creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

일반 병동의 심정지 예측에 관한 신속대응팀 전산 스크리닝 및 중증도 사정도구의 영향 분석

연세대학교 보건대학원
보건정보통계학과 보건정보통계전공
이 지 현

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

일반 병동의 심정지 예측에 관한 신속대응팀 전산 스크리닝 및 중증도 사정도구의 영향 분석

지도 남 정 모 교수

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함.

2021년 6월

연세대학교 보건대학원
보건정보통계학과 보건정보통계전공
이 지 현

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

이지현의 보건학 석사학위 논문을 인준함

심 사 위 원 남 정 모 (인)

심 사 위 원 박 소 희 (인)

심 사 위 원 김 규 리 (인)

연세대학교 보건대학원

2021년 6월 일

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

감사의 글

우선 이 논문을 무사히 마무리 할 수 있게 도와주신 하나님께 감사를 드립니다. 그리고 이 논문을 제출해야하는 마지막 순간까지 도와주셨던 남정모 교수님과 위기가 있을 때마다 따뜻한 말씀으로 용기를 주셨던 박소희 교수님께 깊은 감사의 인사를 드립니다.

전공한 간호학을 뒤로하고 보건통계학을 공부하고자 결정을 하고, 연세대학교 보건대학원에 입학이 결정되었을 때 많이 기뻐해주시고, 조언과 지원을 아끼지 않으셨던 김홍준, 소경화 팀장님께도 감사의 말씀을 드립니다. 도와주시고 베풀어 주셨던 모든 것들 잊지 않고 보답하고자 노력하겠습니다.

논문의 주제를 결정할 때부터 내용을 만들어 가기까지 아이디어와 노하우를 전해주시고 힘들 때 마다 부렸던 투정도 잘 받아주셨던 서울성모병원 신속대응팀의 한미라 선생님과 팀원들에게도 감사의 인사를 전합니다. 적은 인원으로 운영되는 팀이어서 근무 일정을 조정하기가 쉽지 않았을텐데, 항상 먼저 배려해주시고 이해해주신 덕분에 휴학하지 않고 학업을 지속할 수 있었습니다. 항상 죄송하고 감사했습니다.

그리고 함께여서 너무 즐거웠던 우리 대학원 동기들, 영원한 대표 석원 선생님을 시작으로 현수, 주영, 수연, 경웅, 수아, 희현, 은미 선생님, 스터디 메이트로 항상 아낌없이 주는 나무와 같은 윤지, 유경 선생님 그리고 특히 보이지 않는 통계의 늪에서 구조를 마다하지 않은 진석, 정윤 선생님에게 깊은 감사의 인사를 드립니다.

항상 저를 위해 기도해주시는 존경하는 부모님과 무심한 듯 늘 응원해 준 동생 현묵이에게도 사랑한다고 말해주고 싶고, 든든한 버팀목과 같이 안부를 물어봐주고 살펴봐 준 송하와 아름, 은영이에게 고마움을 전하며 힘들고 지쳤던 마음을 위로해주고 웃게 해준 P대 가족들에게도 깊은 애정의 마음을 전합니다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

마지막으로 논문을 진행하면서 살펴보았던 195명의 환자분들께도 감사의 인사를 전합니다. 기록을 볼 때마다 환자분들이 겪으셨을 아픔과 고통의 여정을 이해하고자 노력했고 그 때마다 마음이 아팠고 안타까웠습니다. 이제 더 이상 고통없이 평안한 안식과 안녕에 이르시기를 기도드리는 바입니다. 본 논문이 일반 병동 내의 급성으로 악화되는 중환자를 선별함에 있어 조금이나마 기여하게 되길 소망하며 글을 마칩니다. 감사합니다.

2021년 6월

이지현 드림

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

차 례

Ⅰ. 서 론 ····· 1
1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구 목적 ····· 5
3. 문헌고찰 ····· 6
4. 용어의 정의 ····· 8

Ⅱ. 연구방법 ····· 10
1. 연구 설계 ····· 10
2. 연구 대상 ····· 11
3. 자료수집방법 ····· 13
4. 연구도구 ····· 14
5. 연구에 대한 윤리적 고려 ····· 18
6. 자료분석방법 ····· 18

Ⅲ. 결 과 ····· 20
1. 대상자의 일반적 특성 ····· 20
2. 심정지 발생 전 활력징후 및 중증도 사정도구점수 변화분석 ····· 23
3. 중증도 사정도구 고위험군 및 신속대응팀 전산스크리닝 선별 여부에 따른 심정지 후 결과 ····· 35
4. 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 및 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인 ·41

Ⅳ. 고 찰 ····· 51
Ⅴ. 결 론 ····· 55
참고문헌 ····· 57
부 록 ····· 62

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table

Table 1. Crieteria for Rapid Respose Team activation ·····7
Table 2. Modified Early Warning Score ·····15
Table 3. Cardiac arrest risk triage Score ·····16
Table 4. Quick sepsis related organ failure assessment (qSOFA) Score ·····17
Table 5. Characteristics of patients detected by computerized screening of the rapid response team 24 hours before cardiac arrest ·····21
Table 6. Subject characteristics based on Screening status ·····22
Table 7. Vital signs according to Computerized screening status within 24 hours before cardiac arrest ·····24
Table 8. AVPU scale according to Computerized screening status within 24 hours before Cardiac arrest ·····25
Table 9. MEWS according to screening status within 24 hours before Cardiac arrest ·····26
Table 10. CART according to screening status within 24 hours before Cardiac arrest ·····28
Table 11. qSOFA according to screening status within 24 hours before Cardiac arrest ·····30
Table 12. Correlation of Severity Scoring Systems based on time and Screening through mixed model effect : MEWS, CART score ·····33
Table 13. Correlation of Severity Scoring Systems based on time and Screening through mixed model effect : SOFA Score ·····34

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 14. High EWS, CART, qSOFA score over time according to screening status ····· 36
Table 15. High EWS, CART, qSOFA score over time according to Survive more than 24 hours after ROSC ····· 37
Table 16. High EWS, CART, qSOFA score over time according to Survive on discharge ····· 38
Table 17. Correlation between the selection of results after cardiac arrest and the selection of computerized screening by Rapid Response Team ····· 40
Table 18. Univariate Logistic Regression Analysis about Computerized Screening status for Survive more than 24 hours after ROSC and Survive on discharge ····· 40
Table 19. Univariate Logistic Regression Analysis for Computerized Screening status, Survive more than 24 hours after ROSC and Survive on discharge ····· 43
Table 20. Multivariable Logistic Regression Analysis for Computerized Screening status, Survive more than 24 hours after ROSC and Survive on discharge ····· 45
Table 21. Multivariable Logistic Regression Analysis for Survive more than 24 hours after ROSC divided into 4 models ····· 47
Table 22. Multivariable Logistic Regression Analysis for Survive on discharge divided into 4 models ····· 49

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Figure

Figure 1. Flow Chart for the selection of care ····· 12
Figure 2. Changes in EWS over time with screening ····· 27
Figure 3. Changes in CART over time with screening ····· 29
Figure 4. Changes in qSOFA over time with screening ····· 31

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

국문요약

일반 병동의 심정지 예측에 관한 신속대응팀 전산 스크리닝 및 중증도 사정도구의 영향 분석

본 연구는 일반 병동에 재실 중 심정지가 발생되어 심폐소생술을 시행한 환자들을 대상으로 심정지 발생 24시간 전 3개의 시점으로 나눠 측정된 활력징후와 중증도 사정도구를 이용하여 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부에 따른 변화 추이를 분석하여 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별과 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인에 대해 알아보는 후향적 조사연구이다.

연구 대상자는 2018년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 C 대학병원 일반 병동의 총 143명의 환자를 대상으로 시행하였고, 연구 도구는 심정지 발생 전 측정된 활력징후를 이용하여 급성 악화 징후 환자를 조기에 인식하기 위해 널리 이용되고 있는 중증도 사정도구인 MEWS (Modified Early Warning Score), CART(Cardiac arrest risk triage) score, qSOFA(Quick sepsis related organ failure assessment) score를 계산하고, SAS version 9.4를 이용하여 빈도와 백분율, 평균과 표준편차, Chi-square, 혼합효과모형(Mixed-Effect Models), 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)을 적용하여 분석하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 본 연구 대상자로 선정된 143명의 환자를 조사한 결과, 신속대응팀 전산 스크리닝 기준에 의해 심정지 발생 전 92명(64.3%)이 호흡수 25회/분 이상(24명, 26,1%), 심박수 130회/분 이상 (24명, 26,1%)으로 인해 선별되었고, 정지 역시 호흡기계 문제로 49명(34.3%) 또는 심장계 문제로 39명(27.3%) 발생되었고, 통계적으로 유의하게 차이가 있었다 ($p<0.05$).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2. 신속대응팀 전산 스크리닝으로 선별된 환자의 활력징후는 심정지 발생 24시간 전부터 수축기 및 이완기 혈압은 감소하고, 심박수 및 호흡수, 체온, 산소치료농도의 평균은 증가하고 의식수준은 악화되는 경향을 확인할 수 있었다.

3. 반복 측정된 활력징후의 심정지 전 각 시점과 전산 스크리닝 선별여부dp 따른 상관관계를 고려하기 위해 시행한 혼합효과모형(Mixed-Effect Models) 분석에서는 MEWS는 First-order Autoregressive 모형을 통해 전산 스크리닝 선별이 될 경우 증가하고, CART score의 경우 Unstructured 모형으로 통해 심정지 시간이 가까워지거나 전산 스크리닝 선별이 될 경우 증가하고 심정지 전 각 시점과 전산 스크리닝 선별여부 간 교호작용이 있었으며, qSOFA score의 경우 Unstructured 모형을 통해 심정지 시간이 가까워지거나 전산 스크리닝 선별이 될 경우 감소하였다.

4. 중등도 사정도구 점수가 높은 고위험군인 경우 심정지 시간이 가까워질수록 전산 스크리닝으로 선별되는 수가 통계적으로 유의하게 증가하였다 ($p<0.05$).

5. 신속대응팀의 전산 스크리닝으로 선별된 환자 92명 중 28명(30.4%)이 심정지 후 자발순환회복하여 24시간 이상 생존하였고, 5명(5.4%)이 생존하여 퇴원하였고, 각각 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 있으며 ($p<0.05$), 로지스틱 회귀 분석 시 전산 스크리닝으로 선별될 경우 심정지 후 생존할 오즈가 감소하였다 (OR=0.236, 95% CI 0.076-0.734), p=0.013).

6. 전산 스크리닝 선별 여부와 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인에 대하여 단변량 로지스틱 회귀분석 시, 진료과가 내과계에서 외과계일수록 속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈와 (OR=2.887 95% CI 1.077-7.733,

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

p=0.035) 퇴원 시 생존할 오즈가 증가 하였고 (OR=5.899 95% CI 1.810-19.220, *p*=0.003)), 심정지 발생 전 각 시점별 MEWS가 증가할수록 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈가 유의하게 증가하였고, 자발순환 회복 후 24시간 생존 및 퇴원 시 생존할 오즈는 감소하였으며, 일부 시점에만 유의하였다. CART score는 값이 증가할수록 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈가 모든 시점에서 유의하게 증가하였고, 자발순환 회복 후 24시간 생존할 오즈는 감소하였고, 일부 시점에만 유의하였다. qSOFA Score는 값이 증가할수록 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈가 유의하게 증가하였다.

7. 전산 스크리닝 선별 여부와 심정지 후 결과에 영향을 미치는 각 요인에 대하여 다변량 로지스틱 회귀분석 시, 진료과가 외과계일 경우 퇴원 시 생존할 오즈가 감소 (OR=0.210, 95% CI 0.043-0.713, *p*=0.0261)하였고, 심정지 16~24시간 전 MEWS가 증가할 경우 자발순환회복 후 24시간 이상 생존할 오즈가 증가하였다 (OR=1.678, 95% CI 1.04-2.481 *p*=0.0221).

8. 신속대응팀 전산 스크리닝 선별여부를 변수화 하고 중증도 사정도구별로 모델로 나눠 다변량 로지스틱 회귀분석 시, 자발순환회복 후 24시간 생존의 경우에는 전산 스크리닝 선별이 될 경우 생존할 오즈가 감소하였고(OR=0.372, 95% CI 0.179-0.770, *p*=0.008), 퇴원 시 생존의 경우에는 진료과가 외과계일 경우 생존할 오즈가 증가 (OR=4.744, 95% CI 1.388-16.210, *p*=0.013), 전산 스크리닝 선별이 될 경우 생존할 오즈가 감소하고(OR=0.273, 95% CI 0.083-0.902, *p*=0.033), 그 외 중증도 사정도구의 점수와 심정지가 가까워지는 시점별로는 생존의 오즈가 감소되는 경향을 확인할 수 있었으나 통계적으로 유의하지 않았다 (*p*>0.05).

이상의 연구 결과를 바탕으로 신속대응팀이 일반 병동 환자의 심정지 전 악화 징후를 조기에 인지하기 위해서는 기존의 전산 스크리닝을 이용한 선별과

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

중증도 사정도구를 이용한 고위험군 사정을 추가하여 환자를 선별할 필요가 있음을 알 수 있었다. 각 중증도 사정도구 간 중복되어 이용되는 활력징후 항목들이 있어 이를 개선한 신속대응팀의 환자 선별을 위한 별도의 사정도구를 마련하여 일반 병동 내 급성 악화 환자에 대한 조기 발견 및 신속한 대응을 보다 효과적으로 할 수 있기를 기대하고, 이와 관련된 추가적인 연구를 제언한다.

핵심어 : 신속대응팀, 심정지, 중증도 사정도구, Rapid Response Team, longitudinal data, EWS, CART, qSOFA, mixed model effect, logistic regression

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성

심정지는 병원 내 심정지의 결과를 보고하기 위한 “In-hospital Utstiein* style’ 정의에 따르면 임상적으로 반응이 없고, 호흡이 없으며, 맥박이 촉지 되지 않는 것을 의미한다 (Idris, A. H., et al. 2017). 즉, 심장이 수축하지 않아 혈액의 정상적인 순환이 중단되는 상태로, 발생 후 4-5분부터 허혈에 의한 비가역적 조직손상이 발생하게 되어 인공호흡과 인공순환을 제공하는 심폐소생술이 시행되지 않으면 사망으로 이어지거나 생존하더라도 임상학적으로 신경학적인 손상 등의 후유증이 발생하게 되는 심각한 위해 사건으로 알려져 있다. 이러한 환자의 급속한 악화와 심각한 질병의 위험은 생리적인 지수(physiological parameter)들의 변화를 통해 확인할 수 있고, 이 변화에 대한 인지와 관련된 치료가 지연되면 환자의 심정지 및 사망 위험이 증가한다고 알려져 있다 (Cooksley, T., et al. 2012).

여러 연구들을 통하여 일반 병동 환자들이 악화 상태가 발생하기 8-48시간 전에 심박동수 및 호흡수의 증가, 혈압의 감소 등의 비정상적인 활력징후의 변화를 보인다고 알려져 있고 (Buist, et al.,2002 ., Hillman, K. M., et al. 2002), 그 중 심정지 또는 호흡정지를 경험하는 환자의 최대 84%가 비정상적인 활력징후를 보여주고 있어 (Kause, J., et al. 2004), 이러한 징후를 의료진들이 조기에 발견하고 치료한다면 예기치 못한 심정지 또는 비계획적인 중환자실 전동을 예측하고 예방할 수 있다고 하였다 (Hillman, K. M., et al. 2002).

그러나 일반병동은 중환자실과 달리 지속적인 환자들의 활력징후 감시가 어렵고, 담당 의료진들이 응급상황에 대한 대처 경험이 적은 경우가 많고, 전

---

* Utstein Style: 미국심장협회, 유럽심장학회, 유럽마취학회 등에 의해 급성심장정지 환자의 데이터 수집 및 결과 보고를 통일된 형식으로 제시하기 위해 제안된 가이드라인으로, 급성심장정지와 관련된 용어와 프로세스를 정의함. 2004년, 2015년에 가이드라인 개정

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

담 전문의가 상주해 있지 않아 환자 상태를 보고하는 데 있어 복잡한 체계를 갖고 있어 급성 악화 환자에 대한 조기 발견 및 신속한 대응에 한계가 있다 (보건복지부., 2019).

이를 보완하기 위해 1990년대부터 호주, 영국, 미국에서는 병동에서 발생하는 예상 가능한 악화 징후를 파악하여 고위험 환자를 미리 선별하고, 조기에 적절한 중재를 시행하여 심정지, 예상치 못한 사망, 중환자실 전동 등을 감소시키고, 조기에 중재를 시행할 목적을 갖고 조기대응체계 (Rapid Response system, RRS)의 일환으로 신속대응팀을 운영하기 시작하였다.

조기대응체계 및 신속대응팀 운영의 효과는 여러 연구를 통하여, 심정지 감소, 병원 내 사망률 감소, 비 계획적 중환자실 전동 감소 및 중환자실 재원 기간 감소(Bellomo et al., 2003., Benson et al., 2008), 병원 내 예상하지 못한 심정지 발생률(Buist et al.,2002)을 감소시키고 있다고 알려져 있고, 국내에서 신속대응팀 운영 결과 역시 병원 내 심정지 감소 및 병원 내 사망률 감소(Lee et al., 2019., Ko et al., 2020), 중환자실 재입실률 감소(Lee et al, 2019)등의 결과로 드러나고 있다.

국내에서는 2008년도 서울의 일 상급종합병원에서 의사와 임상 간호사로 구성된 신속대응팀이 처음 도입되었고, 2018년부터 의료기관평가인증원의 급성기 병원 인증기준으로 신속대응팀 운영사항을 시범 평가항목으로 추가하여 2019년 3월부터는 전국의 45여개의 병원으로 운영이 확대되었으며, 환자안전법 시행에 따라 보건복지부는 환자안전 관리 활동지원, 일반병동 입원환자 안전강화 및 의료 질 향상을 위해 환자안전수가 중 하나인 '신속대응시스템 운영료'를 개발하고 2019년 5월부터 2022년 12월 까지 신속대응시스템 시범사업을 시행중이다 (보건복지부., 2018, 보건복지부., 2019).

EWS를 이용한 환자의 악화징후를 감지하는 것은 Alam, N(2014)에 의하여 체계적인 문헌검토를 통하여 대조 연구가 시행되었고, 총 7개의 연구를 고찰한 결과 연구 항목간 이질성이 있어 정확한 비교는 어려우나 일부 연구를 통하여 EWS 기록을 도입한 후, 급성 악화 가능성이 있는 환자를 인지하는 데

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

도움이 되고, 병원 내 사망률을 감소시키는데 도움 되었고, 생존율이 향상되었음을 설명하였으며, 중환자실 사망률과 심각한 부작용을 감소시키는 데 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 심정지에 대해서는 상충된 결과가 있었는데 한 연구에서는 심정지 발생률이 감소되고, 심폐소생술을 받은 환자의 사망률이 감소한 반면 다른 연구에서는 오히려 심정지 발생률이 증가하는 것으로 나타났다.

신속대응팀을 운영하는 병원에서는 조기에 환자의 악화징후를 예측하는 것이 중요하기 때문에 별도의 선별 기준과 함께, 쉽게 측정이 가능한 환자의 활력징후를 이용하여 빠르게 계산이 가능한 조기경고점수(EWS, Early warning score)를 이용하여 악화 징후를 인지하고 선별하고 있다. 그러나 국내에서 신속대응팀이 운영된 지는 10여년이 지났음에도 불구하고, 환자의 중증도를 사정하는 방법이 병원마다 상이하고, 이용하고 있는 조기 경고 점수 또한 공통되어 있지 않아 국내의 신속대응팀이 적용하고 있는 선별 기준들이 급성 악화 징후를 가진 환자를 선별하고 조기 대응을 하는 데 전반적으로 효과가 있는지 확인하기 어렵고, 신속대응팀의 환자 선별과 연관하여 EWS 뿐만 아니라 환자의 악화 징후를 빠르게 감지할 수 있다고 알려진 공인된 중증도 사정도구인 CART(Cardiac arrest risk triage), Quick Sepsis-related Organ Failure Assessment (qSOFA) 등과 연관하여 진행된 연구도 부족한 실정이다.

한편 일반 병동 환자의 전자의무기록에 입력된 활력징후를 기반으로 딥 러닝 기법을 이용하여 개발된 24시간 내 심정지 발생위험예측 정보를 제공하는 인공지능 솔루션(VUNO Med®-DeepCARS™)도 수정 조기경보점수와의 비교하여 좋은 예측력을 보이고 있다고 발표하였고, 임상시험을 계획하고 있어 (Cho, K.-J., et al. 2020) 신속대응팀의 업무 관점에서 환자를 선별하는데 있어 이용되는 활력징후 및 중증도 사정도구들이 미치는 영향에 대한 연구가 추가로 필요한 상황이다.

2021년 4월, 보건복지부에서는 신속대응시스템 시범사업의 본 사업을 전환하기에 앞서 시범사업 운영실적 및 진료행태를 분석하고, 세부적으로는 심정

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

지 발생률, 계획되지 않은 중환자실 입원, 예기치 않은 사망 등 임상결과 개선 효과를 확인하며, 신속대응 중재환자 사례분석과 진료결과를 비교 분석하고 최종적으로 병상규모, 운영시간, 인력 등 고려한 한국형 표준모형 및 표준지침 개발을 하기 위해 연구 용역을 진행중이다 (건강보험심사평가원., 2021).

이번 연구는 일반 병동 내 심정지 발생 전 활력징후 및 중증도 사정도구의 점수를 분석하고, 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부와 심정지 후 결과의 관계를 알아보고, 전산 스크리닝 선별 여부와 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인에 대해 분석하여 일반 병동 환자에 대한 신속대응팀의 전산 스크리닝을 통한 활성화 모형이 구체화 될 수 있는 기초자료를 제공하고자 하는데 목적이 있다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2. 연구 목적

본 연구는 일반 병동에 재실 중 심정지가 발생되어 심폐소생술을 시행한 환자들을 대상으로 심정지 발생 전 활력징후 및 중증도 사정도구의 점수를 이용하여 신속대응팀의 급성 악화 환자에 대한 조기 발견 및 신속한 대응을 도모하기 위함이고, 구체적인 목적은 다음과 같다.

1) 대상자의 심정지 발생 24시간 전, 각 시점에 따른 활력징후의 변화를 분석하고, 신속대응팀의 전산 스크리닝 기준의 선별 여부를 확인하여 선별 여부에 따른 심정지 후 결과를 확인하고, 연관관계를 확인한다.

2) 활력징후를 이용하여 중증도 사정도구인 MEWS (Modified Early Warning Score) 및 CART (Cardiac arrest risk triage) Score, qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) Score의 각 시점 별 변화 추이를 확인하여 심정지 후 결과와의 관계를 분석하고, 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별여부와 더불어 중증도 사정도구가 별도의 선별 기준으로 이용할 수 있는지의 연관 관계를 확인한다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3. 문헌고찰

1) 신속대응시스템

신속대응시스템은 환자의 심정지 등의 급속한 악화가 발생되기 이전에 전자의무기록(EMR, Electronic Medical Record)에 설정된 별도의 기준에 의하여 선별된 일반병동 입원환자의 급성악화를 모니터링 하고 신속한 치료를 제공하는 상시 모니터링 체계를 말한다.

2) 신속대응팀의 전산 스크리닝 및 활성화 (Computerized screening and Activation of Rapid Response Team)

신속대응팀의 활성화 (Activation of Rapid Response Team)는 일반병동 의료진의 호출에 의한 활성화와 신속대응팀 전산 스크리닝 프로그램을 이용하여 선별된 환자에 대한 활성화 두 가지로 나눌 수 있다. 우선 일반병동 의료진에 의한 활성화는 급성 악화 징후가 발생된, 즉 신속대응팀의 호출기준에 부합되는 환자가 발생하는 경우에 일반병동 의료진의 호출에 의한 것으로 호출 기준은 대부분의 병원에서 비교적 쉽게 관찰할 수 있는 활력징후의 변화와 현장검사 결과를 기반으로 만들어서 배포하고 공유하고 있다 (Devita et al., 2017). 두 번째로 신속대응시스템 내 스크리닝 프로그램을 이용하여 선별된 환자들을 신속대응팀 의료진의 판단 하에 활성화하여 회진 및 신체 검진 그리고 필요시에 현장 검사 등을 통하여 선제적인 중재를 수행 하는 것이다 (Huh, J. W., et al. 2014). 환자 상태 악화를 판단하는 호출기준 (Rapid Response Team Activation Criteria)은 일반적으로 호흡기계가 위협받는 상황이거나 호흡수가 5회/분 미만이거나 36회/분 초과, 맥박수가 40회/분 미만이거나 140회/분 초과, 수축기 혈압이 90mmHg 미만인 경우와 갑작스러운 의식 변화가 있을 때이고, 세부적인 기준은 각 병원 신속대응팀 운영방안에 따라 조금씩 수정되어 공유되고 있다 (Bellomo, R., et al. 2004).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

다음은 연구대상 병원의 호출 기준이다 (Table 1).

Table 1. Crieteria for Rapid Response Team activation

	Criteria
Respiratory	1. Respiratory rate ≤8/min or ≥25/min 2. O2 Saturation ≤90% for more than 5 minutes with prior oxygen therapy 3. pH ≤7.3, PaCO2 ≥50 mmHg, PaO2 ≤55 mmHg, Lactic acid ≥2.0 mM/L 4. Stridor/accessory muscle use
cardiology	5. Systolic blood pressure ≤85 mmHg with correlated symptoms or signs 6. Heart rate ≤45/min or ≥130/min 7. Acute chest pain 8. Urine output ≤50/ml in 4 hours
Neurology	9. Sudden alteration of consciousness 10. Unexplained agitation or anxiety 11. Seizure
Etc.	12. Any serious concerns about overall deterioration

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

4. 용어의 정의

1) 자발순환회복 (Return of spontaneous circulation, ROSC)

자발순환회복은 Utstein Style에 따르면 심폐소생술을 중지하였는데도 경동맥 등의 큰 혈관에서 맥박이 20분 이상 촉지된 경우를 말한다 (Cummins, R. O., et al. 1997).

2) 산소요법

산소요법은 환자의 대표적인 악화 징후인 저산소증일 경우에 가장 일반적으로 사용하는 치료 수단이다. 보통 일반적으로 저산소증이 생긴다고 가정되는 동맥혈 가스분석 결과 동맥혈 산소분압(Partial pressure of arterial oxygen, PaO_2) 60mmHg 이하거나 동맥혈 산소포화도 (Arterial oxygen saturation, SaO_2) 90% 이하이거나 호흡수가 25 회/분일 때 적용되는 것이 적절하다고 알려져 있다 (Kang, J.-W. 2008).

산소요법에 대한 지침은 British Thoracic Society에서는 응급상황에서의 산소 요법에 대해서 공식 지침을 2008년에 발표한 후 2017년에 개정되어 발표되었는데, 산소요법이 필요한 사람에 대하여 약 15L/min의 백 마스크를 이용한 고유량 산소를 초기에 적용한 뒤 동맥혈 가스 분석 및 맥박 산소 포화도를 측정 한 뒤 목표 포화도를 설정하여 도달할 경우, 산소 농도를 조절하도록 안내하고 있다. 보통 저산소증으로 산소요법을 받는 환자의 목표 산소 포화도는 94~98% 이고, 만성 폐쇄성 폐질환 등의 호흡부전의 위험을 갖고 있는 환자의 목표 산소 포화도는 88~92%로 정하였다 (Kane, B., et al. 2013).

산소 투여 방법은 고유량 산소법과 저유량 산소법으로 나눠지고, 저유량 산소법은 환자의 환기 요구량 및 산소 포화도에 따라 일부 흡입되는 산소 농도를 대기의 산소로 채우는 방법이고, 고유량 산소법은 환자의 호흡양상의 변화와는 상관없이 백 마스크 등을 통한 일정한 흡입산소분율 (Fraction of inspired Oxygen concentration, FiO_2)을 제공하는 방법으로 흡입산소분율을 0.5이상 유지하기 위해서는 단순안면 마스크 및 백 마스크를 이용하여

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

5~6L/min의 산소를 공급해야 한다고 알려져 있다고 하였으며 임상적으로는 환자의 환기 요구량이 큰 경우에 안정적으로 산소를 공급하기 위해 사용하는 방법이다. 통상적으로 비강 캐뉼러를 이용한 2~6L/min 의 산소 농도를 적용할 경우 저・중농도의 산소요법, 단순 안면마스크 등을 이용한 5~10L/min의 산소 농도를 적용할 경우 고농도의 산소요법으로 지칭하고 있다.

3) 진료과의 분류

심정지가 발생된 진료과에 대하여 총 2개의 변수인 내과계, 외과계로 나눠 분석을 시행하였고, 해당 분류는 대한 의학회 분류법을 따라 시행하였다.

(1) 내과계

내과(감염, 내분비, 순환기, 소화기, 신장, 호흡기, 혈액종양 등), 신경과

(2) 외과계

비뇨의학과, 산부인과, 신경외과, 이비인후과, 외과, 정형외과, 흉부외과

4) AVPU (Alert, Verbal, Pain, Unresponsive)

AVPU란 응급상황에서 환자의 의식 상태를 신속하게 평가하는 데 유용한 척도로 아래의 기준에 따라 분류한다 (Romanelli D., et al 2021)

A (Alert response)는 의식이 명료한 상태로, 이름이나 현재 위치 등에 대해 제대로 파악하고 있으며 여러 가지 묻는 질문에 대해 올바른 대답을 하고, 명령을 따를 수 있는 단계이고, V (Verbal response)는 스스로 눈을 뜨고 있지 않은 상태로, 크게 부르거나, 이름을 부르면 반응은 하나 현재 위치나 상황 등을 물어보면 제대로 된 답변은 하지 못하고 주로 단어 위주의 의사소통을 하려는 경우를 말한다. P (Painful response)는 불러도 대답이 없지만, 일정한 통증을 주면 반응하는 것을 뜻한다. 이때 일정한 통증은 주로 흉골을 주먹으로 문지르거나, 눈썹 부위를 손가락 관절로 눌러보는 등의 고통스러운 자극에 대해서 무의식적으로 움직이거나 신음하는 단계를 말한다. U (Unresponsive)는 무반응으로 어떠한 자극에도 반응하지 않고 반응이 없는 상태를 말한다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅱ. 연구방법

1. 연구 설계

본 연구는 일반 병동에 재실 중 심정지가 발생되어 심폐소생술을 시행한 환자들을 대상으로 전자 및 서면 의무기록을 확인하여 심정지 발생 전 활력징후 및 중증도 사정도구의 점수를 분석하고, 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부와 심정지 후 결과의 관계를 알아보고, 전산 스크리닝 선별 여부와 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인에 대해 분석하는 후향적 조사연구이다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2. 연구 대상

연구 대상자 선정 기준은 건강보험심사평가원의 시범사업 대상인 일반 병동에 입원한 만 18세 이상의 환자로 원내 심폐소생술 보고화면에 등록되었고, 그 중 일반병동 안에서 심정지 발생이 목격되거나 발견된 환자들을 대상으로 입원 기간 중 두 번 이상 심폐소생술을 시행한 경우에는 처음 사례만 포함하였다.

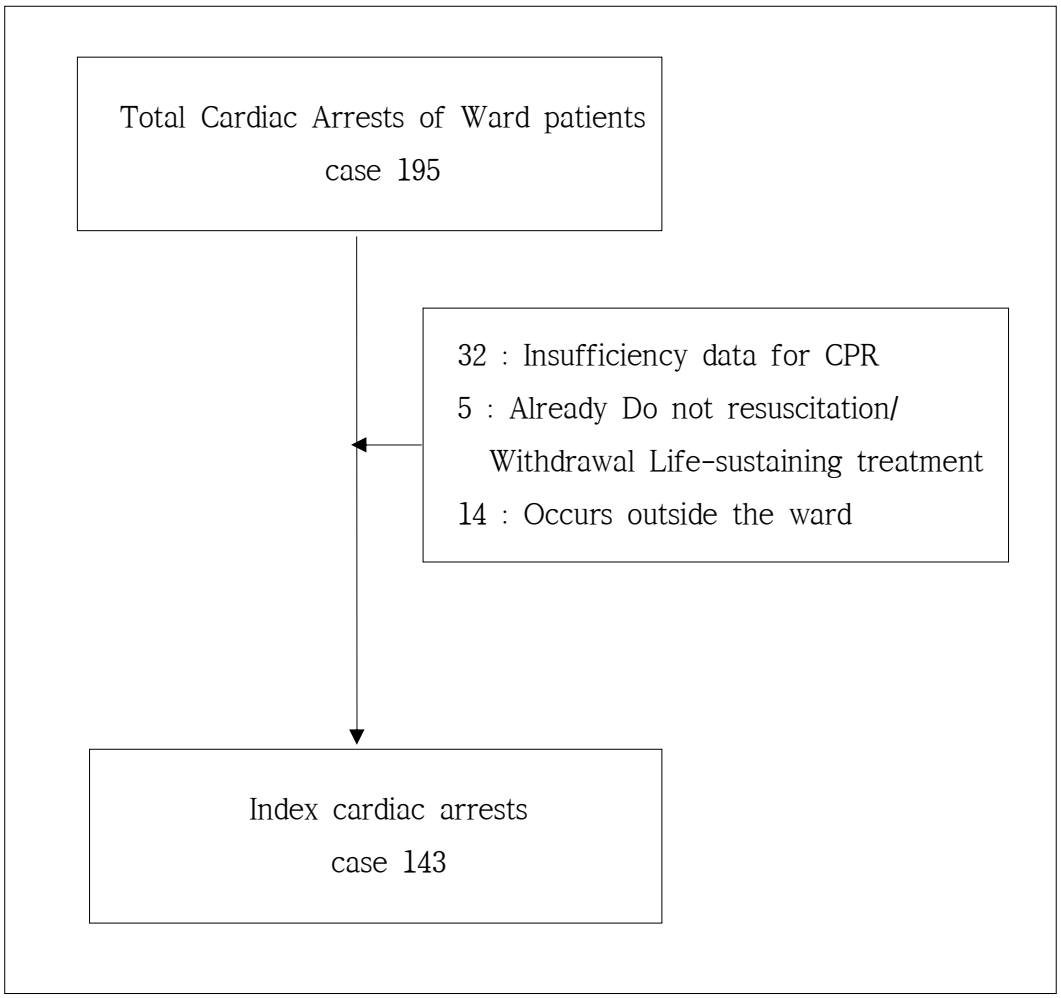
연구 제외기준으로는

1) 병동 입원 환자중 심정지가 발생되기 전에 심폐소생술 거부 (DNR, Do not resuscitation) 또는 연명의료계획서가 작성된 경우
2) 병동 입원 환자이나 검사실 및 수술실 등과 같은 일반 병동이 아닌 곳에서 심정지가 발생 된 경우
3) 심정지 발생 전 산소포화도 및 산소치료농도를 제외한 활력징후등의 의무기록 미비로 객관적인 자료 확보가 힘든 경우이다.

위의 기준에 따라 2018년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 C 대학병원에서 발생된 일반 병동의 심정지 중 첫 번째 심정지가 아닌 경우를 제외한 총 195건 중, 심폐소생술 거부 또는 연명의료계획서가 작성된 5건, 병동이 아닌 검사실 또는 시술실 등에서 발생한 14건, 심정지 관련 기록 미비로 객관적 자료 확보가 어려운 환자 32건을 제외하여 총 143건의 심정지가 본 연구에 포함되었다. (Figure.1)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Figure 1. Flow Chart for the selection of care



연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3. 자료수집방법

자료 수집은 연구자 1인이 2018년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 C 대학병원의 원내 심폐소생술 보고서를 통하여 등록된 일반 병동에 입원한 만 18세 이상의 환자의 자료를 전자의무기록 (Electronic Medical Record, EMR)을 근거하여 증례기록서를 작성하여 자료를 수집하였고, 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 대상자의 일반적 특성

일반적 특성은 성별, 나이, 진료과 3개의 문항으로 구성하였다.

2) 심정지 발생 전 대상자의 활력징후 및 산소치료농도

심정지 발생 전 24시간 이내에 측정된 활력징후 (수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박수, 호흡수, 체온, 산소포화도, 의식수준) 및 환자 상태에 따라서 시행되는 산소치료농도로 구성된 총 7개의 문항을 3회 측정하여 총 21개의 문항으로 구성하였다. 활력징후의 경우, 통상적으로 간호사의 근무교대 간격인 8시간을 기준으로 하여 최소 1회 이상 측정되고 있어 심정지 발생 24시간 전 8시간 이내의 간격을 두고 측정된 값을 기록하였고, 산소포화도를 제외한 기록된 값이 없는 항목이 없는 경우는 연구 대상에서 제외하였다.

3) 전산 스크리닝 선별 특성

신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부, 선별 시간 2개의 문항으로 구성하였다.

4) 심정지 및 심정지 결과 특성

심정지 발생 시간, 초기 심정지 리듬, 자발순환회복 시간, 사망시간으로 4개의 문항으로 구성하였다. 만약 입원 기간 중 두 번 이상 심정지가 발생되어 심폐소생술을 시행한 경우에는 처음 사건만 포함하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

4. 연구 도구

1) 조기경고 점수 (Early Warning Score, EWS)

1997년, Morgan을 통하여 발표된 조기 경고 점수는 병원 내에서 환자의 악화 징후를 조기에 발견할 수 있는 객관적인 기준으로 광범위하게 사용하고 있다 (Gao, H., et al. 2007). EWS는 수축기 혈압, 맥박수, 호흡수, 체온, 의식수준 등을 기준으로 만들어 진 점수체계로 이후 다양한 변수가 삽입 또는 제거되어 34가지의 점수체계가 발표되었다 (Smith, G. B., et al. 2013).

(1) 수정된 조기경고점수 (Modified Early Warning Score, MEWS)

수정된 조기 경고 점수는 일반 병동 환경에서도 기본적으로 측정이 가능한 혈압, 맥박, 호흡, 체온과 의식 수준으로 5가지 구성 요소의 점수 합계를 통해 환자의 악화징후를 조기에 인지할 수 있게 개발된 시스템으로 일반 병동에 입원해 있는 환자의 임상적 악화 징후를 조기에 인지할 수 있는 유용한 도구이고, 일반적으로 EWS보다 중환자실 전동 및 사망률을 더 잘 예측한다고 알려져 있다 (Gardner-Thorpe, J., et al. 2006, Smith, G. B., et al. 2013).
MEWS의 합계가 5점 이상이면 급성 악화 위험성이 높은 환자로 정의하고 사망률 및 중환자실 입실률이 증가하여 (Subbe, C. P., et al. 2001), 이에 신속대응팀은 MEWS 5점을 기준으로 선제방문 등의 조기대응체계를 활성화 하고 있다. (Table 2.)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 2. Modified Early Warning Score by Subbe, C. P., et al. 2001

Score	3	2	1	0	1	2	3
Systolic Blood pressure (mmHg)	≤70	71-80	71-80	101-199		≥200	
Heart Rate (beats/min)		≤40	41-50	51-100	101-110	111-129	≥130
Respiratory Rate (breaths/m)		≤8		9-14	15-20	21-29	≥30
Temperature (℃)		≤35		35.1-38.4		≥38.5	
AVPU* score				Alert	Response to Voice	Response to pain	Unrespo-nsive

* AVPU : Assessment of Mental status (alert, verbal, pain, unresponsive)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) CART (Cardiac arrest risk triage) Score

CART Score는 일반 병동 환경에서도 기본적으로 측정이 가능한 이완기 혈압, 맥박, 호흡 그리고 나이라는 인구학적 요소를 더하여 병동 환자의 심정지를 예측하는 점수로 수정 조기경고점수보다 계산하기 더 간단하지만 중환자실 전동 및 심정지 위험을 정확하게 감지하고 있다고 알려져 있다. 일반적으로 총합이 20점 이상일 경우 48시간 이내 심정지 위험이 높다고 정의한다 (Churpek, M. M., et al .2012, Churpek, M. M., et al 2013).

Table 3. Cardiac arrest risk triage Score by Churpek, M. M., et al .2012

Variable	points	Variable	points
Respiratory Rate (breaths/m)		Diastolic Blood Pressure (mmHg)	
<21	0	> 49	0
21 ~ 23	8	40 ~ 49	4
24 ~ 25	12	35 ~ 39	6
26 ~ 29	15	< 35	13
> 29	22		
Heart Rate (beats/min)		Age	
<110	0	< 55	0
110 ~ 139	4	55 ~ 69	4
> 139	13	> 69	9

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3) qSOFA(Quick sepsis related organ failure assessment) Score

qSOFA Socre는 기존의 패혈증 환자의 장기부전 중증도를 평가하기 위해 이용되었던 SOFA score를 단순화 한 점수체계로 기본적으로 측정이 가능한 수축기 혈압, 호흡, 의식상태의 변화를 확인하고 3가지 항목 중 2가지 이상이 해당되면 패혈증을 빠르게 진단할 수 있게 도와주는 도구이다. 총합이 2점 이상인 경우 병원 내 사망 위험이 3~14배 증가한다고 알려져 있다 (Seymour, C. W., et al. 2016) (Table 4).

Table 4. Quick sepsis related organ failure assessment (qSOFA) Score by Seymour, C. W., et al. 2016

Quick SOFA Crieteria	points
Respiratory Rate (breaths/m)	1
Change in mental status	1
Systolic Blood pressure ≦ 100 mmHg	1

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

5. 연구에 대한 윤리적 고려

본 연구는 연구자가 근무하는 병원의 임상연구심의위원회 (Institutional Review Board, IRB)의 승인(KC21RASI0424) 하에 수행되었다. 해당 연구는 진료 과정에서 이미 수집된 전자의무기록 자료를 후향적으로 비교하는 연구로써, 연구 대상자의 사전 동의 취득이 불가한 동의과정 면제연구이다.

해당 연구는 대상자에게 위해가 가해지지 않고, 본 연구에서 의무기록을 활용함에 있어 수집된 정보 내의 개인 인적 사항은 별도 코딩을 시행하여 관리 번호를 부여하여 해당 정보가 외부로 노출 되지 않도록 하였고, 수집 자료는 허가된 연구자만 접근하였고, 조사 내용은 숫자로 표기하였다.

6. 자료분석방법

1) 통계분석

수집된 자료는 SAS version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하였고, 분석 방법은 다음과 같다.

(1) 대상자의 일반적인 특성 및 심정지 24시간 전 8시간 간격을 둔 3개의 시점에서 측정된 활력징후와 산소치료농도 그리고 수집한 3개의 시점에서의 활력징후를 이용한 신속대응팀 전산 스크리닝 여부에 대하여 빈도와 백분율, 평균, 표준편차로 분석하였다.

(2) 대상자의 일반적인 특성과 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부와의 연관 관계에 대해서는 연속형 변수는 정규성 여부에 따라 모수적 검정 방법 (Independent-Student’s t-test) 또는 비모수적 검정 방법(wilcoxon rank um test) 을 사용하였고, 범주형 자료의 분석은 카이제곱 검정(Chi square test) 또는 Fisher’s exact test를 사용하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

(3) 3개의 시점별로 수집된 활력징후는 정해진 MEWS, CART, qSOFA score로 계산하고, MEWS는 5점을 기준으로 고위험군(High MEWS), 저위험군으로, CART는 20점을 기준으로 고위험군(High CART), 저위험군으로 분류하고, qSOFA score는 2점을 기준으로 고위험군(High SOFA), 저위험군으로 분류하여 각각의 빈도, 백분율, 평균, 표준편차로 분석하였고, 신속대응팀 전산스크리닝 선별 여부에 따라 집단 내의 반복된 측정 수치에 대한 상관관계를 고려하기 위하여 혼합효과모형(Mixed-Effect Models)을 이용하여 분석을 시행하였다.

(4) 심정지가 발생된 대상자의 일반적 특성과 심정지 후 결과간의 차이에 대해서는 범주형 변수인 대상자의 자발순환회복 후 24시간 이상 생존여부, 퇴원 시 생존 여부는 빈도와 백분율 값으로 분석하고, 연속형 변수인 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존 시 유지기간 및 퇴원 시 생존할 경우의 생존유지 기간은 빈도와 백분율, 평균, 표준편차 값으로 분석하였다.

(5) 전산 스크리닝 선별여부 및 계산된 MEWS, CART, qSOFA score의 고위군 해당 여부에 따라 자발 순환 회복 후 24시간 생존 및 퇴원 시 생존에 영향을 미치는 요인 여부를 알아보기 위해 단변량 및 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였다.

(6) 각 통계적 유의성은 $p<0.05$를 기준으로 분석하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅲ. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

1) 신속대응팀 전산 스크리닝 선별여부에 따른 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자는 총 143명으로 심정지 발생 24시간 전 92명인 64.3%가 전산 스크리닝을 통해 선별이 되었고, 그 중 38명 (41.8%)이 심정지 발생 16~24시간 전에 선별되었고, 0~8시간 전에 29명 (31.9%)이 선별되었으며, 8~16시간 전에 24명(26.4%)이 선별되었다.

선별 요인은 호흡수 25회/분 이상 (24명, 26,1%), 심박수 130회/분 이상 (24명, 26,1%)이 가장 많았고, 산소포화도 90% 이하, 수축기 혈압 85mmHg 이하가 뒤를 이었다 (Table 5).

선별이 된 환자의 성별은 남성이 52명(56.5%)으로 여성 40명(43.5%) 보다 많았고, 연령대는 50~60대가 44명 (47.8%)으로 가장 많았으며, 평균 나이는 63.6±14.5세 이고, 성별과 연령은 전산 스크리닝 선별여부와 관련이 없음을 확인하였다 ($p>0.05$).

심정지가 발생한 진료과의 계열은 내과계가 124건(86.7%)으로 그 중 전산 스크리닝이 된 건이 84건(67.7%)을 차지하였다. 진료과의 계열과 전산 스크리닝 선별여부에 대해서는 유의한 연관관계가 있음을 확인하였다. ($p<0.05$)

심정지 발생 원인은 호흡기계 문제로 인해 발생된 경우가 49명(34.3%) 으로 가장 많았고, 심장계 문제가 39명(27.3%)으로 뒤를 이었으며, 호흡기계 문제로 인해 심정지가 발생된 경우 전산 스크리닝 되는 경우가 전체 49명 중 36명(39.1%)이었으나 심장계 문제로 심정지가 발생 된 경우 전산 스크리닝 되는 경우는 전체 39명 중 16건(17.4%) 이었다. 통계적으로는 심정지 발생 원인과 전산 스크리닝 선별 여부에 따라 유의하게 차이가 있음을 확인하였다 ($p<0.05$) (Table 6).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 5. Characteristics of patients detected by computerized screening of the rapid response team 24 hours before cardiac arrest

Variable	n (ALL=92)	%
Computerized screening time within 24 hours of cardiac arrest		
16-24 hours	38	41.8
8-16 hours	24	26.4
0-8 hours	29	31.9
Screening Factors		
Respiratory Rate≧25	24	26.1
Oxygen saturation≦90	21	22.8
Blood pH ≦7.3	1	1.1
Blood PaO2≦55	2	2.2
Blood PCO2≧50	3	3.3
Systolic Blood pressure≦85	15	16.3
Heart Rate ≦45	2	2.2
Heart Rate ≧130	24	26.1

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 6. Subject characteristics based on Screening status

Variables	Screening Status		χ^2 or Z	*p-value*
	Yes (n=92)	No (n=51)		
	n(%) or means±STD			
Age	63.6±14.5	66.9±14.4	1.821	0.070
0~29	3 (3.3%)	1 (2.0%)		
30~49	10 (10.9%)	4 (7.8%)		
50~69	44 (47.8%)	24 (47.1%)		
70~89	33 (35.9%)	21 (41.2%)		
90~	2 (2.2%)	1 (2.0%)		
Gender				
Male	52 (56.5%)	22 (43.1%)	2.354	0.125
Female	40 (43.5%)	29 (56.9%)		
Department				
Medical	84 (91.3%)	40 (78.4%)	4.719	0.030
Surgical	8 (8.7%)	11 (21.6%)		
Cause				
Respiratory distress	36 (39.1%)	13 (25.5%)	27.00	0.001
Cardiac distress	16 (17.4%)	23 (45.1%)		
Cerebral disease	4 (4.3%)	1 (2.0%)		
Hypovolemic shock	1 (1.1%)	4 (7.8%)		
Septic shock	14 (15.2%)	0 (0%)		
Metabolic acidosis	5 (5.4%)	1 (2.0%)		
Respiratory acidosis	1 (1.1%)	0 (0%)		
Sepsis	2 (2.2%)	2 (3.9%)		
Disease	12 (13.0%)	5 (9.8%)		
Sudden	1 (1.1%)	2 (3.9%)		

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2. 심정지 발생 전 활력징후 및 중증도 사정도구점수 변화분석

1) 신속대응팀 전산 스크리닝 선별 여부와 각 시점에 따른 활력징후 경향

신속대응팀 전산 스크리닝 선별 여부를 기준으로 측정된 활력징후는 아래와 같고, 이 기준을 통해 선별된 환자의 활력징후는 심정지 발생 24시간 전부터 수축기 및 이완기 혈압은 감소하고, 심박수 및 호흡수, 체온, 산소치료농도의 평균은 증가하고 의식수준은 악화되는 경향을 확인할 수 있다.

전산 스크리닝 기준을 통해 선별되지 못한 환자의 활력징후는 심정지 발생 24시간 전부터 수축기 혈압, 산소포화도의 평균은 감소되고, 의식수준은 악화되는 경향을 확인할 수 있다 (Table 7.8).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 7. Vital signs according to Computerized screening status within 24 hours before cardiac arrest

Variables	Screening Status									
	Yes (n=92)					No (n=51)				
	n	means	STD	Q1	Q3	n	means	STD	Q1	Q3
Systolic blood pressure										
16-24 hours	92	120.5	23.2	106	137.5	51	122.2	19.1	107	135
8-16 hours	92	120.1	28.4	103	138	51	124.5	19.3	110	140
0-8 hours	92	111.2	27.3	89	129.5	51	121.4	19.8	107	135
Diastolic blood pressure										
16-24 hours	92	70.0	15.9	60	80	51	72.5	11.5	60	80
8-16 hours	92	70.4	17.8	59	80	51	71.3	11.6	63	79
0-8 hours	92	63.9	18.4	50	71	51	73.7	12.4	67	80
Heart Rate										
16-24 hours	92	108.3	25.4	89	127.5	51	93.5	16	83	104
8-16 hours	92	111.1	27.2	90.5	128	51	92.4	16.3	80	104
0-8 hours	92	114.8	27	97	136.5	51	95.3	17.5	83	110
Respiration Rate										
16-24 hours	92	21.6	4.6	20	24	51	18.9	2.1	18	20
8-16 hours	92	22.0	5.5	18.5	24	51	19.2	1.6	18	20
0-8 hours	92	23.7	6.4	20	26.5	51	19.1	2.4	18	20
Body Temperature										
16-24 hours	92	37.3	0.9	94	98	51	36.9	0.6	97	99
8-16 hours	92	37.3	0.8	93	98	51	37.0	0.7	96	99
0-8 hours	92	37.4	1.1	93	98	51	37.0	0.7	96	99
Saturation of percutaneous oxygen										
16-24 hours	70	95.8	3.5	36.6	37.7	39	97.8	2	36.5	37.1
8-16 hours	75	94.6	5.3	36.7	37.7	37	97.6	1.8	36.4	37.2
0-8 hours	83	94.9	4.5	36.5	37.9	36	97.6	1.9	36.5	37.4
O_2 therapy concentration										
16-24 hours	92	4.0	9.9	0	0	51	2.0	5.6	0	0
8-16 hours	92	5.0	10.6	0	0	51	1.2	1.6	0	0
0-8 hours	67	9.6	13.2	0	4	24	2.6	1.2	0	3

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 8. AVPU* scale according to Computerized screening status within 24 hours before Cardiac arrest

Variables	Screening Status	
	Yes (n=92)	No (n=51)
	n(%)	n(%)
AVPU Scale		
16-24 hours		
Alert	77 (77.2)	45 (88.2)
Verbal response	4 (5.4)	1 (2.0)
Pain response	10 (2.2)	0 (0)
Unresponse	15 (15.2)	5 (9.8)
8-16 hours		
Alert	71 (77.2)	44 (86.3)
Verbal response	5 (5.4)	1 (2.0)
Pain response	2 (2.2)	0 (0.0)
Unresponse	14 (15.2)	6 (11.8)
0-8 hours		
Alert	63 (68.5)	41 (80.4)
Verbal response	11 (12.0)	1 (2.0)
Pain response	3 (3.3)	0 (0)
Unresponse	15 (16.3)	9 (17.7)

*AVPU : Assessment of Mental status (alert, verbal, pain, unresponsive)

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) 신속대응팀 전산 스크리닝 선별여부에 따른 중증도사정도구 점수 (MEWS, CART, qSOFA)

심정지가 발생된 환자들의 신속대응팀 전산 스크리닝의 선별여부에 따라 시간에 따라 변화하는 MEWS, CART score, qSOFA score의 평균과 표준편차는 Table 9와 같고, Figure. 2,3,4의 Spagetti plot을 통하여 시간에 따른 점수의 흐름을 확인하였다.

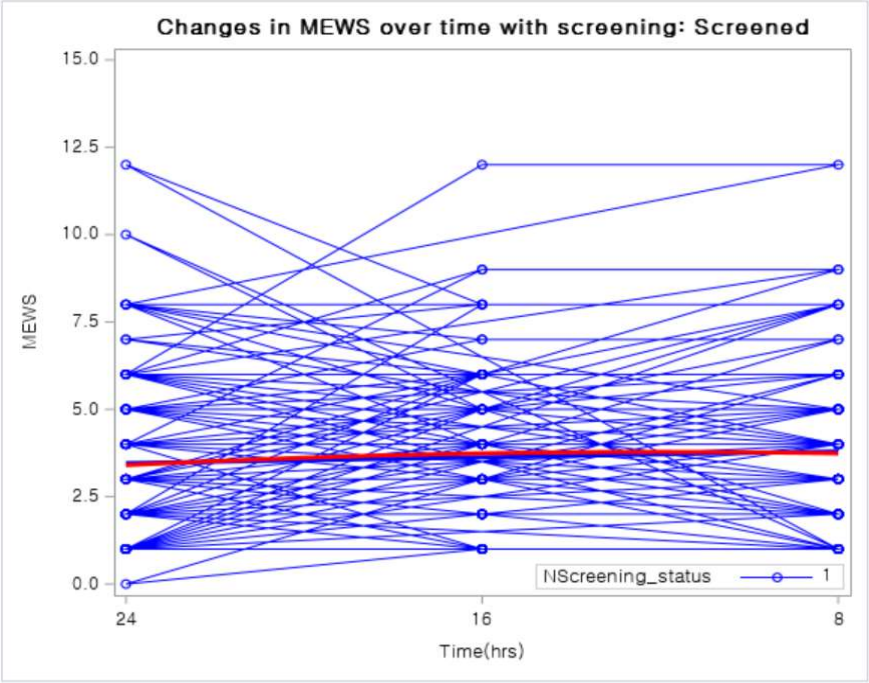
심정지 시점에 가까워질수록 각 중증도 사정도구의 점수의 평균과 표준편차가 높았고, 신속대응팀 전산 스크리닝으로 선별이 된 환자군이 선별되지 못한 환자군보다 평균이 높았다. Spaghetti plot을 통하여 시각적으로 흐름을 확인하였을 때, 각 값이 특정한 방향으로 명확하게 증가하거나 감소하지 않아, 집단 내 활력징후 반복측정에 따른 상관 관계를 고려해야 함을 알 수 있었다.

Table 9. MEWS* according to screening status within 24 hours before Cardiac arrest

Variables	Screening Status		
	ALL (n=143)	Yes (n=92)	No (n=51)
MEWS within 16-24 hours before cardiac arrest			
means	2.8	3.4	1.7
Q1	1	1	1
Q3	4	5	3
STD	2.1	2.3	1.1
MEWS within 8-16 hours before cardiac arrest			
means	3.1	3.8	1.8
Q1	1	2	1
Q3	4	5	3
STD	2.2	2.3	1.1
MEWS within 0-8 hours before cardiac arrest			
means	3.7	4.6	2.1
Q1	2	2	1
Q3	5	6	3
STD	2.5	2.5	1.4

*MEWS : Modified Early Warning Score

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY



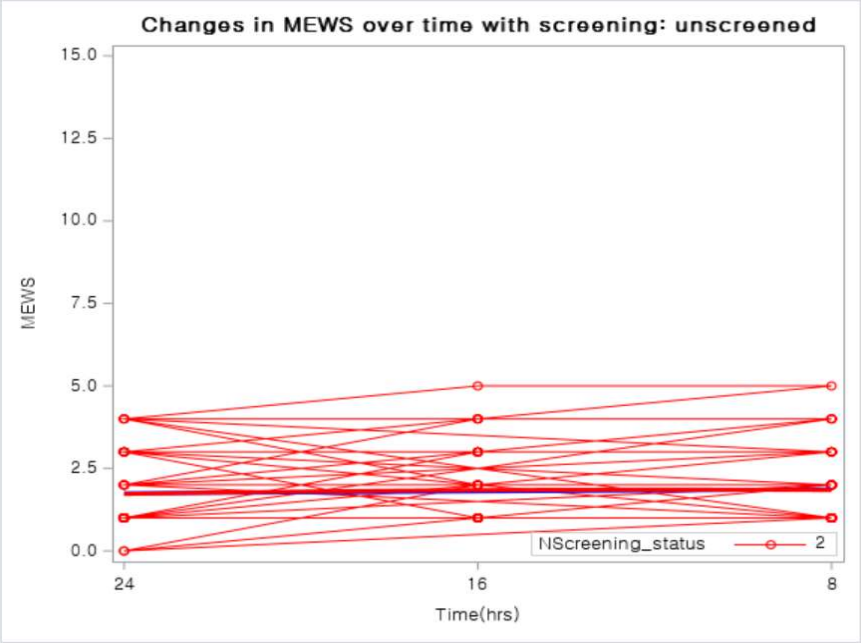


Figure 2. Changes in MEWS over time with Computerized screening

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 10. CART* according to screening status within 24 hours before Cardiac arrest

Variables	Screening Status		
	ALL (n=143)	Yes (n=92)	No (n=51)
CART score within 16-24 hours before cardiac arrest			
means	10.9	13.2	6.8
Q1	4	6	4
Q3	13	19.5	9
STD	8.5	9.5	3.9
CART score within 8-16 hours before cardiac arrest			
means	12.2	15	6.9
Q1	4	8	4
Q3	17	21.5	9
STD	9.4	10.1	4.5
CART score within 0-8 hours before cardiac arrest			
means	14.5	18.1	8
Q1	4	9	4
Q3	22	26	9
STD	10.3	10.7	5.1

*CART : Cardiac arrest risk triage Score

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

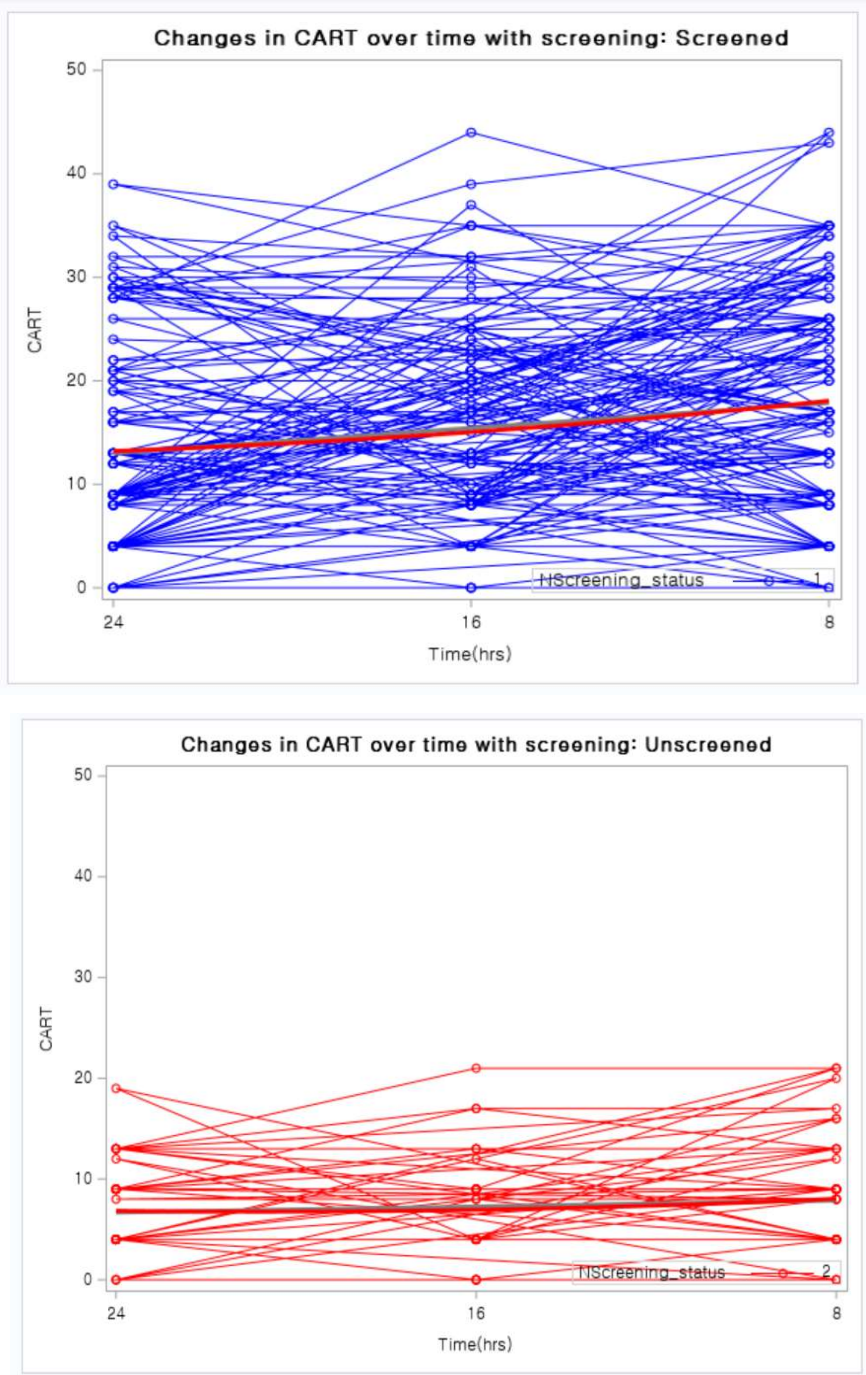


Figure 3. Changes in CART Score over time with screening

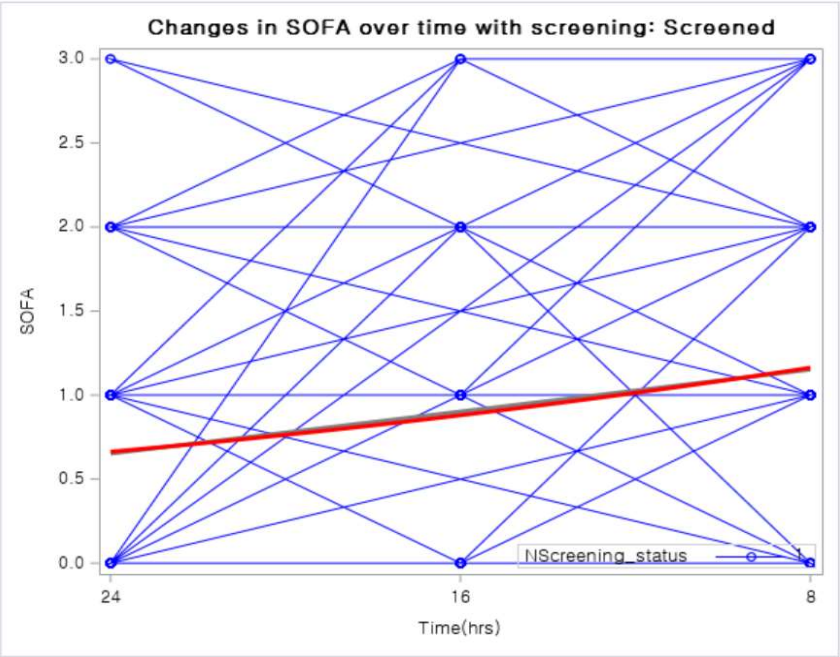
연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 11. qSOFA* according to screening status within 24 hours before Cardiac arrest

Variables	Screening Status		
	ALL (n=143)	Yes (n=92)	NO (n=51)
qSOFA score within 16-24 hours before cardiac arrest			
means	0.5	0.7	0.3
Q1	10	0	0
Q3	1	1	0
STD	0.7	0.8	0.6
qSOFA score within 8-16 hours before cardiac arrest			
means	0.7	0.9	0.3
Q1	0	0	0
Q3	1	1.5	1
STD	0.8	0.9	0.5
qSOFA score within 0-8 h0.9ours before cardiac arrest			
means	0.9	1.2	0.5
Q1	0	1	0
Q3	1	2	1
STD	0.9	0.9	0.8

*qSOFA: Quick sepsis related organ failure assessment) Score

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY



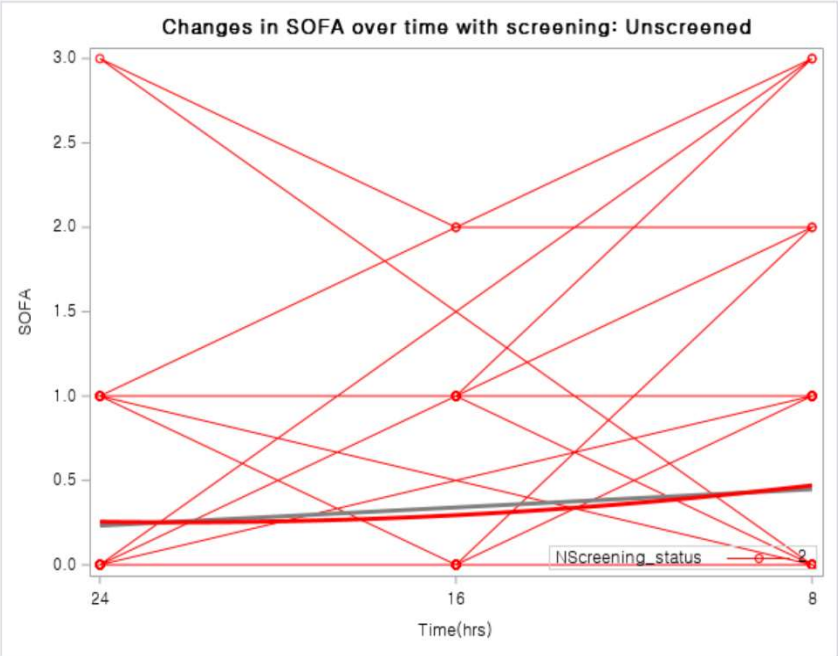


Figure 4. Changes in qSOFA over time with screening

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3) 심정지 전 각 시점별 중증도사정도구 (MEWS, CART, qSOFA) 점수의 혼합효과모형을 이용한 분석

집단 내의 반복된 측정 수치에 대하여 심정지 전 8시간 간격의 시점 및 스크리닝 여부에 따른 상관관계를 고려를 하기 위해서 혼합효과모형(Mixed-Effect Models) 분석을 시행하였고, 시간 및 스크리닝 여부를 이용한 고정 효과를 이용하여 최적의 모형을 정하였다 (Table 12,13.).

MEWS의 경우에는 First-order Autoregressive 모형의 적합도가 가장 좋고, 심정지 전 각 시점과는 통계적으로 관계가 없었고 ($p>0.05$), 신속대응팀 스크리닝 기준으로 선별이 될 경우 MEWS가 높았고, 이는 통계적으로 유의하였으며 ($p<0.05$), 시점 및 신속대응팀의 스크리닝 기준이 연관되었을 경우의 교호작용은 없었다($p>0.05$).

CART score의 경우에는 Unstructured 모형으로 설명하기에 가장 적합도가 좋고 심정지 전 각 시점 및 신속대응팀 스크리닝 선별 여부와 통계적으로 유의한 관계가 있었다 ($p<0.05$). 세부적으로는 CART Score는 심정지 전 각 시점이 가까워질수록 증가하나 통계적으로 유의하지 않았고 ($p>0.05$), 신속대응팀 스크리닝으로 선별될 경우 CART Score는 높았고 이는 통계적으로 유의하였다 ($p<0.05$). 심정지 전 각 시점 및 신속대응팀의 스크리닝 기준의 교호작용을 살펴보았을 경우 신속대응팀의 스크리닝 기준에 해당되고, 심정지 시간이 가까워질수록 CART score가 높아 교호작용이 있음을 확인하였다 ($p<0.05$).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 12. Correlation of Severity Scoring Systems based on time and Screening through mixed model effect : MEWS, CART score

Variables	estimate	SE	*p*-value
Fixed mixed model			
MEWS (First-order Autoregressive model)			
intercept	1.726	0.272	<.0001
time before cardiac arrest			0.079
16-24 hours(reference)			
8-16 hours	0.118	0.162	0.468
0-8 hours	0.118	0.218	0.591
Screening status			<.0001
yes	1.677	0.339	<.0001
no (reference)			
Time * screening status			0.552
16-24 hours (reference)			
8-16 hours	0.219	0.202	0.278
0-8 hours	0.219	0.272	0.421
CART (Unstructured model)			
intercept	6.843	1.114	<.0001
time before cardiac arrest			0.002
16-24 hours (reference)			
8-16 hours	0.098	1.066	0.927
0-8 hours	1.196	1.326	0.369
Screening status			<.0001
yes	6.363	1.389	<.0001
no (reference)			
Time * screening status			0.086
16-24 hours (reference)			
8-16 hours	1.739	1.330	0.193
0-8 hours	3.663	1.653	0.028

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

qSOFA score의 경우에는 Unstructured 모형으로 설명하기에 가장 적합도가 좋고 심정지 전 각 시점 및 신속대응팀 스크리닝 선별 여부와 통계적으로 유의한 관계가 있었다 ($p<0.05$). 세부적으로는 심정지 0~8시간 전 qSOFA score는 값이 낮았고, 이는 통계적으로 유의하였다 ($p<0.05$). 신속대응팀 스크리닝으로 선별될 경우 qSOFA score는 낮았고 이는 통계적으로 유의하였다 ($p<0.05$). 시점 및 신속대응팀의 스크리닝 기준이 연관되었을 경우의 교호작용은 없었다 ($p>0.05$).

Table 13. Correlation of Severity Scoring Systems based on time and Screening through mixed model effect : SOFA Score

Variables	estimate	SE	*p*-value
Fixed mixed model			
SOFA (Unstructured model)			
intercept	0.255	0.099	0.011
time before cardiac arrest			<.0001
16-24 hours (reference)			
8-16 hours	0.039	0.094	0.677
0-8 hours	0.216	0.114	0.061
Screening status			<.0001
yes	0.408	0.123	0.001
no (reference)			
Time * screening status			0.101
16-24 hours (reference)			
8-16 hours	0.178	0.117	0.131
0-8 hours	0.284	0.142	0.048

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3. 중증도 사정도구 고위험군 및 신속대응팀 전산스크리닝 선별 여부에 따른 심정지 후 결과

1) 각 시점의 중증도 사정도구 고위험군 여부와의 관계

각 시점별 중증도 사정도구 (MEWS, CART, qSOFA score)를 MEWS는 5점 이상이면 고위험군(High MEWS), CART는 20점 이상이면 고위험군(High CART), qSOFA score는 2점 이상이면 고위험군 (high qSOFA)으로 분류하여 보았을 때 심정지 시간이 가까워질수록 고위험 군이 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별되는 수는 증가하나 선별된 환자의 50%를 넘지 못하였고 그 관계는 통계적으로 유의하였다 ($p<0.05$) (Table 14).

자발순환 회복 후 24시간 이상 생존하는 고위험군은 심정지 시간이 가까워질수록 그 수는 증가하나 생존한 환자의 31%를 넘지 못하였고, 섬정지 0~8시간 전에 high CART score의 경우를 제외하고는 통계적으로 연관관계가 없었다 ($p>0.05$) (Table 15).

퇴원 시 생존하는 고위험군은 심정지 시간이 가까워질수록 그 수는 증가하나 생존하여 퇴원한 환자 전체의 20%를 넘지 못하였고, 통계적으로 연관관계가 없었다 ($p>0.05$) (Table 16).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 14. High EWS, CART, qSOFA score over time according to screening status.

Variables	Screening Status		*p-value*
	Yes (n=92) n(%)	No (n=51) n(%)	
High MEWS (Modified Early Wning Score) (MEWS≧5)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	26 (28.3)	0 (0)	<.0001
8-16 hours	29 (31.5)	1 (2.0)	<.0001
0-8 hours	44 (47.8)	3 (5.9)	<.0001
High CART (Cardiac arrest risk triage) Score (CART≧20)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	23 (25.0)	0 (0)	<.0001
8-16 hours	31 (33.7)	1 (2.0)	<.0001
0-8 hours	42 (45.7)	3 (5.9)	<.0001
High qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) score (qSOFA≧2)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	13 (14.1)	1 (2.0)	0.002
8-16 hours	23 (25.0)	2 (4.0)	0.001
0-8 hours	29 (31.5)	4 (7.8)	0.019

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 15. High EWS, CART, qSOFA score over time according to Survive more than 24 hours after ROSC

Variables	Survive more than 24 hours after ROSC		*p*-value
	Yes (n=56) n(%)	No (n=87) n(%)	
High MEWS (Modified Early Wning Score) (MEWS≧5)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	9 (16.1)	17 (19.5)	0.600
8-16 hours	9 (16.1)	21 (24.1)	0.248
0-8 hours	17 (30.3)	30 (34.5)	0.608
High CART (Cardiac arrest risk triage) Score (CART≧20)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	5 (9.0)	18 (20.7)	0.062
8-16 hours	8 (14.3)	24 (27.6)	0.063
0-8 hours	11 (19.6)	34 (39.1)	0.015
High qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) score (qSOFA≧2)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	4 (7.1)	10 (11.5)	0.393
8-16 hours	9 (16.1)	16 (18.4)	0.722
0-8 hours	10 (17.9)	23 (26.4)	0.235

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 16. High EWS, CART, qSOFA score over time according to Survive on discharge

Variables	Survive on discharge		*p*-value
	Yes (n=15) n(%)	No (n=128) n(%)	
High MEWS (Modified Early Wning Score) (MEWS≧5)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	1 (6.7)	25 (19.5)	0.306
8-16 hours	1 (6.7)	29 (22.7)	0.195
0-8 hours	2 (13.3)	45 (35.2)	0.144
High CART (Cardiac arrest risk triage) Score (CART≧20)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	1 (6.7)	22 (17.2)	0.466
8-16 hours	1 (6.7)	31 (24.2)	0.191
0-8 hours	3 (20.0)	42 (32.8)	0.390
High qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) score (qSOFA≧2)			
time before cardiac arrest			
16-24 hours	0 (0)	14 (10.9)	0.362
8-16 hours	1 (6.7)	24 (18.8)	0.470
0-8 hours	2 (13.3)	31 (24.2)	0.521

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) 신속대응팀 전산스크리닝 선별 여부에 따른 심정지 후 결과

신속대응팀 전산 스크리닝 선별 여부에 따른 심정지 후 결과는 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존 여부 및 퇴원 시 생존 여부로 나눠 분석하였고 결과는 아래와 같다(Table 17).

심정지 발생 전 전산스크리닝을 통하여 선별된 환자 92명 중 28명(30.4%)이 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존하였고 생존시간은 평균 약 622.6시간 ±950.6이었으며 그 중 5명(5.4%)이 생존하여 퇴원하였다. 전산 스크리닝 선별 여부와 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존 여부 그리고 퇴원 시 생존 여부 각각 두 군간 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 있었고 ($p<0.05$), 로지스틱 회귀분석 시 전산 스크리닝으로 선별 될 경우 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존할 오즈가 0.359배수 감소하였고 (OR=0.359 95% CI 0.177-0.730, p=0.005), 퇴원 시 생존할 오즈가 0.236배수 감소 (OR=0.236 95% CI 0.076-0.734, p=0.013) 하였다 (Table 18).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 17. Correlation between the selection of results after cardiac arrest and the selection of computerized screening by Rapid Response Team

Variables	Screening Status				χ^2	*p*-value
	Yes (n=92)		No (n=51)			
	n(%)	means±STD				
Survive more than 24 hours after ROSC						
Yes	28 (30.4)	622.6±950.6	28 (54.9)	1074.7±2065.4	6.131	0.013
No	64 (69.6)	6.6±6.8	23 (54.9)	4.8±4.7		
Survive on discharge						
Yes	5 (5.4%)	2039.0±1069.7	10 (19.6%)	1446.3±2182.3	5.395	0.020
No	87 (94.6%)	151.2±427.4	41 (80.4%)	580.4±1694.4		

Table 18. Univariate Logistic Regression Analysis about Computerized Screening status for Survive more than 24 hours after ROSC and Survive on discharge.

Variables	Survive more than 24 hours after ROSC		Survive on discharge	
	OR (95% CI)	*p*-value	OR (95% CI)	*p*-value
Screening status				
No (reference)				
Yes	0.359 (0.177-0.730)	0.005	0.236 (0.076-0.734)	0.013

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

4. 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 및 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인

1) 단변량 분석 (Univariate Analysis)

상태가 악화되기 전 대상자의 한정된 정보를 통해 선별을 해야하는 신속대응팀 업무의 관점으로 심정지 환자 중 신속 대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부, 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존 및 퇴원 시 생존 여부에 대해 영향을 미치는 요인으로 성별, 나이, 진료과, 산소치료농도, 중증도 사정도구 점수에 대해 각각의 요인별로 단변량 로지스틱 회귀분석 (Univariate logistic regression analysis) 분석을 시행하였고, 전반적인 통계결과가 유의 하지 않은 산소치료농도를 제외한 분석 결과로 Table 19과 같다.

성별은 여자보다 남자일 경우 전산 스크리닝 선별되거나, 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존할 오즈가 감소, 퇴원 시 생존할 오즈는 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았고 (p〉 0.05), 연령은 증가할수록 전산 스크리닝 선별되거나, 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존하거나, 퇴원 시 생존할 오즈는 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다 (p〉 0.05).

진료과는 내과계보다 외과계 환자일수록 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈가 2.887배 증가 (OR=2.887 95% CI 1.077-7.733, p=0.035)하고, 퇴원 시 생존할 오즈가 5.899배 증가 (OR=5.899 95% CI 1.810-19.220, p=0.003) 하였다 (p〈0.05).

심정지 시간이 가까워질수록 즉, 3개의 시점 (16~24시간 전, 8~16시간 전, 0~8시간 전)에 따른 MEWS (Modified Early Warning Score)는 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별이 될 경우의 오즈가 각각 1.768 (95% CI 1.355-2.306), 2.026 (95% CI 1.513-2.714), 1.847 (95% CI 1.457-2.341)배 증가하였고, 모두 통계적으로 유의하였다 (p〈0.05). 자발순환회복 후 24시간 이상 생존할 경우의 오즈는 각각 0.929 (95% CI 0.789-1.094), 0.834 (95% CI 0.701-0.991), 0.845 (95% CI 0.729-0.979) 배 감소하였고, 통계적으로는 심정지 발생 전 0~8시간 전, 8~16시

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

간 전의 결과가 유의하였다 ($p<0.05$).
퇴원 시 생존할 경우의 오즈는 각각 0.060 (95% CI 0.468-1.016), 0.055 (95% CI 0.479-1.008), 0.174 (95% CI 0.482-0.932)배 감소하였고, 심정지 발생 전 0~8 시간 전에만 유의하였다 ($p<0.05$).

CART (Cardiac arrest risk triage) Score는 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별이 될 경우의 오즈가 각각 1.146 (95% CI 1.069-1.229), 1.161(95% CI 1.086-1.241), 1.156 (95% CI 1.090-1.225)배 증가하였고, 모두 통계적으로 유의하였다 ($p<0.05$). 자발순환회복 후 24시간 이상 생존할 경우 오즈는 각각 0.957 (95% CI 0.916-1.001), 0.955 (95% CI 0.917-0.995), 0.953 (95% CI 0.918-0.988) 배 감소하였고, 통계적으로는 심정지 발생 전 0~8시간 전, 8~16시간 전의 결과가 유의하였다 ($p<0.05$). 퇴원 시 생존할 경우의 오즈는 각각 0.932 (95% CI 0.853-1.020), 0.956 (95% CI 0.891-1.026), 0.936 (95% CI 0.873-1.003)배 감소하였고, 통계적으로는 각 시점 모두 유의하지 않았다 ($p>0.05$).

qSOFA(Quick sepsis related organ failure assessment) Score는 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별이 될 경우의 오즈가 각각 2.682 (95% CI 1.424-5.050), 3.062 (95% CI 1.718-5.456), 3.065 (95% CI 1.810-5.188)배 증가하였고, 모두 통계적으로 유의하였다 ($p<0.05$). 자발순환회복 후 24시간 이상 생존할 경우 오즈는 각각 0.895 (95% CI 0.560-1.429), 0.780 (95% CI 0.512-1.189), 0.818 (95% CI 0.556-1.204) 배 감소하였고, 통계적으로는 각 시점 모두 유의하지 않았다 ($p>0.05$). 퇴원 시 생존할 경우의 오즈는 각각 0.363 (0.113-1.164), 0.583 (0.261-1.302), 0.516 (0.243-1.097)배 감소하였고, 통계적으로는 각 시점 모두 유의하지 않았다 ($p>0.05$).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 19. Univariate Logistic Regression Analysis for Computerized Screening status, Survive more than 24 hours after ROSC and Survive on discharge.

Variables	Screening Status		Survive more than 24 hours after ROSC		Survive on discharge	
	OR (95% CI)	*p*-value	OR (95% CI)	*p*-value	OR (95% CI)	*p*-value
Sex						
Male	0.584 (1.293-1.164)	0.124	0.792 (0.404-1.553)	0.498	1.074 (0.368-3.136)	0.897
Female (reference)	1.000		1.000		1.000	
Age (per year increase)	1.016 (0.992-1.042)	0.195	1.004 (0.981-1.028)	0.730	1.004 (0.967-1.042)	0.832
Department						
Medical (reference)	1.000		1.000		1.000	
Surgical	2.887 (1.077-7.733)	0.035	1.474 (0.558-3.893)	0.433	5.899 (1.810-19.22)	0.003
MEWS (Modified Early Warning Score)						
16-24 hours	1.768 (1.355-2.306)	<.0001	0.929 (0.789-1.094)	0.377	0.689 (0.468-1.016)	0.060
8-16 hours	2.026 (1.513-2.714)	<.0001	0.834 (0.701-0.991)	0.039	0.695 (0.479-1.008)	0.055
0-8 hours	1.847 (1.457-2.341)	<.0001	0.845 (0.729-0.979)	0.025	0.670 (0.482-0.932)	0.017
CART (Cardiac arrest risk triage) Score						
16-24 hours	1.146 (1.069-1.229)	0.0001	0.957 (0.916-1.001)	0.053	0.932 (0.853-1.020)	0.125
8-16 hours	1.161 (1.086-1.241)	<.0001	0.955 (0.917-0.995)	0.027	0.956 (0.891-1.026)	0.213
0-8 hours	1.156 (1.090-1.225)	<.0001	0.953 (0.918-0.988)	0.009	0.936 (0.873-1.003)	0.060
qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) Score						
16-24 hours	2.682 (1.424-5.050)	0.002	0.895 (0.560-1.429)	0.642	0.363 (0.113-1.164)	0.088
8-16 hours	3.062 (1.718-5.456)	0.0001	0.780 (0.512-1.189)	0.248	0.583 (0.261-1.302)	0.188
0-8 hours	3.065 (1.810-5.188)	<.0001	0.818 (0.556-1.204)	0.309	0.516 (0.243-1.097)	0.086

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2) 다변량 분석 (Multivariate Analysis)

단변량 분석 (Univariate Analysis)을 통하여 각각의 변수들의 연관 관계를 학인 하였고, 그 중 진료과, 중증도 사정도구 점수 사이에서 유의한 차이를 보인 것을 확인하였으며, 첫 번째 분석으로 신속 대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부, 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존 및 퇴원 시 생존 여부에 대해 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 모든 변수를 포함하여 다변량 로지스틱 회귀 분석 (Multivariate logistic regression analysis)을 실시하였다 (Table 20).

그 결과, 각 변수와 신속 대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부 간 통계적으로 유의성을 찾을 수 없었고, 자발순환회복 후 24시간 이상 생존의 경우는 심정지 16~24시간 전 MEWS이 증가할 경우 생존할 오즈가 1.678배 (95% CI 1.04-2.481 p=0.022)로 증가하였고, 그 외 변수간 통계적 유의성을 찾을 수 없었다 (p>0.05). 퇴원 시 생존할 경우에는 진료과가 외과일 경우 생존할 오즈가 0.21배(95% CI 0.043-0.713, p=0.026) 감소하였으며 그 외 변수에서는 통계적으로 유의성을 찾을 수 없었다 (p>0.05).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 20. Multivariable Logistic Regression Analysis for Computerized Screening status, Survive more than 24 hours after ROSC and Survive on discharge.

Variables	Screening Status		Survive more than 24 hours after ROSC		Survive on discharge	
	OR (95% CI)	*p*-value	OR (95% CI)	*p*-value	OR (95% CI)	*p*-value
Sex						
Male	0.528 (0.591-2.599)	0.180	1.22 (0.591-2.599)	0.599	0.798 (0.239-2.724)	0.7133
Female (reference)						
Age (per year increase)	0.941 (0.983-1.054)	0.024	1.016 (0.983-1.054)	0.394	0.977 (0.914-1.042)	0.488
Department						
Medical (reference)						
Surgical	1.861 (0.298-2.574)	0.356	0.935 (0.298-2.574)	0.903	0.21 (0.043-0.713)	0.026
Screening status						
No (reference)						
Yes			0.575 (0.235-1.364)	0.219	0.431 (0.091-2.111)	0.293
MEWS (Modified Early Warning Score)						
16-24 hours	0.697 (0.235-1.364)	0.288	1.678 (1.04-2.481)	0.022	1.456 (0.559-4.038)	0.447
8-16 hours	1.11 (1.04-2.481)	0.740	0.819 (0.531-1.224)	0.354	0.677 (0.272-1.738)	0.401
0-8 hours	1.277 (0.531-1.224)	0.364	0.81 (0.64-1.294)	0.258	0.583 (0.235-1.145)	0.185
CART(Cardiac arrest risk triage) Score						
16-24 hours	1.063 (0.64-1.294)	0.365	0.939 (0.851-1.014)	0.155	0.984 (0.824-1.202)	0.869
8-16 hours	1.093 (0.851-1.014)	0.210	1.007 (0.922-1.091)	0.869	1.081 (0.916-1.279)	0.357
0-8 hours	1.136 (0.922-1.091)	0.027	0.962 (0.911-1.051)	0.328	1.005 (0.847-1.185)	0.954
qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) Score						
16-24 hours	2.436 (0.911-1.051)	0.230	0.69 (0.346-2.178)	0.456	0.429 (0.049-3.648)	0.448
8-16 hours	1.243 (0.346-2.178)	0.753	1.085 (0.463-3.291)	0.873	1.158 (0.18-6.456)	0.872
0-8 hours	0.653 (0.463-3.291)	0.453	1.74 (0.256-3.333)	0.180	1.64 (0.01-2.16)	0.527

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

모든 변수를 포함하여 분석 시, 각 변수간 교호작용으로 인하여 충분한 통계적인 유의성을 확인할 수가 없어 두 번째 분석으로 신속 대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부를 변수화 하고, 각 중증도 사정도구를 이용하여 심정지 후 결과인 자발순환 회복 후 24시간 이상 생존 및 퇴원 시 생존 여부에 미치는 요인을 확인하기 위해 각 도구별 모델을 구축하였고 형태는 아래와 같다.

Model 1 : Sex, Age, Department, Screening status
Model 2 : Sex, Age, Department, MEWS (Modified Early Warning Score)
Model 3 : Sex, Age, Department, CART(Cardiac arrest risk triage) Score
Model 4 : Sex, Age, Department, qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) Score

모델별로 다변량 로지스틱 회귀분석 (Multivariate logistic regression analysis) 을 시행한 결과는 Table 21, 22와 같다. 자발순환회복 후 24시간 이상 생존의 경우는 Model 1에서 신속대응팀의 전산 스크리닝으로 선별될 경우 생존할 오즈가 0.372배 (95% CI 0.179-0.770, p=0.008) 감소하였고, 그 외 모델의 경우, 중증도 사정도구 점수가 증가할수록 심정지가 가까워지는 시점별 생존의 오즈가 감소된 경향을 확인할 수 있으나 통계적으로 유의하지 않았다 (p>0.05). 퇴원 시 생존의 경우에는 Model 1에서 진료과가 외과일 경우 생존할 오즈가 4.744배 (95% CI 1.388-16.210, p=0.013) 증가하였고, 신속대응팀의 스크리닝으로 선별될 경우 생존의 오즈가 0.273배 (95% CI 0.083-0.902, p=0.033) 감소하였다. 그 외 모델의 경우에는 진료과가 외과일 경우 생존할 오즈가 Model 2는 5.226배 (95% CI 1.504-18.161)로 증가, Model 3은 0.965배 (95% CI 1.445-16.71)로 감소, Model 4는 5.691배 (95% CI 1.660-19.507)로 증가하였고 모두 통계적으로 유의함을 확인할 수 있었으나 (p< 0.05), 그 외 중증도 사정도구는 점수가 증가할수록 심정지가 가까워지는 시점별 생존의 오즈가 감소되는 경향을 확인할 수 있었으나 통계적으로 유의하지 않았다 (p>0.05).

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 21. Multivariable Logistic Regression Analysis for Survive more than 24 hours after ROSC divided into 4 models

Variables	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
	OR (95%CI)	*p*-value	OR (95%CI)	*p*-value	OR (95%CI)	*p*-value	OR (95%CI)	*p*-value
Sex								
Male	1.12 (0.558-2.251)	0.749	1.290 (0.643-2.586)	0.474	1.144 (0.57-2.295)	0.705	1.242 (0.628-2.459)	0.533
Female (reference)								
Age (per year increase)	1.001 (0.977-1.025)	0.965	1.002 (0.978-1.028)	0.851	1.012 (0.987-1.037)	0.364	1.005 (0.981-1.029)	0.683
Department								
Medical (reference)								
Surgical	1.150 (0.416-3.176)	0.788	1.304 (0.477-3.567)	0.606	1.143 (0.418-3.125)	0.794	1.458 (0.543-3.919)	0.454
Screening status								
No (reference)								
Yes	0.372 (0.179-0.77)	0.008						
MEWS (Modified Early Warning Score)								
16-24 hours			1.255 (0.951-1.656)	0.108				
8-16 hours			0.818 (0.618-1.082)	0.159				
0-8 hours			0.831 (0.667-1.036)	0.100				

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

CART(Cardiac arrest risk triage) Score				
16-24 hours	0.989 (0.934-1.047)	0.705		
8-16 hours	0.98 (0.926-1.036)	0.473		
0-8 hours	0.965 (0.923-1.009)	0.117		
qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) Score				
16-24 hours			1.252 (0.653-2.404)	0.499
8-16 hours			0.764 (0.427-1.368)	0.365
0-8 hours			0.858 (0.535-1.377)	0.526

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Table 22. Multivariable Logistic Regression Analysis for Survive on discharge divided into 4 models

Variables	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
	OR (95%CI)	*p*-value	OR (95%CI)	*p*-value	OR (95%CI)	*p*-value	OR (95%CI)	*p*-value
Sex								
Male	0.705 (0.220-2.257)	0.557	0.815 (0.256-2.597)	0.729	0.814 (0.260-2.543)	0.723	0.789 (0.251-2.476)	0.684
Female (reference)								
Age (per year increase)	1 (0.959-1.043)	0.986	0.995 (0.952-1.041)	0.843	1.014 (0.967-1.063)	0.564	1.002 (0.960-1.045)	0.942
Department								
Medical (reference)								
Surgical	4.744 (1.388-16.211)	0.013	5.226 (1.504-18.161)	0.009	0.965 (1.445-16.712)	0.011	5.691 (1.660-19.507)	0.006
Screening status								
No (reference)								
Yes	0.273 (0.083-0.902)	0.033						
MEWS (Modified Early Warning Score)								
16-24 hours			1.004 (0.575-1.755)	0.989				
8-16 hours			0.896 (0.529-1.517)	0.682				
0-8 hours			0.707 (0.456-1.094)	0.120				

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

CART(Cardiac arrest risk triage) Score				
16-24 hours	0.965 (0.863-1.08)	0.535		
8-16 hours	1.009 (0.922-1.104)	0.839		
0-8 hours	0.948 (0.869-1.033)	0.223		
qSOFA (Quick sepsis related organ failure assessment) Score				
16-24 hours			0.557 (0.140-2.221)	0.407
8-16 hours			0.917 (0.327-2.568)	0.869
0-8 hours			0.573 (0.239-1.373)	0.212

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅳ. 고 찰

신속대응팀은 임상적으로 악화되고 환자를 조기에 인지하고 중재하여 심정지 및 계획되지 않는 중환자실 입실을 예방하고 상태가 악화되지 않게 중재한다는 점에서 이미 심정지가 발생되어 출동하고 중재하는 심폐소생술팀과 그 업무가 차이가 있다.

국외의 경우에는 병동에서의 악화된 환자가 발생된 경우 신속대응팀을 즉시 호출하는 시스템을 구축하고 있으나 (Devita et al., 2017), 신속대응팀을 호출한 경험이 있는 병동 의료진의 경우 환자의 진료과의 동의 없이 신속대응팀을 호출하는 것을 기피하거나 지연하는 것으로 알려졌고 (Buist et al., 2002., Thomas, K., et al. 2007) 국내에서도 간호사와 담당 의사 및 주치의에 이르는 의사소통 문화로 인하여 신속대응팀의 활성화가 지연되는 것으로 알려졌다. (Lee, B. Y. and S.-B. Hong., 2019). 더불어 이번 연구의 주제가 된 심정지 상황은 많은 간호사들이 지식 및 경험의 부족으로 인하여 적절한 대처를 하지 못하는 것으로 보고되었다 (Kim, E. J. et al. 2012).

위의 배경에 따라 국내의 신속대응팀은 병동 의료진의 호출뿐만 아니라 전자의무기록(EMR, Electronic Medical Record)을 통해 일반병동 입원환자의 급성 악화 징후를 모니터링 하여 일차적으로 선별된 환자에 대하여 필요 시 신속대응팀의 활성화를 시행하고, 병동 의료진과의 협력을 통하여 환자정보 공유, 사정 및 평가, 적합한 중재 및 치료를 통하여 악화환자에 대한 조기 중재를 수행하고 있다 (Han, et al., 2020). 이러한 조기 중재는 환자의 예후를 향상 시킨다고 알려져 전산 스크리닝을 통한 선별은 신속대응팀 내에서 중요한 업무활동 중 하나임을 알 수 있다 (Huh et al.,2014).

본 연구는 일반 병동 환경에서 측정 가능한 활력징후 항목을 이용하여 신속대응팀의 전산 스크리닝을 통해 선별된 환자의 특성을 살펴보고, 전산 스크리닝 기준과 더불어 공인된 중증도 사정도구를 이용하여 환자를 적시에 선별할 수 있는지를 줄 수 있는지에 대해 분석하였다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

본 연구의 총 연구 대상자 143명으로 이들의 자료를 수집하고 측정하여 분석에 쓰인 변수는 총 13개이다. 로지스틱 회귀분석 설계 시, 모형에 포함되는 독립변수 하나당 최소 10개의 결과의 발생이 필요한 것으로 알려져 있어 (rule-of -thumb) (Peduzzi, P., et al. 1996), 표본의 크기는 충족하는 것으로 판단하였다. 그러나 변수의 효과크기가 작고, 변동성이 존재하고, 각 변수간 잠재적인 교란 요인으로 작용하여 심정지 발생 전 각 시점별 활력징후 수치의 경우 단변량 분석 시 대부분의 변수가 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부간 관계가 통계적으로 유의하지 않았고, 다변량 분석 결과 역시 유의하지 않고, 양상이 일관되지 않았다. 이를 해결하기 위해 중증도 사정 도구를 이용하여 각 시점별 활력징후를 하나의 점수로 변환하고, 중증도 사정도구 역시 각각 모델로 나누어 구성하고 분석하여 일부 항목에 대한 통계적인 유의함을 확인할 수 있었다.

초기 연구 설계 시 심정지의 원인으로 호흡기계와 심장계 문제가 50% 이상 차지하고 있어 산소 포화도와 산소 치료유무를 반영하여 기존의 조기 경고점수 (Modified Early Warning Score, MEWS) 및 qSOFA(Quick sepsis related organ failure assessment) score 보다 환자의 악화징후 및 패혈증의 예측 능력이 우월하다고 알려져 있는 NEWS (National Early Warning Score, NEWS)를 이용하여 분석하려 하였으나 연구 대상자들의 활력징후의 결측치가 문제가 되었다. 연구 대상자인 143명의 환자 중 산소포화도가 1회 이상 측정되지 않은 대상자가 48명(33.6%)이었고, 이 중 28명(19.6%)은 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별이 되었으나 나머지 20명은 선별이 되지 못한 채 심정지가 발생하여 활력징후 측정 시 산소 포화도가 기록되지 않아 전산 스크리닝에 선별이 되지 않았을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 산소 포화도가 90% 이하로 감소 시 심각한 폐 및 심장 질환이 발생할 가능성이 있고, 사망률이 증가한다는 연구결과 (DeVita, M. A., et al. 2017)를 미루어 볼 때, 병동환경에서도 급성 악화 징후를 빠르게 인지하기 위해서는 산소 포화도도 활력징후 측정 시 필수적으로 측정되어야 할 것이다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

심정지 24시간 전 각 시점별 중증도 사정도구 점수는 증가하고, 전산 스크리닝이 되는 환자 수가 증가하는 것을 확인할 수 있었으나, 중증도 사정도구 점수 및 전산 스크리닝으로 선별이 된 환자들의 점수의 평균이 고위험 군으로 보는 기준보다는 그 값이 낮고, 실제 스크리닝이 되는 경우도 전체의 50%를 넘지 않았으며, 신속대응팀의 업무 관점에서 전산 스크리닝 선별 여부와 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인에 대하여 단변량 로지스틱 회귀분석 시에는 점수가 증가할수록 선별이 되거나 생존할 오즈가 통계적으로 유의하게 차이가 있었으나, 다변량 로지스틱 회귀분석 시에는 일부 시점의 MEWS 외에는 통계적으로 유의한 차이를 찾을 수 없었다.

이러한 결과를 미루어 볼 때, 응급실을 경유하여 입원한 중환자를 대상으로 한 Ho, L. O (2013)의 연구에서 MEWS는 4점 이상에서 사망률을 예측 시, 75%의 민감도와 83%의 특이도를 보였던 것을 고려하여 현재 신속대응팀 활성화 기준인 MEWS 5점보다 낮은 기준을 적용하여 선별 환자군을 늘리는 것도 고려해볼 수 있다. 더불어 병동 환자를 대상으로 MEWS와 병원 내 사망률를 분석한 연구에서 MEWS가 0점에서 1점으로 증가할 때 사망 위험이 2.92배 높고, 0점에서 5점 이상으로 증가할 때 사망 위험이 22.59배 높다고 보고한 것을 비추어 볼 때 MEWS의 상승은 그 자체가 환자의 악화 징후를 의미한다고 볼 수 있다 (Cei, M., et al., 2009).

CART score의 경우는 심정지가 발생된 환자들을 대상으로 하여 MEWS보다 CART score가 심정지 및 중환자실 전동을 정확하게 예측했다는 기존의 연구 결과 (AUC 0.76 vs. 0.84, P=0.001)와는 다른 결과가 발생하였고 (Churpek, M. M., et al. 2012), qSOFA score의 경우는 응급실 및 병동 환자의 사망 및 중환자실 전동에 대하여 MEWS와 qSOFA score 간 예측률을 비교 시 MEWS (AUC 0.73, 95% CI 0.71-0.74)가 qSOFA score(AUC 0.69 95% CI 0.67-0.70)보다 더 정확하게 예측하였다는 기존 연구 결과와 비슷하여 CART score와 qSOFA score는 MEWS를 대체하기보다는 부가적으로 악화징후를 고려할 수 있는 자료로 이용을 해야 함을 알 수 있었다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구는 일 대학병원 일반병동에 입실한 환자를 대상으로 대상자를 선정하였기 때문에 연구 결과를 일반화 하는데 제한점을 지니고 있다. 둘째, 해당 연구는 의무기록을 분석한 후향적 연구로 일부 의무기록 항목이 미비하여 환자의 상태를 정확히 파악하는데 어려움이 있고, 이미 심정지가 발생한 환자를 대상으로만 중증도 사정도구 점수를 계산하여 분석하여 심정지의 예측 여부를 확인할 수 없었다. 셋째, 심정지 후 결과에 대하여 일반적으로 심폐소생술의 질을 고려하여 연관성을 고려해야 하나 본 연구에서는 신속대응팀의 선별의 관점에서 분석을 시행하여 해당 사항은 고려사항에서 제외되었다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Ⅴ. 결 론

본 연구는 일반 병동에 재실 중 심정지가 발생되어 심폐소생술을 시행한 환자들을 대상으로 심정지 발생 24시간 전 3개의 시점으로 나눠 측정된 활력징후 및 중증도 사정도구를 이용하여 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별 여부에 따른 변화 추이를 분석하여 신속대응팀의 전산 스크리닝 선별과 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인에 대해 알아보는 후향적 조사연구이다.

연구 대상자로 선정된 143명의 환자를 조사한 결과, 신속대응팀 전산 스크리닝 기준에 의해 심정지 발생 전 92명(64.3%)이 호흡수 또는 심박수 증가로 인해 선별되었고, 심정지 역시 호흡기계 또는 심장계 문제로 가장 많이 발생되었으며 분석 시 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

반복 측정된 활력징후 수치에 대하여 심정지 전 각 시점과 전산 스크리닝 선별여부에 따른 상관관계를 고려하기 위해서 혼합효과모형(Mixed-Effect Models) 분석을 시행하였고, MEWS는 First-order autoregressive 모형을 통해 전산 스크리닝 선별이 될 경우 증가하고, CART score의 경우 Unstructured 모형으로 통해 심정지 시간이 가까워지거나 전산 스크리닝 선별이 될 경우 증가하고 심정지 전 각 시점과 전산 스크리닝 선별여부간 교호작용이 있었으며, qSOFA score의 경우 Unstructured 모형으로 심정지 시간이 가까워지거나 전산 스크리닝 선별이 될 경우 감소하였다. 중등도 사정도구 점수가 높은 고위험군인 경우 심정지 시간이 가까워질수록 전산 스크리닝으로 선별되는 수가 증가하고, 이는 통계적으로 유의한 관계가 있었다.

신속대응팀의 전산 스크리닝으로 선별된 환자 92명중 28명(30.4%)이 심정지 후 자발순환 회복하여 24시간 이상 생존하였고, 5명(5.4%)이 생존하여 퇴원하였고, 각각 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 있으며, 로지스틱 회귀 분석 시 전산 스크리닝으로 선별될 경우 심정지 후 생존할 오즈가 감소하였다.

신속대응팀의 업무 관점에서 전산 스크리닝 선별 여부와 심정지 후 결과에 영향을 미치는 요인에 대하여 단변량 로지스틱 회귀분석 시, 진료과가 내과계

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

에서 외과계일수록 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈와 퇴원 시 생존할 오즈가 증가하였고, 심정지 발생 전 각 시점별 MEWS가 증가할수록 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈가 유의하게 증가하였고, 자발순환 회복 후 24시간 생존 및 퇴원 시 생존할 오즈는 감소하였으며, 일부 시점에만 유의하였다. CART score는 값이 증가할수록 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈가 모든 시점에서 유의하게 증가하였고, 자발순환 회복 후 24시간 생존할 오즈는 감소하였고, 일부 시점에만 유의하였다. qSOFA Score는 값이 증가할수록 신속대응팀 전산 스크리닝에 선별될 오즈가 유의하게 증가하였다.

다변량 로지스틱 회귀분석 시에는 신속대응팀 전산 스크리닝 선별여부와 변수간 유의한 관계가 없었고, 진료과가 외과계일 경우 퇴원 시 생존할 오즈가 감소하였고, 심정지 16~24시간 전 MEWS가 증가할 경우 자발순환회복 후 24시간 이상 생존할 오즈가 증가하였으며 그 외 변수에서는 통계적으로 유의성을 확인할 수 없었다. 신속대응팀 전산 스크리닝 선별 여부를 변수화 하고 중증도 사정도구를 모델로 나눠 각각 분석한 결과로는 자발순환회복 후 24시간 생존의 경우에는 전산 스크리닝 선별이 될 경우 생존할 오즈가 감소, 퇴원 시 생존의 경우에는 진료과가 외과계일 경우 생존할 오즈가 증가, 전산 스크리닝 선별이 될 경우 생존할 오즈가 감소하고 그 외 중증도 사정도구의 점수와 심정지가 가까워지는 시점별로는 생존의 오즈가 감소되는 경향을 확인할 수 있었으나 통계적인 유의성은 없었다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 신속대응팀이 일반 병동 환자의 심정지 전 악화 징후를 조기에 인지하기 위해서는 기존의 전산 스크리닝을 이용한 선별과 중증도 사정도구를 이용한 고위험군 사정을 추가하여 환자를 선별할 필요가 있음을 알 수 있었다. 더불어 중증도 사정도구 간 중복되어 이용된 활력징후 항목들이 있어 이를 동시에 이용하기에는 통계적으로 유의하지 않은 것이 확인되어, 이를 개선한 신속대응팀의 환자 선별을 위한 별도의 사정도구를 마련하여 일반 병동 내 급성 악화 환자에 대한 조기 발견 및 신속한 대응을 보다 효과적으로 할 수 있기를 기대하고, 이와 관련된 추가적인 연구를 제언한다.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

참고문헌

보건복지부, 제1차 환자안전종합계획 (2018-2022)

보건복지부, 신속대응시스템 시범사업, 2019

건강보험심사평가원, 신속대응시스템 시범사업 평가 및 표준 모형개발 연구 제안요청서 (2019.03.)

Alam, N., et al. (2014). “The impact of the use of the Early Warning Score (EWS) on patient outcomes: A systematic review.“ Resuscitation 85(5): 587-594.

Bellomo, R., et al. (2004). “Prospective controlled trial of effect of medical emergency team on postoperative morbidity and mortality rates.“ Critical Care Medicine 32(4): 916-921.

Bellomo, R., Goldsmith, D., Uchino, S., Buckmaster, J., Hart, G. K., Opadam, H., et al. (2003). A prospective before-and-after trial of a medical emergency team. The Medical J ournal of Austrailia, 179(6), 283-287.

Benson, L., Mitchell, C., Link, M., Carlson, G., & Fisher, J. (2008). Using an advanced practice nursing model. The J oint Commission J ournal on Quality and P atient Safety, 4(12), 743-747

Buist, M. D., Moore, G. E., Bernard, S. A., Waxman, B. P., Anderson, J. N.,& Nguyen, T. V. (2002). Effects of a medical emergency team on reduction of incidence of and mortality from unexpected cardiac arrests in hospital: Preliminary study. British Medical Journal, 324(7334), 387-390.

Cei, M., et al. (2009). “In-hospital mortality and morbidity of elderly medical patients can be predicted at admission by the Modified Early Warning Score: a prospective study.“ International Journal of

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Clinical Practice 63(4): 591-595.

Cho, K.-J., et al. (2020). "Detecting Patient Deterioration Using Artificial Intelligence in a Rapid Response System." Critical Care Medicine 48(4): e285-e289.

Churpek, M. M., et al. (2012). "Derivation of a cardiac arrest prediction model using ward vital signs*." Critical Care Medicine 40(7): 2102-2108.

Churpek, M. M., et al. (2013). Risk stratification of hospitalized patients on the wards. Chest, 143(6), 1758-1765.

Churpek, M. M., et al. (2017). "Quick Sepsis-related Organ Failure ssessment, Systemic Inflammatory Response Syndrome, and Early Warning Scores for Detecting Clinical Deterioration in Infected Patients outside the Intensive Care Unit." Am J Respir Crit Care

Cooksley, T., et al. (2012). "Effectiveness of Modified Early Warning Score in predicting outcomes in oncology patients." QJM: An International Journal of Medicine 105(11): 1083-1088.

Cummins, R. O., et al. (1997). "Recommended Guidelines for Reviewing, Reporting, and Conducting Research on In-Hospital Resuscitation: The In-Hospital "Utstein Style"." Annals of Emergency Medicine 29(5): 650-679.

DeVita, M. A., et al. (2017). Textbook of rapid response systems: concept and implementation: Springer.

Franklin C, Mathew J. Developing strategies to prevent in hospital cardiac arrest: analysing responses of physicians and nurses in the hours before the event. Crit Care Med 1994;22:244-7.

Gao, H., et al. (2007). "Systematic review and evaluation of physiological track and trigger warning systems for identifying at-risk patients

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

on the ward." Intensive Care Medicine 33(4): 667-679.

Gardner-Thorpe, J., et al. (2006). "The value of Modified Early Warning Score (MEWS) in surgical in-patients: a prospective observational study." Annals of the Royal College of Surgeons of England 88(6): 571-575.

Han, et al., (2020) "신속대응팀의 활성화 시간에 영향을 주는 요인." 임상간호연구 26(2): 198-206.

Hillman, K. M., et al. (2002). "Duration of life-threatening antecedents prior to intensive care admission." Intensive Care Medicine 28(11): 1629-1634.

Ho, L. O., et al. (2013). "Poor performance of the modified early warning score for predicting mortality in critically ill patients presenting to an emergency department." World journal of emergency medicine 4(4): 273-278.

Huh, J. W., et al. (2014). "Activation of a medical emergency team using an electronic medical recording-based screening system*." Crit Care Med 42(4): 801-808.

Idris, A. H., et al. (2017). "2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement." Resuscitation 118: 147-158.

Kane, B., et al. (2013). "Emergency oxygen therapy: from guideline to implementation." Breathe 9(4): 246-253.

Kang, J.-W. (2008). Oxygen Theraphy. Journal of the Korean Dental Society of Anesthesiology, 8(1), 10.

Kause, J., et al. (2004). "A comparison of Antecedents to Cardiac Arrests, Deaths and EMergency Intensive care Admissions in Australia and New Zealand, and the United Kingdom—the ACADEMIA study."

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Kim, E. J. et al. (2012) "Nurses' Cardiopulmonary Resuscitation Performance during the First 5 minutes in In-Situ Simulated Cardiac Arrest," Journal of Korean Academy of Nursing. Korean Society of Nursing Science, 42(3), p. 361.

Ko, B. S., Lim, T. H., Oh, J. H., Lee, Y. J., Yun, I. A., & Yang, M. S. (2020). The effectiveness of a focused rapid response team on reducing the incidence of cardiac arrest in the general ward. Medicine, 99(10), e19032.

Lee, B. Y., & Hong, S. B. (2019). Rapid response systems in Korea. Acute and Critical Care, 34(2), 108-116

Lee, H. Y., Lee, J. W., Lee, S. M., Kim, S. H., Yang, E. J., Lee, H. J., et al. (2019). Effect of a rapid response system on code rates and in-hospital mortality in medical wards. Acute and Critical Care, 34(4), 246-254.

Peduzzi, P., et al. (1996). "A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis." Journal of Clinical Epidemiology 49(12): 1373-1379.

Romanelli D, Farrell MW. AVPU Score. [Updated 2021 Apr 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan.

Schein RM, Hazday N, Pena M, Ruben BH, Sprung CL. Clinical antecedents to in-hospital cardiopulmonary arrest. Chest 1990;98:1388- 92.

Seymour, C. W., et al. (2016). "Assessment of Clinical Criteria for Sepsis: or the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3)." JAMA 315(8): 762-774.

Smith, G. B., et al. (2013). "The ability of the National Early Warning Score (NEWS) to discriminate patients at risk of early cardiac arrest, unanticipated intensive care unit admission, and death."

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Resuscitation 84(4): 465-470.

Subbe, C. P., et al. (2001). "Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions." QJM: An International Journal of Medicine 94(10): 521-526.

Thomas K, VanOyen Force M, Rasmussen D, Dodd D, Whildin S. Rapid response team: challenges, solutions, benefits. Crit Care Nurse. 2007 Feb;27(1):20-7; quiz 28. PMID: 17244856.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

[부록 1] 증례기록서

Computerized screening information for Cardiac arrest patients in general wards						
1. Patient Information						
	Number		Sex		Age	
	Dep.*		Diagnosis			
2. Computer Screening Information						
	Screening status	Y/N		Screening time		
	Detailed Screening Category	1	Respiratory rate ≤8/min			
		2	Respiratory rate ≥25/min			
		3	O_2 Saturation ≤90%			
		4	ABGA† pH ≤7.3			
		5	ABGA Lactic acid ≥2.0 mM/L			
		6	ABGA PaO2 ≤55 mmHg,			
		7	ABGA PaCO2 ≥50 mmHg			
		8	Systolic blood pressure ≤85 mmHg			
		9	Heart rate ≤45/min			
		10	Heart rate ≥130/min			
3. Vital sign						
	Time	Zero point 24 hours ago		Zero point 16 hours ago		Zero point 8 hours ago
	SBP					
	DBP					
	HR					
	RR					
	BT					
	SpO2					
	AVPU ‡					
	O2 Tx§ level					
4. Cardiac arrest information						
	Occurrence time			Initial rhythm		
	Reason for occurrence	1	Cardiac distress	6	Respiratory distress	
		2	Cerebral disease	7	Sepsis	
		3	Hypovolemic shock	8	Septic shock	
		4	Metabolic acidosis	9	Sudden arrest	
		5	Respiratory acidosis	10	Underlying disease	
	ROSC** status	Y/N		ROSC time		
	Survival status upon discharge	Y/N		Death time		

* Dep. : Department
† ABGA : Arterial Blood Gas Analysis
‡ AVPU : "Alert, verbal, pain, unresponsive" - patient's level of consciousness
§ Tx : Treatment
** ROSC : Return of spontaneous circulation is the resumption of a sustained heart rhythm that perfuses the body after cardiac arrest.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

= ABSTRACT =

The impact analysis of the rapid response team computerized screening and severity assessment tool on the prediction of cardiac arrest in general wards

Lee Ji hyun
Department of Biostatics
Graduate School of Public Health
Yonsei University

(Directed by Professor Chung Mo Nam, Ph.D.)

The purpose of this study was to determine whether or not the rapid response team was screened for computerized screening using vital signs and severity assessment tools measured at three time points 24 hours before the onset of cardiac arrest for patients who had cardiac arrest while staying in a general ward and performed CPR. This is a retrospective research study to investigate the factors affecting the results of the rapid response team's co

The study subjects were conducted on a total of 143 patients in the general ward of University Hospital C from January 1, 2018 to December 31,

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2019. and the research tool was conducted using vital signs measured before cardiac arrest. SAS version 9.4 by measuring the Modified Early Warning Score (MEWS), Cardiac arrest risk triage (CART) score, and Quick sepsis related organ failure assessment (qSOFA) score, which are widely used severity assessment tools for early recognition of patients with signs of exacerbation. frequency and percentage, mean and standard deviation, chi-square, Mixed-Effect Models, and logistic regression analysis were applied.

The results of this study are as follows.

1. As a result of examining 143 patients selected for this study, 92 patients(64.3%) before cardiac arrest occurred according to the computerized screening criteria of the rapid response team. Among them, respiration rate of 25 beats/min or higher (24 patients, 26,1%) and heart rate of 130 beats/min or higher were selected (24 patients, 26,1%), and cardiac arrest occurred in 49 cases due to respiratory system problems or 39(27.3%) cases due to cardiac problems, and there was a statistically significant difference ($p<0.05$).

2. As for the vital signs of the patients selected by the rapid response team computerized screening, it was confirmed that systolic and diastolic blood pressure decreased 24 hours before the onset of cardiac arrest, the average heart rate and respiration rate, body temperature, and oxygen treatment concentration increased, and the level of consciousness deteriorated.

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

3. In the Mixed-Effect Models analysis conducted to consider the correlation between each time point before cardiac arrest of repeatedlymeasured vital signs and whether or not computerized screening wasselected, MEWS uses the first-order autogressive model for computational screening. increased when selected, and trough the unstructured model, the CART score increased when the time of cardiacarrest approached or when the computerized screening was selected, and there was an interaction between each time point before cardiac arrest and whether the computerized screening was selected. and through the unstructured model, the qSOFA score decreased when the cardiac arrest time approached or when the computerized screening was selected.

4. For high-risk groups with high severity assessment tool scores, the number of screenings by computerized screening increased statistically significantly ($p<0.05$) as the cardiac arrest time approached.

5. Of the 92 patients selected by the rapid response team's computerized screening, 28 (30.4%) recovered spontaneous circulation after cardiac arrest and survived for more than 24 hours, and 5 (5.4%) survived and were discharged. There was a significant difference ($p<0.05$), and when selected by computational screening during logistic regression analysis, survival odds after cardiac arrest decreased (OR=0.236, 95% CI 0.076-0.734, p=0.013).

6. In the univariate logistic regression analysis of the factors affecting the results of computerized screening and cardiac arrest, the odds to be screened for the computerized screening by the rapid response team (OR=2.887, 95% CI 1.077-7.733, p=0.035) and the odds to survive at

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

discharge increased as the department was from internal medicine to surgery (OR=5.899 95% CI 1.810-19.220, p=0.003).

As the MEWS increased at each time point before cardiac arrest, the odds to be screened for the rapid response team computerized screening increased significantly, and the odds to survive 24 hours after recovery of spontaneous circulation and to survive at discharge decreased, and were significant only at some time points.

As for the CART score, as the value increased, the odds to be screened for the rapid response team computerized screening increased significantly at all time points, and the odds to survive 24 hours after recovery of spontaneous circulation decreased, and were significant only at some time points.

As the value of qSOFA Score increased, the odds to be selected for the rapid response team computerized screening increased significantly.

7. In multivariate logistic regression analysis for each factor influencing the results of computerized screening screening and cardiac arrest outcomes, the odds of survival at discharge decreased when the department was a surgical department (OR=0.210, 95% CI 0.043-0.713, p=0.0261) and if MEWS increased 16 to 24 hours before cardiac arrest, the odds of survival for more than 24 hours after recovery of spontaneous circulation increased (OR=1.678, 95% CI 1.04-2.481 p=0.0221).

8. In the case of multivariate logistic regression analysis, when the rapid response team computerized screening was selected as a variable and divided into models for each severity assessment tool, in the case of survival for 24 hours after recovery of spontaneous circulation, the odds

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

of survival decreased when computerized screening was selected(OR=0.372, 95% CI 0.179-0.770, p=0.008), In the case of survival at discharge, survival odds increase when the department is a surgical department (OR=4.744, 95% CI 1.388-16.210, p=0.013), and when computerized screening is selected, survival odds decrease (OR=0.273, 95% CI 0.083-0.902, p=0.033), and the scores of other severity assessment tools and the timing of approaching cardiac arrest showed a tendency to decrease the odds of survival, but it was not statistically significant(p>0.05).

Based on the above study results, it was found that in order for the rapid response team to recognize the signs of exacerbation before cardiac arrest in general ward patients at an early stage, it is necessary to select patients by adding screening using the existing computerized screening and assessment of the high-risk group using the severity assessment tool.

There are vital sign items that are used repeatedly between each severity assessment tool, a separate assessment tool for the patient selection of the improved rapid response team can be prepared to more effectively detect and promptly respond to acute exacerbation patients in the general ward. and further research in this regard is suggested.