

체외순환후 급성신부전에 대한 신대체요법의 임상적 검토

서경필* · 노준량* · 채 현* · 김용진*
안 혁* · 이정열* · 백완기*

—Abstract—

Clinical study on Renal Replacement Therapy for Acute Renal Failure following Cardiopulmonary Bypass

Kyung Phill Suh, M.D.^{*}, Joon Ryang Rho, M.D.^{*}, Hurn Chae, M.D.^{*}, Yong Jin Kim, M.D.^{*}
Hyuk Ahn, M.D.^{*}, Jeong Ryul Lee, M.D.^{*}, Wan Ki Baek, M.D.

Acute renal failure is a well known serious complication following open heart surgery and is associated with a significant increase in morbidity and mortality rate.

From 1984 to 1990, 33 patients who had acute renal failure following cardiopulmonary bypass received renal replacement therapy. PD(Peritoneal dialysis) was employed in 11 patients and CAVH(continous arteriovenous hemofiltration) was employed in 22 patients. Their age ranged from 3 months to 64 years(mean 25.5 ± 7.8 years).

The disease entities included congenital cardiac anomaly in 18, valvular heart disease in 15 and aorta disease in 2 cases. Low cardiac output was thought as a primary cause of ARF except two redo valve cases who showed severe hemolysis & depressed renal function preoperatively.

Mean serum BUN and creatinine level at the onset renal replacement therapy were 65 ± 8 mg /dl and 3.5 ± 0.4 mg /dl respectively, declining only after reaching peak level 7-10 days following the onset of therapy.

Overall hospital mortality was 72.7%(24/33) : 81%(9/11) in PD group and 68.2%(15/22) in CAVH group respectively.

The primary cause of death was low cardiac output & hemodynamic depression in all the cases. The fatal complications included multiorgan failure in 7, disseminated intravascular coagulation and sepsis in 6, neurologic damage in 4 and mediastinitis in 3 cases. No measurable differences were observed between CAVH and PD group upon consequence of acute renal failure and disease per se.

The age at operation, BUN/Cr level at the onset of bypass and highest BUN/Cr level and the consequence of low output status were regarded as important risk factors, det-

*서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

**본 논문은 1991년도 서울 대학교 병원 특진연구비 보조로 이루어졌음

etermining outcome of ARF and success of renal replacement therapy.

Thus, we concluded that although the prognosis is largely determined by severity of low cardiac output status and other organ complication, early institution of renal replacement therapy with other intensive supportive measures could improve salvage rate in established ARF patients following CPB.

서 론

개심술 후 초기발생되는 급성신부전은 치료하는데 어려움이 있을 뿐 아니라 많은 환자에서 경과중 간장과 신장 및 타 장기까지 장애를 초래할수 있으며 또한 감염과 미만성 혈관내 응고장애등의 병발을 일으킬수 있기 때문에 높은 사망율을 보이는 합병증들의 하나로 되어있다. 최고 31%까지 발생하는 것으로 보고되고 있다¹⁻⁹⁾.

신부전의 원인으로는 먼저 관류부족에 의한 신장의 허혈성 손상을 들 수 있으며, 그 밖에 체외순환에 의한 적혈구용혈 및 심폐기의 비맥동성 유동(non-pulsatile flow)의 영향을 들수 있겠다.

일단 펌프성 신부전이 확실해지면 수분 및 전해질의 조절과 대사물의 배설을 위한 신대체요법(renal replacement therapy)이 필요하게 되는데 신대체요법은 크게 투석 및 혈액여과로 대별되어진다.

저자들은 개심술후 신부전으로 복막투석이나 연속동정맥혈액여과를 시행하였던 환자들을 대상으로 임상분석을 시행하여 각각의 방법의 장단점을 비교하고, 이를 토대로 신부전 치료의 향상을 꾀하고자 하였다.

대상 및 방법

1984년 부터 1990년까지 서울대학병원에서 개심술 후 발생한 신부전으로 신대체요법을 시행한 환자 33명을 대상으로 하였다.

이 중 복막투석을 시행하였던 환자가 11례였으며 연속동정맥혈액여과를 시행하였던 환자는 22례였다. 연령 분포는 3개월부터 최고 64세까지로 평균 25.5 ± 7.8 세였으며, 복막투석 환자와 연속동정맥혈액여과의 평균연령은 각각 17.4 ± 13.4 세 및 29.5 ± 9.1 세였다(표 1). 환자들의 체중은 3.1kg 부터 65kg 사이로 평균 30.7 ± 3.6 kg이었으며 10kg 이하의 소아들이 7례를 차지하였다.

Table 1. Age distribution

	Mean \pm SE (years)	Range
PD(n=11)	17.4 \pm 13.4	3months - 63years
CAVH(n=22)	29.5 \pm 9.1	3months - 64years
Total(n=33)	25.5 \pm 7.8	3months - 64years

남자환자가 18례, 여자환자가 15례였으며 환자들을 진단별로 분류해 볼때 표 2와 같다.

또한 복막투석을 시행하였던 환자 11례중 8례는 선천성 환자로 대부분의 복막투석이 선천성 심질환 환자들에게 행하여졌음을 알 수있다.

선천성 심질환 환자 중 "other complex anomalies" 4례는 각각 심실중격결손을 동반한 폐동맥 폐쇄증(PA with VSD) 1례, 완전방실중격결손에 활로 4정증이 동반된 례(complete ECD+TOF)가 1례, 교정형 대혈관전위증에 완전방실중격결손과 폐동맥 협착이 동반된 례(corrected TGA+complete ECD+PS)가 1례, 역시 교정형 대혈관전위증에 양대혈관 우심실 기시증 및 폐동맥 협착이 동반된 례(corrected TGA+DORV+PS)가 1례씩이었으며 이중 폐동맥 폐쇄증 환자에서 Rastelli술식을 시행하였으며, 교정형 대혈관전위증에 완전방실중격결손과 폐동맥 협착이 동반된 례와 역시 교정형 대혈관전위증에 양대혈관 우심실 기시증과 폐동맥 폐쇄가 동반된 례에서 각각 Fontan 술식을 시행하였다. 단심실증 환자 3례 전 례에서 역시 Fontan 술식을 시행하였으며, 대혈관전위증 환자 2례에서는 각각 Mustard와 Senning 술식을 시행하였다.

선천성 심질환 환자 중 재수술은 모두 4례였는데, 방실중격결손증 교정술 후의 재수술이 2례로 1례는 잔존심실중격결손과 방실판막의 폐쇄부전으로 잔존심실중격결손의 봉합과 방실판막성형술을 시행하였고 다른 1례는 1차수술시 집어넣은 승모판인공판막의 부전으로 인공판막 재치환을 시행하였으며 교정형 대혈관전위증에서 심실중격결손수술후 방실판막의 폐쇄부전

Table 2. Operative Diagnosis & treatment.

	PD	CAVH	Total
Congenital	8	10	18 (54.4%)
UVH	3	0	3
dTGA	1	1	2
TOF	1	1	2
VSD	0	2	2
Critical PS	1	0	1
Other complex anomalies	2	2	4
Redo operations	0	4	4
Acquired	3	12	15 (45.5%)
Valvular heart disease	3	10	13
Single valve	2	3	5
Double valve ≥	0	4	4
Redo valve	1	3	4
Aortic dissection	0	2	2
Total	11	22	33

의 악화로 방실판막성형술을 시행한 레와 양대혈관 우심실기시증에 총폐정맥환류이상 동반된 레로 교정술 시행 후 폐정맥유입부의 협착으로 재수술이 필요하였던 경우가 각 1례씩으로 판막수술이 대부분을 차지하였다.

후천성 심질환의 경우 판막질환이 대부분을 차지하였는데, 판막 재치환은 모두 4례에서 시행하였으며 심내막염 1례를 제외하고는 인공판막부전(prosthetic valve failure)이 재치환의 이유였다.

대동맥해리증환자가 2례 있었는데 모두 급성 DeBakey type I으로 도관을 이용하여 상행대동맥 대체술을 시행하였다.

술 후 신부전의 원인으로는 인공판막 대체술 후 생긴 판막주위 누출과 인공판막부전에 의한 용혈로 이미 신기능 저하가 와 있던 환자에서 판막 재치환술을 시행한 2례의 경우를 제외하고는, 합병된 후 미만성 혈액내 응고장애(Disseminated intravascular coagulation)와 다발성 장기부전(multiorgan failure)으로 진행된 경우였다.

신대체요법 설치는 소변량의 감소, 혈중 요소 및 크레아티닌치의 상승, 수분의 과다 및 전해질의 불균형, 특히 칼륨의 상승여부에 따라 결정하였는데, 술 후 1일에서 최고 31일 까지로 평균 5.5 ± 1.7 일로, 이 중 술 후 생긴 종격동염에 병발된 신부전 2례를 제외하면 술 후 1일에서 7일 사이로 평균 3.1 ± 0.5 일 이었다.

술전 혈중 요소 및 크레아티닌 치는 평균 23±

2mg/dl와 1.2 ± 0.1 mg/dl로 판막 대체술후의 용혈로 신 기능이 떨어져 있던 2례를 제외하고는 모두 정상범위 내에 있었으며, 신대체요법 시작 혈중 요소 및 크레아티닌 치의 평균은 각각 65 ± 8 mg/dl 및 3.5 ± 0.4 mg/dl 였다.

결 과

신대체요법을 시행한 환자 33례 중 24례가 사망하여 병원사망율은 72.7%였다. 복막투석의 경우 11례 중 9례가 사망하였고, 연속동정맥여과의 경우 22례 중 15례가 사망하여 각각 병원사망율 81.8% 및 68.2%로 복막투석의 경우 약간 높은 사망율을 보였으나 통계적 의의는 없었다.

사망환자 전례에서 저심박출증이 병발되어 있었는데, 직접 사망원인으로 저심박출증이 다발성 장기부전 및 호흡부전에 의한 저산소증 상태로 진행한 레가 7례, 종격동염 2례를 포함하여 패혈증 및 미만성 혈관내 응고장애를 보인 레가 6례, 신경손상에 의한 뇌사가 4례였으며 나머지는 모두 저심박출증 자체가 직접 사망원인으로 생각되었다.

복막투석을 시행하였던 환자 1례에서 카테터의 위치불량이 그 원인으로 생각되는 작동불량으로 다시 혈액여과를 시행하였으며 연속동정맥혈액여과를 시행한 환자 5례에서 회로의 폐쇄로 인한 재 설치가 필요하였다. 또한 연속동정맥 혈액여과를 시행한 환자들 중 5

래에서 미만성 혈액내 응고 장애 및 패혈증 증세를 나타냈으나 이는 연속동정맥여과에 의한 합병증이라기 보다는 저심박출증 자체의 진행과정의 하나로 보는 것이 타당하겠다. 그의 신대체요법에 연관된 합병증으로 는 특기할 것이 없었다.

생존군에서의 신대체요법 시행기간은 4일에서 23일 사이로 평균 12.5±3.4일 이었으며 또한 중환자실 체류일수 및 술후 입원일수는 각각 26.0±2.1일 및 33.7±7.3일이었다.

시간경과에 따른 혈중 요소 및 크레아티닌 농도는 표 3과 같이 신대체요법에도 불구하고 계속 증가하는

양상을 보이다가 대체요법 시행 후 10일에서 14일 사이를 고비로 하향곡선을 그리고 보통 21일이 경과하여 야 정상수준으로 회복되었다. 소변량의 증가는 신대체요법 시작 후 2일 부터 10일 사이에 관찰되었으며 평균 6.3일 이었다.

환자들은 사망군과 생존군으로 나누어 비교하였을 때(표 4) 사망군에서 더 낮은 연령분포를 보였으며, 특히 5세이하의 환자들은 전체가 사망하여 생존군과 현저한 차이를 보였다.

혈중 요소 및 크레아티닌 치를 비교해 보았을 때 신대체요법 시작 시의 최대 요소및 크레아티닌 수치가

Table 3. Change of blood urea nitrogen & creatinine in survivors(n=9).

	renal replacement therapy								
	day 0	day 1	day 2	day 4	day 7	day 10	day 14	day 21	day 28
BUN(mg /dl)	62±10	74±21	58±4	73±21	90±23	140±16	106±8	45±12	25±9
Cr(mg /dl)	3.9±0.4	4.8±0.9	3.5±0.5	4.3±1.1	4.4±1.1	5.3±0.6	4.8±0.3	2.8±1.7	1.7±0.6

Table 4. Comparison of variables between survivors and non-survivors.

	Survivors(n=9)	Non survivors(n=24)	p value
Age(yr)	38.5±5.5	20.6±2.1	<0.05*
Age ≤ 5 yrs(n=11)	0%(0/11)	100%(11/11)	<0.001**
Pump time(min)	166±19	173±24	NS*
Ischemic time(min)	82±25	92±14	NS*
Complications			
Postop balloon	0	2	
Reoperation	1	3	
Sepsis	0	6	
Arrhythmia	1	6	
Mediastinitis	1	2	
Respiratory failure	0	4	
DIC & multiorgan failure	0	6	
Neurologic damage	0	4	
More than one complication	22.2%(2/9)	83.3%(20/24)	<0.05**
BUN(mg /dl)			
Preop	21±3	24±2	NS*
Postop	26±6	22±3	NS*
On CAVH /PD	62±10	72±8	<0.05*
Highest	140±16	165±24	<0.1*
Creatinine(mg /dl)			
Preop	1.2±0.3	1.4±0.2	NS*
Postop	1.3±0.3	1.2±0.1	NS*
On CAVH /PD	3.9±0.4	3.3±0.3	<0.1*
Highest	5.3±0.6	6.5±0.8	<0.1*

*Wilcoxon's rank sum test

**Fisher's exact test

Table 5. Comparison of variables between PD group and CAVH group..

	PD group(n=11)	CAVH group(n=22)
Age(yr)	17.4±13.4	29.5±9.1
Age ≤ 5 yrs(n=11)	6	5
Wt(kg)	21.8±5.9	35.0±4.2
Wt ≤ 10kg(n=7)	2	5
Disease entities		
Congenital	8	10
Valve disease	3	12
Aorta disease	0	2
Cx following PD /CAVH		
Sepsis	2	7
DIC	2	6
Hepatic failure	2	6
Respiratory failure	2	5
Mediastinitis	0	1
Neurologic Cx	0	1
Mortality	81%(2/11)	68.2%(15/22)

Cx : Complication

Wt : weight

통계적으로 유의한 차이를 보여서 신대체요법의 시작 시기가 신부전의 예후에 중대한 영향을 미칠 수 있음을 시사하였고, 신부전 외에 하나 이상의 다른 합병증이 발생한 경우는 사망군과 생존군에서 각각 83.3% 및 22.2%로 현저한 차이를 보여서 상기 환자들의 예후는 신부전 그자체보다 신부전의 원인이 되는 저심박출증의 진행여부 및 경과에 크게 좌우됨을 시사하였다.

투석요법군과 연속동정맥 혈액여과군을 비교해 보았을 때(표 5), 소아연령에서 투석요법이 비교적 많이 시행되었으며, 대체요법 시행 후의 신부전 및 다른 장기부전의 합병 및 경과에 대해서는 별다른 차이점을 발견할 수 없었다.

고 안

개심술 후의 신부전은 수술 후 높은 사망율을 보이는 치명적인 합병증들 중의 하나이다. 급성 신부전은 혈중 크레아티닌치를 측정하여 신장기능이 정상 상태에 비하여 50%이상 감소하는 경우로 정의되며, 이는 혈중 크레아티닌치가 매일 0.5-1.0mg/dl 이상씩 급격히 증가하거나 소듐의 분율배설(fractional excretion)이 1%이상, 또는 요중소듐 농도가 20mEq/L 이상인 경우로, 尿沈渣(urine sediment)에서 과립상 원주(granular cast), 상피성 원주(epithelial

cast) 또는 세포 파편(cell debris) 등을 흔히 수반한다¹⁰⁾.

개심술 후 급성 신부전의 발생율을 문헌에 따라 5%에서 최고 31%까지 상당한 차이를 보이며¹⁻⁹⁾, 이는 발생율 자체의 차이 보다는 급성 신부전의 정의의 차이에 기인하는 것으로 생각되어지는데, 보통 중증인 경우(혈중 크레아티닌치 5.02mg/dl 이상)가 2-5%, 경증인 경우가(혈중 크레아티닌치 1.5-2.5mg/dl)가 21% 정도에서 발생하는 것으로 보고 되고 있다²⁻⁵⁾.

사망율은 중증 신부전의 경우 90%에 달하며, 경증 또는 중증도의 신부전의 경우에도 10-20% 이상의 사망율을 보여 수술 후 신부전이 합병되지 아니한 일반적인 개심술의 사망율과 큰 차이를 보이고 있다¹⁰⁾.

체외순환 후의 신부전의 원인으로는, 먼저 관류부족에 의한 신장의 허혈성 손상을 들 수 있으며, 그 외에 체외순환에 의한 용혈과 자유헤모글로빈(free hemoglobin)의 영향 및 심폐기의 비동맥성 유동(non-pulsatile flow)의 영향을 생각할 수 있다¹¹⁾.

아직까지 논란의 여지는 많으나¹⁴⁻¹⁶⁾, 심폐기의 비동맥성 유동은 혈관운동긴장(vasomotor tone)을 증가시키며 이에 따른 신장의 구심성소동맥(afferent arteriole)의 수축이 수술 후의 신기능 이상의 주 원인으로 작용할 수 있는 것으로 보고되고 있으며^{12,13)}, 또한 Watkins등¹⁷⁾은 비맥동성 유동 체외순환시 혈중 Ang-

iotenisin II의 농도가 증가함을 증명하였다.

이와는 반대로 최근 들어 체외순환기법의 발전과 더불어 체외순환 자체는 신기능에 별 다른 영향을 미치지 않으며 신부전을 유발하는 가장 중요한 요소는 수술전후의 심장기능 상태이며, 신부전의 예후 역시 수술후의 심장기능의 회복에 달려 있다는 보고들이 많이 나오고 있으며^{4,18,19)}, 저자들의 경우도 역시 신부전 환자들의 예후는 신부전 그 자체와 신부전에 대하여 어떤 대체요법을 시행하였나 보다는 신부전의 원인이 되는 저 심박출증의 경과 및 다른 장기부전의 합병에 크게 좌우됨을 시사하였다.

감염 및 이에 따른 패혈증이 주요 직접사망원인으로 알려져 있으며 Bhat등⁵⁾은 혈중 크레아티닌치가 6mg/dl이상 상승한 군에서 급격히 사망률이 증가한다고 하였으며 Back등²⁵⁾은 예후는 주로 꺾노의 정도에 따라 결정된다고 하였다.

여러가지 예방조치에도 불구하고 일단 꺾노성 신부전이 확실해지면 수분 및 전해질의 조절과 대사물 및 신독성물질의 배설을 위한 신대체요법(renal replacement therapy)이 필요하게 된다. 신대체요법은 크게 혈액투석, 복막투석 및 연속동정맥혈액여과로 나누어 지는데, 어떤 요법을 사용하던지 간에 조기 대체요법을 시행하여 신부전의 합병증을 막는것이 예후를 향상시키는 것으로 알려져 있으며¹¹⁾ 본 연구도 신대체요법 시작시의 혈중요소 및 크레아티닌 수치가 생존군과 사망군에서 유의한 차이를 보여 신대체요법의 시작시기가 신부전의 중대한 영향을 끼침을 시사하였다.

혈액투석은 단시간 내에 효과적으로 독성대사물질을 제거하며 수분과 전해질의 불균형을 교정할 수 있는 반면 급격한 혈관내용적(intravascular volume) 변화로 혈류역학적 불안정(hemodynamic instability)을 초래할 수 있다. 체외순환 후의 신부전 환자들의 거의 대부분이 저심박출증이 합병되어 있음을 고려할 때 혈액투석이 개심술후의 적절한 신대체요법으로 생각되어지지 않으며, 본 연구도 혈액투석에는 1례도 포함되어 있지 않다.

혈액여과(hemofiltration) 또는 연속동정맥혈액여과(CAVH: continuous spontaneous arteriovenous hemofiltration)은 비교적 최근에 개발된 요법으로²⁰⁾, 처음에는 체외순환후의 혈액회색의 교정에 사용되다가 점차 체외순환후의 신부전 치료에 쓰이게 되었다²¹⁾. 혈액여과의 장점은, 먼저 혈액여과로 제거되는 질

소의 90% 이상이 요소질소(ureanitrogen)이며, 둘째 혈중 백혈구 숫자 및 보체(complement) 농도를 감소시키지 않으며, 셋째 비교적 저용량의 헤파린을 사용하므로 출혈의 위험이 줄어든다는 점 외에 여러 장점이 있으나 무엇보다도 큰 장점은 혈액내 용적(int-ravascular volume)의 변화가 급격하지 않아, 혈류역학적 안정(hemodynamic stability)을 유지할 수 있다는 점이다. 필터의 종류에 따라 차이는 있지만 보통 50,000 dalton 이하의 용매는 여과가 되는 것으로 알려져 있는데, 혈액여과시 약물의 혈중농도에 대한 연구가 충분치 않아 약물의 적정투여량을 결정하기 어려운 점과 일정수준 이상의 혈압이 유지되어야만 혈액여과가 가능한것이 그 단점이라 하겠다.

복막투석은 주로 소아 연령에서의 신대체요법으로 많이 이용되고 있는데 다른 두 방법에 비해 능률이 좀 떨어지기는 하지만 간단히 시술할 수 있으며, 전신 항응고제의 투여가 필요하지 않으며, 환자의 혈류역학에 거의 영향을 미치지 않고, 혈압이 낮아도 시행할 수 있는 장점이 있다. 또한 대부분의 약제가 복막투석을 통하여 제거되지 않기 때문에 투약용량의 조절이 필요하지 않다.

복막투석의 단점은 다른 두 방법에 비하여 능률이 떨어지며, 급성복막투석(acute PD)의 경우 감염의 위험이 높아 장기간 시행할 수 없으며, 복부팽만으로 인한 폐기능의 저하를 피할 수 없다는 것으로, 따라서 복막내 감염이 의심되거나, 미만성 혈관내용고, 당뇨, 홍반성 낭창(lupus erythematosus)등과 같이 복막의 청소율(clearance)이 떨어져 있는 경우 및 폐기능이 저하되어 있는 경우의 복막투석은 금기로 되어 있다²²⁻²⁴⁾.

저자들은 1986년부터 연속동정맥혈액여과를 처음 사용하기 시작하였는데 주로 소아 연령층에서 적절한 혈압 및 혈류유지의 어려움으로 여과기능저하 및 여과 회로내의 폐쇄를 자주 경험한 이후 특별한 금기사항이 없는한 소아 연령에서 복막투석, 성인에서는 혈액여과를 신대체요법으로 사용하는 것을 원칙으로 하고 있는 바, 본 연구에서 복막투석군에서 더 높은 사망율을 보인 것은 대체요법의 종류 때문이라기 보다는 복막투석이 주로 소아 연령층에서 시행되어진 것이 그 원인으로 생각된다.

특히 최근 영유아 수술이 증가하면서 동맥전환술과 같이 술후 전신심실(systemic ventricle)의 적응

(training)이 필요한 수술의 수술 후 관리로, 강심제를 피하고 혈관확장제를 다량 사용하여 후부하(afterload)를 감소시키고 복막투석을 병행하여 고무적인 결과를 얻고 있다.

아울러, 조기 신대체요법의 실시와 함께, Abel등이 지적하였듯이²⁶⁾ 충분한 영양공급을 통하여 요소질소의 생성을 감소시키고 양성질소균형(positive nitrogen balance)을 유지함으로써 신부전의 대사성 합병증을 예방하고 환자의 생존율을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

1. 서울대학교병원 흉부외과학 교실에서는 1984년부터 1990년사이 체외순환 후의 급성 신부전환자 33례에서 신대체요법을 시행하였다.
2. 선천성 심질환이 18례였으며, 후천성 심질환으로 심장판막질환이 15례, 대동맥질환이 2례를 차지하였다.
3. 복막투석이 11례, 연속동정맥혈액여과가 22례에서 시행되었으며 대부분의 복막투석이(8례) 선천성 심질환환자에서 시행되었다.
4. 31례에서 저심박출증이 신부전의 원인으로 생각되었으며 다발성 장기부전과 패혈증 및 미만성 혈관내 응고장애로 진행한례가 각각 7례 및 6례 였다.
5. 신대체요법 시작 시의 평균 혈중요소질소 및 크레아티닌치는 각각 $65 \pm 8 \text{mg/dl}$ 및 $3.5 \pm 0.4 \text{mg/dl}$ 였다.
6. 전체 병원 사망율은 72.7% 였으며 복막투석군의 사망율은 81%, 혈액여과군의 사망율은 68.2% 였다.
7. 평균 신대체요법 시행일수는 12.5 ± 3.4 일이었으며 소변량의 증가는 평균 6.3일에 관찰되었으며, 혈중요소질소 및 크레아티닌치는 신대체요법 시행후 평균 10일-14일 사이에 감소하였다.
8. 복막투석군과 혈액여과군을 비교해 보았을 때 대체요법 시행 후 신부전의 경과 및 다른 장기부전의 합병과 경과에 대해서 별다른 차이점을 발견할 수 없었다.
9. 수술환자의 연령, 신대체요법 시작 시의 혈중요소질소 및 크레아티닌치와 최고 혈중요소질소 및 크레아티닌치, 수술 후 저심박출증의 경과 및 합병이 주요

위험인자로 생각되었다.

REFERENCES

1. Yeboah ED, Petrie A, Peard JL : *Acute renal failure and open heart surgery. Br Med* 1 : 415, 1972
2. Able RM, Wick J, Beck CH, Buckley MJ, Austen WG : *Renal dysfunction following open-heart operations. Arch Surg* 108 : 175, 1974
3. Abel RM, Buckley MJ, Austen WG, Barnett GO, Beck CH, Fischer JE : *Etiology, incidence, and prognosis of renal failure following cardiac operations : results of a prospective analysis of 500 consecutive patients. J Thorac Cardiovasc surg* 71 : 323, 1976
4. Abel RM, Buckley MJ, Austen WG, Barnett Go., Beck CH, Fischer JE : *Acute postoperative renal failure in cardiac surgical patients. J Surg Res* 20 : 341, 1976
5. Bhat JG, Gluck MC, Lowenstein J, Baldwin DS : *Renal failure after open heart surgery. Ann Intern Med* 84 : 677, 1976
6. Mcleish KR, Loft FC, Kleit SA : *Factors affecting prognosis in acute renal failure following cardiac operations. Surg Gynecol Obstet* 45 : 28, 1976
7. Hilberman M, Myers BD, Carrie BJ, Derby G, Jamison RL, Stinson EB : *Acute renal failure following cardiac surgery. J Thorac Cardiovasc Surg* 77 : 880, 1979
8. Gailiunas P, Chawla R, Lazarus M, Cohn L, Sanders J, Merrill JP : *Acute renal failure following cardiac operations : J Thorac Cardiovasc Surg* 79 : 241, 1980
9. Lange HW, Aeppli DM, Brown DC : *Survival of patients with acute renal failure requiring dialysis after open heart surgery : early prognostic indicators. Am Heart J* 113 : 138, 1987
10. Corwin HL, Sprague SM, DeLaria GA, Norsis MJ : *Acute renal failure associated with cardiac operations. J Thorac Cardiovasc Surg* 98 : 1107, 1989
11. Kron IL, Joob AW, Van Meter C : *Acute renal failure in cardiovascular surgical patient. Ann Thorac Surg* 39 : 590, 1985
12. Mandelbaum I, Burns WH : *Pulsatile and non-*

- pulsatile blood flow. JAMA 191 : 657, 1965*
13. Porter GA, Kloster FE, Herr RJ, et al : *Relationship between alterations in renal hemodynamics during cardiopulmonary bypass and renal function. Circulation 34 : 1005, 1966*
 14. Boucher JK, Rudy RW, Edmunds LH Jr : *Organ blood flow during pulsatile cardiopulmonary bypass. J Appl Physiol 36 : 720, 1974*
 15. Bunn J, Kirsh MM, Harness J, et al : *Hemodynamic, metabolic, and hematologic effects of pulsatile cardiopulmonary bypass. J Thorac Cardiovasc Surg 68 : 138, 1974*
 16. Hickey PR, Buckley MI, Philbin DM : *pulsatile and nonpulsatile cardiopulmonary bypass : review of a counterproductive controversy (collective review). Ann Thorac Surg 36 : 720, 1983*
 17. Watkins L Jr, Lucas SK, Gardner TJ, et al : *Angiotensin II level during cardiopulmonary bypass : a comparison of pulsatile and nonpulsatile flow. Surg Forum 30 : 229, 1979*
 18. Tanaka J, Yasui H, Nakano E, et al : *Predisposing factors of renal dysfunction following total correction of tetralogy of Fallot in adult. J Thorac Cardiovasc Surg 80 : 135, 1980*
 19. Hilberman M, Derby GC, Spencer RJ, Stinson EB : *Sequential pathophysiologic changes characterizing the progression from renal dysfunction to acute renal failure*
 20. Kramer P, Wiggu W, Rieger J, et al : *Arteriovenous hemofiltration : a new and simple method for treatment of overhydrated patients resistant to diuretics. Klin Wochenscher 55 : 1121, 1977*
 21. Darup J, Bleese N, Kolmas P, et al : *Hemofiltration during extracorporeal circulation. Thorac Cardiovasc Surg 27 : 227, 1979*
 22. Tzamaloukas AH, Gallela S, Chazan JA : *Peritoneal dialysis for acute renal failure after major abdominal surgery Arch Surg 106 : 639, 1973*
 23. Brown ST, Ahearn DJ, Nolph KD : *reduced peritoneal clearances dialysis in scleroderma increased by intraperitoneal isoproterenol. Ann Intern Med 78 : 891, 1973*
 24. Berlyne GM, Lee HA, Ralston AJ, Woolcock JA : *Pulmonary complications of peritoneal dialysis. Lancet 2 : 75, 1966*
 25. Baek S, Makabali GG, Shoemaker WC : *Clinical determinants of survival from postoperative renal failure. Surg Gynecol Obstet 140 : 28, 1975*
 26. Abel RM, Beck CH Jr, Abbott WM, et al : *Improved survival from acute renal failure after treatment with intravenous essential L-amino acids and glucose. N Engl J Med 288 : 695, 1973*