

체외순환하 시행한 관상동맥우회술 후 발생한 급성신부전증

진 응* · 조민섭* · 박찬범* · 사영조* · 김치경*

Acute Renal Failure after On-pump Coronary Artery Bypass Surgery

Ung Jin, M.D.*, Min Seop Jo, M.D.*, Chan Beom Park, M.D.*, Young Jo Sa, M.D.*, Chi Kyung Kim, M.D.*

Background: Acute renal failure (ARF) is a common postoperative complication after the cardiac surgery. Postoperative ARF have various causes, and are combined with other complications rather than being the only a complication. It deteriorates the general condition of the patient, and makes it difficult to manage the combined complications by disturbing the adequate medication and fluid therapy. We have planned this study to evaluate the effects of postoperative ARF after the on-pump coronary artery bypass surgery (CABG) on the recovery of patients and identify the risk factors. **Method and Material:** We reviewed the medical records of patients who underwent CABG with cardiopulmonary bypass by a single surgeon from Jan. 2000 to Dec. 2002. We checked the preoperative factors; sex, age, history of previous serum creatinine over 2.0 mg/dL, preoperatively last checked serum creatinine, diabetes, hypertension, left ventricular ejection fraction, intraoperative factors; whether the operation is an emergent case or not, cardiopulmonary bypass time, aortic cross clamp time, the number of distal anastomosis, postoperative factors; IABP. Then we have studied the relations of these factors and the cases of postoperative peak serum creatinine over 2.0 mg/dL. **Result:** There were 19 cases with postoperative peak serum creatinine over 2.0 mg/dL in a total 97 cases. Dialysis were done in 3 cases for ARF with pulmonary edema and severely reduced urine output. There were 8 cases (42.1%) with combined complications among the 19 patients. This finding showed a significant difference from the 5 cases (6.4%) in the patients whose creatinine level have not increased over 2.0 mg/dL. The mortalities are different as 1.3% to 10.5%. The risk factors that are related with postoperative serum creatinine increment over 2.0 mg/dL are diabetes, the history of previous serum creatinine over 2.0 mg/dL and left ventricular ejection fraction. **Conclusion:** Postoperative ARF after the on-pump CABG is related with preoperative diabetes, the history of previous serum creatinine over 2.0 mg/dL and left ventricular ejection fraction. Postoperative ARF could be the reason for increased rate of complications and mortality after on-pump CABG. Therefore, in the patients with these risk factors, the efforts to prevent postoperative ARF like off-pump CABG should be considered.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:416-422)

Key words: 1. Kidney failure, acute
2. Coronary artery bypass
3. Complication

*가톨릭대학교 의과대학 흉부외과학교실

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

논문접수일 : 2003년 11월 18일, 심사통과일 : 2004년 3월 18일

책임저자 : 김치경 (150-010) 서울특별시 동대문구 전농동, 성마로병원 흉부외과

(Tel) 02-958-2460, (Fax) 02-958-2477, E-mail: cckim@sph.cuk.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

서 론

급성신부전증은 체외순환하 관상동맥우회술 후 흔하게 발생하는 합병증이다. 체외순환 후 발생하는 급성신부전증은 여러 가지 원인이 함께 작용하는 것으로 알려져 있다. 먼저 비박동성(non-pulsatile) 혈류라는 체외순환의 특징과 함께 저체온법, 이물질에 대한 혈액의 노출로 인한 면역계의 활성화, 그리고 기계적 원인으로 인한 혈액성분의 손상 등은 모두 체외순환 후 발생하는 급성신부전증의 직접적인 원인으로 작용한다. 또한 수술 중과 수술 직후 투여되는 여러 가지 약제, 수술 후 발생하는 저심박출증, 혈액회석법에 따른 혈관 밖 조직(third space)으로의 수분 이동과 체외순환 후 발생하는 이뇨기(diuretic phase)에서 과다한 소변량에 따른 혈관 내 혈장량의 부족 등은 체외순환으로 손상을 받은 신기능의 회복을 저해하고 더욱 악화시켜 급성신부전을 일으키는 원인으로 작용한다. 이러한 급성 신부전증은 혈관내 전해질 균형과 혈장량을 적절하게 유지하지 못하게 하며, 심장기능이 안정되지 않은 환자에서 신기능의 악화에 결정적인 작용을 하기도 한다. 그러므로 체외순환 후 발생하는 급성신부전증의 관련요인을 확인하여 적절하게 조절한다면, 수술 후 환자의 경과를 호전시키는 데 유의할 것으로 생각된다. 저자들은 고식적인 체외순환하 관상동맥우회술을 시행받은 환자에서 발생하는 급성신부전증이 환자의 수술 후 합병증 및 사망률에 미치는 영향을 살펴보고, 수술 전 및 수술 중의 관련요인을 검증하기 위하여 본 연구를 계획하게 되었다.

대상 및 방법

2000년 1월부터 2002년 12월까지 단일 술자에 의하여 시행된 체외순환하 관상동맥우회술을 받았던 97명 환자들의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 수술 후 신기능 평가의 지표는 혈중 크레아티닌의 농도로 하였으며 수술 전 요인으로, 당뇨, 고혈압, 크레아티닌 혈중 농도가 2.0 mg/dL 이상 증가하였던 기왕력, 심초음파 검사상 측정된 좌심실구출률, 성별, 나이, 응급수술 여부 등을 조사하였으며, 수술 중 요인으로는 체외순환시간, 대동맥 교차감자 시간, 우회도관 말단부문합수, 2차적인 체외순환유무, 수술 후 요인으로는 대동맥내풍선펌프(intra aortic balloon pump)의 삽입 유무 등을 조사하였다. 각각의 요인들 간의 통계적 검정은 연속 변수는 T-test와 ANOVA test를 시행하였으며, 불연속변수는 chi-square test를 시행하였다. 상

관관계 분석은 Spearman 상관계수를 이용하여 이변수상관관계분석을 이용하였다.

결 과

총 97예의 증례 중 남자는 71명, 여자는 26명이었으며, 평균 연령은 60.59 ± 8.84 세였다(최소 40세, 최대 79세). 수술 전 혈중 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가하였던 기왕력이 있는 환자는 6명이었고, 당뇨를 갖고 있던 환자는 50예였으며, 좌심실구출률은 56.43 ± 15.82 였다(최소 14%, 최대 87%). 이 중 35% 이하의 좌심실구출률을 보이고 있던 환자는 14명이었다. 우회도관 말단부문합수는 평균 3.07 ± 0.87 개였다(Table 1). 관상동맥우회술 외의 기타 술기를 함께 시행하였던 경우는 21예였다(Table 2). 응급수술을 시행하였던 증례는 3예였다. 수술 중 체외순환 정지 후 한 차례 이상 다시 체외순환을 시행하였던 증례는 10예였으며, 전례에서 체외순환 종료 후 나타난 저심박출증으로 체외순환을 다시 시행하였다. 수술 후 대동맥내풍선펌프를 사용하였던 경우는 17예로, 모두 충분한 약제의 사용에도 불구하고 체외순환기의 이탈 시 혈압이 유지되지 않는 경우였으며, 이들 중 수술 사망증례는 3예였다(Table 3). 수술 후 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상으로 한 차례 이상 증가하였던 증례는 19예였으며, 이 중 3예에서 심한 소변량 감소 및 폐부종 등이 나타나 복막투석을 시행하였다.

수술 전 당뇨가 있던 환자 50명 중 16명의 환자에서 수술 후 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상으로 증가하여 32%의 발생률을 보였으나, 당뇨가 없던 환자 47명 중에서는 3명만이 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가하여 6.4%의 발생률을 보였다. 이 두 군 사이에는 통계적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 또 수술 전 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상으로 증가하였던 기왕력이 있던 환자 6명 중 4명에서 수술 후 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상으로 증가하여 66.6%의 발생률을 보여, 기왕력이 없던 91명 중 15명이 발생한 16.5%에 비하여 월등하게 높은 발생률을 보였다($p < 0.05$). 당뇨와 크레아티닌 증가의 기왕력이 모두 없던 환자 47명 중에서는 3명이 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가하여 발생률 6.4%로 전체 평균 발생률의 19.6%에 비하여 큰 차이를 보였다(Table 4). 좌심실구출률은 수술 후 크레아티닌 2.0 mg/dL 이상으로 증가하였던 군과 그렇지 않았던 군이 각각 48.89 ± 17.79 와 58.26 ± 14.80 으로 유의한 차이를 보였으며($p < 0.05$), 특히 좌심실구출률이 35% 이하였던 환자

Table 1. Patients data

	Total (n=97)	Postoperative Cr <2.0 mg/dL (n=78)	Postoperative Cr >2.0 mg/dL (n=19)	P
Age	60.59 ± 8.84	60.29 ± 9.33	61.79 ± 6.51	0.512
Sex (M/F)	71/26	57/21	14/5	0.957
Diabetes	50	34	16	0.001
Hypertension	43	32	11	0.142
Preoperative				
Cr >2.0	6	2	4	0.003
Emergency	3	3		
Combine procedure	21	14	7	0.073
2nd bypass	10	7	3	0.306
CPB time	218.01 ± 81.58	210.24 ± 80.76	249.89 ± 84.47	0.060
ACC time	150.82 ± 50.62	146.38 ± 50.85	169.05 ± 46.53	0.080
Graft number	3.07 ± 0.87	3.06 ± 0.89	3.11 ± 0.81	0.854
LVEF	56.43 ± 15.82	58.26 ± 14.80	48.89 ± 17.79	0.020
EF <35%*	14	9	5	
IABP	17	12	5	0.211
Mortality	3	1	2	
Complication	13	5	8	0.034

Data are shown as the number of cases and the mean ± the standard deviation. *The number of cases with ejection fraction less than 35%. Cr=Serum creatinine; CPB=Cardiopulmonary bypass; ACC=Aortic cross clamp; LVEF=Left ventricular ejection fraction by echocardiography; IABP=Intraaortic balloon pump.

Table 2. Combined procedures

Congenital lesion	5
ASD	2
VSD	1*
Coronary fistula	2 [†]
Valvular lesion	11
Mitral valve	
Repair	7
Replacement	1
Aortic valve	
Replacement	2
Tricuspid valve	
Repair	1
Left ventricular aneurysm	5
Left atrial thrombectomy	1
Sinus valsalva aneurysm	1

*VSD case is a patient with LV aneurysm; [†]One case of coronary fistula ligation is a patient with mitral valvuloplasty. ASD=Atrial septal defect; VSD=Ventricular septal defect.

14명에서는 5명(35.7%)이 수술 후 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가하였으나, 좌심실구출률이 35% 이상이었던 환자 83명에서는 10명(12.1%)만이 크레아티닌 2.0 mg/dL

Table 3. Complications and mortality

	Post operative peak serum creatinine <2.0 n=78	Post operative peak serum creatinine >2.0 n=19
Complications	5 (6.4%)	8 (42.1%)
Wound infection	4	3
Bleeding	1	
GI bleeding		1
Pneumonia		2
LCO		1
Hepatic failure		1
Mortality	1* (1.3%)	2 [†] (10.5%)

Data are shown as the number of cases. *A case of left ventricular rupture case; [†]Two cases of multi-organ failures following mediastinitis. GI=Gastrointestinal; LCO=Low cardiac output.

이상의 소견을 보였다. 체외순환시간, 대동맥 교차감자시간, 2차례 이상의 체외순환, 우회도관 말단부 문합수, IABP의 사용 유무 등은 군 간의 차이를 보이지 않았다.

Table 4. The number of patients with postoperative serum creatinine over 2.0 mg/dL according to the diabetes mellitus and previous serum creatinine level

	Diabetes mellitus (-)	Diabetes mellitus (+)	Total
Previous serum creatinine <2.0	3/47 (6.4%)	12/44 (27.2%)	15/91 (16.5%)
Previous serum creatinine >2.0		4/6 (66.7%)	4/6 (66.7%)
Total	3/47 (6.4%)	50 (32%)	19/97 (19.6%)

Data are shown as the numerator means the number of patients with postoperative serum creatinine over 2.0 mg/dL, and the denominator means the number of patients sensed.

전체 환자 중 합병증이 발생하였던 증례는 13명이었다 (Table 3). 수술 후 한 차례 이상 크레아티닌 혈중농도가 2.0 mg/dL 이상으로 증가하였던 환자 19명 중 8명이 합병증을 보여서 42.1%의 합병증 동반율을 보였으며, 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가하지 않았던 78명의 환자에서는 5명이 합병증을 보여 6.4%의 합병증 동반율을 보였다. 이 두 군 간에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 당뇨의 합병증 발생률에 대한 효과를 제거하기 위하여 시행한, 당뇨가 있던 50명만을 대상으로 한 조사에서도, 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상으로 증가하였던 16명의 환자와 그렇지 않았던 34명의 환자에서, 각각 6명과 3명에서 합병증이 발생되어 37.5%와 8.8%의 발생률을 보여 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가한 군에서 훨씬 높은 합병증의 발생이 있음을 보여주었다($p < 0.05$).

수술 전 마지막 검사한 혈중 크레아티닌의 농도는 평균 1.14 ± 0.37 mg/dL이었으며, 수술 후 크레아티닌 혈중농도의 최고 값은 평균 1.83 ± 1.46 mg/dL이었다. 수술 후 혈중 크레아티닌 농도가 가장 증가할 때까지의 시간은 평균 1.56일이었으며 최빈값은 1일이었고 증가된 혈중 크레아티닌의 농도가 수술 전의 수준으로 정상화되기까지는 평균 3.74일이 걸렸으며 최빈값은 2일이었다.

고 찰

체외순환 후 발생하는 급성신부전증의 빈도는 높게는

35%까지 보고되며 대부분이 현저한 요량의 감소를 동반하지 않는 경우로, 투석을 필요로 하는 요량의 감소가 있는 경우는 2~3%로 보고되고 있다[1]. 급성신부전증은 단순한 혈액검사소견으로는 진단이 불가능하며, 적절한 임상증상이 함께 발견되는 경우에 진단되어야 한다. 그러나 임상증상에 따른 진단의 특성상 저자에 따라 매우 다양한 기준을 사용하고 있는 것으로 알려져 있다. 혈중 크레아티닌의 농도는 비교적 신기능을 정확하게 표현하는 혈액 검사 소견으로 알려져 있지만, 신기능의 유의한 저하에 대한 판정은 저자들에 따라 수술 후 크레아티닌의 혈중농도를 기준으로 절대수치 1.5 mg/dL 혹은 2.0 mg/dL 이상으로 판정하거나, 수술 전에 비하여 상대적으로 1.3배 혹은 1.5배 이상의 크레아티닌의 증가로 정의하는 등 정확한 지표는 정해져 있지 않다. 본 연구에서는 신기능의 객관적 평가를 위해 임상증상을 제외한 혈중 크레아티닌의 농도를 사용하였으며, cyclosporin의 투여용량 조절 기준으로 사용하는 혈중 크레아티닌 농도 2.0을 기준으로 하여 연구를 진행하였다[2].

체외순환은 생리적인 혈류와는 다른 여러 가지 특징으로 신기능을 감소시킬 수 있는 많은 요인을 갖고 있다. 이러한 요인으로는 비박동성 혈류, 저체온법, 이물질에 대한 혈액의 노출로 인한 면역계의 활성화, 그리고 기계적 원인으로 인한 혈액성분의 손상 등이 있으며, 모두 체외순환 후 발생하는 급성신부전증의 직접적인 원인으로 작용할 수 있다[3]. 체외순환하 신기능의 변화에 대한 초기 연구에서 비생리적인 체외순환은 신동맥의 수축을 유발하고 이에 따라 체외순환 시작 후 2시간부터는 신장의 허혈성 손상이 진행된다고 보고되었다[4]. 이러한 신동맥의 수축은 카테콜아민(catecholamine)의 증가보다는 안지오텐신(angiotensin) II의 증가에 기인하는 것으로 주로 그 원인이 비박동성 혈류 때문인 것으로 알려져 있다[5]. 또 주된 병리적인 소견은 주로 세뇨관(tubular structure)의 허혈성 손상으로 알려져 있다[6]. 그러나 일반적으로 체외순환 후 발생하는 신기능의 저하는 가역적이며, 직접적으로 크레아티닌의 청소율을 감소시키기보다는, 기능적인 예비역(functional reserve)을 감소시키는 경우에 그치는 경우가 대부분으로 적절한 수액요법 및 대증적인 치료만으로도 회복될 수 있다[7]. 저자들의 연구에서도 혈 중 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가하였던 대다수 환자에서 특별한 임상증상이 없이 신기능이 호전되는 소견을 보였다. 그러나 신기능의 감소는 다른 합병증의 병발을 높이고 수술 후 회복과정을 연기시키는 등의 문제를 일으킬 수 있을

20~22g이라 하였다. 그 외에 육용종계 산란기의 1일 단백질 요구량에 대해 필수아미노산 요구량이 충족될 경우 Marshall (1977)은 18g, Pearson과 Herron(1981)은 19.5g, Spratt와 Leeson(1987)은 19g이 적당하다고 하였고, NRC (1994)도 19.5g을 제시하고 있으나, Jeroch 등(1982)과 Schloffel 등(1988)은 산란피크시에 최대의 산란량을 얻기 위하여는 23g까지도 필요하다고 하였다. 지나치게 높거나 낮은 단백질공급량에 대하여, Pearson과 Herron(1981, 1982)은 27g의 단백질섭취는 부화율을 저하시킨다고 하였으며, Bornstein 등(1979)은 아미노산의 첨가가 이루어지면 15.6~16.5g의 낮은 단백질공급 시에도 만족한 결과를 얻을 수 있다고 하였으나, Waldroup 등(1976)은 옥수수-대두박 위주의 사료를 급여할 때 단백질을 1일 16g 공급하면 lysine과 methionine을 첨가해도 능력이 향상되지 않았다고 하였다. 국내에서는 이규호 등(1985b)이 육용종계에 1일 16~28g의 단백질을 공급한 결과 산란율은 16~22g구간에는 유의차가 없었으나 24g 이상에서는 오히려 감소하였으며, 평균난중은 1일 단백질공급량이 16g에서 20g까지 많아짐에 따라 유의적으로 증가하였고 20g 이상에서는 더 이상 증가하지 않았으므로 최고의 산란율과 최대의 난중을 얻기 위한 단백질의 최소 요구량은 1일 20g이라고 결론하였다. 이외에도 일반적으로 육용종계 사육농가에서는 생산능력에 관계 없이 언제나 높은 수준의 영양소가 함유된 사료를 급여하고자 한다.

그러므로 본 시험은 우리나라의 농가가 개방식 계사에서 케이지 사양하는 육용종계의 1일 적정 단백질 공급수준을 재검토하기 위해 실시되었다.

재료 및 방법

1. 공시동물, 시험기간 및 장소

본시험은 2001년 2월부터 2001년 12월까지 강원도 홍천군 북방면 전치곡리 소재 홍천종계에서 40주간 실시되었으며, 24주령의 Arbor Acres계통 육용종계 400수를 공시하여 64주령까지 실시하였다.

2. 시험설계 및 시험사료

육용종계 산란기간 중 1일 1수당 단백질 공급량은 표 1에서 보는 바와 같이 18, 20, 22 및 24g을 공급하는 4개 처리를 두었으며, 처리당 3반복, 반복당 34수를 완전임의배치하였다.

Table 1. Formula and chemical composition of experimental diets supplying 420 kcal ME per day with different protein intake levels for broiler breeder hens of 28~34 weeks of age

Ingredients	Daily protein allotment(g/day)			
	18	20	22	24
Yellow corn	67.29	65.39	63.50	61.60
Wheat	2.00	1.43	0.87	0.30
Wheat bran	12.79	11.72	10.66	9.59
soybean meal	7.77	10.70	13.64	16.57
Corn gluten meal	-	0.61	1.22	1.83
Fish meal	1.80	1.80	1.80	1.80
Animal fat	1.20	1.25	0.30	1.35
Salt	0.26	0.26	0.26	0.26
Tricalcium phosphate (18%)	1.02	1.02	1.02	1.02
Limestone	5.47	5.44	5.41	5.38
DL-methionine(49%)	0.16	0.13	0.09	0.06
Vitamin premix ¹	0.12	0.12	0.12	0.12
Mineral premix ²	0.12	0.12	0.12	0.12
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Chemical composition ³				
ME, kcal/kg	2753	2751	2749	2747
Crude protein, %	11.79	13.10	14.40	15.71
Methionine, %	0.285	0.288	0.291	0.294
Lysine, %	0.534	0.609	0.684	0.759
Calcium, %	2.626	2.624	2.623	2.621
Available phosphorus, %	0.230	0.230	0.230	0.230

¹ Contained per kg of premix : Vit. A 9,000,000IU, Vit. D₃ 2,100,000IU, Vit. E 15,000IU, Vit. K 2,000mg, Vit. B₁ 1,500mg, Vit. B₂ 4,000mg, Vit. B₆ 3,000mg, Vit. B₁₂ 15mg, Ca-pantothenate 8,500mg, Niacin 20,000mg, Biotin 77mg, Folic acid 600mg.

² Contained per kg of premix : Fe 40,000mg, Co 300mg, Cu 3,500mg, Mn 55,000mg, Zn 50,000mg.

³ Calculated values.

각 처리의 단백질 공급량은 서로 달랐어도 1일 1수당 대사에너지, 칼슘, 유효인, 메티오닌 및 라이신 등 기타 영양소의 공급량은 표 2에서 보는 바와 같은 동일한 양을 각 처리에 공급하였는데, 대사에너지는 동일한 ME수준(2,750 kcal/kg)

역이 감소되어 있는 환자에서는 체외순환 시간에 따른 위험에 더욱 민감하게 반응하는 것을 보여 주고 있다고 생각된다.

체외순환 후 발생하는 신기능의 회복기간에 대하여는 다양한 주장이 제기되고 있다. Mozzarella 등은 수술 후 약 6개월이 지나야 신기능의 완전한 회복이 일어난다고 주장하였다[11]. 그러나 일반적으로는 수술 후 수일에서 수주 이내에 정상화되는 것으로 알려져 있다. 저자들의 연구에서 체외순환 후 발생하는 혈중 크레아티닌 농도의 증가는 체외순환 종료 후 평균 1.56일(최빈값 1일)에 최고 값을 보였으며 이후 감소되어 평균 3.74일(최빈값 3일)에 정상화되는 양상을 보였다. 그러므로 체외순환 종료 후 3일까지는 신기능에 대한 적극적인 평가와 적절한 수액요법 등이 필요함을 의미한다고 생각된다.

결 론

저자들은 일반적인 체외순환하 관상동맥우회술을 시행하였던 환자들의 의무기록을 역행적으로 조사하여 수술 후 신기능의 악화에 영향을 미치는 요인으로 당뇨, 기왕의 신기능 저하의 병력, 그리고 좌심실 구출률 등이 유의한 의미를 갖는 것과 수술 후 발생하는 신기능의 저하가 여타 합병증의 발생률의 증가와 관계가 있는 것을 확인하였다. 그러므로 이상과 같은 위험인자를 갖는 환자에서 시행하는 관상동맥우회술은 체외순환을 이용하지 않는 수술법 등과 같이 수술 후 신기능의 악화를 예방하기 위한 보다 세밀한 주의가 필요하다고 생각된다[12-14].

참 고 문 헌

- Alfieri A, Kotler MN. *Noncardiac complications of open-heart surgery*. Am Heart J 1990;119:149-57.
- Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. *Primary cardiomyopathy and cardiac transplantation*. In: Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. *Cardiac Surgery*. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone Inc. 1993;1655-81.
- Hill GE, Whitten CW, Landers DF. *The influence of cardiopulmonary bypass on cytokines and cell-cell communication*. J Cardiothorac and Vasc Anes 1997;11:367-75.
- Moghissi K, Mac Lell ES, Munday KA. *Changes in renal blood flow and PAH extraction during extracorporeal circulation of short and long duration*. Cardiovasc Res 1969;3:37-44.
- Hickey PR, Buckley MJ, Philbin DM. *Pulsatile and nonpulsatile cardiopulmonary bypass: review of a counterproductive controversy*. Ann Thorac Surg 1983;36:720-37.
- Myers BD, Moran MS. *Hemodynamically mediated acute renal failure*. N Eng J Med 1986;314:97-105.
- Porter GA, Kloster FE, Herr RJ, et al. *Relationship between alteration in renal hemodynamics during cardiopulmonary bypass and postoperative renal function*. Circulation 1966;34:1005-21.
- Zanardo G, Michielon P, Paccagnella A, et al. *Acute renal failure in the patient undergoing cardiac operation: prevalence, mortality rate, and main risk factors*. J Thorac Cardiovasc Surg 1994;107:1489-95.
- Andrews TC, Reimold SC, Berlin JA, Antman EM. *Prevention of supraventricular arrhythmias after coronary artery bypass surgery: a meta-analysis of randomized control trials*. Circulation 1991;84:III-241.
- Mangano CM, Diamondstone LS, Ramsay JG, Aggarwal A, Herskowitz A, Mangano DT. *Renal dysfunction after myocardial revascularization: risk factors, adverse outcomes, and hospital resource utilization*. Ann Intern Med 1998; 128:194-203.
- Mozzarella V, Gallucci MT, Tozzo C, et al. *Renal function in patients undergoing cardiopulmonary bypass operations*. J Thorac Cardiovasc Surg 1992;104:1625-7.
- Ascione R, Nason G, Al-Ruzzeh S, Ciulli CKF, Angelini GD. *Coronary revascularization with or without cardiopulmonary bypass in patients with preoperative nondialysis-dependent renal insufficiency*. Ann Thorac Surg 2001;72:2020-5.
- Ngaage DL. *Off-pump coronary artery bypass grafting: the myth, the logic and the science*. Eur J Cardiothorac Surg 2003;24:557-70.
- Kim TH, Kim KB. *Off-pump coronary artery bypass graft in the chronic renal failure patients: 3 cases report*. Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1999;32:835-9.

=국문 초록=

배경: 급성신부전증은 심장수술 후 가장 흔하게 경험하는 합병증 중 하나이다. 급성신부전증의 원인은 매우 다양하며 독립적으로 증상을 일으키는 경우보다는, 여타 합병증을 동반하는 경우가 많고, 환자의 전신상태를 악화시키며 적극적인 약물 및 수액요법을 방해하는 등으로 동반된 다른 합병증의 치료를 까다롭게 하여 환자의 회복에 중요한 장애요인으로 작용한다. 저자들은 일반적인 체외순환하 시행하였던 관상동맥수술 후 발생하는 급성신부전증의 임상적 의의를 확인하고 이를 예측할 수 있는 요인들을 밝혀 수술 후 발생하는 급성신부전증의 효과적인 예방법을 밝히기 위하여 본 연구를 시행하였다. 대상 및 방법: 2000년 1월부터 2002년 12월까지 단일 술자에 의해 체외순환하 관상동맥우회술을 시행받았던 97명의 환자들의 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 모든 증례들에서 수술 전 요인으로 연령, 성별, 혈중크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가하였던 기왕력, 수술 전 마지막으로 검사한 혈중 크레아티닌 농도, 당뇨와 고혈압, 좌심실구출률, 수술 중 요인으로 응급수술 여부, 체외순환시간, 대동맥교차감자시간, 우회도관 말단부 문합수를 조사하였고, 수술 후에는 대동맥내 풍선펌프(intra aortic balloon pump)의 사용 여부를 조사하였다. 이들 인자들과 수술 후 혈중 크레아티닌의 농도가 2.0 mg/dL 이상 증가하였던 증례와의 상관관계를 통계적 검증을 통하여 확인하였다. 결과: 총 97예의 환자 중 수술 후 혈액 크레아티닌 소견이 2.0 mg/dL 이상으로 증가하였던 경우는 19예였으며, 폐부종, 요량의 현저한 감소 등으로 복막투석을 시행하여야 하였던 경우는 3예였다. 이들 19명 중 8명에서 동반하는 합병증이 있어 합병증 발생률은 42.16%로, 크레아티닌의 증가 소견이 없었던 환자군의 78명 중 5명(6.4%)에 비하여 유의한 차이를 보였다. 또한 사망률도 각각 10.5%와 1.3%로 유의한 차이를 보였다. 수술 후 크레아티닌의 증가와 관련된 인자는 당뇨, 수술 전 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상 증가하였던 기왕력, 좌심실구출률이었다. 결론: 관상동맥우회술을 시행한 후 발생하는 급성신부전증은 수술 전 당뇨와 급성신부전증의 기왕력 및 좌심실구출률과 상관관계가 있으며, 수술 후 발생하는 기타의 합병증의 유병률을 높이고 사망률을 증가시키는 것이 확인되었다. 그러므로 이상과 같은 위험요인이 있는 환자에서는 체외순환을 시행하지 않는 수술 법 등, 급성신부전증의 발생을 예방하기 위하여 적극적인 노력을 기울이는 것이 좋을 것으로 사료된다.

- 중심 단어 : 1. 급성신부전증
2. 관상동맥우회술
3. 합병증