

소아 개심술시 변형 초여과법(Modified Ultrafiltration)의 효과

윤경찬*·이광숙*·유영선*·박창권*·최세영*·최대웅*

= Abstract =

Effect of Modified Ultrafiltration on Pediatric Open Heart Surgery

Kyeong Chan Yoon, M.D. *, Kwang Sook Lee, M.D. *, Young Sun Yoo, M.D. *
Chang Kwon Park, M.D. *, Sae Young Choi, M.D. *, Dae Yung Choi, M.D. *

Total body water is increased after cardiopulmonary bypass resulting in tissue edema and organ dysfunction. Ultrafiltration has been used to reduce this accumulation of water. We have carried out a prospective randomized study in 17 children undergoing open heart surgery, comparing modified ultrafiltration(MUF) with nonfiltered controls. MUF was carried out for about 10 minutes after completion of cardiopulmonary bypass to a hematocrit 36~42%. Blood loss, blood transfused, hemodynamics, and laboratory data were recorded for 24 hours postoperatively. The results were analyzed using Mann-Whitney U test, comparing controls(n=7) to ultrafiltered(n=10). There was no death in each group. The mean filtrate volume(ml/kg) was 42(30~68). Blood loss(ml/kg/24hr) was 14.5 mean(4.0~26.6) in controls versus 12.1 mean(6.0~21.5) in MUF(P>0.05); blood transfused(ml/kg/24hr) was 9.4 mean(6.0~36.3) in controls versus 3.4 mean(0~11.4) in MUF(P<0.05). There was rise in arterial blood pressure during MUF. Percent rise of systolic blood pressure was 4.2(0~11.7) in controls versus 19.8(7.0~36.9) in MUF(P=0.001). Percent rise of diastolic blood pressure was 10.0(1.6~20.8) in controls versus 30.6(5.8~73.3) in MUF(P<0.05). Platelet count, fibrinogen, and oncotic pressure rose after MUF. No complications directly attributable to the ultrafiltration were observed. Conclusively, MUF is safe, effective means of removing body water and beneficial to hemodynamics.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1998;31:1-6)

Kew word : 1. Ultrafiltration
2. Cardiopulmonary bypass

서 론

개심술시 저체온 및 혈액희석법을 이용한 체외순환은 염증반응으로 인한 모세혈관의 투과성 증가를 유발하여 조직의 총 수분 증가를 초래한다¹⁾. 특히, 심폐기 관류시간이 긴 경우나 저체중의 소아에서의 체외순환은 성인에 비하여 총

수분의 증가와 이로 인한 조직의 부종이 쉽게 유발되어진다²⁾. 이러한 과도한 체내 수분 축적은 주요 장기의 기능 이상을 초래할 수 있다³⁾.

초여과법은 1950년 신부전환자의 부종을 치료하기 위해 처음으로 임상에 적용되어 사용된 이후, 1976년 Romagnoli⁴⁾에

* 계명대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Keimyung University, School of Medicine, Taegu, Korea

† 본 논문은 1997년도 계명대학교 동산의료원 임상연구비 보조로 이루어졌음.

논문접수일 : 97년 6월 30일 심사통과일 : 97년 8월 21일

책임저자 : 이광숙, (700-310) 대구광역시 중구 동산동 194, 계명대학교 흉부외과학교실. (Tel) 053-250-7344, (Fax) 053-250-7370.

e-mail : kamje.kor.

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

의해 심폐기에 남아있는 혈액의 농축을 위해 사용되면서 성인 개심술에서 전통적 초여과법(conventional ultrafiltration)이 도입되어 술후 수분을 제거하는데 이용되었으나, 소아 개심술에서는 많은 양을 효과적으로 여과하기 힘들다는 제약점으로 널리 이용되지 못하였다. 최근에는 심폐기 이탈후 혈관내 혈액만을 여과해주는 변형 초여과법(modified ultrafiltration)의 여러 장점이 보고되고 있고, 소아개심술에 널리 이용되어지고 있다.

이에 계명대학교 흉부외과학 교실에서는 체외순환을 이용한 소아 개심술시 변형 초여과법이 심폐기능 및 환자회복에 미치는 영향을 전향적으로 조사하여 체외순환후 과도한 조직의 수분과 이로 인한 부작용을 최소화 하는데 도움을 얻고자 본 연구를 시도하였다.

대상 및 방법

계명대학교 흉부외과학교실에서는 1997년 1월부터 5월까지 선천성 심질환으로 개심술을 받은 소아환자중 17례를 대상으로 하였다. 변형 초여과법을 시행한 초여과군 10례와 시행하지않은 대조군 7례로 나누어 출혈량 및 수혈량, 혈액학적 변화, 혈액학적 소견, 술후 호흡기 이탈기간, 중환자실 재실기간 및 재원기간 등을 비교하였다.

체외순환은 모든환자에서 roller pump와 막성산화기를 이용하여 통상적인 방법으로 시행하였고, 체외순환중 헤마토크리트를 26~30%로 유지시켰다. 환자혈액의 여과는 Gambro FH66여과기(Gambro Dialystoren GmbH & Co.KG in 72373 Hechigen, Germany.)를 사용하였다. 여과기의 관류속도는 평균 150 ml/min로 유지하였고, 여과액 배출구에 흡인력은 적용하지않았다. 변형초여과법 실시중 우심방 압력 및 좌심방 압력을 관찰하여 환자의 전부하가 감소하는 경우에는 추가적으로 정맥저혈조에 있는 혈액을 보충하면서 헤마토크리트 40%를 목표로 여과시키고자 하였다. 혈액학적 변화의 관찰은 초여과군에서는 초여과를 시작하기전, 그리고 종료후 활력징후의 큰 변화가 없는 시점에서 수축기혈압, 이완기혈압, 중심정맥압, 맥박수 등을 측정하였고, 대조군에서는 체외순환 완료직후, 그리고 완료후 10~15분후 활력징후의 큰 변화가 없는 시점에서 혈액학적 변화를 측정하였다. 혈액학적 소견을 관찰하기위한 혈액채취는 초여과 시작전, 그리고 종료후 활력징후의 큰 변화가 없는 시점에서 실시하여 혈소판수, 파이브리노겐, 교질삼투압 등을 측정하였다.

결과분석을 위한 통계처리는 Mann-Whitney U test를 이용하여 P<0.05를 유의한 것으로 평가하였다.

Table 1. Summary of patient and operative data

Variable	MUF group	Control group
Age(month)	21.4 ± 5.4	25.1 ± 6.2
Body weight(kg)	11.2 ± 3.9	10.8 ± 4.2
Disease		
VSD	7	5
ASD	1	2
PAVSD	1	0
PA with IVS	1	0
TPT(min)	68.5 ± 33.7	52.0 ± 22.9
ACC(min)	37.9 ± 21.5	20.5 ± 12.4

MUF : Modified ultrafiltration

VSD : Ventricular septal defect

ASD : Atrial septal defect

PAVSD : partial atrioventricular septal defect

PA : Pulmonary atresia

IVS : Intact ventricular septum

TPT : Total pump time

ACC : Aortic cross clamp

결 과

초여과군의 평균연령은 21.4개월, 평균체중은 11.2 kg이었으며, 진단은 심실중격결손증 7례, 심방중격결손증 1례, 부분방실중격결손증 1례, 폐동맥판폐쇄증 1례였고, 대조군의 평균연령은 25.1개월, 평균체중은 10.8 kg이었으며, 진단은 심실중격결손증 5례, 심방중격결손증 2례였다(Table 1). 체외순환중 헤마토크리트는 초여과군이 25.7±2.05%, 대조군이 27.4±0.97%였고, 술중 저체온의 정도는 초여과군에서 평균 직장온도 29.9℃, 대조군에서 30.3℃로 유의한 차이가 없었다(P>0.05). 체외순환시간은 초여과군에서 68.5±33.78분, 대조군에서 52.0±22.97분으로 양군 간에 유의한 차이가 없었다(P>0.05). 초여과군에서 초여과의 시행은 체외순환 완료직후부터 평균 9.8분 시행하여 매 환아당 평균 42 ml/kg의 수액을 여과시킬 수 있었으며, 초여과 실시후 평균 헤마토크리트가 41.7%로 증가함을 관찰할 수 있었다.

1. 술후 출혈량 및 수혈량

술후 24시간동안의 흉관을 통한 출혈량은 대조군에서 14.5 ± 6.9 ml/kg/24hr에 비해 초여과군에서 12.1±5.6ml/kg/24hr으로 출혈량이 적었으나 양군 간에 유의한 차이는 없었다(P>0.05)(Fig. 1).

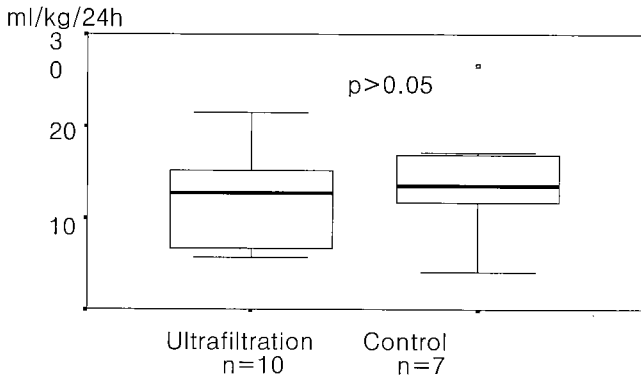


Fig. 1. Amounts of blood loss

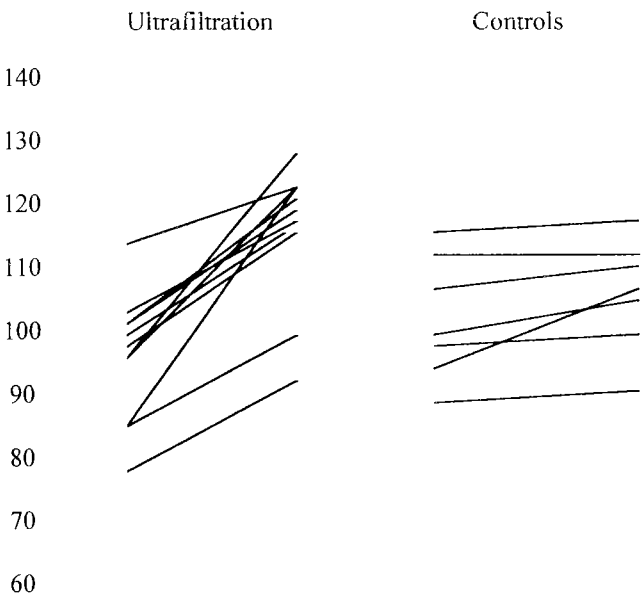


Fig. 2. Changes in systolic blood pressure occurring between the time when the patient is just weaned from cardiopulmonary bypass(CPB) until the end of the first 15 minute period after CPB. During this period the ultrafiltered patients have completed the period of ultrafiltration..

수혈량은 초여과군에서 평균 농축적혈구 3.4ml/kg/24hr, 대조군에서 평균 농축적혈구 9.4ml/kg/24hr를 수혈하여 초여과군에서 유의하게 적었다(P<0.05).

2. 혈액학적 변화

혈압의 변화를 살펴보면, 초여과군에서는 초여과를 시행하기 전에 비하여 모든 환자에서 수축기혈압과 이완기혈압의 증가를 보였다. 수축기혈압의 평균 증가율은 초여과군이 19.8±9.7%, 대조군이 4.2±3.7%로 초여과군에서 유의하게 증가하였고(P=0.001)(Fig. 2), 이완기혈압의 평균 증가율은 초

Table 2. Hemodynamics change

Variables	MUF group	Control group	P
% rise in systolic BP	19.8±9.7	4.2±3.7	0.01
% rise in diastolic BP	30.6±19.9	10.0±6.8	<0.05
% fall in CVP	22.4±9.9	7.2±5.0	0.001
% fall in HR	11.9±2.9	0.0±3.1	<0.0001

MUF : Modified ultrafiltration

BP : Blood pressure

CVP : Central venous pressure

HR : Heart rate

Table 3. Laboratory data

Variables	MUF group	Control group	P
Recovery of blood components(% recovery)			
platelet	48.6±21.2	27.1±10.4	<0.05
fibrinogen	157.6±51.0	109.0±20.5	<0.05
Percent rise in oncotic pressure	171.6±32.3	122.2±11.2	<0.05

MUF : Modified ultrafiltration

여과군이 30.6±19.9%, 대조군이 10.0±6.8% 로 초여과군에서 유의하게 증가하였다(P<0.05)(Table 2).

3. 혈액학적 소견의 변화

혈소판수, 파브리노겐, 교질삼투압 등의 변화를 살펴보면, 혈소판수는 초여과군에서 초여과 시작전에 비하여 48.6±21.2% 증가한 반면, 대조군에서 27.1±10.4%의 증가를 보여 초여과군에서 유의하게 증가하였고(P<0.05), 파브리노겐은 초여과군에서 157.6±51.0%, 대조군에서 109.0±20.5%의 증가로 초여과군에서 유의하게 증가하였다(P<0.05). 교질삼투압은 초여과군에서 171.6±32.2%, 대조군에서 122.2±11.2%의 증가를 보여, 초여과군에서 유의하게 증가함을 보였다(P<0.05)(Table 3).

4. 술후 호흡기

이탈기간은 초여과군에서 264.5±95.6분, 대조군에서 278.7±85.5분으로 유의한 차이가 없었고(P>0.05), 중환자실 재실기간은 초여과군에서 2.8±4.1일, 대조군에서 4.8±9.7일로 양군 간의 유의한 차이가 없었고(P>0.05), 재원기간은 초여과군에서 7.4±4.4일, 대조군에서 8.3±8.2일로 양군 간의 유의한 차이가 없었다(P>0.05)(Table 4).

Table 4. Clinical course

Variables	MUF group	Control group	P
Weaning time(min)	264.5 ± 95.6	278.7 ± 85.5	>0.05
ICU stay(day)	2.8 ± 4.1	4.8 ± 9.7	>0.05
Postoperative stay(day)	7.4 ± 4.4	8.3 ± 8.2	>0.05

MUF : Modified ultrafiltration

ICU : Intensive care unit

고 찰

초여과법에 대한 개념은 1928년 Brull³⁾에 의해 처음 제시되었고, 1950년초에 들어서 임상에 사용되기 시작하였다. 1970년대 성인 개심술에 이용되기 시작하였고⁶⁾, 1980년에 이르러서야 소아개심술에도 적용되기 시작하였다. 체외순환을 이용한 개심술시 야기되는 과도한 조직의 총 수분을 줄이기 위한 방법으로는 최적의 체외순환 운용(관류속도, 관류압, 혈관 확장제), 심폐기회로를 작게하는 방법⁷⁾, 심폐기 관류시 적혈구용적을 높게 유지하는 방법, 적절한 심폐기 충전액의 사용, 술후 이뇨제 및 복막투석의 이용, 항염증반응 제제의 사용, 초여과법의 사용 등이 있으며 최근 초여과법에 대한 연구와 발전이 이루어졌다. 초여과법의 기본원리는 반투막을 이용하여 혈액성분에서 선택적으로 수분과 저분자 성분을 분리하고자 하는 것이다. 초여과법이 혈액투석과 다른점은 투석물이 필요없으며 삼투압을 이용한 것이 아니고 수압차를 이용하여 여과한다는 점이다. 따라서 여과로(effluent side)에 음압을 적용함으로써 보다 효과적으로 수분이나 용질을 제거할 수 있다. 초여과법 적용시 여과되는 속도 및 성분 등은 transmembrane pressure, blood flow rate, depth of pores, number of pores, size of pores에 의해 결정되어진다. 혈액성분중 여과기를 통해 여과되는 성분은 분자량이 5000 dalton 크기의 성분까지 제거될 수 있다. 따라서 분자량이 1000 dalton 이하인 sodium, potassium, chloride, urea, creatinine, glucose등은 여과되기 쉬우나, albumin, hemoglobin, fibrinogen 등은 여과되지 않고 농축되어진다.

초여과법은 초여과기의 설치 및 초여과 사용방법에 따라 전통적 초여과법과 변형 초여과법으로 나눌 수 있다. 전통적 초여과법은 심폐기 관류중에서만 실시하기 때문에 심폐기 이탈후 생기는 과잉수분은 이뇨제나 복막투석등에 의존할 수 밖에 없다는 제한점이 있는 반면, 변형 초여과법은 환자를 직접 여과하기 때문에 매우 효과적이며, 정맥 저혈조에 의한 제한점이 없고, 여과법 적용시점을 필요에 따라 정할 수 있으며, 초여과법 적용시간을 원하는 만큼 조정할 수 있다는 장점이 있어 소아 개심술시 보다 안전하고 효율적으로

사용할 수 있다고 한다⁸⁾.

Magillan⁹⁾은 초여과법의 적응을 단순히 체내 수분제거에만 두지않고 1)술전 과도한 체내수분을 가진 환자에서 체외순환후 발생하는 수분축적을 예방해야할 경우, 2)체외순환시간이 2시간이상 지속될 경우, 3)정맥 저혈조에 과도한 혈액이 남거나, 헤마토크리트가 18%이하일 경우, 4)개심술후 열량섭취를 증가시키거나, 과도한 체내수분을 가진 환자에서 positive nitrogen balance를 유지해야할 경우, 5)이뇨제에 반응이 없는 환자에서 중등도의 심부전을 호전시켜야 할 경우 등으로 광범위하게 적용되기도 하였다.

체외순환후 체내 총 수분량의 변화와 변형 초여과법의 효과에 대한 보고로는, 술후 체내 총수분량을 측정된 결과 변형 초여과법을 실시한 군이 대조군에 비해 총 수분량이 평균 7% 이상 감소하였다고 보고하였고¹⁰⁾, Elliott¹¹⁾은 전통적 초여과법을 적용한 경우보다 변형 초여과법을 적용한 경우에서 보다 현저한 총 수분량 감소를 보였다고 한다. 변형 초여과법을 적용한 경우 흉관을 통한 출혈량과 수혈량의 감소에 관한 보고로는, 초여과법을 실시한 군이 출혈량과 수혈량 모두 적었다고 보고하였다^{10,11)}. 이러한 결과에 대해서는 여러 가지 원인으로 설명할 수 있는데 혈액농축 자체의 효과¹⁰⁾, 초여과에 의해 혈소판등의 혈액응고인자의 증가^{10,12)}, 초여과에 의해 thrombolytic agent의 제거¹⁰⁾로 설명될 수 있다. 저자들의 경우, 초여과 시작전에 비하여 혈소판수, 파브리노겐, 교질삼투압 등이 대조군에 비하여 초여과군에서 유의하게 증가함을 보였으나 출혈량에서 양군 간의 유의한 차이는 없었고, 수혈량은 초여과군에서 유의하게 적었다.

변형 초여과법 실시후 관찰되는 혈액학적 변화를 살펴보면 초여과법 적용시 전부하 감소로 인해 혈압강하가 우려되나 초여과 적용후 오히려 혈압상승을 관찰할 수 있다. 이러한 혈압상승에 관여하는 요인들로는 혈액농축에 따른 혈액점성도의 증가, 심근부종의 감소로 인한 심근기능의 향상, 체외순환중 발생한 toxic compound의 제거 등과 연관지어 설명할 수 있다. Elliott¹¹⁾의 연구에서는 초여과법 실시후 심박출계수와 혈압이 40%가량 증가하였다고 하였으며 이는 심근 수분의 감소로 심근의 수축력 향상, 특히 좌심실의 이완기 기능의 향상과 심근벽 두께의 감소의 결과로 보고하였다. 저자들의 경우 대조군에 비해 초여과군에서 수축기 및 이완기혈압이 각각 15%, 20% 증가함을 보였다. 최근 체외순환시 발생하는 염증반응 매개체 즉, tumor necrosis factor- α , cytokinine, interleukin, myocardial depressant factor 등이 초여과법을 실시함으로써 효과적으로 제거되어 개심술시 발생하는 재관류손상 억제효과를 유발하여 심기능이 향상된다고 보고하였다^{9,10)}. 변형초여과법 실시후 혈압상승과 심박출계수의 상승과 더불어 관찰되는 흥미로운 혈액학적 변화에 대한 보고로는 폐저항의 감소를 들 수 있다. 폐저항 감소의 기전은

정확히 밝혀진 바는 없으나, 초여과 실시중 폐수분의 감소뿐만 아니라 기온산화혈이 폐동맥으로 유입됨으로써 폐동맥 이완제로 작용하여 폐저항을 감소시킨다¹³⁾고 설명되어지는 데 특히, 소아개심술시 폐저항 상승은 술후 심각한 합병증을 유발하여 술후 환자관리에 많은 애로점이 있다는 점을 고려할 때 폐저항 감소는 큰 의미가 있다고 사료되어진다.

변형 초여과법 실시후 임상경과에 대한 보고로는, 술후 24 시간동안 사용한 강심제의 양과 소변량에 있어서는 큰 차이가 없었고 호흡기 이탈기간, 중환자실 재실기간 및 재원기간이 단축되었다는 보고¹⁰⁾가 있으나 저자들의 경우, 술후 호흡기 이탈기간, 중환자실 재실기간 및 재원기간에서 양군간의 유의한 차이가 없었다.

변형 초여과법 실시에 따른 부작용으로는, 발관시간이 다소 지연됨으로 인해 체중증 소아에서 대동맥삽입관의 폐색이 생겨 초여과를 만족스럽게 시행할수 없었다고 하였으며 짧은 시간에 과도한 여과로 인해 급작스런 저혈압이 동반되기도 하였다⁸⁾는 보고가 있고, 초여과기가 또하나의 혈액손상의 원인이 되어 백혈구감소증을 일으킨다는 보고⁹⁾가 있으나, 저자들의 경우 특별한 부작용의 발생은 없었다.

소아개심술에 적용한 변형 초여과법은 특별한 합병증 발생없이 수술직후 적절한 수분제거 와 혈압상승 등의 혈액학적 및 혈액학적 이득으로 환자회복에 상당한 기여를 하는 안전하고 효과적인 방법이라 사료되어진다.

결 론

본 논문에서는 개심술을 받은 17례의 소아환자를 대상으로 변형 초여과법을 시행한 초여과군 10례, 대조군 7례로 나누어 변형 초여과법의 효과를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 변형 초여과법을 시행한 초여과군과 대조군에서 흉관을 통한 출혈량에는 차이가 없었고, 수혈량은 초여과군에서 유의하게 적었다.
2. 초여과군에서 변형 초여과법을 시행한후 수축기 및 이완기혈압의 증가를 보였다.
3. 초여과군에서 대조군에 비해 혈소판수, 파이프리노젠, 교질삼투압의 증가를 보였다.
4. 초여과군과 대조군에서 호흡기 이탈기간, 중환자실 재실기간 및 재원기간에는 차이가 없었다.
5. 변형 초여과법 시행에 관련된 합병증은 없었다.

이상의 결과에서 소아 개심술시 변형 초여과법의 적용은 혈액학적 및 혈액학적 이득을 보여 심폐기능의 향상과 환자의 회복에 기여하는 방법이라 사료되어진다.

참 고 문 헌

1. Breckinridge DM, Digerness SB, Kirklin JW. *Increased extracellular fluid after open intracardiac operation.* Surg Gynecol Obstet 1970;131:53-6.
2. Brans YW, Dweck HS, Havis HB, et al. *Effect of open heart surgery on the body composition of infant and young children.* Pediatr Res 1981;15:1024-28.
3. Utley JR, Michalsky CB, Bryant LR, Mobin-Uddin K, McKean HE. *Determinants of myocardial water content during cardiopulmonary bypass.* J Thorac Cardiovasc Surg 1974; 68:8-16.
4. Romagnoli A, Hocker J, Keats A, Milan J. *External hemoconcentration after deliberate hemodilution. In abstract of the Annual Meeting of the American Society of Anesthesiologists.* Park Ridge, IL, American Society of Anesthesiologist, 1976, p296.
5. Brull L. *Realization de l'ultrafiltration in vivo.* C R Soc Biol 1928;99:1605-7
6. Elliott M. *Minimising the bypass circuit: rational step in the development of pediatric perfusion.* Perfusion 1993;8: 81-6.
7. Magillan DJ, Oyama C. *Ultrafiltration during cardiopulmonary bypass: laboratory evaluation and initial clinical experience.* Ann Thorac Surg 1984;37:33-9.
8. Naik SK, Knight A, Elliott M. *A successful modification of ultrafiltration for cardiopulmonary bypass in children.* Perfusion 1991;6:41-50.
9. Magillan DJ. *Indication for ultrafiltration in cardiac surgical patient.* J Thorac Cardiovasc Surg 1985;89:183-9.
10. Naik SK, Knight A, Elliott M. *A prospective randomized study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open heart surgery.* Circulation 1991;84(suppl 3):422-31.
11. Elliott M. *Ultrafiltration and modified ultrafiltration in pediatric open heart surgery.* Ann Thorac Surg 1993;56: 1518-22.
12. Nakamura Y, Masuda M, Toshima Y, et al. *Comparative study of cell saver and ultrafiltration nontransfusion in cardiac surgery.* Ann Thorac Surg 1990;49:973-8.
13. Naik SK, Elliott M. *Ultrafiltration.* In: Jonas RA, Elliott M. *Cardiopulmonary bypass in neonates, infants and young children.* 1st ed. London: Butterworth-Heinemann Ltd. 1994; 1558-72.

=국문초록=

체외순환을 이용한 개심술후 과도한 체내 수분 축적은 중요 장기의 기능 이상을 초래한다. 본 논문에서는 소아 개심술시 변형 초여과법을 적용하여 적절한 수분제거와 심폐기능에 미치는 효과를 관찰하기 위하여 개심술을 받은 17례의 환자를 대상으로 변형 초여과를 시행한 초여과군 10례와 대조군 7례로 나누어 그 효과를 비교 분석하였다.

초여과군에서 초여과의 시행은 체외순환 완료직후부터 평균 9.8분 시행하여 매 환자당 평균 42ml/kg의 수액을 여과시켜 초여과 실시후 평균 헤마토크리트가 41.7%로 증가함을 관찰할 수 있었다. 초여과군에서는 변형 초여과를 시행하기전에 비해 수축기 및 이완기혈압의 증가가 대조군에 비해 유의하게 높았다. 또한, 대조군에 비해 초여과군에서 혈소판등의 혈액응고인자의 보존효과도 높았으며 변형 초여과법 시행에 따른 합병증은 없었다. 이상의 결과에서 소아 개심술시 변형 초여과법의 적용은 혈액학적 및 혈액학적 이득을 보여 심폐기능의 향상과 환자의 회복에 기여하는 방법이라 사료되어진다.