

H. Pre Operative Hemodynamics and Cath

No. of Diseased Coronary Vessels: None/One/Two/Three 冠動脈造影のいずれかの view にて 50%以上の狭窄を認める major coronary system の数を記載する。ただし、左冠動脈主幹部の 50%以上の狭窄は 2 枝病変に相当する。すなわち LMT+RCA は 3 枝病変に相当する。

Left Main Disease > 50% : 左冠動脈主幹部に 50%以上の狭窄を認めるもの

Hemodynamic Data : EF(%) : % 手術もしくは intervention 直近の左室駆出率の値を記載

Method: 左室駆出率を測定した手段を選択し記載すること

LV gram: 左室造影所見より左室駆出率を計算したもの

ECHO: 心臓超音波検査にて左室駆出率を測定したもの

Radionucleotide: シンチグラムにて左室駆出率を測定したもの (未測定の場合は空欄可)

PA Mean Pressure: mmHg : 平均肺動脈圧 (未測定の場合は空欄可)

いずれの圧も測定方法を問わないが麻酔導入後の値は認めない。未測定の場合は空欄可。

Aortic Stenosis: No Yes Insufficiency: 0 / I / II / III / IV

Mitral Stenosis: No Yes Insufficiency: 0 / I / II / III / IV

Tricuspid Stenosis: No Yes Insufficiency: 0 / I / II / III / IV

Pulmonary Stenosis: No Yes Insufficiency: 0 / I / II / III / IV

診断の方法は問わないが、手術直近における術前診断を選択し記載する。

I. Operative

Date of Surgery: 手術日を西暦で記載

Surgeon's Name: 術者名、複数の場合は手術に責任を持つ担当者

Operation time: 手術時間(分)

Status of the procedure:

Elective: 下記の Urgent、Emergent、Salvage のいずれにも含まれない手術

Urgent: 手術決定後 24 時間以内に手術が開始された手術

Emergent: 手術が直ちに開始されたもの

Salvage: 手術室搬送時もしくは手術室内にて麻酔導入以前に心肺蘇生を要したもの

Bypass Grafting

Inflow: グraftの血流源。大伏在静脈を上行大動脈に吻合した場合は Asc. Ao

Graft: 冠動脈再建の際に使用したグラフト材料 (LITA, RITA, RA, GEA, SV, その他は編集機能により記載)

Site: 末梢吻合部位

Size: 吻合部冠動脈の内径

<1.0/1.0/1.25/1.5/2.0mm

Fashion: グラフトと冠状動脈の吻合方法
end to side/ side to side/end to end

Suture

Technique: 吻合方法

Runnig/Interrupted/Combination

Size: 吻合に使用した縫合糸の Size

7-0/7-5/8-0/編集

Material: 吻合に使用した縫合糸の材質

Polypropylene (e.g.,PROLENE) / Hexafluoropropylene (e.g., PRONOVA) /

Silk/ U clip / 編集

例えば LITA と RA の T or Y gart で LITA を LAD, RA を Dx, OM, PL に Seqeuntial でバイパスした場合、記載は

Inflow	Graft	Site	Size	Suture			
				Fashion	Technique	Size	Material
In situ	LITA	LAD	1.5mm	end to side	running	8-0	Polypropylene
LITA	RA	Dx	1.5mm	side to side	running	7-0	Polypropylene
	RA	Seg 12	1.25mm	side to side	running	7-0	Polypropylene
	RA	Seg 14	1.25mm	end to side	running	7-0	Polypropylene
Asc. Ao	SV	Seg.3	1.5mm	end to side	running	7-0	Polypropylene

となる。

In situ graft

LITA/RITA/GEA/編集

Free Graft

Free Graft: LITA/RITA/LRA/RRA/GEA/SV/編集

Inflow: Free graft の血流源

Asc. Ao/LITA/RITA/GEA/編集

Design: Free graft で CompositeGraft を作製した際の出来上がりの形

T or Y/Inverted T/I/K/X/編集

Number of Distal Anastomosis

Total: 冠動脈に吻合した吻合数の総計を記載。LITA-Seg9-LAD sequential anastomosis は LITA を LAD に 2 箇所吻合とする。LITA-RA-(OM and PL)のような T-grafting の場合には Radial を LCX に 2 箇所吻合とする。

with Arterial Conduits: 動脈グラフトによる冠動脈への吻合総数を記載

with Vein Grafts: 静脈グラフトによる冠動脈への吻合総数を記載

IMAs Used as Grafts: グラフトとして採取した内胸動脈。Free graft も含む。

Abandon:採取途中または採取後に何らかの理由で使用中止。

Type of IMA Harvest : 内胸動脈の採取方法を選択する。

Pedicle/Semi-skeletonized/Skeletonized

Technique of IMA Harvest : 内胸動脈の採取方法を選択する。

Ultrasonic: Harmonic scalpel 使用の有無

Cautery: 電気メス

Number of IMA Distal Anastomosis:内胸動脈グラフトによる冠動脈への吻合総数を記載

Radial Arteries Used as Grafts: グラフトとして採取した橈骨動脈。

Abandon:採取途中または採取後に何らかの理由で使用中止。

Type of RA Harvest: 内胸動脈の採取方法を選択する。

Pedicle/Semi-skeletonized/Skeletonized

Technique of RA Harvest: 内胸動脈の採取方法を選択する。

Ultrasonic: Harmonic scalpel 使用の有無

Cautery: 電気メス

Number of RA Distal Anastomosis: 橈骨動脈グラフトによる冠動脈への吻合総数を記載

Gastro-Epiploic Arteries Used as Grafts: 胃大網動脈のグラフトとしての使用。

Abandon:採取途中または採取後に何らかの理由で使用中止。

Type of GEA Harvest: 胃大網動脈の採取方法を選択する。

Pedicle/Semi-skeletonized/Skeletonized

Technique of GEA Harvest: 胃大網動脈の採取方法を選択する。

Ultrasonic: Harmonic scalpel 使用の有無

Cautery: 電気メス

Number of GEA Distal Anastomosis: 胃大網動脈グラフトによる冠動脈への吻合総数を記載

Suture Technique for Distal Anastomosis: 冠状動脈末梢吻合の方法

Size of Suture for Distal Anastomosis: 冠状動脈末梢吻合に使用した縫合糸の太さ

7-0/ 7-5/ 8-0/ Other

Suture Material for Distal Anastomosis: 冠状動脈末梢吻合に使用した縫合糸の素材

Polypropylene/ Hexafluoropropylene/ Silk/ Other

Acute Flow Patency Assess of Grafts (Periop) : 術中に吻合した冠動脈の流速もしくは流量、
もしくは開存について施行した手技について選択する。

IntraOp Doppler/ IntraOp Angio/ Others/ None

IABP: No Yes When Inserted: Preope/ Intraope/ Postop

PCPS: No Yes

Indication: 上記の補助循環を導入するに至った主要な理由を選択する

Hemodynamic Instab:

PTCA Support

Unstable Angina:

CPB Wean:

Prophylactic:

J. Cardiovascular Bypass

Cardiovascular Bypass: Yes 人工心肺使用していれば **K. On-Pump** に

No 人工心肺使用していなければ **L. Off-pump** に

K. On-Pump

Cardiopulmonary Bypass: 右心バイパス、左心バイパスを問わず体外循環を施行したか否か

Convention from Off-pump: Off-pump から On-pump へ変更した場合に記載

Reason: (複数選択可)

Hypotension: 血圧低下

Rhythm: 不整脈

Bleeding: 出血

Anatomical: 冠動脈の血管径や冠動脈の心筋内走行等、解剖学的理由

Others:

Perfusion Time: 体外循環時間を記載。通常の外循環離脱不能などの理由で補助循環に移行したのちの補助循環時間や、もしくは術前よりの補助循環にかかる時間は除外する。

Lowest Core Temp during CPB: 体外循環施行中の最低中枢温を記載。中枢温度は直腸温、膀胱温、鼻咽頭温、鼓膜温などいずれでもかまわない。

Cross-Clamp Time: 部分遮断を除き、大動脈を遮断した時間を記載。遮断していなければ 0 min を記入する。

Cardioplegia: 主に心停止の維持目的で使用した心筋保護液の種類を記載する。Crystalloid で心停止維持、Terminal Blood CP を併用の場合は Crystalloid CP を選択すること。

Blood: 血液混入心筋保護液の使用を使用したもの

Crystalloid: 晶質性心筋保護液を使用したもの

None: 心筋保護液の利用しなかったもの

Temperature: 心停止を維持する目的で使用した心筋保護液の温度

Warm: 常温 37℃ 近く Tepid : 30℃ 前後 Cold : 4~15℃

Free graft:

Graft, Inflow, Design に関しては I の Data がそのまま入る。

Technique: Free graft の中枢側吻合の際の方法を以下から選択

Side-clamp: 上行大動脈に Side-clamp を掛けた状態で

Cross-clamp: 上行大動脈遮断下に

Composite: 他のグラフトを血流源として Composite とする

Memo: 特記すべき事項があった場合に記載。

L. Off-pump

Bypass Grafting

Graft, Site に関しては I の Data がそのまま入る。

Preconditioning

Vessel Stabilization: 冠動脈吻合のために冠動脈 Stabilization に主に使用した device
もしくは方法を選択肢より選択する。

Suction Device: 商品名記載

Compression: 商品名記載

Suture Snare:

No:

編集

CO2 Blower: Yes/No

Coronary Perfusion: 末梢吻合の際に Coronary Perfusion を施行したか否か。施行したのであればその際に使用した device の種類
アナスタ・フロー、クリア・ビュー、CAPS 等

Anast. Time: 末梢吻合に要した時間 (分) Technique of proximal anastomosis of graft: Free graft
の中枢側吻合時の方法

Free graft:

Graft, Inflow, Design に関しては I の Data がそのまま入る。

Technique: Free graft の中枢側吻合の際の方法を以下から選択

Side-clamp: 上行大動脈に Side-clamp を掛けた状態で

Composite:他のグラフトを血流源として Composite とする

Sutureless anastomotic device: Sutureless の New device の使用

Memo: 特記すべき事項があった場合に記載。

M. Post Operative

Blood Products Used during Operation: 術中他家血輸血をおこなったもの。術前貯血を行った自己血、Cell Saver、ポンプ回路残血、ドレーン回収血の返血は本項の輸血には当たらない。

MAP: 濃厚赤血球 FFP: 濃厚血漿 PC: 濃厚血小板

Blood Products Used after Operation: 術後他家血輸血をおこなったもの。

Autologous Blood: 術前に貯血を行った自己血を使用したもの

Postop. Chest Tube Drainage (~12hrs): 術後 12 時間のドレーン出血量

Postop. Ventilated Hours: 術後手術室を出て以降呼吸器管理を行った時間を記載。手術室内にて抜管した場合には 0 hrs を記入。

ICU stay: 術後一般病棟に戻るまでに ICU もしくはこれに相当する病棟または病室に滞在した時間。

CKMB Max:

S-100 蛋白: ICU 入室時の値 (株式会社エスアールエル・テイジンバイオに外注)

NSE: ICU 入室時の Neuron-Specific Enolase の値 (株式会社エスアールエル・テイジンバイオに外注)

WBC POD0: ICU 入室時の白血球数, **POD1:** 術翌日の白血球数, **POD7:** 術後 1 週間の白血球数

Platelets POD0: ICU 入室時の血小板数, **POD1:** 術翌日の血小板数, **POD7:** 術後 1 週間の血小板数

CRP: POD1: 術翌日の CRP 値, **POD7:** 術後 1 週間の CRP 値

Cognitive Function: 術後 2 週間と 6 ヶ月における高次機能検査 (別紙参照)

Hospital stay Total: 入院してから退院までの日数。入院日、退院日を入力すると自動計算。

Hospital stay Postop.: 手術から退院までの日数。手術日、退院日を入力すると自動計算。

Medical charge: 入院中の保険請求額

N. Post Operative Evaluation

Angiographic Evaluation: Elective

Emergent: 何らかの理由で緊急で施行した場合

Date: CAG 施行日

LVG, UCG, RI による心機能評価が施行されていれば記載。

Distal anastomoses problem: no/yes

Inflow, Graft, Site に関しては I の Data がそのまま入る。

Patency: 冠状動脈造影によるグラフトの冠状動脈吻合部の開存の評価。

Patent-good: 吻合部狭窄 50%未満

Patent-fair: 吻合部狭窄 50%以上 75%未満

Stenosis: 75%以上の吻合部狭窄を認める。

Occlusion: 閉塞

In-situ Graft Problem: 冠状動脈造影による In-situ Graft の評価。

no/yes

In-situ Graft は I の Data がそのまま入る。

Stenosis: グラフト内に 75%以上の内径狭窄を認める。

String: 吻合部に問題無いにも拘わらず、グラフトに痩せ現象を認める。

Spasm :吻合部に問題無いにも拘わらず、グラフトにスパズムを認める。

Flow competition: 吻合部に問題無いにも拘わらず、グラフト内に血流競合を認める。

Occlusion: 吻合部が開存しているにも拘わらず、グラフトが閉塞。

Free graft problem: 冠状動脈造影による吻合部以外の Composite graft problem の評価。

no/yes

Free graft は I の Data がそのまま入る。

Proximal Anast. Stenosis: グラフト中枢側吻合の 75%以上の吻合部狭窄

Graft Stenosis: グラフト内に 75%以上の内径狭窄を認める。

String: 吻合部に問題無いにも拘わらず、グラフトに痩せ現象を認める。

Spasm :吻合部に問題無いにも拘わらず、グラフトにスパズムを認める。

Flow Competition: 吻合部に問題無いにも拘わらず、グラフト内に血流競合を認める。

Occlusion: 冠状動脈吻合部が開存しているにも拘わらず、グラフトが閉塞。

冠状動脈造影の結果、グラフトの完全閉塞を認めたときは、全ての Patency: Occlusion とす。

Course: 検査後の治療

Observation/Medication, Cathter Intervention, Reoperation

O. Complications in Hospital

Complications: No/Yes

下記に列記された術後合併症を併発したか否かを記載。術後 30 日を越えても入院中に発症したものはすべて含む。

Intraoperative: No/Yes

Bleeding, Arrhythmia, Other

手術中に問題となる出血、不整脈を認めたか否か

Memo: 特記すべき事項があった場合に記載。

Operative: No/Yes

新たな周術期心筋梗塞の発症または Reoperation を必要とした合併症の有無

Perioperative Myocardial Infarction: 周術期心筋梗塞(下記の 4 項目のうち 2 項目を満たすものを周術期心筋梗塞とする)

- 安静もしくは亜硝酸剤の投与にても消失しない 20 分以上持続する胸痛
- CK-MB が Total CK の 5% を越える、CK が正常上限の 2 倍を越える、LDH isozyme subtype1 > subtype2、トロポニン > 0.2 microgram/ml、のいずれかの血中酵素上昇を認める。
- 新たに出現した壁運動異常
- 連続する 2 つ以上の誘導で ST-T 変化を認める、または/もしくは連続する 2 つ以上の誘導で Q 波(幅 0.03 秒以上、QRS complex の 1/3 以上の深さを有する)を認める。

Reason: 再手術の理由

Bleeding: 止血手術を要した出血性合併症

Valvular Dysfunction: 再手術を要した弁機能異常

Graft Occlusion: 再手術を要した冠動脈グラフト閉塞

Other Cardiac Problem: その他の心臓に関する理由により再手術を要したもの

Other Non Cardiac Problem: 心臓以外の理由により再手術を要したもの

Other Cardiac Problem、Other Non Cardiac Problem に関しては Memo 欄に理由を日本語で記載してください。

Neurologic: No/Yes

Stroke: 術後新たに発生した中枢神経障害が 72 時間以上持続したもの

Transient: 一過性の中枢神経障害 (TIA, RIND, delirium) を発生したもの

Continuous Coma \geq 24H: 術後 24 時間以上持続した昏睡が発生したもの

Paraplegia / Paraparesis: 術後新たに完全麻痺、不全麻痺を問わない対麻痺が発生したもの

Renal: No/Yes

Renal Failure: 術後急性腎機能障害が出現し以下のいずれかを満たしたもの

- 術後血清クレアチニン値が 2.0mg/dl を超えたもの
- 術前血清クレアチニン値の 50%以上の上昇
- 術後新たに血液透析もしくは腹膜透析を要したもの

Highest Post-op Creatinine: 術後入院期間中における血清クレアチニン値の最高値を記載。

Highest Post-op BUN:術後入院期間中における BUN の最高値を記載。

Dialysis Required: 術後新たに血液透析もしくは腹膜透析を要したもの

Vascular

Aortic Dissection: 術後いずれかの部分で新たな大動脈解離が発生したもの

Iliac / Femoral Dissection: 腸骨、大腿動脈領域における新たに発生した動脈解離を認めたもの

Acute Limb Ischemia: 下肢虚血による何らかの合併症が発生したもの

Infection: No/Yes

Sternum- Deep : 感染が縦膈組織（胸骨、縦膈）に及んだもので以下のいずれかを満たすもの

- 創開放および組織の切除もしくは洗浄、ドレナージを必要としたもの
- 培養所見が陽性であったもの
- 抗生物質の投与を必要としたもの

Wound: 正中創以外の手術創部。主にグラフト採取後の創部

Chest: 正中創の感染で以下のいずれかを満たすもの。ただし感染が縦膈組織（胸骨、縦膈）までは及んでいないもの

- 創開放および組織の切除もしくは洗浄、ドレナージを必要としたもの
- 培養所見が陽性であったもの
- 抗生物質の投与を必要としたもの

Leg: 下肢静脈採取部の感染で以下のいずれかを満たすもの

- 創開放および組織の切除もしくは洗浄、ドレナージを必要としたもの
- 培養所見が陽性であったもの
- 抗生物質の投与を必要としたもの

Arm: 橈骨動脈採取部の感染で以下のいずれかを満たすもの

- 創開放および組織の切除もしくは洗浄、ドレナージを必要としたもの
- 培養所見が陽性であったもの
- 抗生物質の投与を必要としたもの

Septicemia: 血液培養陽性所見を伴う術後敗血症を認めたもの

Pulmonary: No/Yes

Prolonged Ventilation: ARDS、肺水腫、肺炎などの肺に由来する合併症併発により人工呼吸器管理が遷延(24 時間以上)したもの

Pneumonia: 以下のいずれかの所見により肺炎と診断されたもの（喀痰、血液、胸腔内浸出液、気管内分泌物などの細菌培養陽性で肺炎の臨床兆候を示すか、胸写で浸潤陰影を認めたもの）

Pulmonary Embolism: 肺血流シンチグラムや血管造影などで術後肺塞栓症の術後発症が診断されたもの

Other: No/Yes

Heart Block: 退院前に新たにペースメーカー植え込みを要した房室ブロックの発生

Cardiac Arrest: 以下のいずれかを認めたもの

●心室細動●循環動態が不安定となる心室粗動●asystole

Atrial Fibrillation: 術後新たに発生し治療を要した心房細動、術前より心房細動を認めていたものは含まない。

Anticoagulant Complication: 出血、血栓塞栓症など抗凝固療法に由来する合併症

Tamponade: 処置（手術、穿刺など）を要したタンポナーデの発症

Gastro-Intestinal Complication: 術後に発生した消化管合併症の有無

●輸血を要した消化管出血●アミラーゼ、リパーゼの上昇を認め絶食を要した膵炎●手術もしくはドレナージを要した胆嚢炎●開腹を必要とした腸管虚血●もしくはその他

Multi-System Failure: 2 つ以上の主要臓器機能障害を発症したもの

DIC:

Liver dysfunction: 術後新たに発生し何らかの治療を要した肝機能障害、術前より肝機能障害を認めていたものは含まない。

AST: 術後入院期間中における AST の最高値を記載。

ALT: 術後入院期間中における ALT の最高値を記載。

T-Bil: 術後入院期間中における T-Bil の最高値を記載。

P. Mortality

Discharge: 退院日を西暦にて記載。転科、転棟日は記載しないこと

Discharge Status: Alive Dead

Patient Activities: severely compromised / moderately compromised / not affected

下記の Modified Rankin scale に準拠し

severely compromised: Modified Rankin scale 5

moderately compromised: Modified Rankin scale 4

not affected: Modified Rankin scale 0-3

Modified Rankin scale

Grade 0: no symptoms

Grade 1: no significant disability, despite symptoms ; able to perform all usual duties and activities

Grade 2: slight disability ; unable to perform all previous activities but able to look after own affairs without assistance

Grade 3: moderate disability ; requires some help, but able to walk without assistance

Grade 4: moderately severe disability ; unable to walk without assistance and unable to attend to own bodily needs without assistance

Grade 5: Severe disability ; bedridden, incontinent, and requires constant nursing care and attention

Status at 30 days after surgery: 入院中、退院後に関わらず、術後 30 日目の状態を記載する

Mortality Date: / / (mm/dd/yyyy) : 死亡日を西暦にて記載

Location of Death: OR / Hospital / Home / Other: 死亡した場所を記載する

Primary Cause of Death (select only one) : 下記のうち主要な死因（最終的に死亡に至らした理由のうち最も最初に発生した事象）を一つだけ選択する。
複数選択は認めない。

Cardiac (LOS / Arrhythmia) / Neurological / Renal / Vascular / Infection / Pulmonary/ Bleeding /
Other

Operative Death: 下記のいずれか

●術後生存期間に関わらず入院中の死亡

●入退院に関わらず術後 30 日以内に死亡したものすべて（死因が明らかに手術と関連しない場合は除く）

Q. Late Examination

R. Event

Anticoagulant complication, Incisional complication, Arrhythmias, Myocardial infarction/Recurrent angina, Valve dysfunction, CHF, Pericardial effusion/Tamponade, Pneumonia respiratory complication 以外の Event (脳、血管、突然死等)の発生を認めたときは Other とし、その内容に関しては最後の Memo 欄に記載。

20020536

以降は雑誌/図書に掲載された論文となりますので、
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。

「研究成果の刊行に関する一覧表」

Multiple off-pump coronary revascularization with "aorta no-touch" technique using composite and sequential methods.

Kobayashi J, Sasako Y, Bando K, Niwaya K, Tagusari O, Nakajima H, Nakamura Y, Ishida M, Kitamura S.

Heart Surg Forum. 2002;5(2):114-8.

Total arterial off-pump coronary revascularization with only internal thoracic artery and composite radial artery grafts.

Kobayashi J, Tagusari O, Bando K, Niwaya K, Nakajima H, Ishida M, Fukushima S, Kitamura S.

Heart Surg Forum. 2002;6(1):30-7.

Early results of complete off-pump coronary revascularization using left internal thoracic artery with composite radial artery.

Nakamura Y, Kobayashi J, Tagusari O, Bando K, Niwaya K, Nakajima H, Ishida M, Kitamura S.

Jpn J Thorac Cardiovasc Surg. 2003 Jan;51(1):10-5.

Perioperative advantages of off-pump coronary artery bypass grafting.

Ishida M, Kobayashi J, Tagusari O, Bando K, Niwaya K, Nakajima H, Kitamura S.

Circ J. 2002 Sep;66(9):795-9.

Total Arterial Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting
for Revascularization of the Total Coronary System
The Clinical Outcome and Angiographic Evaluation

Osamu Tagusari, MD*,

Junjiro Kobayashi, MD*,

Ko Bando, MD*,

Kazuo Niwaya, MD*,

Hiroyuki Nakajima, MD*,

Michiko Ishida, MD*,

Takeshi Nakatani, MD*,

Syunichi Miyazaki, MD ,

Toshikatsu Yagihara, MD*,

Soichiro Kitamura, MD*,.

Running head: Total arterial OPCAB to total coronary system

From the Department of Cardiovascular Surgery*, the Department of Cardiology , National Cardiovascular Center,

5-7-1 Fujishirodai, Suita, Osaka 565-8565, Japan

Presented at the 39th annual meeting of The Society of Thoracic Surgeons, San Diego, California, January 31-February 2, 2003.

Keywords: total arterial OPCAB, composite graft, complete revascularization, hypoperfusion

syndrome, competitive flow

Word Count: 16521 words

Corresponding Author: Junjiro Kobayashi, MD

Department of Cardiovascular Surgery, National Cardiovascular Center,

5-7-1 Fujishirodai, Suita, Osaka 565-8565, Japan

Tel: +81-6-6833-5012, Fax: +81-6-6872-7486, E-mail: jkobayash@hsp.ncvc.go.jp

Abstract

Background. The objective of this study is to assess the clinical outcome and angiographic study of total arterial off-pump coronary artery bypass (OPCAB) grafting for revascularization of the total coronary system.

Methods. In 382 consecutive cases of OPCAB performed between April 2000 and July 2002, 235 patients (193 male and 42 female) with triple vessel disease underwent total arterial OPCAB for revascularization of the total coronary system. The mean age was 66 ± 9 . 662 vessels were bypassed (average number of grafts 3.7 ± 0.8). Internal thoracic artery (ITA), radial artery (RA), and gastroepiploic artery (GEA) grafts were used for revascularization of 306, 542, and 24 vessels, respectively. 225 patients were revascularized with composite grafts which consisted of in situ ITA and free arterial grafts (Y shaped 179, I shaped 59, K shaped 27, X shaped 3, T shaped 1) and 10 patients were revascularized only with in situ grafts.

Results. Hospital death occurred in 3 patients (1.3%) and late death in 1 patient. There was no clinical underperfusion syndrome or new IABP insertion. Cerebral infarction occurred in 2 patients (0.8%) and 4 patients after the discharge. Early postoperative angiography was performed for 829 grafts in 223 patients (95%). Success revascularization was defined as percentage stenosis diameter of the anastomosis of less than 50% by computer-assisted analysis. The overall success rate of revascularization was 98%. Stratifiedly the coronary distribution, success rate of revascularization

was 98 (218/222) in left anterior descending, 97% (82/85) in diagonal, 99% (69/70) in obtuse marginal, 97% (259/266) in posterolateral, 98% (166/170) in posterior descending, and 100% (16/16) in right coronary artery.

Conclusions. Total arterial OPCAB provided excellent success rate of revascularization for the total coronary system and good clinical results.

Introduction

Off-pump coronary artery bypass (OPCAB) surgery is currently considered to be a safe alternative to myocardial revascularization with cardiopulmonary bypass[1-3]. However, the majority of cardiac surgeons have hesitated to perform OPCAB because of its technical complexities of this procedure. One of the major concerns is exposure and stabilization of the target coronary artery on lateral and posterior ventricular wall. In contrast, improvement of the methods of coronary artery stabilization and exposure using sophisticated mechanical stabilizers encouraged us to perform OPCAB for multiple vessel disease using only arterial grafts.[4,5] The aim of this study is to evaluate our experience with total arterial OPCAB for revascularization of the total coronary system to establish its safety and efficacy in the perioperative period, and to analyze the success rates of revascularization from postoperative angiography.

Materials and Methods

Patients Selection

Between April 2000 and December 2002, isolated coronary artery bypass grafting (CABG) was performed on 508 consecutive patients. Fifty-five patients were assigned for CABG with cardiopulmonary bypass. The other 453 patients were assigned for OPCAB that could be accomplished in 451 patients of them whereas two patients were converted to on-pump CABG because of hemodynamic instability. Of these cases, 235 patients underwent total arterial OPCAB for

the total coronary system in triple vessel disease. The preoperative characteristics of the patients are summarized in Table 1.

Conduit Selection

To obtain multiple graft inflows for revascularization of the total coronary system, the bilateral internal thoracic arteries (ITAs) and the radial artery (RA) as a composite graft were extensively used in patients aged less than 70 years. For those aged 70 years and older, single ITA and the RA as a composite graft were used for less invasion. We exclusively used the RA as a composite graft with the ITA. The gastroepiploic artery (GEA) was used as in situ graft when the RA was not feasible for harvesting because of a positive Allen's test in the bilateral forearms, chronic renal failure (serum creatinine >1.5 mg/dl), or patient's preference, such as those people who dealt with fine instruments.

Preparation of the Conduits

A conventional, semi-skeletonized method was applied for the dissection of the ITAs. The RA was harvested from the nondominant arm using an ultrasonic dissection technique.[6] The ITA and RA were wrapped in a sponge soaked with a solution of papaverine hydrochloride. To prevent the spasm of the RA, a mixture of blood and solution of papaverine hydrochloride was gently injected into the lumen. After administration of heparin (1.5 mg/kg), the ITAs and RA were divided. The left ITA was

used as an in-situ graft, generally to the left anterior descending artery (LAD). The right ITA was anastomosed to the LAD when the left ITA was required for anastomosis with the circumflex branch or when the left ITA was not suitable as a graft. The RA was used primarily as a composite graft. In the early series, the RA of Y-composite graft was anastomosed to the left ITA in an end-to-side fashion. Recently, the RA has been anastomosed with the left ITA in a side-to-side fashion to avoid kinking of the latter. One end of the RA was clipped with a metal clip. The RA was anastomosed with the right ITA as an I-graft for extension. In the early series, the RA was connected end-to-end to the right ITA. Recently, to secure enough orifice, the end of the right ITA has been anastomosed to the side of the RA with the end closed using a metal clip. Moreover, the RA was anastomosed to the left ITA in a side-to-side fashion as a K-graft or X-graft. When the the diagonal branch needed revascularization, we preferred the K-graft technique rather than the Y-graft technique to prevent graft kinking because the diagonal branch is the topmost position for in situ left ITA grafting without compromising the sequential anastomoses. The end of the RA short segment was anastomosed to the diagonal branch and the long segment of the RA was anastomosed to the circumflex and/or right coronary branch as K-graft after the left ITA was anastomosed to the LAD. When the right ITA was connected to the LAD and the left ITA was anastomosed with the large obtuse marginal branch, the end of the RA short segment was anastomosed to the diagonal branch and the long segment of the RA was anastomosed to the circumflex and/or right coronary branch as X-graft. T composite graft was used when the ITA was not

long enough to reach the target vessel. All composite grafts except the I-graft were constructed before the distal anastomoses. In only I-graft, the RA was connected to the right ITA after the distal anastomoses simply because of the technical aspect.

Surgical Procedure

A standard median sternotomy was used in all patients. The pericardium was opened and deep pericardial retraction sutures were placed. Proper positioning and stabilization of the heart were achieved by pericardial sutures and suction stabilizers (Medtronic Octopus II, III, IV, Starfish I, II, Medtronic, Inc., Minneapolis, MN, USA) with steep Trendelenburg position and rotation of the operative table toward the surgeon. Transesophageal echocardiography and pulmonary artery pressure monitoring were performed to check the mitral regurgitation due to extensive left ventricular geometric change and right ventricular outflow obstruction due to right ventricular geometric change. Only transient proximal compression of the target vessel to control the coronary flow was accomplished with a silicone rubber loop (Retract-O-Tape; Quest Medical, Inc., Allen, TX, USA). The heart rate and blood pressure control were obtained with diltiazem, landiolol hydrochloride, and norepinephrine. After coronary arteriotomy, the operative field was kept free from blood with a carbon dioxide saline-blower blower (Visuflo, Edwards Lifesciences LLC, Irvine, CA, USA) and an internal shunt (Anastaflo, Edwards Lifesciences LLC, Irvine, CA and ClearView, Medtronic, Inc.,

Minneapolis, MN, USA), which also might avoid regional dysfunction and intimal damage consequent to blowing of carbon dioxide. The coronary artery was anastomosed in the order of LAD, diagonal, obtuse marginal, and posterolateral to posterior descending arterial branches after preparation of the conduits. The sequential anastomosis technique is a diamond (near 90 degrees of rotation) method with the RA, and usually a parallel method with in situ arterial grafts. The I-composite graft was reconstructed after completing the distal coronary arterial anastomoses. The mean number of distal anastomoses was 3.71 ± 0.82 , with a range of 3 to 7. Tables 2 and 3 show the different arrangements of the arterial grafts and bypass distribution of the graft materials and anastomotic fashions.

Data Collection and Follow-up

We retrospectively reviewed the data from the operation notes, anesthesia records, clinical histories, laboratory investigations, and cardiac catheterization. This retrospective study was approved by the Internal Review Board of the National Cardiovascular Center. Follow-up data were collected from the National Cardiovascular Center records of outpatient visits and correspondence with referring physicians. All clinical characteristics were accumulated as a computerized database and analyzed.