

# 의식 있는 상태에서 경막외 마취를 이용한 심박동하 관상동맥우회술: 초기 경험

손 국 희\* · 조 광 리\* · 김 기 봉\*

## Awake OPCAB: Initial Experience

Kuk Hui Son, M.D.\*, Kwang Ree Cho, M.D.\*, Ki-Bong Kim, M.D.\*

**Background:** High thoracic epidural anesthesia allows awake coronary artery bypass grafting, avoiding the drawbacks of mechanical ventilation and general anesthesia. **Materian and Method:** From April, 2005 to September, 2005, 12 patients were underwent awake coronary artery bypass grafting using high thoracic epidural anesthesia. There were 1 female and 11 male patients, with a mean age of  $66 \pm 6$  years. Off pump coronary artery bypass grafting was performed through a median sternotomy using arterial grafts. **Result:** There were no mortality. Pneumothorax was developed during surgery in 8 patients. Five patients required secondary intubation because of pneumothorax (n=3), bowel herniation (n=1), and hemothorax after chest tube insertion (n=1). Postoperative coronary angiography was performed before discharge in all patients and all the grafts were patent. **Conclusion:** Our intial experience demonstrated the feasibility of awake off-pump coronary artery bypass grafting. Further study is required to define the indications, advantages and limitations of this strategy.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2006;39:598-603)

**Key words:** 1. Coronary artery bypass grafting  
2. Anesthesia  
3. Epidural anesthesia

### 서 론

심장수술의 영역에서도 최대한 침습적인 방법들을 회피함으로써 수술에 따른 위험도를 낮추고 회복을 빠르게 하려는 방안들이 고안되고 있다. 최근에는 심폐바이패스를 사용하지 않고 심박동상태에서 하는 관상동맥우회술(off-pump coronary artery bypass grafting, OPCAB)이 폭넓게 시행되면서 심폐바이패스에 의해 유발될 수 있는 합병증들을 최소화할 수 있게 되었으며, 나아가서는 전신 마취를 하지 않고 경막외 마취만으로 관상동맥우회술을 시행하는 방법들이 시도되고 있다. 본원에서는 고위 흉-경막

외 마취(high thoracic epidural anesthesia) 하에 의식이 있는 상태에서 심폐바이패스를 사용하지 않는 관상동맥우회술(awake coronary artery bypass grafting, ACAB)을 시행하고 그 초기 경험에 관하여 보고하고자 한다.

### 대상 및 방법

#### 1) 대상

2005년 4월부터 2005년 9월까지 12명의 환자를 대상으로 하여 ACAB을 시도하였다. ACAB의 시행 대상으로는 (1) 협조가 잘 되는 환자, (2) 수술 전에 항혈소판제를 1주

\*서울대학교 의과대학 서울대학교병원 흉부외과

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine

논문접수일 : 2006년 5월 12일, 심사통과일 : 2006년 6월 3일

책임저자 : 김기봉 (110-744) 서울시 종로구 연건동 28번지, 서울대학교병원 흉부외과

(Tel) 02-2072-3482, (Fax) 02-747-5245, E-mail: kimkb@snu.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

Table 1. Patient characteristics

Pt	Age	CAD	Angina	Comorbidities
1	72	2VD	Stable	Scheduled for cataract surgery; HTN, DM, RICA total occlusion+LICA 50% stenosis
2*	65	3VD	Stable	Scheduled for RCC surgery; HTN, DM, stroke
3	68	2VD	Unstable	HTN, OMI
4*	69	2VD, LMD	Stable	Scheduled for PAOD operation; HTN, DM
5	53	1VD	Stable	Scheduled for esophageal cancer operation, HTN, DM, past history of C-spine fracture
6	66	2VD+LMD	Stable	Hypercholesterolemia
7*	64	3VD	Stable	Scheduled for PAOD operation
8	63	3VD	Stable	DM
9*	61	1VD	Unstable	DM
10	66	1VD	Unstable	(-)
11*	70	LMD	Stable	Scheduled for ureter tumor operation
12	75	1VD	Stable	Scheduled for PAOD operation

2VD=Two vessel disease; HTN=Hypertension; RICA=Right internal carotid artery; LICA= Left carotid artery; RCC=Renal cell carcinoma; OMI=Old myocardial infarct; LMD=Left main disease; PAOD=Peripheral vascular obstructive disease; C-spine fracture=Cervical spine fracture. \*Conversion to general anesthesia.

일 이전에 중단이 가능한 환자, (3) 대상 관상동맥이 문합 하기에 적절한 경우(내경 > 1 mm), (4) 전신마취에 어려움이 예상되는 현저한 뇌혈관 질환이 있는 환자, (5) 관상동맥우회술 후에 전신마취 하에서 또 다른 수술을 받기로 예정된 환자에서 두 번의 연속적인 전신마취를 피하기를 원하는 환자 등을 대상으로 ACAB을 고려하였으며, 경부 또는 상흉부 척추 부위에 외상이나 수술의 과거력이 있는 경우는 제외하였다.

## 2) 방법

(1) **수술 전 처치:** 수술 전 처치로는 (1) 항혈소판제 투약은 수술 5일 이전에 중단하였으며, (2) 경막외 카테터 삽입 12시간 이전에 헤파린 사용을 중단하였고 (3) 경막외 카테터 삽입은 수술 전날 또는 수술 당일 아침 일찍 시행하여 수술 중 헤파린 투여까지의 시간 간격이 최소한 3시간 이상이 되도록 하였다.

(2) **고위 흉-경막외 마취:** 횡격막에 의한 호흡기능을 보존하면서 제 1 흉추부터 제 8 흉추 사이의 감각 및 운동 신경 차단 및 늑간 근육의 운동 신경 차단을 위해 수술 전날 혹은 수술 당일 아침에 방사선 투시 하에 카테터 위치를 확인하면서 카테터를 제 1 흉추 수준에 거치시켰다. 우위대동맥을 우회도관으로 사용해야 하는 경우에는 카테터를 제 8 흉추에 추가로 삽입하여서 제 1 흉추부터 제 12 흉추까지의 신경을 차단시켰다. 수술실로 옮긴 후 심전도,

동맥압, 중심정맥압, pulse oximetry, end-tidal CO<sub>2</sub> 등을 모니터링하면서, 경막외 카테터를 통해 국소 마취제(2% lidocaine, 10 mL+5 mcg/mL epinephrine, 0.05 mL+1.66 mcg/mL sufentanyl, 0.35 mL)를 투여하였다. 최초 용량으로 10 mL를 주입한 후, 마취 심도에 따라 3~4 mL씩 추가로 투여하면서 목표 부위가 차단되었는지를 확인하였으며, 제 6 경추 이상 차단되는 경우에는 횡격막 마비가 발생할 수 있으므로 제 8 경추 이상 차단되는 것을 피하도록 주의하였다. 수술 직전에는 필요에 따라서 피부 절개부위에 국소 마취제(2% Lidocaine)를 추가로 사용하였다. 일반적으로 수술 도중 진정제를 투여하지는 않았으나 필요시에는 propofol을 소량 사용하였고 수술 도중 전신 마취로 전환하여야 할 경우를 대비하여 언제라도 전신 마취가 가능하도록 준비하였다. 경막외 카테터는 수술 후 통증 조절을 위한 약제 주입로로 사용하다가 수술 후 2, 3일째에 혈액 검사상 출혈 경향이 없는 것을 확인하고 제거하였다.

(3) **수술 방법:** 수술 방법은 일반적인 OPCAB과 같지만 수술 중에 기흉의 발생을 최소화하기 위해 노력하였다. 기흉 발생을 예방하기 위해서는 (1) 정중 흉골 절개술 시 늑막이 열리는 것을 피하기 위해 sternal saw를 사용하기 전에 심장 재수술 시와 같이 조심스럽게 흉골 밑을 박리하고 (2) 내흉동맥을 박리하기 전에 먼저 심낭을 열어 심장을 노출함으로써 내흉동맥 박리를 위해 흉골 견인기를 거상할 때 늑막이 당겨지면서 찢어지지 않도록 하였고 (3)

**Table 2.** Intraoperative profile

Pt	Conduits	Grafting	Pneumothorax	Intraoperative event
1	LITA, RITA	LAD, OM	(-)	(-)
2*	LITA, RITA, GEA	LAD, OM	Left, during LITA harvesting	Suction catheter insertion, intubation
3	LITA, GEA	LAD, PDA	Left, during sternum spreading	Open pleura widely
4*	LITA	LAD	Right, during sternotomy	Intubation
5	LITA	LAD	Left, during sternum spreading	C-tube insertion
6	LITA, RITA	LAD, OM	Right, during bleeding control	C-tube insertion
7*	LITA, RITA, GEA	LAD, OM, PLB	Bilateral, during ITA harvesting	C-tube insertion; intubation
8	LITA, GEA	LAD, OM, PDA	Bilateral, during ITA harvesting	C-tube insertion
9*	GEA	PLB	(-)	Bowel distension; intubation
10	LITA	OM	(-)	(-)
11*	LITA	LAD	Left, during LITA harvesting	Traumatic c-tube insertion; intubation
12	LITA	LAD	(-)	Revision of LITA/LAD based on TTFM

LITA=Left internal thoracic artery; RITA=Right internal thoracic artery; GEA=Gastroepiploic artery; LAD=Left anterior descending artery; OM=Obtuse marginalis; PDA=Posterior descending artery; C-tube= Chest tube; PLB=Posterolateral branch; TTFM=Transit time flow measurement. \*Conversion to general anesthesia.

흉골 뒤쪽의 loose areolar tissue와 pleural reflection을 조심스럽게 박리하면서, 내흉동맥은 반골격화 방법으로 박리하며 (4) deep pericardial suture는 사용을 피하였다. 단일 수술 중 기흉이 발생한 경우에는 늑막 개구부를 찾아 봉합하고 흉관을 삽입하였고, 늑막 봉합이 어려운 경우에는 늑막을 크게 개방하고 환자의 호흡 상태, 산소포화도 등을 관찰하였다.

### 결 과

대상 환자 12명 중 남녀의 비는 11 : 1이었으며, 평균 연령은 66±6세였다. 수술 전 위험인자로는 고혈압 8예, 당뇨 6예, 고지혈증 1예, 양측 내경동맥의 협착 1예 등이 있었고, 관상동맥우회술 후 또 다른 수술을 받아야 하는 환자가 7명이었다. 안정형 협심증이 9예, 불안정형 협심증이 3예였으며, 단일 혈관질환 4예, 2-혈관질환 2예, 3-혈관질환 3예, 좌주관상동맥질환을 동반한 혈관질환 3예 등이었다(Table 1).

수술 도중 전신 마취로 전환한 경우는 모두 5예였는데, 기흉이 발생하여 산소포화도의 감소가 초래된 경우가 3예, 우위대망동맥 박리 중 복막 밖으로 내장 탈출이 심했던 경우가 1예, 기흉이 의심되어 삽입한 흉관으로 출혈이 지속되어 지혈을 목적으로 전신 마취로 전환한 경우가 1예 등이 있었다(Table 2). 기흉은 8예에서 발생하였는데, 작은 흡입 카테터를 흉막 내에 거치시키고 수술을 진행한

**Table 3.** Postoperative profile

Pt	Complication	Graft patency	Ventila- tor (hr)	ICU stay (hr)	Discharge (POD)
1	Left pleural effusion	2/2	0	20	5
2*	(-)	3/3	14	23	7
3	(-)	2/2	0	18	5
4*	(-)	1/1	11	20	6
5	(-)	1/1	0	18	3
6	Sudden arrest at ICU; AF	2/2	21	24	7
7*	(-)	3/3	15	19	6
8	(-)	3/3	0	15	3
9*	(-)	1/1	20	24	5
10	(-)	1/1	0	12	4
11*	(-)	1/1	21	24	5
12	Hemothorax	1/1	0	22	4

ICU=Intensive care unit; AF= Atrial fibrillation. \*Conversion to general anesthesia.

경우가 1예, 흉막을 완전히 열어 놓고 수술을 끝마친 경우가 1예 있었으며, 나머지 6예에서는 흉관을 삽입하였다.

전례에서 우회도관으로 동맥만을 이용하였고 평균 문합 수는 1.8±0.9 (범위; 1~3)이었다. 1예에서는 혈관문합 후 Transit time flow measurement상 flow pattern이 좋지 않아 재문합을 시행하였다. 수술 후 평균 1.2±0.6일째에 관상동맥조영술을 시행하여 모든 혈관이 개통되어 있음을

확인하였다. 수술 후 사망 예는 없었으며, 1예에서 늑막 삼출이 발생하여 흉관삽입술로 치료하였고, 1예에서 수술 종료 후 중환자실에서 이식도관의 연축에 의해 발생한 것으로 추정되는 심정지가 발생하였으나 심폐소생술 후 회복되었으며 동일한 환자에서 중환자실 관찰 도중 일시적 심방세동이 발생하였다(Table 3).

## 고 찰

관상동맥우회술 후 합병증의 발생 및 수술과 관련한 사망률은 심폐바이패스의 사용과 이에 따른 저체온, 수술 중 심근허혈, 전신마취와 기계적 환기, 그리고 정중 흉골 절개술 등에 관련하여 발생한다. 관상동맥우회술 후 합병증 및 사망률을 낮추기 위한 노력은 최소 절개술의 도입, OPCAB의 발전을 가져왔으며, 최근에는 고위 흉-경막외 마취와 OPCAB을 병합한 ACAB이 시도되기에 이르렀다.

전신 마취를 피하는 것은 환자에게 여러 가지 도움이 될 수 있다. 수술 전 기관내 삽관 또는 수술 후 기관내 삽관의 발관 시에 저산소증이 발생할 수 있으며, 기관내 삽관으로 인한 치아나 성대의 손상을 초래할 수 있고, 기관 삽관 시 사용하는 약물에 의해 발생할 수 있는 혈액학적 변화는 심한 관상동맥질환 환자에서는 심근 허혈을 초래할 수 있다[1-3]. 고위 흉-경막외 마취를 관상동맥우회술 대상환자에 적용하였을 때 기대되는 장점들로서는 교감신경 차단 효과가 있어서 관상동맥과 내흉동맥의 확장을 유도하여 관상동맥 이식편의 혈류 증가에 도움을 줄 수 있으며[4,5], 섬유소 용해성(fibrinolytic state)을 조장함으로써, OPCAB 후 우려되는 혈액응고 성향의 증가를 상쇄시킬 수 있고[6,7], 서맥을 유도하여 OPCAB의 수행이 용이해지며 수술 후 부정맥의 발생을 줄이는 효과도 있다[8,9]. 수술 후에는 삽입되어 있는 경막외 도관을 이용하여 손쉽게 통증을 조절, 경감시켜서 수술 후 회복을 빠르게 하고 호흡기계 합병증을 줄일 수 있다[10]. 그밖에 수술 중 환자와의 의사소통을 통해 즉각적인 의식 확인이 가능하므로 신경계 이상을 신속하게 확인할 수 있다. 수술 중 혈압이 떨어질 경우에도 혈압 감소보다 환자의 과민성이 더 빨리 증가하므로 신속한 조치가 가능하다[3].

경막외 마취만으로 수술을 진행하기 위해서는 환자의 협조가 절대적으로 필요하며 척추에 이상이 없어야 하고 경막외 혈종이 발생할 가능성이 높은 출혈 성향이 있는 환자는 피해야 한다. 경막외 마취에 따른 합병증으로 경막외 혈종이 생길 수 있는 위험성이 있으나 그 빈도는 매

우 낮아서 1 : 150,000 정도이며, 항응고제나 항혈소판제의 투약을 미리 중단하고 주의 깊게 경막외 도관을 삽입하며 출혈성 천자가 된 경우에는 수술을 24시간 연기하고, 경막외 도관 삽입 후 1시간 이상 경과한 후 헤파린을 투여하면 경막외 혈종의 발생을 피할 수 있다[11]. 또 이론적으로는 교감신경 차단으로 인해 기관지연축이 발생할 가능성이 있으나[12], 기존의 경막외 마취로 관상동맥우회술을 시행한 연구들에서는 기관지 연축이 발생한 보고는 없었다. 경막외 마취로 인해 제 4 경추 이상이 차단되는 경우 횡격막 마비로 자가 호흡이 소실될 수 있으나, 제 6 경추 이상이 차단될 때 호너 증후군이 생기는 것을 지프로 삼으면 횡격막 마비를 예방할 수 있다[10]. 비만인 경우에 경막외 마취 시 많은 양의 약제 투여가 필요하여 수술 중 심한 서맥이 발생하거나 수술 후 무호흡의 위험성이 있을 수 있다[13]. 좌회선지의 문합의 경우 Trendelenberg position이 필요하기 때문에 경막외 마취만으로 수술하는 경우 위험도가 높아진다는 보고가 있으나[14], 국소 심근 고정기와 심첨부 흡입 거상기와 같은 기구의 사용으로 OPCAB 수행에 큰 어려움은 없다[13]. 그밖에 수술 중에 환자가 수면하면서 혀가 뒤로 떨어져 기도를 막을 가능성이 있는 경우에는 nasopharyngeal airway의 사용이 도움이 될 수 있다[15].

경막외 마취만으로 수술 도중 전신 마취로 전환하게 되는 경우는 0~13% 정도인데, 2~28%로 보고되는 기흉의 발생으로 인한 호흡부전이 주원인이며[3,10,14-17], 그밖에 수술 중 횡격막 자극에 의해 기침이 지속되어 전신 마취로 전환하게 되는 경우도 있다. 하지만 흉막이 열리더라도 5분 정도의 시간동안은 호흡부전이 생기지 않으므로 재빨리 흉막을 완전히 열어 주거나, 흉막을 재건하고 공기를 흡입하면 호흡부전 발생을 막을 수 있다[10]. 본 병원의 경험으로도 기흉의 발생은 전신 마취로 전환하게 하는 가장 큰 원인이었으며, 따라서 정중 흉골 절개술이나 내흉동맥 박리 시에 흉막이 열리지 않도록 최대한 주의해야 한다. 본원에서는 ACAB을 시작한 초기에는 기흉 발생 시에 작은 흡입관을 흉막 내에 거치시켜 놓거나 흉막을 완전히 열어 놓고 환자의 호흡 양상을 관찰하다가 호흡수가 증가하거나 산소포화도가 떨어질 경우 전신 마취로 전환하였으나 후반부에는 기흉이 의심되거나 확인된 경우에는 바로 흉관을 삽입하여 기흉을 치료하고 수술을 수행하였다. 흉관을 조기에 삽입하기 시작한 이후에는 기흉으로 인해 전신 마취로 전환하는 경우가 크게 감소하였다.

## 결 론

결론적으로 ACAB은 심폐바이패스의 사용, 전신마취와 인공호흡기의 사용을 피함으로써 이와 관련하여 발생할 수 있는 합병증을 줄이고, 재원 일수를 줄여서 궁극적으로는 관상동맥우회술 후 당일 또는 그 다음날이면 퇴원하여 귀가하는 것이 가능해질 것으로 기대되지만, 아직 국에서는 초기 경험 단계로 보다 면밀한 추적 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Paulissian R, Salem MR, Joseph NJ, et al. Hemodynamic responses to endotracheal extubation after coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg* 1991;73:10-5.
2. Mikawa K, Nishina K, Takao Y, et al. Attenuation of cardiovascular responses to endotracheal extubation: comparison of verapamil, lidocaine and verapamil and lidocaine combination. *Anesth Analg* 1997;85:1005-10.
3. Chakravarthy M, Jawali V, Jayaprakash K, et al. High thoracic epidural anesthesia as the sole anesthetic for performing multiple grafts in off-pump coronary artery bypass surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003;17:160-4.
4. Riedel BJ, Wright IG. Epidural anesthesia in coronary artery bypass grafting surgery. *Curr Opin Cardiol* 1997;12:515-21.
5. Ganapathy S, Murkin JM, Dobkowski W, Boyd D. Stress and inflammatory response after beating heart surgery versus conventional bypass surgery: the role of thoracic epidural anesthesia. *Heart Surg Forum* 2001;4:323-7.
6. Mariani MA, Gu YJ, Boonstra PW, Grandjean JG, van Oeveren W, Ebels T. Procoagulant activity after off-pump coronary operation: is the current anticoagulation adequate? *Ann Thorac Surg* 1999;67:1370-5.
7. Rosenfeld BA, Beattie C, Christopherson R, et al. The effects of different anesthetic regimens on fibrinolysis and the development of postoperative arterial thrombosis. *Anesthesiology* 1993;79:435-43.
8. Mark DB, Lam LC, Lee KL, et al. Effects of coronary angioplasty, coronary bypass surgery, and medical therapy on employment in patients with coronary artery disease. A prospective comparison study. *Ann Intern Med* 1994;120:111-7.
9. Ribakove GH, Miller JS, Anderson RV, et al. Minimally invasive port-access coronary artery bypass grafting with early angiographic follow-up: initial clinical experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115:1101-10.
10. Karagoz HY, Kurtoglu M, Bakkaloglu B, et al. Coronary artery bypass grafting in the awake patient: three years' experience in 137 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125:1401-4.
11. Vandermeulen EP, Aken HV, Vermeylen J. Anticoagulants and spinalepidural anesthesia. *Anesth Analg* 1994;79:1165-77.
12. Kritzinger M, Jantsch U, Gruber E, et al. Thoracic epidural analgesia with 0.25% bupivacaine does not alter airway resistance in patients suffering from severe chronic obstructive pulmonary disease. *Anesth Analg* 1999;89:1504-9.
13. Kirali K, Kocak T, Giuzelmeric F, Goksedef D, Kayalar N, Yakut C. Off-pump awake coronary revascularization using bilateral internal thoracic arteries. *Ann Thorac Surg* 2004;78:1598-603.
14. Kessler P, Aybek T, Neidhart G, et al. Comparison of three anesthetic techniques for off-pump coronary artery bypass grafting: general anesthesia, combined general and high thoracic epidural anesthesia, or high thoracic epidural anesthesia alone. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;19:32-9.
15. Chakravarthy M, Jawali V, Manohar M, et al. Conscious off pump coronary artery bypass surgery-an audit of our first 151 cases. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2005;11: 93-7.
16. Aybek T, Kessler P, Dogan S, et al. Awake coronary artery bypass grafting: utopia or reality? *Ann Thorac Surg* 2003;75:1165-70.
17. Meiningner D, Neidhart G, Bremerich DH, et al. Coronary artery bypass grafting via sternotomy in conscious patients. *World J Surg* 2003;27:534-8.

=국문 초록=

**배경:** 경막의 마취를 이용하여 의식 있는 환자에서 관상동맥우회술을 시행하는 경우 기계 환기 및 전신 마취에 의한 합병증을 피할 수 있는 장점들이 기대된다. **대상 및 방법:** 2005년 4월부터 2005년 9월까지 12명의 환자를 대상으로 상흉부 경막외 마취를 이용하여 의식이 있는 상태에서 심폐바이패스를 사용하지 않는 관상동맥우회술을 시행하였다. 1명은 여자였고 11명은 남자였으며 평균 연령은  $66 \pm 6$  세였다. 정중 흉골 절개술을 시행한 후 동맥도관만을 이용하여 관상동맥우회술을 시행하였다. **결과:** 평균 원위부 문합수는  $1.8 \pm 0.9$  (1~3)이었으며, 수술사망 예는 없었다. 수술을 시행하는 동안 모두 8명의 환자에서 기흉이 발생하였으며, 수술 중 기흉(n=3), 복부내장의 팽창(n=1), 흉관 삽입 후 발생한 혈흉(n=1) 등의 원인으로 12명 중 5명의 환자에서는 기관 삽관 후 전신마취로 전환이 필요하였다. 모든 환자에서 수술 후  $1.2 \pm 0.6$ 일째에 관상동맥조영술을 시행하였으며, 모든 우회도관은 개통되어 있었다. **결론:** 본원의 초기 경험을 통해 전신 마취를 하지 않고 의식이 있는 상태에서 심폐바이패스를 사용하지 않는 관상동맥우회술을 시행하는 것이 가능함을 확인할 수 있었다. 이러한 수술 방법의 적응증 및 제한점에 대해서는 향후 경험을 통한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

- 중심 단어 : 1. 관상동맥우회술  
2. 마취  
3. 경막외 마취