

심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술 중의 혈액학적 변수들의 변화양상 및 수술 후 결과에 미치는 영향

허재학* · 정철현* · 장지민* · 김욱성** · 장우익** · 이윤석***

Relationship of Hemodynamic Changes during Off-Pump Coronary Bypass Grafting and Their Effects on Postoperative Outcome

Jae-Hak Huh, M.D.*, Cheol Hyun Chung, M.D.*, Ji-Min Chang, M.D.*, Wook Sung Kim, M.D.**
Woo Ik Chang, M.D.***, Younsuk Lee, M.D.***

Background: During the Off-Pump Coronary Arterial Bypass surgery (OPCAB), the manipulation of the heart can depress cardiac contractility and cause hemodynamic instability. In this study, hemodynamic parameters were measured during operation and the laboratory and clinical data were investigated to evaluate their effects on postoperative outcome. **Material and Method:** From March 2001 to August 2002, 50 consecutive patients who underwent OPCAB were included in this study. During the same period, total number of CABG was 71. The blood pressure, pulmonary artery pressure, mixed venous oxygen saturation, and cardiac index were measured before manipulation, after application of stabilizer, and at the end of anastomosis. Postoperatively, we measured the cardiac enzymes such as CK-MB, troponin I and checked the amount of inotropes required, chest tube drainage, the amount of transfusion, duration of ventilator support, and duration of ICU stay. **Result:** The number of mean distal anastomoses was 2.8 ± 0.9 per patient. On elevation and stabilization of the heart, systolic blood pressure was depressed and pulmonary artery pressure was elevated significantly, but during each anastomosis no significant changes were detected. The peak level of cardiac markers was 29.2 ± 46.7 for CK-MB, 0.69 ± 0.86 for troponin I on postoperative day 1. Among the intraoperative hemodynamic parameters, the ischemic change of EKG and bolus injection of inotropes significantly affected the postoperative cardiac enzymes. But, no difference other than the level of cardiac enzymes between the two groups with or without the ischemic change of EKG and bolus injection of inotropes was noticed. **Conclusion:** The significant hemodynamic changes occurred when the heart was elevated and stabilized, however during anastomoses there were no significant changes. Serum cardiac enzymes rose significantly in the group that showed the ischemic change of EKG or needed the bolus injection of inotropes for maintaining hemodynamic stability intraoperatively, but it did not affect the postoperative outcome. In conclusion,

*상계백병원 흉부외과, 인제대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University, College of Medicine

**일산백병원 흉부외과, 인제대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Ilsan Paik Hospital, Inje University, College of Medicine

***상계백병원 마취과, 인제대학교 의과대학 마취과학교실

Department of Anesthesiology, Sanggye Paik Hospital, Inje University, College of Medicine

†본 논문은 2002년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.

‡본 논문은 2002 제 34회 추계학술대회에서 구연 발표되었음.

논문접수일 : 2003년 6월 20일, 심사통과일 : 2003년 7월 18일

책임저자 : 정철현 (139-710) 서울시 노원구 상계 7동 761-1번지, 상계백병원 흉부외과

(Tel) 02-950-1043, (Fax) 02-3391-9506, E-mail: hyun227@sanggyepaik.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

the ischemic change of EKG and the need for bolus injection of intropes during operation may be very indicative for probable ischemia.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2003;36:576-582)

Key words: 1. Coronary artery bypass
2. Off-pump
3. Hemodynamic changes
4. Ischemic injury

서 론

관상동맥 우회수술에서 인공심폐기의 사용과 관련된 합병증을 줄이기 위하여 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술이 다시 도입되어 널리 시행되고 있으며, 이를 위해 여러 종류의 조직 고정기들이 개발되어 심장을 부분적으로 고정하여 움직이지 않게 하여 수술시야를 확보하는 데 이용되고 있다. 하지만, 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술 중에는 심장의 거상 및 압박, 관상동맥혈류의 차단 등의 조작이 필요하고 이렇게 심장을 조작하는 동안 심근의 수축력이 저하되고, 혈액학적 불안정성이 초래될 수 있다[1]. 따라서 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회수술 동안에는 여러가지 감시장치를 통하여 심기능 및 혈액학적 안정성을 평가하고 이러한 혈액학적 변화에 시의적절하게 대응하여야 한다. 본 연구에서는 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술 중의 여러 가지 혈액학적 변수들의 변화양상을 관찰하고 이러한 변수들의 변화가 수술 후의 환자상태에 미치는 영향을 평가해 보고자 하였다.

대상 및 방법

2001년 3월부터 2002년 8월까지 시행한 71명의 관상동맥 우회수술 환자 중에서 심폐바이패스 없이 관상동맥 우회수술을 시행한 50명을 대상으로 하였다. 대상 환자는 남자 33명, 여자 17명이었으며, 평균나이는 61.2 ± 8.9 세이었다. 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술을 위해 정중흉골절개술을 통해 심장을 노출하였으며, 내흉동맥 등의 이식도관을 준비한 후에 헤파린(1 mg/kg)을 주사하여 활성화응고시간(ACT)을 250초 이상으로 유지하였다. 심장의 전위 및 거상을 위해서 연구 초반에 시행한 31

명에 대하여는 좌하폐정맥 및 하대정맥 옆에 2~3개의 심낭견인봉합(pericardial traction stitch)을 거치하여 사용하였으며, 후반 19명은 심첨부 흡인장치(Xpose™ Guidant, Indianapolis, IN)를 사용하였다. 관상동맥의 고정을 위해서는 압박형 고정기(CTS tissue stabilizer, Cardiothoracic System Inc., Cupertino, CA)나 흡입형 조직고정기(Octopus™ II, Medtronic Inc., Mineapolis, MN, USA)를 사용하였다. 관상동맥 원위 문합 시에는 수술 중의 허혈성 손상을 방지하기 위해 가능하면 관상동맥 내 단락(intra-coronary shunt)을 사용하여 시행하였으며, 심장거상 및 전위 시 우심실 압박을 완화하기 위해 우측 흉막을 절개한 후에 심장을 들어올려 위치를 고정하였다. 수술 중에 수술대를 Trendelenburg 방법으로 기울이고 우측으로도 기울여 혈액학적 안정성을 유지하고 수술시야를 확보하였으며, 수술 중에 체동맥수축기압을 100 mmHg 이상 유지하기 위해 필요한 경우는 ephinephrine이나 phenylephrine 등의 혈관수축제를 정맥 주사하였으며, 수축기압이 70 mmHg 이하인 경우에는 심장조작을 중단하고 심장을 원위치시켜 혈액학적 안정성이 회복된 후에 다시 시도하였다. 체동맥압, 폐동맥압, 심박출계수 및 혼합정맥 산소포화도 등의 혈액학적 변수들을 심장을 조작하기 전의 기저상태와 심장을 전위시켜 관상동맥을 노출하여 고정한 후, 그리고 관상동맥 원위부 문합이 끝나기 직전의 세 시기에 각각 측정하였으며, 원위문합 부위에 따라 좌하행동맥, 대각분지, 둔각분지, 우관상동맥, 후하행분지 영역으로 나누어 각각 측정하였다. 모든 통계수치는 평균±표준편차로 표시하였으며, 통계적 유의수준을 p-value 0.05로 하였다. 통계처리는 SPSS 10.0프로그램을 이용하였으며, 그룹 간의 평균비교는 대응표본 T-검증(paired T-test)을 이용하였고, 세 그룹 간의 평균비교는 일원배치 분산분석법(ANOVA test)을 이용하였으며, 통계적으로 유의한 변수는 사후검증으로 그

Table 1. Preoperative characteristics and postoperative results

Preop. characteristics (%)		Postoperative results (%)	
Age	61.2±8.9	Mortality	1 (2)
Gender (M : F)	33 : 17	Bleeding	4 (8)
Unstable angina	37 (74)	Mediastinitis	1 (2)
Recent MI (<2 wk)	7 (14)	PMI	0
LV dysfunction (EF<40%)	6 (12)	Pneumonia	0
Hypertension	37 (74)	ARF	0
Diabetes	26 (52)	Ventilator (hr)	10±7
Smoking	19 (38)	ICU stay (day)	3.5±1.5
Previous PCI	9 (18)	Bleeding (ml)	847±432
AMI	7 (14)	Transfusion (unit)	2.5±1.6 (n=17/50)

MI=Myocardial infarct; LV=Left ventricle; PCI=Percutaneous coronary intervention; ARF=Acute renal failure; ICU=Intensive care unit.

를 간 비교를 Scheffe방법을 이용하여 시행하였다.

결 과

대상환자 50명 중 남자 33명, 여자 17명이었으며, 평균 나이는 61.2±8.9세이었다. 수술의 적응증으로는 불안정성 협심증이 37명 있었고, 2주 이내의 심근경색 후 협심증이 7명에서 있었으며, 모든 수술은 정규수술로 진행되었다. 위험요소로는 고혈압 37명, 당뇨 26명, 흡연 19명이었으며, 좌심실박출계수는 58±12.3% (33~81%)이었고 25% 이하의 심한 좌심실부전환자는 없었다(Table 1). 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술을 54예에서 시도하였는데, 이 중 4예(7.4%)에서 심폐기를 가동하는 전통적 관상동맥 우회수술로 전환하였으며, 이 중 2예는 좌하행동맥 문합 후 둔각분지 문합 시에 시야가 좋지 않고 둔각분지 혈관의 직경 1.2 mm 내외로 매우 작아 관상동맥의 문합부위를 보다 정확히 하기 위해서 심정지액을 주입하여 심장을 정지시킨 다음 관상동맥 우회수술을 시행하였으며, 나머지 2예에서는 혈액학적 불안정성으로 인해 심폐기 가동 후 심장 박동하에 우회수술(on-pump beating heart CABG)을 시행하였다. 이렇게 심폐기를 이용하는 전통적 관상동맥우회수술로 전환한 4예의 환자 중에서 혈액학적 불안정성으로 인하여 심폐기를 이용하여 수술한 1예는 수술 후 2일째 저심박출증과 다장기부전으로 인하여 사망하였다. 심폐바이패스 없이 관상동맥 우회수술을 시행한 대상환자 50명에서 원위부 문합수는 총 139개로 환자당 2.8±0.9개 이었으며, 이 중 29개는 연속문합이나 Y-자 이식편을 만들어 문합하였다. 사용된 이식편의 종류로

는 좌측 내흉동맥 41, 양측 내흉동맥 8, 요골동맥 10, 우대망동맥 2, 흉배동맥 2, 복재정맥 37개 등이 사용되었다. 수술 후 1예(2%)의 수술 사망이 있었으며, 이는 중격동염에 의한 것이었다. 4예(8%)에서 출혈로 인한 재수술이 필요하였으며, 이 이외에 뇌졸중이나 수술 후 심근경색증 등의 합병증은 없었다. 수술 후 인공호흡기에 의한 호흡보조 시간은 10±7시간이었으며, 수술 후 첫 24시간 동안의 출혈량은 약 840 cc이었고, 17명의 환자에서 평균 2.5 Pints의 수혈이 필요하였다(Table 1). 관상동맥 우회수술 중 심장을 조작하는 동안의 혈액학적 변수들의 변화양상은 Table 2에 요약하였다. 체동맥 수축기 혈압은 전체적으로 감소하는 경향을 보였으며, 이러한 혈압강하는 심장을 들어올려 조직 고정기로 목표하는 관상동맥을 고정하였을 때 주로 일어났고, 통계적으로 의미있는 변화를 보였다. 사후검증으로 시행한 그룹 간 비교에서는 심장을 들어올려 고정기로 고정할 때에 의미있는 혈압강하가 일어났고, 관상동맥을 고정한 후와 원위부 문합이 끝나기 직전 사이에는 의미있는 차이를 보이지 않아, 일단 고정기로 고정한 이후에는 혈액학적 안정성을 유지할 수 있음을 알 수 있었다. 폐동맥압은 전체적으로 증가하는 경향을 보였지만, 좌하행동맥과 둔각분지에서만 통계적으로 유의하였고, 나머지 군에서는 통계적 유의성을 보이지 않았다. 폐동맥압의 체동맥압에 대한 분율 역시 전체적으로 감소하는 경향을 보였으며, 이러한 변화도 또한 심장을 고정기로 고정할 때 주로 일어났고, 심장의 모든 영역에서 관상동맥을 노출하여 고정하는 동안에 통계적으로 의미있는 변화를 보였다. 심박출계수는 전체적으로 감소하는 경향을 보였으나, 대각분지에서만 의미가 있었으며, 혼합정

Table 2. Changes of hemodynamic parameters before manipulation, after elevation and stabilization of the heart with the mechanical stabilizer and at the end of anastomoses

		LAD (n=50)	Dx (n=19)	OM (n=33)	RCA (n=18)	PDA (n=19)
SAP (mmHg)	Baseline	130.3±18.8	130.2±17.7	130.1±18.7	132.9±21.8	133.8±22.8
	Stabilizer	108.6±16.5	107.3±16.1	94.7±16.3	103.8±30.1	102.9±22.5
	Anastomosis	112.6±19.6	106.3±19.1	104.2±15.3	99.5±17.0	102.2±22.7
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PAP (mmHg)	Baseline	25.4±7.1	24.6±7.5	25.1±6.7	27.6±7.4	24.7±7.0
	Stabilizer	30.5±8.8	27.2±8.7	29.1±10.6	28.6±7.1	28.9±10.8
	Anastomosis	31.5±9.7	28.4±10.5	33.4±11.8	28.2±7.8	28.8±10.0
	p-value	0.002	0.379	0.002	0.167	0.163
PAP/SAP	Baseline	0.19±0.05	0.18±0.05	0.19±0.05	0.21±0.04	0.19±0.06
	Stabilizer	0.28±0.09	0.25±0.08	0.31±0.10	0.29±0.10	0.28±0.10
	Anastomosis	0.28±0.11	0.27±0.10	0.31±0.10	0.30±0.08	0.29±0.11
	p-value	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
C.I. (l/min/m ²)	Stabilizer	2.71±0.85	2.80±0.52	2.42±0.77	2.48±0.70	2.74±0.79
	Anastomosis	2.58±0.75	2.51±0.52	2.34±0.84	2.42±0.70	2.69±0.72
	p-value	0.08	0.004	0.36	0.72	0.68
MVO ² (%)	Stabilizer	65.7±17.0	64.4±17.7	60.9±17.4	62.6±18.6	62.2±18.3
	Anastomosis	64.8±16.9	62.4±17.2	61.7±16.7	59.3±17.0	64.3±18.9
	p-value	0.36	0.14	0.48	0.04	0.04

LAD=Left anterior descending; Dx=Diagonal; OM=Obtuse marginal; RCA=Right coronary artery; PDA=Posterior descending artery; SAP=Systemic arterial pressure; PAP=Pulmonary artery pressure; C.I.=Cardiac index; MVO²=Mixed venous oxygen saturation.

Table 3. Postoperative results according to ischemic change of EKG and need for vasopressor bolus injection during operation

	Total (n=50)	EKG change			Vasopressor injection		
		Yes (n=23)	No (=27)	p-value	Yes (=14)	No (=36)	p-value
CK-MB (ng/ml, pod #1)	29.2±46.7	44.9±64.3	15.7±14.4	0.02	63.5±76.2	15.8±15.7	0.001
Troponin I (ng/ml, pod #1)	0.69±0.86	0.82±1.02	0.57±0.71	ns	1.24±1.17	0.47±0.61	0.004
Ventilator support (hr)	10.06±7.06	11.8±8.7	8.5±4.8	ns	13.6±10.1	8.6±4.9	0.024
ICU stay (day)	3.5±1.5	3.6±1.4	3.4±1.6	ns	3.9±1.4	3.3±1.5	ns
Bleeding (ml)	847.8±432.7	875.6±423.9	824.0±446.7	ns	905.7±420.6	825.2±441.1	ns
Transfusion (p)	2.5±1.6	3.0±2.5	2.2±1.0	ns	2.2±0.4	2.6±1.9	ns
	(n=17/50)	(n=6/23)	(n=11/27)		(n=6/14)	(n=11/36)	

EKG=Electrocardiogram; CK-MB=Creatine kinase myocardial band; ICU=Intensive care unit.

맥 산소포화도는 후하행동맥 이외에는 전체적으로 감소하는 경향을 보였으나, 우관상동맥 문합 시 이외에는 의미있는 변화가 없었다. 수술 후 심장효소농도는 수술 후 1 일째에 최고치를 보였으며, CK-MB와 troponin I는 각각 29.2±46.7, 0.69±0.86 ng/ml 이었다(Table 3). 수술 후 혈중

심장 효소 농도의 증가에 영향을 미친 요소로는 ST 분절의 상승 혹은 하강, 서맥, 새로운 부정맥의 발생 등의 심전도의 허혈성 변화와 혈관수축제의 정맥 내 일시주사가 있었으며, 체동맥압, 폐동맥압, 심박출계수, 혼합정맥 산소포화도 등의 혈액학적 변수는 심장효소농도의 증가에 영

Table 4. Graft distribution, ischemic change of EKG and need for bolus injection of vasopressor

Target vessel	Anastomosis	EKG change (%)	Vasopressor injection (%)
LAD	50	4 (8)	1 (2)
Dx	19	6 (31.6)	1 (5.3)
OM	33	9 (27.3)	7 (20.2)
RCA	18	9 (50)	5 (27.7)
PDA	19	4 (21.1)	1 (5.3)
Total	139	32 (64)	15 (30)

EKG=Electrocardiogram; LAD=Left anterior descending; Dx=Diagonal; OM=Obtuse marginal; RCA=Right coronary artery; PDA=Posterior descending artery.

항을 미치지 않았다. 심장의 각 영역에서의 문합수, 심전도의 허혈성 변화와 혈관수축제의 일시주사 빈도는 Table 4에 요약하였다. 심전도의 허혈성 변화는 우관상동맥, 대각분지, 둔각분지에서 각각 50%, 31.6%, 27.3%의 빈도로 나타났으며, 이 중 원위부 우관상동맥 4예와 둔각분지 1예에서 서맥으로 인해 인공심박조율기로 심박동수를 유지하는 것이 필요하였다. 혈관수축제의 일시주사는 우관상동맥과 둔각분지 문합 시에 각각 27.7%, 20.2%에서 필요하였다. 반면에 전하행동맥의 문합시에는 가장 적은 수에서 심전도의 변화를 보이거나 혈관수축제의 일시주사가 필요하였다. 심전도의 허혈성 변화가 있었던 군에서 수술 후 1일째 CK-MB가 심전도 변화가 없었던 군에 비하여 높게($44.9 \pm 64.3/15.7 \pm 14.4$ ng/ml, p-value 0.026) 나타났지만 수술 후 심근경색이나 심부전 등의 주된 합병증 소견은 없었으며, 인공호흡기 보조시간이나 중환자실 체류시간등에서도 유의한 차이를 보이지 않았다. 수술 중에 혈관수축제의 정맥 내 주사가 필요하였던 환자군에서도 CK-MB ($63.5 \pm 76.2/15.8 \pm 15.7$ ng/ml, p-value 0.001)와 troponin I ($1.24 \pm 1.17/0.47 \pm 0.61$ ng/ml, p-value 0.004) 모두 높게 나타났지만 인공호흡기 보조시간 이외의 다른 수술 후 결과들에서는 의미있는 차이를 나타내지 않았고 두 군에서 비슷한 회복 과정을 보였다(Table 3). 심첨부 흡인기를 사용한 환자군과 심낭견인을 시행한 환자군에서는 유의한 혈액학적 변수들의 차이나 수술 후 심장효소농도의 차이를 발견할 수 없었다.

고 찰

본 연구의 결과에서 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술 중의 혈액학적 변수들은 심장의 위치를 들 어울려 고정하는 시기에 가장 심한 변화를 보였으며, 일단 조직고정기로 고정된 상태에 적응이 이루어지고 나면, 문합을 끝낼 때까지 혈액학적 안정성을 지속할 수 있었다. 체동맥압은 모든 영역에서 감소하였으며, 폐동맥압은 증가하는 경향을 보여, 체동맥압에 대한 폐동맥압분율은 전 영역에서 감소하였으나, 심박출계수는 대각분지 이외에는 유의한 변화가 없었으며, 혼합정맥 산소포화도도 우관상동맥을 문합할 때 이외에는 의미있는 감소를 보이지 않았다. Grundman 등[1]은 심장의 수직 전위시 평균혈압과 좌심박출량이 50% 이상 감소하였으며, 좌회선분지영역에서 관상동맥혈류가 50% 감소하여 가장 심한 변화를 보인다고 하였으며, Watters 등[2]도 좌회선분지 영역의 노출 및 문합 시에 가장 심한 변화가 일어난다고 하였는데 본 연구에서는 심장의 영역간의 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 이는 여러 개의 심낭견인봉합(pericardial traction stitch)을 사용하거나 심첨부 흡인기를 이용하여 심장조작시 혈액학적 안정성을 비교적 잘 유지하였기 때문으로 생각된다. 하지만 혈관수축제의 일시주사가 우관상동맥과 둔각분지의 문합 시에 집중된 것을 보면 역시 둔각분지 문합시에 혈액학적 불안정성이 가장 심하게 나타나며 보다 세심한 주의와 적절한 조치가 필요하다는 것을 알 수 있고, 우관상동맥의 고정 시에도 우심실이 압박되어 좌심실의 전부하를 적절히 유지하기 어려워 혈액학적 불안정성이 나타날 수 있다고 생각된다. 우관상동맥 영역에 심폐바이패스 없이 관상동맥 우회수술을 시행하는 경우에 우관상동맥보다는 후하행동맥이 더욱 선호되고 있는데 이는 우관상동맥 문합 시에 심전도의 허혈성 변화와 혈관수축제의 일시주사가 필요한 경우가 더욱 많다는 본 연구의 결과와도 부합된다고 생각된다. 폐동맥압은 좌하행동맥과 둔각분지에서 의미있게 상승하였는데 이러한 폐동맥압의 상승은 좌심실의 이완기 심기능의 제한성 기능을 시사하므로[3] 적절한 혈액량을 유지하고, 수술대의 위치를 Trendelenburg 방법으로 기울이고, 인공호흡기의 일호흡량을 감소시키는 등의 혈액학적 안정성을 유지하기 위한 조치를 취하여야 한다. 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술 도중에 혈액학적 불안정성이 초래되어 체외순환을 이용하는 전통적 관상동맥 우회수술로 긴급하게 전환하는 경우가 있을 수 있으며, 이러한 지

명적인 혈액학적 불안정성을 조기 발견하기 위한 요소를 찾기 위한 것이 처음에 본 연구를 기획한 목표 중의 하나였다. 이번 연구에서 혈액학적 불안정성으로 인해 전통적 관상동맥우회수술로 전환된 경우는 2예(4%)가 있었으며, 이 중에서 1예가 수술 후 저심박출증 및 다장기 부전으로 사망하여 수술 중에 치명적인 혈액학적 불안정성이 발생하여 심폐기를 가동하게 되는 경우에는 수술 후 결과도 매우 나쁠 수 있다는 것을 시사하였지만 표본수의 부족으로 통계적으로 유의한 위험인자를 찾을 수는 없었다. Calafiore 등[4]은 919환자 중 45명(4.9%)의 환자에서, Vassiliades 등[5]은 1,420명 중 25명(1.62%)에서 혈액학적 불안정성으로 인하여 심폐기 가동이 필요하다고 보고하였으며, Vassiliades 등[5]은 이 연구에서 혈액학적 불안정성이 심하게 초래되어 긴급히 심폐기 가동이 필요했던 환자들에서 높은 수술 후 사망률을 보였으며, 수술 후 심근경색증, 신부전등의 합병증의 발생률이 증가하는 등의 불량한 수술 후 결과를 보고하였다. 이렇게 심한 혈액학적 불안정성으로 심폐기 가동이 긴급히 필요하게 되는 위험인자로는 수술 전 협심증의 심한 정도, 술 전 심근경색 유무, 저체표면적 및 심비대 등을 지적하였으며, 특히 이 중 45.3% 환자가 둔각분지영역에 문합을 시행하는 동안에 혈액학적 불안정성이 초래되었다는 점에서 이완기 심기능이 저하되어 전부하의 감소에 예민한 좌심실비대가 심한 환자에서 둔각분지영역에 문합을 시행할 때 우심실압박 등으로 인한 전부하 감소에 의해 위험도가 높아짐을 시사하였다. 본 연구에서도 혈액학적 불안정성으로 심폐기를 이용하는 관상동맥 우회수술로 전환한 1예는 급성심근경색증 발생 후 4일째에 수술하였고, 다른 1예는 심비대가 심했던 환자로서 이러한 위험요소가 있는 환자에서 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회수술을 시행할 경우 인공심폐기의 사전준비, 혈액학적 변수들에 대한 철저한 감시등 세심한 주의가 필요하다고 본다. 이러한 고위험도군의 환자에서 처음부터 체외순환을 이용하는 수술을 할 것인지는 본 연구의 범위를 벗어나는 주제로서 고위험도군에서도 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회수술로써 합병증을 줄이고 안전하게 수술할 수 있다는 주장[6]과 심폐기의 사용 유무보다는 고령이나 신부전, 관상동맥의 크기, 수술 전 심근경색의 유무등 기존에 잘 알려진 위험인자들이 수술의 결과에는 더욱 중요하다는 관점[7]이 있을 수 있다. 본 연구에서 심전도의 허혈성 변화와 혈관수축제의 일시주사가 수술 후 혈중 심장 효소 농도의 증가에 영향을 미치는 요소로 밝혀졌는데, 이는

수술 중의 여러가지 혈액학적 변수들 중에서 심전도의 허혈성 변화와 혈관수축제의 일시주사 필요여부가 수술 중의 심근의 허혈성 손상을 예측하는 데에 유용한 지표가 될 수 있을 것임을 시사해 준다. 이와 관련하여 Do 등[8]은 중등도의 협착으로 혈류가 유지되고 있던 관상동맥의 폐쇄시 나타날 수 있는 심근의 허혈성 변화를 감지하기 위하여 약 2분간 일시적으로 관상동맥을 폐쇄하여 심전도에 허혈성 변화가 나타나면 관상동맥 내 단락을 시행한다고 하였다. 그렇지만 이러한 심전도 허혈성 변화와 혈관수축제의 일시주사가 필요하였던 환자군에서 수술 후에 혈중 심장효소농도의 상승 이외에는 별다른 임상양상의 변화를 보이지 않아 심장효소증가의 임상적 의미는 크지 않은 것으로 생각되었다. 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술과 전통적 관상동맥우회수술을 비교한 다른 연구결과에서[9] 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술군에서 수술 후 심장효소농도가 더 낮았으며, 전통적 관상동맥우회수술군에서 심장효소농도의 증가는 재원기간의 연장과 관련이 있다고 보고하였다. 이러한 심장효소농도 증가의 뇌졸중, 신부전, 저심박출증 등의 합병증에 대한 연관관계나 심기능에 미치는 영향 등의 임상적 의의를 규명하기 위해서는 통계적 검증력을 가질 수 있도록 대상 환자수가 많은 대단위의 연구를 시행해야 하며 장기적인 추적관찰이 필요할 것으로 생각한다.

결 론

심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술 중의 혈액학적 변수들은 심장의 위치를 들어올려 고정하는 시기에 가장 심한 변화를 보였으며, 일단 조직고정기로 고정된 상태에 적응이 이루어지고 나면, 문합을 끝낼 때까지 수술대의 위치 조절, 적절한 전부하의 조절 및 혈관수축제의 투여 등으로 혈액학적 안정성을 지속할 수 있었다. 또한 수술 중의 심전도의 허혈성 변화와 혈관수축제의 일시 주사의 필요여부는 수술 후 혈중 심장 효소 농도의 증가에 영향을 미치는 요소로 밝혀졌으며, 따라서 심전도 허혈성 변화와 혈관수축제의 일시주사 필요여부가 수술 중의 허혈성 손상을 예측할 수 있는 지표가 될 수 있을 것이다. 그러나 이러한 심장효소증가가 심기능에 미치는 임상적 의미는 보다 대단위의 연구를 통한 장기적인 추적관찰이 필요할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Grundeman PF, Borst C, van Herwarren JA, et al. *Hemodynamic changes during displacement of the beating heart by the Utrecht Octopus method.* Ann Thorac Surg 1997;63:S898-2.
2. Watters MPR, Ascione R, Ryder IG, et al. *Haemodynamic changes during beating heart coronary surgery with the Bristol technique.* Eur J Cardiothorac Surg 2001;19:33-40.
3. Biswas S, Clements F, Diodato L, et al. *Changes in systolic and diastolic function during multivessel off-pump coronary bypass grafting.* Eur J Cardiothorac Surg 2001;20:913-7.
4. Calafiore AM, Mauro DM, Contini M, et al. *Myocardial revascularization with and without cardiopulmonary bypass in multivessel disease: Impact of the strategy on early outcome.* Ann Thorac Surg 2001;72:456-63.
5. Vassiliades TA, Nidlsen JL, Lonquist JL. *Hemodynamic collapse during off-pump coronary artery bypass grafting.* Ann Thorac Surg 2002;73:1874-9.
6. Arom KV, Flavin TF, Emery RW, et al. *Is low ejection fraction safe for off-pump coronary bypass operation.* Ann Thorac Surg 2000;70:1021-5.
7. Lund O, Christensen J, Holme S, et al. *On-pump versus off-pump coronary artery bypass: independent risk factors and off-pump graft patency.* Eur J Cardiothorac Surg 2001; 20:901-7.
8. Do QB, Goyer C, Chavanon O, et al. *Hemodynamic changes during off-pump CABG surgery.* Eur J Cardiothorac Surg 2002;21:385-90.
9. Puskas JD, Williams WH, Duke PG, et al. *Off-pump coronary artery bypass grafting provides complete revascularization with reduced myocardial injury, transfusion requirements, and length of stay: A prospective randomized comparison of two hundred unselected patients undergoing off-pump versus conventional coronary artery bypass grafting.* J Thorac Cardiovasc Surg 2003;125:797-808.

=국문 초록=

배경: 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술 중에 심장을 조작하는 동안 심근의 수축력이 저하되고 혈액학적 불안정성이 초래될 수 있다. 본 연구에서는 수술 중의 여러 가지 혈액학적 지표들의 변화양상을 관찰하고 이러한 혈액학적 지표의 변화가 수술 후 결과에 미치는 영향을 평가해 보고자 하였다. 대상 및 방법: 2001년 3월부터 2002년 8월까지 시행한 71명의 관상동맥 우회수술 환자 중에서 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥 우회수술을 시행받은 50명을 대상으로 하였다. 체동맥압, 폐동맥압, 혼합정맥산소포화도, 심박출계수 등을 심장을 들어올리기 전과 목표관상동맥을 노출하여 관상동맥을 고정한 후, 그리고 혈관이식편의 원위부 문합 후에 각각 측정하였다. 수술 후에는 CK-MB, Troponin I 등 심장효소의 농도를 측정하고, 수술 후 강심제의 요구량, 수술 후 출혈량 및 수혈량, 수술 후 인공호흡기 보조시간 및 수술 후 중환자실 체류시간 등을 조사하여 분석하였다. 결과: 환자당 평균 원위문합수는 2.8 ± 0.9 개이었다. 심장을 들어올려 고정기로 고정할 때 심장의 모든 위치에서 혈압의 하강과 폐동맥압의 상승이 유의하게 나타났지만, 문합을 시행하는 동안에는 유의한 변화를 볼 수 없었다. 심장효소 농도는 수술 후 1일째 최고치를 보여, CK-MB 29.2 ± 46.7 , troponin I 0.69 ± 0.86 이었다. 수술 중에 혈액학적 변수들 중에서 심전도의 허혈성 변화와 혈관수축제의 정맥내 일시주사 등이 수술 후 심장효소 농도에 영향을 주었다. 그러나 심장 효소 이외의 다른 결과는 차이가 없었다. 결론: 수술 중에 유의한 혈액학적 변화는 심장을 들어올려 고정할 때 발생하였으며, 문합하는 동안에는 의미있는 변화를 보이지 않았다. 수술 중에 심전도의 허혈성 변화가 나타났거나, 혈액학적 안정성을 유지하기 위하여 혈관수축제의 정맥내 일시주사 등이 필요하였던 군에서 수술 후 심장효소 농도의 증가를 보였으나 수술 후 결과에는 영향을 미치지 않았다. 결론적으로, 수술 중의 심전도의 허혈성 변화나 혈관수축제의 일시주사의 필요여부가 수술 중의 허혈성 손상을 나타내는 지표가 될 수 있다고 생각한다.

- 중심 단어 : 1. 관상동맥 우회술
2. 무 체외순환
3. 혈액학적 변화
4. 허혈성 손상