

# 개심술에서 자가수혈기 (Cell Saver)를 이용한 자가수혈

육을수\* · 신형주\* · 조종구\* · 김민호\* · 이상귀\*\* · 김공수\*

=Abstract=

## Autotransfusion Using Cell Saver in Cardiac Surgery

Eul Soo Youk, M.D.\*, Hyeong Ju Shin, M.D.\*, Jung Gu Jo, M.D.\*,  
Min Ho Kim, M.D.\*, Kong Soo Kim, M.D.\*, Sang Gwe Lee, M.D.\*\*

Autotransfusion system is a common method of reducing the need of intraoperative and postoperative homologous blood transfusion in cardiac operation.

Between August 1991 and August 1993, a series of 51 adults undergoing open heart surgery was selected. Autotransfusion using Cell Saver(COBE Baylor Rapid Autologous Transfusion System) was done with homologous blood transfusion in 15 cases(Group II) or without homologous blood transfusion in 17 cases(Group III). The other 19 cases were taken without Cell Saver for control(Group I).

The shed blood in the operative field, remained blood in the oxygenator after cardiopulmonary bypass, and blood drained from chest tubes in postoperative care were aspirated by means of a locally heparinized collection system. After the salvaged blood was washed and centrifuged, the processed blood subsequently reinfused. Composition of processed blood by Cell Saver was hemoglobin 16.9 gm %, hematocrit 49 %, RBC 5,140,000/ml, WBC 670/ml, and platelet 30,000/ml.

In three group, hemoglobin, hematocrit, and platelet counts were decreased postoperatively, but no significant differences between three group.

Postoperatively, the amounts of drainage from chest tubes was  $543 \pm 121$ ml in Group I,  $809 \pm 201$ ml in Group II, and  $631 \pm 147$ ml in Group III. In Group II, there was large amount of drainage compared with Group I ( $p < 0.05$ ).

The amount of homologous blood transfused was  $1116 \pm 219$ ml in Group I,  $791 \pm 183$  ml in Group II ( $p < 0.05$ ). The homologous blood was not transfused in 17 cases(53 %) with Cell Saver.

Preoperative and postoperative, coagulation parameters showed no significant differences between three group. And there was no complication related to Cell Saver.

We conclude that the autotransfusion using Cell Saver is effective for reducing the homologous blood transfusion in cardiac surgery.

(Korean J Thoracic Cardiovas Surg 1995; 28: 125-30)

**Key words** : 1. Blood transfusion, Autologous

\* 전북대학교 의과대학 흉부외과학교실

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Chonbuk National University

\*\* 전북대학교 의과대학 마취과학교실

\*\* Department of Anesthesiology, College of Medicine, Chonbuk National University

통신저자: 육을수, (560-182) 전북 전주시 금암동 산2-20, Tel. (0652) 250-1114, Fax. (0652) 250-1480

## 서 론

최근에 개심술에서 동종 혈액(Homologous Blood)의 수혈을 줄이려는 노력에 의해 수혈량이 과거에 비해 현저히 줄고 있다. 그러나 아직도 수혈을 완전히 배제할 수는 없어 그에 따른 합병증도 여전히 문제가 되고 있다. 특히 전염성 질환인 간염이나 날로 늘고 있는 후천성 면역 결핍증은 심각한 문제를 초래할 수 있다. 그나마 요즘은 혈액 공급의 부족으로 수요량도 충족시키지 못하고 있으며 종교적인 이유로 수혈을 거부하는 경우도 있어 수술중 또는 후에 동종 혈액 수혈을 줄이기 위해 자가수혈기(cell saver)를 많이 사용하고 있다<sup>1-3)</sup>.

그러나 자가수혈기 사용은 roller pump 및 원심분리, 혈장의 세척 등으로 인해 혈액 성분 변화 및 오염의 가능성이 있어 그에 따른 합병증 발생을 완전히 배제할 수는 없다.

전북대학교 의과대학 흉부외과학교실에서는 자가수혈기의 사용의 효율성 및 안전성을 알아보려고 임상자료 분석 및 문헌 고찰을 하여 그 결과를 보고하는 바이다.

## 대상 및 방법

전북대학교 의과대학 흉부외과학교실에서는 1991년 8월부터 1993년 8월까지 시행한 성인의 개심술 51례에서, 자가수혈기를 사용하지 않은 19례(Group I)와 자가수혈기를 사용했으나 동종 혈액을 수혈한 15례(Group II), 자가수혈기를 사용하여 동종 혈액을 수혈하지 않은 17례(Group III)를 연구 대상으로 하였다.

자가수혈은 Cell Saver(COBE Baylor Rapid Autologous Transfusion System)를 사용하였으며, 자가수혈을 위한 술전 전처리는 시행하지 않았다. 수술중에 출혈된 환자 혈액은 생리적 식염수 1000ml당 헤파린(heparin) 25,000 unit를 희석한 용액이 흡입기에 점적되어 환자 혈액과 혼합되어서 흡입되도록 하였다. 체외순환 중에는 심낭에 저류되는 심정지액과 심근 보호를 위해 사용한 냉각액도 모두 흡입하였다. 수술후에는 oxygenator와 체외순환 pump reservoir에 남아있는 혈액을 모두 흡입하여 세척 및 원심분리시켜 수혈에 사용하였다. 수술후에도 많은 출혈이 예상되는 환자는 중환자실에서 자가수혈기를 사용하였다. 세척은 매 cycle당 500ml의 생리적 식염수로 하였다.

체외순환은 모든 환자에서 통상적인 방법으로 시행하였고, roller pump와 membrane oxygenator를 사용하였으며, 심근보호를 위해 crystalloid cardioplegic solution과 냉각된 생리적 식염수로 심장을 국소 냉각시켰으며, 수술시 sys-

Table 1. Patients characteristics

		Group I (n=19)	Group II (n=15)	Group III (n=17)	P
Mean Age (years)		39.2	49.8	37.2	NS
Sex	Male	6	3	7	
	Female	13	12	10	
Diagnosis	ASD	9	1	2	
	VSD	3		1	
	Mitral	7	10	11	
	Aortic		2	3	
	DVR		1		
	Tumor		1		
ACC-time (min)		85 ± 43	104 ± 53	92 ± 48	NS
CPB-time (min)		113 ± 48	131 ± 57	117 ± 54	NS
ACT (sec)	Before CPB	124 ± 7	118 ± 6	126 ± 8	NS
	During CPB	521 ± 42	477 ± 41	525 ± 47	NS
	After CPB	122 ± 7	124 ± 7	126 ± 11	NS

ASD; Atrial Septal Defect, VSD; Ventricular Septal Defect, DVR; Double Valve Replacement, ACC; Aortic Cross Clamp, CPB; Cardiopulmonary Bypass, ACT; Activated Clotting Time

temic moderate hypothermia를 시행하고 수술수기가 끝난 후 rewarming하였다. 상행대동맥에 cannulation을 하기 전에 systemic heparinization을 시행하였고 체외순환이 끝난 후 Protamine으로 회복시켰다.

세 Group간의 수술 전과 후의 상태, 혈액학적 소견, 혈액 응고 상태, 수혈양 등을 비교하였으며, 자가수혈기 사용에 따른 합병증 발생, 자가수혈기의 처리혈(processed blood)의 감염 여부와 구성 성분 등을 분석하였다.

결과분석을 위한 통계처리는 Student t-test를 통해 p < 0.05를 통계적 유의성이 있는 것으로 평가하였다.

## 결 과

Group I과 Group II, Group III 사이의 환자의 나이, 성비, 체외순환시간, 대동맥 차단시간, 술전과 후의 혈액 응고상태는 통계학적으로 유의미한 차이가 없었다(Table 1).

수술후 흉관을 통한 총배액량은 Group I이 평균 543 ± 121ml, Group II가 평균 809 ± 201ml, Group III가 631 ± 147ml로 Group II가 Group I보다 유의있게 많았다. 흉관의 제거시기는 Group I이 평균 2.7일, Group II가 3

**Table 2.** Amounts of drainage (ml)

	Pericardial Tube			Substernal Tube			Total		
	Group I	Group II	Group III	Group I	Group II	Group III	Group I	Group II	Group III
POD # 1	238 ± 109	349 ± 134	243 ± 104	150 ± 86	211 ± 118	127 ± 66	388 ± 122	560 ± 204	370 ± 162
PDO # 2	87 ± 54	141 ± 72	157 ± 84	22 ± 17	35 ± 18	41 ± 24	109 ± 59	176 ± 84	198 ± 100
POD # 3	38 ± 19	58 ± 33	48 ± 31	8 ± 5	15 ± 9	15 ± 9	46 ± 28	73 ± 30	63 ± 28
Total	363 ± 124	548 ± 187	448 ± 163	180 ± 84	261 ± 111	183 ± 71	543 ± 121*	809 ± 201*	631 ± 147

\* p < 0.05  
POD; Postoperative Day

**Table 3.** Amounts of transfusion (ml)

Blood	During CPB			After CPB			Total		
	Group I	Group II	P	Group I	Group II	P	Group I	Group II	P
Whole Blood	741 ± 243	192 ± 154	0.001	101 ± 72	192 ± 142	NS	842 ± 221	384 ± 148	0.001
Packed RBC	53 ± 35	40 ± 32	NS	168 ± 144*	147 ± 94	NS	221 ± 87	187 ± 90	NS
FFP	0	0		53 ± 42	220 ± 185	NS	53 ± 42	220 ± 185	NS
Total	794 ± 232	232 ± 157	0.001	322 ± 139	559 ± 218	NS	1116 ± 219	791 ± 183	0.005

CPB; Cardiopulmonary Bypass, FFP; Fresh Frozen Plasma, RBC; Red Blood Cell

일, Group III가 2.9일로 비슷하여 통계학적 의의가 없었다 (Table 2).

동종혈액의 수혈은 자가수혈기를 사용하지 않은 Group I에서는 100%가 시행되었고, 자가수혈기를 사용한 환자에서는 15례 (Group II, 47%)에서 시행되어, 자가수혈기를 사용함으로써 53% (Group III)에서 전혀 수혈없이 수술을 하였다. 동종 전혈 (Homologous whole blood)의 수혈량은, 체외순환중 Group I은 평균 741 ± 243ml, Group II는 평균 192 ± 154ml로써 Group II가 Group I에 비해 수혈량이 유의하게 적었다. 동종 적혈구 농축액 (Homologous packed RBC)의 수혈량은 체외순환중과 후에서 통계학적으로 유의하는 차이는 없었다. 동종 신선 동결 혈장 (Homologous fresh frozen plasma)의 수혈량은 체외순환후 Group I이 평균 53 ± 42ml, Group II에서 평균 220 ± 185ml로 Group II에서 Group I에 비해 많았다. 체외순환중 수혈된 혈액의 총량은 Group I이 평균 794 ± 232ml이고 Group II가 평균 232 ± 157ml로 Group II가 유의하게 적었다. 그리고 체외순환 후 수혈된 혈액의 총량은 Group I이 평균 322 ± 139ml이고 Group II가 559 ± 218ml로 Group II에서 더 많으나 통계학적인 의의는 없었다. 전체수혈량은 Group I이 1116 ± 219ml이고 Group II가 791 ± 183ml로 통계학적으로 유의하는 차이를 보였

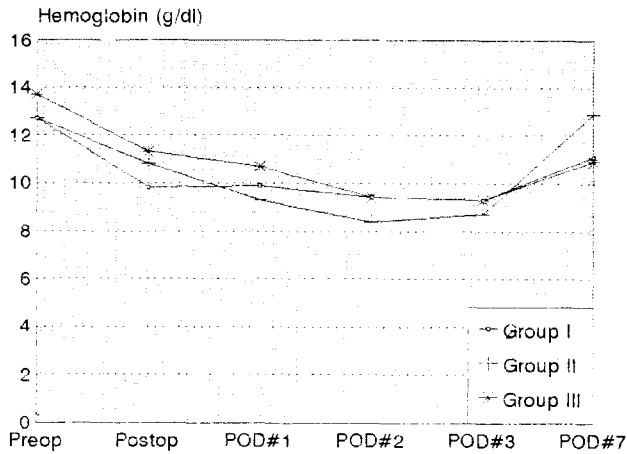
다 (Table 3).

혈색소치와 적혈구 용적은 세 Group에서 수술후 3일째 까지 감소한 후 서서히 증가하여 수술후 7일째에는 술전치에 가깝게 회복되었다. 수술전, 후에서 세 Group 사이에 유의하는 차이는 없었다 (Fig. 1, 2). 백혈구 수는 세 Group에서 수술후 12시간째까지 유의하게 증가하였으나 술후 1일째부터 서서히 감소되어 수술 후 7일째는 정상에 가깝게 회복되었다. 수술전, 후에서 세 Group 사이에 유의하는 차이는 없었다 (Fig. 3). 혈소판 수는 수술 후 2일째까지 감소한 후 서서히 증가하여 수술 후 7일째는 술전치 이상으로 회복되었다. 세 Group 사이에 유의하는 차이는 없었다 (Fig. 4).

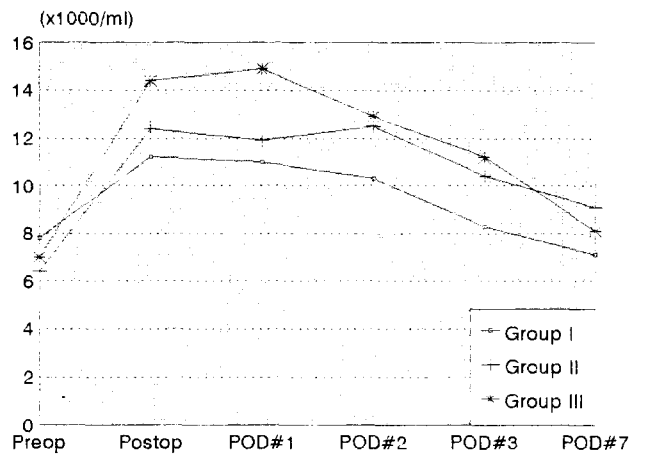
자가수혈기를 거쳐 세척 및 원심분리된 processed blood를 10례에서 세균 배양한 결과 전례에서 세균이 배양되지 않았다. 자가수혈을 시행한 1례에서 수술 후 창상 감염이 있었으나 혈액 배양에서 세균이 검출되지 않았고 쉽게 회복되어 단순 창상 감염으로 생각되었다.

자가수혈기 사용에 따른 합병증에는 없었다.

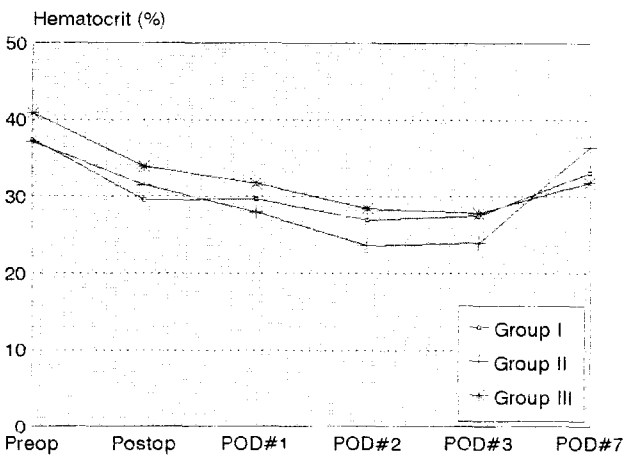
자가수혈기에 의한 processed blood의 구성 성분은 평균 혈색소치가 16.9gm%, 평균 적혈구 용적이 49%였고, 적혈구 수는 514만/ml, 백혈구수는 670/ml, 혈소판 수는 3만 /ml였다. pH는 7.55로 알칼리였고, 이산화탄소 분압은 6.



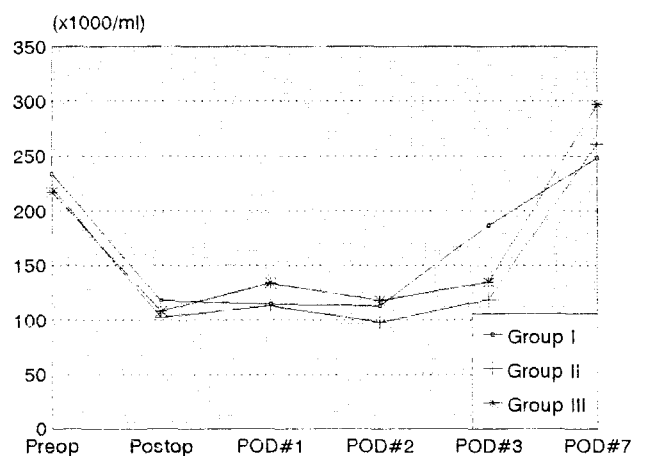
**Fig. 1.** Comparison of hemoglobin  
POD; postoperative date



**Fig. 3.** Comparison of leukocyte  
POD; postoperative date



**Fig. 2.** Comparison of hematocrit  
POD; postoperative date



**Fig. 4.** Comparison of platelet  
POD; postoperative date

2mmHg, 산소 분압은 167mmHg 였다. 전해질 농도는 sodium이 155mEq/L, potassium이 1.5mEq/L 였다.

## 고찰

자가수혈은 1886년 Duncan에 의해 인체에서 최초로 시행된 이후 동종혈액 수혈의 이론 및 혈액은행의 발달로 한 동안 잊혀져 왔다. 그러나, 수요에 못미치는 공급의 부족, 종교적인 이유, 특히 후천성 면역 결핍증과 같은 전염성 질환의 전파에 대한 불안 등으로 대량 출혈 환자에서 생명을 구할 수 있는 방법으로 되어온 동종 혈액 수혈이 자가수혈과 함께 다시 평가받게 되었다<sup>1, 3-6</sup>.

1988년 Russel은 영국의 24개 심장 수술 센터에서 평균 혈액 요구량이 수술당 5units라고 보고하였는데<sup>7</sup>, 최근 개심술에서 수혈을 줄이려는 노력들이 다양하게 시행되고 있으나 아직도 많은 양의 동종 혈액을 필요로 하고 있다. 자가수혈기를 사용하여 자가수혈을 함으로써 동종 혈액 수혈의 기회를 줄이는 것은 간염, 후천성 면역 결핍증, cytomegalovirus 등 전염성 질환의 전파 기회를 줄일 수 있고, 과민 반응에 의한 발열이나 속, 혈액 응고 장애 등의 합병증의 발생 기회를 줄일 수 있다<sup>8-10</sup>.

현재 주로 사용되는 자가수혈기의 체계는 수술중 출혈되는 혈액에서 적혈구의 재생과 재주입을 할 수 있게 되어 있다. 출혈된 혈액을 reservoir에 모아 원심분리하면서 균

형된 전해질액으로 세척하는 방법을 이용하여 적혈구를 농축시키는데, 혈액을 reservoir에 모으는 과정에서 희석해파린 용액과 혼합시켜 혈액이 응고되지 않도록 흡입기를 통해서 흡입하는 방법을 쓰고 있다. 저자들이 사용한 Cell Saver(COBE Baylor Rapid Autologous Transfusion System)는 모아진 shed blood를 process하는데 약 3분 정도의 시간이 걸리며, 매 cycle당 processed blood는 약 250ml 가량 된다.

세척 및 원심분리 결과 혈장 단백질, 혈소판, 백혈구, Free Hb, Fibrinogen, plasma coagulation factor, 응집된 적혈구, 항응고제 등이 제거된다<sup>11)</sup>. 자가수혈기 사용시 적혈구의 파괴는 적으며 processed blood의 적혈구는 생화학적, 생리학적으로 동종 저장 혈액보다 우수하거나 비슷하다고 한다<sup>12)</sup>. 농축된 혈액은 시간이 경과하면 응고되므로 오래 쓰기 위해서는 citrate 등 항응고제를 첨가하여야 한다.

Boldt 등은 자가수혈기 사용에 따른 가장 큰 단점은 혈장의 손실에 있으나 혈액응고 장애의 위험율은 매우 적다고 하였다<sup>13)</sup>. John 등은 Cell saver 사용후 혈소판 감소증, 용혈, 산혈증, 응고인자의 감소 등이 있었고, 이것은 주로 수분보급, 수술부위의 과다 흡입, 자가수혈기의 잘못된 사용에 기인한다고 보고하였다<sup>9)</sup>. 저자들은 혈장 단백질의 제거로 인해 저알부민혈증에 의한 부종 및 혈장 부족을 예방하기 위해 자가수혈량이 많았던 환자에서는 알부민이나 Pentaspan과 같은 혈장 제재 및 혈장 확장제를 사용하였다.

정경영 등은 Cell saver 사용후 수술 후 1일째 까지 혈소판의 감소를 보았으나 자가수혈을 하지 않은 군과 유의있는 차이는 없었으며, 혈액응고 장애도 발생하지 않았다고 보고하였다<sup>13)</sup>. 저자들은 혈소판은 수술후 2일째까지 세 Group에서 각각 52%, 56%, 46%까지 감소되었으나 세 Group사이에 유의있는 차이는 없었으며 수술후 7일째는 술전치 이상으로 회복되었다. 그리고 자가수혈량이 많았던 환자에서는 수술후 출혈이 우려되었으나 자가수혈기 사용에 따른 혈액 응고 장애는 발생하지 않았다.

자가수혈에 의한 동종 혈액 사용의 감소에 대한 보고로는, Cosgrove 등은 자가수혈 환자의 60%에서 수혈이 필요치 않다고 하였고<sup>14)</sup>, Thurer 등은 수술전 매주 1unit씩 4주간 자신의 혈액을 채혈 보관하고 수술시 자가수혈을 병행함으로써 90%에서 수혈없이 수술이 가능했다고 하였다<sup>15)</sup>. 국내에서 정경영, 안옥수, 구자홍 등은 동종 혈액을 각각 1,800ml, 1,100ml, 650ml의 감소효과를 보았지만 동종 혈액의 수혈을 완전히 배제할 수는 없다고 보고하였다<sup>13, 16, 17)</sup>. 저자들의 경우 자가수혈을 함으로서 53%에서 동종 혈액

수혈이 필요치 않았고, 동종 혈액의 수혈이 있었던 환자에서도 약 330ml의 감소효과를 보았다. 저자들은 수혈의 기준으로, 혈액소치가 8gm/dl 이하인 경우와 많은 출혈로 인하여 혈액량과 혈액소치의 감소가 예상되는 경우에 농축 적혈구와 전혈을 수혈하였으며, 혈소판치가 70,000/ml 이하인 경우와 많은 출혈이 있으면서 혈액량이 감소된 경우 신선 동결 혈장을 수혈하였다. 저자들은 자가수혈기를 사용한 32례중 17례에서 동종 혈액 수혈을 배제할 수 있었던 이유는 수혈을 했던 Group보다 술전, 술후 헤모글로빈치가 높았던 점, 수술 시간과 체외순환 시간이 짧았다는 점, 수술 후 흉관의 배액량이 적었다는 점, 수술 후 Vital이 비교적 안정적이었다는 점 등이라고 사료된다. 안옥수 등은 자가수혈기를 사용한 12례에서 수술당 자가수혈량이 체외순환중 평균 685ml, 체외순환 후 평균 727ml로 총 1,412ml라고 보고하였다<sup>16)</sup>. 저자들의 자가수혈량은 체외순환중 자가수혈기를 약 5회 정도 작동하여 평균 1,250ml를, 체외순환 후 평균 1,000ml를 수혈하여 총 2,250ml를 수혈하였다.

그 외에 동종 혈액의 수혈량을 줄이기 위해서는 수술중 정교한 수술수기 및 지혈, 수술 1주전 warfarin, aspirin, dipyridamole 등 혈액응고 저해 약물의 사용을 중지하여야 한다.

자가수혈기의 사용은 많지는 않지만 세균 감염을 일으킬 수 있어서 오염된 상태일 때와 악성 종양 수술시에 사용할 수 없다. Schwiager 등은 cell saver apparatus의 세균 배양 결과 19명중 4명의 환자에서 Diptheria, Staphylococcus epidermis가 검출되었으나 감염으로 인한 합병증은 없었으며, 나머지 15명 중 5명에서 수술 후 감염이 있었으나 cell saver사용과 무관하다고 보고하였다<sup>18)</sup>. Bland 등은 cell saver system에서 모여진 혈액의 세균 배양 결과 31명 중 30명에서 Coagulase Negative Staphylococcus, aerobic or anaerobic diphroids 및 Gram(-) bacilli 등의 균이 배양되었으나 세균 감염에 다른 합병증은 없었다고 보고하였다<sup>19)</sup>. 정경영 등은 10례중 4례에서 Coagulase Negative Staphylococcus균이 배양되었으나 감염에 따른 합병증은 없었다고 보고하였다<sup>13)</sup>. 안옥수, 구자홍 등은 전례에서 세균이 배양되지 않았다고 보고하였고<sup>16, 17)</sup>, 저자들의 경우도 10례에서 세균 배양을 실시하였으나 배양된 예는 없었다.

예상했던 것보다 cell saver는 안전했으며 문제점은 적었으나, 비용이 많이 드는 것과 설치가 복잡하다는 문제점이 남아있다. 그리고 완전한 동종 혈액 수혈을 배제하기 위한 방법과 자가수혈기의 사용 및 수혈의 기준을 정하기 위하여 더 많은 노력이 앞으로 계속 되어져야 할 것이다.

## 결 론

전북대학교 의과대학 흉부외과학교실에서는 1991년 8월부터 1993년 8월까지 시행한 개심술 51례를 자가수혈기를 사용하지 않은 군(Group I, 19례)과 자가수혈기를 사용했으나 동종 혈액을 수혈한 군(Group II, 15례), 자가수혈기를 사용해서 동종 혈액을 수혈하지 않은 군(Group III, 17례)으로 나누어 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 세 Group의 술전, 술중, 술후 Activated Clotting Time (ACT)은 차이가 없었다.
2. 혈색소치 및 적혈구용적은 세 Group에서 수술 직후부터 술후 3일째까지 감소한 후 다시 증가하여 수술 7일째는 정상치에 가까운 회복을 보였고, 세 Group에서 의의있는 차이는 없었다.
3. 혈소판은 수술 직후부터 세 Group에서 술전치의 50%까지 감소한 후 술후 3일째 부터 증가하여 술후 7일째는 술전치 이상으로 회복되었고, 세 Group에서 의의있는 차이는 없었다.
4. 백혈구는 수술 직후부터 세 Group에서 현저하게 증가한 후 술후 3일째 부터 감소하여 술후 7일째는 정상으로 회복되었고, 세 Group에서 의의있는 차이는 없었다.
5. 흉관을 통한 배액량은 Group I이  $543 \pm 121\text{ml}$ , Group II가  $809 \pm 201\text{ml}$ , Group III가  $631 \pm 147\text{ml}$ 로 Group II가 Group I보다 더 많았으나 ( $p < 0.05$ ) Group I과 Group III는 의의있는 차이는 없었다. 세 Group의 흉관 제거 시기는 차이가 없었다.
6. 자가수혈기 사용으로 53%(Group III, 17례)에서 동종 혈액을 수혈하지 않았고, Group I이  $1,116 \pm 219\text{ml}$ , Group II가  $791 \pm 183\text{ml}$ 를 수혈하여 자가수혈기의 사용은 동종 혈액 수혈량을 감소시키는데 의의가 있었다.
7. 자가수혈기 사용에 따른 혈액 응고 장애 및 합병증은 없었다.

## 참 고 문 헌

1. Bore JR. Transfusion associated hepatitis and AIDS; What is the risk? N Engl J Med 1987; 317:242-51

2. Tector AJ, Gabriel RP, Matericka WE, Oparah SS, Flemma RJ, Lepley D Jr. Reduction of blood usage in open heart surgery. Chest 1976; 70:454-7
3. Thurer RL. Blood conservation in cardiac operation. Mayo clin Proc 1988; 63:252-931
4. Hauer JM, Thurer RL, Dawson BR, etc. Autotransfusion. Amsterdam 1981; 1:152-4
5. Noon GP, Solis RT, Natelson EA. A simple method of intraoperative transfusion. Surg Gynecol Obstet 1976; 143:60-75
6. 최순호. 선택적 심장수술환자에서 고식적 혈액 보존방법. 대흉외지 1993; 26:108-14
7. Russel GN, Peterson S, Harper SJ, Fox MA. Homologous blood use and conservation techniques for cardiac surgery in the United Kingdom. Br Med J 1988; 297:1390-11
8. Lepore V, Redegran K. Autotransfusion of mediastinal blood in cardiac surgery. Scand J Thorac Cardiovasc Surg 1989; 23:47-9
9. John M, Toomasian JM, Schneidermann G, DeSmet GM, Bartlett RH. Evaluation of a new blood autotransfusion device. J Thorac Cardiovasc Surg 1986; 92:936-43
10. Glover JL, Broadie TA. Intraoperative autotransfusion. World J Surg 1987; 11:60-6
11. Boldt J, Kling D, von Bormann B, Zuge M, Scheld H, Hempelmann G. Blood conservation in cardiac operations: Cell separation versus hemofiltration. J Thorac Cardiovasc Surg 1989; 97:832-8
12. Orr MD, Blenko JW. Autotransfusion of concentrated, selected washed red cells from the surgical field: A biochemical and physiological comparison with homologous cell transfusion. Proceedings of Blood Conservation Institute 1978
13. 정경영, 조범구, 강면식, 송도숙. 개심술시 Cell Saver를 이용한 자가수혈의 효과. 대흉외지 1990; 23:260-7
14. Cosgrove DM, Loop FD, Lytle BW. Blood conservation in cardiac surgery. Cardiovasc Clin 1982; 12:165-75
15. Thurer RL, Hauer JM. Autotransfusion and blood conservation. Curr Probl Surg 1982; 19:98-156
16. 안옥수, 최병철, 이 섭, 허 용, 김병열, 이창호. 개심술시 자가수혈체계(Cell Saver)의 이용 효과. 대흉외지 1992; 25:1312-7
17. 구자홍, 권오우, 김창희, 김요한, 임창영, 채성수. 심혈관수술에서 Cell Saver를 이용한 자가수혈. 대흉외지 1993; 26:255-9
18. Schwieger IM, Gallagher CJ, Finlayson DC, Daly WL, Maher KL. Incidence of Cell-Saver Contamination During Cardiopulmonary Bypass. Ann Thorac Surg 1989; 48:51-3
19. Bland EA, Villarino ME, Arduino MJ, et al. Bacteriologic and endotoxin analysis of salvaged blood used in autologous transfusion during cardiac operation. J Thorac Cardiovasc Gurg 1992; 103:582-8