

下腹壁動脈の動静脈シャント造設による内胸動脈 ～下腹壁動脈系血流量の増加に関する実験的検討～

長澤 城 幸*

要 旨

冠状動脈バイパス手術 (CABG) における内胸動脈 (ITA), および下腹壁動脈 (IEA) の血流増加を目的として下腹壁動静脈シャント造設術を行った。実験イヌ 6 頭を用いて, IEA 起始部を大腿静脈と端側吻合した。1ヶ月ごとに, シャント造設側の ITA 造影を行い, 4ヶ月間追跡した。ITA 中央部平均径はシャント造設時の 1.84 mm から 1ヶ月後には 2.06 mm ($P < 0.05$), 4ヶ月後には 2.5 mm へと有意に増加した ($P < 0.01$)。IEA はシャント造設直後わずかに造影されるのみであったが, 3ヶ月後には大腿静脈への造影剤の流入が確認された。IEA 内径には有意の変化はなかった。下腹壁動静脈シャントにより ITA の内径拡大と IEA の血流増加が得られたことから, この方法は動脈グラフトによる CABG の適応拡大に寄与すると考えられた。

緒 言

冠状動脈バイパス手術 (CABG) において, 動脈グラフト, 特に内胸動脈 (ITA) は静脈グラフトと比較して遠隔期開存が良好である^{1,2)}ことから現在では第一に選択されるグラフトとなっている³⁾。また, 胃大網動脈, 下腹壁動脈 (IEA) や橈骨動脈などの動脈グラフトも使用されるようになってきた⁴⁾。ITA は living conduit として術後遠隔期の血流量が増加する利点を有するが, まれに, 術直後の ITA 流量不足のために人工心肺離脱困難となり静脈グラフトの追加移植が必要となるこ

とがある⁵⁾。また, 第三の動脈グラフトである IEA は長さ, 内径において他の動脈グラフトと比較して最も小さく吻合に技術を要するという問題がある^{6,7)}。このため, 下腹壁動静脈シャント造設術を行い, ITA および IEA の血管径の増加がえられるかどうかを実験的に検討した。

方 法

実験には平均体重 5.0 kg のイヌ (ビーグル) 6 頭を使用した。チオペンタールによる静脈麻酔, 気管内挿管の下, 仰臥位とし, 大腿動静脈を露出した。犬の IEA は人間とは異なり大腿動脈の分枝であるため大腿動脈を中枢側にたどり IEA を確認した。IEA の起始部をボタン状に切離し, 7-0モノフィラメント糸で大腿静脈と連続縫合による端側吻合を行った。シャント造設は犬の血管走行の都合上, 造影操作に有利な左側に施行した。

血管造影は観血的に大腿動脈を露出し, 右用の 5 Fr. Judkins catheter を左 ITA 入口部まで進め, 左 ITA を造影した。造影時期はシャント造設術直後および 1ヶ月ごとに, 4ヶ月まで追跡施行した。血管径の測定部位は ITA, IEA の中央部分の最大径を測定した。

造影剤は 1 回量 20 ml のイオパミドールを使用した。

数値は平均±標準偏差で示し, 統計学的検定は Macintosh, Stat View ver. 4.0 日本語版を使用して paired t 検定を用いて行い, $P < 0.05$ を有意差ありとした。

結 果

1. IEA は ITA-上腹壁動脈から毛細血管網を介

*獨協医科大学越谷病院心臓血管外科

して術直後にはわずかに造影されるのみであったが(図1), 2ヶ月後から鮮明に造影されるようになり, 3ヶ月後には大腿静脈への造影剤の流入が確認された(図2). しかし, IEAの平均血管最大径(mm)は1ヶ月0.9, 2ヶ月0.9, 3ヶ月0.9, 4ヶ月0.9と経時的变化は認められなかった.

2. ITAの平均最大径(mm)は術直後の 1.84 ± 0.05 から1ヶ月には 2.06 ± 0.05 と有意に拡大し($P < 0.05$), さらに2ヶ月 2.18 ± 0.11 , 3ヶ月 2.35 ± 0.13 , 4ヶ月 2.5 ± 0.1 ($P < 0.01$)と経時的な径の増加が認められた(図3~5).

考 察

CABGにおいて, ITAの遠隔期開存率, 長期生存率やcardiac event freeなどに関して大伏在静脈に比べ良好な成績が報告されて以来⁸⁾, ITAは第一選択のグラフトとなってきた. さらに, 動脈グラフトのみによるCABGも多く行われるようになってきた⁹⁾. 動脈グラフトにはITA, 右胃大網動脈, IEA, 橈骨動脈などが使用されているが¹⁰⁾, どの動脈グラフトにも1. 内径が細い. 2. 構造

が脆弱. 3. spasmを誘発しやすいなどの問題がある. このために, 動脈グラフトを用いるCABGでは精緻な手術手技が要求されること, グラフト血流量不足による血行動態の悪化などが問題となる. 左主幹部病変に対するITAのバイパス後に人工心肺離脱困難となり, 静脈グラフトの追加吻合を必要とした報告⁵⁾もみられる.

IEAのCABGへの臨床使用は1990年にPuigら¹¹⁾により報告された. しかし, IEAは動脈グラフト中, もっとも細く, 直接大動脈と吻合する場合には大動脈壁厚とIEA壁厚のmismatchにより開存率がやや不良である. また, ITAとの間にY composite graftとして使用する場合, 中枢吻合の困難さ, つまり内径が小さいことによる吻合の技術的問題がある^{12,13)}. 内田ら¹⁴⁾の造影所見によるCABG前後のIEAの血管径の評価では, IEAはITAとのY composite graftとすることが最良の使用法であると述べている. しかしながら, 径が小さいことから, 多くの灌流量を必要としない回旋枝領域に使用を限るべきだと結論している. 長期的には優れた動脈グラフト^{15,16)}であるが, 上記の

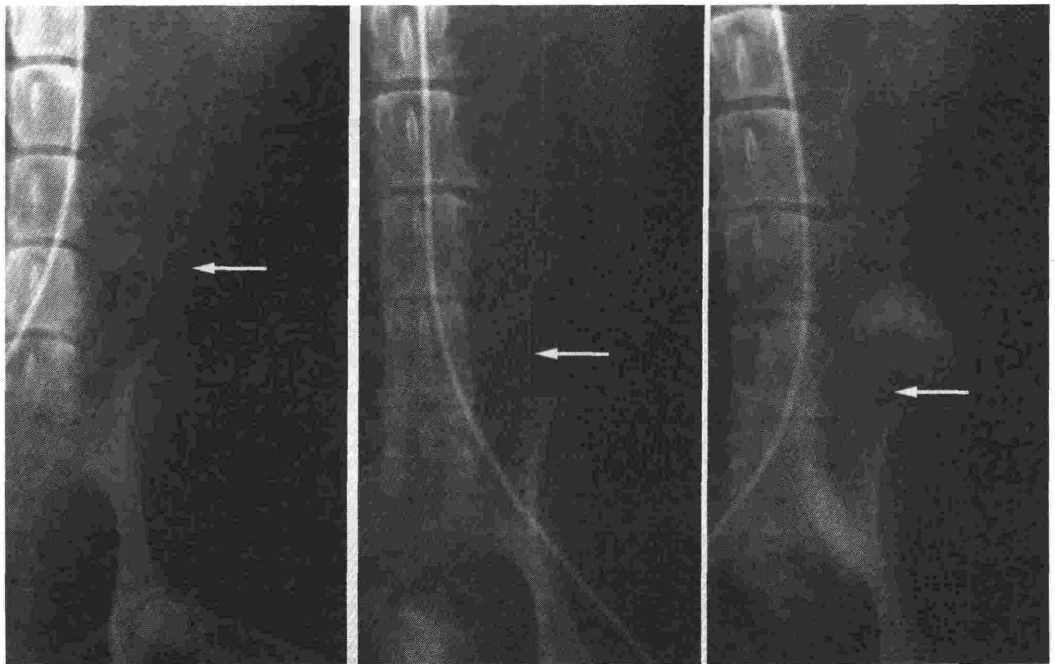


図1 内胸動脈造影
左からシャント造設直後, 1ヶ月後, 4ヶ月後. 白矢印: 下腹壁動脈.



図2 下腹壁動脈造影
下腹壁静脈へ下腹壁動脈からの造影剤が流入。

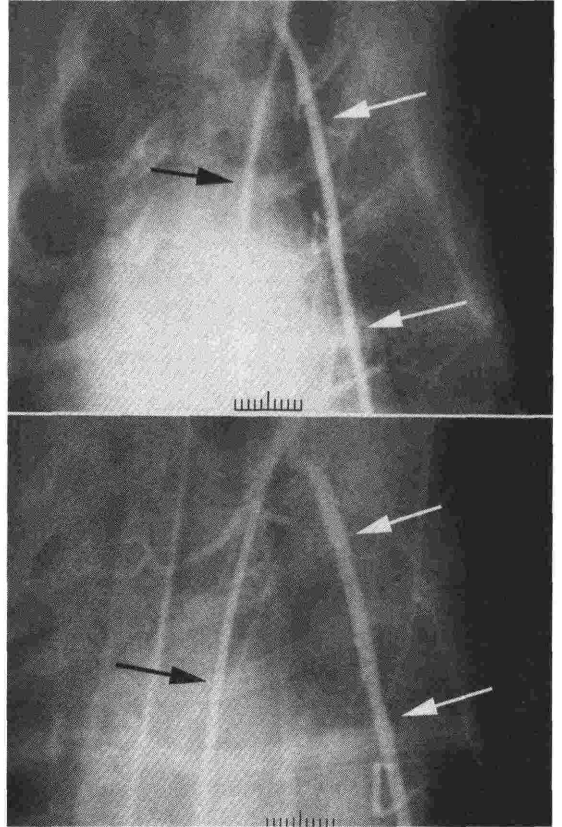


図4 図3の内胸動脈近位部の拡大
上：シャント造設直後
下：シャント造設4ヶ月後
黒矢印：5 Fr. Judkins catheter, 白矢印：内胸動脈

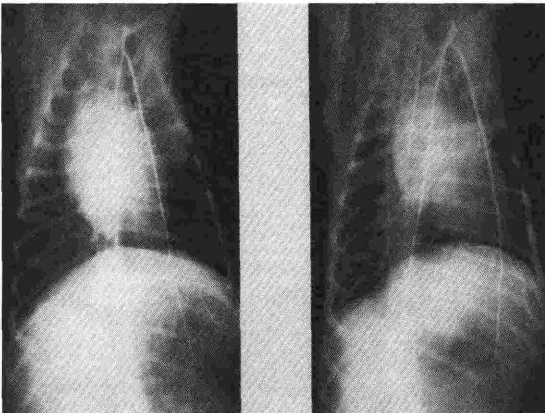


図3 内胸動脈造影
左：シャント造設直後, 右：シャント造設4ヶ月後

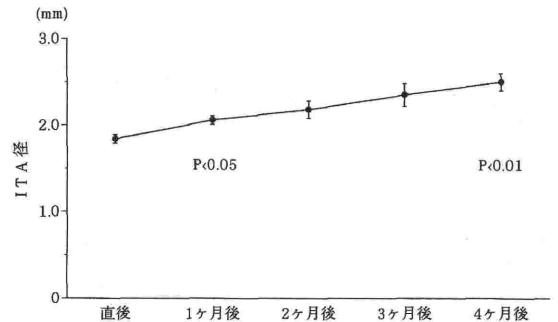


図5 内胸動脈径の推移

ような理由から動脈のみによる CABG の適応には制限がある。手術時から動脈グラフト血流の増加が得られれば動脈グラフトによる CABG の適

応はさらに拡大すると考え、今回、ITA、IEA 血流増加を目的に、下腹壁動静脈間にシャント作成する実験モデルを考案した。

結果は、IEAの血管径の有意差は確認できなかった。この原因として、実験イヌは飼育用ケージ内で終日飼育されており、散歩などの運動は全くなされなかった事が一つの理由と考えられた。しかし、シャント造設術により、実験当初は撮影できなかったIEAが1ヶ月から造影されるようになり、経時的にその画像が明瞭化するとともに造影剤の流速が増加したことをビデオでも確認できた。これは血管抵抗減少により血流量が増加したためと判断できた。また、ITAにおいては内径が拡大し、血流量が増大した。

解剖学的にはITAとIEAはそれぞれ独立した血管である。ITAは鎖骨下動脈から出て胸骨後面を下方に走る胸郭の動脈で、IEAは外腸骨動脈より出て腹直筋の後方を上方に走る腹壁の動脈である。しかし、ITAの末梢の上腹壁動脈とIEAは腹直筋内で毛細血管を介して交通している。また、腹部あるいは胸部大動脈閉塞を生じるような重症閉塞性動脈硬化症の患者においては、ITAからIEAへの血行が下肢への側副血行路として発達することが知られている¹⁷⁻¹⁹⁾。Millroyら²⁰⁾は上腹壁動脈とIEAとの直接吻合は人間の40%にみられると報告している。すなわち、ITAとIEAは一連の血管系であることを意味している。

また、血液透析のシャント術後の過剰シャント流量による心不全の発生や、重症下肢虚血症例に対するバイパス血管の遠位端に足背動脈を静脈と吻合することによりバイパス血流量の増加を得たとの報告²¹⁾など動静脈吻合により血流量が増加することはよく知られた現象である。以上の解剖学的根拠とシャント造設術によるIEAの血行動態変化を考え合わせると、IEAにシャント造設術を施行することによりIEAの血管抵抗が減少し、一連の血管系であるITAにも影響を及ぼし、その結果、ITAの内径が拡大し、血流量が増大したと考えられた。しかしながら、IEAでは血流量では経時的な増加がみられたが、最大径でみると有意差はみられなかった。上腹壁動脈とIEAとの吻合形態には人間と同様に直接吻合と毛細血管を介する2種類の吻合があることがこの理由として推察された。本実験で用いた6頭中、4頭は直接吻合であったが、2頭は毛細血管を介してIEAが造影されており、毛細血管を介してIEAが造影された場合には上腹壁動脈とIEA間に血管抵

抗が生じるため、動静脈シャントによる血流増加効果が不十分になるためと考えられた。

本実験結果から、シャント増設1ヶ月後にはITAは内径が拡大し吻合が容易となり、また、グラフト移植後の灌流血流量が増加が見込めることから、IEAの動静脈シャント造設術は待期的CABGへ応用可能と考えられた。さらに、手術時から動脈グラフト血流の増加が得られるために動脈グラフトのみによるCABGの適応拡大に貢献できる方法と思われた。

結 語

1. ITA、およびIEAの血流増加を目的として、実験イヌを用いて下腹壁動静脈シャント造設術を行った。
2. ITA中央部平均径はシャント造設時に比べ1ヶ月後、および4ヶ月後には有意に増加した。IEA内径には有意の変化はなかったが血流増加が認められた。
3. 下腹壁動静脈シャントによりITAの内径拡大とIEAの血流増加が得られたことから、この方法は動脈グラフトによる待期的CABGに適応可能と考えられた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、ご指導ご校閲を賜った、獨協医科大学越谷病院心臓血管外科山田崇之教授に深甚なる謝意を表すとともに、ご指導いただいた石心会狭山病院心臓血管外科部長大島永久先生に感謝いたします。

なお、本論文の要旨は1996年第49回日本胸部外科学会総会(京都)において発表した。

文 献

- 1) Campeau L, Enjalbert M, Lesperance J, et al : Atherosclerosis and late closure of aortocoronary saphenous vein grafts: sequential angiographic studies at 2 weeks, 1 year, 5 to 7 years, and 10 to 12 years after surgery. *Circulation* 68 (suppl II) : II-1, 1983
- 2) Van Son JAM, Smedts F, Vincent JG, et al : Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 99 : 703-707, 1990
- 3) 川上恭司, 中尾達也 : 動脈系グラフトのみを用いた冠状動脈バイパス術の経験. *日胸外会誌* 40 : 1715-1720, 1992

- 4) 須磨久善, 堀井泰浩, 木川幾太郎ら: 冠状動脈バイパス術の現況と新たな試み. 心血管 8 : 593-600, 1993
- 5) 近藤敬一郎, 木村 弘, 須磨久善ら: 術中同一冠動脈に静脈グラフトを追加した動脈グラフト症例の検討. 胸部外科 42 : 363-366, 1989
- 6) 福田幸人, 須磨久善, 池田晋悟ら: 冠状動脈バイパスグラフトとしての下腹壁動脈の可能性: 胸部外科 48 : 1096-1100, 1995
- 7) 小坂眞一, 田中茂夫, 庄司 佑: 下腹壁動脈を用いた冠状動脈バイパス術. 外科治療 68 : 503-504, 1993
- 8) Lytle BW, Loop FD, Thurer RL, et al : Isolated left anterior descending coronary atherosclerosis. Long-term comparison of internal mammary artery and venous autografts. *Circulation* 61 : 869-874, 1980
- 9) Paolini G, Mariani MA, Benussi S, et al : Total arterial myocardial revascularization. *Eur J Cardio-thorac Surg* 7 : 91-95, 1993
- 10) Mills NL, Everson CT, Hockmuth DR, et al : Free arterial grafts. *Current Opinion in Cardiology* 6 : 898-903, 1991
- 11) Puig LB, Ciongolli W, Cividanes GVL, et al : Inferior epigastric artery as a free graft for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 99 : 251-255, 1990
- 12) Milgalter E, Laks H : A technique to harvest the inferior epigastric arteries for coronary bypass procedures. *J Cardiac Surg* 6 : 306-310, 1991
- 13) Vincent J, van Son JAM, Skotonicki SH, et al : Inferior Epigastric artery as a conduit in myocardial revascularization: The alternative free arterial graft. *Ann Thorac Surg* 49 : 323-325, 1990
- 14) 内田直里, 川上恭司: 造影検査から見た下腹壁動脈グラフトの評価. 日胸外会誌 44 : 14-18, 1996
- 15) Buche M, Schroeder E, Gurne O, et al : Coronary artery bypass grafting with the inferior epigastric artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 109 : 553-560, 1995
- 16) 渡邊 剛, 三崎拓郎, 山本恵一: 下腹壁動脈を用いた冠血行再建術. 胸部外科 47 : 89-93, 1994
- 17) Tui SSL, Parry AJ, Large SR : Leg ischaemia following bilateral internal thoracic artery and inferior epigastric artery harvesting. *Eur J Cardio-thorac Surg* 9 : 218-220, 1995
- 18) Parashara DK, Kotler MN, Ledley GS, et al : Internal mammary artery collateral to the external iliac artery: An angiographic consideration prior to coronary bypass surgery. *Cathet Cardiovasc Diagn* 32 : 343-345, 1994
- 19) Kitamura S, Inoue K, Kawachi K, et al : Lower Extremity ischemia secondary to internal thoracic-coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 56 : 157-159, 1993
- 20) Millroy FJ, Anson BJ, McAfee DK : The rectus abdominis muscle and the epigastric arteries. *Surg Gynecol Obstet JA* 110 : 293-302, 1960
- 21) Moody AP, Fagih SA, Edwards PR, et al : The use of an adjuvant arterio-venous shunt in prosthetic femoro-crural bypass. *Eur J Vasc Surg* 5 : 327-332, 1991

Dose Shunt between the Inferior Epigastric Artery and the Femoral Vein Increase the Size and Flow ?

Shiroyuki Nagasawa*

* Department of Cardiovascular Surgery, Dokkyo University, Koshigaya Hospital,
Saitama, Japan

Although the use of arterial graft is preferable in CABG, the internal thoracic artery (ITA), inferior epigastric artery (IEA), gastroepiploic artery (GEA) or radial artery (RA) is not long enough for complete revascularization. To increase flow and size of ITA and IEA as an arterial graft for use in CABG, shunting the IEA to the common femoral vein making an arterio-venous fistula was experimentally undertaken using beagle dogs. Arteriography of the ITA and IEA was followed for 4 months. The diameter of ITA increased significantly from 1.84 ± 0.05 mm at the

shunt operation to 2.06 ± 0.05 mm ($p < 0.05$) after 1 month and 2.5 ± 0.1 mm ($p < 0.01$) after 4 months. But no significant increase in diameter was observed in IEA. Although IEA was not visualized at the shunt operation, a clear visualization of IEA with efflux to the femoral vein was obtained 3 months after the shunt operation. Increased diameter of the ITA and flow of IEA suggested the clinical application of IEA shunting to the femoral vein is promising for clinical use as a long arterial graft.

Key words : Shunt operation, Internal thoracic artery, Inferior epigastric artery, Coronary artery bypass graft

(Circ Cont 19 : 83~88, 1998)