

左前下行枝への広範囲血行再建術

福井 寿啓, 高梨秀一郎

Fukui T, Takanashi S: Long segmental reconstruction of the left anterior descending artery. J Jpn Coron Assoc 2010; 16: 180-184

I. はじめに

経皮的カテーテル治療の進歩とともに冠動脈バイパス術を受ける患者は変遷しつつある^{1, 2)}。現在、冠動脈バイパス術の手術適応はカテーテル治療が困難な症例や不適切な症例となっていることが多い。その中には多枝病変、左主幹部病変のみならず、末梢病変部がびまん性に狭窄している症例も含まれている。びまん性狭窄病変は、病変部が長い場合ステントを何個も挿入する必要があったり、石灰化が強いためステント挿入が困難であったりするため、カテーテル治療では難渋することがある。またはステント留置のため側枝が閉塞してしまうため心機能が低下してしまう可能性もある。一方、びまん性狭窄病変に対する外科治療も難渋することが多い。びまん性狭窄病変に対する冠動脈バイパス術では通常の吻合が末梢に不可能である場合や、末梢に吻合が可能であっても側枝への血行再建が不完全となるためである。しかし、左前下行枝(LAD)の不完全血行再建は患者の予後に大きく左右する因子とされている³⁾ため、出来るだけ良好な血流を確保する必要がある。

びまん性狭窄病変に対する手術術式として広範囲血行再建法があげられる⁴⁻⁸⁾。これはびまん性に狭窄した病変部を長く切開し、同長に切開したグラフトで吻合する術式である。狭窄部分は吻合の外にexclusionされることで完成した血管内腔のほとんどがグラフトの正常内膜で覆われることとなる。また、側枝への血行再建も直視下に行えるため確実である。病変部内膜の性状が特に悪い場合には内膜摘除術を追加で行う。内膜摘除術は冠動脈バイパス術よりも古くから行われている術式であり、以前は成績が不良とされてきたがバイパス術と組み合わせることで近年その成績が改善してきた^{9, 10)}。

われわれは特にLADのびまん性狭窄病変に対し広範囲血行再建術を施行しており、良好な成績を報告してきた^{5, 6, 8)}。本稿ではわれわれの成績を含め、文献からびまん性狭窄

病変に対する治療を検討する。

II. びまん性狭窄病変に対する広範囲血行再建の目的

LADのびまん性狭窄病変に対する広範囲血行再建術の最大の目的は、末梢側のみの血行再建のみでなく、広範囲に及ぶ狭窄病変により虚血に陥っている側枝への血行再建を行うことである。びまん性狭窄部末梢側に通常のグラフトの吻合が可能であってもその中枢側に狭窄が存在するため側枝(特にLADでは対角枝や中隔枝)に対する血流は十分とはならない。このような症例では側枝を含めた長い血行再建が必要となる。つまり、出来るだけ長くグラフトを吻合することで可能な限り広範囲な側枝への血行再建が必要な症例に対し行う術式である。

もう一つの広範囲血行再建術の適応は冠動脈末梢に病変が存在するため中腹に吻合することで末梢側の狭窄を残す結果となる場合である。このような場合、末梢側に吻合部位がないことが多い。連続した石灰化病変のため通常の吻合が不可能な場合、最終的に広範囲血行再建が必要となる。しかし、このような症例では前壁中隔の陳旧性心筋梗塞を来している症例が多く、術前にLAD支配領域のviabilityを心筋シンチやMRI、心エコー等で評価しておく必要がある。Viabilityが乏しく、血行再建しても虚血の改善が見込めない症例では当術式を行う意義が少ないからである。

III. 広範囲血行再建法

基本的には、びまん性狭窄病変部を長く切開し、その切開長にあわせて吻合する方法であるが、以下のような注意点がある。

対象血管はLADである。LADから分岐する血管(対角枝や中隔枝)は多数存在し、その還流する領域が大きいからである。末梢最端部の血管径が1.0 mm以上あることが望ましい。

再建に使用するグラフトは内胸動脈グラフトである。長い吻合を行うのに以前は大伏在静脈グラフトを使用されていた時期があったが、その成績は不良であった^{11, 12)}。一般的にバイパスグラフトとしては静脈グラフトより動

榎原記念病院心臓血管外科(〒183-0003 東京都府中市朝日町3-16-1)

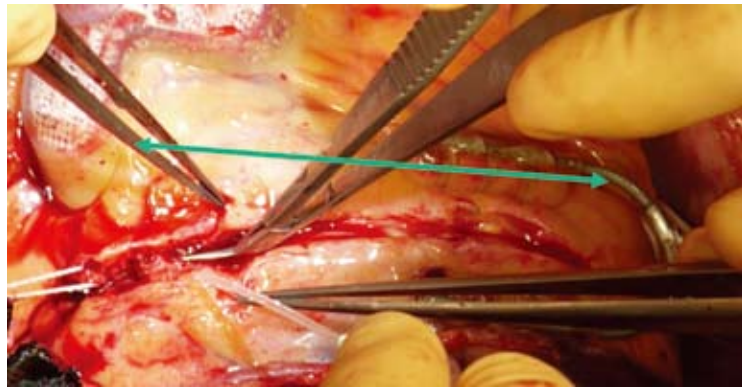


図1 左前下行枝のびまん性狭窄部位を切開

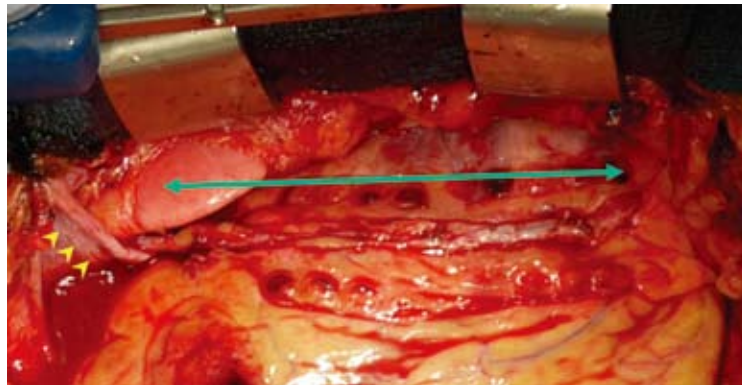


図2 左前下行枝の広範囲血行再建を左内胸動脈で施行
矢頭は内胸動脈。

脈グラフトの方が開存率は良好であるとされ、特に内胸動脈は10年後の開存率が90%を越えるため最良のグラフトとされている¹³⁾。特にLADに対して内胸動脈グラフトを使用することで生命予後も改善するとされている。これは広範囲血行再建でも同様と考えられる。吻合の容易さは内胸動脈と静脈グラフトとは差はない。内胸動脈の剥離は超音波メスで行い、熱傷による損傷を出来るだけ避ける。周囲の脂肪組織や伴走する静脈をつけないで、skeletonized graftとする。その方が長く内胸動脈を使用でき、太い部分を使用できるからである。中枢側は鎖骨下動脈から分岐したままとし、離断せずin-situグラフトとして使用する。

Onlay patch grafting法：LADのびまん性病変部位全長を切開(図1)し、動脈硬化内膜を摘出しないで血管を再建する方法である。末梢側に切開を進め、正常内膜に近いと思われる部位に到達した時点で切開を終了する。その再建には内胸動脈を同じ長さに切開し、長い吻合を行う。8-0や7-0 polypropyleneを数本使用し継ぎ足しながら吻合を行う。左前下行枝に吻合する血管はほとんどの場合左内胸動脈である。側枝の入口部を直接に確認することで確実に血流を確保可能となる。切開し吻合する長さは2～

10 cmとなる(図2)。この術式で重要なのは動脈硬化病変を縫合ラインの外にexclusionすることである。グラフト吻合による新しい内腔のほとんどは正常な内膜のみとなるため長期開存性が期待できる。

内膜摘除術：内膜摘除術は古くから行われている術式であるが、われわれの行っている方法は長い切開の後、直視下に内膜を摘出し、同一長に切開した内胸動脈グラフトで再建する方法である。これは基本的にはOnlay patch grafting法と同様の概念であり、再建された血管の内腔のほとんどは内胸動脈による正常内膜となる。Onlay patch grafting法と違い、びまん性硬化病変部位を全長にわたり切開するが、内膜が脆弱であったり石灰化が強い病変が連続する場合、糸針を通すことが困難なため内膜を摘除することになる。すなわち内膜摘除術はOnlay patch grafting法の延長線上にある術式で内膜の性状が悪い症例で行う術式である。内膜の摘除は末梢側まで行い、正常内膜に近いと思われる部位に到達した時点で切開を終了し、正常内膜部位で後壁内膜を固定する。側枝の内膜も直視下に摘除する。摘除された面は外膜のみとなり、外膜面に残存した内膜断片を丁寧に洗浄し摘出する。内胸動脈の吻合はOnlay patch grafting同様に行う。

表1 術前状態

	平均値あるいは症例数
年齢(歳)	66.2±9.4
男/女	314/49
不安定狭心症	93(25.6%)
陳旧性心筋梗塞	188 (51.8%)
Canadian Cardiovascular Society score	2.2±0.9
Ejection fraction (%)	55.9 ±11.8
病変枝数	2.8±0.4
ステント治療の既往	80(22.0%)
心不全既往	53(14.6%)
高血圧	244(67.2%)
糖尿病	176(48.5%)
高脂血症	228(62.8%)
喫煙歴	218(60.1%)
脳梗塞既往	44(12.1%)
慢性透析	11(3.0%)
慢性閉塞性肺疾患	13(3.6%)
閉塞性動脈硬化症	28(7.7%)

表2 術中および術後成績

	平均値あるいは症例数
バイパス本数	4.3±1.2
緊急手術	31(8.5%)
広範囲血行再建長(cm)	4.4±1.6
Onlay patch grafting 法	261(71.9%)
内膜摘除術	102(28.1%)
輸血	128(35.3%)
手術時間(分)	299.6±59.1
入院(日)	17.5±10.3
術後30日死亡	3(0.8%)
低心機能症候群	7(1.9%)
周術期心筋梗塞	11(3.0%)
重症不整脈	3(0.8%)
呼吸不全	9(2.5%)
新規脳梗塞	11(3.0%)
新規透析	9(2.5%)
縦隔炎	7(1.9%)

広範囲血行再建術後の抗凝固療法は重要である。特に内膜摘除を行った部分は血栓形成傾向が高く早期血栓閉塞の危険性が高いため術後早期から抗凝固療法を開始する必要がある。術後出血が安定した時点でヘパリンの静脈内投与を開始し、経口が可能になれば抗血小板薬やワーファリンを開始する。Onlay patch grafting であればワーファリンは投与せず、抗血小板薬のみでよい。

IV. 手術成績

2004年9月から2009年7月まで榊原記念病院にて単独冠動脈バイパス術を939例に施行した。その中で363例(38.7%)にLADの広範囲血行再建術を施行した。平均年齢は66.2±9.4歳、女性は13.5%であった。その他の術前状態は表1に示す。心筋梗塞の既往を51.8%に認め、このうち51.1%が前壁中隔の陳旧性心筋梗塞であった。術前ejection fractionは55.9±11.8%と比較的心機能は保たれていた。高血圧、糖尿病の有病率は一般よりも高い傾向であった。

表2に手術データおよび術後成績を示す。バイパス本数は4.3±1.2カ所と一般よりも多く、多枝病変を合併していることが示唆された。Onlay patch graftingは261例(71.9%)に施行し、内膜摘除は102例(28.1%)に施行した。LAD再建の長さは全体で4.4±1.6cmで、Onlay patch graftingでは3.8±1.3cm、内膜摘除では5.8±1.3cmであった。内膜摘除を行う症例の方がLADの病変長も長く、より重症な血管と考えられる。術後成績では、周術期心筋梗塞や術後新規脳梗塞は3.0%とやや高かったが、30日以内の手術死亡率は0.8%と通常のバイパス術とほぼ同等の成績であった。

術後カテーテル検査を施行し、LADおよび内胸動脈グラフトの開存率を307例(84.6%)に施行した(図3)。そのうち内胸動脈とLADの両方が開存していた症例は296例(96.4%)であった。閉塞していた症例のうち、内胸動脈とLADの両方が閉塞していたのは2例、内胸動脈のみの閉塞は5例でLADの吻合部以下が閉塞していたのが4例であった。内胸動脈のみが閉塞していた症例はnative血管の血流が改善したためflow competitionで閉塞したものと考えられるため、LADの血流は良好であると判断される。すなわち再建部位が閉塞していた症例はこれらを除く6例となり、広範囲血行再建部の開存率は98.0%であった。術式の内訳で見ると、Onlay patch grafting法は214例中閉塞1例(開存率99.5%)、内膜摘除は93例中閉塞5例(開存率94.6%)であった。Onlay patch grafting法の方が有意(p=0.01)に開存率が良好であったが、これは内膜摘除術の病変の複雑さや長さが関与していると思われる。

V. 考察

虚血性心疾患の患者数は増加している一方で、その治療方法も時代とともに変遷しつつある。冠動脈バイパス術は古くからある術式であり、その成績も年々良好となっている¹⁴⁾。しかしカテーテル治療の進歩とともに外科治療をうける患者数は減少している。その中で、外科治療を要する患者はさらに重症化しており、びまん性狭窄を認める症例もその一つである。

びまん性冠動脈病変に対するカテーテル治療も最近報告されるようになってきた¹⁵⁻¹⁸⁾。数個のDrug eluting stentをつなぎ合わせて使用する方法も行われるようになってきた。Tsagalouら¹⁶⁾は長い病変に対するステント

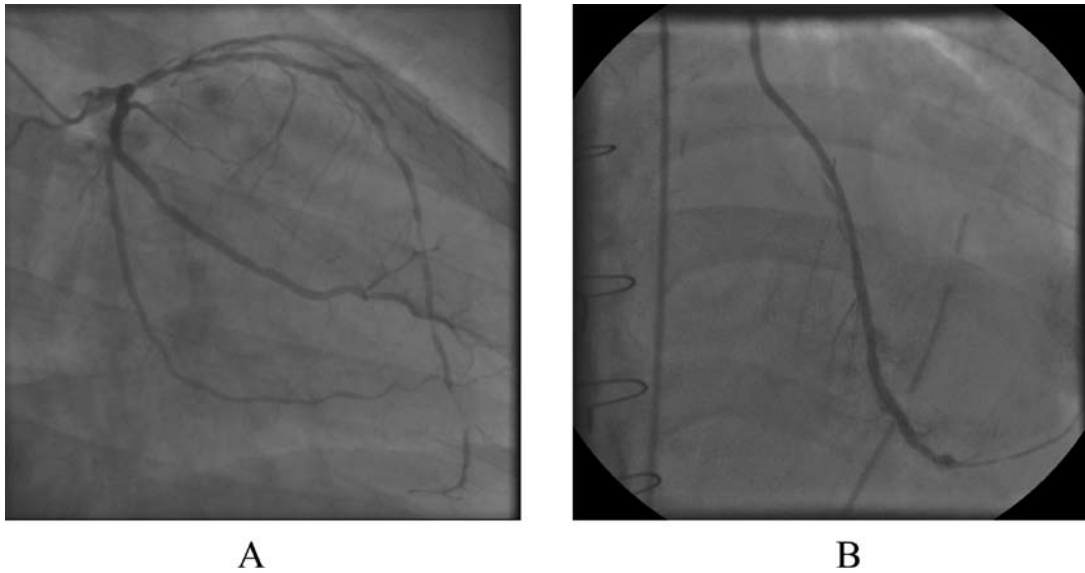


図3 A)術前血管造影検査
左前下行枝にびまん性狭窄病変を認める。
B)術後血管造影検査
左前下行枝の広範囲血行再建を左内胸動脈で施行。

治療で周術期心筋梗塞を 16.6%の症例に認め、6 カ月以内に 19.6%の症例に最狭窄を認めたとしている。Sharp ら¹⁷⁾は 617 例の 60 mm 以上の長い病変に対し full metal jacket 法でステントを挿入したところ平均 38.9 カ月の経過観察で心臓死 3.6%、周術期心筋梗塞 9.5%と報告している。しかし、target lesion revascularization (TLR)率は 23.4%と高率であった。また、Shirai ら¹⁸⁾は病変長が長くなれば長くなるほど TLR 率が高くなると報告している。以上のように長い病変に対するステント治療では周術期心筋梗塞や TLR が問題となっている。LAD に対する長いステント治療では、多くの側枝を閉塞することが最大の問題となる。

LAD に対する外科的広範囲血行再建術は、その側枝を直視下に見ることができ、確実に血行再建することが可能である。縫合に使用する糸針でその側枝を閉塞する可能性はほぼない。また、内胸動脈による再建はその再建された血管内腔のほとんどが正常内膜で構成されることとなり、長期開存性が期待できる。以上のような観点からびまん性病変に対する外科的血行再建は今のところ優れていると考えている。

Onlay patch grafting 法を行うか内膜摘除術を行うかは術前の血管造影である程度予測は可能である。血管内径がより細く、病変の長さが長い場合には内膜摘除術が必要となることが多い。また、血管の石灰化を伴っている場合も内膜摘除が必要となるので石灰化病変の有無もよく見る必要がある。特に慢性完全閉塞の場合、石灰化病変を伴っていることがあるので注意して観察する。術前は Onlay patch grafting 法で可能と判断してもプラーク

の性状が不良なため術中の判断で内膜摘除術に変更することもある。この場合の病変部は positive remodeling していることが多く、lipid rich な不安定プラークであるため血栓形成傾向が強く、よく洗浄して病変部を残さないようにする。内膜摘除術の成績は Onlay patch grafting 法より劣るが、病変の複雑さと長さが原因と考えられ、むしろそのような病変では内膜摘除術しか再建方法がないと考えている。術後の抗凝固療法が重要で、手術中でもヘパリンを完全には中和せず、術後も早期からヘパリンやワーファリンの投与を開始する。今回の手術成績の検討でも臨床成績および開存率とも何れの方法でも良好と判断している。

VI. 結 語

LAD のびまん性狭窄病変に対する広範囲血行再建術は有効な外科的血行再建術式と考えられる。カテーテル治療のみならず通常のバイパス吻合手技では困難あるいは不十分な症例に適応がある。術式には Onlay patch grafting 法と内膜摘除術があり、何れも良好な術後結果である。しかし、今後遠隔期の成績も含めて検討する必要があると考えている。

文 献

- 1) Barner HB: Status of percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass. Eur J Cardiothorac Surg 2006; 30: 419-424
- 2) Caparrelli DJ, Ghazoul M, Diethrich EB: Indications for coronary artery bypass grafting in 2009: what is left to

- surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2009; **50**: 19–28
- 3) Kleisli T, Cheng W, Jacobs MJ, Mirocha J, Derobertis MA, Kass RM, Blanche C, Fontana GP, Raissi SS, Magliato KE, Trento A: In the current era, complete revascularization improves survival after coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; **129**: 1283–1291
 - 4) Barra JA, Bezon E, Mondine P, Resk A, Gilard M, Mansourati J, Boshat J: Surgical angioplasty with exclusion of atheromatous plaques in case of diffuse disease of the left anterior descending artery 2 years' follow-up. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; **17**: 509–514
 - 5) Takanashi S, Fukui T, Hosoda Y, Shimizu Y: Off-pump long onlay bypass grafting using left internal mammary artery for diffusely diseased coronary artery. *Ann Thorac Surg* 2003; **76**: 635–637
 - 6) Fukui T, Takanashi S, Hosoda Y: Long segmental reconstruction of diffusely diseased left anterior descending coronary artery with left internal thoracic artery with or without endarterectomy. *Ann Thorac Surg* 2005; **80**: 2098–2105
 - 7) Prabhu AD, Thazhkuni IE, Rajendran S, Thamaran RA, Vellachamy KA, Vettath MP: Mammary Artery Patch Reconstruction of Left Anterior Descending Coronary Artery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2008; **16**: 313–317
 - 8) Takanashi S, Fukui T, Miyamoto Y: Coronary endarterectomy in the left anterior descending artery. *J Cardiol* 2008; **52**: 261–268
 - 9) Marinelli G, Chiappini B, Di Eusanio M, Di Bartolomeo R, Caldara I, Marrozzini C, Marzocchi A, Pierangeli A: Bypass grafting with coronary endarterectomy: immediate and long-term results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; **124**: 553–560
 - 10) Byrne JG, Karavas AN, Gudbjartson T, Leacche M, Rawn JD, Couper GS, Rizzo RJ, Cohn LH, Aranki SF: Left anterior descending coronary endarterectomy: early and late results in 196 consecutive patients. *Ann Thorac Surg* 2004; **78**: 867–873
 - 11) Ogus TN, Basaran M, Selimoglu O, Yildirim T, Ogus H, Ozcan H, Us MH: Long-term results of the left anterior descending coronary artery reconstruction with left internal thoracic artery. *Ann Thorac Surg* 2007; **83**: 496–501
 - 12) Schwann TA, Zacharias A, Riordan CJ, Durham SJ, Shah AS, Habib RH: Survival and graft patency after coronary artery bypass grafting with coronary endarterectomy: role of arterial versus vein conduits. *Ann Thorac Surg* 2007; **84**: 25–31
 - 13) Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW, Golding LA, Gill CC, Taylor PC, Sheldon WC: Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; **314**: 1–6
 - 14) Taggart DP: Thomas B. Ferguson Lecture. Coronary artery bypass grafting is still the best treatment for multivessel and left main disease, but patients need to know. *Ann Thorac Surg* 2006; **82**: 1966–1975
 - 15) Aoki J, Ong AT, Rodriguez Granillo GA, McFadden EP, van Mieghem CA, Valgimigli M, Tsuchida K, Sianos G, Regar E, de Jaegere PP, van der Giessen WJ, de Feyter PJ, van Domburg RT, Serruys PW: “Full metal jacket” (stented length > or =64 mm) using drug-eluting stents for de novo coronary artery lesions. *Am Heart J* 2005; **150**: 994–999
 - 16) Tsagalou E, Chieffo A, Iakovou I, Ge L, Sangiorgi GM, Corvaja N, Airolidi F, Montorfano M, Michev I, Colombo A: Multiple overlapping drug-eluting stents to treat diffuse disease of the left anterior descending coronary artery. *J Am Coll Cardiol* 2005; **45**: 1570–1573
 - 17) Sharp AS, Latib A, Ielasi A, Larosa C, Godino C, Saolini M, Magni V, Gerber RT, Montorfano M, Carlino M, Michev I, Chieffo A, Colombo A: Long-term follow-up on a large cohort of “full-metal jacket” percutaneous coronary intervention procedures. *Circ Cardiovasc Interv* 2009; **2**: 416–422
 - 18) Shirai S, Kimura T, Nobuyoshi M, Morimoto T, Ando K, Soga Y, Yamaji K, Kondo K, Sakai K, Arita T, Goya M, Iwabuchi M, Yokoi H, Nosaka H, Mitsudo K: j-Cypher Registry Investigators: Impact of multiple and long sirolimus-eluting stent implantation on 3-year clinical outcomes in the j-Cypher Registry. *JACC Cardiovasc Interv* 2010; **3**: 180–188