瀰漫性の石灰化病変を有する透析患者に対する 冠動脈バイパス術の治療戦略： 術前心臓 CT と両側内胸動脈による積極的 OPCAB

中村 雅則¹, 中島 智博¹, 黒田 陽介¹, 宇塚 武司¹
渡辺 祝安¹, 福田 洋之², 甲谷 哲郎²

【目的】透析(HD)患者における冠動脈バイパス術(CABG)はその手術成績も悪く、瀰漫性の石灰化により動脈グラフトでの完全血行再建が困難となることも多い。我々はHD患者に対して、術前心臓CTを施行し、石灰化の部位、両側内胸動脈で(BITA)の吻合部位を確認し、積極的BITAを使用した完全血行再建をOPCABで行っている。その初期成績を検討し治療戦略の工夫と術式の妥当性を検討した。【対象】2010年4月から2011年7月までの虚血性僧帽弁閉鎖不全(IMR)を含んだHD患者のCABG 13例。HD期間は7.2±6年で、9/13が糖尿病腎症であった。【結果】IMR 2例を除き、全例でOPCABが完遂され、平均吻合数は2.9±1本、術中カテコールアミンの使用は1例のみであった。早期死亡なし。in situ BITA使用率は89%、完全血行再建率は92%と非HD群と同等であった。人工呼吸器からの離脱までの中央値も4.8時間で、食事開始2日目、歩行開始2.5日目と早期離床が図られた。ITAの開存率は100%で、Fitz Gibbon Aが96%を占めた。術後生存率は、1年で77%であったが、他因死を除く1年心事故回避率は100%であった。【結論】瀰漫性石灰化のHD患者において術前心臓CTはBITAの吻合部決定に重要であり、in situのBITAによるOPCABでの完全血行再建は初期成績で問題なく、長期成績での有効な術式の可能性を残すと考えられた。

KEY WORDS: off-pump coronary artery bypass graft, hemodialysis, coronary artery bypass grafting, bilateral internal thoracic artery, cardiac computed tomography

1. はじめに

現在でも透析(HD)患者の死因の多くは心血管イベントが多い。その治療としてHD患者の冠動脈の瀰漫性の石灰化病変に対する冠血行再建において、カテーテルインターベンション(PCI)は治療の限界があり、初期治療が成功しないことも多く、また成功しても必ずしも長期成績は良好とはいえない¹⁾。しかし、一方でHD患者の冠動脈バイパス術(CABG)もまた、手術死亡率のみならず、術後合併症率が高く²⁾、現在でも良好な治療戦略は確立していない。日本では人工心肺非使用心拍動下冠動脈バイパス術(OPCAB)が侵襲の少なさからHDの有無で短期成績に差を認めなかったとの報告もあり³⁾、United States Renal Data System(USRDS)database(n=1,910,161)からのstudyでもOPCABは入院死亡を下げる一因子と報告され⁴⁾、OPCAB

の台頭が急性期成績を改善する可能性を示唆した。また一方、遠隔成績には完全血行再建が重要であったが、HD患者での完全血行再建の難しさも報告されている³⁾。HD患者の手術における解剖学的問題は冠動脈壁の高度石灰化であり、完全血行再建の難易度を上げるものと考えられた。現在、冠動脈バイパス術において両側内胸動脈(BITA)の使用は、その長期成績の良さからgold standardになってきている^{5,6)}。しかし、糖尿病患者におけるCABGでBITAの使用は縦隔炎のrisk factorであるとの報告⁷⁾や一方では、HD患者の生命予後自体が良好ではないことから糖尿病症例を多く含むHD患者へのBITAの使用が長期予後を良好にするかは現時点ではよくわかっていない。しかし、2010年にHD患者の長期予後に対するBITAの影響についての報告で、糖尿病性を除いたHD患者においてBITAの使用は明らかに遠隔期心事故を低下させた⁸⁾。今回我々は冠動脈壁の石灰化病変を術前に心臓CTを行うことで把握し、正確な手術プランニングを術前に行いBITAをin situで使用し、sequentialの手技を用いて左冠動脈領域の血行再建をBITAで行い、かつOPCABで急性期合併症を下げることで、急性期のみならず遠隔期心事故(MACCE)を下げる可能性があると考え治療を行っている。今回はその初期成績につき報告する。

¹ 市立札幌病院循環器センター外科(〒060-8604 北海道札幌市中央区北11条西13丁目1-1)、² 市立札幌病院循環器センター内科(本論文の要旨は第25回日本冠疾患学会学術集会、2011年12月・大阪にて報告した)

(2012.07.18 受付, 2012.12.07 受理)

doi: 10.7793/jcoron.19.511

Table 1 Preoperative characteristics

	HD	Non HD	P value
Gender (%Male)	85%	74%	ns
Age (years)	67.3±7	69.5±9	ns
HT	67%	69%	ns
DM	69%	56%	ns
Insulin DM	38%	15%	ns
HL	38%	63%	ns
Obesity	15%	15%	ns
Smoker	23%	30%	ns
PVD	31%	19%	ns
Minor amputation	31%	4%	P<0.05
EF <40%	8%	15%	ns
Dd >55 mm	31%	19%	ns
EuroSCORE	5.8±1.0	4.8±4.0	P<0.05

HD: hemodialysis patients, HT: hypertension, DM: diabetes mellitus,
HL: hyperlipidemia, PVD: peripheral vascular disease, EF: ejection fraction,
Dd: diastolic dimension

II. 対象と方法

2010年4月から2011年7月までの虚血性僧帽弁閉鎖不全(IMR)を含んだHD患者のCABGは13例であった。同時期のHD群と非透析(non HD)群に分類しTable 1に術前状態を示した。HD群の平均年齢は67±7歳で、男性11例、女性2例であり、閉塞性動脈硬化症による下肢切断症例(minor amputation)が4例31%と有意に高く、EuroSCOREは平均5.8と有意に高かった以外には有意差を認めなかった。13例のHD期間は平均7.2±6年(3カ月から22年であった)、HDの原因は、糖尿病腎症が69%を占めた。さらに、今回の対象を術前CTを施行していなかった時代(2002年4月から2010年3月)のHD患者のCABG 15例と比較検討した。

1. 治療戦略

全例術前心臓冠動脈CTを施行し、石灰化の部位を把握し、左心系にはsequentialの手技を用いてBITAでの適切な吻合部、グラフトデザインを術前に確認した。OPCABの方法は、Lima sutureのみで心尖を挙上しすべての吻合をone positionで行う手術とした。術中は適時血液濾過を行い、術後は術翌日からの間歇透析で心臓リハビリの早期導入を行った。心不全既往のIMR 2度以上は上行大動脈、脳循環が許されれば、人工心肺心停止下に僧帽弁手術とCABGを行った。

2. 方法

a. CT撮影方法

使用装置はGE社製Bright Speed Elite 16列MDCTを用い、撮影条件を120 kV 145~370 mA(自動制御)0.5~0.6秒/回転、slice厚1.25 mmとした。SCAN方法は心電同期ハーフSCAN 1~4 Sector Reconで、ヘリカルピッチ0.275:1~0.325:1とした。使用造影剤はイオパーク 300

(45 kg 以下)かオイパロミン 370(45 kg 以上)を使用し、注入タイミングはテストインジェクションにより撮影開始時間決定し、心臓のMIP(maximum intensity projection)、VR(volume rendering)画像を作成した。さらに石灰化壁のCT値を正確に求めるためにaxial sagittal coronalの3段階でMPR(multiplanar reformation)を作成し、TERA Recon社製Aquarius Net Client Viewerでの3Dワークステーションを用いて、冠動脈壁のCT値によるカラーマッピングを行い、吻合部位の判断を行った。0 HU 以下、黒(単色)、0~125 HU、黒~青(グラデーション)、125~500 HU 青~黄(グラデーション)、500~750 HU 緑(単色)、750 HU 以上、赤(単色)として分類した。

b. 手術方法

OPCAB症例)単独CABG症例はOPCABで行うこととし、OPCABは3本あるいは4本のLima sutureのみで心臓を心尖部が手術室の天井方向に向かう方向での心臓固定を行い、すべての吻合をその位置で行う。心尖部挙上デバイスは使用せずにオクトパススタビライザーのみで吻合部の静止野を得て吻合した。内シャントチューブは全吻合に使用した。左冠動脈において、左前下行枝は単独バイパスとし、基本的には左冠動脈すべてをsequential graftを使用し、in situのBITAでカバーする方針とし、4枝以上の吻合が左冠動脈に必要な場合など内胸動脈(ITA)のみでのバイパスが不可能な際に大伏在静脈(SVG)を使用した。右冠動脈は、中枢吻合を置ければ基本的にはenclose IIを用いたSVGによる大動脈冠動脈(AC)バイパスを行い、中枢吻合部に術中大動脈エコーEASで3 mm以上の内膜肥厚あるいはmobile plaqueが存在する場合には胃大網動脈(GEA)を使用しバイパスした。ヘパリン投与量はHEPCONでヘパリン初期投与量を決定し、ACT値が350秒以上を維持するように30分ごとのACT測定とそれ

Fig. 1 Case 1: Preoperative coronary angiogram (CAG).

A, B: LAO 45 CRA 25

C, D: RAO 0 CAU30

A and C are images without contrast medium to detect the calcified arterial wall.

に基づくヘパリンの追加投与を行った。また術中に冠動脈内膜剥離術 endarterectomy が行われることもあるため、アスピリンは、単独冠動脈バイパス術症例では投薬を継続し手術を行った。また術後は1週間のヘパリン投与を行い、経口抗凝固療法は、動脈グラフトのみの場合はアスピリンにシロスタゾールあるいはサンボグレラートを投薬し、SVGの使用時はワルファリンカリウムとアスピリンとした。

人工心肺心停止症例)僧帽弁同時手術の場合は、上行大動脈のEASを行った後、上行大動脈送、大動脈遮断下に持続性逆行性血液心筋保護法を用いた。中枢吻合も含め single clamp ですべての方法を行ったが、末梢吻合部の吻合は心停止かあるいはbeatingで行うかは冠動脈の病変によって決定した。

c. 統計解析

SPSS version14.0 統計ソフトを使用し、連続変数の平均値の差の検定は正規分布の検定の後 t-test にて行い、カテゴリ変数に対してはFisherの両側正確 test にて行い $P < 0.05$ を有意とした。生存率、生存曲線、事故回避率はKaplan-Meier 解析で行った。

d. 症例

症例 1. HD 歴 6 年の腎不全、肝硬変 (child A)、高血圧の労作性狭心症の 69 歳の男性症例。冠動脈造影で左主幹部を含む 2 枝病変であったが、冠動脈造影では、石灰化の描出は困難であった (Fig. 1)。同症例の MIP 像では、中

Fig. 2 Case 1: Preoperative cardiac CT (MIP).

Although two white arrows showed the proposed anastomotic sites of LAD and PL based on the CAG, the cardiac CT recommended more distal anastomotic sites due to calcification of the arterial wall (two dotted arrows).

枢の狭窄病変以外でも末梢の石灰化病変を同定でき、前下行枝 (LAD) と後側壁枝 (PL) の吻合部は術前 CAG で想定した位置よりかなり末梢になっていた (Fig. 2)。CT の所見に基づき、術前から sequential 吻合での BITA のみによる

Fig. 3 Case 1: A postoperative graft-gram showed that the distal anastomoses of LAD and PL were created more distally according to the cardiac CT findings.

Fig. 4 Case 2: Preoperative CAG showing diffuse calcification of coronary arterial wall.
A, B: Left coronary artery (A: without contrast medium)
C: Right coronary artery

A | B | C

3枝バイパスを予定し、左内胸動脈(LITA)での対角枝(D1)-PLのsequential吻合を行った後、右内胸動脈(RITA)でのLADへの吻合を行った。術後造影は、LITA-D1-PL、RITA-LADともに吻合部狭窄も血流遅延もなく開存しており、吻合部は術前CTで想定された吻合部に近かった(Fig. 3)。

症例2. 悪性高血圧、高脂血症をもつ22年の長期HD患者で、閉塞性動脈硬化症で石灰化が高度のため手術不可能で足指の切断が行われた65歳男性症例。元々透析時の狭心痛はあったが高度石灰化のためPCIが施行できず内服治療のみで経過観察されていたが、LADの近位部病変の進行のために不安定狭心症となり、準緊急で手術が施行された。LAD#7~8の高度狭窄で、冠動脈造影でも瀰漫性に末梢までの石灰化が見えたが、右冠動脈入口部の閉塞で左からのcollateralでの後下行枝(4PD)の石灰化は判然としなかった(Fig. 4)。しかし、MIP像(Fig. 5A)ではLAD壁の石灰化は主幹部から連続し心尖部を超えたが、

D2壁の石灰化は認めず吻合可能と判断し、4PDも途中までの石灰化の存在を確認した。さらに、LADの吻合可能性をCT値のcolor mappingにて判断した。全長にわたり全周性にCT値は500以上の赤か緑を呈し、500以下の部分はたった2~3mmで切開しては修復ができなくなる可能性が高いと判断した(Fig. 5B)。手術は心筋内走行の先のD2へLITAを吻合し、4PDは、石灰化を超えたonlay patch法を考えていたが内膜の硬化が強く結果endarterectomyを施行し、GEAを使用してバイパスした。術後の3DCTAでは、D1は石灰化のない部位へ吻合され、4PDでは石灰化がほとんど除去され、吻合部に石灰化なく吻合されており、それぞれ良好な開存を認めた(Fig. 6)。

III. 結 果

HD群は2例の僧帽弁手術を除き、全例でOPCABが完遂され、術中のconversionはゼロであり、平均吻合数は 2.9 ± 1 本でnon HD群 2.9 ± 1 本と差を認めなかった。BITA

A | B

Fig. 5 Case 2: Preoperative cardiac CT showing severe calcification of total LAD beyond the apex.

A: MIP

B: Original color-mapping of calcified arterial wall

Fig. 6 Case 2: Postoperative cardiac CT (MIP) showing two distal anastomosis without calcification.

使用率は1枝病変, RCA, LADの2枝病変などBITAが使用できないものを除くとHD群89%, non HD群91%と両群ともほぼBITAが使用され有意差を認めず, 両群でLADへは100% ITAが使用された. ITAのsequential bypassはHD群30%, non HD群38%で, 回旋枝への静脈の使用はHD群で7%, non HD群7%で, free ITAの使用もHD群7%, non HD群4%のみで, 左冠動脈には, どちらもBITAによるin situ bypassが施行された. 右冠動脈へはSVGとGEAが半数ずつに使用された. またHD群1例でRCAの石灰化のためにGEAを使用したendarterectomyが行われた. HD群術中吻合が不可能であったのは小さなPL1枝で, 術後循環器内科でもPCIの必要なしとされ, 術後狭心痛の再発もない. その1枝を除きHD群には完全血行再建を行い, 完全血行再建率は92%で, non HD群96%と有意差を認めなかった. HD群においては, 術前不安定狭心症のため2例にIABPが挿入され, 術中脱転時の

血行動態が不安定になった症例1例にIABPを使用した, 心脱転中のカテコールアミンの使用は1例9%のみであった. OPCABの手術時間もHD群 407 ± 116 分, non HD群 410 ± 95 分, で差を認めなかった. HD群の術後合併症は, 出血再開胸, 心室細動, 縦隔炎, 肺炎後敗血症, 術後2週間目透析時の心房細動による低血圧での小さな脳梗塞(MRIで退院後確認した)を各1例に, 表層感染, 心房細動を2例に認めたが, 1週間以内の脳梗塞はゼロで, 30日死亡はゼロであった. BITA使用による合併症は縦隔炎を1例に認めたが, 形成外科の早期介入とvacuum assisted closure(VAC)により創の完治を認めた. 術後最大CPK-MBは 23 ± 13 IU/lで, 気管内チューブ抜去までの中央値も4.8時間で, 食事開始2日目, 歩行開始2.5日目と術後も呼吸不全の1例を除き間歇透析で行え, non HD患者(それぞれ4.0時間, 1日目, 2日目)と同等の早期離床が図られた. 術前CT導入前後での成績(導入前は2010年3月までの15症例)を検討したところ, 早期死亡, 完全血行再建率, BITAの使用には有意差を認めなかった. しかし, 左冠動脈の2枝以上にバイパスした9例ずつの比較において, BITAがin situで使用できた比率は, 導入前22%に比し対象の導入後には89%へと有意に増加した($P=0.015$). 術後グラフト造影は, 前述する1例を除き12例に施行し, ITAの開存率は100%でいわゆる狭窄のない吻合のFitz Gibbon Aが96%を占めた. 閉塞はGEAの1本のみで全体での開存率は97%であった(Table 2). 術後生存曲線をFig. 7Aに示したが, 周知のごとく透析患者の心臓以外の他因死は高く, 今回の検討でも, 肺炎からの敗血症, 足壊死からの敗血症, 消化管出血で術後1年以内に3例を失っており, 1年生存率は77%であった. しかし, 心臓死, 心不全, 狭心症の再発, 再interventionの症例は1例もなく, 死亡および心事故回避曲線はFig. 7Bで, 生存率と同一曲線となり, 他因死を除く1年心事故回避率は100%であった.

Table 2 Early patency of grafts according to Fitz Gibbon's classification

	ITA	GEA	SVG	Total
Fitz Gibbon A	24/25 (96%)	3/4 (75%)	6/7(85%)	33/36 (92%)
Fitz Gibbon B	1/25	0/4	1/7	2/36
Fitz Gibbon O	0/25	1/4	0/7	1/36
Fitz Gibbon A+B	25/25 (100%)	3/4 (75%)	7/7(100%)	35/36 (97%)

A: complete anastomosis, B: more than 50% stenosis, O: graft occlusion, ITA: internal thoracic artery, GEA: gastroepiploic artery, SVG: saphenous vein graft

Fig. 7

A: All-cause survival of patients
B: Freedom from cardiac event and cardiac death

A | B

IV. 考 察

HD 患者の CABG においては、他因子での死亡が高く長期予後も悪く、どこまで非 HD 患者と同じように心事故を減らす目的で BITA を使用した手術を行うか、また完全血行再建を求めるか、さらに周術期死亡を減らすために OPCAB を積極的に行うかに関して結論がでていない。その背景としては、1. 糖尿病症例を含めた HD 患者での BITA の心事故に対する優位性が示されていないことのみならず⁸⁾、急性期の糖尿病症例での縦隔炎発生率が高いために早期死亡が多いと考えられていること⁷⁾、2. HD 患者の CABG 術後遠隔生存率に関して完全血行再建の有用性は報告されているが、OPCAB での完全血行再建率が低いとされていること³⁾、などが考えられる。2006 年 Becker-mann ら⁹⁾ は USRDS のデータで遠隔期死亡に対して OPCAB の優位性を mobility adjusted Cox model で 16% の risk reduction として報告した ($P=0.032$)。しかし、その後 Shroff ら⁴⁾ は急性期の OPCAB の優位性が慢性期に消失したことを報告した。アメリカは現在でも OPCAB の割合が低く、特に HD 患者に対しては一般的ではない現状であり、日本の 6 割を超える状況と同程度に考えられない。

つまり、欧米諸国では OPCAB で ITA を使用し完全血行再建ができているのかは疑問が残る¹⁰⁾。長期の成績を維持するためには、長期予後の良いグラフトを使用し、OPCAB でも on pump と同等の吻合をし、同等に完全血行再建することが我々は重要と考えている。Propensity match した BITA と LITA+橈骨動脈の study において⁵⁾ 両側内胸動脈の優位性は、周術期合併症 (1.4% vs 7.6%)、長期の生存率 (HR 0.23 95% CI 0.066~0.81, $P<0.001$)、MACCE (0.18 95% CI 0.08~0.42, $P<0.001$) と明らかである。しかし、術後急性期の合併症として OPCAB と ITA の skeltonization が standard になった日本の報告でも、糖尿病では BITA の使用が縦隔炎の risk factor と報告された⁷⁾。しかし、その発生頻度は pedicle 時代と比較して明らかに少なく縦隔炎の発生率は 0.8% であった。現在は皮下ドレーンの使用による縦隔炎の予防効果、さらに VAC 療法の進歩により縦隔炎が致死性の合併症ではなくなったことは、長期予後の良い BITA の使用を今後も十分に検討する価値がある。自験例では縦隔炎の発症は 1 症例であったが、VAC 療法にて完治し、グラフトも良好に開存し自宅退院した。さらに HD 症例において、Nakatsu ら⁸⁾ は、非糖尿病性の透析患者において、BITA の使用が 10

年心事故非発生率を12%から53%へ増加($P=0.0075$)させたと報告した。また、糖尿病を入れた全生存率でもBITAでは術後5年以降の遠隔期の死亡が少なくなり、術後10年生存率は片側の22.3%が両側使用で33.2%に改善した($P=0.1636$)。また、この研究はOPCABが15%の当時のものであり、我が国のOPCABの現状を考えれば¹⁰⁾急性期成績を低下させずに、完全血行再建を可能とし、遠隔期の心事故を低下させるためにはBITAの使用は妥当であると考えている。

HD患者の内科的・外科的治療の最大の問題点は、冠動脈の石灰化である。PCIのrestenosisの優位な因子として、冠動脈の石灰化が報告されている¹¹⁾。Deweyら¹¹⁾はHD患者に対してのOPCABの導入により急性期死亡は低下したものの、完全血行再建ができないために遠隔期の生存率がOPCABで低下したと報告し、OPCABの積極的使用のみならず完全血行再建の重要性が確認された。我々は完全血行再建のために、グラフト吻合部の冠動脈壁の石灰化病変の部位と程度を把握することが非常に重要と考えている。しかしFig. 1のごとく、冠動脈造影では高度石灰化だけが描出できるのみで、中等度石灰化は見逃されていることが多い。長期予後を改善するin situ ITAは、グラフト長が制限されており、CAGのみではsequential bypassが可能と思われていても、石灰化のため術中不可能と判断されることもある。そこで、HD患者に対する我々の治療戦略として、心臓MIPあるいはMPRを使って、冠動脈の石灰化を術前より詳細に検討し、グラフトデザインのプランニングを行うことで、目的部位へのバイパス、ITAによる完全血行再建を確実にし得るものと考えられた。CABGを行うに際して心臓冠動脈CTは、心拍動下の小切開の時に肋骨との位置関係をみるために有効との報告もあるが、今回の検討で、89%のBITA使用で92%の完全血行再建ができたことから、瀰漫性の石灰化病変を有するHD患者におけるCABG吻合部の決定にも有用な方法と考えられた。さらにCT導入で、in situ BITA使用が有意に増加した(22% vs 89% $P=0.015$)。これは、時代とともにOPCABの展開が上達したとも考えられるが、やはり術前CTを行うことで、石灰化病変を組み込んだプランニングがしやすくなり、導入前に見られた術中graft長が短くcompositeに変更する可能性を排除し、in situ BITAを有効に使用できたことが示唆された。

HD患者は手術死亡が高いのみならず、出血、周術期脳梗塞、縦隔炎、敗血症などの合併症率も高く、挿管時間や入院期間も延長したと報告されているが^{8,2)}、OPCABにより、1. 出血が少ないこと、2. 全身性の炎症反応が少ないこと、3. 電解質バランスが崩れにくいこと、の3つの利点を持つことから、HD患者の急性期合併症を減らしたとの報告もある³⁾。Emmertら¹²⁾は糖尿病患者でのOPCABとon pumpでの術後急性期の比較をpropensity scoreを用いた検討で行い、OPCABは、胸水の貯留を低

下させ明らかに術後挿管時間を短縮したと報告し、そのため心臓以外の合併症が低下し、急性期死亡を減らしたと報告した。我々は、さらに重篤なHD患者も、OPCABにより早期抜管、早期離床を行い、間歇透析、心臓リハビリを早く行えることが、急性期合併症、急性期死亡を低下させる可能性が高いと考えている。自験例でも急性期合併症はある程度あるものの前述の縦隔炎は完治し、術後早期の脳梗塞もなくBITAの使用が急性期死亡を増やすとは考えづらく、さらなる長期の成績を検討する価値はある術式と考えられた。OPCABにおいては、吻合中の安全な血行動態の維持が吻合の質を決めると考えられる。我々は、3本から4本のLima sutureを心臓から1.5 cm離れた背側心膜にかけ、Lima sutureの固定方法を変え、手術台の角度を変え、心尖部が天井を向くように固定した。一度決めた心臓のポジションで基本的にはすべての末梢吻合を行うため、脱転した時点で血行動態が不安定であれば、次の手段を考慮した。透析患者は内シャントのため静脈還流が多く右房、右室が大きく張るので、脱転によりその圧迫が問題となる場合は右心膜、胸膜を十分に開放した。さらに、血圧が低下する場合はカテコールアミンで血圧を維持しようとせず、肺動脈圧の上昇、混合静脈血酸素飽和度や心拍出量の低下する際は、この時点で予防的IABPを考慮した。結果、本シリーズでの術中カテコールアミンの使用率は10%以下であった。最近の第二世代のDESはHD患者でもBMSに比し再狭窄を下げたと報告され¹³⁾、さらにDESがHD患者でも使用されることを考えると、外科側が内科の治療を上回るためには、適切な術前術中評価のもと、BITAを使用した完全血行再建を求めたOPCABの意義は大きいものと考えられる。

本研究は症例数が少なく、かつ短期成績の検討であり、retrospectiveな解析である。さらにCT導入前期後期の比較検討においても時代背景も異なっており、同一の治療戦略での症例を蓄積し長期データでの確認が必要である。

V. まとめ

HD患者における外科的冠動脈血行再建の重要なポイントは、いかに急性期合併症を低下させ、かつ遠隔期の心事故を減らすことにある。瀰漫性石灰化のHD患者において術前心臓CTはBITAの吻合部決定に重要であり、術中安全な心脱転ができれば、HD患者でもin situのBITAによるOPCABでの完全血行再建が可能と考えられた。今回の検討から安全なOPCABが確立できれば、早期成績は満足でき、BITAによる急性期致死の合併症もなく、経過は1年と短いものの心事故回避率は100%であり、短期予後を改善させた。我々の治療方針は長期予後を改善させる可能性を持ち、今後さらに症例を重ね、遠隔期までの検討が必要と考えている。

謝 辞

冠動脈壁のCT値によるcolor mappingなどのCTの再構築には、札幌医科大学放射線科 小倉圭史氏、市立札幌病院放射線科 坂井達彦氏をはじめ放射線科の諸先生に感謝したい。本研究に利益相反はない。

文 献

- 1) Aoyama T, Ishii H, Toriyama T, Takahashi H, Kasuga H, Murakami R, Amano T, Uetani T, Yasuda Y, Yuzawa Y, Maruyama S, Matsuo S, Matsubara T, Murohara T: Sirolimus-eluting stents vs bare metal stents for coronary intervention in Japanese patients with renal failure on hemodialysis. *Circ J* 2008; **72**: 56–60
- 2) Cooper WA, O'Brien SM, Thourani VH, Guyton RA, Bridges CR, Szczeh LA, Petersen R, Peterson ED: Impact of renal dysfunction on outcomes of coronary artery bypass surgery: results from the Society of Thoracic Surgeons National Adult Cardiac Database. *Circulation* 2006; **113**: 1063–1070
- 3) Murai N, Kodera K, Sasaki A, Asano R, Kataoka G, Ikeda M, Yamaguchi A, Sone Y, Takeuchi Y: Prognosis after off-pump coronary artery bypass in patients receiving hemodialysis. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2007; **13**: 396–399
- 4) Shroff GR, Li S, Herzog CA: Survival of patients on dialysis having off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery in the United States. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; **139**: 1333–1338
- 5) Ruttman E, Fischler N, Sakic A, Chevtchik O, Alber H, Schistek R, Ulmer H, Grimm M: Second internal thoracic artery versus radial artery in coronary artery bypass grafting: a long-term, propensity score-matched follow-up study. *Circulation* 2011; **124**: 1321–1329
- 6) Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA: The right internal thoracic artery: is it underutilized? *Curr Opin Cardiol* 2011; **26**: 528–535
- 7) Nakano J, Okabayashi H, Hanyu M, Soga Y, Nomoto T, Arai Y, Matsuo T, Kai M, Kawatou M: Risk factors for wound infection after off-pump coronary artery bypass grafting: should bilateral internal thoracic arteries be harvested in patients with diabetes? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; **135**: 540–545
- 8) Nakatsu T, Tamura N, Sakakibara Y, Hagio K, Ishigami M: Long-term survival after coronary arterial grafts in patients with end-stage renal disease. *Ann Thorac Surg* 2010; **90**: 738–743
- 9) Beckermann J, Van Camp J, Li S, Wahl SK, Collins A, Herzog CA: On-pump versus off-pump coronary surgery outcomes in patients requiring dialysis: perspectives from a single center and the United States experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; **131**: 1261–1266
- 10) Ochi M: [Does Japanese coronary artery bypass grafting qualify as a global leader?]. *Nihon Geka Gakkai Zasshi* 2012; **113**: 273–277 (in Japanese)
- 11) Dewey TM, Herbert MA, Prince SL, Robbins CL, Worley CM, Magee MJ, Mack MJ: Does coronary artery bypass graft surgery improve survival among patients with end-stage renal disease? *Ann Thorac Surg* 2006; **81**: 591–598
- 12) Emmert MY, Salzberg SP, Seifert B, Rodriguez H, Plass A, Hoerstrup SP, Grünenfelder J, Falk V: Is off-pump superior to conventional coronary artery bypass grafting in diabetic patients with multivessel disease? *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; **40**: 233–239
- 13) Sakakibara T, Ishii H, Toriyama T, Aoyama T, Takahashi H, Kamoi D, Kawamura Y, Kawashima K, Yoneda K, Amano T, Tanaka M, Yoshikawa D, Hayashi M, Matsubara T, Murohara T: Sirolimus-eluting stent vs. everolimus-eluting stent for coronary intervention in patients on chronic hemodialysis. *Circ J* 2012; **76**: 351–355

Operative strategy for CABG patients with end-stage renal disease on hemodialysis: importance of preoperative cardiac computed tomography and aggressive usage of off-pump coronary artery bypass grafting using bilateral internal thoracic artery

Masanori Nakamura,¹ Tomohiro Nakajima,¹ Yosuke Kuroda,¹ Takeshi Uzuka,¹
Noriyasu Watanabe,¹ Hiroyuki Fukuda,² and Tetsuro Kouya²

¹Department of Surgery, Cardiovascular Center, Sapporo City General Hospital

²Department of Internal Medicine, Cardiovascular Center, Sapporo City General Hospital

Background: Operative mortality after coronary artery bypass grafting (CABG) with end-stage renal disease (ESRD) on hemodialysis (HD) is high. To improve early results, we aggressively selected off-pump coronary artery bypass graft (OPCAB). Since complete revascularization was sometimes difficult because of diffuse calcification, a preoperative cardiac computed tomography (CT) was used for complete revascularization using bilateral internal thoracic arteries (BITA). **Methods:** We reviewed thirteen patients on HD, including two patients with ischemic mitral regurgitation (IMR), who underwent CABG from April 2010 through July 2011. The period of HD was 7.2±6 years; wherein, nine of 13 patients had diabetic nephropathy. **Results:** OPCAB was completed in all cases, except for the two IMR. There was no operative mortality. One postoperative deep wound infection was completely cured by vacuum associated closure. In situ BITA usage rate of 89% and complete revascularization rate of 92% were comparable in the patients without ESRD. Median time of ventilation was 4.8 hours, feeding was resumed on the second day, and ambulation was initiated on 2.5 days. ITA patency rate confirmed by angiogram was 100%, and Fitz-Gibbon A accounted for 96%. Although 1 year survival rate was a 77%, freedom from cardiac event excluding non-cardiac death was 100%. **Conclusion:** In patients with ESRD on HD, preoperative cardiac CT was crucial in deciding the appropriate site of anastomosis. OPCAB improved operative mortality, and complete revascularization with in situ BITA was an acceptable strategy, which could improve long term outcome.

KEY WORDS: off-pump coronary artery bypass graft, hemodialysis, coronary artery bypass grafting, bilateral internal thoracic artery, cardiac computed tomography

J Jpn Coron Assoc 2013; 19: 124–132