

冠動脈バイパス術後の経皮的冠動脈インターベンションの初期成績および遠隔期予後の検討

Initial Results and Long-Term Outcome of Percutaneous Coronary Intervention in Patients With Previous Coronary Artery Bypass Grafting

岡田 尚之
鶴見由起夫
笠 貫 宏
西 田 博*
遠藤 真弘*

Hisayuki OKADA, MD
Yukio TSURUMI, MD
Hiroshi KASANUKI, MD, FJCC
Hiroshi NISHIDA, MD, FJCC*
Masahiro ENDO, MD, FJCC*

Abstract

Objectives. The incidence of percutaneous coronary intervention following bypass surgery(coronary artery bypass grafting: CABG)is not low, but the outcomes of patients requiring percutaneous coronary intervention after CABG are not well known.

Methods. From June 1970 to June 2000, 2,981 patients underwent CABG at our institute using 6,747 grafts including 2,875 saphenous vein graft(SVG), 3,042 internal thoracic artery(ITA), 706 gastro-epiploic artery(GEA), 122 radial artery(RA), and 2 others. Three hundred twenty-seven patients underwent subsequent percutaneous coronary intervention in 520 lesions(104 SVG, 97 ITA, 12 GEA, 8 RA, 299 native artery). The initial results and long-term outcome following percutaneous coronary intervention in these 520 consecutive procedures were evaluated retrospectively.

Results. Percutaneous coronary intervention to arterial grafts were performed mainly within the early post-operative period, whereas percutaneous coronary intervention to vein grafts had two periodic peaks in the early post-operative period and at 7 years after CABG. Procedural success rate of percutaneous coronary intervention was 90% for SVG, 81% for ITA, 58% for GEA, 88% for RA, and 87% for native arteries. Restenosis rate was 56% for SVG, 30% for ITA, 83% for GEA, 83% for RA, and 49% for native arteries. Cardiac events after percutaneous coronary intervention with previous CABG were greater in cases of ITA, followed by native arteries, SVG, GEA and RA($p = 0.0046$). In the early post-operative period, there was no significant difference between ITA and SVG. In the chronic stage, the prognosis of cardiac events after PCI for SVG was worse than for ITA.

Conclusions. Percutaneous coronary intervention after CABG requires strategic consideration based on target-specific initial results and long-term outcome.

J Cardiol 2001 ; 38(3): 111 - 121

Key Words

Angioplasty Coronary artery disease Prognosis Follow-up studies
Cardiac surgery(coronary artery bypass grafting) Interventional cardiology

はじめに

冠動脈バイパス術(coronary artery bypass grafting :

CABG)の術後の経過観察が進むにつれて、グラフトの狭窄ないし閉塞、および自己固有冠動脈の新たな狭窄病変の出現により、再度の血行再建を要する症例は

東京女子医科大学附属日本心臓血圧研究所 循環器内科, *循環器外科: 〒162 - 8666 東京都新宿区河田町8 - 1
Departments of Cardiology, and * Cardiovascular Surgery, The Heart Institute of Japan, Tokyo Women's Medical University, Tokyo
Address for correspondence: OKADA H, MD, Department of Cardiology, The Heart Institute of Japan, Tokyo Women's Medical University, Kawada-cho 8 - 1, Shinjuku-ku, Tokyo 162 - 8666

Manuscript received February 23, 2001 ; revised April 11 and May 16, 2001 ; accepted May 16, 2001

少なくない。このうち、再CABGが選択される症例もあるが、初回CABGに比べて心筋梗塞などの合併症が高率に生じるとされている^{1,2)}。そのため、より低侵襲な経皮的冠動脈インターベンション(percutaneous coronary intervention: PCI)による治療が選択される頻度が増加している³⁻⁶⁾。CABG後施行されるPCIは、新規病変の治療は別として、グラフト狭窄がある場合に、標的病変を元来の固有冠動脈の病変とするか、グラフトの狭窄の拡張を優先するかが問題となる。したがって、CABG後のPCIの治療戦略を立てる場合、標的血管別の初期治療成績、遠隔期予後を明らかにすることは重要である。とくに、静脈グラフトでは慢性期にグラフトの変性が著しい⁷⁾という問題があり、CABG術後からPCI施行時までの期間によってその治療成績は異なる可能性がある。一方、動脈グラフトおよびCABG後の自己固有冠動脈に対するPCIの治療成績も十分明らかにはされていない。

そこで本研究では、CABG既往例に対するPCIの検討を行ったので報告する。

対象と方法

1970年6月8日-2000年6月30日の30年間に当院で施行したCABGは2,981例、グラフト数6,747本で、大伏在静脈が2,875本、内胸動脈3,042本、右胃大網動脈706本、橈骨動脈122本、その他が2本であった。このうち、CABG後にグラフトないし自己固有冠動脈に対してPCIが施行された327例、520病変を対象として、標的血管別に以下の項目について検討を行った。

PCIの適応は造影上、75%以上の有意狭窄が存在し、安静時または運動負荷心電図、心筋シンチグラムで虚血が証明された場合とし、複数のバイパス狭窄・閉塞の場合には再CABGも考慮した。

血管造影所見からPCIの初期成功率、慢性期再狭窄率を明らかにし、PCI不成功例に関しては手技不成功の理由についても検討した。初期成功は主要合併症(死亡、側枝閉塞・末梢塞栓による心筋梗塞、緊急CABG、院内再PCI)なく残存狭窄度が50%未満へ開大した場合と定義し、再狭窄は慢性期確認造影で狭窄度が50%を超えた場合とした。カテーテル治療内容はバルーンのための拡張を基本とし、リコイルおよび解離が発生した場合にはステントを使用した。心事故は

Table 1 Patient characteristics

Clinical variables	No. of patients□ (n = 327) □
Male/female□	278/49 (85/15) □
Age(yr, mean ± SD) □	62 ± 9.7□
Range(yr) □	19 - 83□
Prior myocardial infarction□	19□ (58) □
Hypertension □	184(56) □
Diabetes mellitus□	145(44) □
Hyperlipidemia□ □	192(59) □
Smoking□	229(70) □
Chronic renal failure□	55(17) □
Hemodialysis□	23(7) □
Left ventricular ejection fraction ≤ 40%□	60(18) □
Medications□	□□
Nitrates□	233(71) □
Calcium antagonists□	234(72) □
Beta-blockers□	103(31) □
Warfarin	222(68) □

() %.

再PCI, 再CABG, 狭心症再発による入院, 心臓死と定義し, 突然死は心臓死として扱った。また, PCI施行時期を術後早期(術後の退院時造影まで)および慢性期(術後退院時造影以降)に分類し, それぞれグラフトに対するPCI, 自己固有冠動脈に対するPCIについて検討を加え, 併せて予後に影響する因子を多変量解析によって検討した。予後規定因子の検討項目は以下の通りである。年齢, 性, 冠危険因子(糖尿病, 高血圧, 高脂血症, 喫煙歴), 腎機能不全, 血液透析, 内服薬(硝酸薬, Ca拮抗薬, 遮断薬, ワルファリン), 病変枝数, 完全閉塞枝数, 左室駆出率40%未満, ステント使用, 心筋梗塞の既往, グラフト種類, CABGからPCIまでの期間, 病変部位。遠隔期の予後は, 外来カルテ, 電話による直接問診あるいは紹介医への問い合わせ, 葉書によるアンケートにより調査した。

数値は平均 ± 標準偏差で表示し, 2群間の有意差の検定にはt検定, 百分率比較には²検定を用い, 期待値が5以下の場合, Fisherの直接確率法を用いた。心事故回避率曲線はKaplan-Meier法を用いて求め, Log-rank法で群間の比較を行った。また多変量解析により心事故発生を予測する因子を検討した。それぞれp < 0.05を有意差の判定とした。

Table 2 Angiographic success and restenosis rate of percutaneous coronary intervention in overall bypass grafts and native arteries

Lesion sites	No. of lesions	Initial success rate	Angiographic follow-up	Angiographic restenosis rate
Overall	520	448(86)	350/448(78)	170/350(49)
SVG	104	97(90)	77/94(82)	43/77(56)
ITA	97	79(81)	56/79(71)	17/56(30)
GEA	12	7(58)	6/7(86)	5/6(83)
RA	8	7(88)	6/7(86)	5/6(83)
Native	299	261(87)	205/261(79)	100/205(49)

() : %. * $p < 0.001$.

SVG = saphenous vein graft; ITA = internal thoracic artery; GEA = gastro-epiploic artery; RA = radial artery.

結 果

1. 患者背景

患者背景を Table 1 に示す。CABG が 2 回以上施行されていた症例は 12 例 (3.7%) であった。

2. 病変背景

PCI が施行された 520 病変の内訳を Table 2 に示す。

3. CABG から PCI までの時期

全 PCI 手技中、術後早期の施行は 164 病変 (32%) で、慢性期の施行は 356 病変 (68%) であった。観察期間は内胸動脈で短い傾向にあるものの大伏在静脈、自己固有冠動脈に比べて有意差はなかった。CABG から PCI に至るまでの期間は、標的血管により明らかにその発生頻度が異なっており、動脈グラフトへの PCI は CABG 後早期に集中する一峰性であるのに対して、静脈グラフトでは CABG 術後早期と 7 年目以降に 2 つのピークを有する二峰性であった。また、自己固有冠動脈に対する PCI の 87% は慢性期に施行されていた (Fig. 1)。

4. 初期成績および遠隔期成績

初期成功率は 86% (448/520 病変) であった。慢性期冠動脈造影を行いえた 386 病変 (74%) における検討では、造影上の再狭窄率は 38% (197/386 病変) であった。予後調査の結果、転居などの理由により、消息不明で、追跡不能であった 11 例を除く 316 例 (97%) で予後が判明した。平均観察期間は 4 年 7 カ月 (最長 16 年 2 カ月)

であった。316 例中、心事故が 139 例 (44%) に発生した。全死亡は 57 例 (18%)、心臓死は 38 例 (12%) であった。再 PCI は 52 例 (16%)、再 CABG は 30 例 (9%)、狭心症再発による入院は 92 例 (29%) であった。

以下に PCI の標的血管別の治療成績および施行時期別の成績を検討した結果を示す。

5. 標的血管別の成績

初期成功率は動脈グラフトの右胃大網動脈 58% を除けば、他のグラフトおよび自己固有冠動脈で 80% 以上と比較的良好であった。初期成功が得られた 448 病変中 350 病変 (78%) の追跡造影が可能であった。非造影例は腎機能不全の進行、日常生活度の低下が大部分を占めていた。再狭窄率は、静脈グラフト 56%、動脈グラフト 40% および自己固有冠動脈 49% であった (Table 2)。心事故発生率は大伏在静脈、自己固有冠動脈、動脈グラフトの順に有意に多かった ($p = 0.0055$; Fig. 2)。ただし、動脈グラフトでも右胃大網動脈と橈骨動脈は他のグラフトと比較しても、再狭窄率がそれぞれ 83%、83% と高率で (Table 2)、心事故発生率も多い傾向を示した (Fig. 2)。一方、内胸動脈では、再狭窄率、心事故発生頻度は大伏在静脈に比べて、有意に低率であった ($p = 0.0046$) が、動脈グラフトでも右胃大網動脈、橈骨動脈は再狭窄率、心事故発生率ともに不良であり、大伏在静脈と有意な差は認められなかった。

6. CABG 後早期の PCI

CABG 後の退院前バイパス確認造影でグラフトの狭

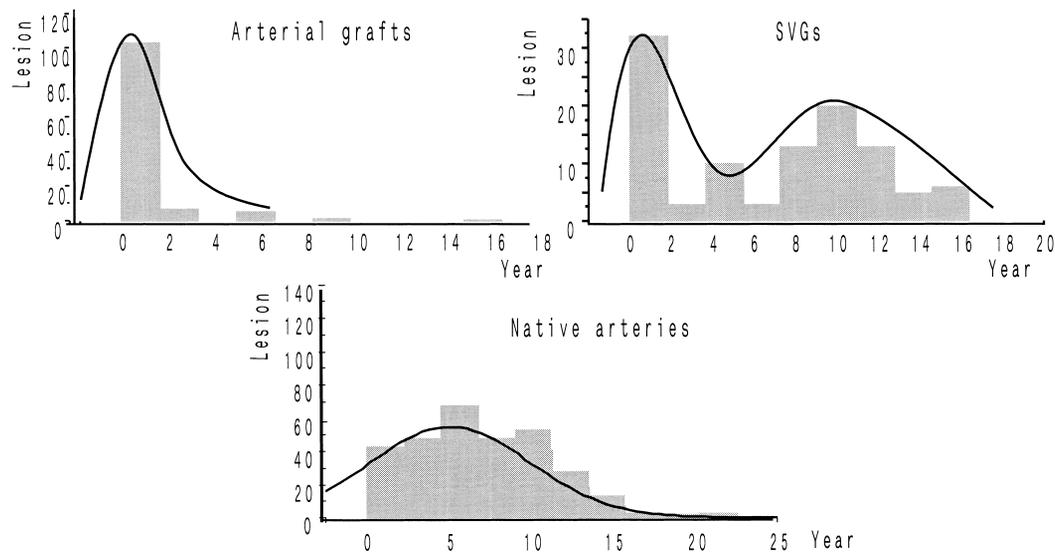


Fig. 1 Interval between percutaneous coronary intervention and previous coronary artery bypass grafting

Upper left: Arterial grafts peaked in the early post-operative periods.

Upper right: Saphenous vein grafts peaked in the early post-operative periods and after 7 years.

Lower: Native arteries had no peaks.

Abbreviation as in Table 2.

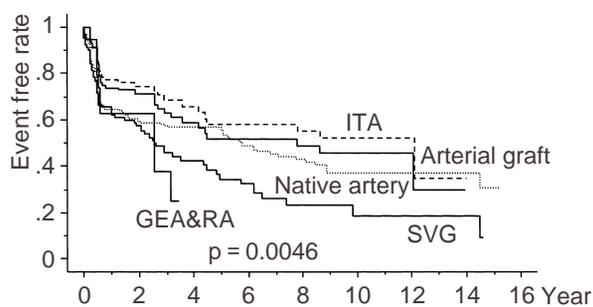


Fig. 2 Event-free curve after percutaneous coronary intervention in overall bypass grafts and native arteries

Cardiac events after percutaneous coronary intervention in arterial grafts were lower than native arteries, and cardiac events after percutaneous coronary intervention in saphenous vein grafts were higher than native arteries ($p = 0.0055$). Cardiac events were most common in the order of internal thoracic arteries, native arteries, saphenous vein grafts, gastro-epiploic arteries and radial arteries ($p = 0.0046$)

Abbreviations as in Table 2.

窄または閉塞が確認され、PCIを術後早期に施行した164病変を、グラフトに対してPCIを行った群125病変(全520病変の24%)と自己固有冠動脈に対してPCIを行った群39病変(8%)に分類した。群における標的血管の内訳は、大伏在静脈24病変、内胸動脈84病変、右胃大網動脈12病変、橈骨動脈5病変であった。初期成功率は右胃大網動脈を除いて80%以上であったが、右胃大網動脈は58%と低率であった。冠動脈造影追跡率は70 - 86%で、血管造影上の再狭窄率は内胸動脈が35%であったが、大伏在静脈、右胃大網動脈および橈骨動脈では67%、83%、100%と高率であった。群においては、左前下行枝10例、左回旋枝10例、右冠動脈16例、左冠動脈主幹部3例であった。初期成功率はいずれも80%以上と高率であったが、再狭窄率はいずれの病変も50%以上と高率であった(Table 3)。PCIの不成功理由としては、ガイドワイヤー不通過、病変の不十分拡張および病変の血管解離が大部分を占めた(Table 4)。PCI後の心事故発生率は両群で有意差はなく、群の大伏在静脈、動脈グラフトの間にも有意差は認められなかったが、大伏在静脈は7年目以降に心事故発生頻度が増加する傾向が認められた(Fig. 3)。

Table 3 Angiographic success and restenosis rate in the early post-operative periods and chronic stage

Lesion sites	No. of lesions (n = 520)	Initial success rate	Angiographic follow-up	Angiographic restenosis rate	TVR
Early post-operative periods					
Group : Bypass grafts	125(24)				
SVG	24	21(88)	18/21(86)	12/18(67)	5/12
Ao-os	1	1(100)	1/1(100)	1/1(100)	1/1
Body	12	11(92)	11/11(100)	7/11(64)	2/7
Anast	11	9(82)	6/9(67)	4/6(67)	2/4
ITA	84	70(83)	49/70(70)	17/49(35)*	9/17
Body	20	16(80)	12/16(75)	4/12(33)*	1/4
Anast	64	54(84)	37/54(69)	13/37(35)*	8/13
GEA	12	7(58)**	6/7(86)	5/6(83)	2/5
RA	5	4(80)	3/4(75)	3/3(100)	1/3
Group : Native arteries	398				
LAD	10	8(80)	6/8(75)	3/6(50)	2/3
LCX	10	9(90)	8/9(89)	4/8(50)	3/4
RCA	16	14(88)	10/14(71)	5/10(50)	0/5
LMT	3	3(100)	3/3(100)	2/3(67)	1/2
Chronic stage					
Group : Bypass grafts	96(8)				
SVG	80	73(91)	59/73(81)	31/59(53)	24/31
Ao-os	5	4(80)	3/4(75)	1/3(33)	1/1
Body	51	47(92)	39/47(83)	18/39(46)	14/18
Anast	24	22(92)	17/22(77)	13/17(76)	9/13
ITA	13	9(69)	7/9(78)	0/7(0)	-
Body	0	-	-	-	-
Anast	13	9(69)	7/9(78)	0/7(0)	-
GEA	0	-	-	-	-
RA	3	3(100)	3/3(100)	2/3(67)	1/2
Group : Native arteries	260(50)				
LAD	48	42(88)	28/42(67)	17/28(61)	11/17
LCX	90	83(92)	65/83(78)	33/65(51)	21/33
RCA	104	87(84)	72/87(83)	27/72(38)	20/27
LMT	18	15(83)	13/15(87)	9/13(69)	9/9

() %. *p < 0.001, **p < 0.01.

Group : PCI in bypass grafts in the early post-operative period. Group : PCI in native coronary arteries in the early post-operative period. Group : PCI in bypass grafts in the chronic stage. Group : PCI in native coronary arteries in the chronic stage.

TVR = target vessel revascularization; Ao-os = aorto-ostial; Anast = anastomosis; LAD = left anterior descending artery; LCX = left circumflex artery; RCA = right coronary artery; LMT = left main coronary trunk. Other abbreviations as in Table 2.

7. CABG後慢性期のPCI

CABG術後慢性期にPCIを施行した356病変を、グラフトに対してPCIを施行した 群96病変(18%), 自己固有冠動脈に対してPCIを行った 群260病変

(50%)に分類した。 群における標的グラフトの内訳は、大伏在静脈80病変、内胸動脈13病変、右胃大網動脈0病変、橈骨動脈3病変であり、大伏在静脈に対するPCIが多数を占めていた。 群の初期成功率は

Table 4 Reasons for unsuccessful results of percutaneous coronary intervention after previous coronary artery bypass grafting (n = 72) □

Reasons	Group □ (n = 23) □	Group □ (n = 5) □	Group □ (n = 11) □	Group □ (n = 33) □
Guide wire uncross□	12□	4□	3□	7□
Balloon uncross□	□	□	2□	□ 3□
Undilatable□	4□	□	2□	9□
Dissection□	5□	□	□	7□
Guiding catheter unwedge□	□	□	□	1□
Distal embolism□	1□	□	□	2□
Recoil□	□	□	□ 1□	1□
Spasm□	1	□	□	□
Perforation□	□	□	1□	□
Proximal tortuosity□	□	□	2	3
Acute closure	□	1	□	□

Explanation of the groups as in Table 3. PCI = percutaneous coronary intervention.

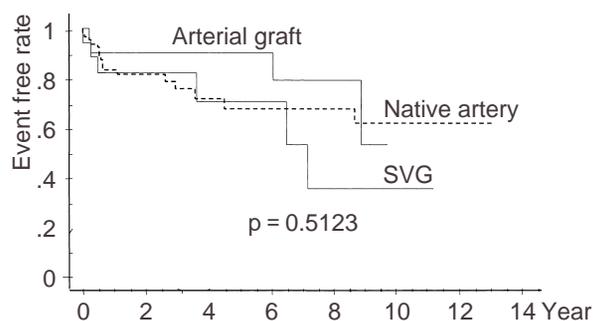


Fig. 3 Event-free curve in patients undergoing percutaneous coronary intervention in the early post-operative period
There was no significant difference between arterial grafts, native arteries and saphenous vein grafts ($p = 0.5123$).

89%で、グラフト別では大伏在静脈、および橈骨動脈は90%以上と高率であったが、内胸動脈は69%とやや低率であった。再狭窄率は内胸動脈が0%であったが、大伏在静脈および橈骨動脈では53%、67%と高率であった。群における病変部位は、左前下行枝48例、左回旋枝90例、右冠動脈104例、左冠動脈主幹部18例で、初期成功率は、PCI不適病変が多く含まれていたにもかかわらず87%と比較的良好であり、再狭窄率は48%であった(Table 3)。PCIの不成功理由としては、ガイドワイヤー不通過、病変の不十分拡張お

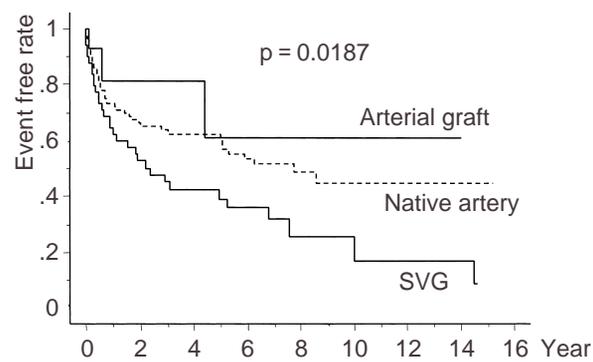


Fig. 4 Event-free curve in patients undergoing percutaneous coronary intervention in the chronic stage
Cardiac events were most common after percutaneous coronary intervention in saphenous vein grafts, and cardiac events after percutaneous coronary intervention in arterial grafts were least common in the chronic stage after coronary artery bypass grafting ($p = 0.0187$).
Abbreviation as in Table 2.

よび病変の血管解離が大部分を占めた。心事故は標的に検討すると、動脈グラフト、自己固有冠動脈、大伏在静脈の順に有意に心事故が多かった($p = 0.0187$; Fig. 4)。

8. グラフトの病変部位別成績

動脈グラフトにおいては、グラフト体部と遠位吻合部の再狭窄率はそれぞれ33%、35%で差が認められな

Table 5 Predictors of cardiac events by multivariate analysis

Clinical data	p value
Factors worsening recovery□	□
Prior myocardial infarction□	< 0.005□
No. of lesions□	< 0.05□
Interval between CABG and PCI□	< 0.01□
Factors improving recovery□	□□
Use of stent□	< 0.05□
Beta-blocker	< 0.01

CABG = coronary artery bypass grafting. Other abbreviation as in Table 4.

かった。静脈グラフトにおいては、体部および吻合部の再狭窄率はそれぞれ46%、76%で吻合部が多い傾向であった(Table 3)。

9. 予後規定因子

多変量解析を行った結果、遠隔期心事故発生に寄与する因子としては、心筋梗塞の既往、病変枝数、CABGからPCIまでの期間、予後改善に寄与する因子としては遮断薬使用であった。またステント使用は114病変で予後改善に寄与する因子であった(Table 5)。

考 察

CABG後のPCIを検討した報告は散見されるが、多数例を系統的に検討したものは少ない^{3,6)}。我々が調べた限り、Stephanら³⁾が報告した468例が最も症例数が多く、つぎにCorbelliら⁴⁾が報告した94例115病変、Dorrosら⁵⁾が報告した61症例105病変と続く。我が国においては、Hayashiら⁶⁾が報告した113例159病変が最多で、他は少数例にすぎない。その多くはPCIにおけるステント使用が一般的となる以前の報告である。さらに、大伏在静脈と自己冠動脈に対するPCIを比較検討した研究がほとんどであり、大伏在静脈、動脈グラフトおよび自己固有冠動脈3者の長期予後を比較検討した研究は皆無である。我々の報告は我が国においては対象数が最大数で、海外においてもStephanら³⁾の報告に次ぎ2番目の症例数、病変数の検討である。また大伏在静脈、動脈グラフトおよび自己固有冠動脈の成績を比較検討した最初の報告でもある。

1. CABG後PCIの発生頻度

CABG後PCIを受けた症例は、Kahnら⁸⁾の報告によるとCABG 9,401例中2,070例(22%)だが、Hayashiら⁶⁾の報告ではCABG 1,410例中113例(8%)であり、自験例のCABG 2,981例中327例(11%)とほぼ同様の頻度であった。Kahnら⁸⁾の報告におけるPCIの頻度の多さは、グラフトとして大伏在静脈の使用症例が大多数(90%)であったことに起因すると思われる。我々の症例におけるグラフト別PCIの頻度は、大伏在静脈が2,875グラフト中104グラフト(3.6%)、動脈グラフトでは3,870グラフト中117グラフト(3.0%)と大差はないものの、狭窄・閉塞した大伏在静脈グラフトの代替標的として自己固有冠動脈にPCIが施行された症例が多数あり(全自己固有冠動脈PCIの45%)、一般に大伏在静脈使用頻度が高いほど、術後PCI施行の必要性は高くなると考えられる。

2. CABGからグラフトに対するPCIまでの期間

Weintraubら⁹⁾は、大伏在静脈使用CABG後の再CABGとPCIを検討し、CABG 3,480例中、再CABG回避率は5、10、12年で91%、78%、70%、PCI回避率は98%、91%、85%、両方の回避率は96%、81%、69%と報告している。Nishidaら¹⁰⁾は初回CABGから再CABGまでの期間は術後1年前後の早期と、6、7年以降の遠隔期に2つのピークがあるとしている。CABGからPCIまでの期間について、我々の検討では、動脈グラフトに対するPCIは術後早期の一峰性であるのに対して、大伏在静脈は術後早期と7年目以降の二峰性を示しており、再PCI時期は報告されている再CABGの時期と一致することが明らかとなった。第1のピークは外科手術の技術的問題が関与し、第2のピークは劣化した大伏在静脈が増加してくるためと考えられる。今後、動脈グラフトの経過観察が進み、その寿命が明らかになると、動脈グラフトにも第2のピークが形成される可能性は否定できない。

3. CABG後グラフトに対するPCIの初期成績および再狭窄率

グラフトの狭窄・閉塞の原因は、1)外科手術時の手技上の問題、つまり採取時のグラフト損傷、過縫合による内膜増殖¹¹⁾、2)血栓形成、3)グラフト自体の劣化、4)グラフト径と自己冠動脈径の不一致¹²⁾とされて

いる。

諸家の報告によれば、PCIの初期成功率は、76-90%であり、標的血管による差は少ない^{5,6,8)}。我々の症例ではPCI初期成功率は全体で86%であり、ほぼ報告された成功率と同等であった。標的血管別の解析でも右胃大網動脈に対するPCIを除くと、各種グラフト、自己固有冠動脈に成功率の差はなく、すべて80%以上で標的血管の別なく良好な初期成績が得られている。これは標的血管を選ぶ場合、グラフトと自己固有冠動脈病変のうち、難度が低いほうを選ぶ傾向が強いいため、標的血管による成功率の差が出ない結果になったと考えられる。また術後早期と慢性期では、初期成功率に相違は認められなかった。右胃大網動脈の初期成功率が低い理由は、病変までの距離が長く、血管の屈曲が多いことが考えられる。また攣縮が高率に起こる¹³⁾など、右胃大網動脈特有の性質も一因として関与している可能性がある。

動脈グラフトに対するPCIの再狭窄は低率である¹⁴⁾が、大伏在静脈に対するPCIの再狭窄は高率との報告が多い^{5,6)}。我々の症例での再狭窄率は内胸動脈で術後早期35%、慢性期0%であったが、大伏在静脈、右胃大網動脈および橈骨動脈はそれぞれ術後早期67%、83%、100%と高率で、慢性期のPCIにおいても大伏在静脈53%、橈骨動脈67%と高率であった。このように動脈グラフトの中でも内胸静脈と他の右胃大網動脈、橈骨動脈とは遠隔期成績が異なっており、右胃大網動脈、橈骨動脈のPCIは大伏在静脈同様に不良といえる。その理由として、大伏在静脈は動脈グラフトに比べて糖尿病や高脂血症により劣化をきたしやすい¹⁷⁾こと、右胃大網動脈¹³⁾、橈骨動脈¹⁵⁾は攣縮を高率に起こすことを考えると、同じ動脈グラフトでも内胸動脈とは異なった血管内皮機能を有するため再狭窄をきたしやすい可能性が考えられる。また右胃大網動脈は病変までの距離が長く、病変まで屈曲が多いためガイドワイヤーによる損傷も寄与している可能性がある。本検討で慢性期には大伏在静脈に対するPCIが大多数で、動脈グラフトに対するPCI例が少ない理由としては、動脈グラフトの長期開存性が良好という因子以外に、内胸動脈、右胃大網動脈は慢性期に完全閉塞となっている場合があり、むしろ自己固有冠動脈を標的とする場合が多いことが一因として挙げられる。一般に、橈骨動脈¹⁶⁾、右胃大網動脈¹⁷⁾および内胸動脈^{18,19)}

は大伏在静脈よりもCABG後の遠隔期予後を改善するとされるが、すべてのCABG例を冠動脈造影で追跡できていないため、遠隔期の狭窄・閉塞率が実際の程度の割合で起きるのかは明らかにされておらず、慢性期の動脈グラフトに対するPCIの検討は困難である。

4. CABG後自己固有冠動脈に対するPCIの初期成績および再狭窄率

自己固有冠動脈に関して、周術期と慢性期、病変別に検討した結果、いずれも初期成功率は80%以上であったが、再狭窄はともに50%以上と高率であった。文献上、初期成功率をDorrosら⁵⁾は71%、Corbelliら⁴⁾は88%と報告しており、再狭窄率をHayashiら⁶⁾は33.3%、原ら²⁰⁾は57%と報告している。自験例もこれらの報告と同程度であった。原ら²⁰⁾は再狭窄率が高い原因として、本来PCIが不適病変とされる完全閉塞、び慢性病変、石灰化病変が多いこと、冠動脈解離を生じさせないために拡張が不十分に終わったことなどを挙げている。自験例もこれらの原因が関与している可能性が高く、さらに本検討の対象例は多枝病変、糖尿病をはじめとする冠危険因子を複数有する特殊な症例集団であることが挙げられる。また、ステント登場前のバルーン形成術のみの症例が多く含まれていることも一因になっている。以上より、自己固有冠動脈の再狭窄率が高率であることから再CABGも考慮する必要がある。また、方向性アテレクトミー、回転性アテレクトミーなどのデバルキングデバイスの使用後にステント留置を行うデバルキングステント^{21,22)}に期待したい。

5. PCI時期によるグラフトおよび自己固有冠動脈の心事故発生率、遠隔期成績の違い

術後早期のPCIでは、大伏在静脈、動脈グラフトおよび自己固有冠動脈では、心事故発生率に統計学的に有意差は認められなかった。7年未満では自己固有冠動脈に心事故がやや少なく、大伏在静脈と動脈グラフトはほぼ同等の心事故発生率であった。7年目以降になると自己固有冠動脈と動脈グラフトの心事故発生率はほぼ等しくなり、大伏在静脈は急激に心事故発生率が増加する。これは大伏在静脈の劣化がこの時期から増加してくる⁴⁾ためと考えられる。慢性期施行PCIに

おいては、有意に大伏在静脈で心事故発生率が高くなり、つぎに自己固有冠動脈が高く、動脈グラフトは最も少なかった。また、動脈グラフトを内胸動脈と他の動脈グラフトに分けた場合、内胸動脈、自己固有冠動脈、大伏在静脈、他の動脈グラフトの順に心事故発生率が高率であった。これらの結果を考慮すると、グラフトと自己固有冠動脈どちらにもPCIが可能な場合、標的グラフトが内胸動脈であれば内胸動脈にPCIを行ったほうが良く、標的が大伏在静脈、橈骨動脈および右胃大網動脈の場合は自己固有冠動脈にPCIを行ったほうが良いと結論できる。

6. 大伏在静脈の病変部位による違い

諸家の報告によれば、初期成功率は79-92%、再狭窄率は46-60%であり、大動脈吻合部は高率であるとされている^{4,6)}。自験例では、初期成功率は90%、再狭窄率は全体で56%であり、他の報告とほぼ同等であったが、部位別の再狭窄率には有意差が認められなかった。大動脈吻合部へのPCIは再狭窄率が高いとの報告^{4,6)}が多いことから、我々の施設では同部位に対するPCIを避けてきたためと考えられる。

7. 動脈グラフトの病変部位による違い

動脈グラフト、とくに内胸動脈に対するPCIの再狭窄率は10-40%^{14,23)}といわれ、また、遠位吻合部に比べて、体部で高いとの報告^{23,25)}が多い。これは外科手術時のグラフトの損傷が関係し、パルーンだけでは拡張不十分で、再狭窄率が高くなるためと考えられている²⁶⁾。Grubergら²⁶⁾は174例202病変の内胸動脈グラフトに対するPCIを報告しており、部位別にステント使用とパルーンのみでの成績を明らかにした。自験例では内胸動脈の再狭窄率は30%であり、体部と吻合部では再狭窄率に差は認められなかった。体部に関しては他の報告^{23,25)}と同等であったが、吻合部が高率であった原因は明らかでない。吻合部の再狭窄率は低いとの以前の報告^{23,25)}が多いこと、血栓性病変が主体であると考え、また、術後早期であるため吻合部の縫合不全を招く可能性があるとの危惧から、当科では吻合部狭窄に対して低圧拡張で終了することが多く、慢性期にリコイルをきたした可能性が考えられる。

8. 本研究の限界

本研究は、後ろ向き研究であるため、PCIの標的を無作為に振り分けておらず、自己固有冠動脈、グラフトともにPCI可能な場合、標的の選択は術者の判断に委ねられた。さらに、手技終了も術者の判断に任せられているため、治療成績に関して偏りがある可能性がある。また、PCIがパルーン形成術のみの時代の症例が多く、新世代ステントを含むニューデバイスの症例が少ないことが挙げられる。さらに、全例に冠動脈造影による追跡が行われておらず、再狭窄率に影響を与えていることを考慮する必要がある。これらの限界はあるものの、術者の判断による最良の治療法を行ったPCIの結果を比較した今回の研究は臨床上意味があると考えられた。

ま と め

CABG後のPCIの初期成績および遠隔期成績を検討した。CABG後の動脈グラフトのPCIは内胸動脈が標的の場合は、施行時期にかかわらず初期成功率、再狭窄率、続発心事故回避率からみて比較的良好であるが、他のグラフトへのPCIの成績は再狭窄率、続発心事故発生率が高く、可能ならばむしろ自己固有冠動脈へのPCIを考慮したほうが良いと考えられた。また、大伏在静脈のPCIに関しては、術後早期施行の場合、7年目までは自己固有冠動脈PCIと同等の遠隔期予後が得られるが、その後は心事故が増えてくること、慢性期施行の場合は心事故発生がより早期に出現することより、経時変化によるグラフト自体の変性がPCIの遠隔期予後が規定されることから、長期予後を考えるとやはり可能な限り自己固有冠動脈PCIを優先するべきであると考えられた。

結 語

本研究で明らかにしたように、CABG後のPCIは施行時期、グラフトの種類により成績が異なることから、その施行にあたってはそれぞれの再狭窄率および遠隔期成績を考慮した緻密な治療戦略の構築が重要であると考えられた。

要 約

目的: 冠動脈バイパス術(CABG)施行後, 狭窄グラフトや自己固有冠動脈に対して経皮的冠動脈インターベンション(PCI)を要する症例は少なくない。しかし, 多数例を対象とした研究報告は少ない。本研究の目的は, CABG後に施行されたPCIの初期成績および遠隔期予後を明らかにし, 治療戦略の一助とすることである。

方法: 1970年6月8日 - 2000年6月30日に当院で施行したCABGは2,981例, グラフト数6,747本で, 大伏在静脈が2,875本, 内胸動脈3,042本, 右胃大網動脈706本, 橈骨動脈122本, その他が2本であった。このうちCABG後にPCIを施行した327例, 520病変(大伏在静脈104, 内胸動脈97, 右胃大網動脈12, 橈骨動脈8, 自己固有冠動脈299病変)を対象とした。血管造影所見から初期成績, 慢性期再狭窄率を検討し, さらにPCI施行時期(術後早期および慢性期)別にPCI後の心事故発生頻度を調査し, 長期予後を明らかにした。

結果: 大伏在静脈に対するPCI施行時期は術後早期と7年目以降の二峰性であるのに対して, 動脈グラフトでは術後早期に多い一峰性であった。PCIの初期成功率は大伏在静脈90%, 内胸動脈81%, 右胃大網動脈58%, 橈骨動脈88%, 自己固有冠動脈87%であった。再狭窄率はそれぞれ56%, 30%, 83%, 83%, 49%であった。PCI後の心事故発生率は, 全体では内胸動脈, 自己固有冠動脈, 大伏在静脈, 右胃大網動脈および橈骨動脈の順に有意に高率であった($p = 0.0046$)。術後早期と慢性期に分類すると, 術後早期の場合は内胸動脈と大伏在静脈の予後に差はなかったが, 慢性期の場合は大伏在静脈が予後不良であった。

結語: CABG後のPCIは, 標的血管・施行時期により初期成績, 遠隔期予後が明らかに異なることより, これらを考慮した治療戦略の構築が重要であると考えられた。

J Cardiol 2001; 38(3): 111 - 121

文 献

- 1) Dorros G, Johnson WD, Tector AJ, Schmahl TM, Kalush SL, Janke L: Percutaneous transluminal coronary angioplasty in patients with prior coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; **87**: 17 - 26
- 2) Salomon NW, Page US, Bigelow JC, Krause AH, Okies JE, Metzendorf MT: Reoperative coronary surgery: Comparative analysis of 6591 patients undergoing primary bypass and 508 patients undergoing reoperative coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; **100**: 250 - 260
- 3) Stephan WJ, O Keefe JH Jr, Piehler JM, McCallister BD, Dahiya RS, Shimshak TM, Ligon RW, Hartzler GO: Coronary angioplasty versus repeat coronary artery bypass grafting for patients with previous bypass surgery. *J Am Coll Cardiol* 1996; **28**: 1140 - 1146
- 4) Corbelli J, Franco I, Hollman J, Simpfendorfer C, Galan K: Percutaneous transluminal coronary angioplasty after previous coronary artery bypass surgery. *Am J Cardiol* 1985; **56**: 398 - 403
- 5) Dorros G, Lewin RF, Mathiak LM, Johnson WD, Brenowitz J, Schmahl T, Tector A: Percutaneous transluminal coronary angioplasty in patients with two or more previous coronary artery bypass grafting operations. *Am J Cardiol* 1988; **61**: 1243 - 1247
- 6) Hayashi I, Hosoda Y, Sasakuri S, Satou T, Takazawa K, Yamamoto S: Reoperation and PTCA after coronary artery bypass graft. *Rinsho Kyobu Geka* 1994; **14**: 390 - 393 (in Jpn with Eng abstr)
- 7) Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley K, Taylor PC: Long-term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; **89**: 248 - 258
- 8) Kahn JK, Rutherford BD, McConahay DR, Giorgi LV, Johnson WL, Shimshak TM, Hartzler GO: Early postoperative balloon coronary angioplasty for failed coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 1990; **66**: 943 - 946
- 9) Weintraub WS, Jones EL, Craver JM, Guyton RA: Frequency of repeat coronary bypass or coronary angioplasty after coronary artery bypass surgery using saphenous venous grafts. *Am J Cardiol* 1994; **73**: 103 - 112
- 10) Nishida H, Hirota J, Koyanagi T, Abe R, Nakano K, Endo M, Koyanagi H: Long-term results in 1,400 patients with coronary artery bypass grafting: Saphenous vein vs arterial grafts. *Kyobu Geka* 1992; **45**: 660 - 664 (in Jpn with Eng abstr)
- 11) Zaidi AR, Hollman JL: Percutaneous angioplasty of internal mammary artery graft stenosis: Case report and discussion. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1985; **11**: 603 - 608
- 12) Shimshak TM, Giorgi LV, Johnson WL, McConahay DR, Rutherford BD, Ligon R, Hartzler GO: Application of percutaneous transluminal coronary angioplasty to the internal mammary artery graft. *J Am Coll Cardiol* 1988; **12**: 1205 - 1214
- 13) Komiyama N, Nakanishi S, Yanagishita Y, Nishiyama S, Seki A, Watanabe Y, Konishi T, Fuse K: Percutaneous transluminal coronary angioplasty of gastroepiploic artery

J Cardiol 2001; 38: 111 - 121

- graft. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1990; **21**: 177 - 179
- 14) Crowley ST, Bies RD, Morrison DA, Barbieri CC: Percutaneous transluminal angioplasty of internal mammary arteries in patients with rest angina. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996; **38**: 256 - 262
- 15) Kulkarni NM, Thomas MR: Severe spasm of a radial artery coronary bypass graft during coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 1999; **47**: 331 - 335
- 16) Bhan A, Gupta V, Choudhary SK, Sharma R, Singh B, Aggarwal R, Bhargava B, Sharma AV, Venugopal P: Radial artery in CABG: Could the early results be comparable to internal mammary artery graft? *Ann Thorac Surg* 1999; **67**: 1631 - 1636
- 17) Nishida H, Sato M, Uwabe K, Shiikawa A, Tomizawa Y, Endo M, Koyanagi H: Coronary artery bypass grafting with both internal thoracic arteries and the right gastroepiploic artery. *J Cardiovasc Surg* 1996; **37**: 471 - 474
- 18) Kawachi K, Kitamura S, Morita R, Kondo S, Taniguchi S, Seki T, Kawada T, Hasegawa J, Yoshida Y, Hagiwara H, Niwaya K, Kaneda K: Late results of coronary artery bypass grafting with the internal thoracic artery. *Kyobu Geka* 1992; **45**: 665 - 670 (in Jpn with Eng abstr)
- 19) Kobayashi H: The internal mammary artery as a graft material for coronary artery bypass surgery: Histopathologic and biochemical studies of its atherosclerotic changes. *Nippon Geka Gakkai Zasshi* 1990; **91**: 889 - 900 (in Jpn with Eng abstr)
- 20) 原 和弘, 山口 徹, 櫻田光夫, 出川敏行, 桑子賢司, 井野隆史, 鰐淵康彦, 古田昭一: 冠動脈バイパス術後症例に対するPTCA成績. *脈管学* 1989; **29**: 99 - 103
- 21) Moussa I, Moses J, Colombo A: Atherectomy plus stenting: What do we gain? *Semin Interv Cardiol* 2000; **5**: 217 - 225
- 22) Gruberg L, Mehran R, Dangas G, Hong MK, Mintz GS, Kornowski R, Lansky AJ, Kent KM, Pinchard AD, Satler LF, Stone GW, Leon MB: Effect of plaque debulking and stenting on short- and long-term outcomes after revascularization of chronic total occlusions. *J Am Coll Cardiol* 2000; **35**: 151 - 156
- 23) Baba H, Okawa Y, Koike S, Hashimoto M, Toyama M, Matsumoto K: Management of arterial stenosis after surgical revascularization. *Jpn J Vasc Surg* 1997; **6**: 25 - 29 (in Jpn with Eng abstr)
- 24) Hearne SE, Davidson CJ, Zidar JP, Phillips HR, Stack RS, Sketch MH Jr: Internal mammary artery graft angioplasty: Acute and long-term outcome. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998; **44**: 153 - 156
- 25) Dimas AP, Arora RR, Whitlow PL, Hollman JL, Franco I, Raymond RE, Dorosti K, Simpfendorfer CC: Percutaneous transluminal angioplasty involving internal mammary artery grafts. *Am Heart J* 1991; **122**: 423 - 429
- 26) Gruberg L, Dangas G, Mehran R, Hong MK, Waksman R, Mintz GS, Kent KM, Pichard AD, Satler LF, Lansky AJ, Stone GW, Leon MB: Percutaneous revascularization of the internal mammary artery graft: Short- and long-term outcomes. *J Am Coll Cardiol* 2000; **35**: 944 - 948