

지속적 신대체요법 시 도식화된 알람 관리 매뉴얼 사용이 중환자실 간호사의 알람 해결률과 간호수행능력에 미치는 효과

최영자¹ · 이영희²

삼성서울병원¹, 성균관대학교 임상간호대학원²

Effects of the Schematized Alarm-managing Manual for Continuous Renal Replacement Therapy on the Alarm Resolution Rate and Nursing Competence of Nurses in Intensive Care Units

Choi, Aeng Ja¹ · Yi, Young Hee²

¹Department of Nursing, Samsung Medical Center

²Department of Clinical Nursing Science, Samsung Medical Center · School of Medicine, Sungkyunkwan University

Purpose: This study was done to develop a schematized alarm-managing manual for continuous renal replacement therapy (CRRT) and to investigate its effects in maintaining continuity in the patients' treatment and promptly resolving alarms when CRRT is being carried out. **Methods:** Sixty nurses from two medical intensive care units (ICUs) (one experimental and one control) at one hospital were asked to answer a questionnaire including their CRRT nursing competency and satisfaction with the manual. Data on alarm resolution rate were collected by analyzing existing data, such as the details of each alarm and the number of resolutions around the clock in the CRRT device. **Results:** The alarm resolution rate and some of CRRT nursing competency scores in the experimental group were higher than those in the control group. The experimental group was also satisfied with the manual. **Conclusion:** The study confirmed that the schematized alarm-managing manual can be useful for ICU nurses to resolve alarms and can be used as a guideline. Application of this manual to clinical practices and its use can therefore, be encouraged through continuous education and promotion.

Key Words: Renal replacement therapy, Alarm, Manuals, Nurses, Competence

서론

1. 연구의 필요성

중환자실에 입원한 환자의 20~25%는 급성신부전을 동반하

며[1], 이들 중 대다수는 신대체요법이 필요하다. 신대체요법으로는 보통 간헐적 혈액투석(Intermittent Hemodialysis, IHD)이나 지속적 신대체요법(Continuous Renal Replacement Therapy, CRRT)을 시행하며, 그 중 CRRT는 지속적으로 체외순환을 통해 서서히 수분과 노폐물, 전해질을 제거하는 과정으

주요어: 신대체요법, 알람, 매뉴얼, 간호사, 수행능력

Corresponding author: Yi, Young Hee

Department of Clinical Nursing Science, Samsung Medical Center, School of Medicine, Sungkyunkwan University, 81 Ilwon-ro, Seoul 135-710, Korea.

Tel: +82-2-2148-9930, Fax: +82-2-2148-9949, E-mail: iyyh@skku.edu

- 이 논문은 제1저자 최영자의 석사학위논문을 수정하여 작성한 것임.

- This article is a revision of the first author's master's thesis from Sungkyunkwan University.

Received: Jul 23, 2014 | Revised: Sep 11, 2014 | Accepted: Oct 14, 2014

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

로[2], 혈액학적으로 급격한 변동을 초래하지 않으면서 수분과 노폐물을 제거할 수 있고, 충분한 정맥 내 수액 투여 및 영양공급 등이 가능해서 혈액학적으로 불안정한 급성신부전이 있는 중환자의 치료법으로 선택되고 있다[3].

CRRT는 IHD와는 달리 24시간 지속적으로 이루어져야 하므로 의료진의 집중적인 관찰이 요구되는 노동집약적인 치료이다. 즉 CRRT를 적용한 경우 환자 상태를 안정적으로 유지하기 위한 모니터링과[4,5] 더불어 필터 및 기기의 기능을 잘 유지하는 것이 필수적이다[6]. 그러나 CRRT 시행 시 종종 기기 관련 문제(troubleshooting)에 부딪히게 되는데[6]. 이런 문제들은 기기의 알람을 무시하거나 알람 원인을 해결하지 않을 경우 발생하며, 특히 환자 안전과 관련된 경고음의 미해결 시에는 환자 안전을 위협하는 오류가 초래될 수 있다. 예를 들어 수분 균형과 관련된 알람을 무시하거나 원인을 해결하지 않고 기기를 계속 구동시키면 수분 불균형으로 인한 저혈량 및 심정지가 초래되어 환자가 치명적인 해를 입게 된다[7, 8]. 또한 잦은 알람으로 인해 CRRT 기기가 멈추게 될 경우 필터 응고가 발생하게 되어 치료가 지연될 수 있으며[9], 응고로 인한 필터 교환의 빈도가 증가할수록 의료비용이 증가하게 될 뿐 아니라[10] 감염 기회가 증가하고 환자의 혈액 손실이 야기된다[11]. 따라서 알람 발생과 함께 CRRT 기기가 멈추었다면 반드시 신속하고 능숙하게 해결해야 하며, 치료 중에는 기기 대한 모니터링과 관리가 지속적으로 필요하다[7,8,12].

이러한 CRRT 치료는 의사와 간호사의 협력에 의해 시행되며, 의사뿐만 아니라 CRRT에 대한 특별 교육을 받은 간호사가 있는가에 따라 CRRT 시행 여부를 판단할 정도로[13] 훈련된 간호사에 의한 관리가 특히 요구된다[7]. 따라서 중환자실에서는 CRRT 전문간호사의 활용이 증가하고 있으나 24시간 전체를 담당하지 못하는 어려움이 있기 때문에[2,7,14], 이에 대한 해결 방법으로 외국에서는 간호사들을 위한 CRRT에 대한 이론과 기술적인 측면의 전문적인 정보 제공을 통해 오류를 감소시키기 위한 교육 프로그램이 개발되었고[7,8,13-15], 또한 CRRT를 위한 전문인력 양성 프로그램의 활용[13]과 CRRT 관련 매뉴얼 개발[16] 등의 노력이 진행되어 왔다.

국내에서도 CRRT 시작과 세트 교환, 어려운 알람 해결 등은 전문간호사가 담당하며, 기타 CRRT 간호는 중환자실 간호사가 담당하는 이원화된 업무 구조를 가지고 있는 상황이다[17]. 그러나 일반적으로 간호사는 개인의 교육 및 경험 정도에 따라 CRRT에 대한 지식 수준의 차이가 크므로[18], CRRT 시행 중 발생하는 각종 알람을 해결하는데 어려움을 겪고 있어 종종 오류가 발생하게 되고, 이로 인해 간호사의 업무량도

증가하고 있다[17]. 비록 이런 오류를 방지하기 위해 현재 중환자실에서는 전문간호사나 장비업체 교육담당자에 의해 CRRT 시 CRRT에 대한 기본 개념, 투석 원리, CRRT 기기, 항응고요법, CRRT 시작, 유지, 종료 간호 및 알람 대처 등에 대한 교육이 이루어지고 있으나 단순한 이론 위주의 교육이며[19], 또한 CRRT 간호는 난이도가 높으나 수행빈도는 낮은 편이어서 일회성 교육으로는 완전히 익히기 어려우므로[18], 실제로 알람이 발생한 경우 간호사는 대부분 서술형으로 이루어진 기기 매뉴얼에 의존하거나 자신의 경험에 의해 이를 해결하고 있는 실정이다. 그러나 기존 매뉴얼은 내용이 어려워 간호사들이 실무에 쉽게 적용하지 못하는 단점이 있기 때문에[13] 신속하게 알람 해결을 위해서는 명확하고 이해하기 쉬운 실무에 쉽게 적용할 수 있는 지침이 매우 필요하다. 또한 지금까지 국내에는 CRRT 알람 해결과 관련해서는 CRRT 시행 시 미해결 알람 발생을 감소 활동에 대한 보고[17]가 있을 뿐으로 연구도 부족한 상태이다.

임상의사결정 경로를 도식화한 시각적 지침인 알고리즘은 시작과 끝, 과정 단계와 결정을 나타내는 순서도로 실무지침의 전체적인 권고 사항을 그림으로 나타내어 전체 과정의 흐름을 파악하는데 도움을 준다[20]. 따라서 경험이 부족한 간호사에게 알고리즘이 명확하고 구체적인 지침을 제공하는 장점이 있음과[21] CRRT 시행 시 미해결 알람 발생을 감소 활동의 일부로 시각적 자료를 포함한 교육자료를 이용한 연구[17]를 감안할 때, CRRT 시행 시 환자 안전과 관련된 알람 미해결로 인한 오류를 감소시키고 치료의 효율성을 높이기 위해서는 이해하기 쉽게 알고리즘 형태의 도식화된 알람 관리 매뉴얼의 활용을 모색해 볼 수 있을 것이다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 CRRT 시 발생하는 알람을 신속하게 해결하고 치료의 지속성을 유지하기 위해 알람 관리 매뉴얼을 도식화하여 적용하고 그 효과를 검증하기 위함이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 도식화된 CRRT 알람 관리 매뉴얼을 개발한다.
- CRRT 시 도식화된 알람 관리 매뉴얼 적용이 중환자실 간호사의 알람 해결률에 미치는 효과를 파악한다.
- CRRT 시 도식화된 알람 관리 매뉴얼 적용이 중환자실 간호사의 간호수행능력에 미치는 효과를 파악한다.
- 중환자실 간호사의 도식화된 알람 관리 매뉴얼에 대한 만족도를 파악한다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 중환자실에서 CRRT 시행 시 발생하는 알람을 신속하게 해결하고 치료의 지속성을 유지하기 위해 도식화된 알람 관리 매뉴얼을 적용하여 그 효과를 검증하기 위한 비동등성 대조군 전후설계의 유사실험연구이다. 본 연구의 목적을 달성하기 위해 중재 적용 전 실험군과 대조군의 알람 해결률과 CRRT 간호수행능력을 조사하였고, 중재 적용 후에는 두 군의 알람 해결률과 CRRT 간호수행능력 그리고 실험군의 매뉴얼에 대한 만족도를 조사하였다.

2. 연구대상

서울에 위치한 일개 상급종합병원 중환자실 중 CRRT 시행의 동질성을 위해 같은 의료진(내과)에 의해 동일한 프로토콜을 적용하여 치료가 이루어지는 내과계 중환자실 두 곳을 선정하여 한 중환자실(총 간호사 수 30명)은 실험군으로, 다른 중환자실(총 간호사 수 35명)은 대조군으로 배정하였다. 대상자 수를 산정하기 위해 G*Power 3.1.3을 이용하여 유의수준 .05, 검정력 .80, 중간($d=0.5$) 또는 큰 효과크기($d=0.8$)로 산출한 결과는 각각 한 군당 최소 64명과 26명으로, 본 연구의 특성 상 CRRT 시행이 동일하게 이루어지는 전제가 충족되도록 하기 위해 최소 표본 수를 26명으로 하였다. 탈락률을 고려하여 두 개 중환자실 간호사 전수를 대상으로 하였으며, 이 중 대조군에 속한 대상자 중 휴가 중이거나 타병동 지원으로 참여가 어렵거나 설문조사 응답이 누락된 5명이 제외되어 60명을 최종 대상으로 하였다.

3. 실험 중재: 도식화된 CRRT알람 관리 매뉴얼 개발

1) 예비 매뉴얼 작성

알람 관리를 도식화하기 위해 우선 CRRT 시행 시 발생하는 고 빈도 알람 관련 문헌들[6,9,14]과 알람 매뉴얼[16]을 토대로 연구자가 알람 종류와 각 종류별로 알람을 해결하기 위해 수행해야 하는 항목으로 구분하여 매뉴얼에 포함될 내용을 작성하였다. 이 내용은 CRRT 기기에서 발생하는 알람 중환자 안전과 관련하여 치료 중단이 발생하기 때문에 주의 깊은 관찰과 신속한 조치가 요구되는 경고음으로 제시된 유입 알람, 반환 알람, 응고 알람, 유속 알람, 공기감지 알람, 혈액누출감지

알람의 총 6개 알람과[14] 알람 별 수행 항목 22개(유입 4개, 반환 4개, 응고 4개, 유속 4개, 공기감지 3개, 혈액누출감지 3개)로 구성되어 있으며, 각 알람 종류별로 사정 및 중재 단계로 알람 해결을 진행하도록 경로를 설정하여 도식화하였다.

2) 예비 알람 관리 매뉴얼의 내용타당도 검증

예비 알람 관리 매뉴얼의 내용타당도 검증을 위해 2012년 7월 2일부터 7월 9일까지 연구대상병원의 CRRT 경력이 평균 5년 이상의 전문가집단 6명(신장내과 교수 1명, CRRT 전문간호사 3명, CRRT 교육전담간호사 2명)에게 설문지를 이용하여 각 알람 별로 수행항목들에 대해 ‘전혀 적절하지 않다(1점)’~‘매우 적절하다(4점)’의 4점 척도로 평가하게 한 결과, 내용타당도 지수(Content Validity Index, CVI)가 모두 .80으로 나타났다(평균 CVI=0.97). 각 알람 별 경로마다 타당도 여부를 ‘예’ 또는 ‘아니오’로 평가하여 모두 타당도가 확인되었다.

3) 예비 알람 관리 매뉴얼의 사용자 타당도 검증

예비 알람 관리 매뉴얼의 사용자 타당도 검증을 위해 연구대상병원의 경력 1~5년인 중환자실 간호사 8명을 대상으로 예비 매뉴얼에 대해 사전 교육하고 CRRT 환자 2명에게 3일간 예비 매뉴얼을 적용하게 한 후 간호사 개별 면담을 통해 매뉴얼 적용 시 알람 해결에 걸리는 시간, 적용 상 문제점 등에 대해 평가한 결과, 자주 사용하지 않는 용어의 이해가 어려웠다는 의견이 있어 영어와 한글을 함께 사용하여 예비 매뉴얼의 내용을 수정·보완하였다.

4) 최종 알람 관리 매뉴얼의 도출

수정된 예비 매뉴얼은 연구자와 신장내과 교수 1명, CRRT 전문간호사 3명, CRRT 교육전담간호사 2명이 다시 검토하여 유입, 반환, 응고, 유속, 공기감지, 혈액누출감지의 총 6개 알람 별로 도식화된 최종 매뉴얼이 도출되었다. 매뉴얼은 각 알람 별로 이해하기 쉽도록 알람 해결을 위해 사정할 내용, 사정 결과, 간호중재를 구성요소로 분류하고, 이를 우선순위에 따라 순서대로 배열하여 예/아니오로 도식화하였고(Figure 1), 각 알람 별로 설명을 추가하여 총 14페이지로 구성되었다.

4. 연구도구

1) 알람 해결률

알람 해결은 어떤 알람이 발생하였을 경우 그 발생 원인을

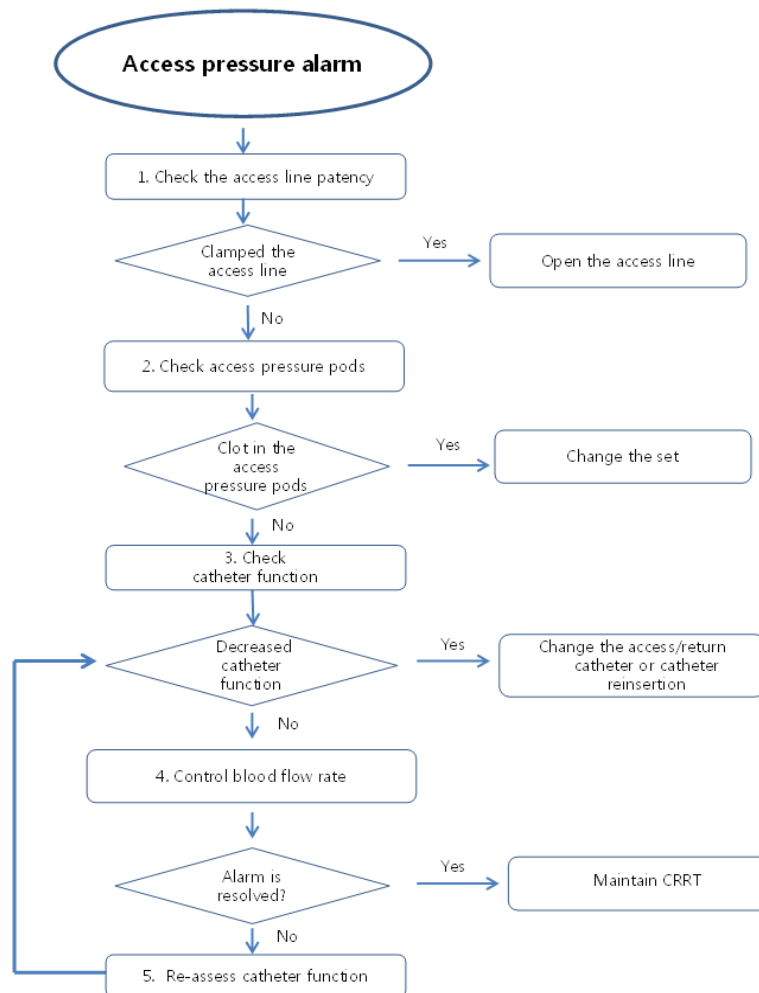


Figure 1. An example of the schematized alarm-managing manual.

교정하여 동일한 알람이 발생하지 않게 된 것을 말하며, 본 연구에서는 동일한 알람이 1분 이상의 간격 동안 발생하지 않은 경우는 알람이 해결된 것으로, 1분 이하의 간격으로 반복하여 발생한 경우는 알람이 해결되지 않은 것으로 분류하였다. 대상자의 알람 해결률을 조사하기 위해 조사표를 이용하여 CRRT (PRISMA FLEX) 기기에 저장된 24시간 알람 내역(알람의 종류, 발생 건수) 및 해결 건수를 기록하였다.

2) CRRT 간호수행능력

대상자의 CRRT 간호수행능력을 파악하기 위해 Baldwin 등[9]이 제시한 알람 분석 가이드와 PRISMA FLEX 운영 매뉴얼[16]을 참조하여 연구자가 30문항으로 구성된 간호수행능력 측정도구의 초안을 작성한 후 매뉴얼의 타당도 검증에 참여한 6명으로 구성된 동일 전문가집단의 내용타당도 검증(평균 CVI=0.99)과 임상경력 1~5년인 중환자실 간호사 10명을

대상으로 한 사전 조사를 통해 수정·보완하여 최종 확정된 측정도구를 사용하였다. 이 측정도구는 알람의 발생 원인 사정(7문항), 유입 알람(5문항), 반환 알람(3문항), 응고 알람(5문항), 유속 알람(4문항), 공기감지 알람(2문항), 혈액누출감지 알람(4문항)의 총 7개 영역의 30문항으로 구성된 설문지로, 각 문항에 대해 ‘전혀 그렇지 않다(1점)’, ‘그렇지 않다(2점)’, ‘그렇다(3점)’, ‘매우 그렇다(4점)’로 응답하게 하여 점수를 측정하며, 점수가 높을수록 간호수행능력이 높음을 의미한다. 본 도구의 신뢰도 Cronbach's α 는 .98이었다.

3) 도식화된 알람 관리 매뉴얼에 대한 만족도

대상자의 알람 관리 매뉴얼에 대한 만족도는 Irons, Keel과 Bielema [22]의 학습만족도 평가도구를 수정·보완하여 연구자가 설문지 초안을 작성한 후 역시 매뉴얼의 타당도 검증에 참여한 6명으로 구성된 동일 전문가집단의 내용타당도 검증

(평균 CVI=0.99)을 거쳐 확정된 도구로 측정하였다. 이 측정 도구는 매뉴얼 내용 관련 4 문항, 실무 적용 가능성에 관한 2 문항, 매뉴얼 구성 관련 1 문항의 총 7문항으로 구성된 설문지이며, 각 문항에 대해 ‘전혀 그렇지 않다(1점)’, ‘그렇지 않다(2점)’, ‘그렇다(3점)’, ‘매우 그렇다(4점)’로 응답하게 하여 점수를 측정하며, 점수가 높을수록 만족도가 높음을 의미한다. 본 도구의 신뢰도 Cronbach's α 는 .95였다.

5. 자료수집

자료수집을 위해 연구대상 병원의 임상시험심사위원회(IRB)의 승인을 얻은 후(승인번호: 2012-11-075-002), 연구자가 간호부서와 해당 병동 관리자에게 연구목적을 설명하고 연구 진행 및 자료수집에 대한 동의를 구하였다. 연구대상자인 중환자실 간호사들에게 본 연구의 목적 및 익명성과 비밀 보장에 관한 내용을 설명한 후 대상자가 연구 내용을 이해하고 자발적으로 동의서에 서명을 한 경우에 한해 연구에 참여하도록 하였으며, 연구참여에 동의한 후에도 중단을 원하는 경우 언제든지 철회할 수 있도록 하였다. 또한 연구대상자의 윤리적 측면을 고려하여 조사 내용과 결과는 숫자로 전산 처리하여 모든 자료는 비밀 유지가 되도록 관리하였다.

구체적인 자료수집방법은 다음과 같다. 사전 조사로는 2013년 2월 1일부터 3월 2일까지 실험군과 대조군이 속한 각 중환자실의 CRRT 적용 환자를 대상으로 CRRT 기기에 저장된 알람 내역을 분석하여 알람 해결률을 조사하였고, 두 군 대상자에게 설문지를 배부하여 CRRT 간호수행능력을 조사하였다. 사전 조사가 완료된 후 2013년 3월 6일부터 3월 9일까지 실험군 대상자 30명에게 연구자가 도식화된 CRRT 알람 관리 매뉴얼에 대한 설명 및 사용법을 교육하였고, CRRT 환자 간호 시 이 매뉴얼을 기기 옆에 부착하여 참조하도록 하였다. 사후 조사는 2013년 3월 11일부터 4월 9일까지 실험군과 대조군이 속한 각 중환자실의 CRRT 적용 환자를 대상으로 CRRT 기기에 저장된 알람 내역의 분석을 통한 알람 해결률 조사와 두 군 대상자에게 설문지를 배부하여 CRRT 간호수행능력을 조사하였으며, 실험군 대상자에게는 설문지를 이용하여 매뉴얼에 대한 만족도를 조사하였다.

6. 자료분석

수집된 자료는 유의수준을 .05로 하여 SPSS/WIN 18.0 통계 프로그램으로 다음과 같이 분석하였다.

- 대상자의 일반적 특성, 알람 해결률, CRRT 간호수행능력, 매뉴얼에 대한 만족도는 실수와 백분율, 평균과 표준편차를 이용하였다.
- 실험군과 대조군의 중재 전 동질성 검증은 자료의 정규성을 검증한 후 연속형 변수는 Mann-Whitney U test를, 범주형 변수는 χ^2 -test 또는 Fisher's exact test를 이용하였다.
- 실험군과 대조군 간 알람 해결률의 비교는 χ^2 -test, CRRT 간호수행능력의 비교는 Independent t-test를 각각 이용하였다.

연구결과

1. 대상자의 일반적 특성 및 CRRT 관련 특성과 두 군의 동질성 검증

대상자의 일반적 특성을 살펴보면, 평균 연령은 실험군($n=30$) 27.13 \pm 3.08세, 대조군($n=30$) 27.40 \pm 3.06세였고, 두 군 모두 대부분 여성이었으며, 실험군 중 26명(86.7%), 대조군 중 25명(83.3%)이 CRRT 교육을 받은 경험이 있었다. 대상자의 CRRT 환자 담당 빈도는 실험군과 대조군 모두 1~2회/월 정도 경험하는 것으로 나타났다. 대상자의 일반적 특성에 대한 동질성 검증 결과, 두 군 간 유의한 차이가 없었다(Table 1). 대상자의 CRRT 관련 특성을 살펴보면, CRRT를 적용한 환자는 실험군 12명, 대조군 11명이었고, 알람 발생은 실험군 627건, 대조군 686건으로 총 1,313건이었으며, 알람 해결률은 실험군과 대조군이 각각 32.4%, 34.4%였다. 대상자의 평균 CRRT 간호수행능력 점수는 실험군 3.00 \pm 0.58, 대조군 3.04 \pm 0.51이었고, CRRT 관련 특성에 대한 동질성 검증 결과, 두 군 간 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 대상자의 CRRT 알람 해결률

도식화된 알람 관리 매뉴얼 적용 후 실험군과 대조군의 알람 해결률을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 실험군의 경우, 매뉴얼을 적용한 1개월 간 CRRT를 시행한 환자 9명에서 알람 발생은 674건, 알람 해결률은 45.8%였다. 대조군의 경우는 CRRT를 시행한 환자 8명에서 알람 발생 671건, 알람 해결률은 37.3%였다. 두 군의 알람 해결률을 비교한 결과, 실험군이 대조군에 비해 전체 알람 해결률이 유의하게 높았으며($\chi^2=10.21$, $p=.001$), 각 알람 별로 살펴보면, 실험군이 대조군에

Table 1. General and CRRT-related Characteristics of Participants and Homogeneity of Two Groups

(N=60)

Characteristics		Categories	Exp. (n=30) n (%) or M±SD	Cont. (n=30) n (%) or M±SD	χ^2 or t	p
General characteristics	Age (year)		27.13±3.08	27.40±3.06	-0.54	.597
	Gender*	Male	3 (10.0)	2 (6.7)	0.22	1.000
		Female	27 (90.0)	28 (93.3)		
	ICU experience (year)	< 1	5 (16.7)	4 (13.4)	0.65	.884
		1~3	9 (30.0)	7 (23.3)		
		3~5	6 (20.0)	7 (23.3)		
		≥ 5	10 (33.3)	12 (40.0)		
	Educational experience in CRRT*	Yes	26 (86.7)	25 (83.3)	0.13	1.000
		No	4 (13.3)	5 (16.7)		
CRRT-related characteristics	Alarm resolution rate	1	14 (46.7)	12 (40.0)	2.11	.365
		2	10 (33.3)	15 (50.0)		
		3	6 (20.0)	3 (10.0)		
		Access pressure	68/268 (23.1)	71/244 (29.0)	2.36	.124
		Return pressure	16/50 (32)	30/96 (31.3)	0.01	.926
		Filter clot	17/65 (26.1)	33/129 (25.6)	0.01	.931
		Weight scale change	98/226 (43.4)	93/201 (46.3)	0.36	.547
	CRRT nursing competence	Air detection	4/4 (100.0)	3/4 (75.0)	-	-
		Blood leak detection	6/14 (42.9)	5/12 (41.7)	0.00	.951
		Total (n=627)	203/627 (32.4)	236/686 (34.4)	0.60	.437
		Assessment of alarm cause	3.11±0.57	3.15±0.44	-0.29	.774
		Intervention for access pressure alarm	3.10±0.59	3.27±0.57	-1.16	.252
		Intervention for return pressure alarm	3.11±0.61	3.32±0.62	-1.33	.189
		Intervention for filter clot alarm	3.00±0.62	3.07±0.49	-0.51	.613
		Intervention for weight scale change alarm	2.90±0.61	2.76±0.64	0.88	.383
		Intervention for air detection alarm	2.85±0.68	2.88±0.65	-0.19	.848
		Intervention for blood leak detection alarm	2.91±0.64	2.83±0.58	0.48	.637
		Total	3.00±0.58	3.04±0.51	-0.32	.753

*Statistically analyzed by Fisher's exact test; Exp.=Experimental group; Cont.=Control group; ICU=Intensive care unit; CRRT=Continuous renal replacement therapy.

비해 유입 알람($\chi^2=6.17$, $p=.013$)과 응고 알람($\chi^2=7.03$, $p=.008$) 해결률이 유의하게 높은 것으로 나타났다(Table 2).

3. 대상자의 CRRT 간호수행능력

대상자의 CRRT 간호수행능력을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 전체적인 CRRT 간호수행능력 점수는 실험군 3.42 ± 0.51 , 대조군 3.19 ± 0.59 로 두 군 간 유의한 차이가 없었으나, 알람 별로 살펴보면 유속 알람 중재($t=2.60$, $p=.012$)와 혈액 누출감지 알람 중재($t=2.15$, $p=.036$)에서 두 군 간 유의한 차

이를 보였다.

4. 대상자의 알람 관리 매뉴얼에 대한 만족도

대상자의 알람 관리 매뉴얼에 대한 만족도 점수를 분석한 결과, 전체 평균은 3.48 ± 0.46 점이었으며, ‘매뉴얼이 이해하기 쉽다’는 3.60 ± 0.50 점으로 가장 높은 만족도 점수를 보인 반면, ‘매뉴얼 사용으로 타인의 도움 없이 알람 해결이 가능하다’는 3.37 ± 0.56 점으로 가장 낮은 만족도 점수를 나타내었다 (Table 4).

Table 2. Alarm Resolution Rate of the Participants

(N=1345)

Variables	Exp. (n=674)	Cont. (n=671)	χ^2	<i>p</i>
	n (%)	n (%)		
Access pressure alarm	61/148 (41.2)	83/283 (29.3)	6.17	.013
Return pressure alarm	25/58 (43.1)	10/26 (38.4)	0.16	.690
Filter clot alarm	90/217 (41.4)	33/122 (27.0)	7.03	.008
Weight scale change alarm	124/239 (51.9)	96/206 (46.6)	1.23	.267
Air detection alarm	7/9 (77.7)	9/11 (81.0)	0.05	.822
Blood leak detection alarm	2/3 (66.6)	19/23 (82.6)	0.43	.510
Total	30/674 (45.8)	250/671 (37.3)	10.21	.001

Exp.=Experimental group; Cont.=Control group

Table 3. CRRT Nursing Competency of the Participants

(N=60)

Variables	Exp. (n=30)	Cont. (n=30)	<i>t</i>	<i>p</i>
	M±SD	M±SD		
Assessment of cause of alarm	3.39±0.49	3.25±0.56	1.02	.311
Intervention for access pressure alarm	3.49±0.50	3.37±0.61	0.83	.408
Intervention for return pressure alarm	3.51±0.50	3.38±0.62	0.92	.362
Intervention for filter clot alarm	3.47±0.57	3.27±0.61	1.36	.179
Intervention for weight scale change alarm	3.44±0.56	3.01±0.72	2.60	.012
Intervention for air detection alarm	3.33±0.55	3.08±0.64	1.51	.135
Intervention for blood leak detection alarm	3.33±0.55	2.99±0.68	2.15	.036
Total	3.42±0.51	3.19±0.59	1.63	.108

Exp.=Experimental group; Cont.=Control group.

Table 4. Participants' Satisfaction with the Schematized Alarm-managing Manual

(N=30)

Variables	Item	M±SD
Content	Content includes sufficient information about CRRT	3.47±0.57
	Content gives information about causes of alarms	3.47±0.57
	Content is easy to understand	3.60±0.50
	Content explain alarm resolution well	3.50±0.51
Applicability	Applicability is easy to apply in practice	3.50±0.51
	Applicability can resolve alarms without other help	3.37±0.56
Structure	Structure is satisfied with the structure of protocol	3.47±0.51
Total		3.48±0.46

CRRT=Continuous renal replacement therapy.

논 의

CRRT 시행 시 환자 안전과 관련된 CRRT 기기의 알람을 신속하게 해결하지 않으면 환자 안전에 치명적인 오류를 초래할 수 있으므로 이를 방지하기 위한 중재가 필요하다. 이에 본 연구는 알람 발생 시 간호사의 신속한 의사결정을 돕고, 적절한 중재를 통해 알람을 해결하도록 CRRT 시행 시 쉽게 사용할

수 있는 도식화된 알람 관리 매뉴얼을 개발하고 그 효과를 검증하고자 하였으며, 그 결과를 토대로 논의하고자 한다.

우선 본 연구에서는 도식화된 알람 관리 매뉴얼 개발을 시도하였는데, 이는 CRRT 관리의 핵심은 치료를 멈추지 않고 잘 유지시키는 것이며, 이를 위해서는 카테터의 기능이 좋아야 하고, 알람 발생 시 빠른 대처로 기기가 멈춰있는 시간을 줄이는 것이 중요함[3,23], 기존 서술형으로 작성된 매뉴얼에

비해 도식화함으로써 보다 용이하고 객관적인 의사결정을 유도할 수 있기 때문이다. CRRT에 대한 교육과 훈련의 첫 번째 목적은 치료를 지속시킬 수 있도록 많은 간호사들이 CRRT에 능숙하게 되는 것이므로[24] 간호사의 역량 강화를 위한 지속적인 교육의 필요성이 강조됨에 따라[18], 세미나 또는 워크숍, 강의, 직무교육 및 1:1 교육 등이 제시되거나[24] 지속적인 교육을 위한 웹기반 프로그램 개발을 통한 교육 자료의 개발[18], 신규 간호사 스스로 학습할 수 있게 하기 위한 자가 교육 자료의 개발[25] 및 최근에는 시뮬레이션을 이용한 교육[26, 27] 등의 다양한 노력이 계속되고 있으며, 이런 모든 교육에는 반드시 기기 관련 문제 및 그 해결에 대한 내용이 포함되어 있다. 그러나 실제로 중환자실 간호사가 CRRT 치료의 모든 부분에 능숙하기를 기대하기는 어려워 알람 해결 등은 신실간호사가 담당하기도 하는 바[13] 본 연구의 대상자들이 매뉴얼에 대해 이해하기 쉽고 실무에 적용하기 쉽다고 응답한 것을 감안하면 본 연구에서 개발된 매뉴얼은 간호사로 하여금 알람 발생 시 스스로 대처하도록 함과 동시에 긍정적인 알람 해결을 통해 CRRT 환자 간호에 자신감을 갖게 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 본 매뉴얼은 CRRT 기기의 종류에 관계 없이 CRRT 동안 특히 주의 깊은 관찰과 해결이 필요한 환자 안전과 관련되어 발생하는 유입 압력, 반환 압력, 필터 압력, 유속, 공기감지 및 혈액누출 감지 알람들[14, 16]에 대해 각 알람 별로 알람 해결을 위해 사정할 내용, 사정 결과, 간호중재로 분류하고, 이를 순서대로 배열하여 의사결정을 하게 하였으므로 대상자들에게 신속한 해결이 필요한 알람에 대한 인식을 고취시키고, 알람 해결을 좀 더 용이하게 하는데 기여했을 것으로 생각된다.

대상자의 알람 해결률을 살펴보면, 매뉴얼 사용 전에는 실험군 32.4%, 대조군 34.4%로 전반적으로 알람 해결이 충분히 되지 않고 있음을 확인할 수 있다. 알람 관리 매뉴얼 사용 후 실험군의 알람 해결률은 45.8%로 적용 전에 비해 증가하였는데, 이는 욕창예방 프로토콜을 적용하여 욕창 발생률을 감소시킨 연구결과[28]와 일치하는 것으로, 본 연구에서 개발된 매뉴얼이 단계별 확인을 통해 알람 발생의 원인을 제거하도록 도식화된 형식이어서 대상자가 쉽게 적용할 수 있고, 또한 매뉴얼이 환자 곁에 구비됨으로써 다른 사람의 도움을 요청하기 위해 시간을 지체하기보다는 대상자가 스스로 신속하게 알람 해결을 시도할 수 있었기 때문으로 생각된다. 각 알람 별 해결률을 살펴보면, 실험군의 유입 알람과 응고 알람의 해결률이 대조군에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다. 유입 알람은 카테터의 기능과 가장 밀접한 관련이 있는 것으로, 카테터 기능이 저하된 경우 유속을 낮추거나 유입과 반환의 기능을 바

꾸어 사용하거나 카테터를 교환하는 중재가 필요하다[3]. 본 연구대상자들은 주로 유속을 낮추거나 유입과 반환의 기능을 바꾸는 등의 중재로 알람을 해결한 것으로 파악되었는데, 이것은 간호사가 할 수 있는 일시적인 중재이며, 결국 의사가 카테터를 교환하지 않는 한 근본적으로 해결되지 않는 경우는 계속 알람이 발생하게 된다. 그러므로 비록 유입 알람 해결률이 대조군에 비해서는 높지만 실제로 신속하게 의사에 의해 카테터가 교환되지 않아 카테터 교환이 이루어질 때까지 발생된 알람들이 미해결로 처리되어 전체적으로 볼 때는 충분히 높게 나타나지 않은 것으로 보인다. 따라서 유입 알람이 발생하면 가능한 빠른 시간 안에 카테터 교환이 이루어질 수 있도록 매뉴얼의 공유를 통해 의사의 적극적인 협조를 유도하는 것이 필요하다. 또한 응고 알람을 해결하기 위해서도 필터응고 상태나 반환압력의 평가를 통해 필터를 교환하거나 결국 카테터를 교환해야 하므로 앞서 언급한 유입 알람의 경우와 동일한 이유로 비록 실험군의 알람 해결률이 대조군에 비해서는 높지만 전반적으로 아직 낮았던 것으로 생각된다. 그러므로 응고 알람 발생 시 정확한 사정을 통해 카테터 교환이 필요한 경우에는 의사와 협력하여 신속히 이를 해결하도록 해야 한다. 유속 알람의 경우, 투석액이나 보충액, 배액 라인이 잠겨있는 경우 수분 불균형이 발생되어 발생되며[14], 이에 대한 중재는 라인을 개방하거나 새는 곳이 있는지를 확인하는 것이다. 이 알람은 다른 알람에 비해 두 군에서 매뉴얼 사용 전과 후 모두 가장 발생빈도가 높았는데, 이는 바쁜 임상 상황에서 정확한 확인이 이루어지지 못한 것과 매뉴얼에 의해 해결하기 보다는 여전히 알람 발생 시 무효화 버튼을 먼저 누르던 습관으로 인해 많이 발생했던 것으로 추측된다. 이 알람은 간호사의 주의 깊은 관찰과 매뉴얼을 통한 단계적 대처로 충분히 해결이 가능하고 또한 예방할 수 있으므로 CRRT 기기에 경고 메시지용 스티커 부착 등의 보완책 마련이 필요하다. 그 밖의 공기감지 알람이나 혈액누출감지 알람은 발생건수가 많지 않아 통계적으로 유의성을 찾기 어려웠으나 역시 해결이 충분하게 되지 않은 상태이다. 모든 CRRT 기기가 지닌 알람 장치는 회로로부터 압력을 감시하여 환자 안전을 보호하는 중요한 역할을 하는데[3], 본 연구에서 개발된 매뉴얼에 포함된 6개 알람은 환자 안전과 관련되어 치료 중단이 발생하기 때문에 신속한 조치가 요구되는 경고음이므로[14] 반드시 이 알람들을 완전하게 해결하는 방법에 대한 모색이 다각적으로 이루어져야 할 것이다. 예를 들어 질량상활동이나 유해 사례 감시 및 지침 준수 감시 같은 관리적 접근과 더불어 수행능력 향상을 위해 중환자실 간호사들의 CRRT에 대한 인증 과정 도입[17, 24]

등을 고려해 볼 수 있겠다.

다음으로 대상자의 CRRT 간호수행능력을 살펴보면, 매뉴얼 사용 후 두 군 간 총 CRRT 간호수행능력 점수는 유의한 차이가 없었으나 각 알람 별로 살펴보면 유속 알람과 혈액누출감지 알람 중재에서 간호수행능력에 유의한 차이를 보였는데, 이는 두 알람이 다른 알람들에 비해 매뉴얼에 의한 해결 방법이 간단하여 대상자들이 비교적 쉽게 내용을 습득하였기 때문으로 생각된다. 또한 실험군의 경우, 비록 통계적 유의성을 표로 제시하지는 않았으나 간호수행능력 점수가 매뉴얼 사용 전보다 후에 모든 알람에서 높게 나타났는데, 이 또한 도식화 자료의 사용이 학습자들이 수업에 능동적으로 참여하게 함으로써 수업에 대한 흥미를 높이는 데 긍정적인 영향을 주었다는 연구결과[29]를 감안하면 본 연구대상자들이 매뉴얼을 사용하여 좀더 능동적으로 알람 해결을 시도함으로써 수행능력이 향상되었을 것으로도 추측해 볼 수 있다. 한편 각 알람의 원인 사정에 대한 간호수행능력 점수는 주요 알람(유입압력, 반환압력, 필터 우고) 중재에 대한 간호수행능력 점수에 비해 낮은 것으로 나타났는데, 사정을 위해서는 지식이 중요하므로 매뉴얼의 영향보다는 개인의 지식이나 CRRT 경험이 영향을 미쳤을 것으로 보인다. CRRT 환자 간호 시 간호사가 알람 발생의 원인을 찾지 않고 알람을 무효화할 경우 환자 안전을 위협하게 된다[14]. 임상 의사결정 경로를 도식화한 시각적 지침인 알고리즘이 업무의 복잡성으로 인하여 시간과 경험이 부족한 간호사에게 명확하고 구체적인 지침을 제공해 주어 실무를 향상시킬 수 있음을[21] 감안할 때, 알람 원인에 대한 사정 능력도 본 연구에서 개발된 알고리즘 형태의 알람 관리 매뉴얼의 지속적인 사용을 통해 향상될 수 있을 것으로 기대된다.

마지막으로 대상자의 알람 관리 매뉴얼에 대한 만족도 점수를 살펴본 결과, 평균 3.48점으로 만족하는 것으로 나타났다. 이는 실제 CRRT 환자를 간호하면서 가장 어려움을 느끼면서도 평소에 쉽게 접하기 어려웠던 알람에 대해 발생 원인뿐만 아니라 중재방법을 도식화된 형태로 나타내주어 대상자가 손쉽게 신속한 의사결정을 할 수 있도록 도와줌으로써 만족도 점수가 높았던 것으로 생각된다. 그러나 매뉴얼이 '이해하기 쉽다'와 '실무 적용이 쉽다'는 만족도 점수가 높았던 반면, '매뉴얼 사용으로 타인의 도움 없이 알람 해결이 가능하다'는 만족도 점수가 가장 낮은 항목으로 나타났는데, 대상자 중 경력 1년 미만이거나 CRRT 환자 간호 빈도가 낮은 대상자도 포함되어 있어 매뉴얼만으로는 알람 해결을 하는 데 아직 어려움이 있기 때문으로 추측된다. 그러므로 간호사의 경력 및 경험을 고려한 개별화된 교육을 통해 좀 더 매뉴얼에 대한 이해를 돕고,

매뉴얼의 활용을 격려하며, 미해결 알람에 대한 반복 교육이 필요할 것으로 생각된다. 또한 전체적인 매뉴얼의 내용 및 구성 측면에서는 만족도 점수가 높았던 만큼 지속적으로 매뉴얼에 대한 개선과 더불어 홍보를 통해 적극적인 활용을 유도함으로써 CRRT 간호 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

한편 본 연구는 CRRT 시 간호사의 알람 해결률과 간호수행능력에 초점을 두었기 때문에 알람 미해결로 인한 치료 지연 시간 및 카테터 교환 건수 등을 조사하지 않아 알람 해결률과 간호사의 수행능력 향상이 실제로 환자에게 미치는 효과를 확인할 수 없는 제한점이 있다.

결론

CRRT 시행 시 발생하는 알람을 신속하게 해결하기 위해 이해하기 쉽게 도식화된 알람 관리 매뉴얼을 개발하고 그 효과를 검증하기 위해 CRRT 알람 해결률, 간호사의 CRRT 간호수행능력 및 매뉴얼에 대한 만족도를 조사한 결과, 알람 관리 매뉴얼을 사용한 실험군의 알람 해결률이 사용 전에 비해 증가하였고, 대조군에 비해 전체 알람 해결률이 유의하게 높았으며, 유속 알람 및 혈액누출감지 알람에 대한 중재에 대해서 간호수행능력이 대조군에 비해 더 높았고, 매뉴얼에 대한 이해와 적용이 쉬워 전반적인 만족도도 높은 것으로 나타나 알고리즘 형태로 도식화된 알람 관리 매뉴얼이 간호사들에게 알람 해결을 위한 명확하고 구체적인 지침으로 활용될 수 있음이 확인되었다. 또한 CRRT는 의사와 간호사의 협력에 의해 시행되는 바 알람 해결을 위해 카테터 교환 같은 의사에 의해서만 시행되는 중재가 필요한 경우는 매뉴얼의 공유 등을 통해 의사의 적극적인 협조를 유도하는 등의 신속한 알람 해결을 도모하기 위한 중재의 필요성이 제시되었다.

CRRT 시행 시 알람 해결은 환자 안전에 영향을 미치는 오류를 감소시켜 환자의 임상결과를 향상시키는데 기여할 수 있으므로 본 연구결과를 토대로 알람 관리 매뉴얼 사용 후 환자의 임상적 측면과 치료 지연시간 및 비용 감소 등의 효과를 규명하는 연구를 제안하는 바이다.

REFERENCES

1. Tonelli M, Manns B, Feller-Kopman D. Acute renal failure in the intensive care unit: A systematic review of the impact of dialytic modality on mortality and renal recovery. *American Journal of Kidney Diseases*. 2002;40(5):875-885.
<http://dx.doi.org/10.1053/ajkd.2002.36318>

2. Dirkes SM. Continuous renal replacement therapy: Dialytic therapy for acute renal failure in intensive care. *Nephrology Nursing Journal*. 2000;27(6):581-590; quiz 591-592.
3. Baldwin I, Fealy N. Clinical nursing for the application of continuous renal replacement therapy in the intensive care unit. *Seminars in Dialysis*. 2009;22(2):189-193.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1525-139X.2008.00547.x>
4. Guenoun T, Journois D, Safran D. [Hemofiltration during severe sepsis or multiorgan failure syndrome]. *Nephrologie*. 1998;19(2):83-88.
5. Seo JW, Park JS. Continuous renal replacement therapy. *Korean Journal of Critical Care Medicine*. 2001;16(2):115-118.
6. Bellomo R, Baldwin I, Golpe T, Ronco C. Trouble-shooting during CRRT: Clinical and technical problems. In: Bellomo R, editor. *Atlas of hemofiltration*. London: Saunders; 2001. p. 69-76.
7. Baldwin I. Is there a need for a nurse emergency team for continuous renal replacement therapy? *Contributions to Nephrology*. 2007;156:191-196.
<http://dx.doi.org/10.1159/0000102083>
8. Ricci Z, Ronco C. Information technology for CRRT and dose delivery calculator. *Contributions to Nephrology*. 2007;156:197-202. <http://dx.doi.org/10.1159/0000102084>
9. Baldwin I, Elderkin T, Bridge N. Nursing management concepts for CRRT in the ICU. In: Bellomo R, editor. *Atlas of hemofiltration*. New York: Saunders; 2001. p. 83-95.
10. Berbece AN, Richardson RM. Sustained low-efficiency dialysis in the ICU: Cost, anticoagulation, and solute removal. *Kidney International*. 2006;70(5):963-968.
<http://dx.doi.org/10.1038/sj.ki.5001700>
11. Mulder J, Tan HK, Bellomo R, Silvester W. Platelet loss across the hemofilter during continuous hemofiltration. *International Journal of Artificial Organs*. 2003;26(10):906-912.
12. Bellomo R, Baldwin I, Fealy N. Prolonged intermittent renal replacement therapy in the intensive care unit. *Critical Care and Resuscitation*. 2002;4(4):281-290.
13. Graham P, Lischer E. Nursing issues in renal replacement therapy: organization, manpower assessment, competency evaluation and quality improvement processes. *Seminars in Dialysis*. 2011;24(2):183-187.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1525-139X.2011.00835.x>
14. Dirkes S, Hodge K. Continuous renal replacement therapy in the adult intensive care unit: history and current trends. *Critical Care Nurse*. 2007;27(2):61-80.
15. De Becker W. Starting up a continuous renal replacement therapy program on ICU. *Contributions to Nephrology*. 2007;156:185-190. <http://dx.doi.org/10.1159/0000102082>
16. Gambro. *Prisma Flex operator manual*. Seoul: Gambro; 2009. p. 103-161.
17. Lee SJ. Quality improvement in continuous renal replacement therapy. *Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health Care*. 2009;2:101-103.
18. Kim HE. Development and evaluation of the web-based CRRT nursing education program [master's thesis]. Busan: Pusan National University; 2012.
19. Langford S, Slivar S, Tucker SM, Bourbonnais FF. Exploring CRRT practices in ICU: A survey of Canadian hospitals. *Dynamics*. 2008;19(1):18-23.
20. Park MH. Understanding and application of evidence based nursing. Seoul: Koonja Publishing; 2006. p. 145-147.
21. Paul S. Developing practice protocols for advanced practice nursing. *AACN Clinical Issues*. 1999;10(3):343-355.
22. Irons LR, Keel R, Bielema CL. Blended learning and learner satisfaction: Keys to user acceptance? *USDLA Journal*. 2002;16(12):29-39.
23. Vijayan A. Vascular access for continuous renal replacement therapy. *Seminars in Dialysis*. 2009;22(2):133-136.
24. Baldwin IC. Training, management, and credentialing for CRRT in the ICU. *American Journal of Kidney Disease*. 1997;30(5):112-116.
25. HuangYC, Hsu LL. Critical care nurse learning of continuous renal replacement therapy: The efficacy of a self-learning manual. *Hu Li Za Zhi*. 2011;58(1):37-47.
26. Mottes T, Owens T, Niedner M, Juno J, Shanley TP, Heung M. Improving delivery of continuous renal replacement therapy: Impact of a simulation-based educational intervention. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2013;14(8):747-754.
<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0b013e318297626e>
27. Mencia S, Lopez M, Lopez-Herce J, Ferrero L, Rodriguez-Nunez A. Simulating continuous renal replacement therapy: Usefulness of a new simulator device. *Journal of Artificial Organs*. 2014;17:114-117. <http://dx.doi.org/10.1007/s.10047-013-0743-z>
28. Lee HJ. Application and evaluation of a pressure ulcer prevention protocol for patients with open heart surgery [master's thesis]. Seoul: Yonsei University; 2008.
29. Kim JE. A study of improvement of English reading comprehension ability through graphic organizers [master's thesis]. Seoul: Kookmin University; 2013.