

携帯用持続心機能モニターによる冠動脈バイパス術の評価

著者	手取屋 岳夫, 川筋 道雄, 沢 重治, 榊原 直樹, 岩喬, 滝 淳一
著者別表示	Tedoriya Takeo, Kawasuji Michio, Sawa Shigeharu, Sakakibara Naoki, Iwa Takashi, Taki Jun-ichi
雑誌名	胸部外科 = 日本心臓血管外科学会雑誌
巻	44
号	10
ページ	820-824
発行年	1991-09
URL	http://doi.org/10.24517/00050783



携帯用持続心機能モニターによる冠動脈バイパス術の評価

手取屋岳夫 川筋道雄 沢 重治 榊原直樹
岩 香 滝 淳一*

はじめに

冠動脈バイパス術 (CABG) の目的は狭心症の改善のみならず心筋虚血, 運動負荷対応能の改善である。携帯用持続心機能モニター (VEST) は, 超小型 RI 検出器を左室上の胸壁に装着固定したまま運動負荷を加えるため, 変化する心室壁運動の連続的観察が可能である。心筋虚血により, 心室の壁運動異常が心電図変化に先行して出現することが知られており^{1,2)}, VEST を用いて CABG 前後で運動負荷中および負荷回復期の心機能の変化を連続的に観察し CABG の効果を検討した。

I. 対象および方法

CABG を施行した 50 例 (男性 41 例, 女性 9 例) を対象とし, VEST を用いて心機能検査を行った。年齢は 35 歳から 69 歳, 平均 57 歳であった。冠動脈病変は 1 枝病変が 1 例, 2 枝病変は 14 例, 3 枝病変は 27 例で左主幹部病変は 8 例に認めた。28 例 (56%) が心電図変化か酵素学的異常によって証明された心筋梗塞既往例であった。前壁梗塞が 11 例, 下壁梗塞が 12 例, 後側壁梗塞が 5 例であった。CABG は高カリウム晶質心筋保護液注入と局所冷却による心筋保護を用いて施行した。45 例には左前下行枝に左内胸動脈を使用し, 回旋枝系, 右冠動脈には大伏在静脈グラフトを用いた。5 例には静脈グラフトのみを使用した。平均グラフト数は 2.7 本であった。術前に投与されていた亜硝酸剤,

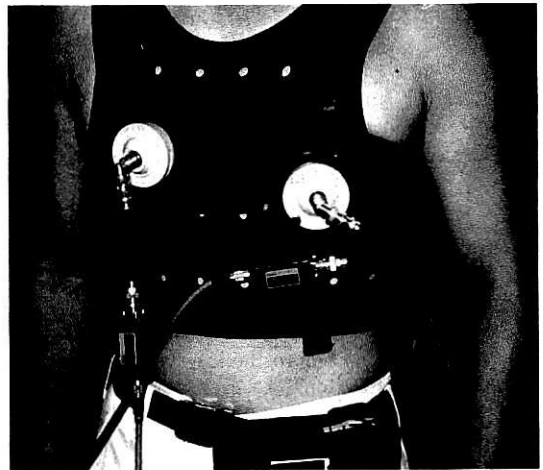


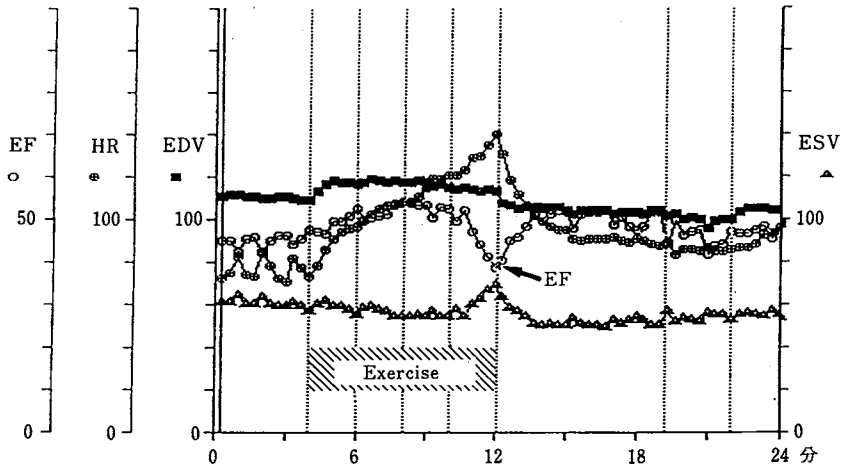
図 1. 携帯用心機能モニター (VEST)

カルシウム拮抗剤, β 遮断剤を術後も投与した。全例に対して術後 1 ヶ月で digital subtraction angiography または選択的冠動脈造影にてグラフトの開存性を検査した。開存率は内胸動脈は 100%, 静脈グラフトは 93% であった。

核医学的左心機能評価を CABG 術前および術後 4 週に行った。全例とも検査時の全身状態は良好であった。20 mCi の *in vivo* 標識 ^{99m}Tc 赤血球を静注し, まず通常のマルチゲート心プールシンチグラフィを行ったのち, 持続心機能モニター (Aloka RRG-607, Tokyo) を装着した。このシステムは cadmium telluride を用いた二つの RI 検出器とカセットレコーダーとコンピューターよりなる。一つの検出器が左心室をカバーするように位置決めを行い, 別の検出器は肺野のバックグラウンドをカウントできるようにネオプレンゴム製ジャケットで固定, 装着した (図 1)。レコーダーには二つの RI 検出器からのカウントがそれ

キーワード: 持続心機能モニター, 左室駆出率, 冠動脈バイパス

* T. Tedoriya, M. Kawasuji (講師), S. Sawa, N. Sakakibara, T. Iwa (教授) <第一外科>, J. Taki <麻酔科>: 金沢大学。



EF: 左室駆出率 (%), HR: 心拍数 (beats/分)
EDV: 左室拡張末期容積 (ml) ESV: 左室収縮末期容積 (ml)

図 2. VEST によって測定された核医学的および心電図データを示すトレンドグラフ

それぞれ 50 msec ごとに収録される。

4 分間の安静時データを収集後、自転車エルゴメーターを用いて仰臥位で 25 W より負荷を開始し 2 分ごとに 25 W ずつ漸増し、胸痛、呼吸困難、疲労が現れるまで続けた。データ収集は負荷終了後 10 分まで行った。左室駆出率 (以下 LVEF) は拡張末期カウントの 70% をバックグラウンドとして減算したのち以下の式に従って求めた。

$EF = (EDC - ESC) / EDC$ [EDC: end-diastolic count, ESC: end-systolic count]

核医学的データと心電図データは 20 秒ごとに集積し、これらのデータをトレンドグラフに描いた (図 2)。

LVEF の変化は 5% 以上を有意とした。また、結果は平均値 ± 標準誤差で表示し、有意差の検定には *t* 検定を用い、 $p < 0.05$ を有意とした。

II. 結 果

術前の最大運動負荷量は平均 68.8 ± 19.2 W で、rate-pressure product (RPP) は平均 $151.3 \times 10^2 \pm 35.3 \times 10^2$ mmHg・beats/分であった。術後の最大運動負荷量は 73.5 ± 20.3 W と増加したが術前値と有意差はなかった。一方、術後の RPP は $183.4 \times 10^2 \pm 49.1 \times 10^2$ mmHg・beats/分に達し術前値に比し有意に増加した ($p < 0.01$)。運動負荷中の LVEF の変化パターンは 4 種類に分類できた (図 3)。すなわち、運動負荷により LVEF が上昇するもの (type A)、いったん上昇するが負荷が増すと下降する上昇低下型 (type B)、負

荷により LVEF が変化しない不変型 (type C)、運動負荷により LVEF が下降する低下型 (type D) の 4 型であった。type A が正常、type C, D は異常で、type B は異常であるが、一部正常型も含むと考えられた¹⁾。

CABG 術前後における LVEF のタイプ分類の変化を図 4 に示した。術前 type A が 6 例、type B が 8 例、type C が 11 例、低下型が 25 例であった。術後は 35 例が type A で、type B は 7 例、異常型の type C は 5 例、type D は 3 例のみで、術後に運動負荷対応能の改善が認められた。

運動負荷回復期の LVEF は負荷終了直後より上昇し安静時 EF より高いピーク値 (over-shoot) に達したのち、負荷前値に復するパターンをとった (図 5)。運動負荷時の LVEF の負荷前値に対する平均変化率は、術前 $-9.9 \pm 2.7\%$ であったのに対して、術後は $+13.0 \pm 2.0\%$ であり有意 ($p < 0.001$) に改善した。また、負荷回復期のピーク値の負荷前値に対する変化率は術前 $+62.7 \pm 12.0\%$ 、術後 $+67.8 \pm 16.1\%$ で術後有意に高値を示した ($p < 0.05$)。負荷終了時から回復期の LVEF ピーク値までの時間 (回復時間, recovery time) の平均は術前 195 ± 15 秒であったのが、術後は 98 ± 15 秒に有意 ($p < 0.001$) に短縮していた。

III. 考 察

心プールシンチグラフィは心機能評価を非侵襲的に行える検査として広く利用され、運動負荷時の心機能の評価に有用である²⁻⁶⁾。しかし、撮像にはガンマカ

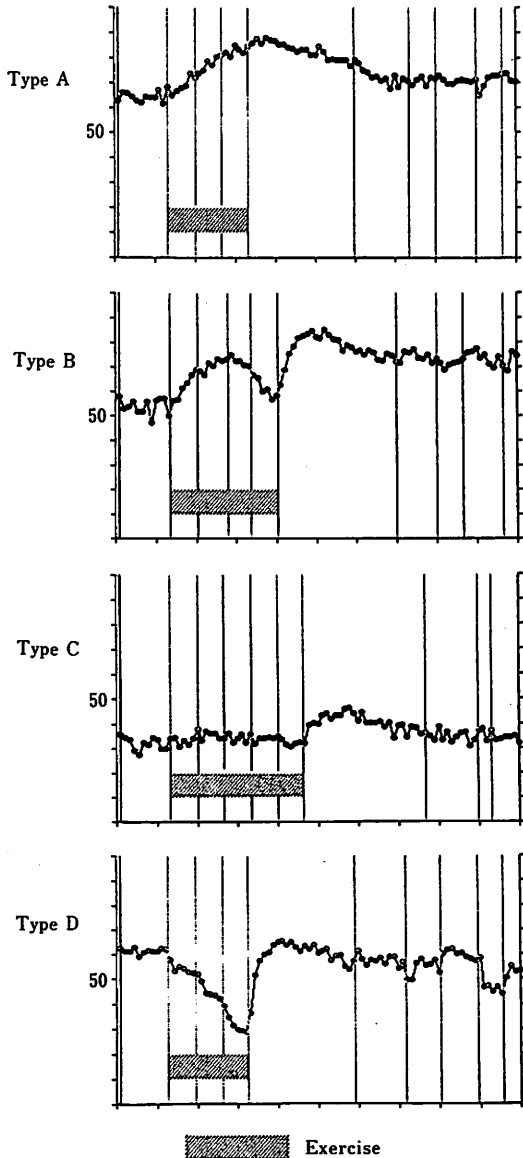


図3. VESTによる運動負荷中のLVEFの変化のパターン分類

メラが必要であるため連続的な変化を捉えることが不可能である。このため超小型 RI 検出器を左室領域に固定し被検者が運動できる状態で左心機能を連続的に記録できる携帯装置が開発され、一見ベストのようであるため“VEST”と呼ばれている⁷⁾。この VEST によって、運動負荷中および負荷回復期の心機能の変化を明らかにすることが可能となり、左心機能における CABG の効果についても新しい知見を得ることができるようになった。

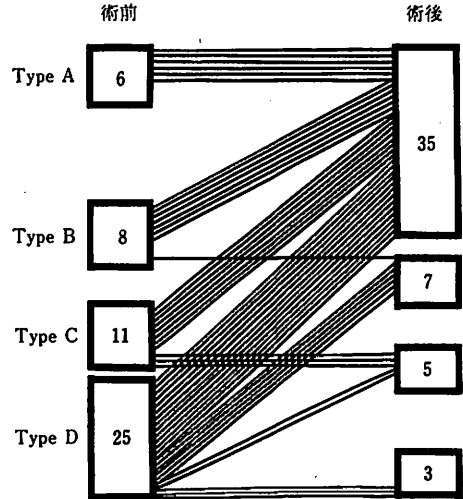


図4. CABG 術前後における LVEF タイプの変化

術後の心機能検査時期について、われわれが行った CABG 術後の安静時心プルスキャンによる評価では術後 1 および 2 週で収縮機能が上がり拡張機能は低下したが術後 4 週ではおのおのが術前値に復していた⁸⁾。今回の検査でも術後は 4 週に施行しており、手術による影響からほぼ脱却したと考えられる。術後検査時には術前検査時に服用していた亜硝酸剤、Ca 拮抗剤は同量服用しており、また術前 β 遮断剤を投与されていた症例は術後不整脈予防を目的に minidose propranolol (5 mg \times 8 時間毎) を継続したが、Taylor ら⁹⁾ も述べたようにこの影響は軽微であろうと考えられる。

今回の検討では、運動負荷中の LVEF の変化は四つのパターンに分類できた。type A は運動負荷に対する正常な反応と考えられる。術前 6 例 (12%) が type A であったが術後は 35 例 (70%) が type A となり改善した。type B は運動負荷によって LVEF がいったん上昇するが負荷が増すと低下してくるタイプで異常反応と考えられる。しかし、Tamaki ら¹⁾ は正常人のなかにも運動負荷が増すに連れて拡張末期容積が増加し、これによって LVEF が低下する症例が存在すると報告している。今回の検討では術前 type B であった 7 例のうち 6 例が術後 type A に改善していた。この 6 例では左前下行枝に左内胸動脈を、右冠動脈と回旋枝系に静脈グラフトを使用した手術を施行しており、5 例は完全血行再建であった。術後に type B に留まった 1 例は、61 歳女性例で 3 枝病変に対して左内胸動脈と静

LVEF

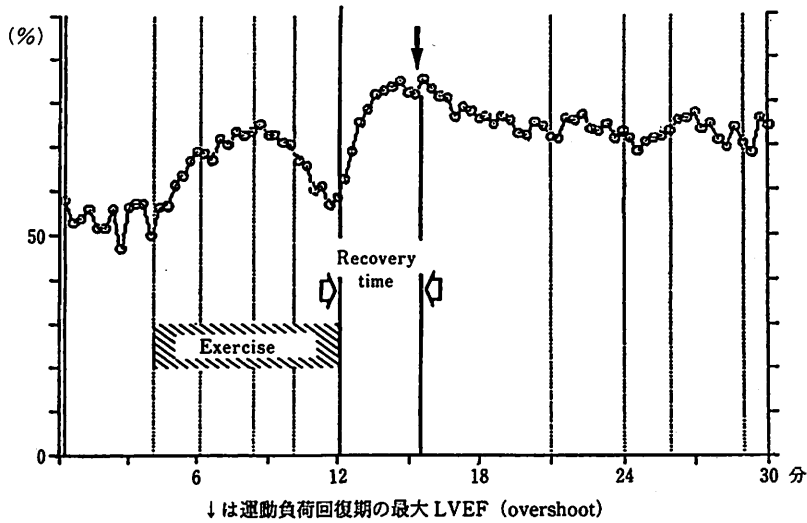


図 5. 運動負荷回復期の LVEF

脈グラフトで4枝バイパス術を施行し、グラフトはすべて開存し完全血行再建を施行し得た症例であった。

type C, type D は運動負荷に対する異常反応と考えられる。術前 type C は 11 例であったが、8 例は術後 type A に改善した。術後 type C に留まった 3 例のうち 2 例は、広範囲梗塞による低左心機能例であった。術前 type D であった 25 例のうち 16 例は type A に改善した。術前 type D から術後 type B に留まった 6 例のうち、4 例はグラフト閉塞が狭窄病変残存の不完全血行再建術症例であり、2 例は内胸動脈を用いた 3 枝バイパス術症例で完全血行再建例であった。術前 type D から術後 type C に留まった症例は 2 例で、1 例は低左心機能で静脈グラフトを使用し、完全血行再建した 3 枝バイパス術症例であり、もう 1 例は右内胸動脈を用いて完全血行再建を行った女性例であった⁹⁾。術後 type D は 3 例でグラフト閉塞例 1 例、狭窄病変残存例が 1 例、内胸動脈使用完全血行再建 1 例であった。内胸動脈使用症例で、完全血行再建にもかかわらず運動負荷対応能が不十分な症例が 5 例みられ、内胸動脈の血液供給能の不足が示唆された¹⁰⁾。

運動負荷回復期の LVEF は、負荷終了直後より上昇し始め安静時より高値のピーク値 (overshoot) に達したのち、徐々に負荷前値に復するパターンをとった。Pfisterer ら¹¹⁾はほとんどの冠動脈疾患患者で overshoot が認められたと報告しており、Plotnick ら¹²⁾は運動負荷後の交感神経緊張の残存が回復早期の overshoot 発生に関与していると説明している。Schneider

ら¹³⁾は高度冠動脈病変による運動負荷に伴う心室の壁運動異常は、負荷回復期の回復時間の遷延をもたらしたと報告している。今回の検討では術後の recovery time は術前に比し有意に短縮し、負荷回復期においても心機能の改善を認めた。

VEST は非侵襲的、連続的に心機能を評価できるため、新しい観点から CABG の効果の検討を可能とした。今後、心室局所の駆出率検出が可能となれば CABG の各グラフトの有効性や問題点をさらに詳細に検討できると考えられる。

文 献

- 1) Tamaki N et al : Cardiac response to daily activities and exercise in normal subjects assessed by an ambulatory ventricular function monitor. *Am J Cardiol* 59 : 1164, 1987
- 2) Taki J et al : Temporal relationship between left ventricular dysfunction and chest pain in patients with coronary artery disease during activities of daily living. *Am J Cardiol* in press
- 3) Taylor NC et al : Effects of coronary bypass grafting on left ventricular function assessed by multiple gated ventricular scintigraphy. *Br Heart J* 50 : 149, 1983
- 4) Jones RH et al : Accuracy of diagnosis of coronary artery disease by radionuclide measurement of left ventricular function during rest and exercise. *Circulation* 64 : 586, 1981
- 5) Borer JS et al : Sensitivity, specificity and predictive accuracy of radionuclide cineangiography during exercise in patients with coronary artery dis-

- ease. *Circulation* 60 : 572, 1979
- 6) Berger HJ et al : Global and regional left ventricular response to bicycle exercise in coronary artery disease. Assessment by quantitative radionuclide angiography. *Am J Med* 66 : 13, 1979
 - 7) 玉木長良, Strauss HW : 携帯用 RI 心機能モニター (VEST) による心機能評価. *核医学* 24 : 289, 1987
 - 8) Kawasuji M et al : Serial assessment of left ventricular function following coronary bypass surgery by radionuclide angiography. *Jpn Circ J* 52 : 1149, 1988
 - 9) Higginbotham MB et al : Sex-related differences in the normal cardiac response to exercise. *Circulation* 70 : 357, 1984
 - 10) Kawasuji M et al : Evaluation of postoperative flow capacity of internal mammary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 99 : 696, 1990
 - 11) Pfisterer ME et al : Profiles of radionuclide left ventricular ejection fraction changes induced by supine bicycle exercise in normal and patients with coronary heart disease. *Cathet Cardiovasc Diag* 5 : 305, 1979
 - 12) Plotnick GD et al : Changes in left ventricular function during recovery from upright bicycle exercise in normal persons and patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 58 : 247, 1986
 - 13) Schneider RM et al : Rate of left ventricular function recovery by radionuclide angiography after exercise in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 57 : 927, 1986

SUMMARY

Assessment of Coronary Bypass Surgery by Continuous Ventricular Function Monitoring
Takeo Tedoriya et al., Department of Surgery (1), Kanazawa University School of Medicine

The sequential change of left ventricular function during exercise and recovery after exercise was assessed in 50 patients who had undergone coronary bypass surgery before and after the operation by means of continuous ventricular function monitoring system (VEST).

Cardiac response was divided into 4 types with respect to the profiles of the left ventricular ejection fraction during exercise. Type A continued to increase; type B initially increased but decreased in severe exercise stages; type C did not change during exercise; type D continued to decrease.

Most patients showed type C or D before surgery but showed type A after surgery. 9 patients with occluded grafts or ungrafted coronary arteries showed type B, C or D. Two patients with extended infarction and poor left ventricular function showed type C after surgery.

In recovery period after exercise, the ejection fraction showed an overshoot. The mean ratio of peak ejection fraction during recovery to ejection fraction at rest increased from $+62 \pm 12\%$ before operation to $+68 \pm 16\%$ after operation ($p < 0.05$). The recovery time after exercise was decreased from 195 sec before operation to 98 sec after operation ($p < 0.01$).

VEST revealed response of left ventricular function during exercise and recovery after exercise as far as detail abnormalities.

KEY WORD : continuous ventricular function monitoring/coronary bypass surgery/left ventricular ejection fraction