

# *CIRCULATION*

サーキュレーション・アツプ・トゥ・デート

## *Up-to-Date*

2010 Vol.5 No.1

MC メディカ出版

# fast tracking を可能とした 硬膜外麻酔による awake CABG

金沢大学医薬保健研究域医学系 心肺病態制御学 教授 **渡邊 剛** 助教 **山口聖次郎** 助教 **富田重之**  
Go Watanabe Seiji Yamaguchi Shigeyuki Tomita

同 機能回復学 教授 **山本 健** 准教授 **坪川恒久** **臼倉 愛**  
Ken Yamamoto Tsunehisa Tsubokawa Ai Usukura

## 要 旨

**【背景】** 低侵襲冠動脈バイパス術 (minimally invasive direct coronary artery bypass : MIDCAB) の最終目的は日帰り手術である。われわれはその目的のために、全身麻酔を用いず硬膜外麻酔を用いた新たな awake CABG 法の可能性につき評価した。

**【方法】** 2003年3月より72例に対して心拍動下冠動脈バイパス術 (off-pump CABG : OPCAB) を行った。手術前日に第1, 第2胸椎間に硬膜外カテーテルを留置し、手術当日、同部よりC-6からTH-8に至る範囲を局所麻酔薬によりブロックし手術を行った。胸骨正中切開のOPCABが57例、胸骨下部切開によるrib cage lifting techniqueほか15例であった。平均年齢 $68 \pm 11$ 歳、手術時間は平均 $171 \pm 49$ min、平均バイパス本数は $2.42 \pm 1.0$ 枝であった。

**【結果】** 術中は66例が手術を完遂し得たが、術中に開胸や麻酔の影響で5例が気管挿管、12例がラリゲルマスクの補助呼吸を必要とした。ただ、全例術後手術室にて抜管できた。硬膜外麻酔の影響で心拍数は $65.9 \pm 9.9$ /min、血圧は収縮期圧 $74 \pm 13.5$ mmHgで、昇圧薬は一切用いなかった。OCAB (awake off-pump CABG) を完遂した66例は術後早期に飲食歩行が可能となり、術後合併

症は認めなかった。平均のバイパス本数は2.5本 (range 2~4)。手術死亡および病院死亡はなく、全例が手術室で抜管可能であった。2例は再出血や呼吸器の合併症で、重篤な合併症はまったく認めていない。

**【結論】** 硬膜外麻酔を用いたAOCABは多枝バイパスにも有効である。そして、ほとんどの患者で術後極めて早期の日常生活ならびに歩行が可能となり、one day surgeryならびにday surgeryへの可能性が示唆された。超低侵襲手術として今後期待される術式である。

## はじめに

冠動脈バイパス術 (coronary artery bypass grafting : CABG) は低い死亡率と罹病率と長期予後が極めて良く、よい治療法である。また、近ごろでは人工心肺を用いない手術法が広く普及するに至り、わが国においてはその70%が心拍動下 (off-pump) 手術で行われている。これにより、日本におけるデータベース上の初回CABGの死亡率は1%を切るに至り、これはoff-pump手術の広がりによるものである。しかし一方で、全身麻酔を行うことで術前からの合併症や併存症がより悪化する症例や、全身麻酔に耐えられないほどの肺機能低下症例などもその対象となるに至って

いる。また、社会的に極めて早期の社会復帰を必要とする患者群も存在する。われわれは以前より硬膜外麻酔を併用した冠動脈バイパス手術を行い、全身麻酔薬の減少および早期の抜管を試みてきた。今回は全身麻酔薬を使わずに胸部硬膜外麻酔 (thoracic epidural anesthesia: TEA) のみにより冠動脈バイパス手術を行う術式を採用した。awake CABG については2000年にKaragoz<sup>1)</sup> らが初めて large series を報告しているが、さらにわれわれは彼らの方法を踏襲し進化させ、多枝バイパスならびに動脈グラフトを用いた CABG を行っているため、その適応および方法、成績につき検討する。

## 適応および方法

2009年5月までにAOCABを行った72例を対象とした。

### 1. 適応

- ①脳血管障害を有し、術中の血圧低下により脳虚血が疑われる症例
- ②全身麻酔が難しい慢性閉塞性の肺疾患症例
- ③早期退院を希望するもの
- ④3時間以内で手技的に終了可能な症例

### 2. 麻酔法

手術前日に胸椎1-2、もしくは2-3から硬膜外カテーテルを挿入し、造影を行いその先端を確認する。手術当時は2%リドカイン40mL、フェンタニルクエン酸塩5mgの混合液を20mL/hの速度で硬膜外カテーテルより持続注入し、第6頸神経(C-6)から第8胸神経(TH-8)までの神経支配領域、運動支配領域、ならびに知覚神経をブロックし術中の痛覚を確認し、手術を行った。全身

麻酔薬を投与せず意識を残し、気管挿管を行わずに手術を開始した。

### 3. 手術法およびアプローチ

LAD1枝病変に対してはKaragoz<sup>1)</sup> らが行っている下部胸骨部分切開によって左肋弓を吊り上げ、内胸動脈と前下行枝を吻合する rib cage lifting technique を用いた。また重症の慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive lung disease: COLD) の患者には、開胸 (opening pleura) の risk を減らす目的にて胸管を一切切らず、剣状突起下の小切開にて胃大網動脈を harvest した後にLADへの1枝吻合を予定する。また多枝病変に対しては、胸骨正中切開による完全血行再建の OPCAB 法を選択している。

### 4. グラフトの選択

左内胸動脈を前下行枝に吻合することを基本とする。左内胸動脈の剝離に関してはほかのところでは技術的など報告するが、ほぼ通常の方法と同様に skeletonize 法を用いて行う。

第2のグラフト選択としては橈骨動脈 (radial artery: RA) である。RAの採取に際しては局所麻酔を前腕部に追加するか、あるいはアキシラルブロックを行ってRAを採取する。3番目のグラフトとして胃大網動脈 (gastroepiploic artery: GEA) を採取する。GEAの採取には高位硬膜外麻酔で十分であり、胃の traction にても特に痛みを訴えない症例がほとんどである。GEAは skeletonize 法によって周囲脂肪組織ならびに伴走静脈を除外剝離する。伏在静脈グラフト (saphenous vein graft: SVG) の採取が必要などときには局所麻酔を追加して、小切開による採取を行う。

表1 使用バイパスグラフトおよび標的冠動脈

使用グラフト	
ITA	66
GEA	21
RA	39
SVG	21
RCTA	7
Target vessels	
LAD	69
D <sup>1</sup>	26
CX	29
RCA	37

## 結果

### 1. 患者の術前状態の result

AOCABを実施した72例の平均年齢は68±11歳、男性66例、女性6例であった。冠動脈狭窄病変、脳梗塞の post history は42例に認めた。また重度のCOLDほか wet case は21例であった。

正中切開のOPCAB症例が57例であり、rib cage lifting technique および MIDCAB が15例であった。平均手術時間は171±49min、平均バイパス枝数は2.42±1.0枝であった。

### 2. グラフトおよび標準冠動脈

使用バイパスグラフトおよび標的冠動脈は表1に示す。

### 3. 術中、術後の合併症

術中、術後の合併症に関しては麻酔、呼吸器系の合併症によって、気管挿管で全身麻酔に移行したものが72例中5例であった。そのうち硬膜外麻酔の効果が不十分であった全身麻酔となった症

表2 intra-operative technical complication

呼吸器系	
ラリゲラルマスク挿入*	12
気管内挿管	5
局所麻酔中毒	2
両側開胸による呼吸抑制	1
硬膜外麻酔無効	2

\*セデーションの影響、開胸の影響でPCO<sub>2</sub>、肺動脈圧上昇による

例が2例、局所麻酔中毒と考えられて全身麻酔に移行したものが2例、術中の両側開胸により呼吸維持、自発呼吸の維持が困難になったものが1例であった。また、術中のセデーションの提供や左開胸のために呼吸の障害がやや生じて、ラリゲラルマスクにより調節呼吸を一時的に必要としたものが12例であった (表2)。

### 4. Postoperative recovery

AOCABの完全遂行例は66例で、100%の患者が手術室にて気管挿管、ならびにラリゲラルマスクを抜管した。合併症による入院死亡ならびに30日死亡を認めなかった。また、呼吸器の合併症や再出血、ならびに脳梗塞、心不全なども認めず術後のカテコールアミン系薬剤は必要でなかった。

## 考察

CABGはoff-pump CABGの導入に伴い術後の合併症が減り、また手術死亡率も減少している<sup>2,3)</sup>。特に高齢者、ならびに術前にco-morbidity併存症を有する症例においてはその有効性が示されている。しかし全身麻酔を行って手術する限りは、全身麻酔による覚醒遅延、ならびに術中の血流低下に伴う脳虚血や脳梗塞の発生などのイベントに



図1 硬膜外麻酔を用いた新たなawake CABG法



図2 手術室から退室する患者

対しては迅速な対処ができない。また重症の呼吸不全症例では、全身麻酔後の呼吸器合併症発生の危険率が高い。重症化する冠動脈疾患に対しては、より軽い麻酔の導入が望まれている。一方、早期退院を希望する患者群も存在し、これらの症例に対して術後早期に社会復帰をさせること、また全身麻酔に伴う高次脳機能の一時的な低下を予防することがわれわれ外科医、ならびに心臓専門の麻酔科医にとっては急務であった。

われわれは1998年よりTEAを用いた冠動脈バイパス手術を行い、その有用性を評価してきた。TEAにより特にoff-pump手術においては心臓の交感神経興奮の抑制、ならびに冠動脈拡張が得られることで知られている。今回のわれわれの手術においても術中の心拍数は60台に維持し、 $\beta$ 遮断薬を用いなくても十分な心拍数を維持していた。また、収縮期血圧も平均74mmHgとほぼ一定の値を呈していたことは、TEAが心臓の交感神経の興奮を十分に抑制していたことを示しているものと思われる。Karagozらも同様に術中、

心拍数の低下と血圧の低下傾向を認めており、それによりダブルプロダクトが抑えられることで心筋の酸素消費が減り、虚血による術中のトラブルが起こりにくいと考えられる<sup>4~6)</sup>。またMergnerらによれば、高位硬膜外麻酔導入により心臓の不正脈閾値が上昇するという報告があり<sup>7)</sup>、これは冠動脈を遮断するoff-pump CABGにとっては極めて有効な方法であると思われる。当初はTh1/2から挿入した硬膜外カテーテルのみを使用していたが、上腹部の麻酔が不足する症例が存在することから、術後に上腹部に強い痛みを訴える症例があることから、Th5/6または6/7からもう1本の硬膜外カテーテルを挿入するようにし、術後鎮痛は主にこの下位のカテーテルから行うようにしたところ、麻酔域の広がりが増え、また局所麻酔薬の使用量が減少し、術後鎮痛の質も大きく改善した。

TEAの麻酔作用が十分であれば気管挿管や人工呼吸をすることなく、自発呼吸を維持し胸骨正中切開を行うことが十分可能であることが今回の

報告でも証明された。今回は1枝から多枝にわたるバイパス手術をawakeで行ったわれわれの経験について、テクニカルなことを含めて詳細に報告したが<sup>8)</sup>、術前の重症度からみて極めて多くのリスクファクターを持っていたにもかかわらず、手術死亡0と重篤な合併症もなく、全例が軽快したことでawake OPCABは安全な手術手技であることが証明された。また、手術の完遂率は92%と術中の気胸などを除けば、ほぼ満足できるレベルにあった。さらに、切開を上腹部に延長しGEAを採用しても何ら痛みを訴えず回復による呼吸の問題がないこともわかり、GEAを有効に利用することが可能となる。

内胸動脈 (internal thoracic artery : ITA) の剝離時に注意を要することは、不用意な電気メスの使用によって右の気胸を引き起こす点である。われわれは、電気メスを用いて skeletonize 法により動脈だけを胸膜より剝がす手技となつてからは、気胸の発生はほとんど認めていない。また万が一気胸を起こした場合には、ネオパールシート<sup>®</sup>とフィブリン糊を用いて開口部の壁側胸膜を修復する方法を考案した。詳しくは加藤らの論文<sup>9)</sup>を参考にさせていただきたい。気胸、開胸が生じた場合には、小ドレーンを挿入し呼吸状態を正常化することが可能である。Karagozら<sup>1)</sup>は、いったん気胸が発生した場合には小さな開胸口の穴がかえって緊張性気胸となるために、完全に胸膜を切開、開放した方がよいと報告している。

### 1. RAの採取について

RAの採取にはC5までの麻酔の広がりが必要だが、広がり不十分な症例も見られる。しかし、近年発達したエコーガイド神経ブロック法を用い

ることにより、このような症例でも、安全に確実に麻酔域を得ることができるようになった。

もう1つの問題点は、回旋枝や右の冠動脈末梢吻合時の心臓の脱転法である。LIMAステッチなどで心膜に針をかけた場合に容易に気胸を起こすので、市販の心尖部吸引型のデバイスを用いて、胸膜に穴を開けないことが大切である。このように、in situ グラフトは注意深い採取により十分採取が可能であり、またひとたび開胸などの合併症を起こしてもリカバリーが容易に可能であることもわかってきた。

### 2. アプローチ

1枝バイパスで全身麻酔を用いる場合には、左小開胸 (lateral thoracotomy small incision : LAST) のアプローチを用いているが、awake手術においては気胸の発生を予防するために胸骨の部分切開を併用した rib cage lifting technique を用いている。この rib cage lifting technique の利点は、LADが全長にわたり見えることと気胸の発生が低いことがあげられる。われわれのアプローチでも LIB cage にて気胸の発生した症例は少なく、また胸骨を一部切るのみなので骨性胸郭が維持されるために、術後の痛みやADLも極めて良い。多枝バイパスにおいては胸骨正中切開における通常の OPCAB と同様な手術が可能であることもわかった。グラフト採取には注意を要するものの通常のアプローチと同じ皮膚切開で入れるために、アプローチとしては有効である。正中切開においては胸骨の閉鎖の時間が rib cage lifting technique よりも要するため、それも含めて全手術手技自体が3時間以内で終わることが望ましい。われわれの症例もより経験の積んだ術者が行

うことによって3時間以内であり、局所麻酔中毒は初期の2例にみられるのみであった。

手術は通常のOPCABと同様に吻合が可能である。高位硬膜外麻酔の影響により、冠動脈吻合中の心筋虚血による重症な血行動態の悪化、ならびに再不整脈は本シリーズでは認めなかった。これは高位硬膜外による交感神経ブロックが大きく貢献しているものと思われる。手術時間は局所麻酔中毒を考慮し、3時間以内の手術が望ましい。われわれの症例では平均手術時間は171分と、ほとんど局所麻酔中毒はみられなかった。

手術後は、全例が手術室にて気管チューブやセデーション抜管が可能であることはもちろん、意識は極めて鮮明であり、多くの患者さんが車イスで退室できたことは極めて異例である。早期の積極的な喀痰および早期の離床が可能となり、創部痛も少ないために積極的に自立座位や離床歩行が可能となっている。同時期に行った全身麻酔群と比較して、awake群においては飲水開始時期が早く、また歩行開始も極めて早い時期にあり、全身麻酔に用いられる筋弛緩薬や吸入麻酔薬などの影響が特に見られず、また気管挿管による術後の気管内の咽頭違和感がないために誤嚥もなく、極めて早期の日常生活が可能となる<sup>8)</sup>。入院日数に関しては、同時期に行った全身麻酔群と比較して早期の退院が可能であったが、いずれも欧米の平均よりも長い結果となった。これは、本邦における保険医療システムの特殊性が大きく関与していることがあげられるが、実質的には早期の退院が可能である。術後高次脳機能の評価を行ったが、awake群では全身麻酔群に比べて術後の高次脳機能の回復が有意に良かった。術後高次脳機能評

価を行った報告で、われわれの経験では通常全身麻酔下では術後3日を最低値として高次脳機能の回復には1週間以上を要するが、awake手術群では高次脳機能のテスト結果では術前術後を通して低下を認めず、高次脳機能は手術を含めて一切障害されないことが証明されている<sup>8)</sup>。

以上、技術的な点では高度な麻酔技術と迅速で確実な手術手技を要求されるがawake手術は従来手術が不可能とされていた重症患者にとって外科治療の道を開くものである。また、早期回復を希望する患者にとっても、早期の社会復帰が可能になることでQOLが格段に向上する手術であり、今後の超低侵襲医療への可能性が示唆されている。

## 結 語

TEAを用いたAOCABは気管挿管や全身麻酔に伴う侵襲がなく、さらに術後の合併症が軽減されるため早期の社会復帰が可能となる。AOCABは新たな超低侵襲CABGとして今後期待される手術方法であると考えられる。

## 参考文献

- 1) Karagoz, HY. et al. Coronary artery bypass grafting in the conscious patient without endotracheal general anesthesia. *Ann Thorac Surg.* 70, 2000, 91-6.
- 2) Benetti, FJ. et al. Use of thoracoscopy and a minimal thoracotomy, in mammary-coronary bypass to left anterior descending artery, without extracorporeal circulation. Experience in 2 cases. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 36, 1995, 159-61.
- 3) Mohr, FW. et al. Computer-Enhanced "Robotic" Cardiac Surgery: Experience in 148 Patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 121, 2001, 842-53.
- 4) Blomberg, S. et al. Thoracic Epidural Anesthesia and Central Hemodynamics in Patients with Unstable Angina Pectoris. *Anesth Analg.* 69, 1989, 558-62.

- 5) Kirnō, K. et al. Thoracic Epidural Anesthesia During Coronary Artery Bypass Surgery: Effects on Cardiac Sympathetic Activity, Myocardial Blood Flow and Metabolism, and Central Hemodynamics. *Anesth Analg.* 79, 1994, 1075-81.
- 6) Ho, AN. et al. Neuraxial Blockade and Hematoma in Cardiac Surgery Estimating the Risk of a Rare Adverse Event That Has Not (Yet) Occurred. *CHEST.* 117, 2000, 551-5.
- 7) Mergner, GW. et al. Combined Epidural Analgesia and General Anesthesia Induce Ischemia Distal to a Severe Coronary Artery Stenosis in Swine. *Anesth Analg.* 78, 1994, 37-45.
- 8) Tomita, S. et al. Coronary artery bypass surgery using thoracic epidural anesthesia leads patients to early ambulation. *J Jpn Coron Assoc.* 10, 2004, 163-6.

- 9) Kato, Y. et al. A novel technique to prevent intra-operative pneumothorax in awake coronary artery bypass grafting: biomaterial neo-pleura. *Eur J Cardiothorac Surg.* 35, 2009, 37-42.
- 10) 坪川恒久. Awake OPCABの麻酔管理. *日本臨床麻酔学会誌.* 26 (5), 2009, 497-507.
- 11) 坪川恒久. 高位胸部硬膜外麻酔によるOPCABの麻酔管理. *臨床麻酔.* 27 (11), 2003, 1767-75.
- 12) 坪川恒久ほか. Awake off-pump CABGをおこなった1例. *Cardiovascular Anesthesia.* 8 (1), 2004, 19-23.
- 13) 坪川恒久. 心臓血管麻酔領域における神経ブロックの応用. *Cardiovascular Anesthesia.* 13 (1), 2009 (in press).