

心筋 SPECT によるレーザー心筋内血管新生術の評価

西村 恒彦*

レーザー心筋内血管新生術

レーザー心筋内血管新生術 (transmyocardial laser revascularization : TMLR) は 1982 年 Mirhoseini らにより考察された虚血性心疾患における新しい治療法である¹⁾。心筋に対し、外膜よりレーザーにて心筋壁を貫通する微小な孔をあけることにより心筋灌流を改善させようとするものである (図 1)。したがって、経皮的経カテーテルの冠動脈形成術 (PTCA) や冠血行再建術 (CABG) の施行が困難なびまん性冠動脈病変などに対し有効な手法として期待されている²⁾。

ところで、TMLR の有用性に関しては、TMLR 施行後の狭心痛、運動耐容能や心機能の改善の有無を判定すること以上に直接的に心筋灌流が視覚化できる single photon emission computed tomography (SPECT) や positron emission tomography (PET) などの核医学的手法を用いて客観的に評価することが大切である³⁾。

TMLR における ²⁰¹Tl 心筋 SPECT

1) 対象および方法

対象は 1997 年 3 月から 1998 年 6 月にかけて全国 14 施設において TMLR を施行した虚血性心疾患 61 例のうち、²⁰¹Tl 心筋 SPECT を TMLR 前および TMLR 6 ヶ月後に施行した 40 例である。その内訳は、TMLR のみ施行した 10 例 (TMLR 単独群) および TMLR に CABG を併用した 30 例 (CABG 併用群) である。

被検者に dipyridamole 0.142 mg/kg/min を約 4 分間かけて静脈内投与、3～4 分後に ²⁰¹Tl 74～111 MBq を投与し、SPECT 装置を用いて初期像を、次いで 3～4 時間に晚期像を撮像した。²⁰¹Tl 心筋 SPECT 像の短軸面断層像の心尖部寄りおよび心基部寄りの代表的なスライスを選び、おのおの 8 セグメントに分けた。また、長軸面垂直断層像の代表的なスライスを選び、同様に 6 セグメントに分けた。これらの計 22 (8×2+6) セグメ

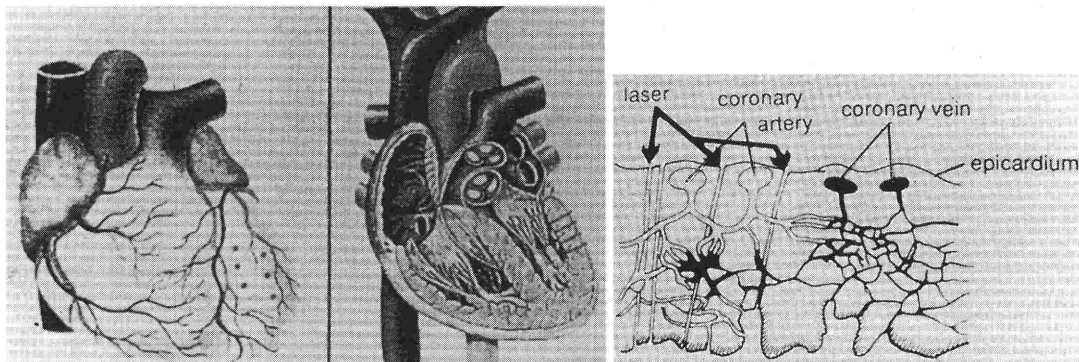


図 1 TMLR の原理

*京都府立医科大学放射線医学教室

ントにおいて、視覚的に normal=3, mild hypoperfusion=2, severe hypoperfusion=1 および perfusion defect=0 の4段階にスコア化し、心筋集積の判定を行った(図2)。

心筋 SPECT 像について以下の半定量的スコアを算出した。① total score: 短軸断層16セグメントおよび長軸断層6セグメントの合計スコア, ② 平均スコア: total score を総セグメント数(n=22)で除したものの, ③異常セグメント数: normal 以外の集積を示したセグメントの合計数, ④ defect magnitude: normal 以外の集積の認められたセグメントの合計スコアを異常セグメント数で除したものの, である。

2) 成績

① TMLR 単独群および CABG 併用群における灌流評価

TMLR 単独群10例および CABG 併用群30例および両群をあわせた全40症例において術前、術後の負荷時および再分布時の total score を算出した。TMLR 単独群において total score は負荷時では術前43.9±8.65, 術後53.6±10.08 (p<0.0013), 再分布時では術前46.1±7.78, 術後55.2±10.35 (p<0.0015), と術後において有意に改善していた。また、CABG 併用群においても total score は

負荷時では術前44.9±10.71, 術後58.06±6.35 (p<0.0001), 再分布時では術前52.29±9.48, 術後59.19±6.56 (p<0.0008) と術後に有意に改善していた。全症例における total score も負荷時では術前44.66±10.15, 術後56.98±7.27 (p<0.0001), 再分布時では術前50.78±9.39, 術後58.22±7.43 (p<0.0001), と術後に有意に改善していた(図3 a, b, c)。

② TMLR および CABG 施行部位における灌流評価

右冠動脈(RCA), 左前下行枝(LAD), および左回旋枝(LCX)領域を図2における seg 5~6, 13~14, 21~22, seg 1~4, 9~12, 17~20, seg 7~8, 15~16にそれぞれ対応させた上で、術前、術後の負荷時、再分布時の TMLR および CABG 施行部位における total score を算出した。TMLR 単独群における TMLR 施行部位の total score は負荷時では術前23.0±9.26, 術後29.2±9.64 (p<0.0013), 再分布時では術前24.6±9.22, 術後29.7±9.21 (p<0.0015) と術後に有意に改善していた。また CABG 併用症例における TMLR 施行部位の total score は負荷時では、術前7.3±5.97, 術後11.43±5.98 (p<0.0004), 再分布時では術前8.93±6.01, 術後11.38±6.22 (p<0.0048) と術後に有意に改善していた。一方、CABG 施行部位の total score は負荷時では術前8.87±5.13, 術後12.43±6.06 (p<0.0085), と有意に改善していたが、再分布時では術前11.14±5.67, 術後12.9±6.19 (p<0.13) と有意差はなかった。さらに TMLR および CABG 施行部位の total score は負荷時では術前17.88±7.97, 術後25.2±8.42 (p<0.0001), 再分布時では術前21.23±8.07, 術後25.67±8.52 (p<0.01), と術後に有意に改善していた(図4 a, b, c, d)。

③異常セグメント部位における灌流評価

術前における灌流評価が0, 1を示したセグメント数のスコアを異常セグメント数で除した defect magnitude の術前後における変化について検討した。TMLR 単独群における TMLR 施行部位の defect magnitude は負荷時では術前0.46±0.36, 術後1.78±0.77 (p<0.0001), 再分布時では術前0.45±0.30, 術後1.83±0.95 (p<0.0035) と術

Segmental analysis

Left ventricular segment

Short axis (Basal and Apical) 8×2 segment
Long axis 6 segment

Segment Score grade

- 3: Normal
- 2: Mild hypoperfusion
- 1: Severe hypoperfusion
- 0: Defect

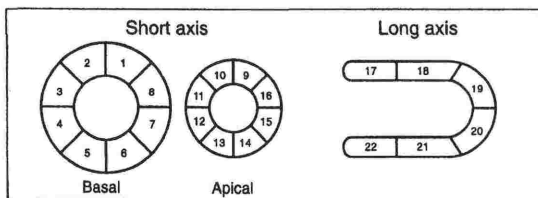


図2 ²⁰¹Tl 心筋 SPECT セグメント解析を用いた心筋灌流の評価 [西村恒彦ら, 日本冠疾患学会雑誌より引用]

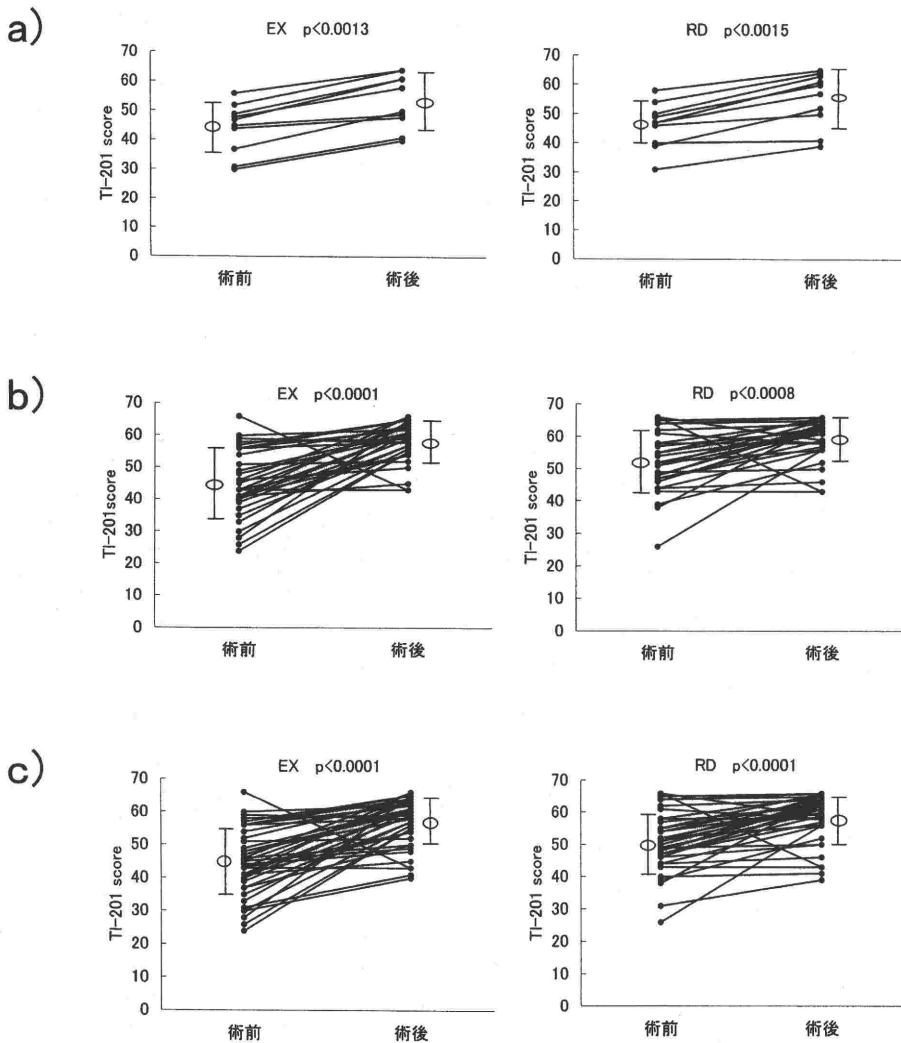


図3 ²⁰¹Tl 心筋 SPECT による TMLR 施行群における灌流評価(a. TMLR 単独群, b. CABG 併用群, c. 全症例) [西村恒彦ら, 日本冠疾患学会雑誌より引用]

後に有意に改善した。CABG 併用群における TMLR 施行部位の defect magnitude は負荷時では術前 0.34 ± 0.39 , 術後 2.06 ± 0.84 ($p < 0.0001$), 再分布時では術前 0.58 ± 0.41 , 術後 1.98 ± 0.92 ($p < 0.0001$) と術後に有意に改善していた。また全症例においても負荷時では術前 0.38 ± 0.38 , 術後 1.97 ± 0.82 ($p < 0.0001$), 再分布時では術前 0.54 ± 0.38 , 術後 1.93 ± 0.92 ($p < 0.0001$) と術後に有意に改善していた (図 5 a, b, c)。

次に TMLR 施行部位において術前スコアが $0 \rightarrow 0$ および $1 \rightarrow 1$ を示す固定性欠損を示した部

位について術後, そのスコアはそれぞれ 0.67 ± 0.97 , 2.22 ± 0.67 と改善していた。一方, 術前に一過性欠損を示した部位では術後 2.25 ± 0.97 に改善していた。

④症例呈示

N.K. 64才男性(大阪大学病院) CCS 3 度

従来より狭心症あり。97年5月, 下壁心筋梗塞にて某病院に入院, DDD ペースメーカー植え込み術を行った。その後, 狭心症が重篤かつびまん性冠動脈病変のため, 97年10月7日 TMLR を施

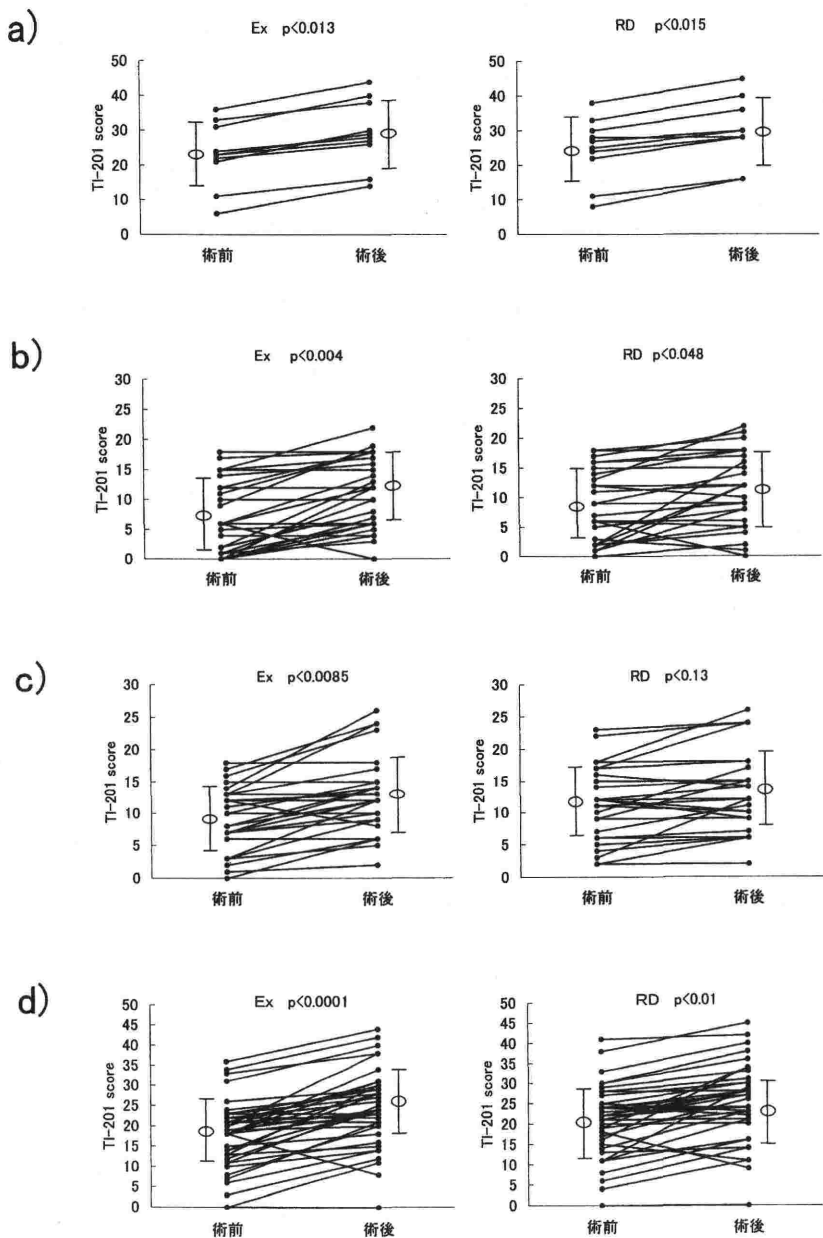


図4 ^{201}Tl 心筋 SPECT による TMLR および CABG 施行部位における灌流評価(a. TMLR 単独群, b. CABG 併用群, c. CABG 施行部位, d. TMLR および CABG 施行部位) [西村恒彦ら, 日本冠疾患学会雑誌より引用]

行した。TMLR 施行部位は前壁，側壁，下壁，後壁でレーザーエネルギー15ジュール，照射数40ホールであった。術前（97年9月25日）および術後6ヶ月後（98年4月21日）のdipyridamole 負荷心筋 SPECT を図6aに示す。術前，下側壁を中

心に広範な欠損像を認める。術後，周辺部位の心筋灌流は改善している。本症例は $^{13}\text{NH}_3$ 心筋 PET を術前後に施行しており， ^{201}Tl 心筋 SPECT に比し，より明瞭に後側壁部位を中心に心筋灌流の改善を認めている（図6b）。

TMLR施行部位でスコア0と1におけるmagnitude変化

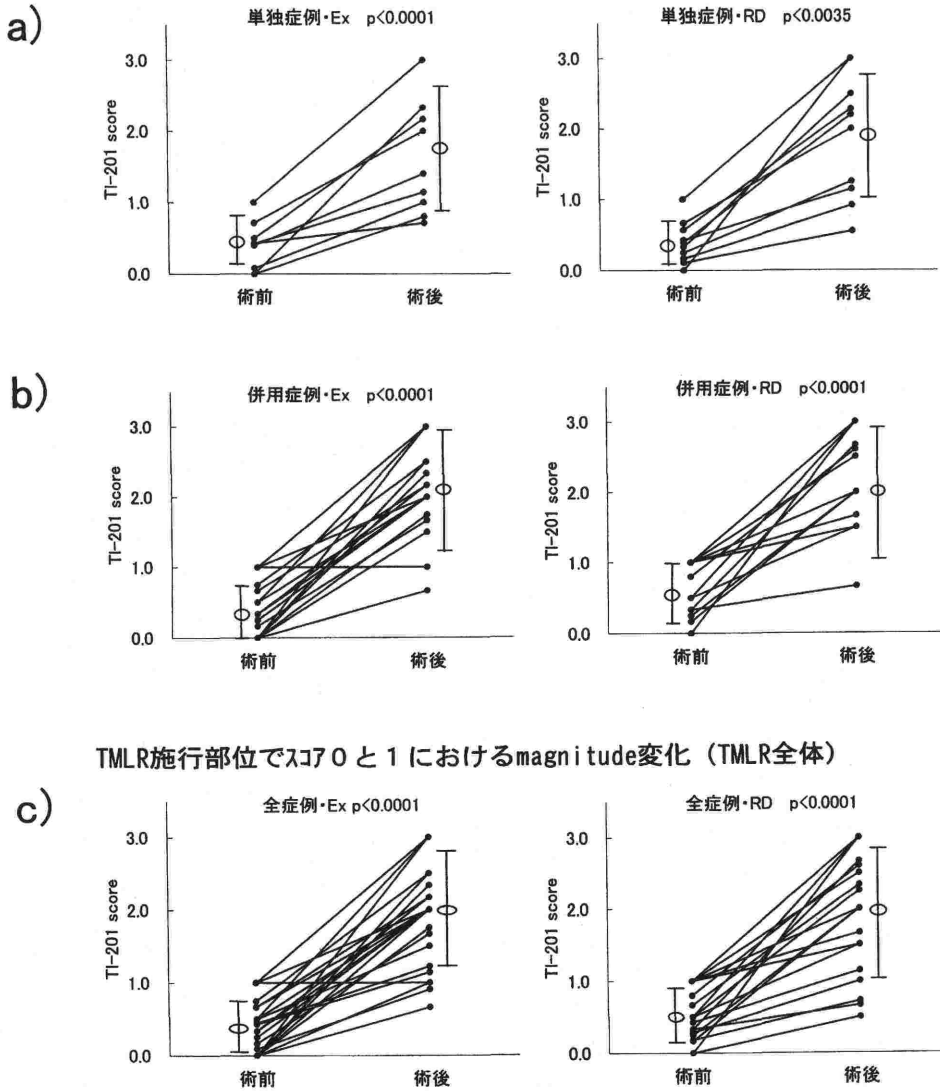


図5 ^{201}Tl 心筋 SPECT による異常セグメント部位における灌流評価(a. TMLR 単独群, b. CABG 併用群, c. 全症例) [西村恒彦ら, 日本冠疾患学会雑誌より引用]

TMLR における核医学的評価の有用性

^{201}Tl 心筋 SPECT は冠動脈造影とは異なり、心筋細胞レベルでの心筋灌流の変化を視覚的に把握できる特徴がある⁴⁾。既に、 ^{201}Tl 心筋 SPECT を用いて CABG や PTCA の適応決定および治療効果の判定に日常診療で用いられ威力を発揮している^{5,6)}。とりわけ、今回対象とした TMLR のように冠微小循環レベルでの心筋灌流の改善効果を評

価するには ^{201}Tl 心筋 SPECT が現時点の循環器検査法の中で最も適している。

TMLR 単独群, CABG 併用群および全症例において、負荷時のみならず再分布時において total score および平均スコアは有意に改善していた。また、TMLR 単独群, CABG 併用群における TMLR 施行部位の心筋灌流は術後、負荷時のみならず再分布時においても有意に改善していた。

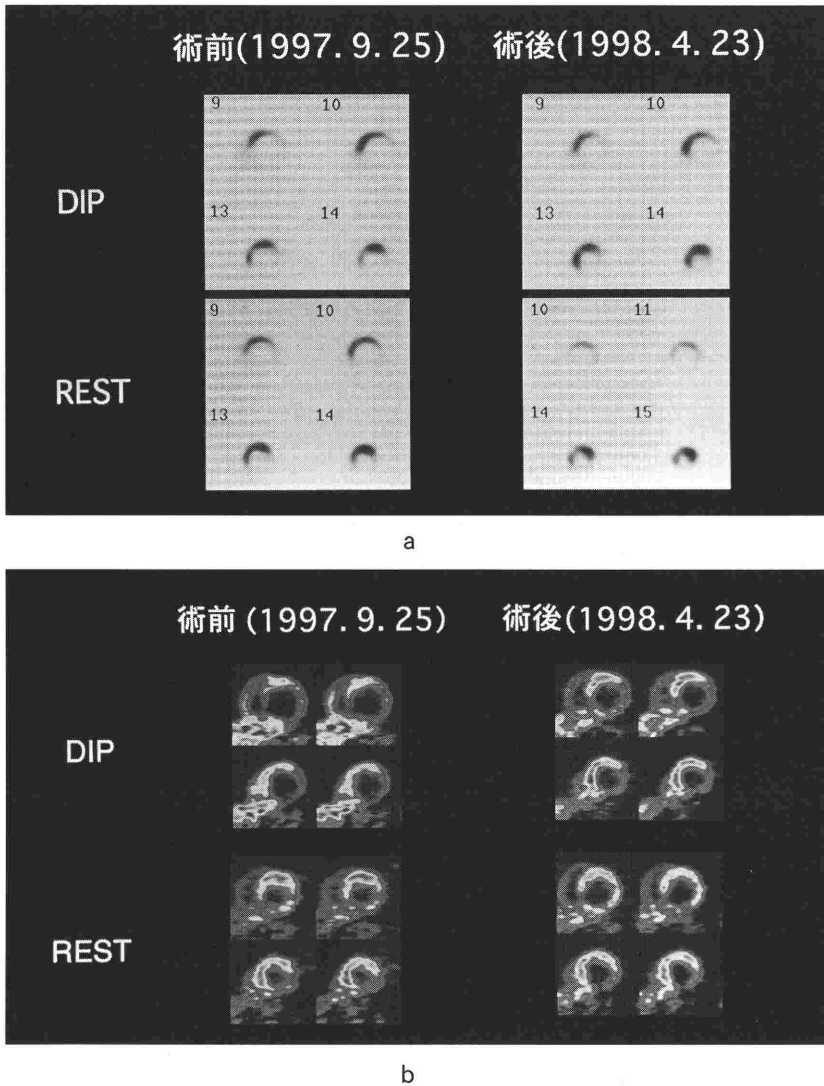


図6 症例 TMLR 単独群(大阪大学病院) (a. 術前後における²⁰¹Tl 心筋 SPECT, b. 術前後における¹³NH₃ 心筋 PET) [西村恒彦ら, 日本冠疾患学会雑誌より引用]

TMLR 前における欠損スコアが 0 → 0, 1 → 1 のいわゆる固定性欠損 (不可逆性欠損) 部位においても TMLR 後それぞれ 0.67 ± 0.97 , 2.22 ± 0.67 と改善していた. 固定性欠損部位において灌流改善が認められた理由として, ²⁰¹Tl 再静注法を行っていないため, 心筋 viability 評価を過小評価している可能性を否定できない^{7,8)}. またスコアが 1 の部位ではなお viable な心筋が混在しているため TMLR 効果が有用であったと考えられた. 米国での今迄の報告では, TMLR 後 ²⁰¹Tl 心筋 SPECT にて心筋灌流が改善することが, 一方,

高度の固定性欠損部位では改善の程度が少ないことが報告されている⁹⁾. 今回の我が国における ²⁰¹Tl 心筋 SPECT による検討でもほぼ同様の成績が得られた.

また, ²⁰¹Tl 心筋 SPECT で TMLR 後に著明な心筋灌流の改善を認めなくとも, ¹³NH₃ 心筋 PET を用いて心筋血流量を測定, 心内膜例と心外膜例の心筋部位に関心領域を設定し, その比を算出した成績では, TMLR 後にその比が明瞭に改善することが報告されている¹⁰⁾. これらの点から, TMLR の効果として除神経による狭心症の消失

などもその要因として考えられているが、客観的評価から TMLR 施行による血管新生に基づく心筋灌流の改善が大きく関与しているものと考えられる。

文 献

- 1) Mirhoseini M, Muckerheide M, Cayton MM : Trans-ventricular revascularization by laser. *Lasers Surg Med* 2 : 187-198, 1982
- 2) Mirhoseini M, Shelgihar S, Cayton M : Transmyocardial laser revascularization: A review. *J Clin Laser Med Surg* 11 : 15-19, 1993
- 3) 西村恒彦, 野原隆司, 西田 隆ら : ^{201}Tl 心筋 SPECT による心筋内レーザー血管新生術の評価 : 多施設共同研究. *日本冠疾患学会雑誌* 5 : 116-125, 1999
- 4) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平ら : 運動負荷心筋スキャンによる梗塞部位再分布に関する検討. *核医学* 24 : 1343-1350, 1987
- 5) Iskandrian AS, Hakki A, Kane SA, et al : Rest and redistribution thallium-201 myocardial scintigraphy to predict improvement in left ventricular function after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 51 : 1312-1316, 1983
- 6) Berger BC, Watson DD, Burwell LR, et al : Redistribution of thallium at rest in patients with stable and unstable angina and the effect of coronary artery bypass surgery. *Circulation* 60 : 1114-1125, 1979
- 7) Liu P, Kiess MC, Okada RD, et al : The persistent defect on exercise thallium imaging and its fate after myocardial revascularization: Does it represent scar or ischemia? *Am Heart J* 110 : 996-1001, 1985
- 8) Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NMT, et al : Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress-redistribution imaging. *N Engl J Med* 323 : 141-146, 1990
- 9) Horvath KA, Mannting F, Cummings N, et al : Transmyocardial laser revascularization: Operative techniques and clinical results at two years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 111 : 1047-1053, 1996
- 10) Frazier OH, Cooley DA, Kadipasaoglu KA, et al : Myocardial revascularization with laser: Preliminary findings. *Circulation* 92 : II-58-II-65, 1995