

Operating an effective CRRT team

Jung Tak Park MD., PhD.

Department of Internal Medicine, Division of Nephrology
Yonsei University College of Medicine

**A GOOD
SYSTEM
SHORTENS THE
ROAD TO THE
GOAL.**



Orison Swett Marden
American Author

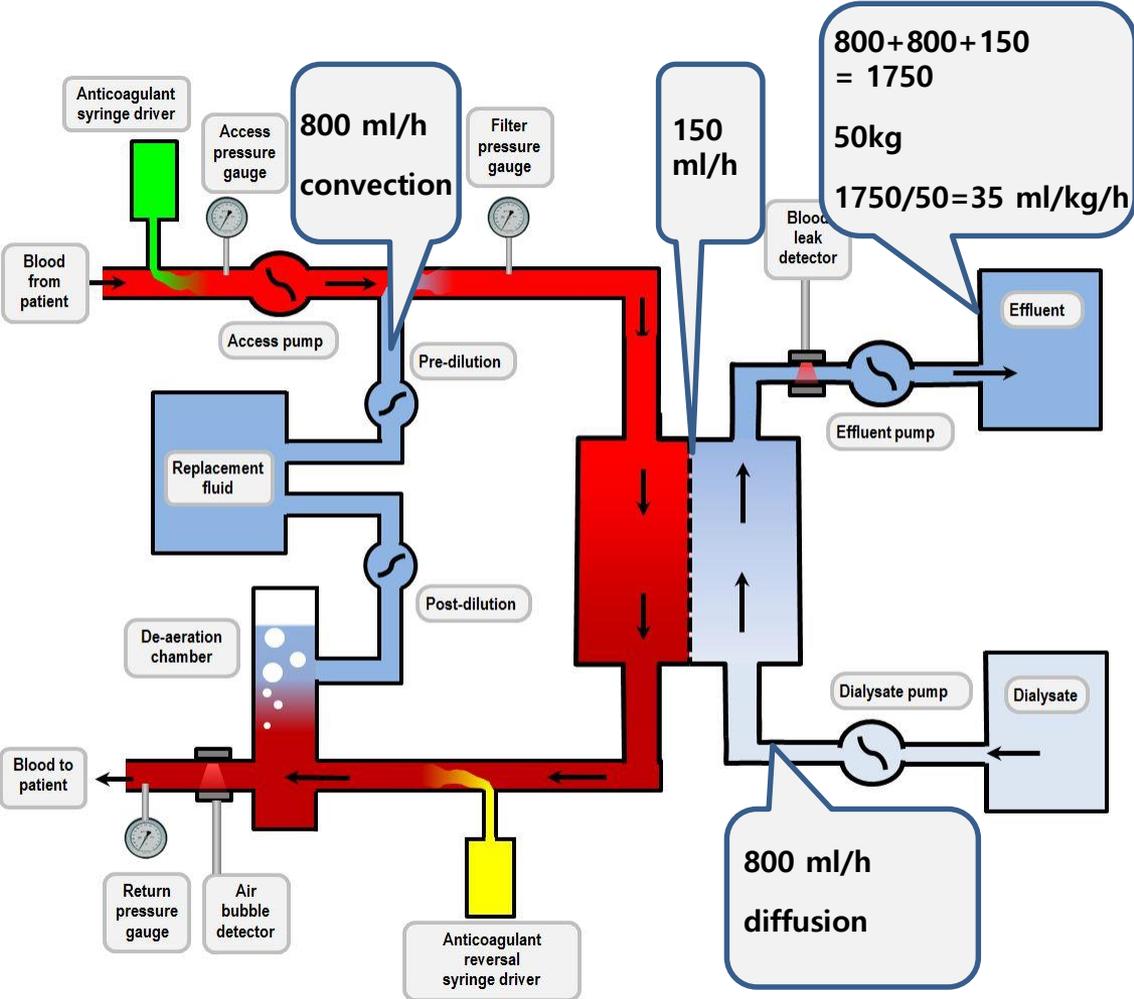
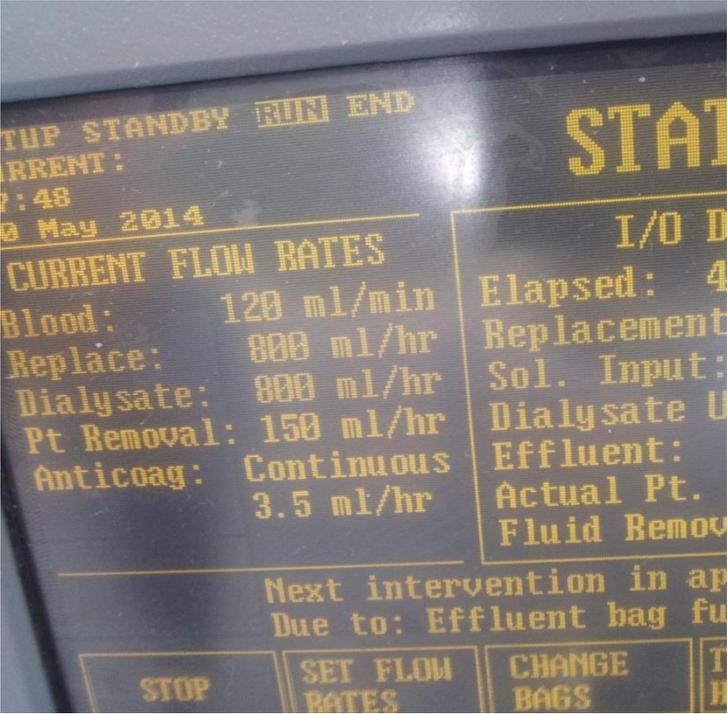
1850-1924



- **CRRT dose and outcome**
- **Down time**
- **CRRT team set-up experience**

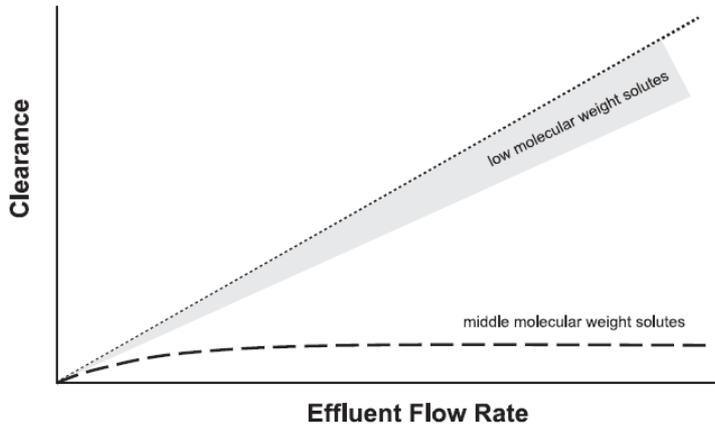
- **CRRT dose and outcome**
- **Down time**
- **CRRT team set-up experience**

CRRT dose in YUHS

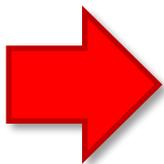
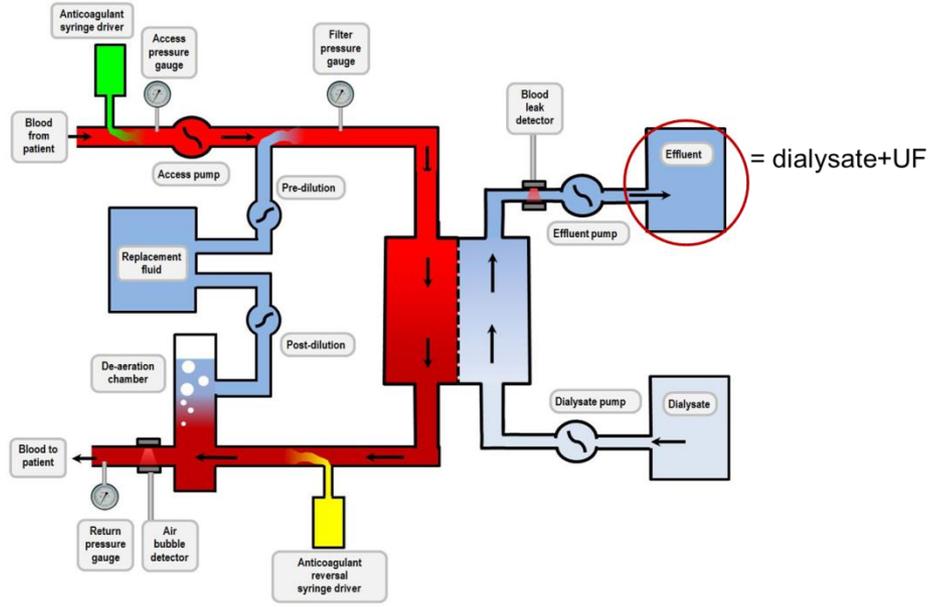
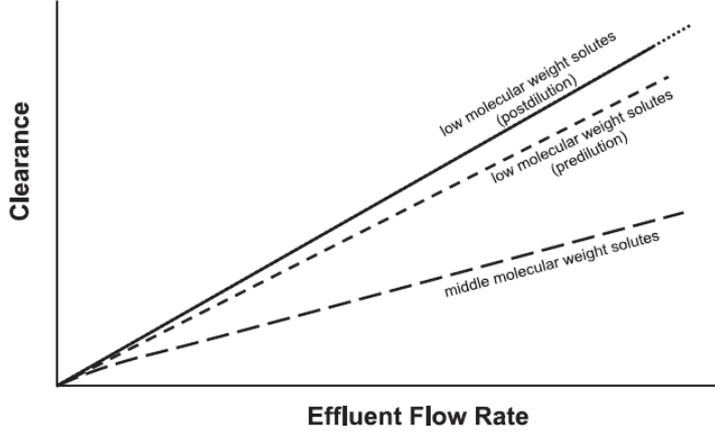


CRRT dose

Diffusive Clearance



Convective Clearance

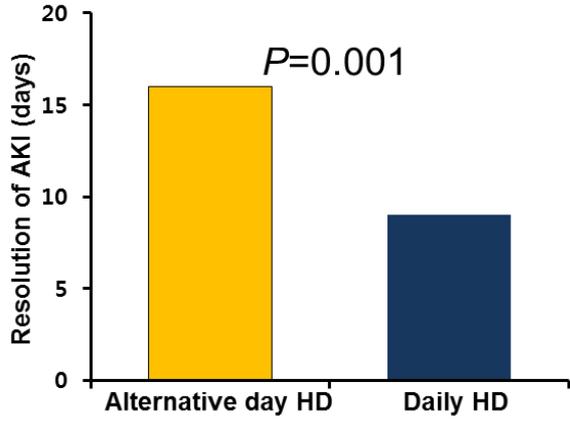
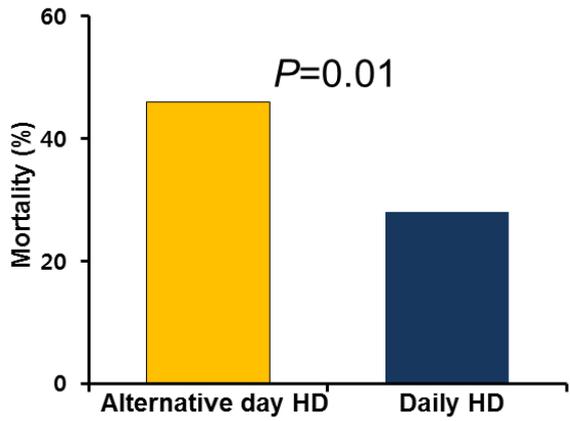


“CRRT dose”

CRRT dose

- Intensive hemodialysis reduces mortality
 - Daily or intermittent dialysis
 - N=160

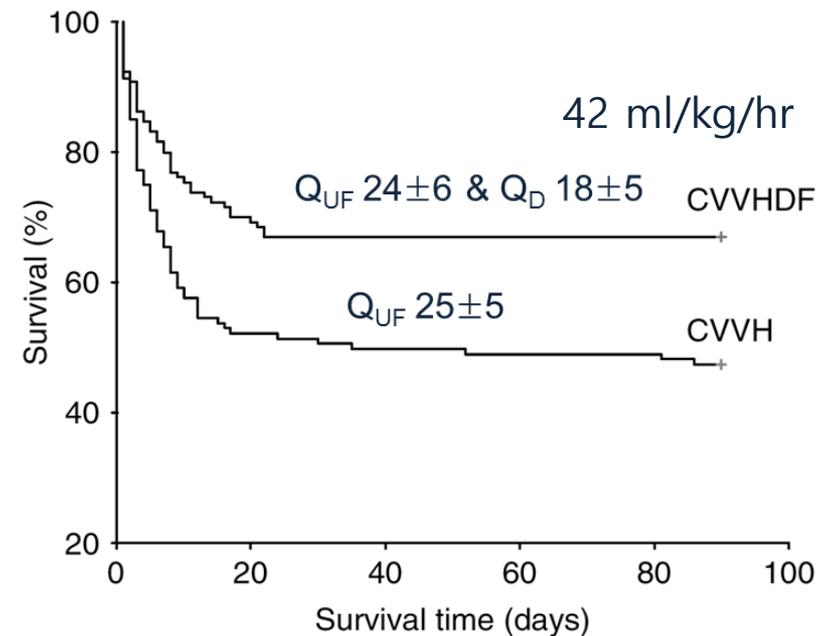
CHARACTERISTIC	ALTERNATE-DAY HEMODIALYSIS (N=72)	DAILY HEMODIALYSIS (N=74)
Age — yr	61±14	59±13
Sex — no.		
Male	40	40
Female	32	34
Intensive care setting — no.		
Medical	44	42
Surgical	28	32
Cause of acute renal failure — no. (%)		
Hypotension	42 (58)	37 (50)
Sepsis	23 (32)	30 (41)
Nephrotoxins	7 (10)	7 (9)
Blood urea nitrogen — mg/dl	91±13	88±16
Serum creatinine — mg/dl	4.9±1.4	4.6±1.0
Oliguria — no. (%)	31 (43)	36 (49)
APACHE III score†	85±9	89±7
Duration of session (hr)	3.4±0.5	3.3±0.4
Blood-flow rate (ml/min)	243±25	248±45
Dose (K·t/V)‡		
Prescribed	1.21±0.09	1.19±0.11
Delivered	0.94±0.11‡	0.92±0.16‡
Weekly delivered	3.0±0.6	5.8±0.4



CRRT dose

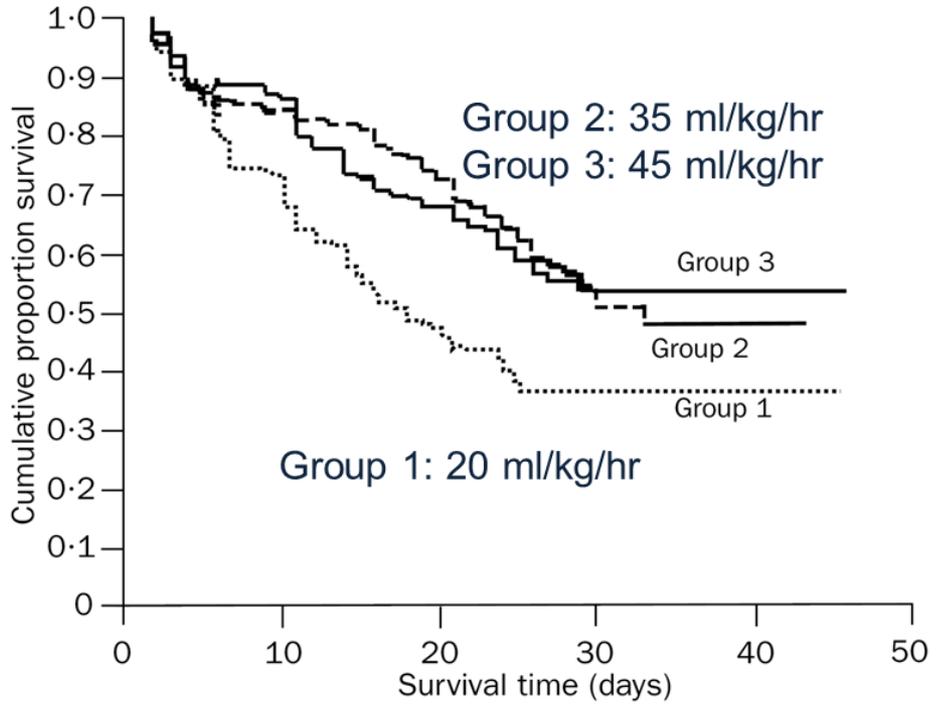
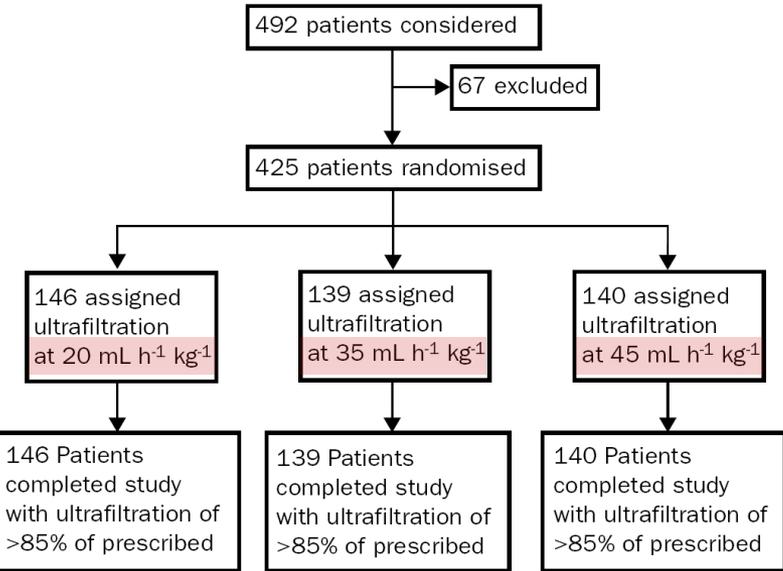
- Increasing dialysis dose confers a better survival
 - CVVHDF vs CVVH
 - N=206

	CVVH group (n=102)	CVVHDF group (n=104)
Mean prescribed ultrafiltration dose (ml/kg/h)	25 ± 5	24 ± 6
Mean prescribed dialysis dose (ml/kg/h)	—	18 ± 5
Bicarbonate replacement fluid (%)	58	52
Delivered dose during first 24 h (%)	87 ± 11	83 ± 16
T° after 24 h CRRT	36.6 ± 0.7	36.7 ± 0.7
CRRT-free days at day 28 (days)	22 (9)	23 (7)
Mechanical ventilation-free days at day 28 (days)	19 (10)	21 (9)
Cumulative NA dose (mg)	35 (1-172)	11 (0-107)
Duration of ICU stay (days)	6 (2-10)	8 (4-16)



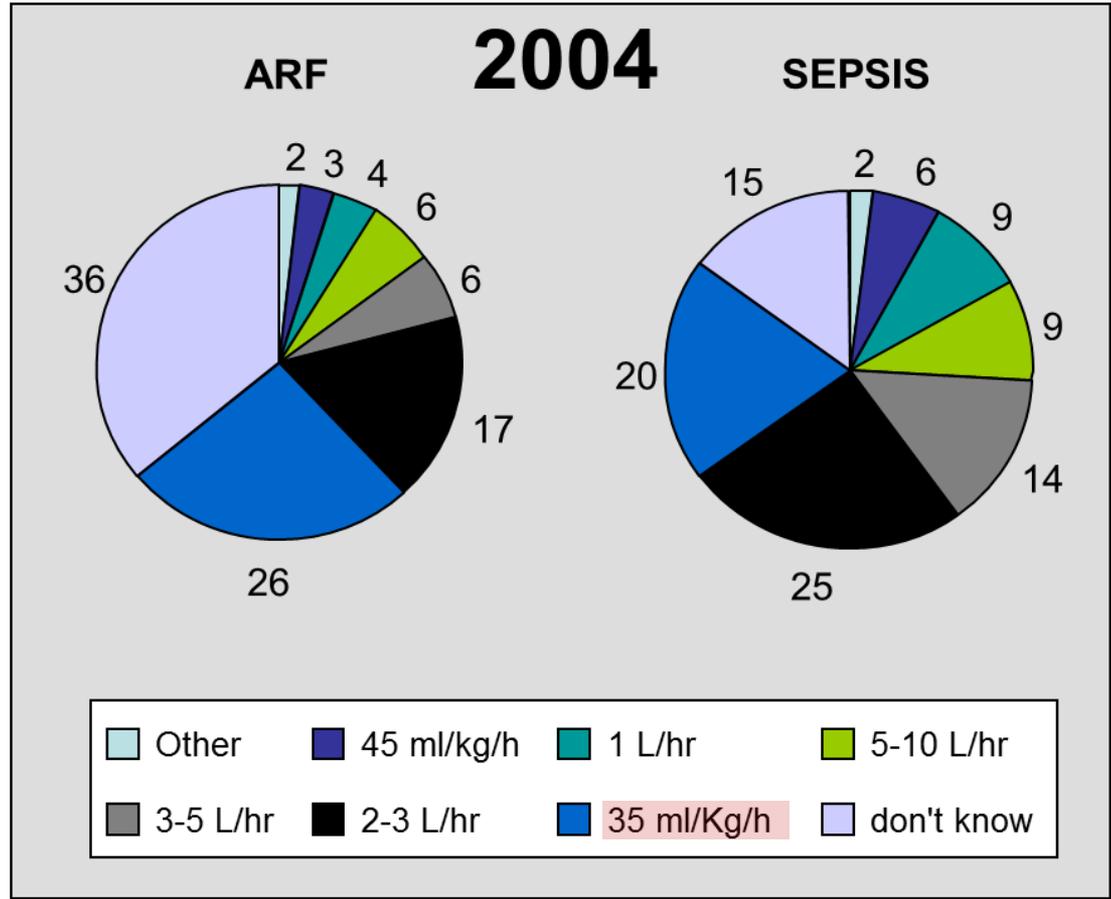
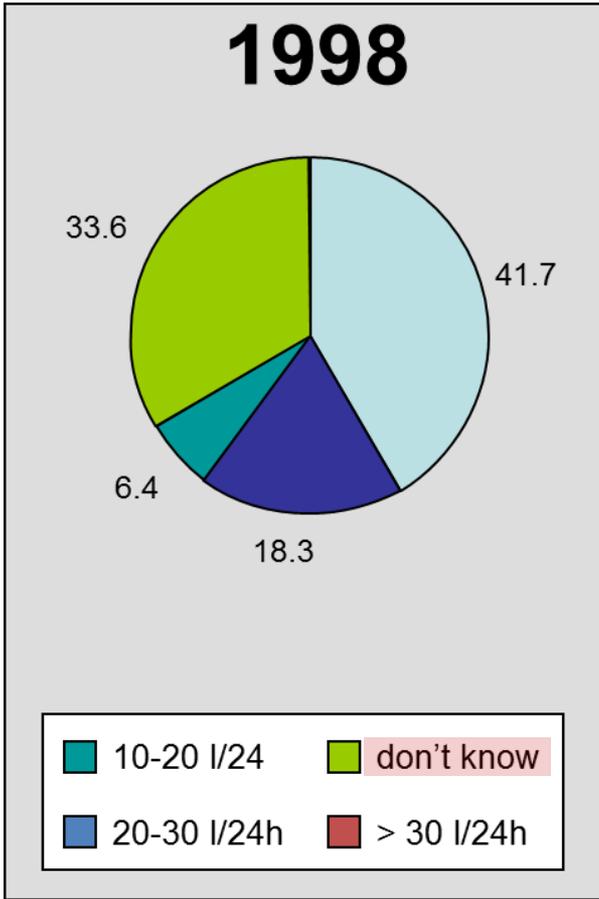
CRRT dose

- Effluent volume should reach at least 35 mL/h/kg
 - CVVH
 - N=425



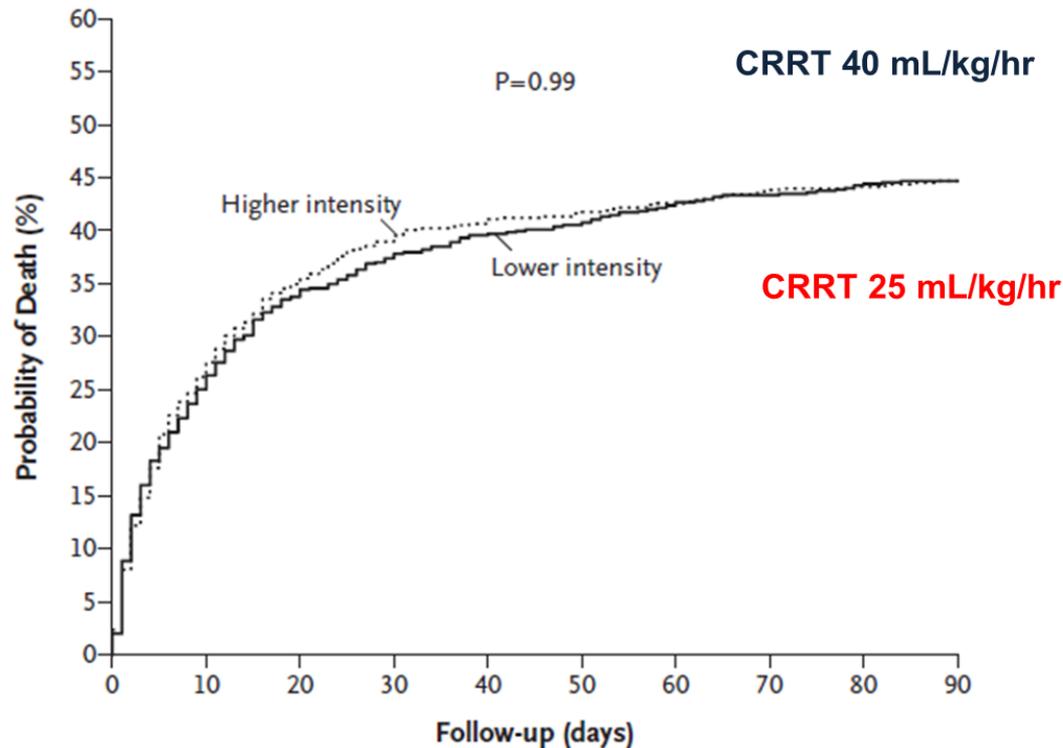
CRRT dose

- Practice Patterns



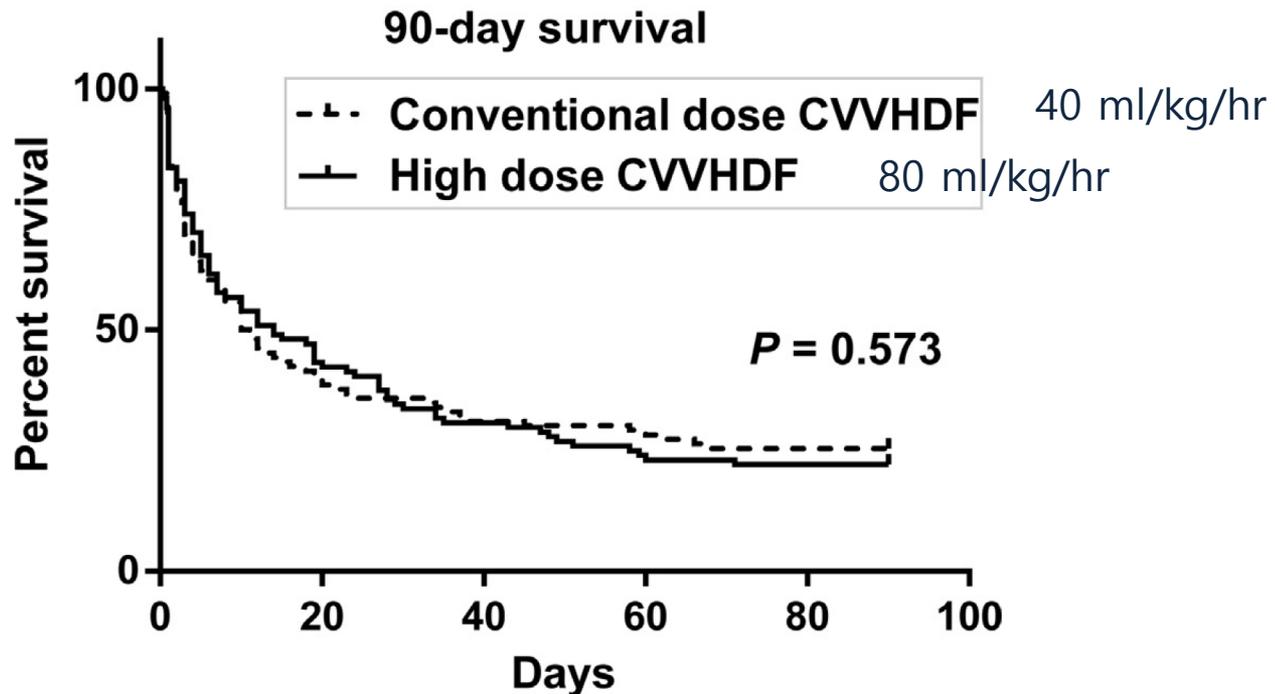
CRRT dose

- **Higher intensity CVVHDF does not reduce mortality**
 - RENAL Replacement Therapy Study Investigators, N=1508
 - CVVHDF, mixed medical and surgical AKI



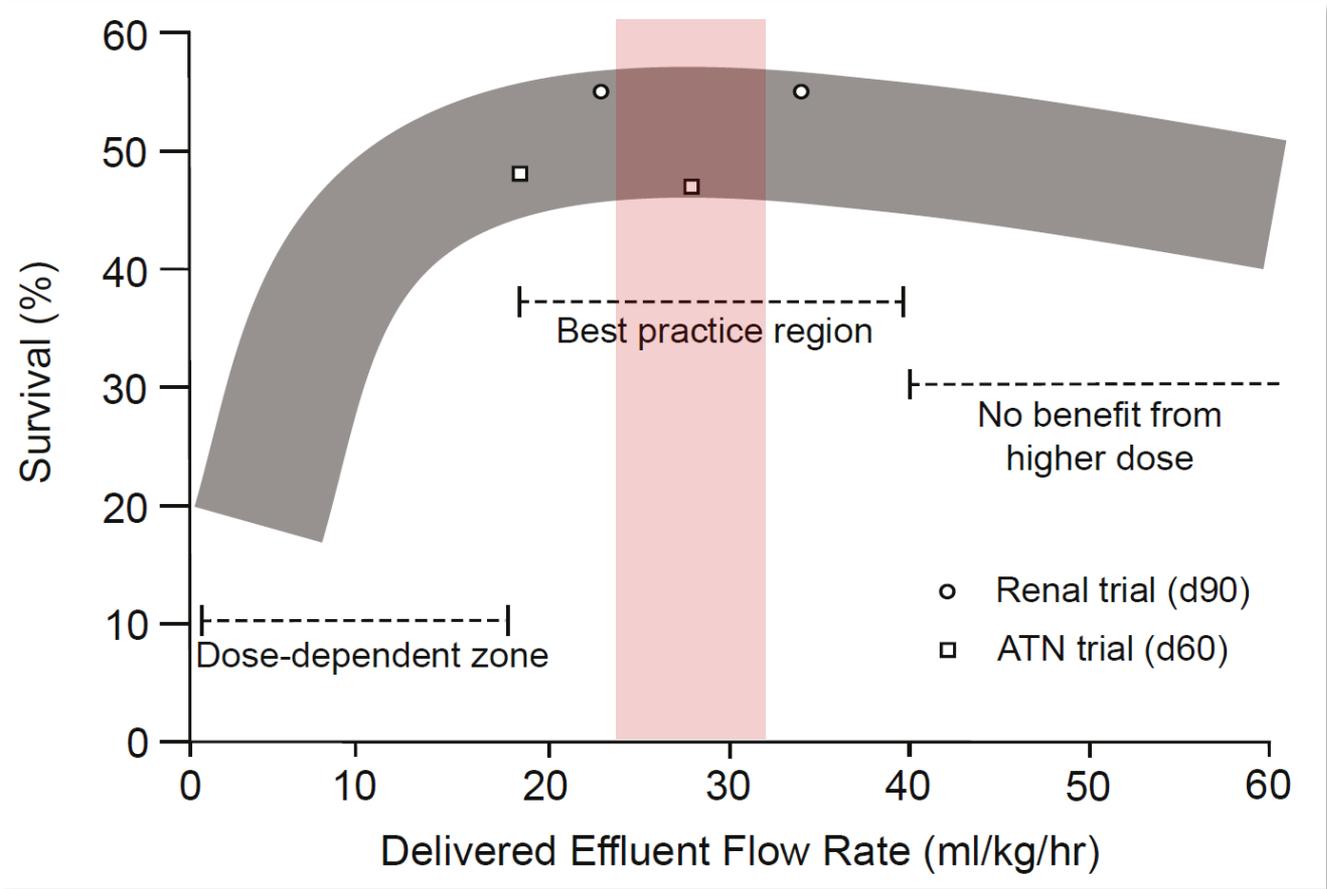
CRRT dose

- **Ultra-high intensity CVVHDF does not reduce mortality**
 - 40 mL/kg/h vs. 80 mL/kg/h CVVHDF
 - Septic shock patients
 - N=212



CRRT dose

- Relationship between CRRT dose and outcome



Considerations on CRRT dose prescription

- We recommend delivering an effluent volume of **20–25 ml/kg/h** for CRRT in AKI
- **35 ml/hr/kg is a reasonable target** for prescription to make sure no less than 25 ml/hr/kg is effectively delivered

- **CRRT dose and outcome**
- **Down time**
- **CRRT team set-up experience**

CRRT down time

- **Continuous is not continuous**
 - Filter clotting
 - Catheter malfunction
 - Outside ICU procedure
 - Imaging studies
- 84 pts, United states
 - Mean 7.9 hr/day down time, 67% of prescribed dose
 - 35 ml/kg/hr CRRT prescription
 - 8 hr/day down time → 23 ml/kg/hr

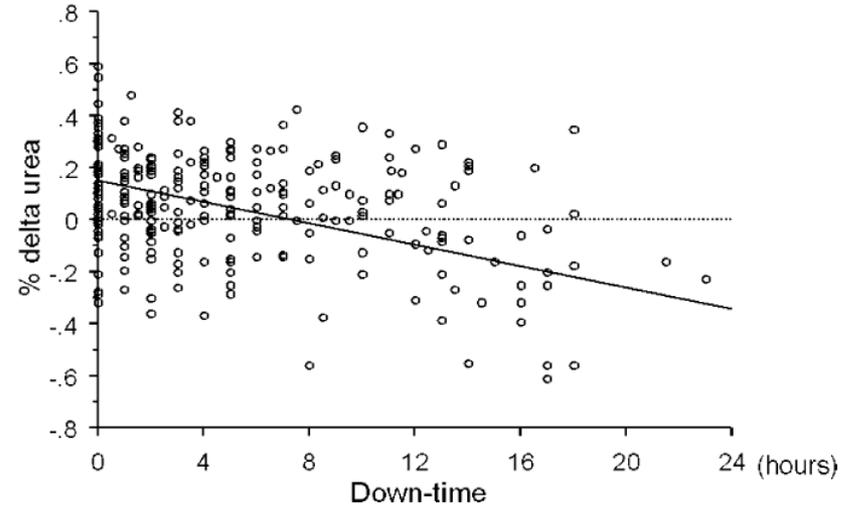
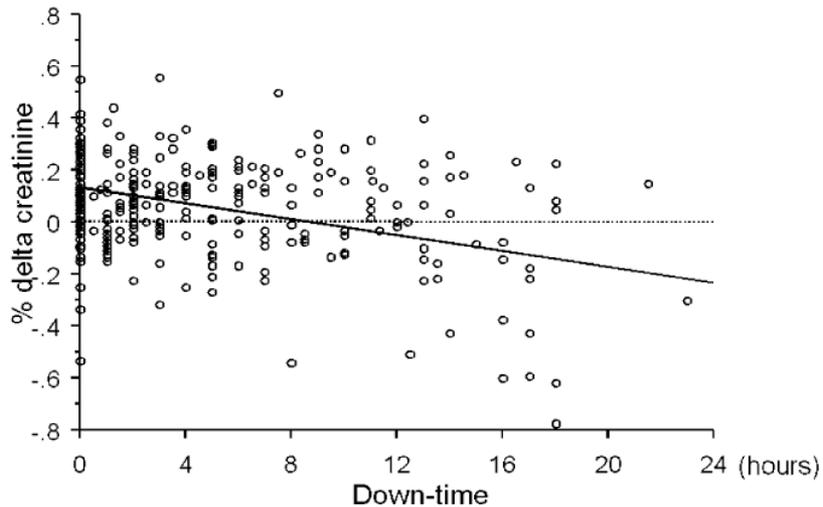
CRRT down time

- **Down time reduces actual delivered dose**
 - CVVHDF, RCT, 200 pts
 - Delivered dose is less than 80% of prescribed dose

Characteristic	Standard Dosage (20 ml/kg per h)	High Dosage (35 ml/kg per h)	P
Patients (n)	100	100	
Citrate anticoagulation (%)	90	92	0.620
Total effluent rate (ml/h; mean \pm SD)	1798 \pm 371	3237 \pm 659	<0.001
dialysate rate (ml/h; mean \pm SD)	1005 \pm 173	1831 \pm 497	<0.001
convective rate (ml/h; mean \pm SD) ^a	793 \pm 298	1406 \pm 252	<0.001
Actual delivered dosage (ml/kg per h)	17	29	<0.001
Filtration fraction (%; mean \pm SD)	15 \pm 6	26 \pm 6	<0.001
% patients achieving \geq 80% prescribed dosage	74	79	0.450

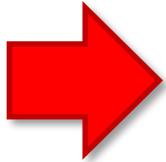
CRRT down time

- **Down time reduces CRRT dose**
 - 48 pts, prospective observation
 - Mean 5.4 hr/day down time, 78% of prescribed dose



CRRT down time

- **Continuous is not continuous**
 - Filter clotting
 - Catheter malfunction
 - Outside ICU procedure
 - Imaging studies

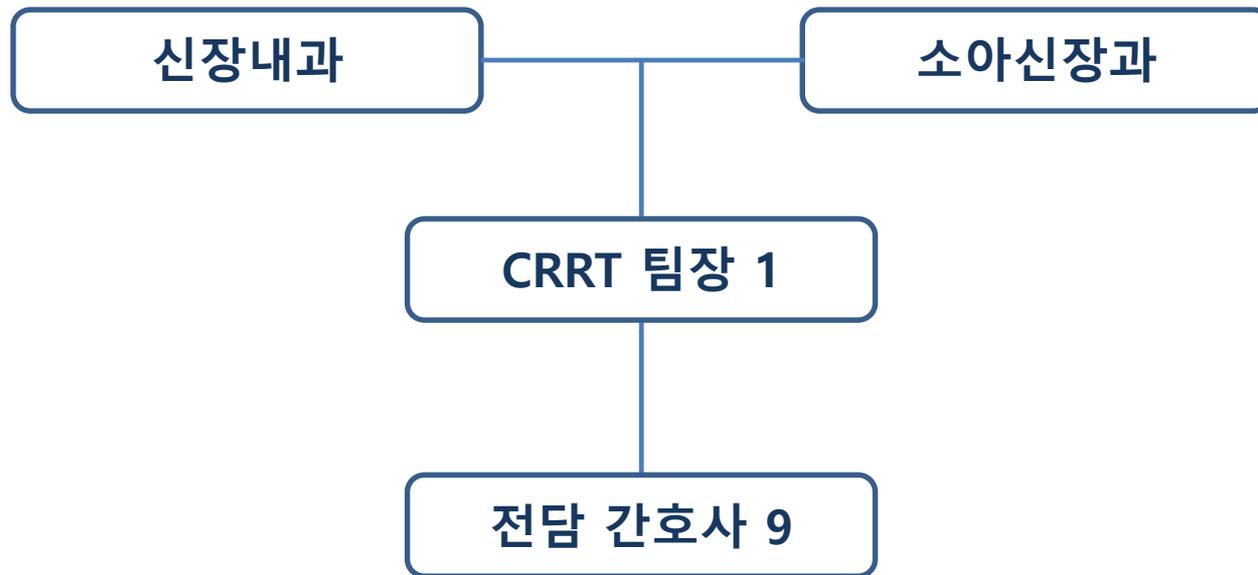


“Specialized CRRT management team”

- **CRRT dose and outcome**
- **Down time**
- **CRRT team set-up experience**

Operating CRRT team

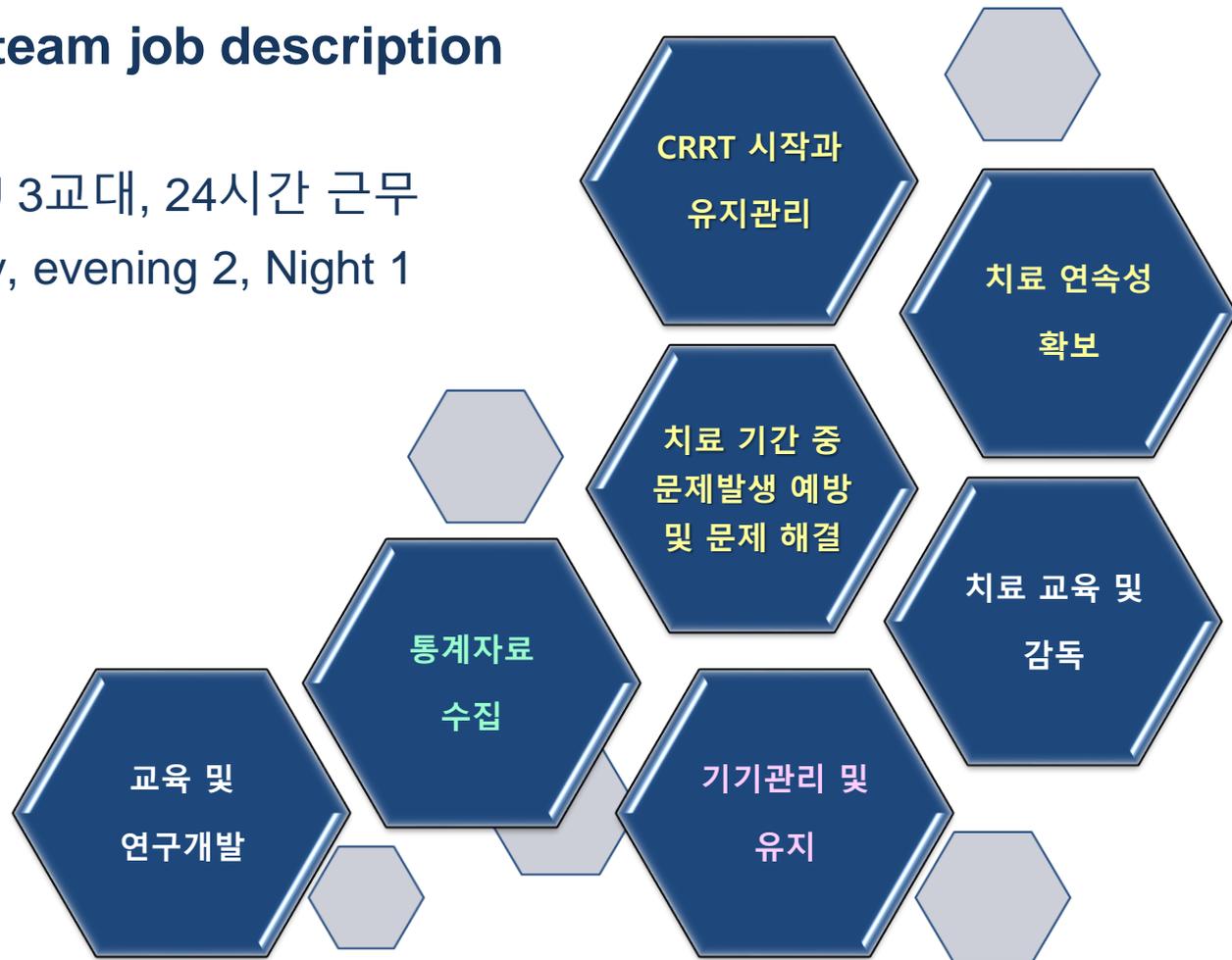
- CRRT team structure



Operating CRRT team

- CRRT team job description

- ICU 3교대, 24시간 근무
- Day, evening 2, Night 1



Operating CRRT team

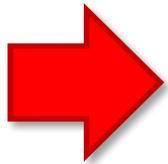
- **CRRT team history**

- 2008.08 전담 1기 시작, 총 5명 (보유기기 9대)
- 2010.04 HICU PrismaFlex 1대 가동 (보유기기 10대)
- 2010.06 새병원 PrismaFlex 2대 가동 (보유기기 12대)
- 2010.12 CCU PrismaFlex 3대 가동 (보유기기 15대)
- 2015.03 인력증원 3명으로 총 8명
- 2015.03 암병원 PrismaFlex 2대 가동 (보유기기 17대)
- 2015.03 ***Polymyxin-b filter hemoperfusion 전담 시행***
- 2016.08 전담 8기 시작
- 2016.08 ***MARS 전담 간호사 교육 이수***
- 2016.09 PICU PrismaFlex 1대 가동 (보유기기 18대)

Operating CRRT team

- **CRRT team management obstacles**

- Work overload
- Lack of communication
 - With nurse colleagues
 - With physician
- Loneliness



- **Overcoming obstacles**

- Expertise
- Communication
- Task simplification
- Sense of belonging

CRRT team expertise

- **Education**
 - 업체 교육 2일, 원내 교육 3일 시행
 - 매뉴얼 숙지, 평가
- **업무 매뉴얼**
 - 기본업무와 특수상황
 - 알람과 해결방법
 - 장비관리
 - 교육

- CRRT 업무매뉴얼 목차
- I. CRRT 전담팀 업무 목적
 - II. CRRT 전담 기본 업무
 - i. 시작 및 교환
 - ii. 기록 및 문서 관리
 - iii. Duty 별 업무
 - iv. 라운딩
 - v. 소모품청구
 - III. 중환자실외 병동 적용 시
 - i. 수술실
 - ii. 응급실
 - iii. 일반병동
 - iv. 기타장소
 - IV. 알람 해결
 - i. 알람의 종류
 - ii. 문제 파악
 - iii. 혈액 흐름 관련 문제
 - iv. 저울 관련 문제
 - v. 시스템 관련 문제
 - V. 연구
 - VI. 교육
 - VII. 장비관리
 - VIII. 기타 대처
 - i. MARS
 - ii. PCPS 연결
 - iii. Hemoperfusion

CRRT team expertise

- **알람 해결 매뉴얼**
 - 자주 발생하는 알람 해결 방법에 대한 정리

PrismaFlex 경고 정보		
알람 제목	가능한 원인	관리자 조치/해결 방법
라인고차	라인이 꼬여있거나 얽혀있을때 저울에 이물질이 있을때 하나 이상의 저울이 고장일때	라인 및 백 설정 상태를 확인한 후 문제를 해결하고 재프라이밍한다. 이물질 제거 후 재프라이밍한다.
반환 압력 강하	반환 라인 또는 도관 누출이 있거나 연결이 분리되었을 경우 환자가 물을 움직이거나 이동했을때 공기제가 챔버 앞의 활력경로가 막혀있거나 누출이 있을때	
	유역장벽이 젖어 있을때	
반환 연결 분리	반환 압력 센서가 고장일때 반환 라인 또는 도관이 분리되었을때 챔버 모니터 라인이 반환압력포트에 정확히 연결되지 않았거나 유역장벽이 젖어 있을때 공기제가 챔버 앞의 활력경로가 막혀있거나 누출이 있을때	
반환이 지나치게 양(+)/음 유입이 지나치게 음(-)임	반환 압력 센서가 고장일때 환자가 물을 움직이거나 재채기하거나 suction중일때 반환/유입 라인이 잠겨있거나 꼬여있을때	
	반환/유입 도관이 송고되었거나 위치가 잘못되었거나 혈류량이 너무 높을때	
배액백이 가득 참	배액/유입 압력 센서가 고장일때 배액 저울에 이물질이 있습니다.	
배액백/백용량이 올바르지 않음	인식된 용액 백의 유역량이 현재 허용량과 일치하지 않을때 저울에 백이 없을때 백의 일부가 무언가가 건드리고 있을때	
배터리 부족	주 전원이 끊어지고 배터리가 모두 소모되었을때 기계전원이 꺼져 있고 배터리가 모두 소모되었을때	
세트 분리	플터압력포드가 분리되지 않았거나 센서하우징에 이물질이 있을때	
	활력 펌프와 필터의 연결이 분리되었을때 플터압력포드 앞에 활력 경로가 막혀있을때 유입장치에 비해 혈류량이 너무 낮을때 플터 압력 센서가 고장일때 반환 라인의 연결이 분리되고 반환압력유류경로가 발생했을때	

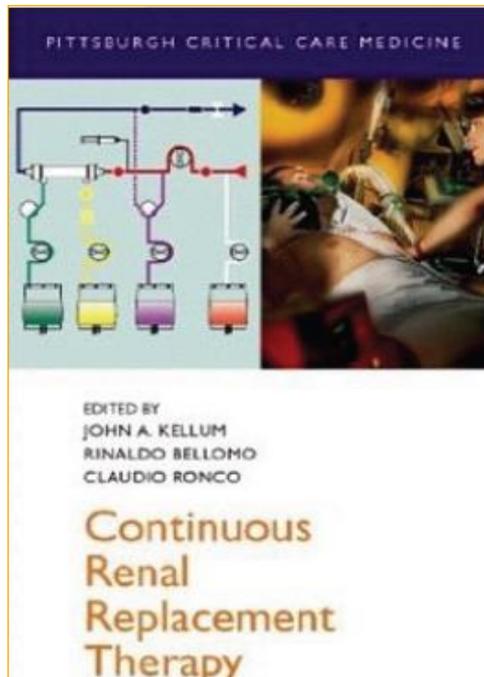
multiFiltrate trouble shooting		
알람 제목	가능한 원인	관리자 조치/해결 방법
Air detector	microair or microbubble 감지될 때 Venous chamber level 낮을 때	부충액 solution이 비었는지 확인한다. Tubing system의 공기 누출이 있는지 확인한다. 연결 부위를 확인한다. Arterial line이 꼬여 있는지 확인한다.

PrismaFlex warmer			
Error code	Error description	가능한 원인	관리자 조치/해결 방법
104/204	Software overtemperature	앞, 뒤 warmer line sensor의 온도차이가 1도 이상 나는 경우	실제 온도 차이를 확인 후 온도차이가 날 경우 엔지니어와 상의하여 warmer line을 교환한다. * 온도 차이 확인하는 방법 : 붉은 색 표시되어 있는 3 부분을 동시에 길게 눌러 (켜질 때까지) 서비스 메뉴-> 메뉴->temp. inspection->온도 차이 확인
105/205	Electronic overtemperature	온도가 45.5°C ± 1.5°C에 도달한 경우	Warmer line sensor 부위에 담요나 열을 주머니, warm blanket이 덮여 있다면 덮지 않도록 정리한다. Software 보화를 위해 가온기를 30분 정도 off 후 다시 on 한다. 반복적으로 발생할 경우 엔지니어에게 알려 점검 받도록 한다.
* Warmer는 Heater를 가동시키므로 전력 소모가 많다. 되도록이면 멀티탭이 아닌 메인 콘센트에 연결하도록 한다.			
Upper/Lower temperature		Heater 안쪽를 주머니에 공기가 있는 경우	Upper 인 경우 Dialysate, Lower 인 경우 Substitute를 deaeration 시행한다. (ESC key -> bag change -> deaeration) Temperature를 15~30분간 off 후 on하여 rewarming 한다.



CRRT team expertise

- CRRT 전담팀 Study 모임
 - 횡수 : 1회/4주
 - CRRT 관련 책자 번역
 - CRRT과 관련된 article 발표



Chen et al. *Critical Care* 2014, **18**:675
<http://ccforum.com/content/18/6/675>

C CRITICAL CARE

RESEARCH Open Access

Combination of extracorporeal membrane oxygenation and continuous renal replacement therapy in critically ill patients: a systematic review

Han Chen¹, Rong-Guo Yu², Ning-Ning Yin¹ and Jian-Xin Zhou^{1*}

Abstract

Introduction: Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is used in critically ill patients presenting acute cardiac and/or pulmonary dysfunctions, who are at high risk of developing acute kidney injury and fluid overload. Continuous renal replacement therapy (CRRT) is commonly used in intensive care units (ICU) to provide renal replacement and fluid management. We conducted a review to assess the feasibility, efficacy and safety of the combination of ECMO and CRRT and to illustrate the indications and methodology of providing renal replacement therapy during the ECMO procedure.

Method: We searched for all published reports of a randomized controlled trial (RCT), quasi-RCT, or other comparative study design, conducted in patients undergoing ECMO plus CRRT. Two reviewers independently selected potential studies and extracted data. We used the modified Jadad scale and the Newcastle-Ottawa for quality assessment of RCTs and non-RCTs, respectively. Statistical analyses were performed using RevMan 5.2.

Results: We identified 19 studies meeting the eligibility criteria (seven cohort, six case control, one historically controlled trial and five studies of technical aspects). There are three major methods for performing CRRT during ECMO: independent CRRT access, introduction of a hemofiltration filter into the ECMO circuit (in-line hemofilter) and introduction of a CRRT device into the ECMO circuit. We conducted a review with limited data synthesis rather than a formal meta-analysis because there could be greater heterogeneity in a systematic review of non-randomized studies than that of randomized trials. For ECMO survivors receiving CRRT, overall fluid balance was less than that in non-CRRT survivors. There was a higher mortality and a longer ECMO duration when CRRT was added, which may reflect a relatively higher severity of illness in patients who received ECMO plus CRRT.

Conclusions: The combination of ECMO and CRRT in a variety of methods appears to be a safe and effective technique that improves fluid balance and electrolyte disturbances. Prospective studies would be beneficial in determining the potential of this technique to improve the outcome in critically ill patients.

CRRT team communication

- **CRRT rounding**
 - CRRT 전담 팀 회진 시행
 - CRRT 시행 목적 및 향후 계획
 - CRRT 시행 중 문제에
 - Filter pressure
 - Catheter function
 - Electrolyte imbalance
 - 협진과와의 conflict

CRRT team communication

- CRRT team 집담회
 - 1회/2개월 전담 팀 회의 시행
 - CRRT 전담 간호사, 의사 및 전공의
 - 원활한 시스템 유지와 문제 해결

	<table border="1" style="float: right; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">수석부장</td> <td style="font-size: small;">간호부원장</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </table>	수석부장	간호부원장		
수석부장	간호부원장				

CRRT 전담팀 운영 회의록 (2018-59차)

◎ 일 시 : 2018. 11. 21. (수) 15:00 - 16:00
 ◎ 장 소 : 제4세미나실
 ◎ 참 석 : 박정탁, 이금화, 김태희, 고도희, 김도연, 박성희, 박혜신, 윤주애, 이지원, 정경영, 최민경, 최유정 (존칭 생략)

I. 보고사항

1. 지난 회의록을 검토함.

1) 성인

- PCPS에 CRRT 연결 시 담당의가 다른 연결방법을 요구할 경우 발생 가능한 문제점에 대하여 충분히 설명 후 가능한 기존의 원칙인 post oxygenator - pre oxygenator로 연결하기로 함.
- 환자 상태에 따라 담당의가 heparin free priming을 요청 할 경우 heparin 대신 futhan 20mg을 사용하여 priming을 진행하기로 함.

2) 소아

- Blood priming 에 관하여 기존의 원칙대로 Blood RBC 전혈을 사용하며, Kit 유지가 어려운 경우 소아 nephro confirm 하에 NS priming도 진행 가능함을 논의함.
- 소아 환아 PCPS catheter 로 CRRT 연결시 안정성 향상을 위하여 기존 extension line 에서 Pressure Monitoring Line-F/4FTM-PVC 로 변경하여 진행하기로 함.

II. 신규 논의 사항

1. 성인

- 1) 2개월간 futhan priming을 시행하였고, 특별한 부작용이 없음을 보고함. 따라서 앞으로는 모든 환자에게 Futhan priming 적용하고 담당의의 특별한 요청이 없는 한 Futhan 3.5cc/hr를 기본으로 사용하기로 함.
- 2) Hyperkalemia 환자 CRRT 치료 중 K level 떨어지지 않아 HD를 동시에 적용한 사례 보고함. 추후 같은 케이스 발생시 가능한 BFR이나 Replacement setting 값을 증량할 수 있도록 권고하기로 함.
- 3) CRRT를 적용하는 환자에 있어 Phosphate Level이 잘 조절되지 않음을 보고함. 시범적으로 일부 환자에게 replacement에 기존 phosten 5ml에서 10ml로 변경하여 적용하고, 다음 집담회 때 그 결과를 논의하기로 함.

2. 소아

- 1) ST100을 사용하는 10 Kg 이상의 환자에게 Futhan priming을 적용하기로 함.
- 2) 소아에서도 기본적으로는 Phosten 5ml mix을 원칙으로 하나, 환자에 따라 nephro confirm 하에 10ml mix도 진행하기로 함.

기록자 : 윤 주 애

CRRT team communication

- CRRT news letter
 - 2~3개월 단위로 CRRT 관련 주요 문제나 Issue에 대한 내용

2016년 1월

안녕하세요

CRRT 관련 소식을 알려드리는 뉴스레터입니다. 여러분의 성원 속에 열두번째 소식지로 찾아 뵙게 되었습니다.

Multifit
올바른 방법을 알려드립니다.

CRRT NEWS LETTER

<교환해야 할 시점에 백 Bag이 차거나 교환해야 할 동 Balancing 알람이 발생할 START/RESET 버튼을 누 Change 화면으로 전환됩니다.

교체 후 **Terminate bag chan** balancing on이 되면서 치료 다. **Terminate**를 안하면 치료 가 유지되어 수분 제거량이 습니다.

2016년 03월

안녕하세요

CRRT 관련 소식을 알려드리는 뉴스레터입니다. 여러분의 성원 속에 열두번째 소식지로 찾아 뵙게 되었습니다.

TORAYM
이번 소식지에서 Toraymyxin을 Hemoperfusion 아보겠습니다.

CRRT NEWS LETTER

제품명
효능효과
원리
혈류속도
시간
항응고제
처치명
동역서

MAP 90% CI (15, 20) 13 patients, 276 patients
19 mmHg
PaO₂/i 95% CI (1.5, 2.0) 7 patients
1.8 µg/kg/min
dopamine/dobutamine level 95% CI (0.4, 1.7) 4 patients, 90 patients
21.2 pg/ml
Endotoxin level 95% CI (0.0, 0.1) 4 patients, 90 patients

2016년 05월

안녕하세요

CRRT 관련 소식을 알려드리는 뉴스레터입니다. 여러분의 성원 속에 열두번째 소식지로 찾아 뵙게 되었습니다.

이번 소식지 관련 처방 되었습니다.

CRRT NEWS LETTER

< Phosphate protocol 변경

- 목적 : Hypophosphatemia를 예방
Hypophosphatemia occurs in up to 80% of the patients.
- Phosten inj [20ml/A] [함량] Phosphate 20mEq, Potas
- P level 4.2 이하 시 Phosten 5ml를 Replacement에 항상 mix
- Daily 오전 Routine lab f/u으
- Bivon, Phosten은 Replacement
- KCl (Dialysate)과 동시 주입 기
- Phosten 개봉 후 안정성으로

> 사용량만큼 처방 받기

< CRRT 시작 전 0hr, App

0hr Lab CBC, PLT, WBC, Ele Serum Iron, Ferritin, T3, Free T4, NGAL, C

24hr Lab CBC, PLT, WBC, Ele

- 전해질 관련 프로토콜, Futhar
- 변경된 전해질 관련 Z-messa
- CRRT 전담팀은 CRRT 적용

2016년 07월

안녕하세요

CRRT 관련 소식을 알려드리는 뉴스레터입니다. 여러분의 성원 속에 열두번째 소식지로 찾아 뵙게 되었습니다.

이번 소식지 pressure 관련 방법을 알아보겠습니다.

CRRT NEWS LETTER

★ Pre

1. Pressure Alarm 발생 2. Pump 멈춤 : 치료중단

Return/Access 카테터 위치

환자 쪽

반환 Return (파랑클램프) 유입 Access (빨강클램프)

CRRT 기계 쪽

기종 별 치료 제시작 방법 PrismaFlex FMC

2016년 09월

안녕하세요

CRRT 관련 소식을 알려드리는 뉴스레터입니다. 열 다섯번째 소식지로 찾아 뵙게 되었습니다.

이번 소식지에서는 HELP CP에서 CRRT-ECMO 연결 방법이 매뉴얼화 되어, 이에 대해 알려 보겠습니다.

CRRT-ECMO 연결 건수는 해마다 증가하고 있습니다.

2013 2014 2015
0 16 34

문의사항은 언제든지 #74469 #70598

CRRT NEWS LETTER

< CRRT- ECMO 연결 방법 > - HELP manual 2nd edition, 2016-

	성인	소아
ECMO 종류	PLS	EBS, PLS
ECMO mode	VV	VA, VV
연결 위치	Post oxygenator (유입) Pre oxygenator (반환) (매뉴얼 이외의 연결 방식은 신장내과와 상의)	Pre pump (유입, 반환)
연결 주체	담당 전공의	소아 신장과 전공의

✓ Lab 채혈 시 공기유입이나 혈액누출에 유의합니다.
✓ 분리 위험성으로 warmer line은 적용하지 않습니다.

- ✓ CRRT 는 일반적으로 전용 Venous access 를 단독으로 사용합니다.
- ✓ Venous access 가 어려운 경우 CRRT 를 ECMO circuit에 연결 할 수 있습니다.
- ✓ CRRT system이 Pump 후에 위치하고, Oxygenator 앞에서 여과된 혈액이 반환되도록 연결하는 것이 air의 유입을 예방하고, air 및 clot을 trap 할 수 있다고 알려져 있습니다.
- Ten things that nurses should know about ECMO. Intensive Care Med (2016) 42:753-755.
- ✓ 현재까지 CRRT- ECMO 에 대한 Gold standard가 확립되지 않은 상태로, 본원 역시 환자 상태에 따라 다양한 방법을 시도하고 있습니다. VA ECMO를 적용하는 소아는 pump후 높은 압력으로 치료유지가 어려워 pump 전 연결 합니다.

YONSEI UNIVERSITY HEALTH SYSTEM

CRRT team communication

- Bed side nurse education



일시	대상	내용
1 / 8	방글라데시 간호대학 교수진	CRRT 정의 및 이론, CRRT 전담 운영 방법 및 성과
1 / 8	CCU 신규 간호사	신규 리뷰 코스, Check list
2 / 3	원외 간호대학 교수진	CRRT 정의 및 이론, CRRT 전담 운영 방법 및 성과
2 / 5	MICU, SICU 신규 간호사	신규 리뷰 코스, Check list
3 / 9	타 병원 전담 간호사(Baxter)	본원의 CRRT 전담 운영 방법 및 성과
4 / 1	FMC 직원(FMC)	본원의 CRRT 전담 운영 방법 및 성과
5 / 23	HICU, CCU 신규 간호사	신규 리뷰 코스, Check list
5 / 26	MICU, SICU 신규 간호사	신규 리뷰 코스, Check list
6 / 24	MICU, SICU 신규 간호사	신규 리뷰 코스, Check list
7 / 5	CCU 신규 간호사	신규 리뷰 코스, Check list
8 / 31	MICU, SICU 신규 간호사	신규 리뷰 코스, Check list
9 / 7	NCU 간호사	CRRT 정의 및 이론, FMC 구조 및 작동
12 / 1	CCU 신규 간호사	신규 리뷰 코스, Check list

CRRT team task simplification

- CRRT 업무 통일화
 - CRRT 연결 및 에러 대처 방법을 통일화

1. 성인: PLS-CRRT 연결

< 2015.11. CRRT 전담팀 결정사항 >

→ 원칙: Veno - Venous, Post pump(Pump 후) 연결

- CRRT 유입 라인(Access line): **Post oxygenator 쪽 3-way**
- CRRT 반환 라인(Return line): **Pre oxygenator 쪽 3-way**

✓ 연결 부위, 특히 반환 라인의 공기를 제거하여 환자에게 주입되지 않도록 주의
 ✓ 연결 부위 3-way 꼭 조여서 헐겁지 않도록, 혈액 누출되지 않도록 주의
 ✓ 환자 특성에 따라 신장내과, 임상과 상의 하에 다른 방법으로 연결가능

→ Alarm call

- ✓ 매뉴얼로 연결 시 → CRRT 전담 + 전공의
- ✓ 매뉴얼 이외의 연결 시 → 전공의

1번 Quadrox, ECMO Circuit

2번 Quadrox, ECMO Circuit

2-1. 소아: PLS-CRRT 연결

2-2. 소아: EBS-CRRT 연결

< 2015. 11. CRRT 전담팀 결정 사항 >

→ 원칙: Pre pump(Pump 전) 연결

- CRRT 유입 라인(Access line): **Pre pump 환자 쪽 3-way**
- CRRT 반환 라인(Return line): **Pre pump, pump 쪽 3-way**

→ 시작 시 연결 & Alarm call: 소아 신장과 전공의

- ✓ 연결 부위, 특히 반환 라인의 공기를 제거하여 환자에게 주입되지 않도록 주의
- ✓ 연결 부위 3-way 꼭 조여서 헐겁지 않도록, 혈액 누출되지 않도록 주의
- ✓ 연결 후 **반환을 감지할 수 없음** 알람 발생할 수 있으므로 반환 라인 쪽 3-way를 조절하여 **Return pressure +50~+70mmHg** 유지

→ Kit 교환

- ✓ 24hr 이내 → 소아신장과 전공의
- ✓ 24hr 이상 → CRRT 전담 간호사, 소아신장과 전공의
- ✓ Priming 시 소아신장과 전공의 Keep

< 기종: PrismaFlex >

CRRT team task simplification

- CRRT 업무 요약 매뉴얼
 - CRRT 연결에 대한 흐름도 bed-side 비치

CRRT 시작

2015-08-17 19:00	CRRT	혈액여과요법	혈액여과시스템을 준비 : 환인(CRRT 준비) 혈액여과시스템을 준비 : 기구 준비(CRRT)
2015-08-17 19:20	CRRT	혈액여과요법	혈액여과 시스템을 calibrator에 연결함 정맥 혈액여과 시스템을 cal에 연결함-연결 방향 혈액여과 시스템을 cal에 연결함 blood war
2015-08-17 20:00	CRRT	혈액여과요법	혈액 여과 시스템을 시 혈액 여과물

CRRT 종료

2015-08-17 20:30	CRRT	혈액여과요법	혈액여과시스템을 종료 : 종료시유(CRRT) 혈액여과시스템을 종료 : 혈액여과종료방법
------------------	------	--------	--

검사나 병동 이동

2015-08-17 20:30	CRRT	혈액여과요법	혈액여과시스템을 종료 : 종료시유(CRRT) 혈액여과시스템을 종료 : 혈액여과종료방법
------------------	------	--------	--

CRRT 기기 - P

YONSEI UNIVERSITY HEALTH SYSTEM

제작사 : FMC 기기명: Multifiltr

기계의 Pressure 와 동일
Arterial - Access
Venous - Return

Substitute - Replace
Dialysate - Dialysate

Alarm limit 이상을 넘으면 알람 발생

현재 알람

Alarm limit 이상을 넘으면 알람 발생

터치 패널이 아니라 다이얼 버튼입니다. 메뉴 다이얼 자체를 눌러주면 클릭됨. 화면에 선택 첫화면(Filter pressure 그래프 있는)으로

FMC 환자 제수량 Pt removal 확인 하는 법

- 1: 하단 Treatment 선택, 메뉴 선택이 안되면 esc 누르면 하단 메뉴 선택 가능
- 2: Balance data 선택
- 3: Balance data development 선택
- 4: 원하는 시간 설정 후 Balance = Removal 확인

FMC 환자 제수량 Pt remove

환자 제수량 Balance = Pt removal

CVV-HDF	Balance data development
-0.13	107
107	0.13
0.13	0.00
0.00	35ml

☆주의☆ 단위가 L(리터). 예) -0.13 = 130ml를 환자로부터 제거

기존처럼 수액셋을 필러 넣는 방식이 아니라 혈액부속액 연결방식과 비슷하게 병을 넣어 주사기만 넣으면 됩니다.

☆Futhan 200mg + 5%DW 20ml 주사기만

FMC 백비우기 교체하기

기기 위쪽에 multicubic이라는 두석의 보충액 사용합니다. 연일 후 연결부위가 여러쪽을 잘라야 용액이 공급됩니다.

☆꼭 백 교체 화면에서 교체합니다. 기존 CRRT중과 마찬가지로 백교체 화면에서 백을 교환하거나 바꿔야 합니다. 그렇지 않으면 오작가 발생하고 치료가 안됩니다. 백이 다 차거나, 알람 시 자동으로 알림이 뜨고 Start 버튼을 누르면 자동으로 백교체 화면으로 바뀝니다.

☆Multicubic 도 기존 Hemosol 처럼 사용된 백내 각박을 단뜨려 A액+B액을 섞어 사용합니다.

백교체 후 Terminate bag change 메뉴를 클릭하여야 일단 치료하면서 돌아오고 치료가 진행됩니다. 그대로 놔두면 치료가 중단될 상태입니다

CRRT team task simplification

- **CRRT anticoagulation**

- nafamostat mesilate, half life 5-8 min (heparin 90 min)
- coagulopathy, recent surgery, spontaneous bleeding pts

	NM Group (N=31)	NA Group (N=24)	P Value
Filter efficacy			
Filter lifespan	31.7 ± 24.1	19.5 ± 14.9	0.035
Number of filters used per day	1.4 ± 1.2	2.4 ± 2.2	0.061
Events of filter failure	53 (48.2%)	57 (51.8%)	
Causes of filter failure			
Filter clotting	20 (37.7%)	34 (59.6%)	0.024
Persistent transmembrane pressure >200 mm Hg	1 (1.9%)	3 (5.3%)	0.619
Malfunction of vascular access	4 (7.5%)	2 (3.5%)	0.426

NA = no anticoagulant, NM = nafamostat mesilate.

CRRT team task simplification

- **CRRT anticoagulation**
 - No increase in bleeding risk

	NM Group (N = 31)	NA Group (N = 24)	P Value
Clinical outcomes			
Blood flow rate during CRRT (mL/min)	155.0 ± 15.7	157.0 ± 15.9	0.588
Duration of CRRT/patient, h	50.8 ± 39.3	41.5 ± 37.8	0.381
Urea reduction ratio at 6 hours (%)	16.4 ± 17.7	18.7 ± 16.9	0.691
Creatinine reduction ratio at 6 hours	18.7 ± 18.1	16.9 ± 12.9	0.691
In-hospital mortality	17 (47.2%)	19 (52.8%)	0.054
Recovery of renal function	9 (29.0%)	3 (12.5%)	0.194
Safety			
RBC transfusion	13 (41.9%)	8 (33.3%)	0.584
GI bleeding	2 (6.5%)	0 (0%)	0.499

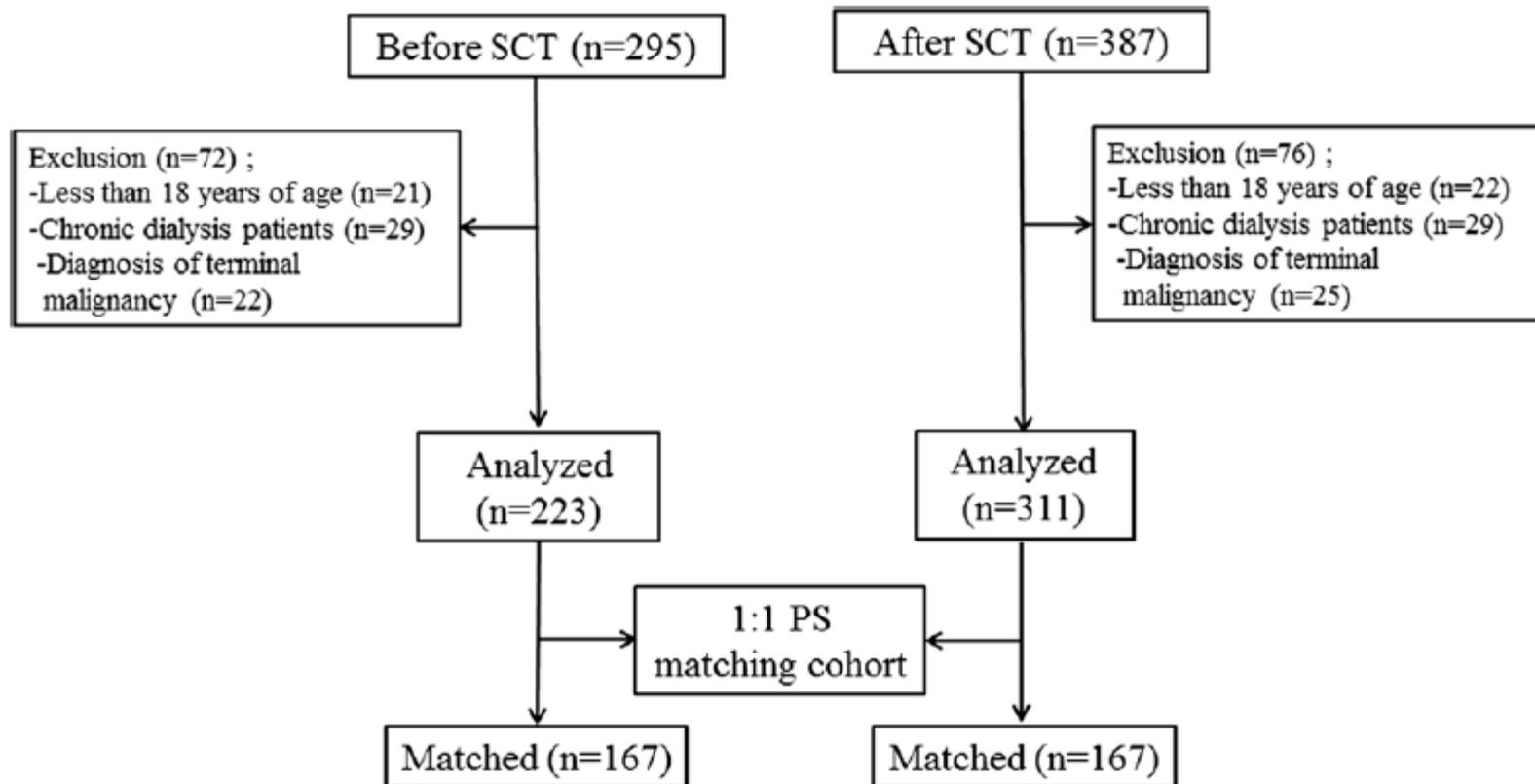
CRRT team sense of belonging

- CRRT team 발전 세미나
 - 1 회/년 시행
 - 간호부 및 중환자실 간호사 대상으로 업무 및 업적 설명
- CRRT team 수료증 전달



CRRT team effect

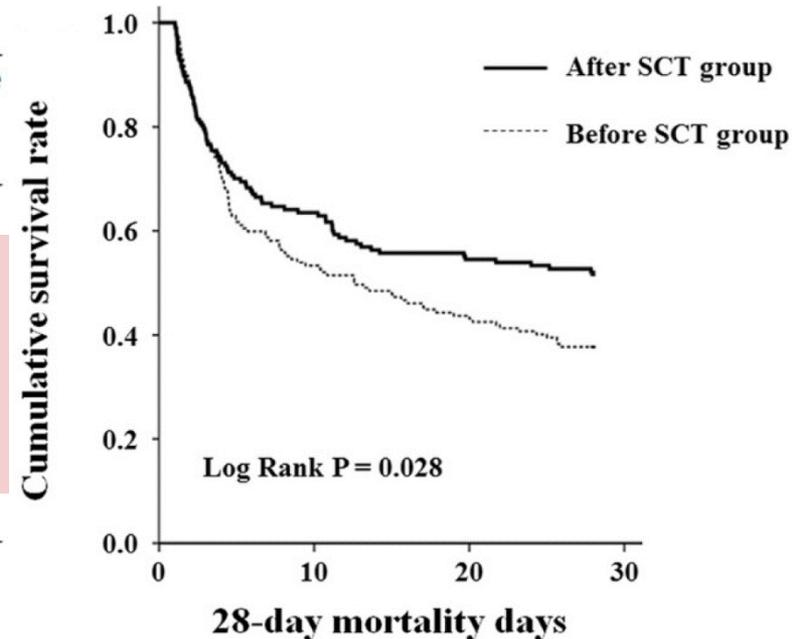
- CRRT team improves patient outcome



CRRT team effect

- CRRT team improves patient outcome

	Matched cohort		P-value
	Before SCT (n = 167)	After SCT (n = 167)	
Total CRRT time, days	5 (1 to 48)	4 (1 to 32)	0.197
Down-time per day, hrs	4.8 (3.7 to 9.4)	3.3 (2.8 to 5.7)	<0.001
Lost time per filter-exchange, minutes	42 (31 to 55)	23 (20 to 30)	<0.001
Ultrafiltration rate, mL/kg/hr	24.5 (22.5 to 28.1)	28.2 (26.3 to 30.5)	0.039
Number of TF during CRRT	8 (1 to 22)	6 (1 to 14)	0.021
TF rate, n (%)	118 (70.7%)	106 (63.5%)	0.043
Filter life span, hrs	25.7 (5.9 to 43.8)	31.1 (6.1 to 39.7)	0.084



Take home message

- 35 ml/hr/kg is a reasonable target for prescription to make sure no less than 25 ml/hr/kg is effectively delivered
- CRRT down time reduces delivered CRRT dose
- Efficient CRRT team approaches could improve patient outcome

감사합니다