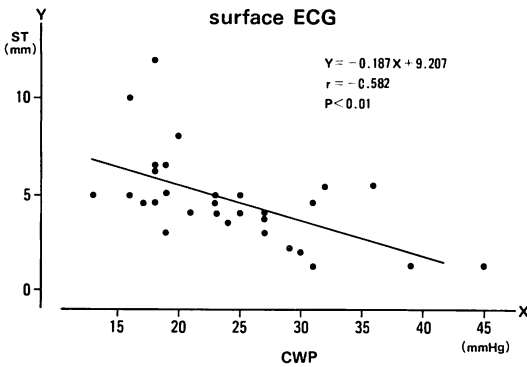


Fig. 4. Relationship between ST deviation in the surface ECG and coronary wedge pressure (CWP) in symptomatic group.

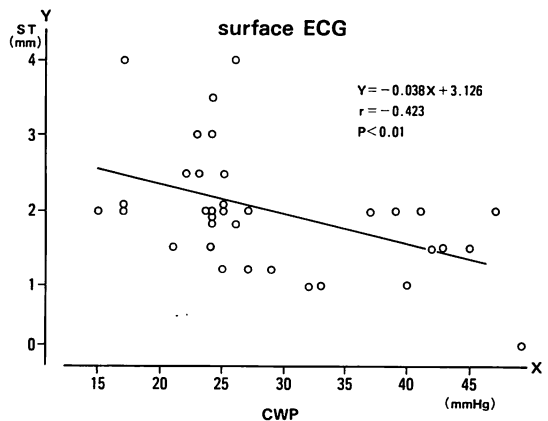


Fig. 6. Relationship between ST deviation in the surface ECG and coronary wedge pressure (CWP) in asymptomatic group.

を Y 軸とする二次元座標上に、各バルーン拡張の成績をプロットした。

冠動脈楔入圧と冠動脈内心電図の ST 偏位の関係は $Y = -0.46X + 20.19$ ($r = -0.59, p < 0.01$) (Fig. 1), 体表心電図のそれは $Y = -0.12X + 6.58$ ($r = -0.42, p < 0.01$) と、ともに負の相関を認め (Fig. 2), 特に冠動脈内心電図において良好な相関関係が得られた。

虚血症状の有無による検討では、有症状群において、冠動脈内心電図のそれは $Y = -0.35X + 20.08$ ($r = -0.59, p < 0.01$) (Fig. 3), 体表心電図の

それは $Y = -0.19X + 9.21$ ($r = -0.58, p < 0.01$) (Fig. 4) と、ともに負の相関を示した。また無症状群では、冠動脈内心電図のそれは $Y = -0.40X + 15.78$ ($r = -0.63, p < 0.01$) (Fig. 5), 体表心電図のそれは $Y = -0.04X + 3.13$ ($r = -0.42, p < 0.01$) (Fig. 6) と、ともに負の相関を示し、ここでも特に冠動脈内心電図において良好な相関関係が得られた。

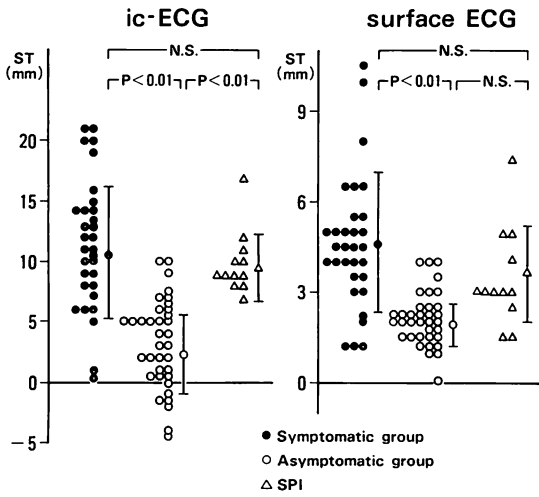


Fig. 7. Comparison of ST deviation between symptomatic group, asymptomatic group and SPI.
N.S.=not significant.
Abbreviations and groups: see Table 2.

3. 虚血症状別および Cohn type II の ST 偏位 (Fig. 7)

冠動脈内心電図において、有症状群、無症状群および Cohn type II の ST 偏位はそれぞれ 12.0 ± 6.7 , 2.2 ± 3.2 および 9.8 ± 2.7 mm であり、有症状群と Cohn type II の間に有意差は無く、それ

ぞれ無症状群に比し、有意 ST 上昇を認めた。体表心電図の ST 偏位はそれぞれ 4.7 ± 2.4 , 1.9 ± 0.8 および 3.5 ± 1.7 mm で、同様な傾向が示された。

4. 冠動脈楔入圧から見た虚血症状と側副血行路の関係 (Fig. 8)

冠動脈楔入圧の三つの分類、すなわち 24 mmHg 以下、24-34 mmHg および 34 mmHg 以上において、有症状群の占める割合はそれぞれ 67, 41 および 25% であり、冠動脈楔入圧の上昇に伴って減少した。また術前に Rentrop grade 0 を示す側副血行路の割合は、冠動脈楔入圧の上昇に伴い、それぞれ 54, 28 および 8% と減少し、逆に Rentrop grade 1 および 2 の占める割合は増加した。

5. 痛み閾値の推定 (Fig. 9)

始めに冠動脈内心電図について検討した。有症状群において冠動脈楔入圧が 34 mmHg 以上の例での ST 偏位は 6.5 ± 6.2 mm、無症状群において同楔入圧が 24 mmHg 以下の例における ST 偏位は 6.0 ± 1.9 mm であることから、痛み閾値は冠動脈内心電図の ST 偏位から見て 6.0-6.5 mm と推定された。体表心電図についても同様に検討し、痛み閾値は 2.6-2.8 mm の ST 偏位であると推定した。

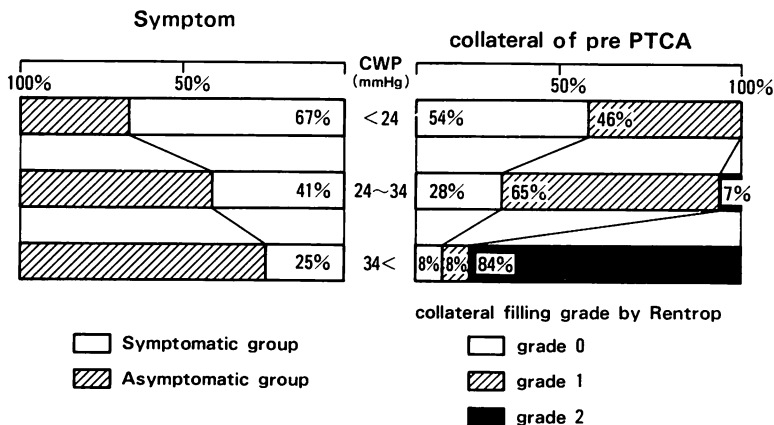


Fig. 8. Incidence of ischemic symptom during balloon inflation and collateral filling grade by baseline coronary angiogram at 3 different degrees of coronary wedge pressure (CWP).
Abbreviations and groups: see Table 2.

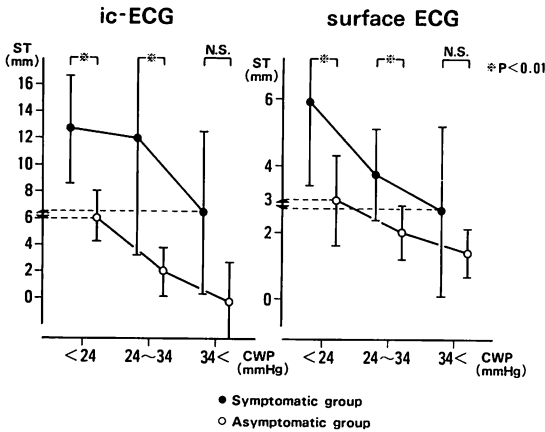


Fig. 9. Comparison of ST deviation between 3 different groups of the CWP.

In the ic-ECG, the mean ST elevations between CWP >34 mmHg in symptomatic group and CWP <24 mmHg in asymptomatic group were 6.5 and 6.0 mm, respectively. In the same way, in surface ECG, the mean ST elevations were 2.6 and 2.8 mm, respectively.

N.S.: not significant.

Abbreviations and groups: see Table 2.

求めた閾値を用い、Cohn type II に対する12回のバルーン拡張時のST偏位を検討すると、冠動脈内心電図では100% (12/12)、体表心電図では75% (9/12)がこの閾値以上に偏位した。またこれを用い、有症状群におけるST偏位を検討すると、冠動脈内および体表心電図ともに、この閾値以下でも虚血症状を呈するものの存在が示された (Fig. 7)。

症例呈示

症例: 62歳, 男性

1988年8月より労作性の胸部圧迫感が出現。翌年3月の冠動脈造影にて左前下行枝に有意狭窄病変を認め、T1-201心筋シンチグラフィにて同領域の心筋虚血を同定し、4月26日にPTCAを施行した。

Profile plus 3.0 mmのバルーンカテーテルを用い、計6回拡張した。このうち虚血症状を呈す

る初回とこれを欠く5回目の心電図、大動脈圧および冠動脈楔入圧の推移をFig. 10に示す。初回に比し、5回目バルーン拡張終了時のST偏位および大動脈圧の変動は軽度であり、それぞれのバルーン拡張時間は53および30秒、冠動脈楔入圧は24および27 mmHgであった。

また、PTCA直前の冠動脈造影にてseg. 7に実測72%の狭窄病変を認め、この領域への側副血行路はRentrop grade 0であったが (Fig. 11)、初回および最終のバルーン拡張中には、Rentrop grade 2へダイナミックに変化した (Fig. 12)。

考 察

無症候性心筋虚血の成因に関し、Glazierら¹⁰⁾は各種刺激に対する前腕の反応特性を検討し、本病態の成因は“痛み閾値の変化”であると報告している。一方、Sigwartら¹¹⁾は冠動脈閉塞からの時間経過に従い、心機能異常、心電図変化に続き、最後に虚血症状が出現することから、心電図変化から虚血症状の出現に至るまでの“虚血の程度”が、本病態の成因であるとしている。また、Cohnが提唱した三つの病型間でもそれぞれ成因が異なるとされており¹²⁾、現況においては本病態を一元的に説明することは困難である。

本論文では無症候性心筋虚血のうちCohn type IIに的を絞る、その成因を“痛み閾値の変化”の見地より検討した。

痛み閾値の検討に際し、この痛みを典型的虚血症状としたが、これは無症候性心筋虚血の定義¹³⁾に反するとも解される。しかしCohn type IIの臨床的評価はこの定義を満たすこと、さらに短いバルーン拡張中に正確に虚血症状を把握することが困難であることから、典型的な痛みの例に限定した。また、虚血症状に関し特殊例であるCohn type IIを評価する上で、バルーン拡張時間は重要な問題であるが、平均34秒で虚血症状が出現する¹¹⁾ことから、平均53.7秒における判定は妥当であると判断した。

本論文において、心筋虚血の指標として冠動脈

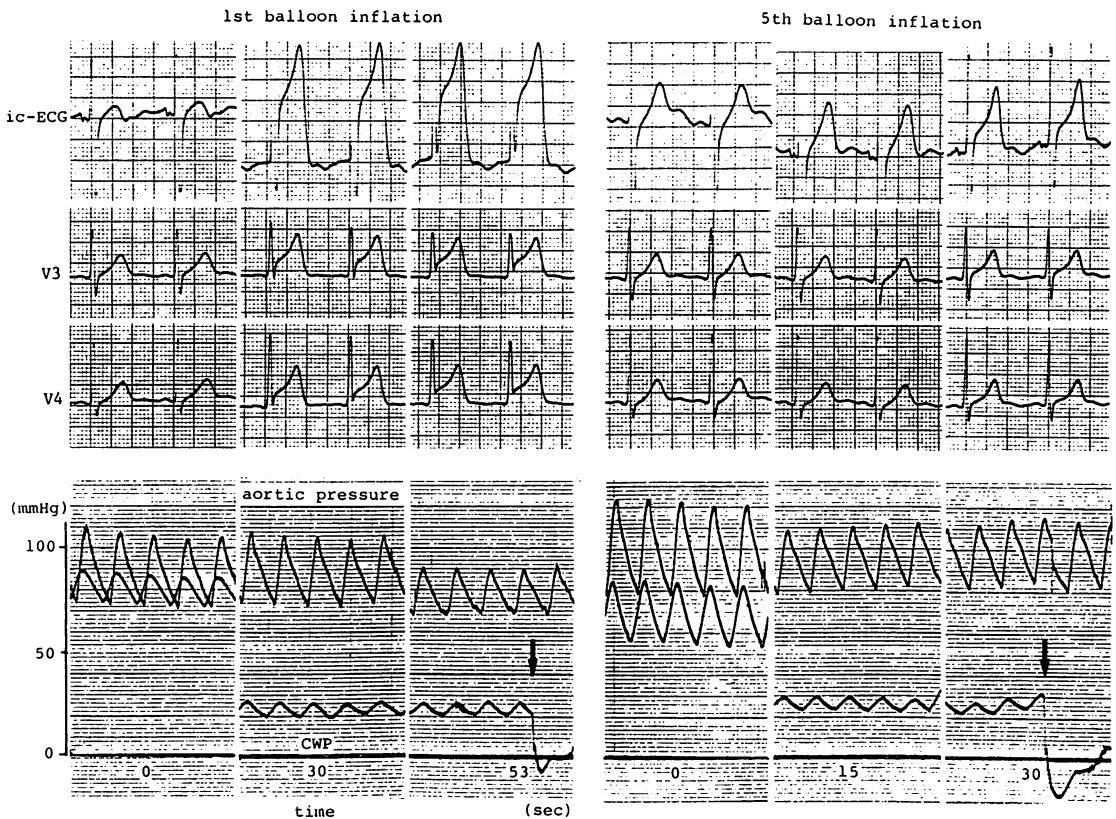


Fig. 10. Serial changes of ST deviation, aortic pressure and coronary wedge pressure (CWP) during 1st and 5th balloon inflations.

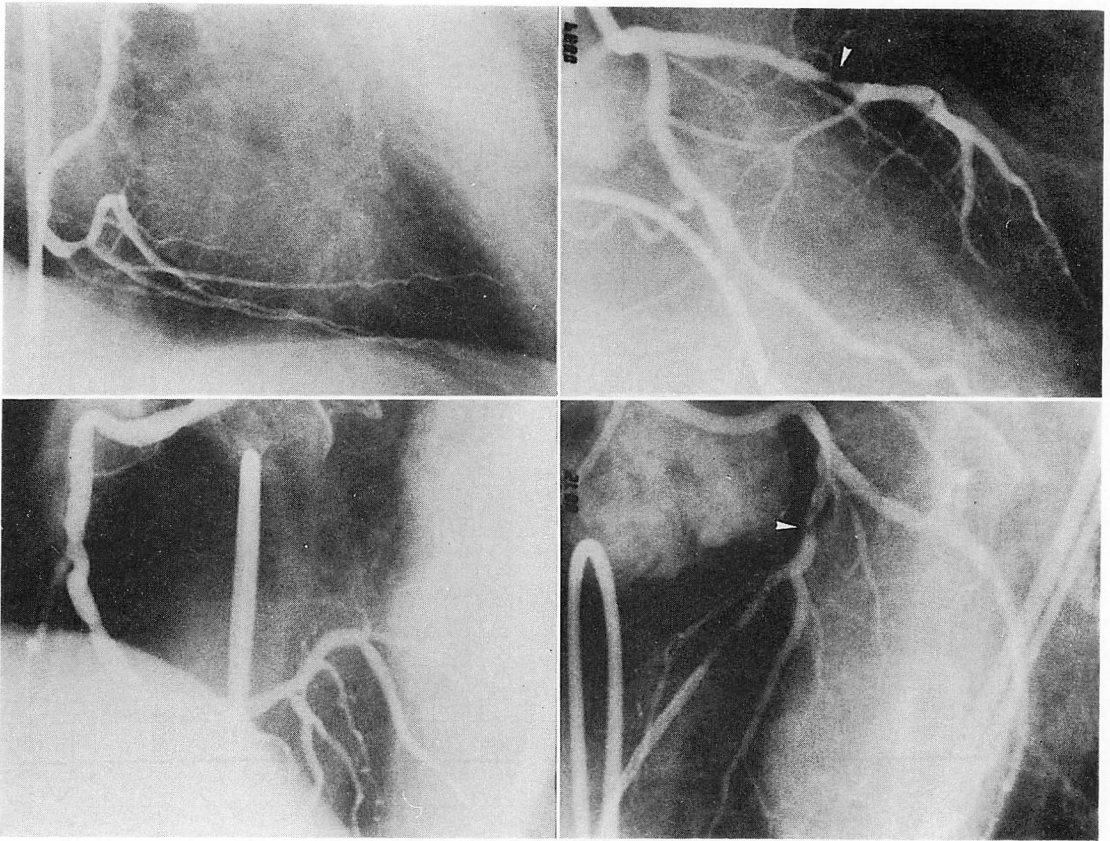
Arrows : balloon deflation.

内心電図を用いたのは、この方法は心外膜面の電気変化を直接記録するもので、体表心電図に比し、より早期かつ鋭敏に反応し¹⁴⁻¹⁸⁾、そのST偏位の程度は心筋代謝面から見た虚血の程度を反映するからである^{15,16,19)}。したがって本論文における冠動脈内心電図と、体表心電図を用いた各種評価の成績の信頼性は、冠動脈内心電図が優れるものと考えられる。また、ST偏位に關与する側副血行路は、症例に示すごとく、ダイナミックに変化するため、バルーン拡張中の評価が可能である冠動脈楔入圧⁶⁻⁹⁾を用いた。

これら二つを指標として、バルーン拡張中の心筋虚血と側副血行路の關係を検討したところ負の相関が得られ、虚血症状別の評価でも同様な成績

が得られた。この成績から、ST偏位は側副血行路の影響を加味した心筋虚血の程度を反映すると考慮され、この關係を根拠に痛み閾値を求めた。

この閾値を用い、Cohn type IIを評価したところ、特に冠動脈内心電図のST偏位は100%がこの値以上に偏位し、その程度は有症状群のそれと同程度であることから、本病態の成因は痛み閾値の上昇であると推論した。なお痛みに關与する神経伝達径路の異常は、梗塞急性期、負荷試験、あるいは日常生活で虚血症状を呈することから否定的であるが、梗塞による痛み受容体の破壊、あるいは損傷による可能性は残されている。さらに有症状群に比し、Cohn type IIに対するバルーン拡張部位が末梢に片寄っていないことから、虚



**Fig. 11. Control coronary angiograms demonstrating 72% stenosis in the LAD (arrowhead).
No collateral flow was observed in the right coronary artery.
LAD=left anterior descending artery.**

血の範囲の差によるものではないと考えられた。

以上の結果より、Cohn type II は虚血症状を欠くが、虚血の程度は有症状群のそれと同等であることが示唆された。これが本病態の生活の質の向上、虚血に基づく心事故の予防、および心室機能の保持に積極的な治療が有用とされる²⁰⁻²³⁾根拠と考える。

また今回、痛み閾値を設定することにより、この閾値以下でも虚血症状が出現する病態が認識された。

結 論

Cohn type II の成因は“痛み閾値の上昇”に

よるものと推測され、その虚血の程度は虚血症状を有するものと同程度であることが示された。

要 約

無症候性心筋虚血のうち、Cohn type II の病態を明らかにする目的で、虚血性心疾患 24 例に対する計 78 回の各バルーン拡張ごとに虚血症状の有無の判定、冠動脈楔入圧、および ST 偏位を計測して検討したところ、冠動脈楔入圧と ST 偏位の間に負の相関が得られ、さらに虚血症状別の検討でも、同様な成績が得られた。この関係を根拠に、虚血症状を呈する有症状群とこれを欠く無症状群それぞれの冠動脈楔入圧、すなわち側副血

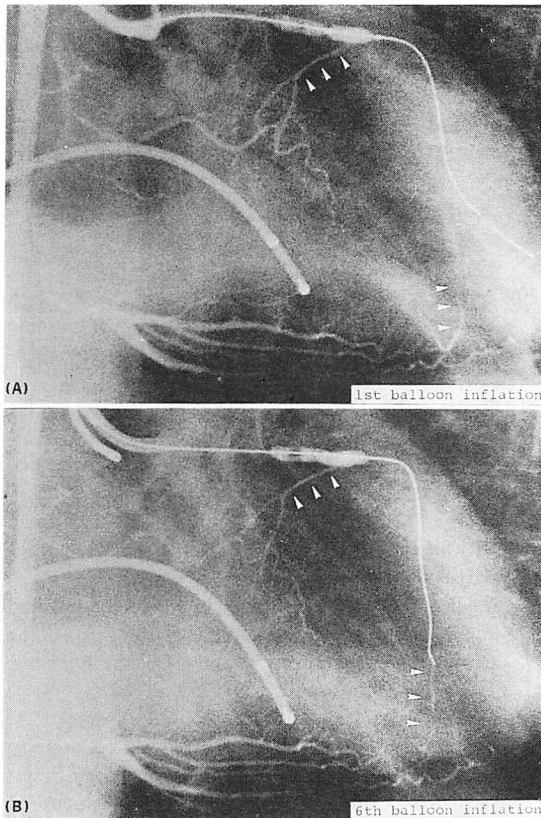


Fig. 12. Coronary angiograms during 1st (upper) and 6th (lower) balloon inflations for the LAD demonstrating good collateral flow from the RCA to the LAD (arrowhead).

RCA=right coronary artery; LAD=left anterior descending artery.

行路の影響を考慮した ST 偏位の対比から痛み閾値を求め、この閾値を用い Cohn type II を評価し以下の結果を得た。

1. 痛み閾値は ST 偏位から見て冠動脈内心電図では 6.0-6.5 mm, 体表心電図では 2.6-2.8 mm と推定した。
2. Cohn type II の成因は痛み閾値の上昇であると推測され、虚血程度の差によるものではないと考えられた。
3. Cohn type II は虚血症状を有するものと同程度の虚血を示すことから、これを配慮した治

療選択が必要と考えられた。

4. 痛み閾値の上昇とは逆に、痛み閾値が低下した病態が示された。

謝 辞

稿を終わるにあたり、御指導、御教示いただいた東邦大学循環器センター矢部喜正教授ならびに東邦大学第二内科上嶋権兵衛教授に深謝致します。

文 献

- 1) Cohn PF: Asymptomatic coronary artery disease. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* **50**: 55-60, 1981
- 2) Chierchia S, Lazzari M, Freedmann B, Brunelli C, Maseri A: Impairment of myocardial perfusion and function during painless myocardial ischemia. *J Am Coll Cardiol* **1**: 924-930, 1983
- 3) Cohn PF: Silent myocardial ischemia in patients with a defective anginal warning system. *Am J Cardiol* **45**: 697-702, 1980
- 4) Maseri A, Chierchia S, Davies G, Glazier J: Mechanisms of ischemic cardiac pain and silent myocardial ischemia. *Am J Med* **79**: 7-11, 1985
- 5) Rentrop KP, Cohen M, Blanke H, Phillips RA: Changes in collateral channel filling immediately after controlled coronary artery occlusion by an angioplasty balloon in human subjects. *J Am Coll Cardiol* **5**: 587-592, 1985
- 6) Bruyne B, Meier B, Finici L, Urban P, Rutishauser W: Potential protective effect of high coronary wedge pressure on left ventricular function after coronary occlusion. *Circulation* **79**: 566-572, 1988
- 7) Probst P: 'Collateral pressure' (occlusion pressure) during coronary angioplasty in coronary artery disease. *in Coronary Angioplasty: A Controlled Model for Ischemia* (ed by Serruys PW, Meester GT). Martinus Nijhoff Publishers, 1986, p 105
- 8) Meier B, Luethy P, Finci L, Steffenino GD, Rutishauser W: Coronary wedge pressure in relation to spontaneously visible and recruitable collaterals. *Circulation* **75**: 906-913, 1987
- 9) Meier B, Luethy P: Coronary wedge pressure as predictor of recruitable collateral arteries. *Circulation* **70** (Suppl II): 1062, 1984 (abstr)
- 10) Glazier JJ, Chierchia S, Brown MJ, Maseri A: Importance of generalized defective perception of painful stimuli as a cause of silent myocardial

- ischemia in chronic stable angina pectoris. *Am J Cardiol* **58**: 667-672, 1986
- 11) Sigwart U, Grbic M, Payot M, Goy JJ, Essinger A, Fischer A: Ischemic event during coronary artery balloon obstruction. *in* Silent Myocardial Ischemia (ed by Rutishauser W & Roskamm H). Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1984, p 29
 - 12) Cohn PF: The concept and pathogenesis of active but asymptomatic coronary artery disease. *Circulation* **75** (Suppl II): 2-3, 1987 (abstr)
 - 13) Cohn PF: Silent Myocardial Ischemia and Infarction. Marcel Dekker, New York, 1986
 - 14) Friedman PL, Shook TL, Kirshenbaum JM, Selwyn AP, Ganz P: Value of the intracoronary electrocardiogram to monitor myocardial ischemia during percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* **74**: 330-339, 1986
 - 15) Cordy E, Lang TW, Meerbaum S, Gold H, Hirose S, Rubins S, Dalmastro M: Closed chest model of intracoronary occlusion for study of regional cardiac function. *Am J Cardiol* **33**: 49-59, 1974
 - 16) Hashimoto K, Cordy E, Lang T, Rubins S, Meerbaum S, Osher J, Farcot JC, Davidson RM: Significance of S-T segment elevations in acute myocardial ischemia: Evaluation with intracoronary electrode technique. *Am J Cardiol* **37**: 493-500, 1976
 - 17) Meier B, Killisch JP, Adatte JJ, Casalini P, Rutishauser W: Intrakoronares Elektrokardiogramm während transluminale Koronarangioplastie. *Schweiz Med Wochenschr* **115**, 1590-1593, 1985
 - 18) 本江純子, 斎藤 穎, 日々谷和平, 森内正人, 加勢田直人, 鎌田智彦, 渡辺一郎, 小沢友紀雄, 波多野道信: PTCA 施行時における intracoronary electrocardiogram の有用性. *循環器科* **21**: 63-69, 1987
 - 19) 岡崎康司, 駒村和雄, 三嶋正芳, 南都伸介, 平山篤志, 朝田真司, 大原知樹, 李 正明, 松村泰志, 山本一博, 西田和彦, 内藤丈詞, 児玉和久: 冠動脈内心電図の ST 偏位と心筋虚血指標との対比. 第4回冠動脈内心電図研究会抄録集. 1989, p 5
 - 20) 野池博文, 矢部喜正, 大沢秀文, 宮入 誠, 岡本淳, 松村俊哉: Angioplasty の立場からみた silent ischemia の実態とその有用性. *循環器科* **26**: 265-273, 1989
 - 21) Berliner U, Landry F, Jette M, Blümchen G: Silent ischemia in post-infarction patients: A 21-month follow-up study. *Eur Heart J* **8** (Suppl G): 131-135, 1987
 - 22) Weiner DA, Ryan TJ, McCabe CH, Chaitman BR, Sheffield LT, Fisher LD, Tristini FE: Comparison of coronary artery bypass surgery and medical therapy in patients with exercised-induced silent myocardial ischemia: A report from the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry. *J Am Coll Cardiol* **12**: 595-599, 1988
 - 23) Finci L, Meier B, Steffenino G, Righetti A, Bodenmann JJ, Rutishauser W: Coronary angioplasty in silent myocardial ischemia. *in* Silent Ischemia: Current Concepts and Management (ed by von Arnim T & Masseri A). Springer, New York, 1987, p 162