

개심술 후 발생한 급성 신부전의 임상적 고찰

편승환*·노재욱*·방정희*·조광조*·성시찬*·우종수*

=Abstract=

Clinical Analysis of Postoperative Acute Renal Failure in the Patients undergoing Cardiovascular Operation with CPB

Seung Hwan Pyun, M.D. *, Jae Wook Rho, M.D. *, Jung Hee Bang, M.D. *,
Kwang Jo Jo, M.D. *, Si Chan Sung, M.D. *, Jong Soo Woo, M.D. *

From May 1, 1993 to May 31 1995, the authors studied retrospectively 211 patients who underwent cardiovascular operation with cardiopulmonary bypass(CPB). Because we were interested in new development of ARF(prevalence, mortality rate, and main risk factors), we performed a multivariate statistical analysis about data of patients with preoperative serum creatinine values of less than 1.5 mg/dL. Normal renal function before operation(serum creatinine level less than 1.5 mg/dL) was registered in 198(74%) patients. Of these, 27(14%) patients showed postoperative renal complication, including 20(10%) patients classified as renal dysfunction(serum creatinine level between 1.5 and 2.5 mg/dL) and 7(4%) patients as acute renal failure(serum creatinine level higher than 2.5 mg/dL). The mortality rate was 5.8% in normal patients, 5% in patients with renal dysfunction, and 43% when acute renal failure developed($p=0.036$). Indeed, the renal impairment proved to be an independent predictor of mortality(odd ratio 2.52~11.25), along with cardiovascular(odd ratio 4.20) and respiratory(odd ratio 2.18) complications. Multivariate analysis identified the following variables as independent risk factors for postoperative renal impairment : advanced age(odd ratio 1), need for emergency operation(odd ratio 3.78), low-output syndrome(odd ratio 3.66), respiratory complication(odd ratio 1.30), need for deep hypothermic circulatory arrest(odd ratio 1.4). The 13 patients(7%) with preoperative renal failure showed a significantly higher morbidity and mortality rate than those without renal complications before operation.

We concluded that the likelihood of severe renal complications is reasonably low in the patients undergoing cardiac operation without preexisting renal dysfunction, but associated mortality remains high. A prominent role of hemodynamic factor in the development of postoperative acute renal failure must be recognized during preoperative, intraoperative, and postoperative periods.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1998;31:494-501)

Key word : 1. Renal failure, acute
2. Cardiopulmonary bypass

* 동아대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Dong-A University

논문접수일: 97년 7월 7일 심사통과일: 11월 24일

책임저자: 편승환, (602-103) 부산광역시 서구 동대신동 3가 1, 동아대학교 의과대학 흉부외과학. (Tel) 051-240-5190, (Fax) 051-247-8753

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

서론

수술 후 발생할 수 있는 급성 신부전은 대수술을 받은 환자들에게 발생률이 높고, 특히 개심술을 시행한 후에 잘 올 수 있는데, 그 이유는 체외 순환을 이용한다는 점과 술중과 술후에 심혈관계의 불안정이 잘 발생하기 때문이다. 개심술 후 발생한 급성 신부전은 24%에서 70%에까지 이르는 높은 사망률과 관계가 있으며^{1,2)}, 이는 급성 신부전이 발생하지 않은 심장 수술 환자에서의 1~2% 사망률과는 큰 대조를 보인다³⁾. 술후 급성 신부전 발생의 위험 요소를 알기 위해 많은 임상 연구가 진행되었고, 동시에 신부전 환자에서의 독립된 다른 사망예후인자들도 같이 연구 되어 왔는데, 술전, 술중, 술 후의 많은 요인들이 복합되어 술 후 급성 신부전의 발생에 영향을 끼친다고 알려져 있다³⁾. 개심술 후 발생한 급성 신부전은 그 발생 요인이 다양하면서 또한 상당히 불량한 경과를 초래하기에 이의 예방과 신속한 조치는 매우 중요하다고 생각된다.

본 연구는 술전 신부전의 증거가 없는 환자에서 개심술 후 발생한 급성 신부전의 빈도, 사망률 그리고 주 위험 요인들을 분석함으로써 향후 수술 환자의 상태, 수술 방법, 술후 환자관리, 경과예측 등의 치료 지표로 삼고자 계획하였다.

관찰대상 및 방법

동아대학교 병원 흉부외과에서 1993년 5월부터 1996년 5월까지 3년간 체외 순환을 이용하여 시행한 심장 혈관 수술 환자 중 술전과 술후의 creatinine 수치를 알 수 있었던 211명을 대상으로 하였다. 술전 신부전 상태 여부의 기준을 혈청 creatinine 농도 1.5 mg/dL를 경계로 하여 정상과 신부전으로 나누어 비교 조사하였는데, 술전 신기능이 정상이었던 환자에서의 술후 새로이 발생한 급성 신부전에 연구의 초점을 맞추었고, 따라서 술전에 비정상 신기능을 보인 13명은 제외하였다.

모든 환자는 술전, 술중, 술후 중환자실 치료중에 다음의 사항들을 조사하였다. 수술전 조사사항은 나이, 성별, 심장 수술 기왕력, 응급수술 여부, 신기능 등을, 수술중 조사사항은 수술명, 체외 순환 시간, 초저온하 완전 순환 정지 여부, 이뇨제 사용 여부, 술중 뇨량, 강심제 사용 여부, 수술 후 조사사항은 강심제 사용 여부, IABP(intraaortic balloon pump) 사용 여부, 합병증 발생 여부, 신기능, 투석 여부, 중환자실 치료 기간, 중환자실 입원후 24시간후 사망 여부 등이었다.

이뇨제는 술중 뇨량이 0.5~1 ml/kg/hr 이하일 때 투여 하였으며, 술후에는 거의 모든 환자에서 이뇨제를 사용하였다. 술중, 술후의 혈액동 상태의 적정도를 강심제 주입에 기초를

Table 1. Number of Patients According to Preoperative Creatinine Level and Age

	Average age (No.)	Preoperative Creatinine Level (mg/dL)	
		1.5 ↓ (mean age)	1.5 ↑ (mean age)
Neonate	20D(28)	26 (21D)	2 (4D)
Infant (≤24Mo.)	8M(42)	42 (8M)	0
Child & Adult	40Y(141)	130 (39Y)	11 (52Y)
Total	211	198	13

두었다. 술중, 술후에는 강심제를 거의 모든 환자에서 사용하였는데, dopamine과 dobutamine 을 10 μg/kg/min 이상 쓰거나, epinephrine 혹은 isoproterenol을 추가로 사용했을 경우에 저심박출상태라고 정하였고, IABP는 약물 치료에 반응하지 않는 저심박출증 환자의 경우에 심장 수행능력의 향상을 위해 사용하였다. 호흡기 합병증(호흡부전)은 술후 인공 호흡기를 48시간 이상 필요했던 경우와 재 기도삽관을 했던 경우로 제한했고, 다른 원인(즉 부정맥, 심부전, 신경학적 이상, 과다출혈, 재수술 등)에 의해 호흡부전이 발생했던 경우는 제외하였다. 3세대 cephalosporin을 예방적 항생제로 투입하였고, 감염은 세균학적 검사(객담, 혈액배양, 소변, 대변, 도관 등)에서 병원균이 검출되고, 임상적으로 감염의 증거가 있을 때로 정하였다. 복막투석은 술 후 뇨량이 줄거나, 부종이 심한 경우에는 즉시 시행하였다. 술후 신기능은 혈청 creatinine 수치를 기준으로 하여 세군으로 나누어 판정하였는데, 1군은 혈청 creatinine 수치가 1.5 mg/dL미만인 경우 정상 신기능 상태로 판정하였고, 2군은 혈청 creatinine 수치가 1.5 mg/dL 이상 2.5 mg/dL 미만인 경우로 신기능 이상상태로, 3군은 혈청 creatinine 수치가 2.5 mg/dL이상인 경우로 명백한 급성 신부전상태로 판정하였다. 사망률은 술후 24시간 후에 발생한 중환자실에서의 사망으로 정하였는데, 이유는 술 후 신기능의 이상을 평가하는데 최소한의 시간이 필요하기 때문이었다.

모든 통계 처리는 SAS version 6.08을 이용하여 χ^2 test, t-test, ANOVA test를 했고, 사후 검정은 Duncan, Tukey test를 사용하였으며, 유의수준 P<0.05 일때를 통계적 유의성이 있다고 판정하였고, multiple linear logistic regression analysis를 통해 술후 합병증이 사망률에 미치는 상대 위험도와 술후 신부전에 영향을 주는 위험인자를 분석하였다.

결 과

1. 술전, 술후 혈청 creatinine 수치에 따른 연령분포

총 211명의 환자중에 198명(94%)은 술전 신기능이 정상이었고, 13명(6%)은 이상이 있었으며(Table 1), 나이를 신생아

Table 2. Number of Patients According to Postoperative Creatinine Level and Age.

	No.	Postoperative Creatinine Level (mg/dL)		
		1.5 ↓ (mean age)	1.5 < Cr. < 2.5 (mean age)	2.5 ↑ (mean age)
Neonate	26	20(22D)	4 (18D)	2 (10D)
Infant (≤24Mb.)	42	40(8M)	2 (2M)	0
Child & Adult	130	111(33Y)	14 (47Y)	5 (53D)
Total		171	20	7

Table 4. Number of Patients According to Preoperative and Postoperative Creatinine Level in Redo and Emergency Cases

		Redo	Emergency operation
preop. creatinine level(mg/dL)	1.5 ↓	4/198(2%)	22/198(11%)
	1.5 ↑		3/13(23%)
postop. creatinine level(mg/dL)	1.5 ↓ (group 1)	4/171 (2%)	14/171 (8.2%)
	1.5 ≤ Cr. < 2.5 (group 2)	0	7/20(35%)
	2.5 ↑ (group 3)	0	1/7(14.3%)
			8/27*(29.6%)

* p < 0.05 compared to group 1.

Table 3. Number of Patients According to Disease Entity, Preoperative and Postoperative Creatinine Level

		Congenital heart disease	Acquired heart disease	Great vessel disease	Total No.(%)
preop. creatinine level(mg/dL)	1.5 ↓	105	81	12	198
	1.5 ↑	2	8	3	13
postop. creatinine level (mg/dL)	1.5 ↓ (group 1)	94	70	7	171(86%)
	1.5 ≤ Cr. < 2.5 (group 2)	8	8	4	20(%)
	2.5 ↑ (group 3)	3	3	1	7(4%)

(생후 30일)는 일, 영유아(생후 24개월)는 개월, 그 이상은 년으로 표시하였는데, 최연소자는 1일된 남자였고 최고령자는 80세 남자였으며, 남녀 성별비는 남자가 100명이었고, 여자가 111명이었다. 신생아 중에서 정상 신기능의 신생아 평균 연령은 21일, 신기능 이상인 신생아 평균 연령은 4일 이었다. 성인 환자 중에서 정상 신기능 환자의 평균 연령은 39세, 신기능 이상 환자의 평균 연령은 52세였다. 술 후 신기능 별 연령 조사에서도 역시 급성 신부전이 발생한 환자군(2군, 3군)에서의 평균 연령이 더 적었다 (Table 2) .

2. 질환별 술전, 술후 혈청 creatinine 수치

대상환자 중 선천성 심장질환은 107례, 후천성 심장질환은 89례, 대동맥 질환은 15례였다. 술전 신기능이 정상이었던 198명을 술 후 신기능을 기준으로 나눈 세군으로 분류하면, 신기능이 정상인 환자(1군)가 171명 (86%), 신기능 이상인 환자(2,3군)가 27명 (14%)이었고, 이 중 2군에 속하는 환자가 20명(10%), 3군에 속하는 환자는 7명(4%)이었다(Table 3). 술 전 정상 creatinine 수치를 보였던 198명의 creatinine의 평균수치는 0.67 mg/dL였고, 이들의 술후 creatinine의 평균수치는

1.01 mg/dL였는데, 이는 통계적으로 유의하였다(p=0.0001).

3. 응급수술과 재수술의 경우 술전, 술후 creatinine 수치 비교

응급수술을 시행한 경우는 총 25례였고, 재수술인 경우는 4례였는데, 응급 수술을 시행한 환자 중 3명이 술전 신기능 이상 상태였다. 재수술을 시행한 환자에서는 술후 신부전이 발생한 경우는 없었고, 응급수술의 경우는 8명에서 신부전이 발생하였다. 응급수술의 경우는 술후 신부전 발생율을 세군으로 각각 비교했을 때는 의의가 없었으나, 정상(1군), 비정상(2, 3군) 비교시에는 통계적 유의성을 보였다(P=0.036) (Table 4).

4. 술 전, 술 후 creatinine 수치와 합병증 발생률

술 후 합병증은 크게 심혈관 합병증(저심박출증), 호흡기 합병증, 감염으로 나타났는데, 술전 신기능 이상인 환자에서 술후 심혈관, 호흡기 합병증의 빈도가 높게 나타났고, 특히 심혈관 합병증의 경우 술후 정상(1군), 비정상(2, 3군)으로 비교했을 때, 신기능 이상군에서 심혈관 합병증이 같이 동반하는 것으로 나타났다 (p = 0.016) (Table 5).

Table 5. Number of Patients Who Developed Complications According to Preoperative and Postoperative Creatinine Level

prep.creatinine level (mg/dL)		Cardiovascular (LOS) complication	Respiratory complication	Infective complication
		1.5 ↓	22/198 (11.1%)	53/198 (25%)
1.5 ↑		4/13 (30.7%)	6/13 (46%)	3/13 (18.2%)
postop. creatinine level(mg/dL)	1.5 ↓	15/171 (8.8%)	45/171 (26.3%)	32/171 (18.7%)
	(group 1)			
	1.5 ≤ Cr.<2.5	6/20 (30%)	6/20 (30%)	3/20 (15%)
	(group 2)			
	2.5 ↑	1/7 (14.3%)	2/7 (28.5%)	1/7 (14.3%)
	(group 3)			

* p < 0.05 compared to group 1

Table 6. Relationship between Intraoperative Variables and Postoperative Creatinine Level

	postoperative creatinine level (mg/dL)		
	1.5 ↓	1.5 ≤ Cr.<2.5	2.5 ↑
CPB time	120 min	165 min	180 min.*
ACC time	60 min	81 min*	81 min.*
DHCA	30/171 (26%)	5/20 (25%)	4/7 (57%)*
Use of diuretics	44/171 (5.7%)	9/20 (45%)	2/7 (28.6%)

* P < 0.05 compared to group 1

CPB : cardiopulmonary bypass

ACC : aortic cross clamp

DHCA : deep hypothermic circulatory arrest

Table 7. Postoperative Variables in Postoperative Creatinine Level

	postoperative creatinine level (mg/dL)		
	1.5 ↓	1.5 ≤ Cr.<2.5	2.5 ↑
CAPD person	11/171 (6.4%)	1/20 (5%)	1/7 (14.3%)
CCU staying(days)	5.5	6.3	22*
CCU staying over 72 hours % (mean days)	39% (6)	50% (6)	55% (16)

* p < 0.05 compared to group 1,2

CAPD : continuous ambulatory peritoneal dialysis

CCU : cardiac care unit

5. 수술중 변수들과의 술후 creatinine 수치와의 관계

수술중의 연구사항들은 총 체외순환 시간, 대동맥 차단시간, 초저온하 완전순환 정지여부, 이노제 사용, 강심제 사용 등이었다. 총 체외순환 시간은 1군(120분)과 3군(180분)에서 의미있게 차이가 있었고(p = 0.01), 대동맥 차단시간은 정상(1군), 비정상(2,3군)으로 비교했을때 각 60분, 81분으로 역시 의미있게 차이가 있었으며(p = 0.03), 초저온하 완전순환 정지여부는 3군(57%)이 1군(26%) 또는 2군(25%)에 비해 통계적 유의성을 가졌다 (P = 0.04) (Table 6).

6. 수술후 변수들과 술후 Creatinine 수치와의 관계

수술후의 연구사항들은 복막투석, 중환자실 치료기간, 합병증 여부, 사망률 등이었는데 (Table 7,8), 중환자실 치료기간의 비교에서 3군(22일)이 1군(5.5일), 2군(6.3일)보다 의미있게 길었다 (P = 0.004). 그리고 72시간 이상 중환자실에 머무른 환자는 1군에서 39%(평균 5일), 2군에서 50%(평균 6일), 3군에서 55%(평균 16일)였고, 2군과 3군에서 약간 높았다 (Table 7).

7. 사망률

수술 사망 환자는 24시간내에 사망한 2명(1명은 저심박출증, 다른 한명은 출혈에 의한 속크)을 제외하고 총 17명이었는데, 이 중 3명은 술전에 신기능 이상이 있던 환자였다. 24시간 이후 사망률은 정상 신기능군에서는 7%(14명)이었고, 신기능 이상군에서는 23%(3명)로 통계적 유의성을 보였다 (p = 0.048). 또, 술 후 사망률을 각 군별로 비교하면 24시간 이후의 사망률이 1군(5.8%), 2군(5%)과 비교해서 3군(43%)이 현저하게 높았다. 그러나 1군에서 1명만이 사망하여 통계적 유의성을 구할 수는 없었으나, 신기능을 정상과 비정상으로 나눈 두 군 비교에서는 통계적 유의성을 찾을 수 있었다 (p = 0.045) (Table 8) .

8. 상대위험도 비교

술 후 합병증들이 사망률에 미치는 상대위험도를 보면, 신부전의 기준을 혈청 creatinine 수치 1.5mg/dL 이상으로 정했을 때, 심혈관 합병증이 있는 경우는 95% 신뢰구간 내에서 심혈관 합병증이 생기지 않은 경우보다 명백히 사망률이 4.2]

Table 8. Preoperative and Postoperative Creatinine Level and Mortality Rate

		within 24 hours	after 24 hours
preop. creatinine level (mg/dL)	1.5 ↓	2/198 (1%)	14/198 (7%)
	1.5 ↑	0	3/13 (23%) ¹
postop. creatinine level (mg/dL)	1.5 ↓ (group 1)	1/171 (0.5%)	10/171 (5.8%)
	1.5 ≤ Cr. < 2.5 (group 2)	1/20 (5%)	1/20(5%)
	2.5 ↑ (group 3)	0	3/7(43%)
			4/27(15%)

¹ p < 0.05 compared to group 1

Table 9. Multivariate Analysis about Effect of Postoperative Complications on Mortality after 24 hours When Renal Impairment Includes Group. (2, 3)

	Coe- fficient	Standard error	Odd- ratio	95% CI ¹
Intercept	-3.23	0.43	0.04	0.017~0.091
Cardiovascular Cx. ²	1.43	0.62	4.20	1.243~14.177
Renal impairment (Cr. ≥ 1.5)	0.92	0.58	2.52	0.813~7.781
Infective Cx.	-0.35	0.72	0.71	0.172~2.919
Respiratory Cx.	0.78	0.58	2.18	0.705~6.728

¹ 95% CI : 95% confidence interval

² Cx. : complication

배 높았고, 신부전과 호흡기 합병증은 각각의 합병증이 발생하지 않은 군에 비해서 사망률이 2.52 배, 2.18 배 높은 것으로 추정된다(Table 9).

그러나 신부전의 기준을 혈청 creatinine 수치 2.5mg/dL 이상으로 정했을 때는 신장 합병증이 사망률에 미치는 영향이 심혈관 합병증보다 훨씬 커지며(교차비 11.25 : 5.15), 호흡기 합병증은 다른 군에 비해서 사망할 상대위험도가 1.93 배 높다고 추정되었다(Table 10). 술후 신부전을 야기하는 위험인자에 대한 다변화 분석에서는 나이, 심혈관 합병증과 응급수술을 한 경우가 명백한 위험인자였고, 호흡기 합병증, 초저온하 완전 순환정지 등의 요소가 의미있는 위험인자였다(Table 11).

고 찰

술후 신기능의 적정선을 반영하는뇨량은 20 ml/hr/m² 정도이며, 특히 유·소아에서는 0.5~1 ml/hr/kg이다.뇨량의 하한

Table 10. Multivariate Analysis about Effect of Postoperative Complication on Mortality after 24hours when Renal Impairment includes Group 3

	Coeffici- ent	Standard error	Odd ratio	95% CI ¹
Intercept	-3.26	0.42	0.04	0.017~0.088
Cardiovascular Cx. ²	1.64	0.65	5.15	1.447~18.346
ARF (Cr ≥ 2.5)	2.42	0.74	11.25	2.633~28.112
Infective Cx.	-0.44	0.76	0.64	0.144~-2.884
Respiratory Cx.	0.65	0.61	1.93	0.587~-6.315

¹ 95% CI : 95% confidence interval

² Cx. : complication

Table 11. Multivariate Analysis of Risk Factor for Postoperative Renal Impairment

	Coeffici- ent	Standard error	Odd ratio	95% CI ¹
Intercept	-3.24	0.51	0.04	0.014~0.106
Age	0.0023	0.0007	1.00	1.001~1.004
Emergency op.	1.33	0.52	3.78	1.361~10.470
Cardiovascular Cx. ²	1.30	0.54	3.66	1.266~10.589
Respiratory Cx.	0.25	0.55	1.30	0.436~3.817
Infective Cx.	-0.35	0.56	0.70	0.235~2.111
DHCA ³	0.34	0.49	1.40	0.539~3.655
CCU stay ⁴	0.61	0.43	1.85	0.788~4.322
CAPD ⁵	1.13	0.69	3.00	0.792~12.050

¹ 95% CI : 95% confidence interval

² Cx. : complication

³ DHCA : deep hypothermic circulatory arrest

⁴ CCU : cardiac care unit

⁵ CAPD : continuous ambulatory peritoneal dialysis

선은 0.5 ml/hr/kg로 대개 정의한다. 어른에서 술후 급성 신부전의 발생빈도는 드물며 유아에서는 1~10% 정도로 발생한다고 보고되는데⁴, 개심술후 새로 발생한 급성 신부전은 거의 대부분 저심박출 상태에서 발생하며 심혈관계가 안정시에는 드물게 다른 이유에서 생긴다⁵.

술후 급성 신부전의 발생 위험요소는 첫째, 술전 신기능 부전상태 일때이다. 환자가 만성 심부전 상태(NYHA Class IV) 일 경우와 청색증을 동반한 심장질환일 경우에 술후 급성 신부전이 잘 올 수 있다고 한다⁶. 둘째는 나이가 어린 경우인데, 영, 유아에서는 신장기능이 미성숙하기에 뇨농축 능력이 현저히 떨어진다. 그리고 어른에 비해 유아에 있어서

체외순환 후 더욱 조직 저산소증에 빠지기 쉬운데, 그 결과로 증가된 칼륨, 뇨산, 그리고 다른 물질들이 신장에 위해를 끼친다. 셋째는 장기간 체외순환을 하는 경우이다⁷⁾. 그러나 초저온하 완전 순환정지시의 위험도 증가는 아직 확인되지 않았다. 넷째는 체외순환 도중 또는 직후에 혈장 혈색소 농도가 높을 때(> 40 mg/dL) 발생률이 높다고 한다. 동시에 충전액(priming volume)으로 전혈을 섞어 쓰면 위험도가 높아진다는 연구도 있다⁸⁾. 다섯째는 가장 흔하고 중요한 것으로 술후 심박출량의 감소이다. 그리고 aminoglycosides 계통의 항생제 등도 영향을 미친다고 한다.

급성 신부전의 초기 양상은 심박출량을 향상시키는 강심제와 이뇨제 등에 반응하지 않는 폐뇨증이며, 이후 곧 이어서 고칼륨혈증이 보이며 서서히 BUN과 creatinine 수치가 오르는데, 대체로 술후 곧바로 발견되지는 않으며, 12~18시간 이후에야 잘 인지된다. 생존한 환자들을 보면 심박출량이 증가하면서 신기능이 좋아지기 시작하고, 대체로 잔여 신기능 부전은 거의 남지 않는다. 이와는 대조적으로 보다 치명적이지 않은 급성 신부전의 경우는 주로 어른에게서 발생하는데, 술 후 3, 4일 경부터 시작되어 BUN과 creatinine 수치가 점점 상승하며, 술 후 7~10일 경에 각각 80~120 mg/dL와 5~8 mg/dL까지 오르고 폐뇨증은 대체로 없으며, 고칼륨혈증이 5 mEq/L 이상되는 경우는 드문데 75%의 환자에서는 자연히 해결이 된다.

개심술후 발생한 급성 신부전은 치료가 되든지 아니면 50% 정도의 원내 사망률을 보인다. 그러므로 투석을 해야 하는 경우가 점점 늘고 있으며, 동시에 투석으로 인한 감염(복막염, 패혈증)의 발생으로 인한 사망위험도 중요하다고 하겠다. 개심술 후 급성 신부전의 초기치료⁹⁾는 우선 잘 계획된 수액치료가 중요한데, 수술 직후 초기에 수액의 과소투입은 신기능 부전을 쉽게 야기할 수 있기 때문이다. 그리고 신장 기능 유지를 위해 다른 장기들(특히 심장)의 기능 유지가 중요하다. 개심술후 초기에 폐뇨증이 발생하면, 심장 전부하와 후부하가 적절할 경우 dopamine을 2.5 μ g/kg/min로 주입한다. 만약 여기에도 빨리 반응하지 않으면 furosemide를 1mg/kg 정주하는데, 반응이 좋으면 6~12시간마다 3일간 주입하고, 만약 반응하지 않으면 8 mg/kg까지 증량할 수 있는데, 비록 희석이 되더라도 소변량이 유지되는 것이 신기능에 유익하다는 근거에 의해서이다. 본 연구에서도 술후 dopamine을 처음부터 정주하였고, furosemide는 노량이 적어 지거나(1~2 ml/kg), 수술시간이 길어서 부종이 있는 경우에는 곧바로 정주하였다. 혈청 칼륨 수치가 5.5 mEq/L 이상 오르면 포도당-인슐린을 정주하고, Kayexalate 관장을 하는데, 이 치료는 일시적인 방편이고, 복막 투석을 할 준비를 해야 한다. 폐뇨증과 고칼륨혈증이 상기치료에도 몇시간 지속되

면, 특히 신생아와 유아에서 사망할 가능성이 높으므로 응급으로 복막투석을 시작하는 것이 좋으며, 그 기본원리는 심한 세포외액의 증가를 체외순환 전으로 되돌린다는 것이다. 더욱 이상적인 예비책으로는 체외순환 종결전에 ultrafiltration (미세여과)을 하고¹⁰⁾, 술후 초기에 수액을 엄격히 제한하며, 수술 절개부위 아래로 미리 복막투석관을 넣어 두는 것이다. Mcc¹¹⁾는 처음에 복막투석관을 배액만 시켜놓으면 혈장농도와 동일한 단백질을 함유한 복수가 다량 배액된다고 한다. 폐뇨증이 치료에 반응하지 않고, 혈장칼륨이 5 mEq/L 이상 상승하면 짧은 간격으로 소량의 복막투석이 필요하다. 투석액은 등장액과 고장액을 번갈아서 10 ml/kg의 용량으로 주입하는데, 특히 신생아, 영유아에서 복막투석은 심박출량을 증진시키고 인공호흡기 이탈을 빠르게 하는 장점이 있다. 복막투석의 특별한 합병증은 드물며, 단지 복막투석 시작 시기를 놓치는 것이 가장 큰 문제이다^{12,13)}. 성인과 노인에서는 비폐뇨성 신부전이 잘 생기는데 투석을 해야 할 경우, 혈액투석을 우선으로 선택한다¹⁾. 신기능 부전은 저심박출증시 가장 흔히 생기는 합병증인데, 본 연구에서는 술후 creatinine 수치가 1.5 mg/dL 이상인 경우가 10%였고, 2.5 mg/dL 이상인 경우는 4%였다. 사망률은 술 후 신장기능과 밀접한 관계가 있으며, 혈청 creatinine 수치 상승에 따라 크게 증가한다. 본 연구에서도 술 후 급성 신부전이 있었던 경우에는 사망률이 43%에 까지 이르렀고, 다변화 분석에서 급성 신부전은 사망의 독립된 위험 인자로 확인되었으며, 이 결과로서 급성 신부전은 때때로 다장기 부전과 섞여 발견 되어지더라도 다른 장기의 부전과 독립적으로 수술 24시간 이후의 사망률을 증가시키는 결과를 보인 결과(Table 10)는 Shusterman 등¹⁴⁾이 보고한 결론과 거의 일치한다. 급성 신부전의 사망률은 급성 신부전 후보다는, 급성신부전 전에 발생한 요소들에 의해서 주로 영향을 받는다. 혈청 creatinine 수치가 2.5 mg/dL를 넘지 않는 경우에는 신기능은 그렇게 많이 저하되지 않은 상태인데, 이런 상태에서는 사망률에 영향을 주는 다른 위험 요인들이 있을 것이다. 이들 중 특히 저심박출증은 신기능 부전을 일으키는 일차적 위험요소이다. 본 연구에서 multiple linear logistic regression analysis를 통한 술후 합병증이 사망률에 미치는 상대 위험도는 두 경우로 분석하였는데 술 후 creatinine 수치 1.5 mg/dL 이상일 때를 기준으로 했을 때는 심혈관 합병증의 상대위험도가 강조되었고, creatinine 수치 2.5 mg/dL를 기준으로 했을 때는 신부전에 의한 상대위험도가 강조되었다. 술 후 신부전 2군에서는 심혈관 합병증이 많은 반면에 사망률은 적었고, 3군에서는 심혈관 합병증은 적었으나 사망률이 높아서 신부전을 정의하는 범위에 따라 사망률에 영향을 끼치는 합병증의 상대위험도가 다르게 강조되었다. 그러므로 혈청 creatinine 수치 1.5 mg/dL 이상을 기준으로 했을 때 이

군의 사망률을 결정한 요인은 일차로 저심박출증에 의해서 발생한 신부전이라고 말할수 있다. 그리고 급성 신부전을 야기하는 다른 독립된 위험 요소로는 본 연구에서는 나이, 응급 수술, 저심박출증, 호흡기 합병증, 초저온하 순환 정지 등이 의미있는 위험 인자였고(Table 9), 이들 변수들 거의 모두가 술전, 술중, 술후의 혈액동학에 악영향을 끼쳐 신장 관류량 적게 함으로써 신부전 발생의 요인이 될 수 있다.

Slogott 등¹⁵⁾은 체외순환 중 펌프중 (0.5 ml/kg/hr 이하)의 빈도를 연구하였고, Corwin 등²⁾은 술중 총 노량을 조사했었는데, 이들이 술후 신기능에 큰 영향을 준다는 통계학적 연관을 찾아내지 못했으나. 최근에는 체외순환중 펌프가 술후 신부전 발생의 고위험도 환자의 초기 지표로서 유용하다고 한다. 총 체외순환시간은 술후 신장합병증과 연관이 있으나, 다변수 분석으로는 위험요소로서의 중요성이 아직 확인되지 않았고²⁵⁾. 체외순환 유속이나 체외순환 압력은 역시 술후 급성 신부전 발생에 연관이 없다고 한다¹⁵⁾.

급성 신부전의 전구인자로서 나이의 중요성은 아직 논란의 여지가 있다. 노인에게 있어서 신기능 용량의 감소는 확인된 바 있으나¹⁶⁾, 나이가 많을 수록 신장 합병증의 빈도가 증가된다는 통계학적 연관을 밝혀내는 데는 실패하였다. 그러나 또 다른 연구에서는 노인들에 있어서 술후 급성 신부전이 더 잘 발생한다는 보고가 있는데²⁾, 이들의 설명은 노인들은 치명적인 순환부전 상태를 극복할 능력이 떨어지고, 동시에 고위험도의 수술을 받을 확률이 상대적으로 높기 때문이다. 본 연구에서도 나이가 급성 신부전을 발생시키는 중요인자라는 결론을 내렸으며, 나이가 신부전 발생의 위험요소라는 것이 확인되면, 수술을 받는 환자가 점점 고령화 되는 추세로 보아 급성 신부전 발생 빈도를 감소시키려는 노력에 중요한 장애변수가 될 것이다. 본 연구의 자료로는 술전 신기능 이상이 술후 합병률, 사망률에 직접 영향을 주었는지 명백히 밝히지는 못했지만 신기능이 정상이었던 환자보다 확률적으로는 높은 사망률을 보였다. 적은 수의 환자로는 술전 신기능 이상이 술 후 합병률과 사망률에 중요하게 영향을 끼치는 독립변수로서의 신뢰할 수 있는 분석을 하기는 어렵지만, 이 문제를 집중적으로 조사한 연구에서는 술전의 신부전 상태가 사망률 증가에 큰 영향을 미치지 않는다고 하였다¹⁷⁾.

최근의 연구에서 술후 급성 신부전의 발생 빈도는 의미있게 낮아졌으나, 상대적인 사망률은 아직 여전히 높다. 신부전 위험요소에 관한 본 연구결과는 개심술후 발생한 급성 신부전의 병리에 관한 최근 지견과 부합하는 점이 많다. 즉 혈액동상태가 큰 역할을 하고, 체외순환 변수들은 중요하지 않다는 것이다. 급성신부전은 수술시기 주위의 장애가 계속 되거나, 술 후 초기에 생긴 저심박출증 등이 악화될 때만 발

생한다.

결 론

동아대학교 병원 흉부 외과에서는 1993년 5월부터 1996년 5월까지 3년간 체외 순환을 이용하여 시행한 심장 혈관 수술 환자 211명을 대상으로 술후 발생한 급성 신부전을 임상 분석 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 술전 신기능에 이상이 있었던 경우는, 술전 정상 신기능인 경우 보다 사망률(23% : 7%)이 통계적으로 의미있게 높았다($p = 0.04$).
2. 사망률에 영향을 주는 술후 합병증의 multiple linear logistic analysis에서 급성 신부전과 심혈관 합병증(저심박출증)이 명백한 위험 요소로 밝혀졌다.
3. 술후 급성 신부전을 야기하는 위험 요소의 multiple linear logistic analysis에서 고령, 응급수술의 경우, 술후 저심박출증 등이 명백한 위험 요소였다. 그리고 초저온하 완전 순환정지를 시행하고, 술후 호흡기 합병증이 있었던 군에서 술후 급성 신부전 발생의 상대 위험도가 높은 것으로 추정되었다.
4. 본 연구에서 개심술 후 발생한 급성 신부전은 수술사망과 예후에 큰 영향을 주는 명백한 인자였다. 이의 예방을 위해서는 술전 환자의 관리, 술중 세심한 심폐기와 마취관리, 술후 저심박출증의 예방을 통한 신장 관류유지 등의 총체적 관리가 반드시 필요하다.

참 고 문 헌

1. Gailunas P, Chawla R, Lazarus M, Cohn L, Sanders J, Merrill JP. Acute renal failure following cardiac operations. J Thorac Cardiovasc Surg 1980;79:241-3.
2. Corwin HL, Sprague SM, DeLaria Ga, Norusis MJ. Acute renal failure associated with cardiac operations : A case-control study. J Thorac Cardiovasc Surg 1989;98:1107-12.
3. Abel RM, Buckley MJ, Austen WG, Barnet GO, Beck CHD, Fisher JE. Etiology, incidence and prognosis of renal failure following cardiac operation : Result of prospective analysis of 500 consecutive patient. J Thorac Cardiovasc Surg 1976;71:323-33.
4. Chesney RW, Kaplan BS, Freedom RM, Haller JA, Drummond KN. Acute renal failure : An important complication of cardiac surgery in infants. J Pediatr 1975;87:381.
5. 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.
6. Tanaka J, Yasui H, Nakano E, Sese A, Matsui K, Takeda Y, Tokunag K. Predisposing factors of renal dysfunction following total correction of tetralogy of Fallot in the

adult. J Thorac Cardiovasc Surg 1980;80:135.

7. Rigden SPA, Barratt TM, Dillon MJ, deLeval M, Stark J. Acute renal failure complicating cardiopulmonary bypass surgery. Arch Dis Child 1982;57:425.
8. German JC, Chalmers GS, Hirai J, Nrisingha MD, Wakabayashi A, Connoll JE. Comparison of non-pulsatile and pulsatile extracorporeal circulation on renal tissue perfusion. Chest 1972;61:65.
9. Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Postoperative care In : Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Cardiac surgery. 2nd edition. Churchill Livingstone 1993;215-7.
10. Magilligan DJ. : Indication for ultrafiltration in the cardiac surgical patient. J Thorac Cardiovasc Surg 1985; 89:183.
11. Mee RBB. Dialysis after cardiopulmonary bypass in neonates and infants. (Invited letter to the editor) J Thorac Cardiovasc Surg 1992;103:1021.
12. Book K, Ohgvist G, Bjok VO, Landberg S, Settergran G. Peritoneal dialysis in infants and children after oopen heart surgery. Scand J Thorac Cardiovasc Surg 1982;16: 299.
13. Hanson J, Loffness S, Clarke D, Campbell D. Peritoneal dialysis following open heart surgery in children. Pediatr Cardiol 1989;10:125.
14. 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.
15. Slogoff S, Reul GJ, Keats AS. Role of perfusion pressure & flow in major organ dysfunction after cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 1990;50:911-8.
16. de Wardener HE. Renal function in relation to age. In : de Wardner HEE. ed. The kidney : An outline of normal and abnormal function. 5th ed. Edinburgh : Churchill Livingstone. 1985:128-31.
17. Rasmussen HH, Ibels LS. Acute renal failure : Multivariate analysis of causes and risk factor. Am J Med 1982;73:211-8.

=국문초록=

저자들은 1993년 5월부터 1995년 5월까지 인공심폐기를 사용한 개심술을 받은 211명을 대상으로 후향적 조사를 하였다. 우리는 술후 새로이 발생한 급성 신부전에 초점을 두었기에 술전 creatinine 수치가 1.5 mg/dL 이하였던 환자를 다변수 통계를 이용하여 조사하였다. 술전 신기능이 정상이었던 환자는 198명(74%) 이었는데 이중 27명(14%)이 술후 신장 합병증을 보였다. 20명(10%)은 신기능 이상상태($1.5 \leq \text{serum creatinine level} < 2.5 \text{ mg/dL}$)였고, 7명(4%)은 급성 신부전($\text{serum creatinine level} \geq 2.5 \text{ mg/dL}$) 상태였다. 수술 사망률은 정상에서는 5.8%, 신기능 이상 환자에서는 5%, 급성 신부전 환자에서는 43%였다($p=0.036$). 술후 급성 신부전은 심혈관 합병증, 호흡기 합병증과 함께 수술 사망의 독립적인 위험인자로 밝혀졌고, 다변수 분석에서 술후 급성 신부전 발생 위험인자는 고령, 응급수술, 저심박출증 등이었다. 술전 신부전을 보였던 13명에서 정상이었던 환자보다 술후 유병률과 사망률이 높았다. 결론적으로 술전 신기능 이상을 보이지 않았던 환자에서 술 후 급성 신부전의 발생률은 낮았으나, 신부전과 동반된 사망률은 여전히 높았다. 그러므로 술전, 술중, 술후 신부전 발생에 영향을 주는 혈류역학 인자들의 세심한 관찰이 요구된다.

중심단어 : 1. 급성 신부전
2. 체외순환