

ドップラー心機能指標 Tei Index を用いた経皮的冠動脈形成術後再狭窄の評価

Evaluation of Restenosis After Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty Using a Doppler Index, the Tei Index

上白土洋俊
林 輝美
幡野 浩一
小林さゆき
前川 佳彰
石山 英子
秋谷かおり
藤戸 恒生
高柳 寛
諸岡 成徳

Hirotohi KAMISHIRADO, MD
Terumi HAYASHI, MD, FJCC
Hirokazu HATANO, MD
Sayuki KOBAYASHI, MD
Yoshiaki MAEKAWA, MD
Eiko ISHIYAMA, MD
Kaori AKIYA, MD
Tsuneo FUJITO, MD
Kan TAKAYANAGI, MD
Shigenori MOROOKA, MD, FJCC

Abstract

Cardiac function and restenosis were evaluated after percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) using a Doppler index (the Tei index). Thirty-eight patients, 31 men and 7 women (mean age 57 years) with ischemic heart disease were studied. The underlying heart diseases were angina pectoris without left ventricular asynergy in 16 patients and old myocardial infarction (OMI) with left ventricular asynergy in 22. Ejection fraction was measured by M-mode echocardiography and deceleration time, and the interval between cessation and onset of the mitral inflow velocity (*a*), ejection time at aortic valve (*b*), and the Tei index [$(a-b)/b$] were measured by M-mode echocardiography performed before and 6 months after PTCA.

The ejection fraction, deceleration time and Tei index showed no changes after PTCA in patients with angina pectoris with or without restenosis. In patients with OMI with restenosis, the Tei index increased slightly after PTCA, from 0.56 ± 0.15 to 0.61 ± 0.13 . The deceleration time changed from 0.23 ± 0.03 to 0.24 ± 0.02 msec, and the ejection fraction from 0.46 ± 0.11 to 0.51 ± 0.17 , neither significantly. However, in patients with OMI without restenosis (15 out of 22 patients), the Tei index significantly improved after PTCA, from 0.55 ± 0.13 to 0.48 ± 0.12 ($p < 0.05$).

In patients with left ventricular asynergy due to old myocardial infarction, without restenosis, the Tei index significantly improved after PTCA. The Tei index is useful for evaluating restenosis after PTCA in patients with OMI.

J Cardiol 1999; 33(3): 127-133

Key Words

- Echocardiography (transthoracic)
- Angioplasty
- Doppler ultrasound
- Coronary artery disease
- Restenosis

はじめに

左室の局所壁運動異常を示す症例において、従来の

心エコー図法による心機能評価は誤差が大きかった。収縮能と拡張能を連合させた新しいドップラー指標 (Tei index)¹⁾ は、より正確に心機能を表すとされてい

獨協医科大学越谷病院 循環器内科: 〒343-8555 埼玉県越谷市南越谷2-1-50

Department of Cardiology, Koshigaya Hospital, Dokkyo University School of Medicine, Saitama

Address for reprints: KAMISHIRADO H, MD, Department of Cardiology, Koshigaya Hospital, Dokkyo University School of Medicine, Minami-koshigaya 2-1-50, Koshigaya, Saitama 343-8555

Manuscript received August 27, 1998; revised December 8, 1998; accepted December 9, 1998

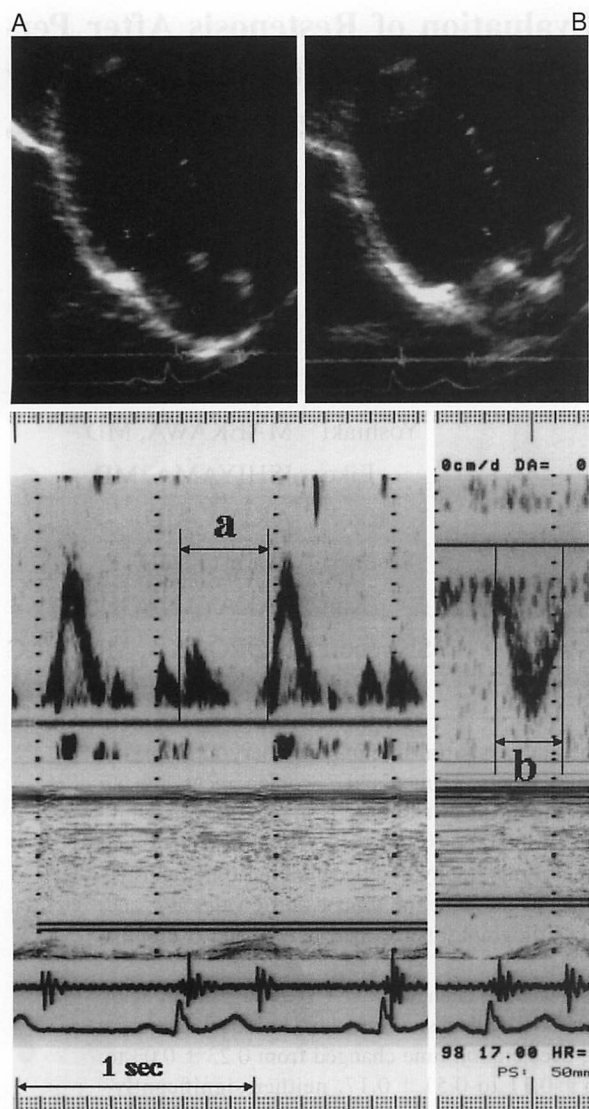


Fig. 1 Measurement of Tei index

"a" is the interval between cessation and onset of the mitral inflow velocity signal, "b" is the ejection time at aortic valve. The Tei index is calculated by $(a-b)/b$.

る。そこで陳旧性心筋梗塞後に局所的左室壁運動異常を示す症例、および左室壁運動に異常のない狭心症症例の心機能を、Tei indexを用いて検討することにより、経皮的冠動脈形成術(percutaneous transluminal coronary angioplasty: PTCA)後再狭窄の有無を予測できるか否かを検討した。

対象と方法

対象はPTCAを施行した連続200例中、心エコー図法をPTCA前後で施行し、6ヵ月後の追跡冠動脈造影で再狭窄の有無を確認した38例(男性31例、女性7例、

Table 1 Clinical characteristics

	AP group	OMI group	p value
No. of patients	16	22	
Age (yr)	54±9	59±7	NS
Male/female	12/4	19/3	NS
Restenosis	4	7	NS
Collateral	4	8	NS
Culprit lesion (LAD/Cx/RCA)	13/1/2	13/3/6	NS

AP=angina pectoris; OMI=old myocardial infarction; LAD=left anterior descending artery; Cx=circumflex branch; RCA=right coronary artery.

平均年齢57±8歳)である。その内訳は、弁膜症を含む併存心疾患合併例を除いた陳旧性心筋梗塞症22例および狭心症16例で、全例が洞調律である。なお今回の症例にはNew York Heart Association機能分類Ⅱ度以上の心不全例は含まれてない。

心エコー図記録には東芝製超音波診断装置SSH-65A, SSH-160Aと2.5および3.5MHzの探触子を用い、ラインスキャン・レコーダーよりMモード心エコー図およびドップラー心エコー図を紙送り速度50mm/secで記録した。心エコー図検査はPTCA前と6ヵ月後の2回行い、左室収縮能の指標としてMモード心エコー図により左室駆出率(ejection fraction: EF)を、左室拡張能の指標としてパルス・ドップラー法により拡張早期左室流入速の減速時間(deceleration time: DcT)を測定し、さらに収縮能と拡張能を連合させたTei index¹⁾を計測した。すなわち僧帽弁口での左室流入血流速波形の終了から開始までの時間をa(**Fig. 1-A**)、左室流出路での左室駆出血流速波形での駆出時間をb(**Fig. 1-B**)として、 $(a-b)/b$ の式でTei indexを算出した。

統計処理は各指標の平均±標準偏差で示し、2群間の比較検定はStudentのt検定および χ^2 検定を用いて行い、 $p < 0.05$ を有意差の判定とした。

結 果

1. 患者背景

患者背景を**Table 1**に示す。狭心症群と陳旧性心筋梗塞群の間に年齢、性、再狭窄例数、責任罹患冠動脈に有意な差はなかった。追跡期間は6±4ヵ月であった。

Table 2 Comparison of echocardiographic parameters before percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) between patients with AP and OMI

	AP group	OMI group	p value
EF	0.70±0.08	0.55±0.11	<0.01
DcT(msec)	0.19±0.04	0.22±0.03	<0.05
Tei index	0.40±0.07	0.55±0.13	<0.01

EF=ejection fraction; DcT=deceleration time. Other abbreviations as in Table 1.

Table 3 Changes in parameters after PTCA in patients with AP and OMI

	Before	6 mo after	p value
AP (n=16)			
EF	0.70±0.08	0.69±0.09	NS
DcT(msec)	0.19±0.04	0.21±0.03	NS
Tei index	0.40±0.07	0.38±0.08	NS
OMI (n=22)			
EF	0.55±0.11	0.55±0.12	NS
DcT(msec)	0.22±0.03	0.23±0.03	NS
Tei index	0.55±0.13	0.52±0.14	NS

mo=months. Other abbreviations as in Tables 1, 2.

2. 両群間の PTCA 前後の心エコー図指標の比較

PTCA 前で狭心症群と梗塞群で心エコー図所見を比較すると、後者では前者に比較して EF は低く、DcT は延長し、Tei index は高値で、いずれも有意な心機能の低下を示した。Tei index は狭心症群でも高値を示していた (Table 2)。

3. PTCA 前後の心エコー図指標の比較

基礎疾患ごとに PTCA 前と 6 ヶ月後とで比較すると、狭心症群、梗塞群各群で、EF、DcT のいずれも有意な変化は認められなかった。Tei index も同様であったが、両群ともわずかに改善していた (Table 3)。

4. 冠動脈再狭窄の有無による心エコー図指標の経時変化

再狭窄の有無で両群を比較してみると、再狭窄の有無にかかわらず EF と DcT には PTCA 前後で変化を認めなかった (Table 4)。Tei index (Fig. 2) は、狭心症群では、再狭窄の有無にかかわらず、PTCA 前と 6 ヶ月後で変化を認めず、また梗塞群でも、再狭窄例では

Table 4 Changes in EF and DcT after PTCA in patients with and without restenosis

	Before	6 mo after	p value
AP			
Without restenosis (n=12)			
EF	0.70±0.10	0.68±0.10	NS
DcT(msec)	0.20±0.02	0.20±0.03	NS
With restenosis (n=4)			
EF	0.70±0.04	0.69±0.06	NS
DcT(msec)	0.16±0.07	0.22±0.03	NS
OMI			
Without restenosis (n=15)			
EF	0.60±0.09	0.58±0.08	NS
DcT(msec)	0.22±0.02	0.23±0.03	NS
With restenosis (n=7)			
EF	0.46±0.11	0.51±0.17	NS
DcT(msec)	0.23±0.03	0.24±0.02	NS

Abbreviations as in Tables 1-3.

PTCA 前と 6 ヶ月後で変化がなかった。しかし、梗塞群で再狭窄のなかった例では、この Tei index は PTCA 前の 0.55±0.13 から 6 ヶ月後は 0.48±0.12 へと有意に改善しており ($p < 0.05$)、改善率は平均 12.7% であった。Tei index の改善率 12% をカットオフ値として診断精度を算出すると、感度 38%、特異度 78% であった。

代表例を Fig. 3 に示す。54 歳、男性で、左前下行枝近位部に 99% の責任病変を有する陳旧性心筋梗塞症である。PTCA 前では、 $a = 42$, $b = 30$ msec, Tei index = 0.40 と計測された。PTCA 直後では左前下行枝近位部の狭窄は 25% 以下へと改善され、6 ヶ月後の追跡冠動脈造影では同部位に再狭窄は認められなかった (Fig. 4)。PTCA 6 ヶ月後では、 $a = 40$, $b = 30$ msec, Tei index = 0.33 で、Tei index は PTCA 前に比し改善を示した。

考 察

左室壁運動異常を呈する虚血性心疾患の心機能を M モード心エコー図のみで評価することは、左室全体を計測できないため問題がある。しかし心内膜面を明瞭に描出でき、かつ距離分解能に優れている M モード心エコー図で超音波ビーム方向を一定にした場合、同一症例での比較には有用性が認められ、一般に用いられている²⁾。近年では断層心エコー図法による

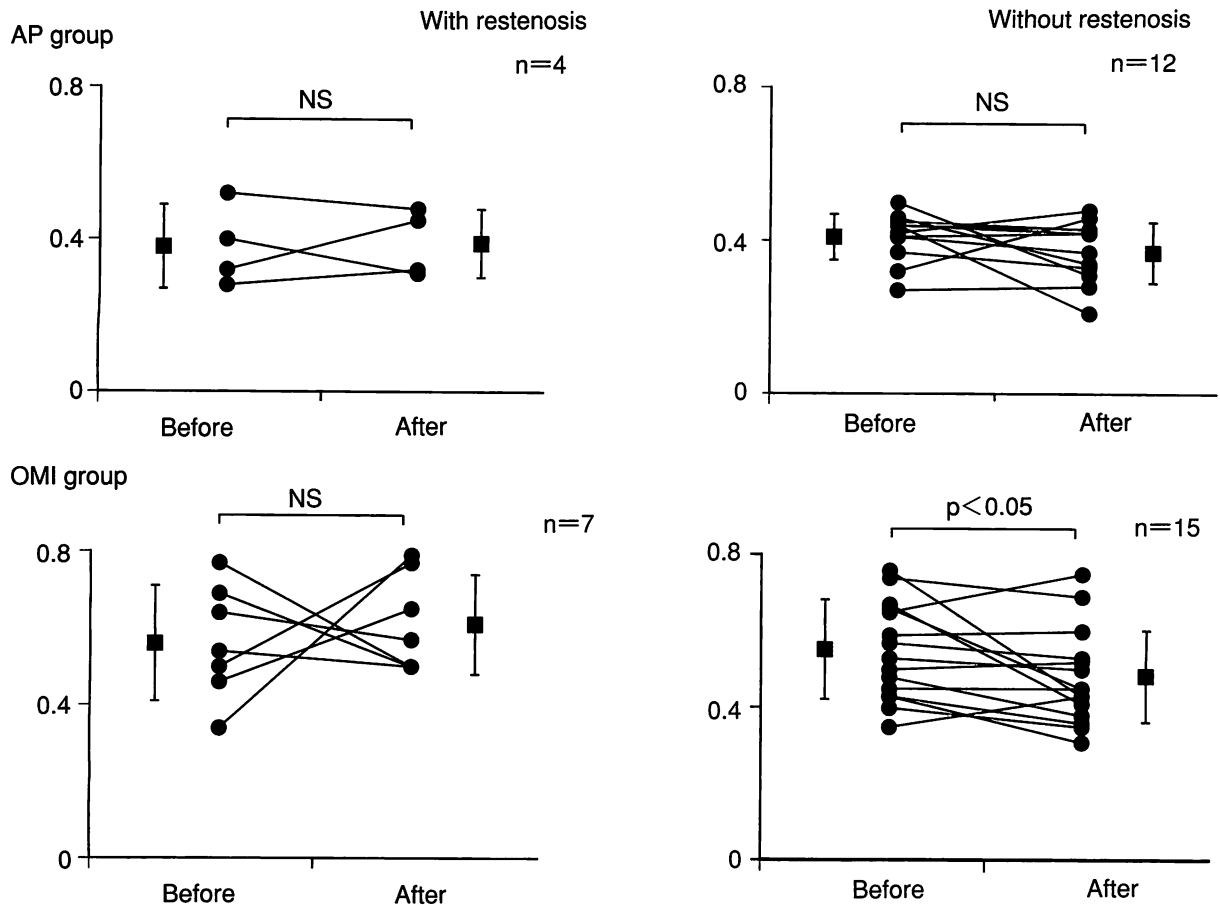


Fig. 2 Changes in Tei index after PTCA in patients with AP and OMI
Abbreviations as in Tables 1, 2.

壁運動評価が試みられており^{3,4)}, American Society of Echocardiographyは左室の16分節の分割を推奨している⁵⁾. しかしこの分節ごとに壁運動異常の程度を点数化する方法は実用的ではあるが, 簡便ではない. 虚血性心疾患の心筋障害では拡張能と収縮能がともに障害されるので, その両者を評価する必要がある. このため本研究では, 左室の流入・駆出血流速波形から左室収縮能と拡張能を連合させたTei indexを用いた. この指標は 0.37 ± 0.05 が正常, それより大きければ心機能は不良と評価される¹⁾. この方法は測定が簡便で再現性が高く, 心拍数, 血圧に影響されず, さらに左室の形態変化にも左右されないという利点を持つ⁶⁾. この指標を用いれば, 前壁, 後壁, 側壁, いずれの部位の心筋梗塞に対してでも心機能の測定が可能であると思われる.

PTCAは十分な冠血流を再開させることにより心筋虚血の改善をはかる治療法で, 虚血性心疾患の一治療

法として確立されており, 心機能に良好な影響を及ぼすと考えられている. その左室機能に及ぼす効果について左室造影⁷⁻⁹⁾, パルス・ドップラー法¹⁰⁾, 断層心エコー図法¹¹⁾, シンチグラフィ¹²⁾など, 各種検査法により評価した報告がみられる. 本研究では, PTCA後の再狭窄の有無による心機能評価を目的として, Mモード心エコー図でEF, パルス・ドップラー法により左室急速流入流速のDcT, さらにTei indexを計測した. その結果, 従来から用いられている心エコー図を用いた左室機能の指標としてのEFやDcTでは, PTCAによる左室機能の変化を評価することは困難であった. 一方, 収縮能と拡張能を連合させたTei indexは, PTCA前後の心機能の定量的評価が可能であった. すなわちTei indexは, 陳旧性心筋梗塞の症例でPTCA後6ヵ月追跡時再狭窄がない症例では, 12%の有意な改善を示した. これは収縮能と拡張能の改善をそれぞれ別に比較検討してみると, 両者ともに

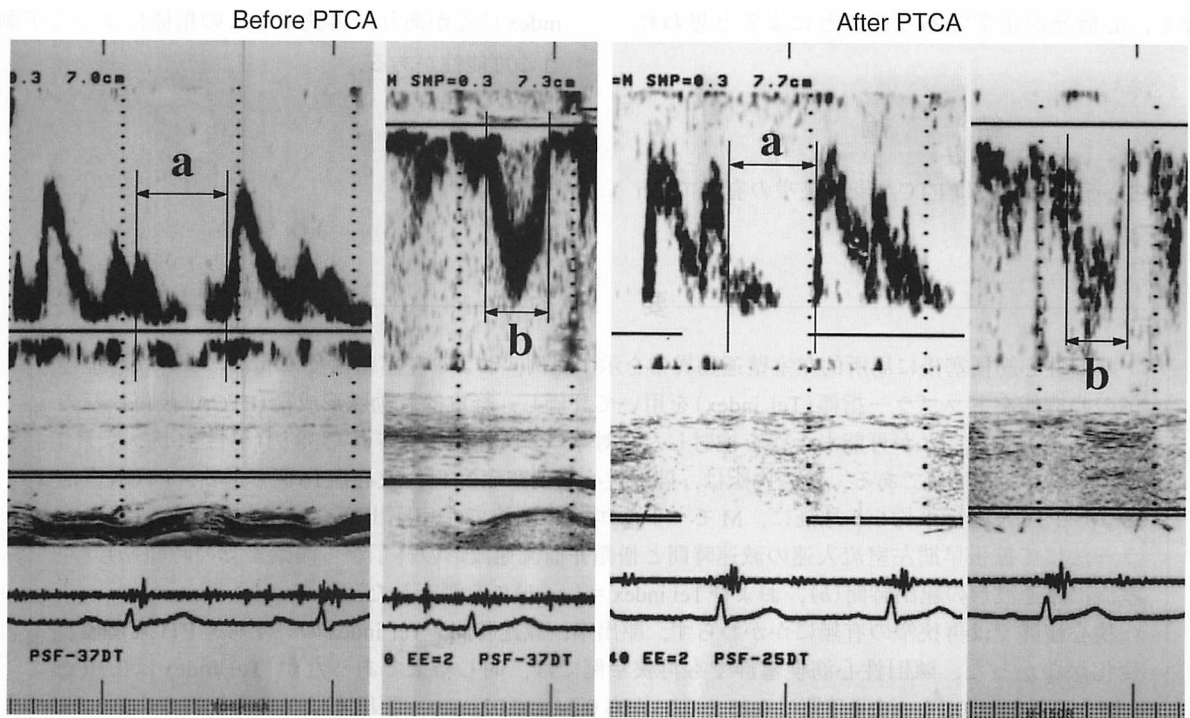


Fig. 3 Change in Tei index of a representative case
Abbreviation as in Table 2.

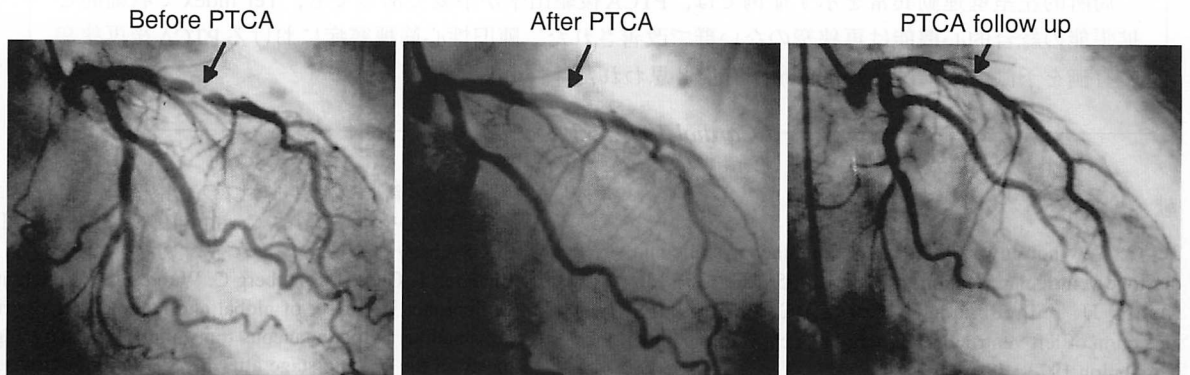


Fig. 4 Serial left coronary angiograms(right anterior oblique 30°)of a patient with old myocardial infarction
Abbreviation as in Table 2.

軽度の改善がみられているが、有意ではない。しかし Tei index は両者を連させた指標なので収縮能と拡張能の改善の相乗効果により有意な差が表れたと考えられる。この結果を敷衍すれば、Tei index の改善度が 12% 以下のときは再狭窄を示唆すると考えてもよいかもしれない。

Tei index 改善度 12% をカットオフ値に設定して再狭窄の有無を判定した場合、とくに感度が低かった。その原因として、症例数が少ないこと、また梗塞群の

再狭窄例では、7 例中 3 例が心機能増悪、残り 4 例が改善を示すというデータのばらつきがその一因であると考えられる。

梗塞群で再狭窄のなかった群で PTCA 後有意に心機能が改善されたことは、心筋気絶¹³⁻¹⁵⁾、高度残存狭窄に由来する冬眠心筋^{16,17)}などの部位における虚血が、再灌流後、改善したと考えられる。一方、狭心症群において追跡後心機能に有意な改善が認められなかったことは、この群では PTCA 前から左室壁運動に異常

がなく、心機能が正常であったことによると思われる。

indexに差があり、再狭窄をこの指標によって予測しうる可能性がある。

結 論

陳旧性心筋梗塞群ではPTCA後再狭窄の有無でTei

要 約

陳旧性心筋梗塞後に局所的左室壁運動異常を示す症例、および左室壁運動に異常のない狭心症症例の心機能をドプラー指標(Tei index)を用いて評価し、経皮的冠動脈形成術(PTCA)後再狭窄の有無を予測することが可能か否かを検討した。対象はPTCAが施行された38例(男性31例, 女性7例, 平均年齢57歳)である。その内訳は、陳旧性心筋梗塞症22例, 狭心症16例である。PTCA直前およびPTCA施行平均6ヵ月後に、Mモード心エコー図法で左室駆出率を測定し、さらにドプラー法にて拡張早期左室流入速の減速時間と僧帽弁血流速波形の終了から開始までの時間(a)、左室流出路速波形の駆出時間(b)、および $Tei\ index = (a-b)/b$ を測定した。

狭心症群では再狭窄の有無にかかわらず、駆出率、減速時間、Tei indexのいずれもPTCA前後で変化がなかった。陳旧性心筋梗塞群でも再狭窄例では、同じ結果であったが(Tei indexは 0.56 ± 0.15 から 0.61 ± 0.13 , 減速時間は 0.23 ± 0.03 から $0.24 \pm 0.02\ msec$, 駆出率は 0.46 ± 0.11 から 0.51 ± 0.17)、再狭窄のない例(22例中15例)ではTei indexがPTCA後、 0.55 ± 0.13 から 0.48 ± 0.12 と有意に改善した($p < 0.05$)。

局所的左室壁運動異常を示す症例では、PTCA後駆出率が不変であっても、Tei indexで収縮能と拡張能の総合的心機能は再狭窄のない群で改善された。陳旧性心筋梗塞症におけるPTCA後再狭窄の有無を予測するには、Tei indexが有用と思われた。

J Cardiol 1999; 33(3): 127-133

文 献

- 1) Tei C: New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol* 1995; **26**: 135-136
- 2) Jacobs JJ, Feigenbaum H, Corya BC, Phillips JF: Detection of left ventricular asynergy by echocardiography. *Circulation* 1973; **48**: 263-271
- 3) Mitamura H, Ogawa S, Hori S, Yamazaki H, Handa S, Nakamura Y: Two dimensional echocardiographic analysis of wall motion abnormalities during handgrip exercise in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1981; **48**: 711-719
- 4) Ferrara N, Leosco D, Abete P, Longobardi G, Ilardi C, Caprio L, Vigorito C, Rengo F: Use of isometric exercise in diagnosis of critical coronary artery stenosis: A two-dimensional echocardiographic study. *J Cardiovasc Ultrasonogr* 1987; **6**: 207-211
- 5) Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, Gutgesell H, Reichek N, Sahn D, Schnittger I, Silverman NH, Tajik AJ, American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms: Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1989; **2**: 358-367
- 6) 鄭 忠和: 新しい超音波ドプラー指標(Tei index)による総合的心機能評価. *J Cardiol* 1998; **32**(Suppl II): II-98(abstr)
- 7) Linderer T, Guhl B, Spielberg C, Wunderlich W, Schnitzer L, Schroder R: Effect of global and regional left ventricular functions by percutaneous transluminal coronary angioplasty in the chronic stage after myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1992; **69**: 997-1002
- 8) Miketic S, Carlsson J, Tebbe U: Improvement of global and regional left ventricular function by percutaneous transluminal coronary angioplasty after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1995; **25**: 843-847
- 9) 上田欽造, 玉井秀男, 上島 拓, 小田原健一, 山形高志, 許 永勝, 浮村 聡, 本原征一郎, 芹生陽一: 冠動脈形成術(PTCA)の心機能に及ぼす効果. *循環器科* 1988; **23**: 536-539
- 10) Suzuki M, Kashida M: Left ventricular diastolic properties before and after percutaneous transluminal coronary angioplasty evaluated by pulsed Doppler echocardiography. *J Cardiol* 1987; **17**: 683-690(in Jpn with Eng abstr)
- 11) Presti CF, Gentile R, Armstrong WF, Ryan T, Dillon JC, Feigenbaum H: Improvement in regional wall motion after percutaneous transluminal coronary angioplasty during acute myocardial infarction: Utility of two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* 1988; **115**: 1149-1155
- 12) Hashimoto A, Nakata T, Nagao K, Kobayashi H, Hase M,

- Yoshioka N, Tsuchihashi K, Yonekura S, Tanaka S, Iimura O: Prediction of left ventricular functional recovery in patients with acute myocardial infarction using single photon emission computed tomography with thallium-201 and iodine-123-beta-methyl-*p*-iodophenyl-pentadecanoic acid. *J Cardiol* 1995; **26**: 59–68 (in Jpn with Eng abstr)
- 13) Braunwald E, Kloner RA: The stunned myocardium: Prolonged, postischemic ventricular dysfunction. *Circulation* 1982; **66**: 1146–1149
 - 14) Bolli R: Mechanism of myocardial “stunning”. *Circulation* 1990; **82**: 723–738
 - 15) Nishimura T, Uehara T, Strauss HW: Radionuclide assessment of stunned myocardium by alterations in perfusion, metabolism and function. *Jpn Circ J* 1991; **55**: 913–918
 - 16) Braunwald E, Rutherford JD: Reversible ischemic left ventricular dysfunction: Evidence for the “hibernating myocardium”. *J Am Coll Cardiol* 1986; **8**: 1467–1470
 - 17) Rahimtoola SH: The hibernating myocardium. *Am Heart J* 1989; **117**: 211–221