

역행성 자기혈액 충전법: 체외순환 중 동종적혈구 수혈량을 줄일 수 있는가?

임 청* · 손국희** · 박계현* · 전상훈* · 성숙환*

Retrograde Autologous Priming: Is It Really Effective in Reducing Red Blood Cell Transfusions during Extracorporeal Circulation?

Cheong Lim, M.D.*, Kuk-Hui Son, M.D.**, Kay-Hyun Park, M.D.*, Sanghoon Jheon, M.D.*, Sook-Whan Sung, M.D.*

Background: Retrograde autologous priming (RAP) is known to be useful in decreasing the need of transfusions in cardiac surgery because it prevents excessive hemodilution due to the crystalloid priming of cardiopulmonary bypass circuit. However, there are also negative side effects in terms of blood conservation. We analyzed the intraoperative blood-conserving effect of RAP and also investigated the efficacy of autotransfusion and ultrafiltration as a supplemental method for RAP. **Material and Method:** From January 2005 to December 2007, 117 patients who underwent isolated coronary artery bypass operations using cardiopulmonary bypass (CPB) were enrolled. Mean age was 63.9±9.1 years (range 36~83 years) and 34 patients were female. There were 62 patients in the RAP group and 55 patients in the control group. Intraoperative autotransfusion was performed via the arterial line. RAP was done just before initiating CPB using retrograde drainage of the crystalloid priming solution. Both conventional (CUF) and modified (MUF) ultrafiltrations were done during and after CPB, respectively. The transfusion threshold was less than 20% in hematocrit. **Result:** Autotransfusions were done in 79 patients (67.5%) and the average amount was 142.5±65.4 mL (range 30~320 mL). Homologous red blood cell (RBC) transfusion was done in 47 patients (40.2%) and mean amount of transfused RBC was 404.3±222.6 mL. Risk factors for transfusions were body surface area (OR 0.01, 95% CI 0.00~0.63, p=0.030) and cardiopulmonary bypass time (OR 1.04, 95% CI 1.01~1.08, p=0.019). RAP was not effective in terms of the rate of transfusion (34.5% vs 45.2%, p=0.24). However, the amount of transfused RBC was significantly decreased (526.3±242.3ml vs 321.4±166.3 mL, p=0.001). Autotransfusion and ultrafiltration revealed additive and cumulative effects in decreasing transfusion amount (one, 600.0±231.0 mL, two, 533.3±264.6 mL, three, 346.7±176.7 mL, four, 300.0±146.1 mL, p=0.002). **Conclusion:** Even though RAP did not appear to be effective in terms of the number of patients receiving intraoperative RBC transfusions, it could conserve blood in terms of the amount transfused and with the additive effects of autotransfusion and ultrafiltration. If we want to maximize the blood conserving effect of RAP, more aggressive control will be necessary - such as high threshold of transfusion trigger or strict regulation of crystalloid infusion, and so forth.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2009;42:473-479)

*분당서울대학교병원 흉부외과, 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

**고려대학교 의과대학 안암병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Korea University

†본 연구는 분당서울대학교병원 신임연구과제(과제번호 09-04-004)의 지원에 의해 수행되었음.

‡본 논문의 일부 내용은 대한흉부외과학회 제37차 추계학술대회에서 발표되었음.

논문접수일: 2009년 5월 20일, 논문수정일: 2009년 6월 3일, 심사통과일: 2009년 6월 4일

책임저자: 임 청 (463-802) 경기도 성남시 분당구 구미동 300, 분당서울대학교병원 흉부외과

(Tel) 031-787-7134, (Fax) 031-787-4050, E-mail: mluemoon@chollian.net

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

Key words: 1. Perfusion, retrograde
2. Hemodilution
3. Blood transfusion

서 론

심장수술은 체외순환 가동 직후에 과도한 혈희석으로 인한 교질삼투압의 저하로 인하여 조직내로 수분이 빠져나가 심각한 저혈압을 유발할 수 있으며[1] 이에 따라 동종혈액의 수혈이 증가할 수 있다[2]. 최근 수혈부작용에 대한 국민적 경각심의 고조와 이에 따른 헌혈의 감소 등으로 인하여 심장 수술 중 수혈량을 줄이기 위한 여러 가지 방법들이 사용되고 있는데 이중 대표적인 것이 역행성 자가 혈액 충전(Retrograde Autologous Priming, RAP)이다. 그러나 체외순환 중 수혈이 필요한 이유는 여러 가지가 있으며 수술 전 또는 마취 중 혈압변화를 제어하기 위한 과도한 수액주입 등으로 인한 혈희석도 그 이유중의 하나이다. RAP는 이미 많은 논문들에서 그 효과가 입증되고 있으나[3-6] 대부분 다양한 환자군으로 인한 교란변수의 영향을 배제할 수 없고, 수술 전, 중, 후를 모두 포함하여 분석되었기 때문에 균일한 환자군을 대상으로 하거나 체외순환 자체만으로 발생하는 수혈요구량에 대한 연구는 드물다. 이에 저자들은 체외순환기간에 발생한 동종적혈구 수혈만을 대상으로 하여 RAP의 효과를 살펴보고자 하였고 추가적으로 사용한 수술 중 자가수혈과 초여과법의 영향에 대하여도 분석하였다.

대상 및 방법

심장수술 중 수혈에 영향을 미치는 요인은 매우 다양하기 때문에 교란변수를 최소화하고 환자군의 균질성을 높이기 위하여 2005년 1월부터 2007년 12월까지 체외순환을 이용한 단독 관상동맥우회수술을 받은 117명의 환자를 대상으로 분석을 시행하였다. 남자는 83명, 여자는 34명이었고 평균연령은 63.9±9.1세(범위 36~83세)였다. 응급수술, 수술 전 적혈구용적률 28% 미만, 재수술, 좌심실 박출률 30% 이하, 뇌졸중의 과거력이 있는 환자들은 제외하였다. 이를 체외순환 직전 RAP를 시행 받은 62명의 실험군과 그렇지 않은 55명의 대조군으로 나누어 비교 분석하였다. 체외순환 중 동종적혈구 이외의 혈액제제 수혈이나 수술

후 중환자실 또는 병실에서 시행 받은 모든 종류의 수혈은 본 연구의 내용에 포함시키지 않았다. 동종적혈구 수혈의 기준은 적혈구용적률 20% 미만으로 하였다.

1) 체외순환 및 수술 중 자가수혈

저자들은 연구기간 중 일정한 체외순환법을 이용하였다. 모든 환자에서 원심침프를 사용하여 용혈로 인한 적혈구손실을 최소화하고자 하였고 혈성심정지액을 사용하여 과도한 혈희석을 막고자 하였다.

수술 중 자가수혈은 마취유도 후 체외순환 가동직전까지 동맥라인으로부터 혈액을 채취하여 citrate로 항응고제 처리된 수혈백에 보존하였다가 체외순환 이탈직후 재수혈하는 방법을 사용하였다. 수술 전 적혈구 용적률이 30% 이상인 경우에는 자가수혈을 시행하도록 노력하였으나 평균 60 mmHg 이하의 저혈압이 5분 이상 지속되는 혈액학적 불안정이 있는 경우에는 자가수혈을 중단하였다. 총 79예(67.5%)에서 자가수혈이 시행되었으며 평균 체혈량은 142.5±65.4 mL (범위 30~320 mL)였다.

2) RAP

RAP는 총 62예(53.0%)의 환자에서 시행되었고, 코넬대학교 뉴욕병원의 방법[3]을 변형하여 사용하였다. 이는 크게 세 단계로 나누어진다.

(1) 동맥라인: 충전액에 처음부터 알부민과 항생제를 섞을 경우 RAP과정에서 회로 밖으로 빠져나가게 되므로 두 차례에 나누어 충전을 시행하였다. 첫 단계의 충전은 하트만용액 1,000 mL와 Pentastarch 500 mL를 이용하였다. 충전액으로 사용한 하트만 용액의 비닐백을 산화기 퍼지선에 재순환 라인으로 연결하고 대동맥 삼관 후 대동맥관의 겹자를 서서히 풀면 라인에 환자의 동맥혈이 채워지면서 정질액이 비닐백으로 배출된다. 이때 산화기와 여과기 사이의 라인은 반드시 겹자를 시행하고, 환자 혈액은 여과기 수준 직전까지 채워지게 한다. 동맥라인에서 제거되는 정질성 충전액 용량은 150~200 mL 정도이다.

(2) 정맥라인: 정맥관의 겹자를 서서히 풀어 급작스런 혈액학적 변화를 막고 정맥혈로 산화기 직전 수준까지 회

Table 1. Preoperative and intraoperative variables

Variables	Total	RAP (N=62)	Control (N=55)	p-value
Sex (M : F)	83 : 34	40 : 22	43 : 12	0.104
Age (years)	63.9±9.1	63.8±8.8	64.0±9.4	0.902
BSA (m ²)	1.69±0.17	1.69±0.17	1.70±0.18	0.904
PreHCT (%)	34.4±3.7	34.4±4.0	34.5±3.5	0.860
CPB (min)	122.5±32.1	125.0±31.4	119.7±33.0	0.380
ACC (min)	99.9±28.7	103.4±27.1	93.4±30.0	0.068
AutoTF (mL)	142.5±65.4	141.7±63.9	145.0±71.3	0.847
RAP (mL)	377.1±148.1	377.1±148.1	-	-
CUF (liter)	1.28±0.91	0.99±0.71	1.53±0.99	0.003
MUF (liter)	0.67±0.26	0.68±0.28	0.65±0.21	0.647

M=Male; F=Female; BSA=Body surface area; PreHCT=Preoperative hematocrit; CPB=Cardiopulmonary bypass time; min=Minutes; ACC=Aortic cross clamping time; AutoTF=Autotransfusion; RAP=Retrograde autologous priming; CUF=Conventional ultrafiltration; MUF=Modified ultrafiltration.

로를 채운 뒤 다시 겸자로 잡고, 저혈조 수준이 100 mL 될 때까지 펌프를 가동하여 정질성 충전액을 제거한다. 정맥라인에서 제거되는 용량은 200~250 mL이다. 20% 알부민 200 mL, 이뇨제(furosemide), 항생제, NaHCO₃로 2차 충전을 시행한다.

(3) 저혈조와 산화기: 저혈조 수준 100 mL가 될 때까지 정질성 충전액을 제거한다. 저혈조와 산화기에서 제거되는 용량은 200~250 mL이다. 세 단계를 거쳐 제거되는 정질성 충전액의 총량은 550~700 mL 정도이다.

RAP 과정 중 수축기 혈압은 항상 100 mmHg 이상 유지 되도록 하였으며 혈압이 떨어지는 경우에는 phenylephrine 을 소량 사용하여 혈압을 유지하였다.

3) 초여과법

초여과법은 체외순환 도중 회로에 투석용 필터를 연결 하여 순방향으로 시행하는 통상적 초여과법(Conventional Ultrafiltration, CUF)과 체외순환 직후 프로타민을 주입하기 전, 별도의 회로에 투석용 필터를 연결하여 시행하는 변형 초여과법(Modified Ultrafiltration, MUF)을 사용하였다. 통상적 초여과법은 체외순환 가동 중 적혈구 용적량이 20% 이하로 떨어지는 경우 수혈보다 우선적으로 시행 하였고 그럼에도 불구하고 지속적으로 20% 이하가 유지 되는 경우에만 동종적혈구를 수혈하였다. 변형 초여과법은 체외순환 직후 저혈조의 혈액이 최저수준에 이를 때 까지 시행하여 자가혈액을 최대한 보존하고 조직 내 수분 저류를 최소화하는 한편, 혈액내의 염증성물질을 배출할 수 있도록 하였다.

4) 통계분석

통계 및 그래프 처리는 마이크로소프트 엑셀 프로그램 (Excel 2002, Microsoft Inc., Redmond, WA, USA)과 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하였고 연속변수의 경우 student t-test 또는 공분산분석(ANOVA)을, 비연속변수의 경우는 chi-square test를 조건에 맞게 사용하였다. 수혈 과 관련된 위험인자를 분석하기 위해서는 47명의 수혈군 과 70명의 비수혈군으로 나누어 단변량분석을 시행한 다음, 의미 있는 변수들(p>0.25)에 대해 로지스틱회귀분석 을 통한 다변량분석을 시행하였다. p값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 의미 있는 것으로 하였다.

결 과

RAP군과 대조군의 수술 전후 임상적 변수들은 Table 1 과 같다. 두 군간의 성별, 연령, 체표면적, 술전 적혈구용 적량은 차이가 없었고 체외순환 가동시간 및 대동맥 차단 시간도 차이가 없었다. 수술 중 자가수혈은 79예(67.5%)에서 가능하였고, 평균 채혈량은 142.5±65.4 mL (범위 30~320 mL)이었다. 자가수혈과 관련된 합병증은 없었다. RAP는 총 62예에서 시행되었고, RAP로 배설된 정질성 충전액의 총량은 평균 377.1±148.1 mL (범위 100~700 mL) 였다.

통상적 초여과법(CUF)은 96예(82.1%)에서 시행되었는데 RAP군에서 44예(71.0%), 대조군에서 52예(94.5%)가 시행되었다(p=0.001). CUF로 배설된 총량은 RAP군이 대조

Table 2. Transfusion requirements and changes in hematocrit before, during, and after cardiopulmonary bypass

Variables	Total	RAP (N=62)	Control (N=55)	p-value
PreHCT (%)	34.4±3.7	34.4±4.0	34.5±3.5	0.860
No. of patients transfused (%)	47 (40.2)	28 (59.6)	19 (40.4)	0.242
Amount of RBC transfused (mL)	404.3±65.4	321.4±166.3	526.3±242.3	0.001
CPB on	22.0±3.7	21.8±3.2	22.2±3.8	0.597
CPB off	23.2±3.4	23.0±3.1	23.4±3.7	0.568

RAP=Retrograde autologous priming; PreHCT=Preoperative hematocrit; RBC=Red blood cell; CPB on=HCT just after initiating cardiopulmonary bypass; CPB off=HCT just after terminating CPB and protamine reversal.

Table 3. Univariate analysis of risk factors for intraoperative red cell transfusion

Variables	Total	Transfusion (-)	Transfusion (+)	p-value
Sex (M : F)	83 : 34	62 : 8	21 : 26	<0.001
Age (years)	63.9±9.1	61.3±9.3	67.6±7.2	<0.001
BSA (m ²)	1.69±0.17	1.76±0.16	1.59±0.15	<0.001
PreHCT (%)	34.4±3.7	35.4±3.8	33.0±3.1	0.001
CPB (min)	122.5±32.1	117.3±30.4	130.2±33.3	0.034
ACC (min)	99.9±28.7	96.7±28.4	102.7±29.2	0.286
AutoTF (mL)	142.5±65.4	150.6±56.0	130.6±76.6	0.184
RAP (mL)	377.1±148.1	388.5±158.3	363.2±136.3	0.508
CUF (liter)	1.28±0.91	1.26±0.87	1.32±0.98	0.746
MUF (liter)	0.67±0.26	0.66±0.28	0.68±0.22	0.627

M=Male; F=Female; BSA=Body surface area; PreHCT=Preoperative hematocrit; CPB=Cardiopulmonary bypass time; min=Minutes; ACC=Aortic cross clamping time; AutoTF=Autotransfusion; CUF=Conventional ultrafiltration; MUF=Modified ultrafiltration.

군에 비해 의미있게 적었다(0.99±0.71 리터 vs 1.53±0.99 리터, p=0.003). 변형 초여과법(MUF)은 92예(78.6%)에서 시행되었는데 RAP군에서 60예(96.8%), 대조군에서 32예(58.2%)가 시행되었으나(p<0.001) 배설량은 두 군간에 차이가 없었다(0.68±0.28 리터 vs 0.65±0.21 리터, p=0.647).

RAP 후 체외순환을 가동한 다음 시행한 혈액검사서 적혈구 용적량은 평균 22.0±3.7%로 두 군간에 차이는 없었다(RAP: 21.8±3.2% vs 22.2±3.8%, p=0.597). 체외순환 종료 직전의 적혈구용적량은 평균 23.2±3.4%로 역시 두 군간에 차이는 없었다(RAP: 23.0±3.1% vs 23.4±3.7%, p=0.568) (Table 2).

체외순환 중 동종적혈구 수혈은 47예(40.2%)에서 시행되었으며 평균 수혈량은 404.3±222.6 mL였다. 수혈군과 비수혈군으로 나누어 시행한 단변량분석(Table 3)에서 수혈빈도와 관련된 위험인자는 여자, 수술 전 적혈구용적률이 32%보다 낮은 경우, 고령의 나이, 체표면적, 체외순환 시간 등이 유의한 것으로 나타났는데, 로지스틱 회귀분석을 이용한 다변량 분석(Table 4)에서는 체표면적(OR 0.01,

Table 4. Multivariate analysis of risk factors for intraoperative red cell transfusion

Variables	Odd ratio	95% confidence interval	p-value
Female gender	2.76	0.75 ~ 10.23	0.128
Older age	1.04	0.97 ~ 1.12	0.233
Larger BSA	0.01	0.00 ~ 0.63	0.030
Higher HCT	0.88	0.69 ~ 1.12	0.289
Longer CPB time	1.04	1.01 ~ 1.08	0.010
Longer ACC time	0.97	0.94 ~ 1.01	0.137
AutoTF	3.18	0.42 ~ 24.0	0.262
RAP	2.98	0.50 ~ 17.9	0.231
CUF	1.04	0.15 ~ 7.37	0.969
MUF	0.24	0.02 ~ 2.61	0.241

M=Male; F=Female; BSA=Body surface area; PreHCT=Preoperative hematocrit; CPB=Cardiopulmonary bypass time; min=minutes; ACC=Aortic cross clamping time; AutoTF=Autotransfusion; CUF=Conventional ultrafiltration; MUF=Modified ultrafiltration.

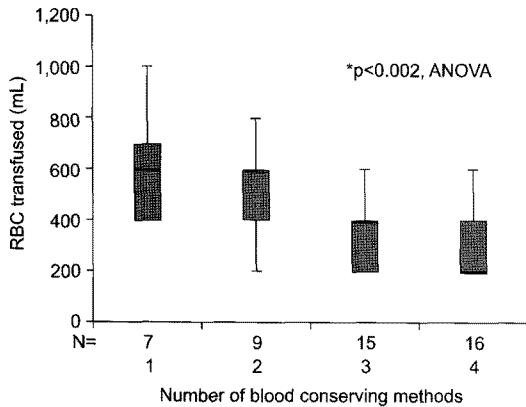


Fig. 1. Amount of transfused red blood cells according to the number of blood conserving methods among intraoperative auto-transfusion, conventional and modified ultrafiltration, and retrograde autologous priming. Note that the cumulative effect of adding each conservation methods. RBC=Red blood cell; ANOVA=Analysis of variance test; N=Number of patients enrolled.

95% CI 0.00~0.63, $p=0.030$)과 체외순환시간(OR 1.04, 95% CI 1.01~1.08, $p=0.019$)만이 유의한 위험요인으로 나타났다.

RAP는 수혈빈도를 감소시키는 효과는 없었지만(34.5% vs 45.2%, $p=0.24$), 수혈량은 통계적으로 의미있게 감소하였고(526.3 ± 242.3 mL vs 321.4 ± 166.3 mL, $p=0.001$) 자가수혈과 초여과법을 병합 적용할 경우 누적적으로 수혈량 감소효과가 있는 것으로 나타났다(한가지; 600.0 ± 231.0 mL, 두가지; 533.3 ± 264.6 mL, 세가지; 346.7 ± 176.7 mL, 네가지; 300.0 ± 146.1 mL, $p=0.002$) (Fig. 1).

고 찰

RAP는 1960년 Panico와 Neptune[7]에 의해 처음 제안된 후 1990년대 후반 Rosengart 등[4]에 의해 임상결과가 보고되면서 체외순환으로 인한 과도한 혈희석을 막고 수혈요구량을 감소시킬 수 있는 좋은 방법으로 알려져 왔다. 국내에서도 김경환[8]과 김진일 등[9]에 의해 좋은 결과가 보고되어 있다. 그러나 혈액보존효과가 없다는 연구결과도 적지 않아 아직까지 그 효과에 대한 논란은 끊이지 않고 있다[10-12]. 실제로 2007년 미국흉부외과학회와 심장마취학회가 공동으로 제안한 심장수술 중 수혈지침[13]에 따르면 RAP는 class IIb 및 level of evidence B로 분류되어

“not unreasonable”하다고 기술되어 있다. 역으로 말하면 아직 충분한 임상적 근거가 부족하다는 뜻인데, 2009년 발표된 Saczkowski 등의 메타분석논문[6]에 따르면 RAP의 혈액보존효과가 있지만, 특이하게도 수술 중 적혈구 수혈량의 감소효과는 없는 것으로 되어있다. 이는 mL가 아닌 단위를 기준으로 분석한 결과이며, 다른 혈액보존법과의 상관관계를 밝히지 않은 점에서 본 연구와는 차이가 있다고 생각된다.

심장수술은 전통적으로 다량의 수혈이 요구되는 것으로 인식되어 왔는데 이는 수술 후 과도한 출혈과 체외순환 중 필연적으로 발생하는 혈희석이 중요한 원인이다. 현재까지의 대부분의 연구는 수술 전, 중, 후를 모두 포함하여 다양한 교란변수의 영향을 완전히 배제하기 힘든 점이 있으나 본 연구는 순수한 체외순환 중에 발생하는 혈희석과 수혈에만 초점을 맞추어 분석한 점이 다르다고 할 수 있다.

체외순환 중 수혈에 영향을 미치는 요인으로는 여자, 고령, 저체중, 장시간의 체외순환 및 낮은 술전 적혈구용적량 등 기존에 알려진 위험요인들이 있음을 알 수 있었는데, 다변량분석결과 여자, 고령, 저체중, 낮은 적혈구용적량 등은 모두 체표면적과 관련된 교란변수인 것으로 나타나, 향후 작은체구의 고위험군 환자를 대상으로 한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구결과 RAP 한가지만으로는 수혈빈도 감소효과가 있다고 보긴 힘들었다. 가장 큰 이유는 RAP로 배액되는 정질액의 양이 적었다는 점이다. RAP의 배액량은 이론적으로 550~700 mL가 되어야 하나 저자들의 경험으로는 평균 377.1 ± 148.1 mL (범위 100~700 mL)에 그쳐서 RAP의 효과를 극대화하기 위해서는 좀 더 세밀한 운용으로 배액량을 늘리는 것이 필요할 것으로 생각된다. 그러나 환자의 안전과 활력징후 등을 고려할 때 어느 것이 더 유용한지에 관해서는 이견이 있을 수 있겠다. 저자들은 이러한 점을 보완하기 위하여 수술 중 자가수혈과 초여과법을 사용하였는데 비록 그 효과에 대해서는 몇 가지 논란이 있으나 적어도 수혈량을 감소시키는 데는 어느 정도 기여할 수 있음을 확인하였다. 수술 중 자가수혈, RAP, 통상적 초여과법과 변형 초여과법을 조합하여 사용할 경우 상승작용으로 수혈량이 감소되며 특히 네 가지 방법을 모두 적용할 경우에는 동종적혈구 수혈량이 1단위 이하로 줄어드는데, 만약 수혈기준을 20%에서 15%로 하향적용할 경우, 대부분의 경우에 수혈을 피할 수 있을 것으로 생각된다.

체외순환중 적절한 수혈기준에 관해서는 이견이 있으나 김건일 등[9]이 제시한대로 적혈구용적량 기준 15%로 적용하는 것은 과도한 혈희석으로 인한 조직산소공급의 장애와 뇌 및 신장등의 장기보호에 악영향을 미칠 수 있다는 점에서 주의해야 한다[14,15]. 저자들은 비교적 관대한 수혈기준을 적용하여 20%를 수혈기준으로 하였는데, 만약 과도한 혈희석으로 인한 중추신경계허혈이나 신장손상 등의 가능한 합병증의 위험을 감수하더라도 그 기준을 하향 적용한다면 수혈요구량을 더욱 더 감소시킬 수 있을 것으로 생각되지만 이는 환자의 안전을 고려해 볼 때 매우 신중하게 판단하여야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 후향적 연구라는 점에서 선택오류가 있을 수 있다는 점이다. 그러나 Table 1에서와 같이 대부분의 술 전 변수에 차이가 없고 대상 환자군이 비교적 균일한 단순관상동맥우회술을 시행받은 점, 체외순환 술기가 거의 변화가 없었다는 점 등을 고려하면 결과 해석에 큰 무리는 없을 것으로 본다. RAP군과 대조군에서 초여과법의 적용 빈도가 다른 것은 연구 기획단계에서 치밀하게 적용기준을 마련한 것이 아니고 혈액희석의 정도와 수술 중 수분균형을 고려하여 적용하였기 때문인데, 향후 다른 조건을 동일하게 맞추어 전향적 환자/대조군 연구를 시행하거나 propensity matching analysis 등을 통해 교란변수로서의 영향을 배제하는 방법이 고려되어야 하겠다.

결 론

본 연구의 결과 RAP는 체외순환 중 수혈빈도를 감소시키는 효과는 없었으나 수술 중 자가수혈, 초여과법 등을 추가적으로 적용할 경우 동종적혈구 수혈량을 감소시키는 효과가 있었다. 향후 동종적혈구 수혈기준이 되는 적혈구용적량을 하향적용하고 보다 적극적으로 정질성수액투여를 제한하는 등 세밀한 혈액보존전략을 사용한다면 동종적혈구 수혈 없이 시행하는 심장수술이 가능할 것으로 생각되며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. Mehlhorn U, Allen SJ, Davis KL, Geissler HJ, Warters RD, Rainer de Vivie E. Increasing the colloid osmotic pressure of cardiopulmonary bypass prime and normothermic blood cardioplegia minimizes myocardial oedema and prevents cardiac dysfunction. *Cardiovasc Surg* 1998;6:274-81.
2. DeBois W, Sukhram Y, McVey J, et al. Reduction in

- homologous blood transfusions using a low prime circuit. *J Extracorp Tech* 1996;28:58-62.
3. DeBois WJ, Rosengart TK. Retrograde autologous priming reduces blood use. *Ann Thorac Surg* 1998;66:987-8.
4. Rosengart TK, DeBois W, O'Hara M, et al. Retrograde autologous priming for cardiopulmonary bypass: a safe and effective means of decreasing hemodilution and transfusion requirements. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115:426-38; discussion 438-9.
5. Balachandran S, Cross MH, Karthikeyan S, Mulpur A, Hansbro SD, Hobson P. Retrograde autologous priming of the cardiopulmonary bypass circuit reduces blood transfusion after coronary artery surgery. *Ann Thorac Surg* 2002;73:1912-8.
6. Saczkowski R, Bernier PL, Tchervenkov CI, Arellano R. Retrograde autologous priming and allogeneic blood transfusions: a meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009;8:373-6.
7. Panico F, Neptune W. A mechanism to eliminate the donor blood prime from the pump-oxygenator. *Surg Forum* 1960; 10:605-9.
8. Kim KH. Effect of retrograde autologous priming in adult cardiac surgery for minimizing hemodilution and transfusion requirements. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;38: 821-7.
9. Kim KI, Lee WY, Kim HS, Kim S. Open heart surgery without transfusion. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 42:184-92.
10. Rousou J, Engelman R, Hack J, Deaton D, Garb J, Owen S. The "primeless pump": a novel technique for intraoperative blood conservation. *Cardiovasc Surg* 1999;7:228-35.
11. Eising GP, Pfauder M, Niemeyer M, et al. Retrograde autologous priming: is it useful in elective on-pump coronary artery bypass surgery? *Ann Thorac Surg* 2003;75:23-7.
12. Murphy GS, Szokol JW, Nitsun M, et al. The failure of retrograde autologous priming of the cardiopulmonary bypass circuit to reduce blood use after cardiac surgical procedures. *Anesth Analg* 2004;98:1201-7.
13. Ferraris VA, Ferraris SP, Saha SP, et al. Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery: the society of thoracic surgeons and the society of cardiovascular anesthesiologists clinical practice guideline. *Ann Thorac Surg* 2007;83:S27-86.
14. Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: Should current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125: 1438-50.
15. Karkouti K, Djaiani G, Borger MA, et al. Low hematocrit during cardiopulmonary bypass is associated with increased risk of perioperative stroke in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2005;80:1381-7.

=국문 초록=

배경: 역행성자가혈액충전(RAP)은 체외순환으로 인한 과도한 혈희석을 예방하여 심장수술과 관련된 수혈량을 줄일 수 있는 유용한 방법으로 알려져 있으나 그 효과에 대한 반론도 여전하다. 저자들은 RAP의 혈액보존효과를 분석하고 보조적 수단으로서 자가수혈과, 초여과법의 유용성을 알아보고자 하였다. 대상 및 방법: 2005년 1월부터 2007년 12월까지 심폐기를 사용한 단독 관상동맥우회수술을 시행한 117명의 환자를 대상으로 하였다. 평균나이는 63.9±9.1세(범위 36~83세), 남녀 성비는 83 : 34였고 RAP군은 62명, 대조군은 55명이었다. RAP는 체외순환 시작 전 동맥 및 정맥라인을 통해 정질성 충전액이 배액되도록 하였다. 초여과법은 체외순환 중 시행하는 고전적방법과, 체외순환 직후 시행하는 변형법을 적용하였다. 동종적혈구의 수혈기준은 적혈구용적량 20% 미만으로 하였다. 결과: 79예(67.5%)에서 수술 중 자가수혈을 시행하였고 채혈량은 평균 142.5±65.4 mL (범위 30~320 mL) 였다. 체외순환 중 동종적혈구 수혈은 47예(40.2%)에서 시행되었으며 평균 수혈량은 404.3±222.6 mL였다. 수혈의 위험인자는 체표면적(OR 0.01, 95% CI 0.00~0.63, p=0.030)과 심폐기 가동시간(OR 1.04, 95% CI 1.01~1.08, p=0.019)이었다. RAP는 수혈빈도를 감소시키는 효과는 없었지만(34.5% vs 45.2%, p=0.24), 수혈량은 통계적으로 의미있게 감소하였고(526.3±242.3 mL vs 321.4±166.3 mL, p=0.001) 자가수혈과 초여과법을 병합 적용할 경우 누진적으로 수혈량 감소효과가 있는 것으로 나타났다(한가지; 600.0±231.0 mL, 두가지; 533.3±264.6 mL, 세가지; 346.7±176.7 mL, 네가지; 300.0±146.1 mL, p=0.002). 결론: RAP는 체외순환 중 동종적혈구 수혈빈도를 감소시키지는 못했지만 수혈량은 의미있게 감소시키는 효과가 있었고, 자가수혈과 초여과법은 추가적인 수혈량 감소효과를 보였다. 체외순환 중 수혈빈도를 감소시키기 위해서는 수혈기준이 되는 적혈구용적량을 낮추고 정질성 수액의 투여를 제한하는 등의 적극적 노력이 필요할 것으로 생각된다.

- 중심 단어 : 1. 체외순환
2. 혈희석
3. 수혈