

전자의무기록 팝업차트를 활용한 CRRT 관리의 질향상 활동

고수령*, 이안나*, 김기표, 진호준, 나기영, 채동완, 김세중

분당서울대학교병원 신장내과

Pop-up Chart for Managing CRRT Improves the Quality of CRRT Care

Su-Ryeong Go*, An-Na Lee*, Ki-Pyo Kim, Ho-Jun Chin, Ki-Young Na, Dong-Wan Chae, Se-Joong Kim

* Both authors contributed equally to this manuscript.

Department of Internal Medicine, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam, Korea

Purpose: The time lag between the decision to initiate continuous renal replacement therapy (CRRT) and its actual initiation remains a major barrier in our intensive care units. We developed a CRRT pop-up chart on EMR for managing CRRT machines.

Methods: This study measured time interval between the decision to prepare the CRRT machine and the actual use of the machine before and after using a CRRT pop-up chart. This study conducted a questionnaire of the medical staff to assess the changes in the quality of CRRT preparation.

Results: A total of 95 patients on CRRT is analyzed. The time to find an available CRRT machine is decreased by 24.6%. The time to move a CRRT machine to the patient's bedside is decreased by 55.8%. Medical surveys of 44 nurses gave the following results. 1) The time to apprehend machines for 1 to 3 minutes is improved from 29.5% to 81.8%, and the time to apprehend machines over 3 minutes is decreased from 70.5% to 18.2%. 2) The number (6-all) of known machine locations is improved from 22.7% to 63.4%. 3) Interruption of a nurse's work due to telephone calls asking for the possession of movable CRRT equipment also is improved. Scores of 1-4 are improved from 15.9% to 41%. Scores of 5-7 are reduced from 52% to 15.9%.

Conclusions: CRRT pop-up chart is shortened the time lag of CRRT machine preparation, reduced the nurse's phone workload and helped to improve the quality of CRRT care.

Key words: Continuous renal replacement therapy, Electronic medical records, Pop-up chart

Received: Apr.30.2019 **Revised:** May.20.2019 **Accepted:** May.20.2019

Correspondence: Se-Joong Kim

82, Gumi-ro 173 Beon-gil, Bundang-gu, Seongnam, Gyeonggi-do 13620, South Korea.

Tel: +82-31-787-7051 **Fax:** +82-31-787-4052 **E-mail:** sejoong2@snu.ac.kr

Funding: None **Conflict of Interest:** None

Quality Improvement in Health Care vol.25 no.1

© The Author 2019. Published by Korean Society for Quality in Health Care; all rights reserved

I. 서론

최근 CRRT (continuous renal replacement therapy, 지속적 신대체요법)는 급성 신손상이나 다발성 장기 부전 환자 치료의 5~10% 정도에서 사용되고 있다[1-2]. CRRT를 필요로 하는 급성 신손상 환자의 경우 50~80%에 달하는 높은 사망률을 보인다[3-4]. 일부 의료기관에서는 CRRT만 전문적으로 관리하는 팀을 따로 운영하고 있으나, 다수의 병원에서는 늘어나는 수요만큼의 충분한 운영 인력을 확보하지 못하여 CRRT 관리에 어려움을 겪고 있다[5]. CRRT는 복합적인 치료법이나 CRRT를 전문으로 다루는 의료인력이 부족할 뿐 아니라 필요한 장비를 갖추고 유지하기 위해서는 상당한 비용이 요구된다[6].

의료의 질 향상 측면에서 컴퓨터 프로그램의 발전이 매우 크게 기여했다는 것은 이미 다수의 연구에서 입증된 바 있다[7-8]. 이런 이유로 CRRT와 관련된 의료기록을 효율적으로 공유할 수 있는 프로그램을 개발하는 것의 필요성이 대두되었다. 이번 연구에서는 'CRRT 적용/조회'라는 이름으로 개발된 CRRT 운영 기반의 컴퓨터 프로그램이 CRRT와 관련된 의료의 질 향상에 어떻게 기여하였는지 평가해 보고자 한다.

II. 연구방법

1. CRRT 팝업차트의 도입 이전 임상 상황

본 연구는 후향적 연구로서 9개의 CRRT 기계와 5개의 중환자실을 보유하고 있는 한국의 한 3차 의료기관에서 시행되었다. 해당 기관은 본관 및 신관의 2개의 건물로 분리되어 있고 본관에 2개, 신관에 3개의 중환자실을 보유하고 있는 1339병상(중환자실 92병상) 규모의 병원이다. CRRT를 전담하는 특수 팀은 없으며, 5개의 중환자실에서 9개의 CRRT 기계가 각각 독립적으로 운영되고 있다. CRRT 기계의 숫자는 제한적인 데 반해 해당 병원의 모든 임상 과에서 기계를 함께 사용하고 있어 전담 팀 없이 타과와 CRRT 적용을 조율하는 것이 매우 어려운 상황이었다.

모든 임상과는 독립적으로 CRRT를 시작하고 중단할 수

있으나, 치료 시작에 앞서 모든 의료진은 먼저 신장내과에 협의진료를 요청하여야 한다. CRRT 전문 의사들은 신대체요법이 적절히 유지될 수 있도록 매일 모든 기계를 점검하여 필요한 조치를 시행하고, CRRT의 적응증 — 내과적 치료에 반응하지 않는 대사성 산증, 고칼륨혈증, 수분 과부하, 요독증(뇌증, 심낭염 등), 폐노 혹은 무노, 혈액요소질소나 크레아티닌의 증가, 약물 중독(제초제, 리튬 등), 혈액학적 불안정 상태, 수분 불균형, 뇌내압 상승 — 에 대해서도 교육을 시행하였다.

만약 어떤 환자가 CRRT를 필요로 하나 환자가 있는 중환자실에 기계가 없는 경우, 다른 4개의 중환자실에 가용한 기계가 있는지 확인하는 절차가 필요하다. 신장내과 전문의들은 지속적 신대체요법을 적용 중인 환자들의 의학적 상태를 평가한 후 CRRT 치료를 지속할 것인지, 기계 사용을 중단하고 신대체요법이 필요한 다른 환자에게 넘길 것인지를 결정하는 역할을 담당하였다. 이러한 과정에는 상당한 시간이 소요되어 실제 환자에게 필요한 CRRT 치료가 지연되는 일이 발생하기도 한다. 또한 CRRT를 운영하는 것뿐만 아니라, 치료를 적용 중인 환자들에 대한 통계 데이터를 수집하는 것에도 상당한 어려움이 있었다. 이에 대한 해결책으로써 이번 연구팀은 'CRRT 적용/조회'라는 프로그램을 CRRT 전문 팀 운영의 대안으로 개발하였다(Figure 1).

2. 연구 대상

이번 연구에서 CRRT 팝업차트를 사용하기 전후에 CRRT를 적용하였던 환자는 95명이었다. 이 중에서 팝업차트를 사용하기 전 1개월간, 29명의 환자에게 CRRT가 시행되었는데 분석을 시작한 시점에 이미 중환자실에서 CRRT 기계를 사용하고 있었던 24명의 환자들은 분석에서 제외하고 나머지 5명의 환자를 분석에 포함하였다. 이들 5명은 연구에 배정된 간호사들이 시간과 관련된 지표(의사의 CRRT 결정 시점, 기계 탐색 시간, 기계 운반 시간, 적용 개시 시간)를 측정하여 직접 기록한 자료를 분석에 이용하였다. 나머지 66명은 전자 의무기록 프로그램에서 CRRT

팝업차트를 개시한 이후, 3개월간 CRRT가 적용되었으나 중환자실에서 이미 CRRT 기계를 사용하고 있었던 28명의

환자를 제외한 총 38명의 환자를 대상으로 자료를 수집하여 분석을 진행하였다(Figure 2).

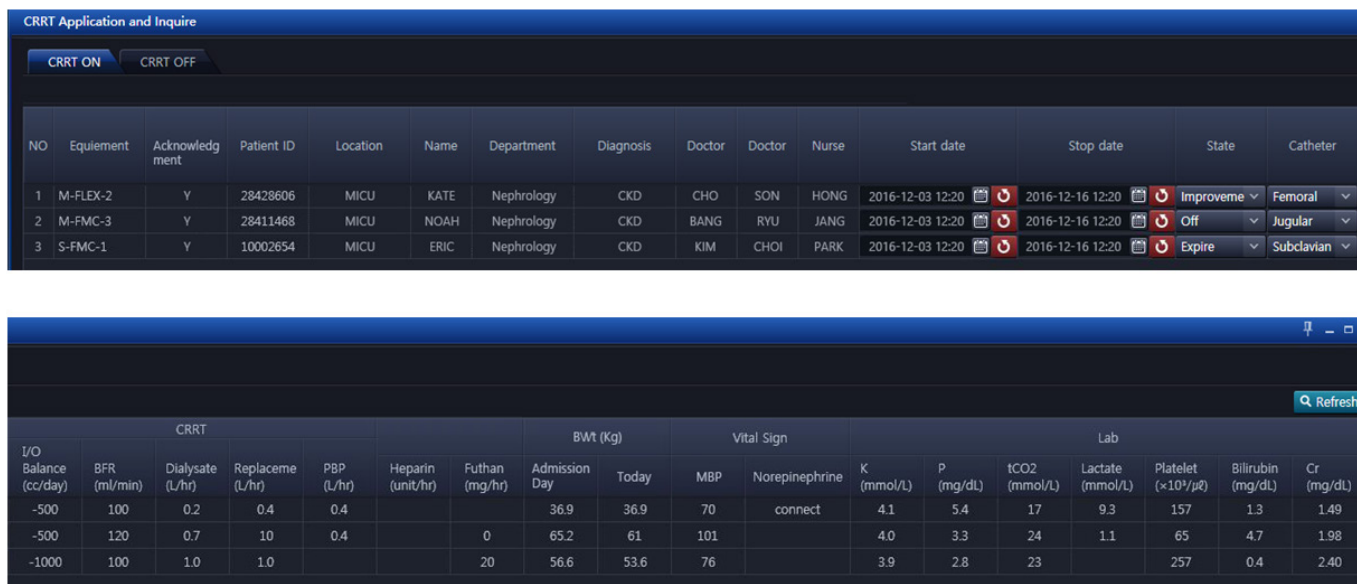


Figure 1. CRRT application / inquiry
- Currently used charts on EMR at the hospital

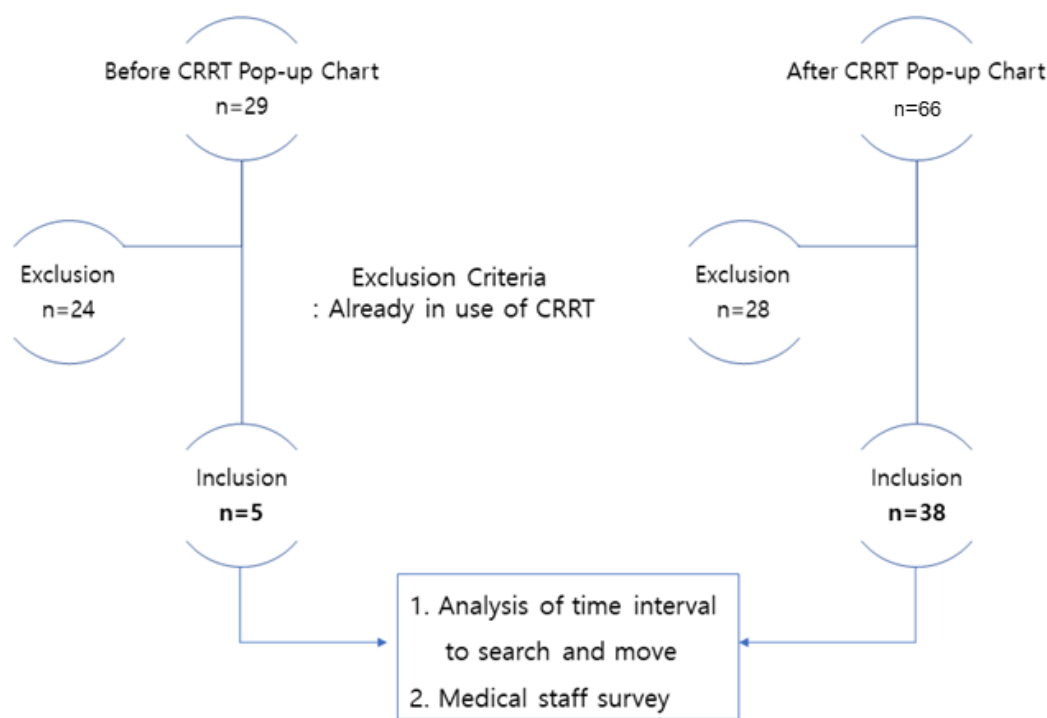


Figure 2. Study Algorithm

3. CRRT 팝업차트의 기능

CRRT 팝업차트는 CRRT 관리에 있어 다음과 같이 다양한 기능을 담당한다.

1) 현 시점에서 가용한 CRRT 기계를 확인하고 2) 사용 중인 각 기계의 위치를 확인하며 3) CRRT를 적용 중인 환자의 현재 임상 양상(활력 징후, 지속적 신대체요법 설정, 혈액검사 결과, Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) 점수, 약물 용량 등)을 파악할 수 있게 해 주고, 4) 새로이 CRRT가 필요하게 될 환자들의 임상 정보를 미리 등록해 둬으로써 CRRT 적용의 우선순위를 주도적으로 결정하는 과정에 도움을 준다. 중환자실 담당 의사가 향후 CRRT가 필요할 수 있다고 미리 판단한 환자들을 등록하면, 모든 기계가 사용 중인 경우 먼저 등록된 환자가 우선권을 가진다. 여러 명의 환자가 동시에 CRRT가 필요한 경우이거나 응급 상황이 발생하면 신장내과 전문의가 제한된 수의 CRRT 기계의 사용을 필요한 환자들에게 어떻게 분배할 것인지 조율하게 된다. 이때 CRRT를 중단할 가능성이 있는 환자를 미리 확인하고 우선순위를 결정에 필요한 정보를 제공하며, 여러 중환자실에서 CRRT와 관련된 모든 자료를 동시다발적으로 확인할 수 있게 해준다.

4. CRRT 팝업차트 도입 이후 지표의 측정

전자의무기록상 CRRT 팝업차트를 개발하는 데 약 한 달의 시간이 소요되었다. CRRT 팝업차트는 전자의무기록을 기반으로 환자의 정보(인적사항, 혈액검사 결과, CRRT 프로토콜 등)를 자동 저장하도록 개발되었다. 프로그램이 개발되는 동안 연구팀에서는 기계를 재구성하는 작업을 추가로 수행하였다. 우선 CRRT와 관련된 의사소통을 효율적으로 하기 위해 모든 CRRT 기계에 번호를 부여하였다. CRRT 팝업차트의 도입 이후, 38명 중 17명의 환자가 우선권을 받았으며 이는 앞서 언급한 팝업차트의 다양한 기능 중 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다. 팝업차트에서 우선권을 받은 환자에게는 이미 중환자실 내 사전에 CRRT 기계가 할당되어 있기 때문에, 가용한 CRRT 기계를 탐색

하거나 운반하기 위한 추가적인 시간이 필요하지 않게 된다. 상기의 이유로 데이터 분석에 있어 '우선순위 배정' 항목은 0분으로 자료를 처리하였다.

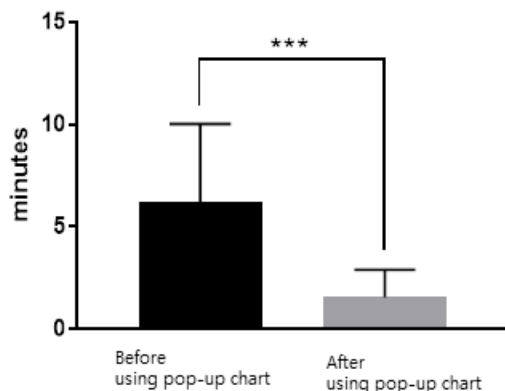
CRRT 장비는 치료의 필요성이 결정되고 위치가 파악된 이후에도 장비가 환자의 침상 옆으로 운반되기까지 추가로 시간이 소요되며 해당 작업은 간호사들의 전화문의를 통해 이루어진다. CRRT 기계의 준비는 간호사들이 담당하고 있기 때문에, 44명의 간호사들을 대상으로 다음의 3가지 항목에 대한 설문조사를 시행하였다. 1) 현재 사용 중인 CRRT 기계를 확인하기까지 얼마나 시간이 소요되는가? 2) 9개의 CRRT 기계 중 현 위치와 사용 현황을 파악할 수 있는 기계는 몇 대인가? 3) CRRT 기계의 사용을 위한 문의 전화에 소요되는 업무량과 이로 인해 기존에 진행하고 있던 업무가 방해받는 정도는 얼마나 되는가?

5. 통계 분석

CRRT 팝업차트 프로그램을 사용하기 전과 후로 동일한 환자를 비교하지는 못했기 때문에, 모든 데이터 분석에는 각 집단별 백분율이 이용되었다. 기본 정보 중 연속형 변수는 평균과 표준편차를 활용하여 제시하였고, 범주형 변수는 빈도수와 백분율을 표기하였다. Figure 3과 4에서는 Mann-Whitney test를 시행하였다. Figure 5는 CRRT 팝업차트 시행 전과 후 두 번에 걸쳐 44명의 간호사를 대상으로 시행된 설문의 결과를 제시하였으며, 결과 비교를 위해 Mc Nemar test를 이용하였다. 이 연구에서는 유의 수준 0.05 미만을 통계적으로 의미 있는 수치로 간주하였으며, 모든 분석은 SPSS 통계분석 프로그램 22 버전(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 활용하여 진행하였다.

6. 윤리 성명

이 연구는 분당서울대병원 IRB(B-1708/412-101)에 의해 승인되었고 연구에 참여한 모든 환자들에게는 서면화된 사전 동의서가 제공되었다.

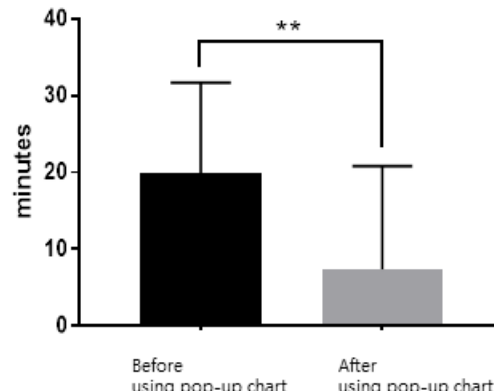


*** Mann-whitney test
P=0.0002 (median : 5 vs 1)

Time to identify a machine improved from 4.8 minutes to 1.18 minutes.

There was no case that took less than 3 minutes for searching machine before beginning the pop-up chart. After the introduction of the new chart, 78% of cases took less than a 1 minute to identify a machine.

Figure 3. Time to find a CRRT

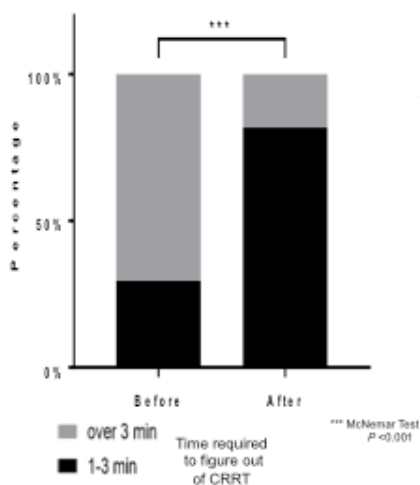


** Mann-whitney test
P=0.0034 (median : 20 vs 3)

The moving time of CRRT to patient's bedside was improved from 16 minutes to 8.94 minutes.

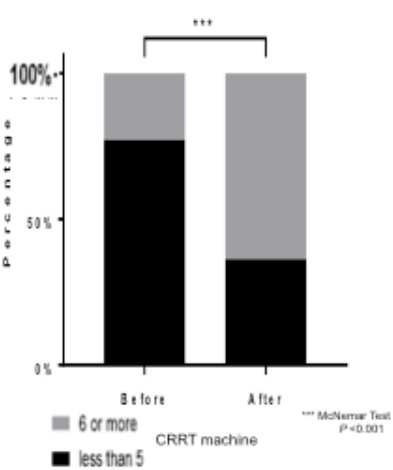
17 patients who had a priority after using pop-up chart didn't need time to move CRRT machine.

Figure 4. Time to move a CRRT



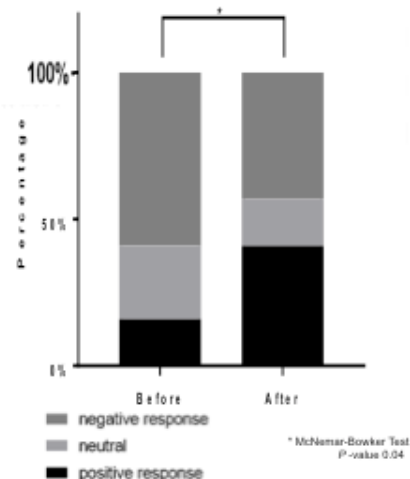
5A. Quickly apprehend about CRRT usage.

The time of 0 - 3 min is improved from 29.5% to 81.8%. The time greater than 3 minutes is reduced from 70.5% to 18.2%. Extra time is used to learn the new CRRT pop-up chart and is not spent searching for an available machine.



5B. Quickly apprehend about location of the currently operating CRRT machine.

The numbers of respondents who answered that they knew 6 - all machines are improved from 22.7% to 63.4%. The numbers of respondents who answered that they knew only 0 - 5 machines are Decreased from 77.3% to 36.6%.



5C. The burden of workload interruption due to telephone use to ask for the possession of movable CRRT equipment also improved.

A score of 1-4 was given in 15.9% before the new chart and 41% after the new system. A score of 5-7 decreased from 52% to 15.9%. Unexpectedly, a score of 8-10 also decreased slightly, from 59.1% to 43.1%. This is likely because the telephone conversations needed to introduce pop-up chart itself.

Figure 5. Nurse questionnaire

III. 연구결과

CRRT가 필요하다고 판단된 시점을 기준으로, 가용한 기계를 확인하는 데 걸리는 시간은 4.8분에서 1.18분으로 감소하였다(Figure 3). CRRT 팝업차트는 활력징후, CRRT 설정값, SOFA 점수, 승압제 용량, CRRT 기계별 사용 여부와 위치를 한눈에 파악할 수 있도록 해준다. 팝업차트의 도입 전에는 기계 탐색을 위해 소요되는 시간이 3분 미만인 경우가 단 한 건도 없었던 것에 반해, 새로운 프로그램을 도입한 이후에는 전체의 78% (30/38)에서 기계 탐색에 1분 미만의 시간이 소요되었다. 기계 탐색에 4분 이상이 소요되었던 5명의 환자의 경우, 모두 담당 의사가 팝업차트를 처음 사용하는 상황이었으므로 의사가 프로그램의 구성과 화면을 이해하는 데 필요한 시간이 추가로 소요되었다. 또한 연구 개시 초반에 CRRT 팝업차트상으로 기계 및 환자 등 필요한 정보들이 등록되지 않아 실제 CRRT 운영과 팝업차트 화면상 차이가 발생하여 추가적인 전화 확인 작업이 필요한 경우도 있었다.

CRRT 장비를 환자의 침상으로 운반하는 데 필요한 시간은 기존 16분이었던 것이 프로그램 도입 후 8.94분으로 감소되었다(Figure 4). CRRT가 필요한 환자로 사전에 분류되면 기계가 먼저 배정되고 우선권이 부여되어 더욱 신속하게 CRRT를 시작할 수 있게 되는데, CRRT 팝업차트의 도입 이후 17명의 환자가 사전 등록되었다. 프로그램의 도입 전에는 기계를 준비하고 침상 옆으로 운반하기까지 10분 미만으로 소요되는 경우가 단 한 건도 없었던 데 반해, 프로그램 도입 이후 전체의 73.6%(28/38)에서 CRRT 적용까지 10분 미만의 시간이 소요되었고 44.7%(17/38)에서는 미리 준비가 완료된 CRRT를 이용할 수 있었다. 만약 기계 오작동 등의 사유로 다른 기계로 교체가 필요한 경우에는 운반 시간이 10분 이상 소요되기도 하였는데, 이는 해당 병원 구조상 기계 운반을 위해 양 건물을 넘나드는 이동시간이 필요하였기 때문이다.

CRRT 준비 과정과 이에 따른 업무 부담에 대해서는 실제 업무를 담당하고 있는 간호사들의 의견을 수집하여 분석하였다. 총 44명의 간호사를 대상으로 3개의 설문지 시행되

었으며 각각의 결과는 Figure 5에 요약하였다.

CRRT 적용까지 걸리는 시간을 조사하였던 첫 번째 설문에서는 현재 가용한 기계를 파악하는 데 '0-3분 정도 소요된다'고 응답한 비율이 기존 29.5%에서 81%로 증가한 반면, '3분 이상 소요된다'고 응답한 비율은 70.5%에서 18.2%로 감소하였다. CRRT 팝업차트의 도입 이후 가용한 기계를 확인하는 데 3분 이상 소요된 사례는 CRRT 팝업차트의 사용법을 익히기 위한 추가 시간을 포함하는 경우가 많았다.

사용 중인 CRRT 기계의 위치 파악 여부를 조사하는 두 번째 설문에서 '6개 기계 전체의 위치를 알고 있다'고 답변 응답자의 비율은 22.7%에서 63.4%로 증가하였고, '5개 이하의 기계에 대해서만 위치를 알고 있다'고 응답한 비율은 77.3%에서 36.6%로 감소하였다.

세 번째 설문에서는 CRRT 장비를 사용하기 위해 필요한 전화업무에서 기인하는 업무 부담에 대해 조사하였다. 1~10점 척도로 업무 부담이 클수록 높은 점수를 선택하도록 하였는데, 1~4점으로 응답한 비율의 경우 새로운 시스템이 도입되기 전에는 15.9%였으나 팝업차트 도입 이후 41%로 증가하였다. 8~10점으로 응답한 비율은 기존 59.1%에서 43.1%로 기대와는 달리 경미한 감소를 보였다. 이는 CRRT 팝업차트의 도입 이후 팝업차트 자체에 대한 문의사항을 해결하고자 추가로 시행된 우선 전화업무에서 기인하는 것으로 생각된다.

IV. 고찰

이번 연구는 전자의무기록상 CRRT 팝업차트를 개발하여 CRRT 기계를 준비하고 관리하는 과정의 질 향상을 도모하기 위해 수행되었다. CRRT 팝업차트를 사용함으로써 해당 병원에서는 우선 순위에 근거하여 가용한 기계를 확인하고 운반하는 데 필요한 시간을 감축할 수 있었다. CRRT 팝업차트의 사용은 CRRT 장비를 준비하는 데 필요한 업무 부담을 감소시킬 뿐만 아니라, 각 중환자실 의료진 간의 의사소통을 증진시키는 역할을 할 수 있다. CRRT를 위해 타과 의료진과 소통하는 경우에도 스크린을 바탕으로 하는 매끄

러운 의사소통이 가능해지므로 치료 효율이 증대된다. 또한 CRRT와 관련된 의학적 치료의 기반 구조를 개편함과 동시에 CRRT의 간호 수행능력 역시 향상될 것으로 기대할 수 있다. CRRT가 필요한 환자에게 빠르게 CRRT를 준비하여 적용할 수 있는지 여부는 급성 신손상 환자의 치료의 경우 중요한 예후 인자 중 하나이다. 궁극적으로 이번 프로그램의 도입을 통해 환자 처치에 필요한 시간을 절약함으로써 환자 관리의 질이 향상될 것으로 기대하는 바이다.

CRRT 준비 과정에서 CRRT 팝업차트 도입의 이점은 다음과 같다. 첫째로 팝업차트를 이용하면 현재 가용한 기계와 사용실태 및 위치를 한눈에 확인할 수 있어 기계를 찾기까지 소요되는 불필요한 시간을 줄일 수 있다는 점이다. 기계 탐색과 운반에 소요되는 시간을 줄일 수 있는 이유는 CRRT 팝업차트가 기계를 사용하는 환자와 사용 중인 기계에 부여된 고유번호를 대조함으로써 현재 사용 중이지 않은 기계의 고유번호를 찾아내어 보여주기 때문이다. 팝업차트에서는 또한 가장 최근에 사용된 기계와 가장 가까운 곳에 위치한 기계를 조회할 수 있다.

두 번째로 CRRT 팝업차트를 도입하기 이전 CRRT 기계를 확보하기 위해서는 간호사들이 원내 모든 중환자실에 전화를 돌려서 가용한 기계가 있는지 확인하는 작업이 필요했다. 프로그램 도입 이후에는 전자의무기록에 접근 권한이 있는 모든 의료진들이 불필요한 전화 문의 없이 가용한 CRRT 장비를 조회할 수 있게 되었다.

세 번째로 의료진들은 환자의 현재 의학적 상태를 CRRT 팝업차트에서 쉽게 조회할 수 있게 되었다. 더불어 팝업차트에 기재된 CRRT 설정값을 기준으로 CRRT 치료의 적정성을 판단하는 것 역시 훨씬 수월해졌다. 의료진들은 CRRT 팝업차트를 통해 환자의 상태를 6개 주요 신체 기관(호흡기계, 순환기계, 간기능, 응고기능, 신기능 및 신경계통)별로 종합된 SOFA 점수에 근거하여 판단할 수 있게 되었다. CRRT 팝업차트는 CRRT를 중단할 수 있는 환자를 쉽게 파악할 수 있도록 해 줌과 동시에, 중단의 우선순위를 부여하는 데 도움을 준다. 모든 기계가 사용 중인 경우 간호사들이 각 중환자실에 전화하여 의사에게 연락을 취하고 CRRT 치료를 중단 가능한 경우가 있는지 확인할 필요 없

이 CRRT 치료가 필요한 임상과에서 근거 중심의 CRRT 중단을 결정하는 것이 가능해졌다.

넷째로 CRRT가 필요할 수 있는 환자들의 정보를 사전에 등록해 줌으로써 미리 우선순위를 부여하는 것이 가능해졌다. 이를 통해 CRRT 치료 개시 시점에 맞추어 가용한 기계를 사전에 확보할 수 있게 되었다.

마지막으로 CRRT 팝업차트는 여러 부서에서 동시다발적으로 접근할 수 있어, 환자 처치와 CRRT 치료 과정에 대한 중환자실 의료진 간 의사소통의 효율이 향상되어 CRRT 팝업차트를 중심으로 CRRT 관리/운영의 기반 구조가 재편될 수 있을 것으로 기대된다.

간호사의 과도한 업무 강도는 피로 및 직업에 대한 불만족을 야기할 뿐 아니라 사망률 등 환자 예후에도 영향을 미칠 수 있다[9]. 전자의무기록을 중심으로 개편된 환자 관리 체계는 업무 부담을 수용 가능한 정도로 감소시켜줄 수 있다[10]. 이번 연구의 설문 결과 CRRT 기계의 운반과 관련된 문의 전화를 받기 위해 진행 중이던 업무가 방해받던 비율은 개선되었다. 업무 부담 지수를 1~4점으로 응답한 간호사 비율은 15.9%에서 41%로 증가한 반면, 5~7점으로 응답한 비율은 52%에서 15.9%로 감소하였다. 따라서 CRRT 팝업차트상에서 가용한 기계를 확인하면 간호사는 우선으로 따로 문의할 필요가 없게 되기 때문에 팝업차트를 잘 활용하게 된다면 간호사의 업무 부담이 감소하고, CRRT 기계의 운영에 대한 간호사 개별적으로 파악하고 있는 정보량의 차이를 줄여줌으로써 간호사 개개인이 CRRT 기계를 효율적으로 활용하는 데 더욱 많은 시간을 할애하여 환자 간호에 집중할 수 있을 것으로 기대된다.

보건의 서비스 분야의 역사상 정보 기술, 특히 전자의무기록과 관련하여 비용대비 효과의 성과를 획득한 사례가 드물다[11]. 이번 연구는 연구된 프로그램 그 자체의 특성이 설치 및 운영에 있어 비용대비 효과가 뛰어나다는 것을 시사하고 있다. 이번 프로그램은 전자의무기록상 필요한 정보만을 바탕으로 만들어졌기에 경제적이라고 할 수 있으며 CRRT 전담팀과 같은 추가적인 노동력을 필요로 하지 않는다.

그럼에도 불구하고 이번 연구가 가지는 한계는 다음과 같

다. 이번 CRRT 팝업차트는 다수의 프로그래머와 다수의 중환자를 보유한 대학병원에서 개발되었고, 현 시점에서 프로그램을 타기관에서 구매가 불가능하므로 이번 연구의 결과를 일반화하는 것이 어려울 수 있다. 따라서 이번 CRRT 팝업차트는 다양한 중증도의 환자를 치료하는 여러 다른 병원에서의 추가적인 검증 절차가 필요하다. 더불어 3개월의 연구 기간은 장기적인 효과를 확인하는 데 불충분하였으므로 장기적인 추적 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

설문 조사 결과 유선 전화 업무와 관련된 업무 부담은 기대만큼 감소되지 않았다. 업무 강도 점수를 8~10점으로 응답한 비율은 59.1%에서 43.1%로 미약한 감소를 보였다. 이는 CRRT 팝업차트 자체를 소개하기 위해 유선 전화 업무가 추가적으로 필요했기 때문이었을 것으로 사료된다. 향후 모든 의료진이 CRRT 팝업차트에 적응하고 능숙하게 사용할 수 있게 되면 이러한 유선 전화 업무와 관련된 부담은 감소할 것이라고 기대해볼 수 있다.

급성 신손상 환자에서는 CRRT 치료를 시행하는 것도 중요하지만 24시간 동안 CRRT를 유지하는 것도 중요하다. 그러나 CRRT의 적용 기준과 치료의 원칙은 각 부서별로 조금씩 차이가 있어 CRRT 치료의 표준화가 요구된다. CRRT 관리 매뉴얼의 부재로 여러 문제들이 대두되고 있는 가운데, 향후 지속적으로 적절한 치료가 이루어질 수 있게 하기 위해서는 인공지능 기반의 CRRT 유지관리 프로그램이 요구된다.

CRRT 팝업차트의 도입 전후 환자들의 예후를 분석하는 절차가 필요하나, 연구에 참여한 환자수가 적어 분석에 어려움이 있었다. CRRT의 유지 계획과 더불어, 연구에 참가한 환자의 동의서 확보, 이들에 대한 교육, CRRT를 위한 삽관 절차 역시 중요하기 때문에 향후 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

이번 연구에서는 CRRT 관리의 질 향상을 위해 개발된 새로운 CRRT 팝업차트를 통해 포괄적인 정보를 제공하였다. CRRT 팝업차트의 장점은 의료 인력의 추가 노동 없이도

프로그램이 자동적으로 환자 정보와 의무기록을 분석하여 실시간 CRRT의 사용과 위치 현황을 제공할 수 있다는 것이다. 또한 CRRT 팝업차트는 CRRT의 준비 시간을 단축시키고, 의료진 간 의사소통을 극대화하며 간호 업무 부담을 감소시키는 데 기여할 수 있다.

Acknowledgements

시스템 개발을 위해 도움을 주신 분당서울대병원 가정의학과 이기혁 교수님, 소아청소년과 황희 교수님, 데이터 수집과 관리에 도움주신 분당서울대학교병원 간호부 신선희, 김성남, 임영주 선생님과 질 향상 활동을 위해 애써주신 배연정 선생님에게 감사드립니다. 이 연구는 대한민국 보건복지부 산하 한국보건산업개발원(KHIDI: HI17C1827)의 지원 하에 한국보건기술 연구개발(R&D) 프로젝트로 수행하였습니다.

VI. 참고문헌

1. Heung M, Bagshaw SM, House AA, Juncos LA, Piazza R, Goldstein SL. CRRT net: a prospective, multi-national, observational study of continuous renal replacement therapy practices. *BMC Nephrology*. 2017;18(1):222.
2. Rewa O, Villeneuve PM, Eurich DT, Stelfox HT, Gibney RT, Hartling L, et al. Quality indicators in continuous renal replacement therapy (CRRT) care in critically ill patients: protocol for a systematic review. *Systematic reviews*. 2015;30(4):102.
3. Kee YK, Kim EJ, Park KS, Han SG, Han IM, Yoon CY, et al. The effect of specialized continuous renal replacement therapy team in acute kidney injury patients treatment. *Yonsei Medical Journal*. 2015;56(3):658-65.
4. Walcher A, Faubel S, Keniston A, Dennen P. In critically ill patients requiring CRRT, AKI is associated

- with increased respiratory failure and death versus ESRD. *Renal Failure*. 2011;33(10):935-42.
5. Gilbert RW, Caruso DM, Foster KN, Canulla MV, Nelson ML, Gilbert EA. Development of a continuous renal replacement program in critically ill patients. *American Journal of Surgery*. 2002;184(6):526-32.
 6. Bellomo R, Mehta R. Acute renal replacement in the intensive care unit: now and tomorrow. *New Horizons*. 1995;3(4):760-7.
 7. Lee JY, Jin Y, Piao J, Lee SM. Development and evaluation of an automated fall risk assessment system. *International Journal for Quality in Health Care*. 2016;28(2):175-82.
 8. Gagnier JJ, Derosier JM, Maratt JD, Hake ME, Bagian JP. Development, implementation and evaluation of a patient handoff tool to improve safety in orthopaedic surgery. *International Journal for Quality in Health Care*. 2016;28(3):363-70.
 9. Aiken LH, Clarke SP, Sloane DM, ET Lake, Timothy Cheney. Effects of hospital care environment on patient mortality and nurse outcomes. *Journal of Nursing Administration*. 2008;38(5):223-9.
 10. De Becker W. Starting up a continuous renal replacement therapy program on ICU. *Contributions to Nephrology*. 2007;156:185-90.
 11. Ovretveit J, Scott T, Rundall TG, Shortell SM, Brommels M. Improving quality through effective implementation of information technology in healthcare. *International Journal for Quality in Health Care*. 2007;19(5):259 - 66.