

인공판막치환술후 발생한 급성신부전에 대한 임상적 고찰

신현종* · 최대웅* · 최세영* · 박창권* · 이광숙* · 유영선*

=Abstract=

Clinical Study on Acute Renal Failure after Valve Replacement Surgery

Hyun Jong Shin, M.D.*, Dae Yoong Choi, M.D.*, Sae Young Choi, M.D.*, Chang Kwon Park, M.D.*, Kwang Sook Lee, M.D.*, Young Sun Yoo, M.D.*

A retrospective study of 737 consecutive patients surviving the first 24 hours who underwent valve replacement surgery from July 1980 to June 1993 was undertaken to determine the prevalence, variables that could be used to predict outcome and results of therapy for postoperative acute renal failure (ARF). Twenty-one patients (2.8%) developed acute renal failure. Positive risk factors noted in the development of postoperative renal failure included age, New York Heart Association class III & IV, endocarditis and elevated preoperative concentration of serum creatinine. The duration of cardiopulmonary bypass, aortic cross-clamping and the total duration of the operation also closely correlated with the incidence of ARF. The mortality rate for established ARF was 38.1% and ARF was associated with a significant increase in the length of hospitalization, ventilator support and intensive care unit stay. The incidence and mortality rate of oliguric renal failure was 38.1% and 85.7%. The highest mortality rate was associated with two or more postoperative complications and serum creatinine value exceeded 5 mg/dl.

We concluded that therapy should be aimed at prevention of oliguric renal failure, or at least its conversion to nonoliguric renal failure, and early institution of renal replacement therapy with intensive support probably gives the best chance for survival.

(Korean J Thoracic Cardiovas Surg 1994;27:122-7)

Key words : 1. Renal failure, acute
2. Heart valve replacement

서 론

심장 수술후 발생하는 급성신부전증은 투석기술의 발달, 집중 치료, 전비경구적영양 등에도 불구하고 예후가 나쁜 합병증으로, 이의 발생 빈도는 2.5~40%에 이르는

것으로 보고되고 있다^{1~3)}. 일반적으로 혈청 creatinine치가 5.0 mg/dl 이상인 심한 급성신부전은 급성신부전 환자의 2~5%를 차지하며, 사망률은 90%에 달한다^{3~5)}.

심장수술을 요하는 환자들중 어떤 환자에서 술후에 급성신부전이 잘 발생하며, 예후는 어떻게 될 것이며 그리고

* 계명대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

† 본 논문의 요지는 1993년도 대한흉부외과학회 제 25 차 학술대회에서 구연하였음.

‡ 본 논문은 동산의료원 임상 연구비 보조로 이루어진 것임

통신저자: 신현종, (700-310) 대구시 중구 동산동 194, Tel. (053) 250-7114, Fax. (053) 250-7795

위험요인들이 무엇인지를 아는 것은 매우 중요한 일로, 이는 술후 급성신부전의 발생 및 경과를 예상함으로써 예방 및 치료에 도움이 될 것이다.

저자들은 개심술후 급성신부전이 발생한 환자군과 대조군을 비교하여 급성신부전의 발생 및 예후에 영향을 주는 술전, 술중, 술후 위험인자들을 분석하고, 신부전의 경과를 살펴보았다.

대상 및 방법

대상환자는 1980년 7월부터 1993년 6월까지 13년동안 동산의료원 흉부외과에서 인공판막치환술을 받은 환자중 수술실에서 사망하였거나 술후 24시간 이내에 사망한 경우, 술전 만성신부전증이 있었던 4례, 술전 급성신부전증으로 진단된 1례, 그리고 술후 10일경 연쇄상 구균 감염에 의해 발생한 사구체신염 1례를 제외한 737례를 대상으로 하였다.

급성신부전증의 정의는 술후 24시간내에 혈청 creatinine치가 적어도 술전치 보다 0.4 mg/dl 증가되고 술후 최대치가 1.6 mg/dl 이상인 경우로 하였다. 환자의 분류는 혈청 creatinine치에 따라 class I은 1.6 mg/dl 이상 2.5 mg/dl 미만, class II는 2.5 mg/dl 이상 5.0 mg/dl 미만, 그리고 class III은 5.0 mg/dl 이상으로 하였다. 뇨량에 따른 분류로는 24시간 뇨량이 400 cc 이하인 경우를 피뇨군으로, 400 cc 이상인 경우를 비피뇨군으로 하였다. 신기능이 저하된 기간에 따라서는 신기능장애가 발생한 날부터 혈청 creatinine치가 최고치인 날까지를 전기간(preinterval)로 하였고 혈청 creatinine치가 최고치인 날부터 1.5 mg/dl 이하로 되는 날까지를 후기간(postinterval)으로 하였다.

통계는 PC-SAS ver 6.03 통계프로그램을 이용하여 독립 t-test와 χ^2 검정을 실시하였다.

결 과

전체 대상군 737례 중 21례에서 급성신부전증이 발생하여 2.8%의 발생빈도를 보였으며, 환자의 평균나이는 45.52세 (16~70세)였다.

급성신부전증이 발생한 발생군과 발생하지않은 716례의 대조군에서 술전 위험요소를 살펴보면, 60세이상의 고령환자가 발생군과 대조군에서 각각 4례 (19%), 29(4%)로 양군간에 유의한 차이를 보였고, 고혈압 및 당뇨병에서는 유의한 차이가 없었다. NYHA class III 및 IV의 중증환자가 각각 15례 (71.4%), 189례 (26.4%), 술전 혈청 creat-

Table 1. Preoperative Risk Factors

	Case	Control	p Value
No. of Patients	21	716	
Age (yr)	45.52 ± 13.65	44.52 ± 11.20	
Age over 60 yrs	4	29	<0.01
Hypertension	1	37	
Diabetes	1	42	
NYHA class III or IV	15	189	<0.01
Endocarditis	7	39	<0.01
Preop. elevated Scr	3	33	<0.05

NYHA: New York Heart Association

Table 2. Intraoperative Variable

	Case	Control	p Value
CPB Time (min)	127.62 ± 34.41	103.35 ± 39.12	<0.01
ACC Time (min)	91.24 ± 29.90	69.37 ± 26.20	<0.01
OP. Time (min)	350.48 ± 71.31	296.00 ± 64.72	<0.01

CPB: cardiopulmonary bypass, ACC: aortic cross-clamping, OP: operation

inine치가 증가된 경우가 3례 (14.3%), 33례 (4.6%)로 양군간에 유의한 차이가 있었다. 술전 심내막염의 병력이 있었던 46례중 7례에서 술후 급성신부전증이 발생하여 15.2%의 높은 발병률을 보였고 대조군과의 비교에서도 유의한 차이를 보였다 (Table 1).

급성신부전증의 발생빈도를 수술방법에 따라 살펴보면, 승모판막치환술을 시행한 395례중 6례에서 발생하여 1.5%의 발생빈도를 보였고, 대동맥판막치환술 107례중 4례, 다중판막치환술 157례중 7례, 그리고 판막치환술과 동시에 관상동맥우회술, 선천성질환 교정술, 혹은 판막교정술 등을 시행한 복합수술 78례중 4례가 발생하여 각각 3.7%, 4.6%, 5.1%의 발생빈도를 나타내었으며, 이중 복합수술을 시행한 경우에서 가장 높았다.

체외순환시간, 대동맥차단시간 및 수술시간의 발생군과 대조군과의 비교에서는 발생군에서 모두 유의하게 더 길었다 (Table 2). 체외순환시간과 급성신부전증의 발생과의 관계에서는 체외순환시간이 90분미만에서는 발생하지 않았으며 90분이상에서 시간이 길면 길수록 발생빈도는 높았으며 (Fig 1), 대동맥차단시간과의 관계에서도 Fig 2에서와 같이 시간이 길 수록 발생빈도가 높았으며, 특히 90분이상에서 급격히 높아지는 추세를 보였다 ($p < 0.01$).

급성신부전증 발생군의 사망률은 대조군의 4.2%에 비

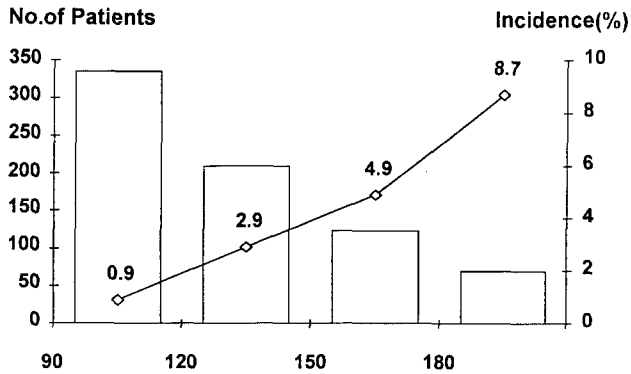


Fig. 1. Bypass Time and Incidence of Acute Renal Failure

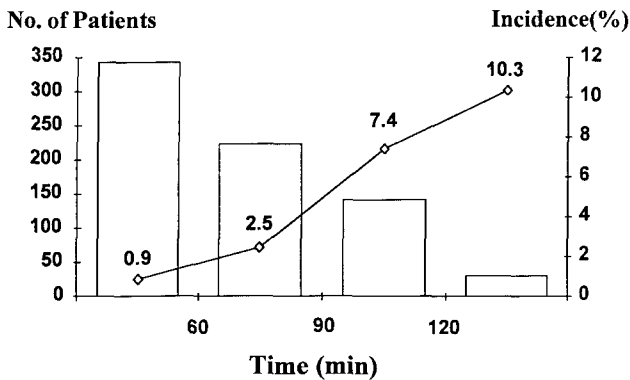


Fig. 2. ACC Time and Incidence of Acute Renal Failure (ACC: aortic cross-clamping)

해 상당히 높은 38.1%였으며 ($p < 0.01$), 입원기간, 중환자실 체류기간 및 호흡기 부착기간의 비교에서도 발생군에서 훨씬 더 길었다 (Table 3).

발생군을 혈청 creatinine치에 따라 분류하면 class I 4례 (19.0%), class II 10례 (47.6%), class III 7례 (33.3%)로 class II가 가장 많았고, class II와 III에서 각각 2례, 6례가 사망하여 20.0%, 85.7%의 사망률을 보였다. 뇨량에 따른 분류에 의하면 발생군중 13례 (61.9%)가 비뿔뇨군에 속했으며 뿔뇨군이 8례 (38.1%)였다. 사망률은 비뿔뇨군 3례, 뿔뇨군 5례가 사망하여 각각 23.1%, 62.5%로 뿔뇨군에서 높았다 ($p < 0.01$). 치료방법에 따른 사망률을 보면 신대체요법을 시행하지 않은 14례에서 14.3%, 복막투석을 시행한 6례에서 83.3%였고, 혈액여과를 시행한 1례는 사망하였다 (Table 4).

술후 합병증의 수와 종류가 예후에 미치는 영향을 분석하면, 발생군중 생존자 13례중 11례 (84.6%)에서 합병증이 없었고 합병증 수가 1개인 경우와 2개인 경우가 각각 1례씩 있었다. 사망군 8례중에서는 5례 (62.5%)가 합병증이

Table 3. Comparison of ARF and Control group

	Case	Control	p Value
Hospital day	16.05 ± 8.46	10.68 ± 3.34	<0.01
ICU day	10.24 ± 9.50	4.47 ± 2.01	<0.05
Ventilation (d)	7.19 ± 9.33	1.67 ± 1.13	<0.05
Mortality (%)	38.1	4.2	<0.01

ARF: acute renal failure, ICU: intensive care unit

Table 4. Mortality as a Mode of Therapy

	Oliguria	Nonoliguria	Nortality (%)
No Dialysis	2	12 (2)*	14.3
PD	5 (4)*	1 (1)*	83.3
HF	1 (1)*		100

* Number of death

PD: peritoneal dialysis, HF: hemofiltration

병발하였다. 이 5례중 4례에서 3개이상의 합병증이 있었으며 1례는 2개였다. 그의 3례는 합병증이 없었는데 이 3례는 술후 2일내지 4일경에 저심박출증으로 사망한 경우이다. 통계학적 유의성 검사에서, 합병증 수가 2개이상 병발하면 사망할 가능성이 높은 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 합병증 종류별로는 호흡부전과 감염이 가장 많았으며 그의 중추신경계 기능장애, 간기능부전, 부정맥, 장출혈 등이 있었다 (Table 5).

13례의 생존군에서 신기능 장애의 기간을 보면 전기간은 class에 상관없이 2 내지 3일이었다. 후기간은 class I, II, III가 평균 5.25 ± 3.40일, 6.62 ± 3.74일, 13일로 신기능 장애가 심할수록 회복되는 기간이 길어지는 것을 알수있었다 (Table 6). 이들 생존군의 혈청 creatinine치를 평균하여 기간에 따른 도식으로 나타내면 Fig 3과 같다. 술후 3일경 혈청 creatinine치가 최고에 달했다가 심장기능이 회복되면서 서서히 감소하여 술후 10일경에 혈청 creatinine치가 1.5mg/dl이하로 되었다. 이들중 대다수가 비뿔뇨군이었고 뿔뇨소견을 나타낸 경우는 3례 있었다. 이 3례도 뿔뇨소견이 나타난 후 1일만에 뇨량이 400cc이상으로 회복되었고 1~3일뒤 정상적인 뇨량 소견을 보였다. 이와 비교하여 8례의 사망군중 3례는 술후 2~4일에 뿔뇨소견과 함께 저심박출증으로 사망하였고, 나머지 5례는 지속적인 심기능저하와 함께 평균 혈청 creatinine치가 술후 5일경 최고치에 달한 후 일시 감소하였다가 술후 10일경 다시 증가하는 추세를 보였다. 이는 폐혈증 등의 합병증이 병발하였기 때문이며, 결국 5례중 3례는 다발성 장기부전으로, 2례

Table 5. Number and Type of Postoperative Complications

	n	Died	Alive
<i>Type of complication</i>			
Respiratory failure	6	5	1
Infection or sepsis	6	5	1
CNS dysfunction	4	3	1
Liver failure	2	2	0
Major arrhythmia	1	1	0
Gastrointestinal bleeding	1	1	0
<i>No. of complications</i>			
0	14	3	11
1	1	0	1
2	2	1	1
3 or greater	4	4	0

CNS: central nervous system

Table 6. Duration of Impaired Renal Function on Survivor (n 13)

	Class		
	I(n 4)	II(n 8)	III(n 1)
Preinterval (d)	2.00 ± 1.41	2.50 ± 1.30	3.00
Postinterval (d)	5.25 ± 3.40	6.62 ± 3.74	13.00
Duration (d)	8.25 ± 3.77	10.12 ± 3.87	17.00

는 폐혈증 및 미만성 혈관내 응고장애로 술후 11~37일경에 사망하였다.

고 찰

심장수술후 발생하는 치명적인 합병증중 하나인 급성신부전증은 지속적인 저혈압으로 인한 신장의 저관류상태가 네프론의 허혈성 손상과 피질(cortex) 혈류감소를 유발하여 신부전이 발생된다. 정상적인 환경하에서는 감소된 심박출 혹은 세포외액량의 부족으로 인한 신 관류저하가 생기면, 신장의 자율조정기능에 의해서 사구체 구심성소동맥(afferent arteriole)을 확장시키고 사구체 원심성소동맥(efferent arteriole)을 수축시켜서 사구체여과율을 항상 일정하게 한다⁴⁾. 이 자율조정 범위를 넘어서는 신 관류압의 감소는 강력한 호르몬 반응을 유발하여, 즉 국소적으로 분비된 renin-angiotensin과 catecholamine에 의한 심한 신혈관수축으로 사구체여과율을 감소시키고 급성신부전을 발생케 한다⁵⁾. 개심술후의 급성신부전은 원인적 분류에 의하면 대부분 신전성(prerenal) 신부전이다. 이 신전성 신부전

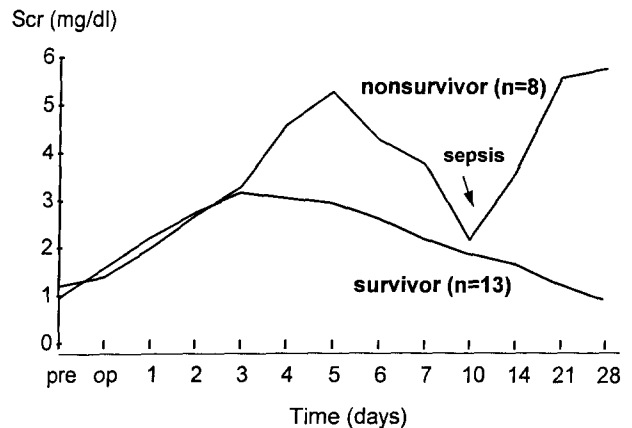


Fig. 3. Course of Acute Renal Failure (Scr: Serum creatinine)

은 가역적으로 주된 원인이되는 신허혈을 짧은 시간내에 교정하면 곧 신기능의 회복을 기대할 수 있으나, 지속이 되면 상당히 위험한 허혈성 급성세뇨관괴사(acute tubular necrosis)로 발전하게된다. 일단 급성세뇨관괴사로 발전되면 원인이 제거되더라도 신기능의 급속한 개선이 되지않는다. 따라서 급성신부전증의 신전원인을 인지하고 빠른 치료가 중요하다고 하겠다.

급성신부전증의 발생빈도는 2.8%로 다른 보고들^{2~8)}의 2.5~40%와 비교하여 낮은 편에 속하였다. 이는 급성신부전의 정의의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 술전 위험인자중 통계학적으로 의의가 있었던 인자는 4개였다(Table 1). 이들은 60세 이상의 고령, NYHA class III 혹은 IV의 중증 환자, 심내막염 그리고 술전 혈청 creatinine이 증가된 경우였다. 다른 보고^{3, 6~8)}에서도 나이와 술전 혈청 creatinine이 증가된 경우가 중요 위험인자라고 하였다. Abel 등³⁾은 술전 NYHA class와 관련이 없다고 하였으나, Shusterman 등⁶⁾은 울혈성 심부전에서 다른 원인보다 9.2배나 신전 신부전을 잘 발생한다고 보고하였고, Corwin 등⁷⁾은 복합수술, 심부전증 등이 술전 위험인자라고 하였다. 그의 Hilberman 등⁸⁾은 술전 좌심실 기능이상, 전에 심장수술을 받았던 경우, 심내막염, 술전 높은 BUN치와 혈청 creatinine치 등이 중요한 예상인자라고 보고하였다.

심내막염에서 급성 신부전을 유발하는 기전은 순환면역복합체(circulating immune complex)가 사구체에 침착되고 조직에 침착된 면역복합체는 보체를 활성화 시켜, 신장에 염증반응을 일으켜서 사구체신염이 발생하는 것으로 알려져 있다⁹⁾. 항생제로 치료를 하면, 신부전이 경하거나 중등도인 경우는 수일에서 수주내 신기능이 회복된다고 하였다¹⁰⁾. 본 논문에서는 개심술전 46례의 심내막염 환자중 7

례에서 급성 신부전이 발생하였다. 이중 5례는 술후 저혈압의 병력이 있었으나, 2례에서는 급성 신부전이 발생할만한 병력이 없었다. 이는 심내막염에 의한 신손상이 완전히 회복되지 않은 상태가 개심술에 의해 악화된 것으로 생각된다.

체외순환과 대동맥 차단시간이 술후 급성신부전의 발생과 밀접한 관계가 있었다. Abel³⁾, Corwin⁷⁾, Lange¹¹⁾ 등의 보고와 같이 평균 체외순환 및 대동맥 차단시간이 대조군보다 더 길었으며, 이 시간들이 길어질수록 발생빈도가 높아지는 것은 여러 보고들^{3, 11)}과 일치된 소견이었다. 그리고 수술시간도 역시 Corwin 등⁷⁾의 보고에서와 같이 유의한 관계가 있었다. 수술방법에 따른 급성신부전 발생 빈도의 차이는 수술방법 자체보다는 체외순환시간 및 대동맥 차단시간에 의한 영향때문인 것으로 생각된다⁵⁾.

술후 혈청 creatinine치에 따른 사망률은 class I에서는 사망자가 없었으며, class III에서 상당히 높은 85.7%의 사망률을 나타내었다. 이는 Abel 등의 보고³⁾와도 같았다.

본 조사에서 비폐뇨군의 사망률이 23.1%이었고 이에 반해 폐뇨군은 62.5%로 높은 사망률을 나타내었다. 그리고 흥미로운 일은 비폐뇨군이 높은 비율을(61.9%) 나타낸 것이다. 이것은 개심술후의 급성신부전을 조사한 다른 문헌^{3, 7, 8, 11)}과 비슷하였으나 일반적인 급성신부전의 조사에서는 폐뇨군이 훨씬 많은 것으로 보고되었다^{12, 13)}. 이에 대한 임상적¹⁴⁾ 그리고 실험적¹⁵⁾인 자료는, 적극적인 용적확장과 osmotic 혹은 loop 이뇨제, 그리고 신혈관확장제의 투여같은 예방적인 전처치가 허혈성 신손상을 줄여준다는 것이다. 저자들의 경우도 이러한 전처치로서 혈력학적 안정과 높은 노량을 유지시켜 비폐뇨성 급성신부전의 비율이 증가된 것으로 생각된다¹⁶⁾. Myers 등¹⁷⁾은 비폐뇨환자에서 실험용질의 분할제거율(fractional clearance)을 측정하여 proximal과 terminal tubule에 분비능력이 보존되어있다고 보고하였다. 이는 적은 양이지만 신독성 물질의 잔류제거를 충분히 하여 좀더 경한 신부전을 만든다¹⁸⁾. 따라서 예방적으로 적절한 전처치를 시행하여 신 병변을 감소시켜 폐뇨가 없는 보다 경한 급성신부전 형태로 만들어서 치료하면 성적이 향상될 것으로 생각된다.

신대체요법은 적응이 되면 시행하였으며 주로 폐뇨군에서 시행되었다. 복막투석은 간단히 시술할 수 있고, 항응고제의 투여가 필요치 않으며 치료중 저혈압이 없어서 많이 사용하였다. 혈액투석은 투석효율은 높으나, 혈력학적 변화가 심하여 수술 직후에는 잘 사용하지 않았다. 지속적 정맥혈액여과법(continuous venovenous hemofiltration)이나 지속적 동맥혈액여과법(continuous arteri ovenous

hemofiltration)은 혈역동 상태가 불안정한 환자나 심한 부종의 동반으로 복막투석치료가 불가능한 경우 적용하였다¹⁹⁾. Cioffi 등²⁰⁾은 급성 신부전이 발생한 때부터 첫 신대체요법때까지의 기간과 첫 신대체요법시 혈청 creatinine의 최고치가 사망률에 관계한다고 보고하였고, 서경필 등²¹⁾은 조기 신대체요법을 실시하므로써 생존률을 향상시킬 수 있다고 주장하였다.

술후 합병증 수가 1개 이하인 환자의 20.0%가 사망하였으나, 2개 이상인 경우는 83.3%가 사망하여 Lange 등의 보고¹¹⁾와 비슷하였다. 합병증 수와 예후와의 관계 검토에서, 합병증이 2개이상인 경우는 예후가 무척 나쁘다($p < 0.05$). Lange 등¹¹⁾은 투석 전후의 합병증의 수와 종류가 생존에 중요한 예상인자라고 주장하였다. 그는 합병증 수가 3개 이상일때와 호흡부전, 중추신경계 기능장애, 저혈압 그리고 감염 등의 합병증이 병발시 예후가 나쁘다고 하였다. 저자들도 Cioffi²⁰⁾, Lange¹¹⁾, 서경필²¹⁾ 등의 주장에 동의를 하며, 혈청 creatinine치가 5.0mg/dl, 그리고 합병증이 2개 이상 되기전에 신대체요법을 시행하는 것이 바람직하다고 생각한다.

급성신부전의 경과를 발생군이 대조군에 비해서 입원기간, 중환자실 체류기간 및 호흡기부착기간 모두가 유의하게 길었으며, 사망률도 4.2%에 비해 38.1%로 상당히 높았다. 13례의 생존군에서 혈청 creatinine 최고치까지의 전 기간은 2일내지 3일이었고 심기능이 회복되면서 혈청 creatinine치가 서서히 감소하였다. 회복되는 시간은 신손상이 심할 수록 길어서 평균 5.25 ± 3.40 일에서 13일이었다. 사망군에서는 술후 5일경 지속적인 저심박출증과 함께 혈청 creatinine치가 최고에 달하였다가 일시적으로 감소하였고, 술후 10일경 이후 폐혈증 등의 합병증 병발과 함께 다시 증가하였다. 이 생존군과 사망군의 경과는 Myers 등²²⁾의 3개의 급성신부전 경과중 pattern B와 C에 속했다. 이상에서 서술한 바와 같이 급성신부전증은 술후 지속적인 심기능의 저하에 따른 저관류에 기인하므로 급성신부전증 환자의 예후는 심기능의 회복정도에 달렸다고 하겠다.

결 론

동산의료원 흉부외과학교실에서는 1980년 7월부터 1993년 6월까지 13년간 인공판막치환술후 급성신부전증을 보인 21례의 발생군과 대조군 716명을 비교분석하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 급성신부전의 발생빈도는 2.8%였으며, 발생군의 사망

률은 38.1%였다.

2. 술전 위험인자로는 60세이상의 고령, NYHA class III와 IV의 중증환자, 심내막염 그리고 술전 증가된 혈청 creatinine치가 유의하였다.
3. 체외순환시간, 대동맥차단시간 그리고 수술시간도 역시 급성신부전 발생에 밀접한 관계가 있었다.
4. Class III환자는 발생군의 33.3%로 85.7%의 사망률을 보였다.
5. 비폐뇨군이 13례 (61.9%) 폐뇨군이 8례 (38.1%)로 사망률은 23.1%, 62.5%였다.
6. 신대체요법은 주로 Class III에서 주로 시행되었으며, 시행된 7례중 6례 (85.7%)가 사망하였다.
7. 술후 합병증 수가 1개이하인 환자의 20.0%가 사망하였으나, 2개이상인 경우는 83.3%가 사망하여 합병증이 2개이상인 경우는 예후가 불량하였고 ($p < 0.05$), 합병증으로는 호흡부전과 감염이 가장 많았다.
8. 입원기간, 중환자실 체류기간 그리고 호흡기부착기간이 대조군에 비교하여 유의하게 길었다.
9. 생존군에서는 심기능이 회복되면서 신부전이 호전되었으나, 사망군에서는 지속적인 심기능 저하와 합병증의 병발로 신기능이 악화 되었다.

결론적으로 보면 급성신부전에 대한 처치는 폐뇨성 신부전의 예방에 목적을 두거나 적어도 폐뇨성을 비폐뇨성 신부전으로 전환시켜야겠다. 아울러 신부전 발생시 적극적인 신대체요법을 포함한 집중치료를 시행해야 할 것으로 생각된다.

References

1. Anderson RJ, Schrier RW. *Acute tubular necrosis* In: Schrier RW, Gottschalk CW, et al. *Disease of the Kidney*. 5th ed. Boston: Little, Brown & Company. 1993:1287-318
2. Rudnick MR, Bastl CP, Ecfenbein IB, et al. *The differential diagnosis of acute renal failure* In: Brenner BM, Lazarus JM. *Acute renal failure*. Philadelphia: W.B Company, 1983:176
3. Abel RM, Burckley MJ, Austen WG, Barnett GO, Beck CHD, Fischer JE. *Etiology, incidence, and prognosis of renal failure following cardiac operations*. J Thorac Cardiovasc Surg 1976;71:323-33
4. Abel RM, Burckley MJ, Austen WG, Barnett GO, Beck CHD, Fischer JE. *Acute postoperative renal failure in cardiac surgical patients*. J Surg Res 1976;20:341-8.
5. Bhat JG, Gluck MC, Lowenstein J, Baldwin DS. *Renal failure after open heart surgery*. Ann Int Med 1976;84:677-82
6. Shusterman N, Strom BL, Murray TG, Morrison G, West SL, Maislin G. *Risk factors and outcome of hospital-acquired acute renal failure*. Am J Med. 1987;83:65-71
7. Corwin HL, Sprague SM, DeLaria GA, Norusis MJ. *Acute renal failure associated with cardiac operation*. J Thorac Cardiovasc Surg 1989;98:1107-12
8. Hilberman M, Myers BD, Carrie BJ, Derby G, Jamison RL, Stinson EB. *Acute renal failure following cardiac surgery*. J Thorac Cardiovasc Surg 1979;77:880-8
9. Kauffman RH, Thompson J, Valentinin RM, et al. *The clinical implications and the pathogenetic significance of circulating immune complexes in infective endocarditis*. Am J Med 1981; 71:17-25
10. Bunn PA, Cook ET. *Treatment of subacute bacterial endocarditis*. Ann Intern Med 54:41:487-500
11. 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 1987;113:1138-43
12. Bullock ML, Umen AJ, Finkelskin M, Keane WF. *The assessment of risk factors in 462 patients with acute renal failure*. Am J Kidney Dis 1985;5:97-103
13. Corwin HL, Teplick RS, Schreiber MJ, Fang LST, Bonventue JV, Coggins CH. *Prediction of outcome in acute renal failure*. Am J Nephrol 1987;7:8-12
14. Stahl WM, Stone AM. *Prophylactic diuresis with ethacrynic acid for prevention of postoperative renal failure*. Ann Surg 1970;172:361-9
15. Cronin RE, de Torrente A, Miller PD, Bulger RE, Burke TJ, Schmer RW. *Pathogenic mechanism of early norepinephrine-induced acute renal failure. Functional and histological correlates of protection*. Kidney Int 1978;14:115-25
16. Kron IL, Joob AW, Meter CV. *Current review: Acute renal failure in the cardiovascular surgical patient*. Ann Thorac Surg 1985;39:590-8
17. Myers BD, Hilberman M, Spencer RJ, Jamison RL. *Glomerular and tubular function in non-oliguric acute renal failure*. Am J Med 1982;72:642-9
18. Lordon RE, Burton JR. *Post-traumatic renal failure in military personnel in southeast asia*. Am J Med 1972;53:137-47
19. 김현철, 박성배. 임상 신장학. 대구. 계명대학교 출판부. 1992
20. Cioffi WG, Ashikaga T, Gamelli RL. *Probability of surviving post-operative acute renal failure*. Ann Surg 1984;200:205-11
21. 서경필, 노준량, 채 현 등. 체외순환후 급성신부전에 대한 신대체요법의 임상적 검토. 대흉외지 1992;25:232-9
22. Myers BD, Moran SM. *Hemodynamically mediated acute renal failure*. New Engl J Med 1986;314:97-105