

## Aortic no clamp technique による 心拍動下冠動脈バイパス手術

村田聖一郎, 浦田 雅弘, 東原 宣之, 鈴木 義隆, 上田 恵介

【目的】Aortic no clamp technique による心拍動下 CABG の成績を検討した。【対象と方法】上行大動脈の性状, グraftの種類により aortic no touch とするか, PAS-Port あるいは Enclose II を中枢側吻合デバイスとして選択した。2005年4月より2009年2月までに施行した初回単独 CABG 症例中 PAS-Port を用いた症例は54例(P群), Enclose II を用いた症例は58例(E群), aortic no touch (N群) とした症例は24例であった。【結果】E群と比較しP群の方が有意に高齢で, 透析患者の比率が高かった。バイパス枝数はP群  $3.2 \pm 0.9$  枝, E群  $3.5 \pm 1.0$  枝, N群  $2.4 \pm 1.2$  枝でN群は有意に少なかった。各群とも術後に脳梗塞を認めなかった。P群の透析患者2例を敗血症で失ったが, 他に周術期死亡はなかった。退院前の確認造影ではE群にRAが閉塞した2例を認めたが, P群, N群にはグラフト閉塞はなかった。【結論】中枢側吻合デバイスを用いることにより脳梗塞の合併なくグラフト選択の自由度, バイパス枝数を増加させることが可能と考えられた。

KEY WORDS: coronary artery bypass grafting, proximal anastomosis, postoperative cerebral infarction

Murata S, Urata M, Tohara T, Suzuki Y, Ueda K: **The aortic no clamp technique in beating heart coronary bypass surgery.** J Jpn Coron Assoc 2010; 16: 35-39

### I. はじめに

冠動脈バイパス手術(CABG)術後の脳梗塞は患者の術後の生活の質に重大な影響を及ぼすのみならず, 入院日数の増加, リハビリテーションを含む医療費の増加を招くため, できる限り削減したい重大な合併症である<sup>1)</sup>。上行大動脈の操作に伴う脳梗塞を予防するためには人工心肺を使用しない心拍動下冠動脈バイパス手術(OPCAB)を行い<sup>2)</sup>, さらに上行大動脈に中枢側吻合を設けない, aortic no touch technique が有効と考えられるが, in situ の動脈グラフトが conduit として用いられるため, 多枝バイパスが行いにくいと考えられる。また in situ の動脈グラフトあるいは composite graft を比較的狭窄の軽い病変に吻合した場合の血流競合の問題もある<sup>3)</sup>。最近, 大動脈遮断鉗子を使用しないで中枢側吻合を可能にするデバイス(clampless device)が登場してきたため, 血流競合が起きにくくグラフトデザインの自由度で勝る AC(aortocoronary)バイパスが見直されつつある。加えてこれらのデバイスを使用することにより上行大動脈への操作を最小限にしつつ同時にバイパス枝数を増加させることが期待される。当院では2005年4月より一貫して aortic no clamp technique

を用いた CABG を施行してきたのでその成績を検討した。

### II. 対象と方法

当科では CABG の戦略として, (1) OPCAB を第一選択とした完全血行再建を行い, (2) 少なくとも1本の内胸動脈を使用, (3) 75歳未満の患者にはさらに動脈グラフトを多用, (4) 狭窄の軽い病変には in situ graft よりも AC バイパスを行う, (5) 脳梗塞の防止のため side bite clamp を使用しない aortic no clamp technique を採用してきた。加えて右胃大網動脈(RGEA)を使用する場合は術前に必ず造影を行い, 高度狭窄あるいは完全閉塞した冠動脈に使用するようにしている。今回の検討では2005年4月より2009年2月までに施行した初回単独 CABG 136症例を対象とした。

緊急手術症例も含め可能な限り, 術前に頭部および胸部単純CTを施行した。また手術は胸骨正中切開でアプローチし, 全例に epiaortic echo を実施し大動脈壁の性状に応じて aortic no touch とするか, AC バイパスとするかを判断した。大動脈壁が 3.0 mm 以上に肥厚し粥状硬化が著明な症例では aortic no touch (N群 24例) とした。AC バイパスを行う場合は大動脈前壁の壁厚が 3.0 mm 以下の場合に clampless device を使用し, 外径 4.5 mm 以上の大伏在静脈(SVG)を使用する場合は PAS-Port (P群 54例), 橈骨動脈(RA)あるいは外径 4.5 mm 未満の SVG を使用する場合と2箇所以上の中枢側吻合が必要な場合は Enclose II (E群 58例) を選択した(図1)。Enclose II では大動脈パ

板橋中央総合病院心臓血管外科(〒175-0051 東京都板橋区小豆沢 2-12-7) (本論文の要旨は第22回日本冠疾患学会学術大会, 2008年12月・東京にて発表した)  
(2009.6.30 受付, 2009.10.10 受理)

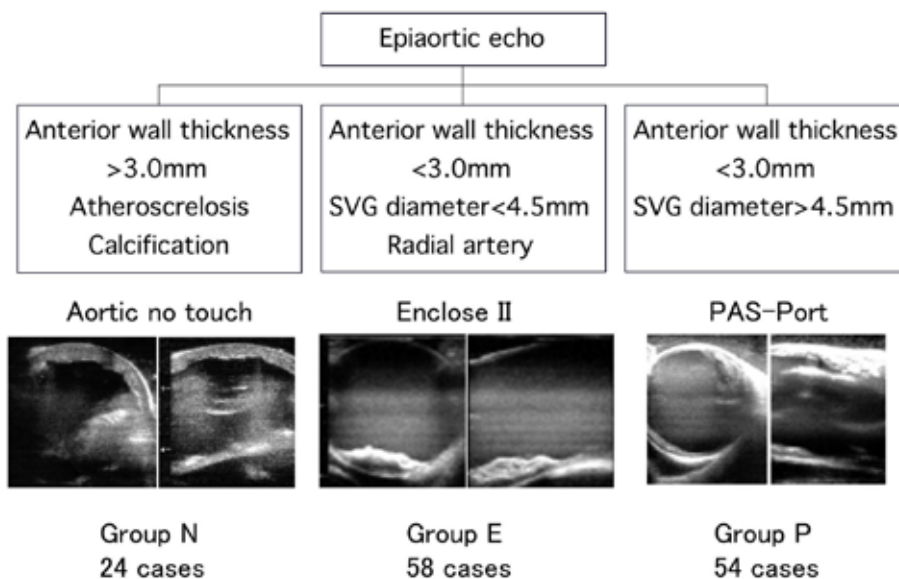


図1 Epiaortic echo 所見による中樞側吻合法の選択

表1 患者背景

群	N	E	P
中樞側吻合法	Aortic no touch	Enclose II	PAS-Port
症例数	24	58	54
女性(%)	33.3	13.8	20.4
年齢(歳)	67.8±8.9	64.8±7.4	69.8±7.6*
肥満(%)	25.0	25.9	37.0
喫煙(%)	54.2	69.0	53.7
糖尿病(%)	41.7	53.4	66.7
脂質異常症(%)	54.2	50.0	27.8
血液透析(%)	12.5	8.6	31.5*
高血圧症(%)	70.8	69.0	83.3
PCIの既往(%)	33.3	17.2	25.9
末梢動脈疾患の合併(%)	20.8	20.7	29.6
低左心機能(EF<30%)(%)	8.3	12.1	22.2
狭心症(%)	62.5	69.0	72.2
心筋梗塞の既往(%)	33.3	25.9	42.6
術前IABP(%)	20.8	17.2	27.8
術前脳血管障害の既往(%)	16.7	5.2	13.0

EF: ejection fraction, \*E群に対し p<0.05

ンチはすべて4 mm径を用いた。ACバイパスでは吻合後迅速に虚血が解除されるように中樞側吻合から行った。N群で多枝バイパスが必要な場合は左右内胸動脈およびRGEAを使用し、composite graftが必要な場合は原則としてSVGではなくRAを使用した<sup>4,5)</sup>。術前の患者背景を表1に示した。

術中の循環動態はスワングアンツモニターと経食道心エコー(TEE)を用いモニターした。グラフトの血流量はヘパリン中和後にトランジットタイム式血流量計VeriQシ

ステム(MediStim AS, Oslo, Norway)を用いて測定した。

連続変数については平均値±標準偏差で表記した。また群間の比較にはStatView 5.0(SAS Institute, Cary, NC)を用い、名義変数では $\chi^2$ 適合度検定を、連続変数についてはANOVA(Bonferroni-Dunn's post hoc test)を使用した。

### III. 結 果

125例はOPCAB(91.9%)を行ったが、術前検査で左室駆出率30%以下の低左心機能症例の一部と、麻酔導入時

表2 手術成績

群	N	E	P
中枢側吻合法	Aortic no touch	Enclose II	PAS-Port
Off pump 率 (%)	100	93.1	87.0
緊急手術率 (%)	20.8	19.0	16.7
手術時間 (分)	223±63	275±41	245±50*
輸血率 (%)	20.8	17.2	50.0
末梢側吻合数	2.4±1.2**	3.5±1.0	3.2±0.9
グラフト血流量 (ml/分)	36.2±16.6	41.8±24.1	52.3±27.3*
1枝あたりの所要手術時間 (分)	106±37**	83±22	81±26
グラフト開存率 (%)	100.0	98.3	100.0

\*E群に対し p<0.05, \*\*E群, P群に対し p<0.05

の肺動脈圧が 50 mmHg を超えていた合計 11 例で on pump beating CABG を行った。緊急手術は 25 例 (18.4%) で 30 例 (22.0%) が術前に大動脈バルーンポンプ (IABP) が挿入されていた。術中に循環動態が破綻し人工心肺装置を装着せざるを得ない、いわゆる conversion 症例は幸い 1 例も認めなかった。

E 群と比較し P 群の方が有意に高齢 (64.8 歳 vs 69.8 歳) で、透析患者の比率が高かった (8.6% vs 31.5%)。バイパス枝数は P 群 3.2±0.9 枝, E 群 3.5±1.0 枝, N 群 2.4±1.2 枝で P 群, E 群間に有意差はなかったが, N 群は有意に少なかった。平均手術時間は 254±53 分であった。吻合枝数に有意差がないにもかかわらず P 群の方が有意に E 群より短時間であった (表 2)。

デバイスに起因する有害事象はなかったが, Enclose II を使用した症例のうち 2 例で縫合針により隔膜を損傷したが, そのまま吻合を完遂した。また隔膜にはじめから瘻孔を認めたものがあり, 製造元に依頼し調査を行ったが原因は特定できなかった。Enclose II を用いて 2 箇所の中枢側吻合を行った症例は 19 例であった。31 例 (53.4%) の症例で RA を使用した。

PAS-Port を用いて 2 箇所の中枢側吻合を行った症例は 10 例であった。ほとんどが初期の症例であり, 最近の症例では複数の中枢側吻合が必要な場合は Enclose II を選択している。また PAS-Port は本来 SVG 用の自動吻合器であるが, やむなく RA の吻合に使用した症例が 1 例あった。

グラフトの平均血流の比較では E 群と P 群には有意差はなかったが, N 群に比べ P 群の流量は有意に多かった。手術時間を末梢側吻合数で除した値を 1 枝あたりの所用手術時間として比較すると, E 群, P 群間に差はなかったが, N 群に対しては両者とも有意に短かった。

退院前の確認造影を 114 例 (85.2%) に施行したところ E 群に RA が閉塞した 2 例を認めたが P 群, N 群にはグラフト閉塞はなくいずれも開存率は 100% であった。RGEA は 33 例に使用し造影を行った 29 例のうち 1 本が閉塞し

たため開存率は 96.6% であった。

各群とも術後に症候性の脳梗塞 (Type I)<sup>6)</sup> を合併した症例はなかった。また P 群の糖尿病透析患者 2 例を敗血症で失ったが, 他に手術死亡はなかった (表 2)。

#### IV. 考 察

カテーテルインターベンションの進歩, 薬剤溶出性ステントの普及の影響で CABG の対象患者は高齢化し, 糖尿病や慢性腎不全の合併等により重症化が著しく手術リスクは上昇している。しかもカテーテルインターベンションの不向きな狭小冠動脈の多発病変が対象となるため多枝バイパスが要求される。そのような現況のなかで CABG 術後に生じる脳梗塞は患者の生活の質を著しく損なう重大な合併症である。CABG 術後脳梗塞の多くは動脈硬化性変化の強い上行大動脈への操作によるものと考えられるため, そのような患者に対しては人工心肺装置を使用しない OPCAB が推奨される<sup>7)</sup>。さらに 75 歳以上の高齢者に行った OPCAB のうち side clamp をかけた群と aortic no touch 群の比較で side clamp は独立した危険因子であり, 脳梗塞や死亡が aortic no touch 群に比較し 6 倍も多かったという報告<sup>8)</sup>もあり, 上行大動脈の部分遮断はできるだけ回避すべきと思われる<sup>9)</sup>。したがって aortic no touch による OPCAB が脳合併症の削減には理想的な方法ではあるが, in situ の動脈グラフトのみによるバイパスでは末梢側吻合数やグラフトデザインの点での制限が多い上, 狭窄の軽い病変においては血流競合の問題も危惧される。

Clampless device は CABG において脳梗塞の最大の原因となる大動脈部分遮断を回避できる吻合補助デバイスであり, グラフトデザインの自由度という点で in situ conduit より優り, 血流競合の問題も起きにくいと思われる AC バイパスを可能にする。現在当科で使用している PAS-Port, 初期成績が不良のため販売中止となった Symmetry Aortic Connector (St. Jude Medical, Inc. St. Paul, MN)<sup>10)</sup>, Spyder (Medtronic, Inc. Minneapolis, MN) のよ

うな自動吻合器と Enclose II や Heartstring (Guidant 社, Santa Clara, CA) のような手縫いを補助する器具がある。PAS-Port は外径 4.5 mm 以上の SVG を装置内に装填し、カム送りによりノブを回転させるだけで瞬時に中枢側吻合を可能とするデバイスである。SVG グraft の外径が 4.5 mm 以上必要で、Graft の装填を慎重に行う必要があるが、初期成績は良好であり<sup>11-13)</sup>、手縫いによる SVG の長期成績に遜色ないものが得られる可能性がある。

Enclose II は米国では 2003 年 9 月に FDA で認可され、本邦では 2004 年 3 月より発売され、すでに国内で 7,500 個以上が使用されている。折りたたまれた隔膜を挿入するために吻合部とは別に大動脈に瘻孔を必要とする点が Heartstring との最大の違いである。吻合部と挿入部の 2 箇所を確保しなければならないため PAS-Port や Heartstring より大動脈壁の正常な部分は広範囲を必要とする。また上行大動脈壁の内側に置いた隔膜と外側から圧迫する upper jaw との間のわずかな空間での吻合操作が必要なため、やや習熟が必要である。1 個のデバイスで最大 3 箇所の中枢側吻合が可能とされ、SVG でも RA でも内胸動脈の free graft でも吻合可能であるためコストパフォーマンスには優れている。OPCAB において大動脈部分遮断群に比較し Enclose II 使用群では有意に術中の微小塞栓物量が少なかったとする報告があり<sup>14)</sup>、脳合併症の削減に有効と思われる。

当科では術前の脳梗塞の評価および術後に脳梗塞を合併した場合の比較のために可能な限り頭部 CT と胸部 CT を行っている。胸部 CT では上行大動脈の石灰化病変を評価することはできるが、内腔に突出したやわらかい粥状硬化病変は epiaortic echo による評価の方がすぐれていると思われる。壁厚の測定のみならず部分的な肥厚、内腔に突出する粥腫等が明瞭に描出されるため、上行大動脈へのアプローチの最終決定は本法により行った。

患者背景として、高齢、透析患者で上行大動脈の性状が不良な傾向があり、当然 SVG を conduit として用いることが多かったため PAS-Port を用いた症例が多く、今回の検討でもそれを裏付けるものであった。他の術前因子は各群に有意差は認めなかった。

末梢側吻合数の検討では P 群、E 群は 3.2 ~ 3.5 箇所に対し N 群は 2.4 箇所にとどまり、有意に少なかった。しかし N 群には繰り返すステント狭窄、閉塞のために左(あるいは右)内胸動脈-左前下行枝の 1 枝バイパスを施行した症例(7 例)も含まれている。N 群でこれらの症例を除外すると末梢側吻合数は  $3.0 \pm 0.9$  箇所となり、E 群、P 群と有意差はなくなる。上行大動脈の性状が不良な場合に aortic no touch とせざるを得ない場合も完全血行再建を目指す努力は怠るべきではないと考えられる。Graft の血液流量の検討では P 群の流量が N 群に比較して多く、内径の大きい SVG の使用頻度が関係していると思われる。早期の Graft 開存率はいずれの群とも良好で

あった。E 群は手縫いであるため、長期成績は Graft の性質に依存すると思われる。P 群は PAS-Port システムの構造上、内腔に金属が露出する部分を有しないため良好な長期成績が期待されるが、今後も注意深く経過観察を行っていききたい。

今回の検討では各群とも脳梗塞 (Type I) の合併を認めなかった。術前因子として脳梗塞の既往が 5.2 ~ 16.7% に認められたにもかかわらず、術後に新たに合併することがなかったことは当科のストラテジーが妥当であったことを証明するものであった。Epi-aortic echo を駆使し、上行大動脈壁の性状を精査した上で中枢側吻合の可否、方法を検討することが肝要と思われた。

## 文 献

- 1) Dacey LJ, Likosky DS, Leavitt BJ, Lahey SJL, Quinn RD, Hernandez F Jr, Quinton HB, Desimone JP, Ross CS, O'Connor GT: Perioperative stroke and long-term survival after coronary bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 2005; **79**: 532-536
- 2) Wijesundera DN, Beattie WS, Djaiani G, Rao V, Borger MA, Karkouti K, Cusimano RJ: Off-pump coronary artery surgery for reducing mortality and morbidity: meta-analysis of randomized and observational studies. *J Am Coll Cardiol* 2005; **46**: 872-882
- 3) Gaudino M, Alessandrini F, Pragliola C, Cellini C, Glioca F, Luciani N, Girola F, Possati G: Effect of target artery location and severity of stenosis on mid-term patency of aorta-anastomosed vs. internal thoracic artery-anastomosed radial artery grafts. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; **25**: 424-428
- 4) Muneretto C, Bisleri G, Negri A, Manfredi J, Carone E, Morgan JA, Metra M, Dei Cas L: Left internal thoracic artery-radial artery composite grafts as the technique of choice for myocardial revascularization in elderly patients: a prospective randomized evaluation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **127**: 179-184
- 5) Fukushima S, Kobayashi J, Niwaya K, Tagusari O, Bando K, Nakajima H: Accelerated graft disease in a composite saphenous vein with internal thoracic artery in a chronic renal dialysis patient. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **52**: 372-374
- 6) Roach GW, Kanchuger M, Mangano CM, Newman M, Nussmeier N, Wolman R, Aggarwal A, Marschall K, Graham SH, Ley C: Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group and the Ischemia Research and Education Foundation Investigators. *N Engl J Med* 1996; **335**: 1857-1863
- 7) Athanasiou T, Al-Ruzzeh S, Kumar P, Crossman MC, Amrani M, Pepper JR, Del, Stanbridge R, Casula R, Glenville B: Off-pump myocardial revascularization is associated with less incidence of stroke in elderly patients. *Ann Thorac Surg* 2004; **77**: 745-753
- 8) Lev-Ran O, Loberman D, Matsa M, Pevni D, Neshet N, Mohr R, Uretzky G: Reduced strokes in the elderly: the benefits of untouched aorta off-pump coronary surgery.

Ann Thorac Surg 2004; **77**: 102–107

- 9) 村田聖一郎, 川人宏次, 山口敦司, 安達秀雄, 井野隆史 : Symmetry Aortic Connector の使用経験と初期成績. 冠疾患誌 2004; **10**: 85–88
- 10) Kapetanakis EI, Stamou SC, Dullum MK, Hill PC, Haile E, Boyce SW, Bafi AS, Petro KR, Corso PJ: The impact of aortic manipulation on neurologic outcomes after coronary artery bypass surgery: a risk-adjusted study. Ann Thorac Surg 2004; **78**: 1564–1571
- 11) Gummert JF, Demertzis S, Matschke K, Kappert U, Anssar M, Siclari F, Falk V, Alderman EL, Harringer W: Six-month angiographic follow-up of the PAS-Port II clinical trial. Ann Thorac Surg 2006; **81**: 90–96
- 12) Kempfert J, Opfermann UT, Richter M, Bossert T, Mohr FW, Gummert JF: Twelve-month patency with the PAS-port proximal connector device: a single center prospective randomized trial. Ann Thorac Surg 2008; **85**: 1579–1584
- 13) Kai M, Hanyu M, Soga Y, Nomoto T, Nakano J, Matsuo T, Kawato M, Okabayashi H: Midterm patency rate after saphenous vein grafting with a PAS-Port device. J Thorac Cardiovasc Surg 2009; **137**: 503–504
- 14) Guerrieri Wolf L, Abu-Omar Y, Choudhary BP, Pigott D, Taggart DP: Gaseous and solid cerebral microembolization during proximal aortic anastomoses in off-pump coronary surgery: the effect of an aortic side-biting clamp and two clampless devices. J Thorac Cardiovasc Surg 2007; **133**: 485–493