単独オフポンプ冠動脈バイパス術における術中

Intraaortic balloon pumping 使用症例の検討

関 達也, 吉田 俊人

【目的】 オフポンプ冠動脈バイパス術 (OPCAB) にて完遂するためには、血行動態を崩すことなく手術を施行することが必要となる。術中血行動態増悪因子を検討した。【対象と方法】 2007 年 4 月から 2015 年 3 月までの当院施行の待機的単独 OPCAB 連続 206 例。Intraaortic balloon pumping (IABP) 不要の OPCAB 症例 195 例を O 群、術中に IABP を留置した OPCAB 症例 11 例を I 群とし、比較検討した。【結果】 I 群では左心室駆出率 (LVEF) が有意に低く僧帽弁閉鎖不全症 (MR) 重症度が高かった。冠動脈有意狭窄の頻度は差を認めなかったが、慢性完全閉塞病変と造影遅延病変は各領域で I 群に多く認めた。IABP 留置時期は麻酔導入時 3 例 (27%)、吻合時 8 例 (73%) であり、吻合時 IABP 使用症例のうち下壁または側壁吻合前の脱転時が 7 例 (88%) であった。【結語】 術中 IABP を使用した症例では、低心機能で冠動脈閉塞病変・造影遅延病変の頻度が高く、IABP 留置時期は側壁領域・下壁領域吻合の心脱転時が多かった。冠動脈閉塞病変や造影遅延病変を認める症例が、脱転時に血行動態増悪の可能性があることが示唆された。

KEY WORDS: coronary artery bypass grafting, intraaortic balloon pumping, off-pump coronary artery bypass grafting

I. はじめに

現在、わが国においてはオフポンプ冠動脈バイパス手術 (off-pump coronary artery bypass grafting: OPCAB) が冠動脈バイパス術 (coronary artery bypass grafting: CABG) の主要な術式とされており、単独 CABG では 60% 以上の症例が OPCAB にて施行されている¹⁾。OPCAB では on-pump CABG とくらべ、グラフト開存率で劣るという報告²⁾もあるが、ハイリスク症例では off-pump の死亡率が低く³⁾、OPCAB の必要性が強調される。術中 on-pump CABG へ conversion した場合には死亡率が著明に上昇する¹⁾ため、OPCAB にて完遂することが重要となるが、そのためには血行動態を崩すことなく冠動脈血行再建を施行することが必要となる。術中血行動態が不安定となる可能性のある症例には、予防的 intraaortic balloon pumping (IABP) 留置の有用性が報告されている。予防的 IABP の適応としては、①左冠動脈主幹部の狭窄が 75% 以上の症例、②不安定狭心症症例、③左心室駆出率 (left ventricular ejection fraction: LVEF) が 35% 以下の症例、④急性心筋梗塞、⑤治療を要するうっ血性心不全などがあげられている⁴⁻⁷⁾が、IABP 留置に伴う合併症のリスクも頻度は低いと報告があり^{5,6)}、可能であれば IABP を留置せずに OPCAB が完遂できることが望ましい。しかしながら、術中血行動態の増悪因子に関する検討は少ない。当科では不安定狭心症や心筋梗塞に対しては術前より予防的 IABP 留置

を行い、血行動態が安定しないものは術前より on-pump CABG を計画し手術 (臨時手術) を施行するが、その他の症例 (定期手術症例) では予防的 IABP 留置を用いない OPCAB の方針としている。当科の定期 CABG で術中に IABP 留置を要した症例を検討し、術中血行動態増悪因子を検討した。

II. 対象と方法

対象: 期間は 2007 年 4 月 1 日から 2015 年 3 月 31 日とした。対象は同期間の単独 CABG 245 例のうち、急性冠症候群 (acute coronary syndrome: ACS) にて臨時手術となった 16 例、正中開胸を行わない低侵襲冠動脈バイパス術 (minimal invasive direct coronary artery bypass grafting: MIDCAB) 19 例を除外した。待機的単独 CABG 症例連続 210 例であった。このうち、再手術などの癒着を認めた症例での冠動脈露出のための剥離目的に on-pump beating CABG とした 3 例、肺動脈スパスムのために血行動態が増悪し IABP 導入も改善せず、on-pump beating となった 1 例を除外した 206 例 (off-pump 完遂率 98.1%) を OPCAB にて完遂可能であった症例 195 例 (95%) を O 群、術中に血行動態不安定となり IABP を留置する必要があった症例 11 例 (5%) を I 群とした。上述の症例に対して後方視的に検討を行った。当科では ACS で血行動態が不安定な症例に対しては術前より IABP 留置を行い、改善ない場合は on-pump beating を術前から予定する方針としているが、本検討では、術中の血行動態増悪因子を検討するために ACS 症例は除外した。IABP の留置基準は術中収縮期肺動脈 / 収縮期血圧が 0.5 より大きい場合、心室頻拍などの致死性不整脈の出現を目安とした。上記 2 群間で術前患者背景因子、冠動脈狭窄の程度、術中因子、術後因子について比較検討した。LVEF の評価は経胸壁エコーでの Simpson 法を基本とし

独立行政法人地域医療機能推進機構北海道病院心臓血管外科
(〒062-8618 北海道札幌市豊平区中の島1条8丁目3-18)

本論文の要旨は第29回日本冠疾患学会学術集会 (2015 年 11 月・札幌) にて発表した。

2016.06.03 受付, 2016.10.27 受理, 2016.12.13 J-STAGE 早期公開済
doi: 10.7793/jcoron.22.16-00015

たが、心内腔の描出が不完全な症例などは Teichholz 法で行った。冠動脈造影検査での慢性完全閉塞病変 (chronic total occlusion: CTO)、造影遅延 (delay) の TIMI 分類 (thrombolysis in myocardial infarction) における flow grade 2 以下の症例を重度狭窄とした。血行再建の適応は心エコー、核医学検査、遅延造影 magnetic resonance imaging (MRI) などの各種検査で viability があると判断された領域内の有意狭窄病変 (75% 以上) とし、走行が近接する場合でも血管の灌流域が極端に小さくない場合は再建することを基本にしている。僧帽弁閉鎖不全症 (mitral valve regurgitation: MR) 合併の場合は、2 度以下 (4 度分類) は介入せずに off-pump での単独 CABG を基本方針としているが、MR 3 度以上の患者でも担瘤などの理由で人工心肺使用を避けたい場合は単独 CABG での血行再建とし、癌治療との兼ね合いをみて、必要があれば後日 MR への外科的治療を検討している。

III. 手術方法

両側内胸動脈は Harmonic Scalpel (ジョンソン・エンド・ジョンソン社, 東京) を用いて skeletonization 法にて採取した。CABG は off-pump を基本方針とした。脱転時の血行動態維持のために右側心膜切開、右胸膜切開を行い、左側心膜は心尖部まで大きく切開を行った。下壁、側壁の吻合時には後方心膜牽引糸 (LIMA suture) を施行している。吸引型デバイスとして ACROBAT positioner system (Guidant 社, インディアナ), スタビライザーとして ACROBAT stabilizer system (Guidant 社) を用い、冠動脈切開後にシャントチューブ (Medtronic 社, ミネアポリス) を使用した。冠動脈吻合は 7-0 もしくは 8-0 Prolene 糸 (ジョンソン・エンド・ジョンソン社) を用いた連続吻合で行った。中枢吻合は EncloseII (Novare Surgical System 社, カリフォルニア) を用いて 6-0 もしくは 7-0 Prolene 糸にて連続吻合で行った。吻合に際しては持ち手を工夫しグラフト内膜を触らないように注意している。血行再建の順番は、まず脱転の程度が最も少ない前壁領域を再建し、その後にフリーグラフトの中枢吻合を先行し、末梢吻合終了直後から灌流できるようにしている。ついで心脱転の程度が少ない順に下壁領域、側壁領域の順で吻合することを基本としている。側副血行路がある場合は可及的に広範囲虚血のリスクを減らすように吻合順を考慮している。閉胸時にはグラフトを可及的に被覆し、心膜や脂肪組織を合わせて心臓前面はすべて閉鎖するようにした。吻合のための心臓ポジションをとり血行動態が不安定な場合は IABP を留置するようにしている。本検討期間における CABG 手術は単一術者が行った。

IV. 統計

連続変数は平均 ± 標準偏差にて表示した。統計学的検討は Mann-Whitney U 検定、名義変数は χ^2 検定で行った。P<0.05 を有意水準とした。統計ソフトは JMP12.0.1 (SAS 社, ケーリー) を使用した。

Table1 Patient characteristic

	Group I (n=11)	Group O (n=195)	P value
Male, n (%)	10 (91)	151 (77)	0.63
Age (year)	67 ± 6	68 ± 10	0.645
Body surface area (m ²)	1.6 ± 0.2	1.7 ± 0.2	0.84
Hypertension, n (%)	8 (73)	131 (67)	0.7
Diabetes mellitus n (%)	8 (73)	113 (58)	0.55
Dyslipidemia, n (%)	4 (36)	110 (56)	0.19
Serum creatinine (mg/dl) (without hemodialysis patient)	1.4 ± 1.0	1.0 ± 0.8	0.1
Hemodialysis, n (%)	5 (45)	39 (20)	0.07
Peripheral vascular disease, n (%)	3 (27)	19 (10)	0.067
Cerebral vascular accident, n (%)	1 (9)	32 (16)	0.51
Carotid artery stenosis, n (%)	2 (18)	29 (15)	0.77
LVDd (mm)	54 ± 8	48 ± 7	<0.001
LVDs (mm)	44 ± 10	34 ± 8	<0.001
LVEF, %	41 ± 16	57 ± 13	<0.001
LVEF<40%, n (%)	8 (73)	27 (14)	<0.001
Mitral regurgitation (4 degree)	1.7 ± 0.8	1.2 ± 0.5	0.002

Values are mean ± SD, LVDd: left ventricular end-diastolic diameter, LVDs: left ventricular end-systolic diameter, LVEF: left ventricular ejection fraction

V. 結果

術前因子を Table1 に示す。I 群では左室拡張末期径 (left ventricular end-diastolic diameter: LVDd)、左室収縮末期径 (left ventricular end-systolic diameter: LVDs) が大きかった (LVDd: O 群 vs. I 群 = 48 ± 7mm vs. 54 ± 8mm, p<0.001, LVDs: 34 ± 8mm vs. 44 ± 10mm, p<0.001)。I 群では LVEF が有意に低く (O 群 vs. I 群 = 57 ± 13% vs. 41 ± 16%, p<0.001)、LVEF<40% の患者割合も多かった (O 群 vs. I 群 = 14% vs. 73%, p<0.001)。LVEF40% 未満の低心機能は全体で 35 例 (17%) に認めた。このうち 8 例 (23%) に術中 IABP を留置したが、27 例 (77%) は IABP を使用せずに OPCAB にて手術を完遂した。I 群では MR 重症度 (4 度分類) が高かった (O 群 vs. I 群 = 1.2 ± 0.5 度 vs. 1.7 ± 0.8 度, p=0.002)。その他の患者背景に有意差を認めなかった。

冠動脈狭窄病変の詳細を Table 2 に示す。有意狭窄の頻度は前下行枝領域 (O 群 vs. I 群 = 99% vs. 100%, p=0.72)、回旋枝 + 対角枝領域 (O 群 vs. I 群 = 93% vs. 82%, p=0.20)、右冠動脈領域 (O 群 vs. I 群 = 85% vs. 100%, p=0.50) であり、各部位で差を認めなかった。冠動脈狭窄が重症である CTO と delay 病変の頻度は前下行枝領域 (O 群 vs. I 群 = 7% vs. 27%, p=0.013)、回旋枝 + 対角枝領域 (O 群 vs. I 群 = 12% vs. 72%, p<0.001)、右冠動脈領域 (O 群 vs. I 群 = 9% vs. 45%, p<0.001) であり、いずれも I 群で有意に頻度が高かった。左冠動脈主幹部の 75% 以上狭窄の割合は (O 群 vs. I 群 = 3% vs. 27%, p<0.001) と I 群で有意に高かった。左冠動脈主幹部

Table 2 Details of coronary artery disease

	Group I (n=11)	Group O (n=195)	P value
LAD stenosis	11 (100)	193 (99)	0.72
LCX+D stenosis	9 (82)	182 (93)	0.2
RCA stenosis	11 (100)	165 (85)	0.5
LMT stenosis ($\geq 50\%$)	3 (27)	38 (19)	0.529
LMT stenosis ($\geq 75\%$)	3 (27)	6 (3)	<0.001
delay or CTO in LAD	3 (27)	13 (7)	0.013
delay or CTO in LCX+D	8 (72)	23 (12)	<0.001
delay or CTO in RCA	5 (45)	17 (9)	<0.001

CTO: chronic total occlusion, D: diagonal branch, LAD: left anterior descending coronary artery, LCX: left circumflex coronary artery, LMT: left main trunk, RCA: right coronary artery

Table 3 Operative and postoperative data

	Group I (n=11)	Group O (n=195)	P value
Number of distal anastomosis	5.4 $\pm$ 2.0	4.9 $\pm$ 1.5	0.13
Operative death, n (%)	0	3 (2)	0.68
Hospital death, n (%)	0	3 (2)	0.68
Surgical site infection, n (%)	0	1 (1)	0.81
Intestinal bleeding, n (%)	0	1 (1)	0.81
Newly induced hemodialysis, n (%)	0	1 (1)	0.81

Values are mean $\pm$ SD

Table 4 Timing of insertion of IABP

	Group I (n=11)
Induction of anesthesia, n (%)	3 (27)
Anastomosis of LAD, n (%)	1 (9)
LCX+D, n (%)	3 (27)
RCA, n (%)	4 (36)

D: diagonal branch, IABP: intraaortic balloon pumping, LAD: left anterior descending coronary artery, LCX: left circumflex coronary artery, RCA: right coronary artery

の75%以上狭窄症例は全体で9例認めたが、IABP使用となった症例は3例(33%)であった。

術中術後因子をTable 3に示す。末梢吻合数は全体4.9 $\pm$ 1.5本であり、O群4.9 $\pm$ 1.5本、I群5.4 $\pm$ 2.0本で差はなかった(p=0.13)。IABP留置に伴う合併症を認めなかった。手術死亡は全体で3例(1.5%)であり、すべてO群に認めたがI群(0例)との差は認めなかった(p=0.68)。

術中IABPを留置した症例における留置タイミングをTable 4に示す。麻酔導入時にIABPを留置が必要となった症例は3例(27%)で、全例LVEF<40%以下の低心機能症例であり、そのうち2例(67%)は術前の心エコー評価にてMR 3/4を認めたが、担瘤患者のため人工心肺使用を控えOPCABの方針となった症例であった。残る1例(33%)は

LMT病変75%を含んだ三枝病変患者であった。一方、吻合時に血行動態が増悪しIABP留置を要した患者は8例であった。前壁領域吻合前の軽度脱転時が1例(13%)であるのに対し、下壁または側壁吻合前の脱転時が7例(88%)であった。8例のうち5例(63%)は低心機能患者であり、7例(88%)は側壁領域もしくは下壁領域にdelay病変もしくはCTO病変を有していた。

VI. 考 察

1. Off-pump or On-pump CABG の選択

CABGで人工心肺を使用するか否かについては議論の分かれるところである。わが国では60%をこえる単独CABGはOPCABで行われている¹⁾。Japanese Associate for Coronary Artery Surgery (JACAS)の報告によるとOPCABでのcomplete rateは97.7%、on-pumpへのconvertは2.3%であり、死亡率はoff-pumpで完遂した場合の0.85%に対し、on-pump conversion 6.67%と報告されており、conversionの場合の危険率は著明に増加する。一方、on-pump CABGはbeating, arrestとともに1%程度の死亡率である。このためconversionをしない手術計画が重要となるが、本検討ではOPCABでのcomplete rate 98.1%、死亡率は1.5%と遜色のない結果であった。On-pump beatingとした4症例のうちには再手術などで冠動脈を露出するために心臓周囲の癒着剥離が必要となり人工心肺を使用した症例が3例あった。再手術などの癒着を認める症例があり、人工心肺の使用は完全には回避できないものと考えられた。

吻合本数に関しては、on-pump CABGと比較しOPCABで吻合本数が低下し、技術的な困難さが原因になると指摘される報告が散見される^{2, 8-10)}。本検討ではOPCABにて末梢吻合数4.9 $\pm$ 1.5本と諸家の報告と遜色なく施行可能であった。一方、OPCABが周術期死亡率の点で優位性をもつのは高齢¹¹⁾、腎不全¹²⁾、上行大動脈粥状硬化症¹³⁾などハイリスク症例に対してである。Puskasらは、STSスコアでハイリスク症例であるほどon-pump CABGと比較しOPCABの死亡率が低い³⁾と報告している。OPCABの優位性が強調されるハイリスク症例に対して安全にOPCABを施行するためには、低リスク症例に対してもOPCABで確実に施行できるほうが望ましいと考え、当科ではACS症例などの術前からの血行動態不安定症例をのぞき、定期症例は全例でOPCABにて施行することを基本方針としている。当科の基本方針として、右側心膜切開・胸膜切開、LIMA suture、中枢吻合を先行させ吻合後から灌流できるような吻合順などを工夫している。上記の取り組みにて、本検討では術中血行動態増悪からのconversion(1例)、癒着剥離目的のon-pump beating conversion(3例)をのぞき、IABP留置のみでOPCABでの完遂が可能であった。

2. 予防的IABP留置との比較

SuzukiらはOPCABハイリスク症例として予防的IABP留置の基準に①左冠動脈主幹部の狭窄が75%以上の症例、②不安定狭心症症例、③LVEFが35%以下の症例、④急性心

筋梗塞、⑤治療を要するうっ血性心不全をあげており⁴⁾、宮本らは、OPCAB 施行症例のハイリスク例としてほぼ同様の基準にさらに、頸動脈が75%以上狭窄している症例もあげている⁵⁾。これらの基準は海外からの諸家の報告とほぼ同様である^{6,14)}。Suzuki らは、上記の基準を満たす32例(CABGの24%)の症例に予防的にIABPを留置して全例をOPCABで施行可能であり、IABP留置に伴う合併症を認めなかったと報告している⁴⁾。また宮本らは上記の基準を満たす65例(CABGの16%)の症例に予防的にIABPを留置して全例をOPCABで施行可能であり、1.5%の症例でIABP留置に伴う塞栓症を認めたと報告している⁵⁾。本検討では左冠動脈主幹部の75%以上狭窄症例、低心機能症例にてもIABP予防的留置を行っていないが、左冠動脈主幹部の75%以上狭窄9例のうちIABP留置となった症例は3例(33%)であり、低心機能35例のうちIABP留置となった症例は8例(23%)であった。左冠動脈主幹部の75%以上狭窄症例、低心機能症例単独ではIABP使用の頻度を20~30%に認めリスクが高い結果であったが、半数以上の症例ではIABPが不要であり、IABPに伴う合併症を避けるためにも当科の戦略は妥当であったと考える。術中にIABPを留置する際は、血行動態が不安定になったのちにIABPを留置するため危険が伴う場合がある。当科では、脱転のポジションを取り血行動態が不安定になる際には、一度心脱転を解除しIABPを留置するようにしており、吻合中に留置することはなかった。

3. OPCAB における脱転時の血行動態変化とIABP 留置症例の特徴

OPCABにおける心臓脱転時の血行動態変化には、左心系よりも右心系への影響が大きいと報告されている¹⁵⁾。すなわち、心脱転時には左心系の変形や房室間弁閉鎖不全症増悪による血行動態への影響は軽度で、右心系が心室中隔や心周囲組織から圧排され、左心系への前負荷が低下し心拍出量が減少、冠血流、血圧が低下すると報告されている。Gründeman らはブタを用いて、90度の心脱転時には心拍出量が42%低下、平均動脈圧が48%低下し冠動脈前下行枝、回旋枝、右冠動脈の血流量がおおの34%、25%、50%低下すると報告している¹⁶⁾。delay 病変やCTO 病変などの重症冠動脈狭窄症例では、脱転による心拍出量低下によって起こる冠動脈血流低下にて血行動態の増悪につながりやすいと考えられる。本検討でも冠動脈狭窄が重症であるCTOとdelay 病変の頻度は前下行枝領域(O群 vs. I群 = 7% vs. 27% $p=0.013$)、回旋枝+対角枝領域(O群 vs. I群 = 12% vs. 72%, $p<0.001$)、右冠動脈領域(O群 vs. I群 = 9% vs. 45%, $p<0.001$)であり、いずれもI群で有意に頻度が高く、各領域における重度虚血病変は脱転時の血行動態変化の危険性があると考えられた。また当科では心脱転時に起こる右心系への圧排を避ける目的で右側心膜切開を全例に行っており、脱転時に右心系を圧排する要素を可及的に減じるように工夫している。

4. OPCAB におけるIABP 留置タイミング

本検討における吻合時の血行動態増悪は、8例中7例(88%)

が脱転の程度が大きい下壁または側壁領域の吻合時であった。脱転による血行動態への影響を減じる目的で当科では吻合順を前壁領域の末梢吻合のつぎに、フリーグラフトの中枢側吻合を行い、ついで脱転による血行動態の影響が少ない順に残りの末梢吻合を行っている。本検討では左前下行枝領域吻合にIABPを留置した症例はIABP留置群のなかで1例(13%)であった。これは、CTOやdelay 病変などの重度冠動脈狭窄を前下行枝領域のみに認める場合では、同領域の血行再建を軽度脱転で施行可能であり吻合後は冠血流予備能が低い領域がなくなり血行動態が担保できるため、その後の脱転での血行動態変化に対応できるようになる可能性がある。一方、側壁や後下壁領域に重症狭窄がある場合は、前下行枝領域の血行再建後でも冠血流予備能が低い病変が残存しており、脱転での血行動態増悪リスクが残る。また、麻酔導入時にIABP導入となった症例を3例認めた。全例が低心機能症例で、さらに3例中2例がMR 3/4 症例であった。これらの症例ではMR3/4に対して手術介入を検討したが、2例とも担癌患者のために人工心肺を極力使用しない方針とし、MRに対しては介入しなかった。駆出率低下がある心予備能が低い患者での重症MRは、血行動態破綻の危険因子となる可能性が示唆された。本検討ではIABP留置群でMR度数が有意に高く、血行動態増悪因子として十分考慮する必要がある。

VII. 結 語

定期単独CABG 症例における術中血行動態増悪因子を検討した。術中血行動態増悪からIABPを使用した症例では、低心機能の頻度が高く、冠動脈閉塞病変・造影遅延病変などの重度狭窄の頻度が高かった。IABP留置時期は側壁もしくは下壁領域吻合時の心脱転時が多かった。心脱転時には心拍出量低下から冠動脈血流が低下し、側壁領域・下壁領域の冠動脈閉塞病変・造影遅延病変を認める症例は術中血行動態増悪の可能性があると示唆された。

本研究において利益相反はない。

文 献

- 1) Japanese Associate for Coronary Artery Surgery: Coronary artery surgery results 2013, in Japan. Ann Thorac Cardiovasc Surg 2014; 20: 332-334
- 2) Hattler B, Messenger JC, Shroyer AL, et al: Off-pump coronary artery bypass surgery is associated with worse arterial and saphenous vein graft patency and less effective revascularization: Results from the veterans affairs randomized on/off bypass (ROOBY) trial. Circulation 2012; 125: 2827-2835
- 3) Puskas JD, Thourani VH, Kilgo P, et al: Off-pump coronary artery bypass disproportionately benefits high-risk patients. Ann Thorac Surg 2009; 88: 1142-1147
- 4) Suzuki T, Okabe M, Haneda M, et al: Usefulness of preoperative intraaortic balloon pump therapy during off-pump coronary artery bypass grafting in high-risk patients. Ann Thorac Surg 2004; 77: 2056-2059
- 5) 宮本 和幸, 河野 博之, 谷口賢一郎: 予防的に大動脈内バルーン

- ンパンピングを挿入したハイリスク OPCAB 例. 胸部外科 2011; **12**: 1043-1046
- 6) Santarpino G, Onorati F, Rubino AS, et al: Preoperative intraaortic balloon pumping improves outcomes for high-risk patients in routine coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 2009; **87**: 481-488
 - 7) Christenson JT, Simonet F, Badel P, et al: Evaluation of preoperative intra-aortic balloon pump support in high risk coronary patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; **11**: 1097-1103
 - 8) Lim E, Drain A, Davies W, et al: A systematic review of randomized trials comparing revascularization rate and graft patency of off-pump and conventional coronary surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; **132**: 1409-1413
 - 9) Hueb W, Lopes NH, Pereora AC, et al: Five-year follow-up of a randomized comparison between off-pump and on-pump stable multivessel coronary artery bypass grafting. The MASS III Trial. *Circulation* 2010; **122** (11 Suppl) : S48-52
 - 10) Khan NE, De Souza A, Mister R, et al: A randomized comparison of off-pump and on-pump multivessel coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2004; **350**: 21-28
 - 11) Demaria RG, Carrier M, Fortier S, et al: Reduced mortality and strokes with off-pump coronary artery bypass grafting surgery in octogenarians. *Circulation* 2002; **106** (12 Suppl 1) : I5-10
 - 12) Beckermann J, Van Camp J, Li S, et al: 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
 - 13) Sharony R, Bizakis CS, Kanchuger M, et al: Off-pump coronary artery bypass grafting reduces mortality and stroke in patients with atherosclerotic aortas: A case control study. *Circulation* 2003; **108** (Suppl 1) : II15-20
 - 14) Christenson JT, Badel P, Simonet F, et al: Preoperative intraaortic balloon pump enhances cardiac performance and improves the outcome of redo CABG. *Ann Thorac Surg* 1997; **64**: 1237-1244
 - 15) Gründeman PF, Borst C, Verlaan CW, et al: Exposure of circumflex branches in the tilted, beating porcine heart: echocardiographic evidence of right ventricular deformation and the effect of right or left heart bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; **118**: 316-323
 - 16) Gründeman PF, Borst C, van Herwaarden JA, et al: Vertical displacement of the beating heart by the octopus tissue stabilizer: influence on coronary flow. *Ann Thorac Surg* 1998; **65**: 1348-1352

Risk factors of using intraoperative intraaortic balloon pumping in patients undergoing isolated off-pump coronary artery bypass grafting

Tatsuya Seki and Toshihito Yoshida

Department of Cardiovascular Surgery, Japan Community Health Care Organization (JCHO) Hokkaido Hospital

Objective: In off-pump CABG (OPCAB), intraoperative hemodynamic stabilization is important to avoid on-pump conversion. The purpose of this study was to assess the risk factors of intraoperative hemodynamic deterioration. **Methods:** Between April 2007 and March 2015, 245 patients underwent isolated CABG in our institution. Of these, 206 patients underwent elective isolated OPCAB. We compared with 195 patients underwent OPCAB without IABP (Group O) and 11 patients underwent OPCAB with IABP (Group I). **Results:** Preoperative left ventricular end-diastolic diameter and left ventricular end-systolic diameter were higher in Group I (LVDd: Group O vs. Group I= 48 ± 7 mm vs. 54 ± 8 mm, $p < 0.001$ LVDs: 34 ± 8 mm vs. 44 ± 10 mm, $p < 0.001$), left ventricular ejection fraction was lower in Group I (Group O vs. Group I= $57 \pm 13\%$ vs. $41 \pm 16\%$, $p < 0.001$). Mitral valve regurgitation grade (4 degree) was more severe in Group I (Group O vs. Group I= 1.2 ± 0.5 vs. 1.7 ± 0.8 , $p = 0.002$). Chronic total occlusion and delay in coronary angiography were more common in each coronary perfusion area in Group I. IABP were inserted at induction of anesthesia (3 patients: 27%) and at distal anastomosis of coronary artery (8 patients: 73%). In 7 patients, IABP were inserted at anastomosis of culprit artery in inferior and lateral wall. **Conclusion:** The patients underwent OPCAB with IABP had impaired left ventricular ejection fraction, more severe mitral valve regurgitation and severe coronary artery stenosis (chronic total occlusion and delay lesion in coronary angiography). IABP was mostly inserted at anastomosis of inferior and lateral wall vessels, which the heart was fully retracted.

KEY WORDS: coronary artery bypass grafting, intraaortic balloon pumping, off-pump coronary artery bypass grafting

J Jpn Coron Assoc 2017; 23: 12-16