

経皮的冠動脈形成術の効果：
安静時および負荷時の左心
機能について

Effects of percutaneous
transluminal coronary
angioplasty on left ven-
tricular function at rest
and during exercise

水野 杏一
荒川 宏*
渋谷 利雄*
里村 公生*
高瀬 凡平*
栗田 明*
細野 清士*
中村 治雄*
田中 勸**
吉津 博**

Kyoichi MIZUNO
Ko ARAKAWA*
Toshio SHIBUYA*
Kimio SATOMURA*
Bompei TAKASE*
Akira KURITA*
Kiyoshi HOSONO*
Haruo NAKAMURA*
Isao TANAKA**
Hiroshi YOSHIZU**

Summary

The effects of percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) on left ventricular function at rest and during stress test were examined.

1. Effect of PTCA at rest

We studied 10 patients who fulfilled the following criteria, 1) single vessel disease, 2) high grade stenosis in the left anterior descending artery, 3) successful PTCA, 4) no restenosis, 5) without electrocardiographic evidence of previous myocardial infarction, and 6) technically adequate left ventriculograms in both pre and post PTCA studies. Follow-up studies were done six months after PTCA. Filling fraction as an index of early diastolic function was significantly lower than that of normal controls.

There were no significant changes in left ventricular end-diastolic pressure, peak dp/dt, negative peak dp/dt, ejection fraction, left ventricular systolic pressure / end-systolic volume, between pre- and post-PTCA studies. Filling fraction in a jeopardized area, which was supplied by the left anterior descending artery, increased significantly after PTCA. No significant change was observed in the inferior area.

2. Effect of PTCA during stress test

A contrast stress test in eight successful cases without restenosis was performed by injecting 0.7 ml per kilogram of contrast material (76% urografin) at a rate of 13 ml/sec into the left ventricle before

防衛医科大学 救急部

*同 第一内科

**同 第二外科

所沢市並木 3-2 (〒359)

Department of Emergency, *the First Department of
Internal Medicine, and **the Second Department of
Surgery, Namiki 3-2, Tokorozawa 359

Received for publication October 19, 1984; accepted January 21, 1985 (Ref. No. 29-29)

and six months after PTCA. The left ventricular end-diastolic pressure increased to 20.1 ± 3.8 mmHg during stress test before PTTA, and only to 14.3 ± 5.3 mmHg after PTCA (difference highly significant). Before the procedure, negative peak dp/dt during stress test was 1782 ± 358 mmHg/sec; it increased significantly to 2342 ± 702 mmHg/sec after PTCA.

Our results show that left ventricular function improves not only during static exercise test but also at rest by PTCA, and the improvement of regional diastolic function in a jeopardized area might contribute to the improvement of global diastolic performance after PTCA.

Key words

Percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA)

Left ventricular function

Diastolic function

はじめに

経皮的冠動脈形成術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty: PTCA) は狭窄部を物理的に圧排させることにより, 冠動脈狭窄を拡大する方法であり¹⁾, Grüntzig ら^{2,3)}の報告以来, 虚血性心疾患の一治療法として確立されつつある。

PTCA が成功すると, 胸痛の軽減⁴⁾, 運動耐応能の増加がみられ⁵⁾, また心筋灌流の増加も認められている^{6,7)}。しかし, 循環動態より本法の効果を調べた報告は少ない。我々はこの方法が安静時でも心機能を改善するか否か, また, 負荷を行って dysfunction を生じさせた際の PTCA の効果がどのようになるかを検討した。

対象と方法

1. 安静時

対象は 1) 1 枝障害, 2) 左前下行枝近位部の高度狭窄, 3) PTCA 成功例, 4) 再狭窄がないこと, 5) 心筋梗塞の既往がないこと, 6) PTCA 前と約 6 ヶ月後の左室造影の解析が十分できるもの, 以上 6 項目を満足した 10 例である。全例男性であり, 平均年齢は 54.4 歳であった。

左室駆出率は右前斜位 30 度像を area-length 法で求めた。局所の駆出率は同斜方向像を 5 分画し, 面積の変化として求めた。

Filling fraction は Reduto ら⁸⁾の方法を左室造影に応用し, 次の式により求めた。

$$FF = \frac{D1/3 - ESV}{D1/3}$$

D1/3 = volume of the first third of diastole;
ESV = end-systolic volume

局所 filling fraction は駆出率と同様に, 5 分画した像より area 法にて算出した。

左室圧曲線は左室造影前に, YHP4588D の記録計に毎秒 200 mm のペーパースピードで記録した。圧トランスジューサーはカテ先マノメーターを使用した, 一部には water filled のトランスジューサーを使用したものもあった。

2. 負荷時(造影剤による負荷)

対象は PTCA 成功例で再狭窄の認められなかった 8 例と, コントロールとして, 種々の原因で 2 ヶ月から 1 年の間に 2 度心カテーテルを行った 10 例である。この中には, 新たに心筋梗塞となったため, 心カテーテルを施行した例は含まれていない。

76% Urografin 0.7 ml/kg を毎秒 13 ml の割合で左室に注入し, 注入直前と注入 2 分後の左室圧を, 安静時と同様に記録した。

結 果

1. 安静時

PTCA により冠動脈狭窄は $90.2 \pm 12\%$ より $26 \pm 15\%$ に減少し, 約 6 ヶ月後の狭窄度は $30 \pm 18\%$ であった (area 法による)。

収縮期圧は PTCA 前と約 6 ヶ月後で有意の差はなかった。左室拡張終期圧は PTCA 後軽度低下したが, 有意な差はなかった (Fig. 1)。そのほか, peak dp/dt, peak left ventricular systolic pressure/end-systolic volume も有意な差はなく,

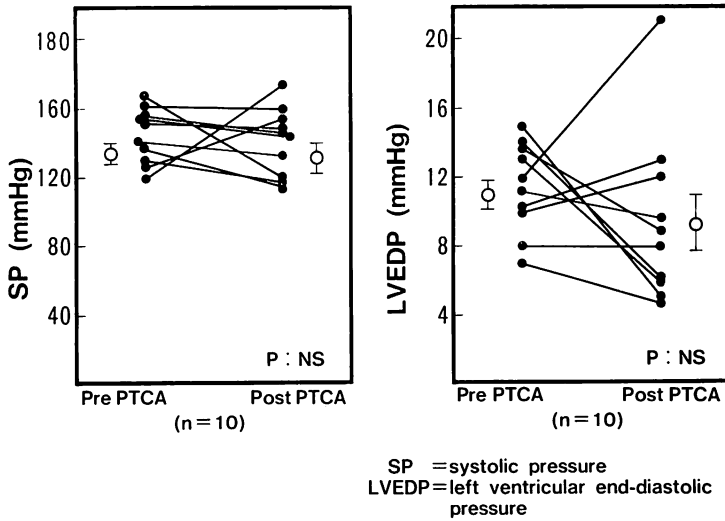


Fig. 1. Effects of PTCA on systolic pressure and left ventricular end-diastolic pressure.

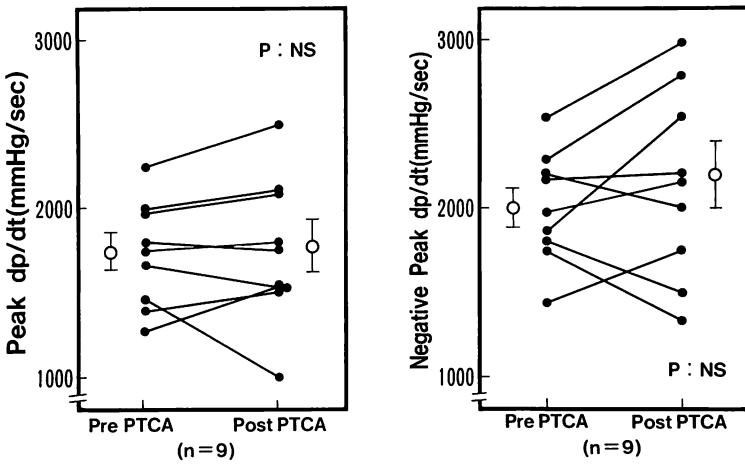


Fig. 2. Effects of PTCA on peak dp/dt and negative peak dp/dt.

negative peak dp/dt は軽度増加したが、これも有意差はなかった (Fig. 2)。駆出率は全例正常範囲にあり、PTCA による有意な変化はなかった。Filling fraction は PTCA 前 $52.4 \pm 3.9\%$ より $58.9 \pm 1.4\%$ に有意に増加した (Fig. 3)。Fig. 4 にその 1 例を示す。

Regional ejection fraction は PTCA 後 5 つの領域で有意な差はなかった (Fig. 5)。一方, re-

gional filling fraction は左前下行枝に灌流されていると思われる領域 (area 2) で有意に増加したが、他の領域での有意な変化はなかった (Fig. 6)。

PTCA 前と PTCA 後で、心拍数、左室収縮末期容積、左室拡張末期容積にそれぞれ有意な変化はなかった。

2. 造影剤負荷による効果

造影剤負荷により、心拍数 および 収縮期圧は、

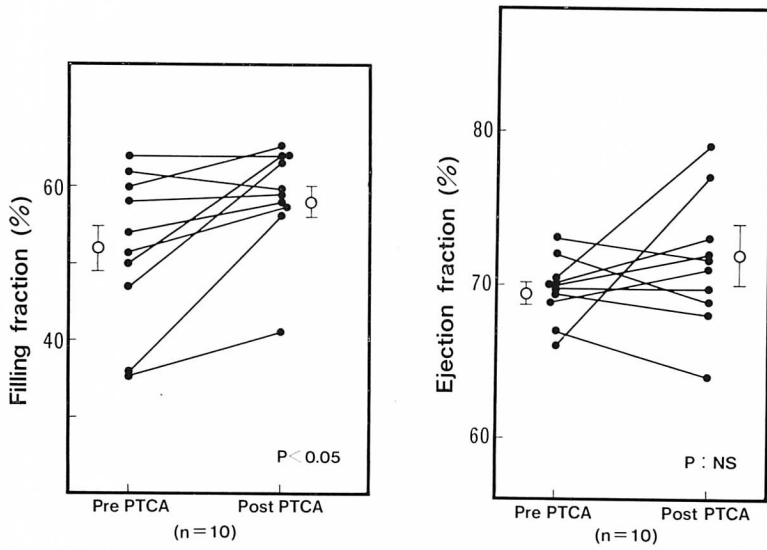


Fig. 3. Effects of PTCA on filling fraction and ejection fraction.

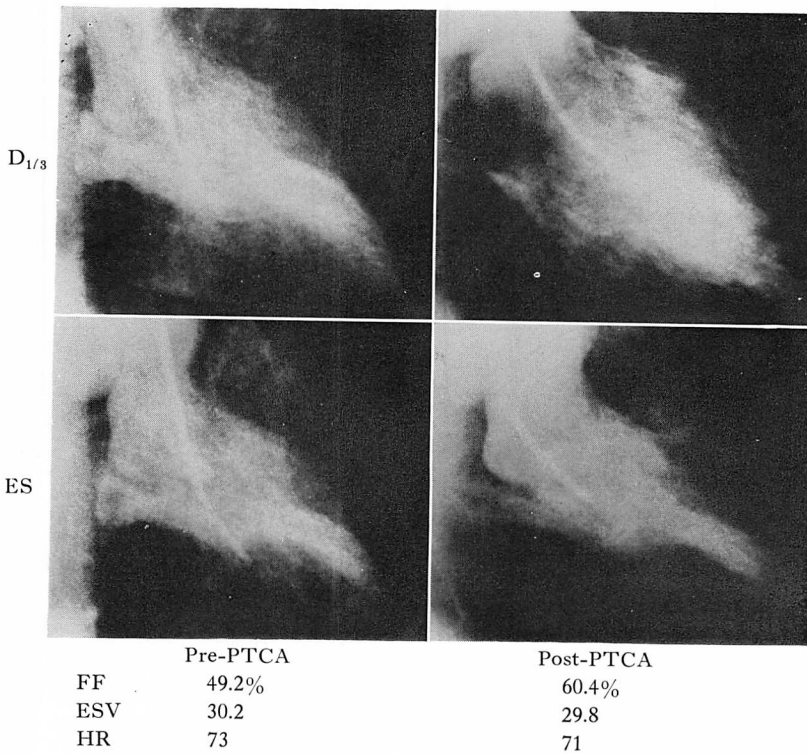


Fig. 4. Example of an effect of PTCA.

D_{1/3}=the first third of diastole; ES=end-systole; FF=filling fraction; ESV=end-systolic volume; HR=heart rate.

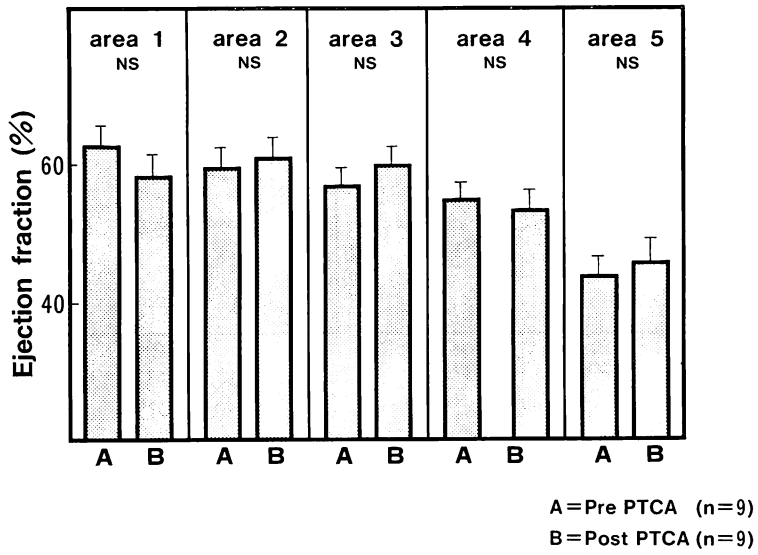


Fig. 5. Effect of PTCA on regional ejection fraction.

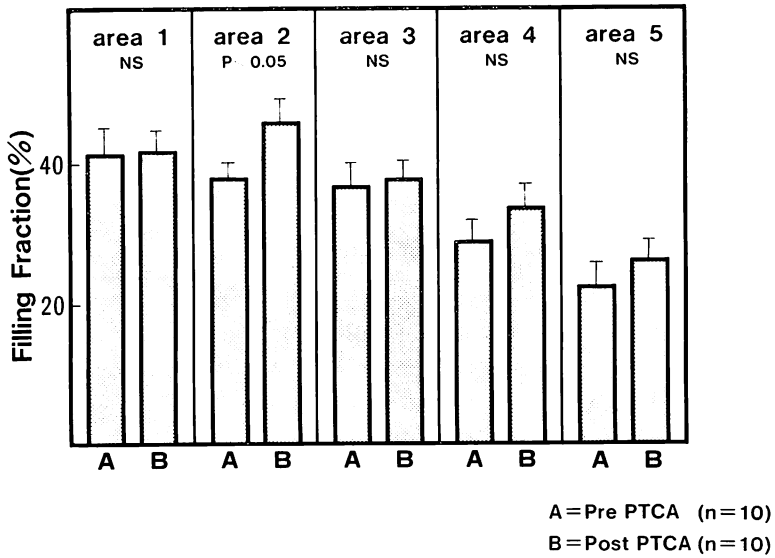


Fig. 6. Effect of PTCA on regional filling fraction.

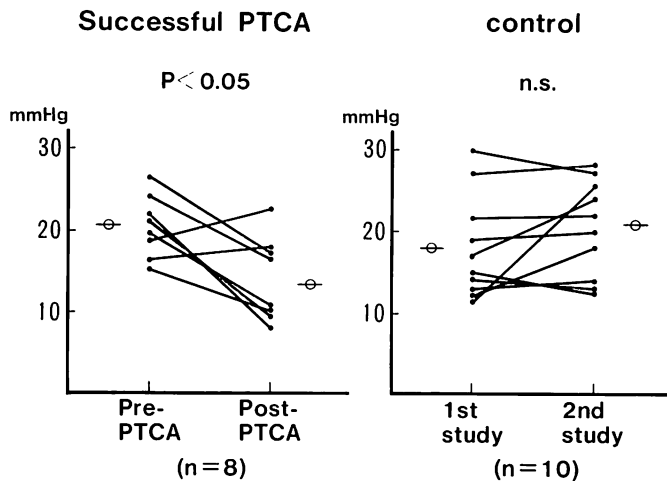


Fig. 7. Left ventricular end-diastolic pressure after injection of contrast material.

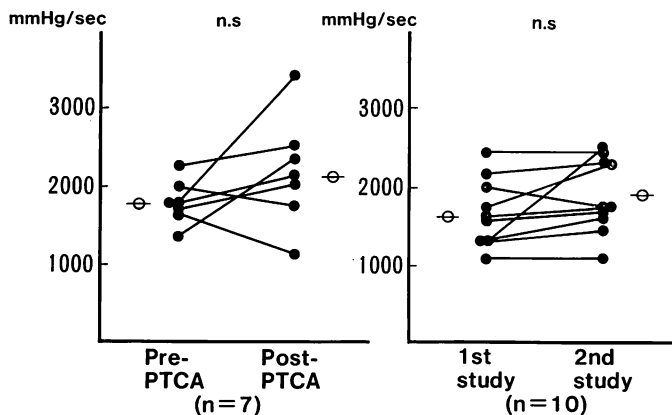


Fig. 8. Peak dp/dt after injection of contrast material.

PTCA 前, 後いずれも増加したが, 有意差はなかった。

安静時の左室拡張期圧は PTCA 前後で有意差はなかったが, 造影剤負荷後の変化に関しては, PTCA 後の左室拡張終期圧は PTCA 前に比べ造影剤によって有意に低下した。一方, コントロールでは 1 回目と 2 回目で有意な変化はなかった (Fig. 7)。

Peak dp/dt は PTCA 後上昇する傾向にあったが, 有意な変化ではなかった。コントロールでも,

2 回の検討で有意差はなかった (Fig. 8)。

造影剤負荷後の negative peak dp/dt を PTCA 前, 後で検討すると, この値は PTCA 後, 有意に増加した。コントロールでは有意差はなかった (Fig. 9)。

考 察

安静時の拡張機能

虚血性心疾患における左室拡張機能の低下はよく観察される現象であり, 収縮機能が障害される

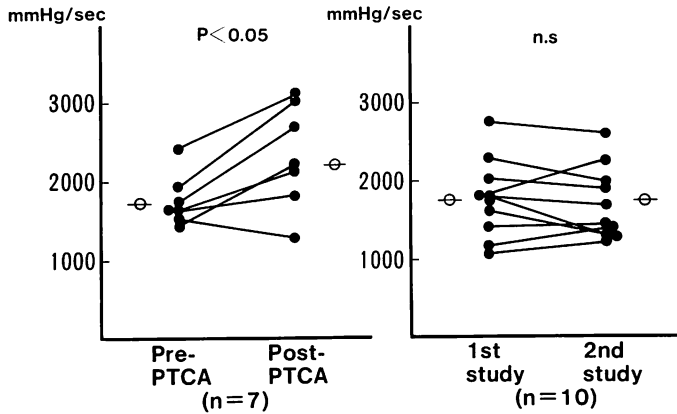


Fig. 9. Negative peak dp/dt after injection of contrast material.

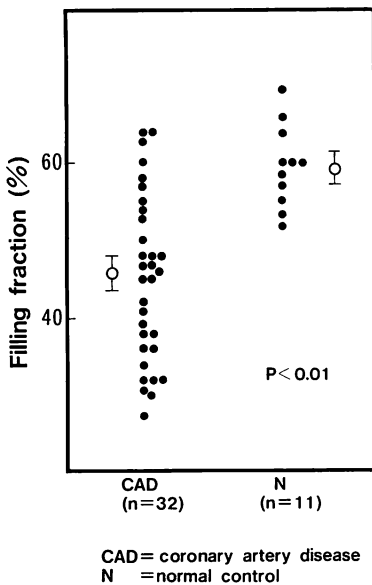


Fig. 10. Comparison of filling fraction between coronary artery disease and normal control.

以前に⁹⁾, また収縮機能が障害されなくとも生じるといわれている¹⁰⁾. この拡張機能の低下は, 心筋虚血発作を生じていない安静時の状態でも起こりうる^{11,12)}.

最近 Yamagishi ら¹³⁾は RI アンジオグラフィーを使用し, 1 枝障害の患者で安静時にも global な diastolic filling の異常があることを認め, こ

の原因として, 罹患冠動脈領域の弛緩障害による不均等弛緩によるものであろうと推説している.

確かに我々の未発表データによれば, 左室造影を用いた安静時の拡張機能に関し, 心筋梗塞を除いた冠動脈疾患群の filling fraction は, 正常対照に比べ, 有意に低値であった (Fig. 10).

PTCA の効果

PTCA 後, filling fraction は有意に増加したが, Bonow ら¹⁴⁾は high-temporal resolution radionuclide angiography を用い, 安静時の peak filling rate および peak filling rate までの時間のいずれか一方, あるいはその両者とも改善したと報告している.

収縮機能には著変なく, このように安静時の拡張機能が改善した理由として, 1) 安静時における拡張期の充満障害は狭心症や収縮機能の低下をひきおこすほど重症でなくとも起こり, PTCA 後可逆的な心筋虚血の低減または消失があげられる. あるいは又, 2) 冠動脈床の急速な充満や膨張が, 左室弛緩の増加を維持させるための重要な機能的推進力となることが考えられる. 狭窄を有する冠動脈の総冠動脈流量は, 安静時において正常かもしれないが, 冠動脈狭窄は拡張早期の流量の割合や程度を変化させ, 弛緩を長くさせたり, 急

速充満の時期や割合を変化させることが推測される。それゆえ, PTCA により冠動脈狭窄が改善すれば, 弛緩や充満は改善される。又, 3) 正常部と虚血部の間の一時的な dyssynchrony が左室の弛緩や充満を減少させる可能性があり, 局所の dyssynchrony は虚血部灌流が正常になることにより改善すると思われる。PTCA により局所灌流が改善すると dyssynchrony も消失し, 局所充満の正常化が全体の filling の正常化をもたらす。このような3つの理由が考えられるが¹⁴⁾, 我々の検索では, 狭窄のある左前下行枝の灌流領域の filling fraction の改善が PTCA 後認められているので, 全体の filling fraction の改善は, 局所の改善によるものと思われた。

負荷時の効果

左心カテーテル時の負荷試験には, 自転車エルゴメーター等の dynamic test, handgrip 等の static test, また, pacing や薬剤負荷法がある。我々の造影剤負荷は, 効果が dynamic な負荷法に匹敵し, かつ簡便で, 患者にそれ程苦痛を与えない方法である^{15,16)}。

この方法により, 安静時に有意な PTCA の効果が認められなかった左室拡張終期圧および negative peak dp/dt は, PTCA 後有意に改善した。

Sigwart ら¹⁷⁾も安静時に PTCA の効果が認められなかった拡張終期圧, peak dp/dt, negative peak dp/dt, cardiac index, ejection fraction は, 負荷後に有意に改善したと報告している。一方, Kanemoto ら¹⁸⁾は, 安静時および負荷時の駆出率, mean normalized systolic ejection rate などの改善を認めている。いずれにせよ, 労作時の dysfunction を PTCA が改善させることは, 労作時の胸痛を軽減させると思われる。

要 約

PTCA が安静時および負荷時の左心機能にどのような効果をもたらすかを検索した。

1. 安静時の効果: 対象は1枝障害, 左前下行

枝に高度の狭窄が存在, PTCA 成功例, 再狭窄がない, 心筋梗塞の既往がない, PTCA 前と約6ヵ月後の左室造影で解析が十分できるもの, といった条件を満足した10例である。

拡張機能の指標としての filling fraction は正常対照より有意に低く, PTCA 後, 有意に増加した。

左室拡張終期圧, peak dp/dt, negative peak dp/dt, 駆出率, left ventricular systolic pressure/end-systolic volume は PTCA 前と後で有意な差を示さなかった。左前下行枝に灌流されている領域 (jeopardized area) の filling fraction は有意な改善を認めたが, 下壁では有意な差はなかった。

2. 負荷時の効果: 造影剤負荷 (0.7 ml/kg の 76% urografin を毎秒 13 ml の割合で注入) を, 8例の PTCA 成功例に PTCA 前と約6ヵ月後に行った。左室拡張終期圧は PTCA 前, 負荷にて 20.1 ± 3.8 mmHg と増加したが, PTCA 後は 14.3 ± 5.3 mmHg 上昇するのみで, 有意な差があった。また negative dp/dt は負荷により, PTCA 前は 1782 ± 358 mmHg/sec であったが, PTCA 後, 2342 ± 701 mmHg/sec と有意に増加した。

以上の結果より, PTCA は負荷時の左心機能を改善するばかりでなく, 安静時の左心機能も改善させ, その際, jeopardized 領域の局所拡張機能改善が全体の拡張機能を改善させると思われた。

文 献

- 1) Mizuno K, Kurita A, Imazaki N: Pathological findings after percutaneous transluminal coronary angioplasty. Br Heart J 52: 588, 1984
- 2) Grüntzig A: Transluminal dilatation of coronary artery stenosis. Lancet 1: 262, 1978
- 3) Grüntzig A, Senning A, Siegenthaler WE: Non operative dilatation of coronary artery stenosis—percutaneous transluminal coronary angioplasty. New Engl J Med 301: 61, 1979
- 4) 水野杏一, 荒川 宏, 渋谷利雄, 里村公生, 青崎登, 栗田 明, 細野清士, 田中 勲, Gensini G: Percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA). 手技, 適応, 有効性, 限界, 合併症につ

- いて. 心臓 **14**: 1234, 1982
- 5) Cowley MJ, Vetrovec, Wolfgang TC: Efficacy of percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am Heart J* **101**: 272, 1981
 - 6) Aueron F, Grüntzig A, Vogel RA, King S, Douglas J, Meier B, O'Neill WW, Bates E, LeFree M: Effects of successful percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) on acute and chronic coronary flow reserve. *Circulation* **68**: III-31, 1983 (abstr)
 - 7) Schmidt D, Rod J, Ray G: Effect of coronary angioplasty on regional myocardial perfusion. *Circulation* **64**: IV-161, 1981 (abstr)
 - 8) Reduto LA, Wickemeyer WJ, Young JB, Del Ventura L, Reid JW, Glaeser DH, Quinoes MA, Millar RR: Left ventricular diastolic performance at rest and during exercise in patients with coronary artery disease. *Circulation* **63**: 1228, 1981
 - 9) Papapietro SE, Coghlan HC, Zissermann D, Russell RO, Rackley CE, Rogers WJ: Improved maximal rate of left ventricular relaxation in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *Circulation* **59**: 984, 1979
 - 10) Bonow RO, Bacharach SL, Green MV, Rossing DR, Lipson LC, Leon MD, Epstein SE: Impaired left ventricular diastolic filling in patients with coronary artery disease: Assessment with radionuclide angiography. *Circulation* **64**: 315, 1981
 - 11) Bristow JD, Van Zee BE, Judkins: Systolic and diastolic abnormalities of the left ventricle in coronary artery disease: Studies in patients with little or no enlargement of ventricular volume. *Circulation* **42**: 219, 1970
 - 12) Diamond G, Fornester JS: Effect of coronary artery disease and acute myocardial infarction on left ventricular compliance in man. *Circulation* **45**: 11, 1972
 - 13) Yamagishi T, Ozaki M, Kumada T, Ikezono T, Shimizu T, Furutani Y, Yamaoka H, Ogawa H, Matsuzaki M, Matsuda Y, Arima A, Kusukawa R: Asynchronous left ventricular diastolic filling in patients with isolated disease of the left anterior descending coronary artery: Assessment with radionuclide ventriculography. *Circulation* **69**: 933, 1984
 - 14) Bonow RO, Kent KM, Rosing DR, Lipson LC, Bacharach SL, Green MV, Epstein SE: Improved left ventricular diastolic filling in patients with coronary artery disease after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* **66**: 1159, 1982
 - 15) Chon PF, Horn HR, Teichholz LE, Kreulen TH, Herman MV, Gorlin R: Effects of angiographic contrast medium on left ventricular function in coronary artery disease. *Am J Cardiol* **32**: 21, 1973
 - 16) Brundage BH, Cheitlin MD: Left ventricular angiography as a function test. *Chest* **64**: 70, 1973
 - 17) Sigwart V, Grbig M, Bischof-Delaloye A, Sadeghi H, Rivier J Jr: Improvement of left ventricular function after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* **49**: 651, 1982
 - 18) Kanemoto N, Hör G, Kaltenbach M, Maul FD, Stanolke R, Klepzig H: Non-invasive assessment of left ventricular performance following transluminal coronary angioplasty (TAP). *Circulation* **62** (Suppl): III-218, 1980 (abstr)