

심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술 후 혈액응고 기능의 변화: 심폐바이패스하 관상동맥우회술 후 혈액응고 상태와의 비교

장우익** · 김기봉* · 김욱성** · 정철현*** · 허재학*** · 장지민*** · 이동순**** · 한규섭****

Changes of Coagulability after Off-pump CABG: Comparison with On-pump CABG

Woo-ik Chang, M.D.**, Ki-Bong Kim, M.D.*, Wook Sung Kim, M.D.**, Cheol Hyun Chung, M.D.***
Jae-Hak Huh, M.D.***, Ji-Min Chang, M.D.***, Dong Soon Lee, M.D.****, Kyou Sup Han, M.D.****

Background: Hemostatic function is regarded to be preserved after an off-pump coronary artery bypass grafting (CABG), compared to conventional CABG, and the preserved hemostatic function may increase thrombotic occlusion of the graft. We studied the changes of hemostatic variables in patients undergoing off-pump CABG, and compared to those of on-pump CABG. **Material and Method:** We studied the changes of coagulation function in 11 patients who underwent off-pump CABG (group I), and compared them with those of 11 patients who underwent on-pump CABG and Dor procedure (group II). Coagulation status was evaluated by thromboelastography and blood coagulation test preoperatively, postoperative 1st day, 2nd day, 3rd day, and 5th day, respectively. **Result:** Among the variables measured by thromboelastography (such as r time, k time, α angle, and MA value) and blood coagulation test (such as factor VII, protein S, protein C, antithrombin III, activated protein C resistance test, plasminogen, D-dimer, prothrombin time, activated partial thromboplastin time, platelet count, hemoglobin, and fibrinogen), there were significant differences in the MA value, α angle, and platelet counts between the two groups. MA values were $140 \pm 72\%$ and $153 \pm 98\%$ in group I, and $87 \pm 27\%$ and $78 \pm 28\%$ in group II, at postoperative 3rd and 5th days, respectively ($p < 0.05$). α angle was $122 \pm 92\%$ in group I and $69 \pm 23\%$ in group II at postoperative 3rd day ($p = 0.09$). Platelet count was $63 \pm 55\%$ in group I and $33 \pm 13\%$ in group II at postoperative 3rd day ($p < 0.05$). **Conclusion:** Patients who underwent off-pump CABG showed increased coagulability during postoperative periods, compared to those who underwent on-pump CABG. Our data suggest that aggressive perioperative anticoagulation therapy is warranted in patients undergoing off-pump CABG.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:245-251)

- Key words:**
1. Coagulation
 2. Off-pump
 3. Thromboelastography
 4. Coronary artery bypass

*서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

**인제대학교 일산백병원 흉부외과

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

***인제대학교 상계백병원 흉부외과

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

****서울대학교 의과대학 검사의학교실

Department of Laboratory Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul National University Hospital

†이 논문은 서울대학교 발전기금 일반학술연구비 지원(Grant No. 800-20010235)에 의해 이루어진 것임.

논문접수일 : 2003년 10월 2일, 심사통과일 : 2003년 12월 1일

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

(Tel) 02-760-2348, (Fax) 02-760-3664, E-mail: kimkb@snu.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

서 론

심폐바이패스를 사용하여 시행하는 관상동맥우회술의 경우 심폐바이패스로 인한 부작용을 피할 수 없는 단점이 있다[1]. 최근 심외막을 고정하는 수술기구의 발달로 심장박동하 관상동맥우회술에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이며 점차 시행빈도가 증가하고 있다[2-6]. 이러한 수술 기법은 심폐바이패스를 사용하지 않기 때문에 수술 후 혈액내 혈액응고계 활성화와 전신적인 염증반응을 줄일 수 있고[7] 환자의 회복기간의 단축과 비용의 절감을 가져올 수 있다[8,9]. 또한 수술 후 혈액응고기능이 보존되어 수술 후 출혈 양이 감소하여 수혈의 양을 줄일 수 있는 장점이 있다[10].

그러나 혈액응고기능이 보존되는 것은 수술 후 혈액응고기능의 향진을 초래하여 혈전의 위험이 증가될 수 있다. 타 장치에서의 일반적인 수술 후 혈액응고 기능이 향진되는 것은 잘 알려진 사실이며 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술에서도 이와 마찬가지로 혈액응고 기능이 향진될 것으로 예상된다. 혈액응고 기능이 향진되는 것은 혈전발생 가능성을 높이고, 이식도관의 조기 폐쇄, 수술 후 뇌졸중의 발생 등으로 수술 후 결과에 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 기존의 심폐바이패스하 관상동맥우회술의 경우와 달리 심폐바이패스를 사용하지 않는 수술기법의 경우에는 혈액응고 기능향진에 대한 대처가 필요하다. Mariani 등[11]은 혈액응고 기능검사를 통해 심장박동하 관상동맥우회술 후 혈액응고 기능이 향진되는 것을 보고하였다. 본 연구에서는 심폐바이패스의 사용 여부에 따른 관상동맥우회술 후 혈액응고 기능의 변화를 혈액응고 기능검사와 Thromboelastography 검사법을 이용하여 비교 연구하였다.

대상 및 방법

2001년 11월부터 2002년 5월까지 삼중혈관질환으로 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술이 필요하였던 환자 11명(I군)과 좌심실의 심첨부와 심실중격의 무운동성 심실확장으로 관상동맥우회술과 Dor 술식이 함께 필요하였던 11명(II군)의 환자들을 대상으로 전향적으로 연구하였다. 혈액응고 기능검사에서 이상소견이 있거나 헤모글로빈 수치가 12 g/L 이하, 혈소판 수가 10만/uL 이하, 수술 전후에 대동맥 내 풍선펌프를 사용한 경우, 술 전 만성 신부전이 있는 경우, 간기능검사에 이상소견이 있는 경우

등은 연구대상에서 제외하였다. 대조군인 II군은 좌심실류를 동반하여서 심폐바이패스하에 관상동맥우회술과 Dor 술식을 함께 시행한 경우였다. 연구군과 대조군의 성비와 평균연령 등은 Table 1과 같다.

1) 혈액검체

수술전후의 혈액응고 상태를 보기위해 Thromboelastography 검사법과 혈액응고 기능검사를 시행하였다. Thromboelastography 검사법의 변수인 r time, k time, α angle, MA 등을 측정하였다. 각각의 변수값은 수술 전 상태를 기준으로 %값으로 변환하여 비교 분석하였다.

혈액응고 기능검사는 factor VII, Protein S, Protein C, Antithrombin III, Activated protein C resistance test, Plasminogen, D-dimer, Prothrombin time, Activated partial thromboplastin time, 혈소판 수, 헤모그로빈 양, Fibrinogen 등을 시행하였다.

혈액검체는 수술 전, 수술 후 1일째, 2일째, 3일째, 그리고 5일째에 채취하였다. Thromboelastography 검사는 혈액채취 직후 검사를 시행하였으며 혈액응고기능검사는 3.06% sodium citrate로 항응고처리한 튜브에 담아 원심분리하여 혈장을 분리한 후 각각의 혈액응고 기능검사를 시행하였다. 각각의 검사항목과 검사방법은 다음과 같다. Factor VII은 clotting assay (STAGO DEFICIENT VII), protein S는 ASSERCHROM PROTEIN S, protein C은 ASSERCHROM PROTEIN C, antithrombin III은 Chromogenic assay (ASSERCHROM ATIII), Activated protein C resistance test은 STA Staclot APC-R, Plasminogen은 Colorimetric assay of plasminogen (STACHROM PLG), D-dimer는 Latex Immunoassay (LIATEST d-dimer) 검사방법으로 시행하였다.

2) 수술기법

심장박동하 관상동맥우회술의 방법은 정중절개를 가하고 양측 내흉동맥, 우위대동맥 등의 동맥이식편을 준비한 다음 심낭막을 절개하고 heparin (1.5 mg/kg)을 투여하여 수술 중 activated clotting time (ACT)을 300초 이상 유지하였다. 심장을 거상하기 위해 deep pericardial suture를 하였으며 심외막을 고정하기 위한 장치로는 CTS stabilizer (Guidant, Santa Clara, CA)를 사용하였다. 관상동맥에 절개를 가한 다음 관상동맥 내에 shunt나 flow occluder를 삽입하여 시야를 조절하고 8-0 prolene을 이용하여 원위부 문합을 시행하였다. 수술이 끝난 후 protamine은 투여하지 않았다.

Table 1. Demographic, operative, postoperative data

	Group I (n=11)	Group II (n=11)	p value
Sex (male:female)	7 : 4	7 : 4	ns
Age (y)	57±6	63±11	ns
Stable : Unstable	3 : 8	2 : 9	ns
Risk factors			
DM	6	4	<0.05
Hypertension	7	7	ns
Smoking	4	3	ns
Hypercholesterolemia	4	2	ns
Number of distal anastomosis	3.4±0.7	2.7±1.1	ns
Height (cm)	171±24	165±17	ns
Body weight (kg)	68±8	66±6	ns
Ventilator support (hr)	12±6	18±12	<0.05
ICU stay (hr)	18±7	25±12	<0.05
Chest tube drain (mL/24 h)	957±545	735±667	<0.05
CPB time (min)		156±37	
ACC time (min)		78±35	
Preop aspirin	11/11	11/11	
Preop heparin	11/11	11/11	
Transfusion (packs)	2.7±0.8	2.2±0.9	<0.05

DM=Diabetes mellitus; ICU=Intensive care unit; CPB=Cardiopulmonary bypass; ACC=Aortic cross clamp.

심폐바이패스하 관상동맥우회술과 Dor 술식을 시행한 환자군에서는 정중 절개 후 필요한 동맥이식편을 준비한 다음 심낭막을 열고 heparin (3 mg/kg)을 투여하여 ACT를 450초 이상 유지하였다. 통상적인 심폐바이패스를 사용하여 관상동맥우회술을 시행하고 Dor 술식을 시행하였다. 수술이 끝난 후에는 protamine을 1 : 1로 투여하여 heparin을 중화하였다.

3) 수술 전후 항응고치치

I군에는 수술 이틀 전까지 aspirin (300 mg)을 투여하였으며 II군에서는 수술 5일 전에 aspirin 복용을 중단하였으며, 양군 모두 수술 후 1일째 aspirin 100 mg을 하루에 두 번 투여하기 시작하였다.

수술 후 신선동결혈장을 투여하지 않았으며 헤모글로빈 수치가 10 g/L 이하인 경우 적혈구를 수혈하였고 혈소판 수가 5만/uL 이하인 경우에만 혈소판농축액을 투여하였다.

4) 통계방법

통계분석은 SPSS 통계분석 프로그램(ver 9.0 SPSS Inc,

Chicago, IL)을 이용하였다. 두 군 간의 통계적 차이는 연속변수인 경우 student t-test와 Mann-Whitney test, 비연속변수인 경우 likelihood ratio test, Fisher's exact test 등으로 분석하였다. 모든 결과는 평균±표준편차로 표시하였으며 p 수치가 0.05 미만일 경우 통계적으로 의미가 있는 것으로 해석하였다.

결 과

양 군 간 성별, 연령별 분포에서 차이가 없었으며 당뇨를 제외한 위험인자 등에서 차이가 없었으나, 기관 내 튜브 발관 시간, 중환자실 체류기간 등에서 차이가 있었다 (Table 1). 수술 후 24시간 동안 흉관배액 양은 I군이 957±545 mL였으며 II군이 735±667 mL였다(p<0.05). 양 군 간 수술 전 thromboelastography와 혈액응고 기능검사의 baseline 수치 간 통계적 차이는 없었다(Table 2).

1) 수술 후 검사치의 변화

(1) Thromboelastography 검사: R값은 I군의 경우 수술 후 1, 2, 3, 5일째 길어진 경향을 보였으나 통계적 차이는

Table 2. Comparison of preoperative coagulation pannels and TEG parameters between the groups I and II

	Group I	Group II	p value
HB g/dL	13.5±1.8	13.3±1.2	NS
HCT %	40±5	39±4	NS
PLT (k)	238±82	261±99	NS
PT INR	1.0±0.1	1.0±0.1	NS
APTT	38±5	45±17	NS
FBG	390±101	457±107	NS
PRT S %	87±15	77±19	NS
PRTC %	103±22	106±16	NS
ATIII %	90±26	101±7	NS
PLMG	97±15	101±15	NS
VII %	116±33	127±19	NS
DDM	0.7±0.4	1.7±3.1	NS
R sec	29±12	30±11	NS
K sec	17±15	9±4	NS
ANG	41±14	45±11	NS
MA mm	50±20	61±13	NS

HB=Hemoglobin; HCT=Hematocrit; PLT=Platelet count; PT=Prothrombin time; APTT=Activated partial thromboplastin time; FBG=Fibrinogen; PRT S=Protein S; PRT C=Protein C; ATIII=Antithrombin III; PLMG=Plasminogen; VII=Factor VII; DDM=D-dimer; R=R time; K=K time; ANG= α angle; MA=Maximal amplitude.

없었고 II군의 경우 1, 2, 3일째 길어지는 경향을 보인 후 5일째 86±29%로 감소하였으며 양 군 간에 차이는 없었다. K값은 I군의 경우 수술 후 1일째 172±124%로 길어졌으며 2군의 경우 1, 2, 3, 5일째 각각 197±104%, 184±119%, 206±118%, 132±48%로 증가하였으며 양 군 간에 차이는 없었다. α angle은 I군의 경우 1일째 82±61%로 감소하였으나 3, 5일째, 각각 122±92%, 127±114%로 증가하였고 통계적으로 유의하였다($p<0.05$). II군의 경우 1, 2, 3, 5일째 각각 73±31%, 70±36%, 69±23%, 88±29%로 감소하였다. MA값은 I군의 경우 MA값은 2일 후부터 증가하여 3일째, 5일째, 각각 140±72%, 153±98% 증가하였으며 통계적으로 유의하였다($p<0.05$). II군의 경우 1, 2, 3, 5일째 각각 91±25%, 77±34%, 87±27%, 78±28%로 감소하였다. 양 군 간 MA값 중 3일째와 5일째 통계적 차이가 있었다($p<0.05$).

(2) 혈액응고기능검사: VII은 I군의 경우 1일과 2일째 44±28%, 57±17%로 감소하였으나 3일과 5일째 수술 전 수치로 회복하였으나 II군의 경우 1, 2, 3, 5일째 각각 44±

7%, 55±16%, 88±30%, 75±14%로 계속 감소된 상태였으며 양 군 간 차이가 없었다. Protein S는 양 군 모두 수술 후 2일째까지 감소하였다가 점차 증가하여 5일째 I군이 78±14%, II군이 87±17%까지 회복하였으며 양 군 간 차이가 없었다. Protein C는 양 군 모두 수술 후 2일째까지 감소하였다가 점차 증가하여 5일째 I군이 89±17%, II군이 77±12%까지 회복하였으며 양 군 간 차이가 없었다. AT III은 I군의 경우 1일째 80±58%로 감소하였다가 3일째 수술전의 수치를 회복하고 5일째 134±125%로 증가하였으며 II군의 경우 2일째까지 감소하였다가 점차 증가하여 5일째 90±10%까지 회복하였으며 양 군 간 차이가 없었다. Activated protein C resistance test는 양 군 간 차이 없었다. Plasminogen은 I군의 경우 2일째까지 감소하였다가 증가하여 5일째 112±20%로 회복하였으며 II군의 경우 2일째까지 감소하였다가 5일째 94±19%까지 회복하였으며 양 군 간 차이가 없었다. D-dimer는 양 군 모두 4배 이상 증가하였으며 II군이 더 증가한 경향을 보였으나 통계적 차이는 없었다. Fibrinogen은 I군의 경우 2, 3, 5일째 각각 201±52%, 210±52%, 214±46%로 증가하였고 II군의 경우 2, 3, 5일째 136±48%, 165±42%, 148±47%로 증가하였으며 양 군 간에 통계적 차이는 없었다.

혈소판수는 I군의 경우 2일째 39±14%까지 감소하였다가 3, 5일째 63±55%, 69±21%로 회복하였으며 II군의 경우 1, 2, 3일째 37±17%, 24±13%, 33±13%로 감소하였다가 5일째 61±37% 회복하였으며 양 군 간에 3일째 통계적 차이가 있었다($p<0.05$). PT는 양 군 모두 1일째 145±29%와 144±14%로 길어진 후 점차 감소하여 5일째 정상 수준으로 회복하였으며 양 군 간 차이가 없었다. APTT는 양 군 모두 1일째 180±120%와 118±26%로 길어지다가 점차 감소하여 5일째 정상 수준을 회복하였고 I군이 II군보다 더 연장된 경향을 보였으나 통계적 차이는 없었다. Hct는 양 군 모두 수술 후 감소하였으며 양 군 간에 통계적 차이가 없었다(Table 3).

고 찰

심폐바이패스의 사용은 혈액응고계를 활성화하여 혈액응고기능의 장애와 혈소판의 기능저하를 초래하는 것으로 잘 알려져 있다[12]. 본 연구에서 심폐바이패스를 사용하지 않는 관상동맥우회술의 경우 그러한 혈액응고 기능 장애가 없음에 따라 수술 후 회복기간에 혈액응고 기능이 저하되는 현상이 나타나지 않았음을 보여주었다.

Table 3. Postoperative changes of coagulation pannels and TEG parameters (% baseline)

Date	Gr I				Gr II			
	POD#1	POD#2	POD#3	POD#5	POD#1	POD#2	POD#3	POD#5
HB g/dL	0.91±0.02*	0.89±0.23*	0.89±0.2*	0.95±0.2*	0.9±0.8*	0.81±0.13*	0.84±0.1*	0.91±0.1*
HCT %	0.90±0.19*	0.88±0.23*	0.88±0.2*	0.98±0.24	0.90±0.8*	0.81±0.14*	0.85±0.1*	0.90±0.9*
PLT (k)	0.42±0.17*	0.39±0.14*	0.63±0.55*, †	0.69±0.21*	0.37±0.17*	0.24±0.13*	0.33±0.13*, †	0.61±0.37*
PT INR	1.45±0.29*	1.26±0.13*	1.12±0.13*	1.05±0.08	1.44±0.14*	1.28±0.17*	1.11±0.16*	1.08±0.09*
APTT	1.8±1.2*	1.38±0.42*	1.26±0.20*	1.01±0.15	1.18±0.26*	1.15±0.22*	1.22±0.32*	0.95±0.19
FBG	1.06±0.5	2.01±0.52*	2.1±0.52*, †	2.14±0.46*	0.85±0.22	1.36±0.48*	1.65±0.42*, †	1.48±0.47*
PRT S	0.46±0.16*	0.42±0.09*	0.53±0.10*	0.78±0.14*	0.44±0.18*	0.48±0.21*	0.58±0.26*	0.87±0.17*
PRTC	0.54±0.19*	0.58±0.12*	0.70±0.29*	0.89±0.17*	0.52±0.11*	0.51±0.12*	0.61±0.15*	0.77±0.12*
fbATIII	0.8±0.58*	0.96±0.86*	1.04±0.94*	1.34±1.25	0.63±0.12*	0.59±0.14*	0.73±0.12*	0.90±0.10*
PLMG	0.68±0.21*	0.69±0.13*	0.81±0.14*	1.12±0.20	0.56±0.14*	0.59±0.10*	0.75±0.16*	0.94±0.19*
VII	0.44±0.28*	0.57±0.17*	1.02±0.32	0.92±0.12	0.44±0.07*	0.55±0.16*	0.88±0.30*	0.75±0.14*
DDM	4.95±2.52*	3.61±2.04*	4.42±2.93*	8.23±7.31*	5.40±4.14*	4.01±3.72*	4.46±2.74*	11.7±11.7
R sec	1.19±0.66	1.39±0.75	1.41±0.83	1.36±0.85	1.09±0.74	1.37±0.74	1.46±0.74	0.86±0.29*
K sec	1.72±1.24*	1.48±1.09	1.35±0.83	1.39±1.23	1.97±1.04	1.84±1.19*	2.06±1.18*	1.32±0.48*
ANG	0.82±0.61*	1.06±0.79	1.22±0.92*	1.27±1.14	0.73±0.31*	0.70±0.36*	0.69±0.23*	0.88±0.29*
MA mm	0.98±0.40	1.15±0.54	1.40±0.72*, †	1.53±0.98*, †	0.91±0.25*	0.77±0.34*	0.87±0.27†	0.78±0.28*, †

*p<0.05 compared with baseline; †p<0.05 compared between Group I and Group II. HB=Hemoglobin; HCT=Hematocrit; PLT=Platelet count; PT=Prothrombin time; APTT=Activated partial thromboplastin time; FBG=Fibrinogen; PRT S=Protein S; PRT C=Protein C; ATIII=Antithrombin III; PLMG=Plasminogen; VII=Factor VII; DDM=D-dimer; R=R time; K=K time; ANG= α angle; MA=Maximal amplitude.

수술이나 외상 후 일시적으로 손상된 조직이나 혈소판으로부터 thromboplastin 혹은 serotonin이 분비되어 혈액응고 기능이 항진되는 것은 여러 연구를 통해 잘 알려져 있다[13-16]. 본 연구에서 수술 후 혈액응고 기능이 항진되는 것을 평가하기 위해 Thromboelastography 검사와 혈액응고 기능검사를 시행하였다. 혈액응고 기능검사만으로 수술 후 혈액응고 기능상태를 평가하는 것은 혈액응고계가 복잡하고 그 과정에 여러 혈액응고 인자들과 혈소판이 관여하고 dynamic fibrin-platelet 상호작용을 평가할 수 없기 때문에 불완전하다. 이에 비하여 Thromboelastography 검사는 전체적인 혈액응고 기능을 동적으로 보여주므로 수술 후 혈액응고 기능상태를 평가하는 가장 유용한 검사로 알려져 있다[17-20].

Thromboelastography 검사는 전혈의 viscoelastic 변화를 시간경과에 따라 그래프로 보여주어 혈전의 형성, clot retraction, clot lysis의 동적인 변화를 잘 보여준다. 이 검사법의 대표적 parameter는 r time, k time, α angle, MA값이다. r time은 tracing 시작부터 그래프의 폭이 2 mm가 될

때까지의 시간으로 초기 fibrin 형성시간을 나타내며 혈액응고기능이 항진될 때 짧아지며 항응고제에 의해 연장된다. k time은 폭이 2 mm인 시점부터 20 mm가 될 때까지 걸린 시간이며 혈소판의 기능이 활성화될 때 짧아지며 혈소판 기능이 저하될 때 연장된다. α angle은 k 시점에서 그래프의 기울기이며 혈전의 형성속도를 나타내고 혈액응고 항진상태에서 증가한다. MA값은 tracing의 최대 진폭이며 clot strength를 나타내며, fibrin과 혈소판의 상호결합 정도를 보여준다.

본 연구에서 I군의 경우 r time과 k time은 연장되었으나 유의한 차이는 없었으며 수술 후 3일과 5일째 α angle, MA값이 수술 전 수치에 비해 의미있게 증가하여 전체적으로 혈액응고 기능이 항진되었음을 보여주고 있다. 반면에 II군의 경우 r time과 k time이 연장되었으며 α angle과 MA값이 1, 2, 3, 5일째 감소되었으며 MA값은 I군에 비해 3일째와 5일째 유의하게 낮은 수치를 보여주었다(p<0.05). 혈액응고 기능검사서 양 군 모두 인자들이 수술 직후 감소하였으며 혈소판의 수가 감소하였으며 D-dimer

가 증가하여 fibrinolysis가 발생하였음을 보여주었으나 유의한 차이는 없었다.

심폐바이패스가 혈액응고계를 활성화하여 혈액응고 기능의 장애와 혈소판의 기능저하를 초래하는 것은 관상동맥우회술 후 출혈 양을 증가시키는 위험요소이나 수술 전후 혈전발생 가능성을 줄이는 점에서는 이로운 영향이다. 최근의 심폐바이패스를 사용하지 않는 관상동맥우회술의 경우 이와 같은 영향이 없어짐에 따라 혈액응고기능 항진 상태가 두드러지는 것에 대한 우려가 발생한다.

일반적인 혈관외과 수술 후 문합부위의 혈전증을 예방하기 위해 항응고 치료가 필요한 것은 잘 알려져 있으며 특히 문합부위의 직경이 작은 경우 더욱 요구된다[21]. 관상동맥우회술의 평균 문합부위의 직경은 1.5 mm 정도이므로 수술 후 혈액응고 기능의 항진으로 인한 혈전증의 발생 가능성이 높으며 심장수술의 특성상 이와 같은 현상이 발생한다면 환자의 생명과 직결되는 문제를 초래할 수 있다. 따라서 수술 후 항응고치료가 요구된다.

Mariani 등[11]은 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술을 시행받은 환자들을 대상으로 혈액응고 기능검사를 시행하여 혈액응고 기능이 항진되는 것을 관찰하였고 수술 후 예방적 항응고 치료가 필요하다고 주장하였다. 본 연구에서 심폐바이패스 없이 관상동맥우회술을 시행한 I군의 경우 수술 후의 혈액응고 기능항진을 우려하여 수술 후 헤파린을 중화하지 않았다. 하지만 술 후 헤파린을 중화하지 않는 경우 수술 후 출혈 양이 증가하는 단점이 있으므로 Gatti 등[22]은 프로타민을 투여해야 한다고 하였다. 수술 후 혈전이 발생하거나 출혈 양이 증가하는 것 모두 환자의 경과에 좋지 않은 영향을 주므로 이에 대해서는 정해진 원칙이 필요하다.

본 연구의 결과 심폐바이패스 없이 관상동맥우회술을 시행한 경우, 기존의 관상동맥우회술을 시행한 경우 보다 수술 후 혈액응고 기능이 항진되므로 보다 적극적인 항응고치료가 요구된다고 할 수 있다.

단 본 연구의 연구군과 대조군 간에 수술 전 aspirin의 사용방법이 틀리며, 수술 후 protamine의 투여 여부에서 차이가 있으며, 소수의 환자군을 대상으로 연구를 시행한 까닭에 향후 좀더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서 위의 제한점이 있으나 심폐바이패스 없이 관상동맥우회술을 시행한 경우 통상적인 수술 후 치료보

다 더 적극적인 항응고치료가 필요하다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. *Cardiac surgery: morphology, diagnostic criteria, natural history, techniques, results, and indications, part I.* Churchill Livingstone, New York, 1993. chapter 2, 61-127.
2. Puskas JD, Thourani VH, Marshall JJ, et al. *Clinical outcomes, angiographic patency, and resource utilization in 200 consecutive off-pump coronary bypass patients.* Ann Thorac Surg 2001;71:1477-84.
3. Hernandez F, Clough RA, Klemperer JD, et al. *Off-pump coronary artery bypass grafting: Initial experience at one community hospital.* Ann Thorac Surg 2000;70:1070-2.
4. Weinschelbaum EE, Machain A, Raffaelli HA, et al. *Off-pump coronary operation at the Favaloro Foundation: results in 264 patients.* Ann Thorac Surg 2000;70:1030-3.
5. Hart JC, Spooner TH, Pym J, et al. *A review of 1,582 consecutive Octopus off-pump coronary bypass patients.* Ann Thorac Surg 2000;70:1017-20.
6. Cartier R, Brann S, Dagenais F, et al. *A. Systematic off-pump coronary artery revascularization in multivessel disease: experience of three hundred cases.* J Thorac Cardiovasc Surg 2000;119:221-9.
7. Wan S, Izzat MB, Lee TW. *Avoiding cardiopulmonary bypass in multivessel CABG reduces cytokine response and myocardial injury.* Ann Thorac Surg 1999;68:52-7.
8. Ascione R, Lloyd CT, Underwood MJ. *Economic outcome of Off-pump coronary artery bypass surgery: a prospective randomized study.* Ann Thorac Surg 1999;68:2237-42.
9. Lim C, Chang WI, Kim KB, Kim Y. *Financial impact of off-pump coronary artery bypass.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2002;35:365-8.
10. Nader ND, Khadra, Reich NT. *Blood product use in cardiac revascularization: comparison of on-and off-pump techniques.* Ann Thorac Surg 1999;68:1640-3.
11. Mariani MA, Gu YJ, Boonstra PW. *Procoagulant activity after off-pump coronary operation: is the current anticoagulation adequate?* Ann Thorac Surg 1999;67:1370-5.
12. Butler J, Rocker GM, Westby S. *Inflammatory response to cardiopulmonary bypass.* Ann Thorac Surg 1993;55:552-9.
13. MaNally MA, Kyle A, MacDonald WRG, et al. *Hypercoagulability after total hip replacement.* Hip Int 1996;6:1-6.
14. Caprini JA, Arcelus JJ, Laubach M, et al. *Postoperative hypercoagulability and deep vein thrombosis after laparoscopic cholecystectomy.* Surg Endosc 1995;9:304-9.
15. Smyth R, Cheng D, Asokumar B, et al. *Coagulopathies in patients after transurethral resection of the prostate: spinal versus general anesthesia.* Anesth Analg 1995;81:680-5.
16. Howland WS, Castro MD, Fortner JB. *Hypercoagulability:*

- thromboelastographic monitoring during extensive hepatic surgery.* Arch Surg 1974;108:605-8.
17. Kang YG, Martin DJ, Marquez J, et al. *Intraoperative changes in blood coagulation and thromboelastographic monitoring in liver transplantation.* Anesth Analg 1985;64:888-96.
 18. Shore Lesserson L, Manspeizer HE, DePerio M, et al. *Thromboelasto-graphy-guided transfusion algorithm reduces transfusions in complex cardiac surgery.* Anesth Analg 1999;88:312-9.
 19. Tuman KJ, McCarthy RJ, Djuric M, et al. *Evaluation of coagulation during cardiopulmonary bypass with a heparinase-modified thromboelastographic assay.* J Cardiothorac Vasc Anesth 1994;8:144-9.
 20. Sharma SK, Philip J, Whitten CW, et al. *Assessment of changes in coagulation in parturients with preeclampsia using thromboelastography.* Anesthesiology 1999;90:385-90.
 21. Lindblad B, Wakefield TW, Stanley TJ, et al. *Pharmacological prophylaxis against postoperative graft occlusion after peripheral vascular surgery: a world-wide survey.* Eur J Vasc Endovasc Surg 1995;9:267-71.
 22. G Gatti, P Pugliese. *Heparin reversal in off-pump coronary artery bypass surgery: complete, partial, or no reversal?* Cardiovasc Surg 2002;10:245-50.

=국문 초록=

배경: 심폐바이패스하 관상동맥우회술과 달리 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술의 경우 수술 후 혈액응고 기능이 항진되어 이식편의 혈전과 같은 문제가 발생하는 것이 우려된다. 비교연구를 통하여 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술 후 혈액응고기능이 항진되는지를 규명하고자 하였다. 대상 및 방법: 2001년 11월부터 2002년 5월까지 관상동맥우회술을 시행받은 환자 중 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술을 시행받은 11명(I군, 연구군)과 같은 기간에 좌심실 심첨부와 중격의 무운동성으로 관상동맥우회술과 Dor 술식을 시행받은 11명의 환자들을(II군, 대조군) 비교하였다. 술후 혈액응고기능이 항진되는지를 알아보기 위해 thromboelastography 검사를 수술 전, 술 후 1, 2, 3, 5일째 시행하여 r time, k time, α angle, MA값을 측정하였고 동시에 혈액응고기능검사, fibrinogen, D-dimer, protein S, protein C, antithrombin III, plasminogen, 혈소판 수 등을 시행하여 비교하였다. 결과: TEG검사의 각각의 변수값과 혈액응고기능검사 중 MA값, α angle, 혈소판수가 양 군 간의 미있는 차이를 보였다. MA값이 I군의 경우 술 후 3일과 5일째 $140 \pm 72\%$ 와 $153 \pm 98\%$ 로 증가하였으나 II군의 경우 $87 \pm 27\%$ 와 $78 \pm 28\%$ 로 감소하였다($p < 0.05$). α angle은 술후 3일째 I군이 $122 \pm 92\%$ 로 증가하였고 II군이 $69 \pm 23\%$ 로 감소하였다($p=0.09$). 혈소판수는 술 후 3일째 I군이 $63 \pm 55\%$ 였으며 II군이 $33 \pm 13\%$ 였다($p < 0.05$). 결론: 심폐바이패스하 관상동맥우회술과 비교하여 심폐바이패스 없이 시행하는 관상동맥우회술의 경우 혈액응고기능이 항진되며 따라서 보다 적극적인 항응고치료의 필요성이 제기된다고 할 수 있다.

- 중심 단어 : 1. 혈액응고기능항진
2. 심폐바이패스없이 시행하는 관상동맥우회술
3. Thromboelastography
4. 관상동맥우회술