

중환자실에서 신대치요법이 급성신부전 중환자 예후에 미치는 영향

연세대학교 의과대학 마취통증의학교실

김 수 환 · 서 봉 수 · 고 신 옥

Renal Replacement Therapies on the Outcomes of Acute Renal Failure Patients in ICU

Soo Hwan Kim, M.D., Bong Soo Seo, M.D., and Shin Ok Koh, M.D.

Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Background: The worldwide standard of renal replacement therapy for acute renal failure patients is intermittent hemodialysis (IHD). Continuous renal replacement therapy (CRRT) has recently emerged as an alternative modality. We performed the study to find the effects of renal replacement therapy on outcome of the acute renal failure patients in the ICU.

Methods: 373 adult patients under the diagnosis of acute renal failure (ARF) in the ICUs (medical-surgical and coronary care unit) at Severance Hospital Yonsei University College of Medicine between January 1, 1998 and July 31, 2002 were included. Patients with ARF were divided into two groups depending on their need for renal replacement therapy. Renal replacement therapy group was subdivided into IHD and CRRT group.

Results: There was significant difference in the mortality between renal replacement group and non-renal replacement group, 74.4% vs. 45.2% ($P < 0.001$). Renal function recovery rate of renal replacement group was lower compared to that of non-renal replacement group, 36% vs. 59% ($P < 0.001$). APACHE II score, ventilator support, vasopressors, number of organ failure, and oliguria during RRT were higher in CRRT group than in IHD group ($P < 0.001$). CRRT group was associated with higher mortality rate, CRRT 86.2% vs. IHD 42.2% and lower renal function recovery rate, CRRT 9.8% vs. IHD 63.0% ($P < 0.001$).

Conclusions: Although the result of this study implies that IHD is associated with better survival and better renal recovery, the preferred use of CRRT in severely ill patients with an unstable circulatory system must be reminded. (*Korean J Anesthesiol* 2004; 46: 593~598)

Key Words: acute renal failure, intensive care unit, intermittent hemodialysis, continuous renal replacement therapy, outcome.

서 론

급성 신부전은 요독증을 동반하는 사구체 여과율의 급격하고, 지속적인 감소와 소변량의 감소로 정의된다.¹⁾ 중환자실(ICU)에 입실한 환자 중 10-23%에서 급성 신부전증이 발병되고,²⁻⁴⁾ 이중 신대치요법을 필요로 하는 환자는 70%에 이른다.⁵⁾ 중환자실에서 치료받는 환자 중 급성신부전으로 인한 사망률은 46-88%에 이르며,⁶⁾ 적절한 신대치요법에도 불구하고 사망률이 감소하지 않고 있다.⁷⁾ 급성 신부전은 환

자의 원인질환의 중등도에 따라 다발성 장기부전증후군(multiorgan dysfunction syndrome: MODS)과 연관되어 질병이 진행되며, 이는 환자의 높은 사망률과 관련이 있다.⁸⁾

중환자실에서의 급성신부전증 환자에 대한 이상적인 치료 목표는 homeostasis의 유지 뿐 아니라, 환자의 예후에 영향을 주는 원인 질환의 악화를 방지하고, 이환율의 증가를 막는 것이다.⁹⁾ 지난 수 십 년 동안 지속적인 신대치요법의 발전에도 불구하고, 중환자실에서 급성 신부전을 동반하는 환자들의 높은 사망률은 중환자의학의 해결되지않은 과제이다.¹⁰⁾

중환자실에서 흔히 사용되는 신대치요법으로는 간헐적 혈액투석요법(intermittent hemodialysis: IIRRT)과 지속적 신대치요법(continuous renal replacement therapy: CRRT)이 있다. 간헐적 혈액투석요법은 1960년대 초에 임상적으로 널리 사용되기 시작하여 오랜 동안 급성신부전을 치료하는 유일한 방법이었으나, 혈류역학적으로 불안정성을 유발하고, 체액

논문접수일 : 2004년 2월 3일

책임저자 : 고신옥, 서울시 서대문구 신촌동 134

연세대학교 의과대학 마취과학교실, 우편번호: 120-752

Tel: 02-361-5847, Fax: 02-312-7185

E-mail: sokoh@yumc.yonsei.ac.kr

양과 대사성 산물 조절이 용이하지 않는 단점이 있다.¹¹⁾ 지속적 신대치요법은 대사성 산물의 조절이 용이하며, 혈류역학적인 안정성을 유지할 수 있고 치료를 지속적으로 시행할 수 있는 장점이 있으나,¹²⁾ 항응고제를 사용해야 하는 단점이 있다.⁹⁾

간헐적 혈액투석법과 지속적 신대치요법이 급성신부전 환자에 미치는 영향에 대하여 Kellum 등에¹¹⁾ 의하면 지속적 신대치요법을 시행받은 환자군이 간헐적 혈액투석법을 받은 환자군에 비해서 사망률이 유의하게 적었으며(Relative risk 0.72, P < 0.01), Metha 등은¹²⁾ 지속적 신대치요법을 시행받은 환자군과 간헐적 혈액투석법을 시행받은 환자군의 사망률의 차이점은 없다고 보고했다.

지속적 신대치요법이 이론적으로 간헐적 혈액투석법보다 장점이 더 많음에도 불구하고, 치료방법에 따른 생존율, 신기능 회복 등의 우수성이 입증되지 않았다.^{11,12)} 이에 본 저자는 연세대학교 의과대학 부속 세브란스병원의 내·외과계 중환자실과 심장내과 중환자실에서 급성 신부전환자에 시

행한 신대치요법 시행에 따른 치료 효과와 예후에 미치는 인자에 대해 연구하고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 1998년부터 2002년 7월까지 세브란스 병원의 제 1 중환자실과 제2 중환자실 및 심장혈관 병원 내과계 중환자실(CCU)에서 급성 신부전증으로 치료받았던 15세 이상의 환자를 대상으로 후향적으로 시행하였다. 환자군을 신대치요법을 시행받지 않았던 환자군(대조군)과 신대치요법을 시행받았던 환자군으로 나누었으며, 신대치요법을 시행받았던 환자는 간헐적 혈액투석요법을 시행받았던 군과 지속적 신대치요법을 시행받았던 군으로 나누어 연구를 시행하였다.

자료 수집은 나이, 성별, 입원 시 주 진단, 급성신부전증의 원인, 신대치요법, 급성신부전증의 발병 후 신대치요법 시행까지의 경과 시간, 신대치요법 시행기간, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) score,

Table 1. Characteristics of the Acute Renal Failure Patients according to Hospital Mortality

	Survivors (n = 121)	Non-survivors (n = 210)	Hospital mortality rate (%)	P value
Age (yr)	58.16 ± 17.82	58.96 ± 17.54		NS
Sex (male/female, n)	74/47	138/72	65.1/60.5	NS
Type of ARF				
Prerenal (n)	52	77	59.7	NS
Sepsis (n)	31	61	66.3	NS
ATN (n)	38	29	44.3	NS
Renal (n)	7	17	70.8	NS
Hepatorenal (n)	1	13	92.9	< 0.05
Postrenal (n)	2	2	50.0	NS
Surgery (n)	2	3	60.0	NS
Oliguria				
Yes (n)	53	154	74.4	< 0.001
No (n)	68	56	45.2	
Renal replacement				
Yes (n)	46	121	72.5	< 0.001
No (n)	75	89	54.3	
Mechanical ventilation				
Yes (n)	61	196	76.3	< 0.001
No (n)	60	14	18.9	
APACHE II score	17.41 ± 7.03	23.07 ± 8.12	-	< 0.001
OSF (n)	2.02 ± 0.92	3.78 ± 1.17	-	< 0.001
Vasopressor (n)	1.31 ± 1.12	2.44 ± 0.85	-	< 0.001
BUN (peak, mg/dl)	76.38 ± 39.29	89.59 ± 39.54	-	< 0.01
Creatinine (peak, mg/dl)	5.91 ± 7.76	4.61 ± 2.39	-	< 0.05

Age, APACHE II score, Vasopressor, BUN, Creatinine values are expressed as mean ± SD. n: number, yr: year, ATN: acute tubular necrosis. OSF: organ system failure. APACHE II score: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II score.

환기 보조 및 기간, 혈압 상승제 사용 수, 장기 부전 기관 수, 중환자실내 사망률, 병원 내 사망률, 치료 효과, 신기능 등을 진료기록을 통하여 조사하였다.

본 연구 결과의 통계 분석은 SPSS, PC 11.0 프로그램으로 처리하였고, 연속형 변수인 경우는 결과를 평균값 ± 표준편차로 표시하였다. 비연속형 독립 변수는 Chi-square test를 적용하였고, 연속형 변수인 경우는 independent t-test를 적용하였다. 각 치료방법에 따른 신기능회복 및 사망률에 대한 결과는 One-way ANOVA를 시행하였고, 치료 예후에 영향을 미치는 요인에 대한 분석은 multiple logistic regression을 사용하였다. P 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

연구 기간 중 본원의 제1중환자실과 2중환자실 및 심장혈관 병원 내과계 중환자실에 입원한 환자 중 급성 신부전증으로 치료받았던 환자는 373명이었고, 이중 자의퇴원 및 타 병원으로 후송된 환자를 제외한 331명의 환자를 대상으로 연구하였다.

제1중환자실과 제2중환자실에서 급성 신부전증으로 치료 받은 환자의 사망률은 63%이었다. 신대치요법을 시행받은 환자는 167명, 시행 받지 않은 환자는 164명이었다. 신대치요법을 시행 받은 환자 군은 복막투석요법(peritoneal dialysis: PD) 10명, 간헐적 혈액투석요법 57명, 지속적 신대치요법 101명이었다. 이 중 복막투석요법은 자료 분석에서 제외하였다. 급성 신부전증으로 사망한 환자와 생존한 환자에 있어서 연령, 성별에서는 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1).

급성 신부전증의 치료 시작 시에 환자가 궤뇨(소변량 < 400 cc/hr)를 보였던 경우 환자의 사망률에 유의한 영향을 주었으며(P < 0.001), 치료 기간 중 환기 보조가 필요했던 환자에 있어서 사망률이 76.3%로 높았다(P < 0.001). 또한 급성 신부전증과 동반되어 나타나는 장기 부전 수(organ system failure: OSF)는 생존환자에서 2.02 ± 0.92, 사망 환자에서 3.78 ± 1.17개로 사망환자에서 유의하게 높았다(P < 0.001). 환자의 치료기간 중 혈류역학적 안정을 취하기 위하여 사용한 혈압상승제의 수도 생존 환자에서 1.31 ± 1.12개, 사망환자에서 2.44 ± 0.85개로 유의하게 많았다(P < 0.001). 급성신부전증 환자의 신대치요법 시작 전에 측정환 환자의 중등도 점수(APACHE II score)는 생존 환자에서 17.41 ± 7.03, 사망 환자에서 23.07 ± 8.12로 유의하게 높았다(P<0.001) (Table 1).

중환자실에서 신부전증으로 치료 받은 환자의 주 원인질환은 울혈성 심부전 및 심인성 쇼크의 환자가 가장 많은

비율을 보였으며(22.8%), 혈액중양 질환(19.5%), 패혈증 및 패혈성 쇼크(19.0%), 간 세포 압 및 간 기능 부전(9.1%), 폐렴(7.5%) 등의 분포를 보였다(Table 2).

급성 신부전증의 원인으로는 prerenal, 패혈증, ATN (renal), hepatorenal, postrenal, surgery related 등으로 나누었으며, 이중 간콩팥증후군(hepatorenal syndrome)만이 사망률 92.9%로 유의하게 영향을 미쳤다(P < 0.001) (Table 3).

간헐적 혈액 투석법을 받은 군과 지속적 신대치요법을 시행받은 군을 비교하였을 때, 지속적 신대치요법을 시행받은 군에서 APACHE II score, 장기 부전 기관 수, 사용한 혈압상승제 빈도, 환기보조 필요성, 신대치요법 시행 시 궤뇨증 여부, 신기능 회복률, 중환자실내 사망률, 병원 내 사망률 등이 간헐적 혈액투석법을 시행받은 군보다 유의하게 높았다(P < 0.001) (Table 4).

신대치 요법의 신기능 회복결과는 신대치요법을 시행하지 않고 보존적인 치료를 시행한 166명의 환자 중 79명 환자가 신기능 회복을 보여 47.6%의 신기능 회복률을 보였고, 간헐적 혈액투석법을 시행 받은 환자 46명 중 29명 환자가 신기능 회복을 보여 63%의 신기능 회복률을 보였으며, 지속적 신대치요법을 시행받은 환자 92명 중 9명 환자가 신

Table 2. Main Diagnoses on ICU Admission in ARF Patients

Diagnosis	No. of cases (%)	% of survivors
Congestive heart failure/ Cardiogenic shock	85 (22.8)	51.2%
Hemato-oncologic disease	73 (19.5)	12.7%
Severe sepsis/septic shock	71 (19.0)	41.0%
Hepatocellular carcinoma/ Hepatic failure	34 (9.1)	17.9%
Pneumonia	28 (7.5)	32.0%
Rheumatologic disease	15 (4.0)	21.4%
Pancreatitis	11 (2.9)	50.0%
Primary renal disease	10 (2.7)	55.6%
Gastrointestinal bleeding	8 (2.1)	37.5%
Metabolic coma	7 (1.9)	33.3%
Multiple trauma	6 (1.6)	33.3%
Inflammatory lung disease	4 (1.1)	0.0%
Cardiac arrest	4 (1.1)	0.0%
Drug Intoxication	4 (1.1)	75.0%
Panperitonitis	4 (1.1)	25.0%
Others	9 (2.4)	100.0%
Total	373 (100)	36.6%

ICU: intensive care unit, ARF: acute renal failure.

Table 3. Etiologies of Acute Renal Failure (ARF) in the Intensive Care Unit

Etiologies	Non-survivors	Survivors	Mortality (%)	Relative risk (95% CI)
Prerenal	74	53	58.30%	0.698 (0.442-1.103)
Sepsis	63	26	70.80%	1.566 (0.927-2.646)
ATN	38	29	56.70%	0.701 (0.406-1.209)
Renal	18	6	75.00%	1.797 (0.693-4.657)
Hepatorenal syndrome	12	2	85.70%	3.606 (0.793-16.391)*
Postrenal	2	2	50.00%	0.572 (0.080-4.114)
Surgery related	3	2	60.00%	0.862 (0.142-5.234)
Total	210	121	63.40%	

All values are expressed as number. ATN: acute tubular necrosis, CI: confidence interval. *: P < 0.05.

Table 4. IHD Versus CRRT for ARF Patients in the ICU

Variables	IHD	CRRT	P value
Age	56.4 ± 16.69	56.46 ± 16.70	NS
Sex (m/f)	21/35	39/62	NS
APACHE II score	17.82 ± 7.55	24.02 ± 8.14	<0.001
OSF (n)	2.64 ± 1.37	3.71 ± 1.13	<0.001
Vasopressors (n)	1.32 ± 1.130	2.53 ± 1.13	<0.001
Ventilator patient (%)	66 ± 47.8	97 ± 17.1	<0.001
Ventilator day	10.88 ± 15.84	9.80 ± 11.48	NS
Total RRT day	13.61 ± 20.02	5.22 ± 4.63	<0.001
Oliguria	59 ± 49.6	83 ± 37.6	<0.001
Recovery rate (%)	63 ± 48.8	10 ± 29.9	<0.001
ICU Mortality rate (%)	33 ± 47.7	86 ± 35.2	<0.001
Hosp. Mortality rate (%)	42 ± 49.9	87 ± 34.0	<0.001

All values except sex are expressed as mean ± SD. IHD: intermittent hemodialysis, CRRT: continuous renal replacement therapy, APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II, OSF: organ system failure, n: number, RRT: renal replacement therapy, ICU: intensive care unit, Hosp.: Hospital.

기능 회복을 보여 9.8%의 신기능 회복률을 나타냈다. 이중 지속적 신대치요법이 간헐적 혈액투석요법보다 신기능 회복률이 유의하게 낮았다(P < 0.001) (Table 5).

심장내과계 중환자실에서 급성 신부전증으로 치료 받은 환자군에서도 신대치요법을 시행하지 않고 보존적인 치료를 받았던 54명의 환자 중 37명의 환자가 신기능 회복을 보여 68.5%의 신기능 회복률을 보였고, 간헐적 혈액투석법을 시행 받은 환자 8명 중 5명 환자가 신기능 회복을 보여 62.5%의 신기능 회복률을 보였으며, 지속적 신대치요법을 시행 받은 환자 24명 중 3명 환자가 신기능 회복을 보여 12.5%의 신기능 회복률을 나타냈다. 이중 지속적 신대치요법이 간헐적 혈액투석법보다 신기능 회복률이 유의하게 낮았다(P < 0.001) (Table 6).

고 찰

중환자실에서 급성 신부전증으로 진단 받은 환자에게 시행하는 신대치요법에는 보존적요법, 복막투석요법, 간헐적 혈액투석요법, 지속적 신대치요법 등이 있다. 본 연구에서는 신대치요법을 시행하지 않은 군과 신대치요법을 시행한 군으로 나누었고, 신대치요법 중에서는 간헐적 혈액투석법과 지속적 신대치요법을 시행한 군으로 나누어 비교하였다.

본 연구에서 중환자실에서 급성신부전증으로 진단 후 치료한 환자 사망률과 신기능 회복률은 각각 63.4%와 37.5%이었다. 이는 Morgera 등의¹³⁾ 보고에서 69%, Mehta 등이¹²⁾ 발표한 56.6%, Brivet 등이¹⁴⁾ 발표한 58%의 사망률과 비교

Table 5. Recovery Rate Treated by Each Method in the ICU

Method	Not recovered	Recovered	Recovery rate (%)
None	87	79	7.60*
IHD	17	29	63.00 [†] ‡
CRRT	83	9	9.80* [†]
IHD + CRRT	13	3	18.80 [‡]
Total	200	120	37.50

ICU: intensive care unit, IHD: intermittent hemodialysis, CRRT: continuous renal replacement therapy. *: P<0.05, none vs. CRRT. †: P<0.05, IHD vs. CRRT. ‡: P<0.05, none vs. IHD+CRRT.

하였을 때 유의한 차이는 없었다.

급성 신부전증으로 치료받은 환자들에서 입실 시 주 진단명은, 울혈성 심부전/심인성 쇼크(22.8%), 혈액-중양학적 질병(19.5%), 폐혈증/폐혈성 쇼크(19.0%), 간 세포 압/간 기능 부전(9.1%)의 빈도를 보이고 있으며, 이 중 혈액-중양학적 질병과 간세포압 및 간기능부전을 원인 질환으로 갖는 환자에서 각각 87.3%와 82.1%의 높은 사망률을 보였다. 특히 본 연구에서는 울혈성 심부전 및 심인성 쇼크의 주진단을 갖는 환자가 가장 많은 빈도를 보였다. 이는 Bellomo 등이¹⁵⁾ 발표한 논문에서 폐혈증 및 폐혈성 쇼크의 환자가 19.3%로 가장 많은 비율을 차지하고, 울혈성 심부전 및 심인성 쇼크의 환자가 6%를 차지하고 있는 것과는 대조적이다. 이는 심장혈관 병원 심장내과 중환자실 환자 중에서의 급성 신부전증 환자를 포함하였기 때문으로 생각된다.

본 연구에서는 중환자실에서 급성 신부전증 환자의 생존율에 영향을 미치는 요인 분석 결과, 나이, 성별은 생존율에 통계학적인 유의점을 찾을 수 없었다. 최고 혈중 크레아티닌 수치, APACHE II score, 환기보조 필요성, 사용 혈압 상승제 사용 빈도, 장기 부전 수, 그리고 신대치요법 시행시의 폐뇨증 유무가 환자의 생존율에 유의하게 영향을 주었다(P < 0.05). 환자의 생존율에는 폐뇨증 유무, 장기 부전 수, 환기보조 필요성, 투여한 혈압 상승제 수 등 순이었다. 이러한 요인들은 동반된 질환의 중등도와 연관이 있으며, 질병의 중등도가 급성신부전 환자의 예후에 영향을 준다고 할 수 있다.¹⁶⁻¹⁹⁾

각각의 신대치요법에 따른 급성 신부전증 환자의 치료 결과로서는 지속적 신대치요법을 시행받은 군에서 신기능 회복률 및 원내 사망률이 각각 9.8%와 86.8%를 나타내고, 보존적 치료법을 시행한 군에서는 각각 47.6%와 54.3%, 간헐적 혈액투석법을 시행한 군에서는 각각 63.0%와 42.2%를 나타냈다. 이는 통계학적으로 지속적 신대치요법을 시행받은 군에 있어서 신기능 회복률과 원내 사망률이 유의하

Table 6. Recovery Rate Treated by Each Method in the CCU

Method	Not recovered	Recovered	Recovery rate (%)
None	17	37	68.50*
HD	3	5	62.50 [†]
CRRT	21	3	12.50* [†]
Total	41	45	52.30

CCU: coronary care unit, IHD: intermittent hemodialysis, CRRT: continuous renal replacement therapy. *: P<0.05, none vs. CRRT. †: P<0.05, HD vs. CRRT.

게 낮은 결과이다(P < 0.05). 지속적 신대치요법을 시행 받은 군과 간헐적 혈액투석법을 시행 받은 환자 군에 있어서 병원 내 사망률의 차이는 44.6%를 보였다. 이는 Mehta 등이²⁰⁾ 발표한 보고에서 지속적 신대치요법을 받은 군에서의 65.5%, 간헐적 혈액투석법을 받은 군에서의 47.6%와 차이를 보였고, Mehta 등이¹²⁾ 발표한 59.5%, 41.5%와 차이를 보였고, Van Bommel 등이²¹⁾ 발표한 56.7%, 41.2%와 차이를 보였으며, 특히 Bellomo 등이²²⁾ 발표한 59.0%, 70.2%의 원내 사망률과는 반대되는 결과를 보였다.

지속적 신대치요법이 간헐적 혈액투석법보다 여러 장점이 있음에도,^{9,11)} 본 연구에서는 지속적 신대치요법을 받은 환자 군이 간헐적 혈액투석법을 받은 군보다 생존율과 신기능 회복률이 낮았다. 이는 지속적 신대치요법을 받은 환자 군에서 신대치요법 자체의 효과보다 기존 질환 중등도가 환자의 생존율에 더 큰 영향을 미쳤을 것으로 생각할 수 있을 것이다.^{12,23-24)} 또한 본 연구가 후향적으로 진행하여 자료 수집 과정 등에서 전향적 연구보다 객관성이 낮을 수 있다. 이 연구가 전향적으로 진행되었다면 각 신대치요법이 환자의 예후에 미치는 영향을 알려줄 수 있다고 생각되나, 급성 신부전 환자들에게 각 신대치요법을 객관적으로 적용할 수 없는 문제점을 갖고 있다. 본 연구에서는 급성 신부전증 환자의 예후에 관한 지표로서 연령, 성별, APACHE II score, 장기 부전 기관 수, 사용 혈압 상승제 빈도, 환기 보조 여부, 환기 보조기간, 신대치요법 기간, 폐뇨증 유무 등을 조사했다. 지속적 신대치요법을 받은 환자 군에서 간헐적 혈액투석법을 받은 군보다 APACHE II score, 장기 부전 기관 수, 사용한 혈압 상승제 빈도, 환기 보조 여부, 폐뇨증 여부 등이 유의하게 높았다. 이는 지속적 신대치요법을 시행 받은 환자 군이 기존 질환의 중등도가 더 높았다는 의미로 해석할 수 있다. 그리고 지속적 신대치요법을 중등도가 높고, 혈류역학적으로 불안정한 급성신부전 환자 군에 국한 시킨 결과로 생각할 수 있다.

급성 신부전증 환자의 사망률 및 신기능 회복률은 각각

63.4%와 37.5%이었으며, 이 중 보존적 치료를 받은 군의 사망률은 54.3%, 신대치요법을 받은 군의 사망률은 72.5%로 유의한 차이를 보였다. 신대치요법 중 간헐적 혈액투석 치료 군이 지속적 신대치요법 군보다 사망률이 낮았으나($P < 0.05$), 이는 치료법의 차이보다는 지속적 신대치요법 군에서 질환의 중증도 및 예후 인자들이 간헐적 혈액투석치료 군보다 좋지 않았기 때문으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Nissenson AR: Acute renal failure: definition and pathogenesis. *Kidney Int* 1998; 53(Suppl.66): S7-10.
2. Hou SH, Bushinsky DA, Wish JB, Cohen JJ, Harrington JT: Hospital-acquired renal insufficiency: a prospective study. *Am J Med* 1983; 74: 243-8.
3. Brivet FG, Kleinknecht DJ, Loirat P, Landais PJ: Acute renal failure in intensive care units-causes, outcome and prognostic factors of hospital mortality; a prospective, multicenter study. French Study Group on Acute Renal Failure. *Crit Care Med* 1996; 24: 192-8.
4. Groeneveld AB, Tran DD, Van der Meulen J, Nauta JJ, Thijs LG: Acute renal failure in the medical intensive care unit: predisposing, complicating factors and outcome. *Nephron* 1991; 59: 602-10.
5. McCullough PA, Wolyn R, Rocher LL, Levin RN, O'Neill WW: Acute renal failure after coronary intervention: incidence, risk factors and relationship to mortality. *Am J Med* 1997; 103: 368-75.
6. MacKay K, Moss AH: To dialyze or not to dialyze: An ethical and evidence-based approach to the patient with acute renal failure in the intensive care unit. *Adv Renal Replace Ther* 1997; 4: 288-96.
7. Bywaters EG: 50 years: The crush syndrome. *BMJ* 1990; 301: 1412-5.
8. Woodrow G, Turney JH: Cause of death in acute renal failure. *Nephrol Dial Transplant* 1992; 7: 230-4.
9. Lameire N, Van Biesen W, Vanholder R: Dialysing the patient with acute renal failure in the ICU; the emperor's clothes. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14: 2570-3.
10. Schiff H, Lang SM, Fischer R: Daily hemodialysis and the outcome of acute renal failure. *N Engl J Med* 2002; 345: 305-10.
11. Kellum JA, Angus DC, Johnson JP, Leblanc M, Griffin M, Ramakrishnan N, et al: Continuous versus intermittent renal replacement therapy: a meta-analysis. *Intensive Care Med* 2002; 28: 29-37.
12. Metha RL, McDonald B, Gabbai FB, Pahl M, Pascual MTA, Farkas A: A randomized clinical trial of continuous versus intermittent dialysis for acute renal failure. *Kidney Int* 2001; 60: 1154-63.
13. Morgera S, Kraft AK, Siebert G, Luft FC, Neumayer HH: Long-term outcomes in acute renal failure patients treated with continuous renal replacement therapies. *Am J Kidney Dis* 2002; 40: 275-9.
14. Brivet FG, Kleinknecht DJ, Loirat P, Landais P: Acute renal failure in intensive care units-Causes, outcome, and prognostic factors of hospital mortality. *Crit Care Med* 1996; 24: 192-8.
15. Cole L, Bellomo R, Silvester W, Reeves JH: A prospective, multicenter study of the epidemiology, management, and outcome of severe acute renal failure in a "closed" ICU system. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 191-6.
16. Barton IK, Hilton PJ, Taub NA, Warburton FG, Swan AV, Dwight J, et al: Acute renal failure treated by haemofiltration: factors affecting outcome. *Q J Med* 1993; 86: 81-90.
17. Schaefer JH, Jochimsen F, Keller F, Wegscheider K, Distler A: Outcome prediction of acute renal failure in medical intensive care. *Intensive Care Med* 1991; 17: 19-24.
18. Liano F, Gallego A, Pascual J, Garcia-Martin F, Teruel JL, Marcan R, et al: Prognosis of acute tubular necrosis: An extended prospectively contrasted study. *Nephron* 1993; 63: 21-31.
19. Chertow GM, Christiansen CL, Cleary PD, Munro C, Lazarus JM: Prognostic stratification in critically ill patients with acute renal failure requiring dialysis. *Arch Intern Med* 1995; 155: 1505-11.
20. Mehta RL, McDonald B, Gabbai F, Pahl M, Farkas A, Pascual M, et al: Continuous versus intermittent dialysis for acute renal failure (ARF) in the ICU: results from a randomized multicenter trial. *J Am Soc Nephrol* 1996; 7: 1457.
21. Van Bommel E, Bouvy ND, So KL, Zietse R, Vincent HH, Bruining HA, et al: Acute dialytic support for the critically ill: intermittent hemodialysis versus continuous arteriovenous hemodiafiltration. *Am J Nephrol* 1995; 15: 192-200.
22. Bellomo R, Mansfield D, Rumble S, Shapiro J, Parkin G, Boyce N: A comparison of conventional dialytic therapy and acute continuous hemodiafiltration in the management of acute renal failure in the critically ill. *Ren Fail* 1993; 15: 595-602.
23. Kresse S, Schlee H, Deuber HJ, Koall W, Osten B: Influence of renal replacement therapy on outcome of patients with acute renal failure. *Kidney Int* 1999; S72: 75-8.
24. Swartz RD, Messana JM, Orzol S, Port FK: Comparing continuous hemofiltration with hemodialysis in patients with severe acute renal failure. *Am J Kidney Dis* 1999; 34: 424-32.