

병동 급성악화 환자의 중환자실 전동 위험요인 분석

이주리

거제대학교 간호학과 조교수

Risk Factors of Predicting Intensive Care unit Transfer in Deteriorating Ward Patients

Ju-Ry Lee

Assistant Professor, Department of Nursing, Geoje University

요약 목적: 병동에서 급성악화 환자가 발생할 때 환자에게 집중치료가 필요한지 여부에 대한 결정은 환자의 예후를 향상시키기 위해서는 매우 중요하나, 특히 사용 가능한 ICU 자원이 제한적일 때는 ICU 전동 여부를 결정하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 일반병동 급성 악화 환자를 대상으로 중환자실 전동 위험요인을 확인하고자 한다. **연구방법:** 후향적 조사연구로서 대상자는 일 상급종합병원 일반병동에 입원한 18세 이상의 성인 환자 중 악화상태를 보여 신속대응팀에 의뢰된 환자 2,945명을 대상으로 하였다. 중환자실 전동 위험요인을 파악하기 위해 다변량 로지스틱 회귀 분석을 시행하였다. **연구결과:** 다변량 로지스틱 회귀분석 결과 입원시 고혈압을 진단받은 경우 (odds ratio [OR] 0.39, 95% CI 0.32-0.47), 악화원인이 호흡문제인 경우 (OR 1.51, 95% CI 1.17-1.95), MEWS (OR 1.22, 95% CI 1.17-1.28)와 SpO₂/FiO₂ score (OR 2.41, 95% CI 2.23-2.60)가 중환자실 전동 위험요인으로 나타났다. **결론:** 본 연구 결과는 중환자실 전동 위험이 높은 환자의 조기 예측을 가능하게 하여 환자의 예후를 향상시키는데 도움이 될 것으로 사료된다.

주제어 : 악화, 예후, 조기인지, 중환자실, 조기경고점수, 전동

Abstract Purpose: When a patient with acute deterioration occurs in a ward, the decision to transfer to intensive care unit (ICU) is critical to improve the patient's outcomes. However, when available ICU resources limited, it is difficult to determine which of the deteriorating ward patients to transfer to the ICU. Therefore the purpose of this study was to identify risk factors in predicting deteriorating ward patients transferred to intensive care unit (ICU). **Methods:** We reviewed retrospectively clinical data of 2,945 deteriorating ward patients who referred medical emergency team. Data were analyzed with multivariate logistic regression. **Results:** The solid cancer that diagnosed at hospitalization (odds ratio[OR] 0.39; 95% confidence interval [CI] 0.32-0.47), when the cause of deterioration was respiratory problem (1.51; 95% CI 1.17-1.95), high MEWS (1.22; 1.17-1.28) and SpO₂/FiO₂ score (2.41; 2.23-2.60) were predictive of ICU transfer. **Conclusion:** These findings suggest that early prediction and treatment of patients with high risk of ICU transfer may improve the prognosis of patients.

Key Words : Deterioration, Prognosis, Early recognition, Intensive care unit, Early warning system, Transfer

*Corresponding Author : Ju-Ry Lee(pr20014@koje.ac.kr)

Received March 14, 2021

Accepted April 20, 2021

Revised April 2, 2021

Published April 28, 2021

1. 서론

1.1 연구의 필요성

신속대응팀(medical emergency team, MET)은 악화 환자를 조기에 발견하여 비계획적 중환자실 입실, 심폐소생술과 같은 치명적 사건을 예방하기 위해 도입된 전문 인력지원팀이다[1]. 우리나라에서는 2008년도에 처음으로 서울의 일 상급종합병원에서 의사와 전문간호사로 구성된 MET를 운영하기 시작하였다[2]. 병동에서 급성악화 환자가 발생할 때 환자에게 집중치료가 필요한지 여부에 대한 결정은 환자의 예후를 향상시키기 위해서는 매우 중요하나, 특히 사용 가능한 ICU 자원이 제한적일 때는 ICU 전동 여부를 결정하기에는 어려움이 있다[3].

수정조기경고점수(Modified Early Warning Score [MEWS])는 수축기 혈압, 맥박수, 호흡수, 체온, 의식수준의 다섯 가지 변수를 합산하여 점수화 한 1997년도 Morgan이 개발한 조기경고점수(Early Warning Score [EWS])[4]에 소변량, 산소포화도 등의 변수를 추가하여 병원 실정 및 환자상태에 맞게 수정한 도구이다[5]. 많은 연구에서 MEWS가 비계획적 중환자실 입실, 심폐소생술, 병원 내 사망과 같은 예후를 예측할 수 있다고 하였지만[5-7]. 대부분의 MEWS가 환자의 질병특성을 반영하지 않아 상대적으로 예후 예측 정확도가 낮음을 보고하였다[8]. 이에 기존 MEWS 모델에 포함되지 않았던 젖산 또는 d-dimer 와 같은 환자의 질병특성을 반영한 변수들을 추가함으로써 예후에 대한 예측 정확도를 향상시키기 위한 노력이 지속되고 있다[9-11].

신속대응팀에 의뢰된 환자의 65% 이상의 악화원인은 호흡문제로[12], Vigino 등[13]은 호흡문제를 가진 환자에서 저산소증은 악화 환자를 예측할 수 있는 인자로서 산소요구량을 고려하지 않고 단독으로 제공된 SpO2 또는 PaO2 값은 호흡 문제를 가진 환자의 질병 중증도를 평가하는데 유용하지 않다고 보고하였다. 그러나 대부분의 MEWS는 산소 유량 또는 FIO2를 고려하지 않고 단지 맥박산소포화도(SpO2)를 포함하고 있다[13]. 따라서 기존의 MEWS로 호흡문제가 악화원인이 대부분을 차지하는 병동악화 환자의 중환자실 전동을 예측하는 도구로서 사용하기에는 어려움이 있다[14]. Vigino 등[13]은 호흡문제를 가진 환자에서 악화 상태 및 예후를 예측할 수 있는 인자로서 SpO2/FiO2 ratio (SF ratio)를 제시하였다. SF ratio 는 급성 악화 가능성이 있는 환자의 조기 인식에 쉽게 적용 할 수 있는 도구로[13, 14]. Lee 등[15]은 SF ratio를 기반으로 SF score를 개발하여 병

동 입원 환자 중 악화를 보여 신속대응팀에 의뢰된 혈액중양환자의 중환자실 전동 및 사망률을 예측하는데 있어 그 유용성과 타당성을 보고하였다. 그러나 Lee 등[15]의 연구는 일반병동에서 급성 악화를 보여 신속대응팀에 의뢰된 혈액중양환자를 대상으로 SF score의 유용성을 입증한 연구로 일반병동 악화 환자의 예후 예측인자로서 타당성을 확보하기 위해서는 일반병동 급성 악화 환자 전체를 대상으로 추가적인 연구가 필요하다. 따라서 본 연구는 일반병동 급성 악화 환자를 대상으로 중환자실 전동 예측에 대한 위험요인을 분석하고 중환자실 전동에 있어 SF score의 유용성을 평가함으로써 향후 병동 급성 악화 환자의 치료 및 간호관리에 기초자료로 사용하고자 한다.

1.2 연구 목적

본 연구는 일반병동 악화 환자의 예후 예측 인자를 파악하기 위함으로 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성을 파악한다.
- 2) 대상자의 전동 위험요인을 분석한다.
- 3) 중환자실 전동 예측인자로서 SF score의 유용성을 평가한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 설계

본 연구는 신속대응팀에 의뢰된 일반병동 급성 악화 환자를 대상으로 중환자실 전동 위험인자를 분석하고 중환자실 전동 예측에 대한 SF score의 유용성을 평가하기 위한 후향적인 조사연구이다.

2.2 연구 대상

본 연구의 대상자는 일 상급종합병원 일반병동에 입원한 18세 이상의 성인 환자 중 악화상태를 보여 신속대응팀에 의뢰된 환자로 하였다. 연구 대상자 제외 기준은 다음과 같다. 1) 단순 교육 또는 처치 목적으로 신속대응팀에 의뢰된 경우 2) 신속대응팀 의뢰된 이후 심폐소생술 포기(Do-not-resuscitation) 동의서를 작성하거나 의료진에게 구두로 동의하였음이 기록되어 있는 경우 3) 심정지로 신속대응팀에 의뢰되어 심폐소생술을 시행한 경우이다.

2.3 신속대응팀

신속대응팀은 악화 환자를 조기에 발견하고 적절한 중재를 제공함으로써 비계획적인 중환자실 입실, 심폐소생술 및 사망률 등과 같은 치명적 사건을 예방하기 위해 도입된 전문인력팀이다[12]. 본 연구병원에서는 2008년도부터 의사와 전문간호사로 구성된 팀으로 도입되어 24시간 운영되었다. 이 팀은 다음과 같은 상황에서 활성화된다. 1) 병동의료진이 환자의 악화 상태에 대해 걱정이 있을 때 전화나 문자를 통해 2) 비정상적인 활력징후 또는 검사결과를 바탕으로 만들어진 전자의무기록내의 스크리닝 시스템을 통해 신속대응팀 전문간호사가 병동 악화 환자를 발견할 경우이다. 본 연구병원에서는 병동 급성악화 환자 중재 이후 중환자실 전동 여부를 신속대응팀이 결정하였다[3].

2.4 연구 도구

2.4.1 증례기록지

증례기록지 내용은 환자의 일반적 특성, 신속대응팀 의뢰 시점의 활력징후와 산소포화도 및 MEWS, SF score, 신속대응팀 중재 이후 중환자실로 전동 여부에 따라 중환자실군과 일반병동군으로 분류하여 구성하였다. 활력징후로는 수축기압, 심박동수, 호흡수, 체온, 의식수준의 항목을 조사하였고, 산소포화도는 비침습적인 방법인 맥박산소계측기를 이용한 값을 조사하였다. MEWS는 선행연구를 참조하여[6] 신속대응팀 의뢰 시점에서 측정된 활력징후 중 수축기압, 심박동수, 호흡수, 체온 및 의식수준의 활력징후 항목을 합산하여 점수를 산출하였다. 선행연구를 참조하여[16] SF score를 산출할 경우 FiO2값은 정확한 FiO2 값이 설정된 경우는 그대로 적용하였고(예: venturi mask), 비강캐놀라와 같이 FiO2가 아닌 L/min으로 표기된 경우는 산소 1L를 FiO2 4%로 계산하여 FiO2 값을 산출하였다. 예를 들어 환자가 비강캐놀라 4L/min을 적용하고 있는 경우 FiO2는 36%로 환산하였다(대기산소 20% + [산소4L * 4%]). 환자의 일반적 특성으로는 나이, 성별, 입원 시 진단명, 중증도로는 sequential organ failure assessment score (SOFA) 등을 조사하였다.

2.4.2 수정조기경고점수(MEWS)

본 연구는 수축기압, 맥박수, 호흡수, 체온, 의식수준(Alert, Verbal, Pain, Unresponsive, AVPU)의 다섯가지 활력징후 항목을 합산하여 점수를 산출하는 Subbe

등[6]이 고안한 MEWS의 도구를 사용하였다. 점수의 범위는 0-14점으로 점수가 높을수록 악화의 위험성과 중환자실 전동의 위험성이 높음을 의미한다. 중환자실 전동 예측능력에 대한 본 도구의 Receiver Operator Characteristic (ROC)를 이용하여 산출된 area under the curve (AUC) 값은 0.67이다(Table 1).

2.4.3 산소포화도/투여산소분획비 점수 (SpO2/FiO2 score/SF score)

본 연구는 맥박산소계측기로 측정된 산소포화도와 FiO2 비율을 토대로 Lee 등[15]이 고안한 SF score 도구를 사용하였다. 점수의 범위는 0-3점으로 점수가 높을수록 중환자실 전동 위험성 및 병동 내 사망률의 위험성이 증가함을 의미한다. 중환자실 전동 예측능력에 대한 본 도구의 ROC를 이용하여 산출된 AUC 값은 0.69이다(Table 1).

2.5 자료수집 방법

본 연구는 일 상급종합병원 연구윤리심의위원회의 사전심의(IRB No. 2017-0338)를 거쳐 실시하였다. 자료 수집은 연구자가 2017년 8월 1일부터 2019년 12월 30일까지 증례기록지를 작성하여 수집하였다.

2.6 자료 분석

수집된 자료의 분석은 IBM SPSS 21.0 version 을 이용하였으며, 통계학적 유의수준은 .05를 기준으로 하였다. 비연속성 변수는 빈도와 백분율로 표시하고 Fisher's exact test with Yates' correction로 검정하였다. MEWS, SF score와 같은 연속성 변수는 Shapiro-Wilk test로 정규성을 검정한 결과 정규성을 만족하지 않아 중앙값과 사분위수(interquartile range, IQR)로 표시하고, Mann-Whitney U test를 시행하였다. 중환자실 전동 위험요인을 파악하고자 단변량 분석을 시행한 후 변수 간 영향력을 보정하기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며 통계량은 odds ratio (OR)과 95% 신뢰구간 (95% confidence interval, 95% CI)로 표시하였다. SF score의 ICU 전동 예측 능력은 ROC를 이용하여 AUC를 구하였으며, 추가로 SF score, MEWS, MEWS와 결합한 SF score (MEWS_SF score)에 대한 ICU 전동예측 능력을 비교하였다. AUROC 값은 0.8을 초과하면 좋은 설명력, 0.6 ~ 0.8 값은 중간 수준의 설명력, 0.6 미만이면 불량한 설명력을 나타낸다[17].

Table 1. Components of Scoring Systems in Patients with Critically Ill.

Scoring systems	Items						
MEWS [11]	3 point	2 point	1 point	0 point	1 point	2 point	3 point
SBP(mmHg)	≤ 70	71 to 80	81 to 100	101 to 199		≥ 200	
HR(beats/min)		≤ 40	41 to 50	51 to 100	101 to 110	111 to 129	≥ 130
RR(breaths/min)		< 9		9 to 14	15 to 20	21 to 29	≥ 30
BT(°C)		< 35.0		35.0 to 38.4		≥ 38.5	
Conscious level				Alert	Verbal	Pain	Unresponsive
SF score[20]	0 point		2 point				3 point
SpO ₂ /FiO ₂	>315		315 to 234				≤ 235

MEWS=modified early warning score, SBP=systolic blood pressure, HR=heart rate, RR=respiratory rate, BT=body temperature, SF score=SpO₂/FiO₂ score

Table 2. Baseline Characteristics of the Patients according to Intensive Care Unit admission

Variables	Overall	Ward	ICU	<i>p</i>
Number (%)	2915	1649 (56.6)	1266 (43.4)	
Age, yr	64 (53-72)	64 (53-73)	64 (52-72)	.235
Male gender, n (%)	1801 (61.8)	991 (60.1)	810 (64.0)	.036
Comorbidities, n (%)				
Solid tumor	1312 (45.0)	878 (53.2)	434 (34.3)	<.001
Hematological malignancies	381 (13.1)	178 (10.8)	203 (16.0)	<.001
Chronic lung disease	360 (12.3)	201 (12.2)	159 (12.6)	.807
Chronic heart disease	1279 (43.9)	728 (44.1)	551 (43.5)	.765
Chronic liver disease	461 (15.8)	247 (15.0)	214 (16.9)	.174
Cause for deterioration, n (%)				
Respiratory cause	1693 (58.1)	918 (55.7)	775 (61.2)	.003
Sepsis/septic shock	672 (23.1)	419 (25.4)	253 (20.0)	<.001
Hypovolemic shock	242 (8.3)	135 (8.2)	107 (8.5)	.850
Altered mentality	206 (7.1)	111 (6.7)	95 (7.5)	.463
Cardiogenic shock	28 (1.0)	11 (0.7)	17 (1.3)	.096
Anaphylactic shock	20 (0.7)	16 (1.0)	4 (0.3)	.058
Vital parameter at first MET activation				
SBP (mmHg)	114 (90-137)	112 (91-133)	117 (90-141)	.051
Heart rate (beats/min)	110 (92-128)	108 (90-123)	114 (95-132)	<.001
RR (breaths/min)	24 (20-30)	24 (20-28)	26 (22-32)	<.001
Body temperature (°C)	36.9 (36.4-37.7)	36.9 (36.5-37.7)	36.9 (36.4-37.8)	.778
Mental status				
Alert	1876 (64.4)	1204 (73.0)	672 (53.1)	<.001
Verbal response	145 (5.0)	71 (4.3)	74 (5.8)	.070
Pain response	413 (14.2)	204 (12.4)	209 (16.5)	.002
Unresponsive	481 (16.5)	170 (10.3)	311 (24.6)	<.001
SpO ₂ (%)	95 (90-98)	95 (91-98)	93 (88-97)	<.001
FiO ₂ (%)	37 (21-50)	29 (21-45)	45 (25-61)	<.001
SpO ₂ /FiO ₂ ratio	248 (180-396)	294 (196-438)	184 (139-357)	<.001
SpO ₂ /FiO ₂ score	2 (0-3)	0 (0-2)	2 (1-3)	<.001
MEWS	5 (3-6)	4 (3-5)	6 (4-7)	<.001
SOFA	5 (3-8)	4 (3-7)	6 (4-9)	<.001

MET=medical emergency team, IQR=interquartile range, SOFA=sequential organ failure assessment. Data are expressed as median with interquartile range or number (percentage).

3. 연구 결과

3.1 일반적 특성

본 연구기간 동안 총 3,128명의 병동악화 환자가 신속대응팀에 의뢰되었다. 이중 신속대응팀 의뢰 된 후 심폐소생술 포기에 동의한 환자 63명, 심정지로 신속대응팀에 의뢰된 환자 82명, 단순 교육 및 처치 목적으로만 신속대응팀에 의뢰된 68명, 총 213명이 탈락되어 최종 2915명의 환자가 본 연구에 포함되었다. 연구에 포함된 대상자는 신속대응팀 중재 이후 결과에 따라 일반병동군과 중환자실군으로 분류하였으며 일반병동군은 1649명(56.6%), 중환자실군은 1266명(43.4%)이었다. 대상자의 일반적 특성에 대한 결과는 Table 2와 같다. 일반병동군과 중환자실군의 일반적 특성은 성별($p=.036$), 입원 시 진단명에서 고형암($p<.001$)과 혈액암($p<.001$), 악화 원인 중 호흡문제($p=.003$)와 패혈증/패혈성 쇼크($p<.001$), 신속대응팀 의뢰 시점에서 측정된 활력징후 중 심박동수($p<.001$), 호흡수($p<.001$), 의식수준($p<.001$), 산소포화도($p<.001$) 및 흡입산소농도($p<.001$), 점수체계에서는 SF score, MEWS 및 SOFA score가 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 대상자의 성별은 여성인 경우보다 남성인 경우, 입원 시 혈액암을 진단받은 경우, 악화 원인이 호흡문제인 경우 일반병동군에 비해 중환자실 군에서 유의하게 많은 것으로 나타났다. 반면 입원 시 고형암을 진단받은 경우와 악화 원인이 패혈증/패혈성 쇼크인 경우는 일반병동군에서 유의하게 많았다. 신속대응팀 의뢰 시 측정된 활력징후 중 심박동수, 호흡수는 중환자실 군에서 유의하게 높았다. 의식수준은 명료함은 일반병동군에서 유의하게 많았고, 통증반응 및 무반응은 중환자실군에서 유의하게 많은 것으로 나타났다. 또한 산소 흡입농도 및 SF score, MEWS 및 SOFA 점수 또한 중환자실 군에서 높은 것으로 나타났고 SpO2와 SF ratio는 일반병동군과 비교하여 중환자실군에서 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

3.2 중환자실 전동에 대한 위험요인

중환자실 전동의 위험요인을 확인하기 위해 단변량 로지스틱 회귀분석을 시행한 결과 통계적으로 유의한 변수를 대상으로 다변량 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 최종적으로 형성된 회귀모형의 Nagelkerke $R^2=.421$ 이었고, 분류정확도는 83.7%이었다. 다변량 로지스틱 회귀분석 결과 입원 시 고형암을 진단받은 경우 중환자실 전동

위험은 0.39배(95% CI 0.32-0.47) 감소하고 반면 악화 원인이 호흡문제인 경우는 1.51배(95%CI 1.17-1.95), MEWS와 SF score가 높은 경우는 각각 1.22배(95% CI 1.17-1.28)와 2.41배(95%CI 2.23-2.60) 중환자실 전동 위험이 증가하는 것으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Univariate and Multivariate Logistic Regression Analyses for Intensive Care Unit Admission

Variables	Univariate		Multivariate*	
	OR (95% CI)	<i>p</i>	OR (95% CI)	<i>p</i>
Age	1.00 (0.99-1.00)	0.108	1.00 (0.99-1.00)	.105
Male (ref: female)	1.18 (1.01-1.37)	0.032	1.14 (0.94-1.38)	.177
Solid tumor	0.46 (0.39-0.53)	<0.001	0.39 (0.32-0.47)	<.001
Hematological malignancies	1.58 (1.27-1.96)	<0.001	1.18 (0.88-1.59)	.261
Respiratory cause	1.26 (1.08-1.46)	0.003	1.51 (1.17-1.95)	<.001
Sepsis/septic shock	0.73 (0.61-0.88)	0.001	0.91 (0.68-1.22)	.522
MEWS	1.44 (1.38-1.50)	<0.001	1.22 (1.17-1.28)	<.001
SF score	2.50 (2.34-2.67)	<0.001	2.41 (2.23-2.60)	<.001

OR=odds ratio, 95% CI= 95% confident interval, MEWS=modified early warning score, SF score=SpO2/FiO2 score
*Multivariate=Hosmer and lemeshow test $p=.035$, Nagelkerke $R^2=.421$

3.3 SF score의 중환자실 전동예측 능력

SF score의 중환자실 전동 예측 능력에 대해 ROC curve를 이용하여 AUC를 분석한 결과 SF score AUC (0.78, 95% CI 0.77-0.80)가 MEWS AUC (0.70, 95% CI 0.68-0.72)보다 높은 것으로 나타났다. 또한 MEWS_SF score AUC 는 0.81 (95% CI 0.79-0.82)로 SF score를 단독으로 사용하는 것보다 MEWS와 SF score가 결합한 경우 중환자실 전동 예측에 대한 설명력이 가장 높은 것으로 나타났다(Figure 1).

4. 논의

본 연구에서 일반병동 악화 환자에서 중환자실 전동 위험요인은 악화 원인이 호흡문제인 경우, MEWS와 SF score가 높은 경우로 나타났다.

SF score은 중환자실 전동 예측도구로서, 중환자실

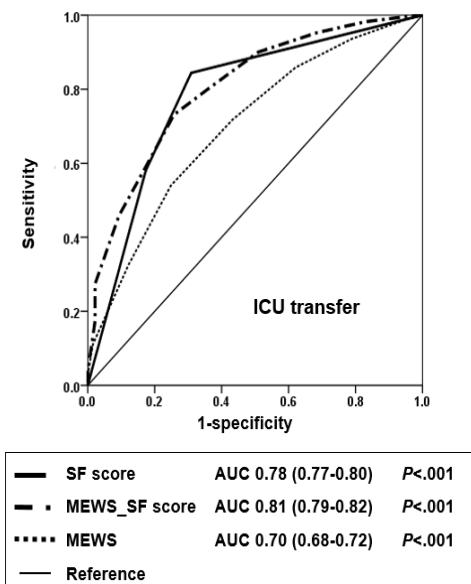


Fig. 1. Receiver operator characteristic curve for ability to predict ICU transfer.

ICU=intensive care unit, SF score=SpO₂/FiO₂ score, MEWS=modified early warning score, AUC=area under curve

전동에 대한 예측력은 MEWS보다 우수하고 MEWS와 SF score를 결합한 점수를 사용할 경우 중환자실 전동 예측에 대한 설명력이 가장 높은 것으로 나타났다.

여러 선행연구에서 악화 환자의 조기 인지 및 적절한 중재는 환자의 예후를 향상시킨다고 하였다[1, 18, 19], 환자에게 집중치료가 필요한지 여부에 대한 결정은 환자의 예후를 향상시키기 위해서는 매우 중요하나, 특히 사용 가능한 ICU 자원이 제한적일 때는 ICU 전동 여부를 결정하기에는 어려움이 있다[3].

본 연구에서 중환자실 전동 위험요인은 악화 원인이 호흡 문제인 경우, MEWS와 SF score이었다. 선행연구에서 일반병동에서 중환자실로 전동 된 환자들의 위험요인은 증가된 수축기압, 호흡수와 심박동수, 감소 된 의식 수준, 산소 포화도 및 동맥혈 산소분압/투여산소분획비 (PaO₂/FiO₂, PF ratio) 이었다[2, 12, 20]. 또한 MEWS는 중환자실 전동 위험인자로서[6, 7, 12], Lee 등 [21]의 체계적 문헌고찰에 따르면 MEWS가 간호사의 간호수행 능력과 비계획적 중환자실 입실 및 병원 내 사망 등과 같은 치명적 사건을 예방한다고 하였다. 이는 중환자실 전동 위험요인으로 MEWS를 제시한 본 연구와 일치하는 결과이다. MEWS는 수축기압, 호흡수, 심박동수, 의식수준을 토대로 만들어진 도구로[6] 선행연구에서 제시한 중환자실 전동 위험요인 인 활력징후를 다 포함하

고 있다. 따라서 본 연구는 다변량 로지스틱 분석 결과를 통해 중환자실 전동 위험을 분석하였기에 다중 공선성의 문제로 인한 결과 편향을 최소화 하기 위해 MEWS에 포함된 활력징후를 분석에서 제외하여 본 연구결과로 제시하지 않았다. 본 연구에서 SF score는 중환자실 위험요인으로 제시하였다. 이는 선행연구에서 제시하지 않은 결과이다. SF score는 비침습적인 방법인 맥박산소계측기를 사용하여 산소포화도를 측정하고 이를 투여산소량으로 나눈 값[22]을 통하여 점수화 한 도구이다[15]. 여러 선행연구에서 SF ratio가 PF ratio를 대체할 수 있다고 보고하였다[14, 15, 22, 23]. 선행연구에서 제시한 중환자실 전동 위험요인 중 PF ratio [12]는 산소분압 값을 산출하기 위해서는 동맥혈 가스분석이 필요하다. 이와 같은 혈액검사는 결과가 나오기까지 시간이 경과해야 하므로 중환자실 전동이 필요한 병동 악화환자에게 일반적으로 사용하는 데 제한이 있다[12, 15]. 반면에 SF score는 간호사가 산소포화도 측정을 통해 즉각적으로 산출할 수 있기 때문에 병동 악화 환자의 위험인자로서 활용도가 높을 것으로 사료된다. Odell 등[19]의 체계적 문헌고찰에 따르면 악화 환자의 예후를 향상시키는 데 있어 병동 간호사의 역할은 중요하다고 하였다. 국외의 많은 병원에서는 악화 환자를 조기에 인지할 수 있는 도구로 MEWS를 사용하고, 각 점수 레벨에 따라 action plan을 정해 특정 점수에 도달하여 신속대응팀을 호출하는 시스템을 가지고 있다. 그러나 병동 간호사들은 MEWS에서 신속대응팀에 호출해야 할 기준점에 도달했음에도 불구하고 신속대응팀을 호출하지 않는 경우가 많다고 하였다. 이는 만성폐쇄성 폐질환과 같은 만성 호흡기계 문제를 가진 환자의 경우로[19], 산소요구량을 포함한 SF score는 저산소증의 예측 도구로서 특히 악화 환자 중 호흡문제를 가진 환자에게 유용하게 사용할 수 있을 것이다.

여러 선행연구에서 병동 악화 환자가 치명적 사건이 발생하기 이전 활력징후의 변화가 나타난다고 하였다 [12, 20, 24]. 그러나 일반병동에서의 악화 증상 및 증후가 나타나더라도 지속적인 모니터 시스템의 부재, 의료진의 경험부족이나 판단오류, 의사소통 장애 등과 같은 구조실패의 문제로 악화 상태에 대한 조기 인지 및 적절한 중재가 이루어 않아 수술장과 응급실의 악화 환자와 비교하여 중증도가 높아진 상황에서 중환자로 전동 되는 경우가 많고 높은 사망률을 보인다[12, 25, 26]. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 국외에서는 일반병동에서 악화 환자의 조기인지 및 중재를 위한 도구로서 활력징후를 포함한 조기경고점수를 악화 환자의 조기발견 및 예

후예측 도구로 널리 사용하고 있다[5, 8]. 조기경고점수의 환자 예후 예측력을 높이기 위해 많은 연구에서 기존의 EWS에 새로운 변수를 추가한 MEWS를 개발하였다[11, 27, 28]. Yoo 등[11]은 악화를 보여 신속대응팀에 의뢰된 패혈성 쇼크 환자의 중환자실 전동에 대한 MEWS의 예측력을 높이기 위하여 유산(동맥혈)을 결합하였고, Nickel 등[27]은 기존의 MEWS에 D-dimer를 추가하여 환자 예후에 대한 예측력을 향상시켰다. 본 연구에서 악화를 보여 신속대응팀에 의뢰된 병동 악화 환자의 약 60%가 호흡 문제가 원인 이었으며 이는 악화를 보여 신속대응팀에 의뢰된 병동환자 중 대부분의 환자가 호흡 문제가 원인이라고 보고한 선행연구와 일치하는 결과이다[3, 12]. Viglino 등[13]은 호흡문제를 가진 환자에서 저산소증은 악화 환자를 예측할 수 있는 인자로서 산소요구량을 고려하지 않고 단독으로 제공된 SpO₂ 또는 PaO₂는 호흡 문제를 가진 환자의 질병 중증도를 평가하는데 유용하지 않다고 보고하였다. 그러나 대부분의 조기경고점수는 산소 유량 또는 FIO₂를 고려하지 않고 단지 SpO₂를 포함하였다[13]. 따라서 기존의 활력징후를 기반으로 한 MEWS [6]로 환자의 악화 상태 및 예후를 예측하는데에는 제한점이 있다. 따라서 본 연구에서는 병동 악화 환자의 중환자실 전동에 대한 SF score의 예측력을 확인하고, MEWS와 결합한 SF score간의 비교를 한 결과 SF score는 MEWS 보다는 중환자실 예측력이 높았으나, SF score를 단독으로 사용하는 것보다 MEWS와 SF score를 결합한 경우 중환자실 전동 예측력이 향상됨을 보고하였다. 이는 본 연구에서 호흡기 문제를 가진 환자가 약 60%를 차지하므로 SF score가 MEWS 보다 중환자실 전동 예측력이 높은 것으로 사료된다. 본 연구결과 SF score를 단독으로 사용하는 것보다 MEWS와 결합하여 사용한 경우 중환자실 전동 예측력이 향상됨을 보고하였다. 이는 선행연구와 일치하는 결과로서[15], 본 연구에서 병동 급성 악화 환자 중 악화 원인이 호흡인 경우를 제외한 30% 환자와 또한 악화 원인이 호흡문제가 하더라도 비정상적인 활력징후가 동반되는 경우가 많기 때문에 MEWS와 결합한 SF score가 중환자실 예측 도구로 설명력이 높은 것으로 사료된다. 그러므로 향후 일반병동 환자의 악화 상태를 확인하는데 EWS와 결합한 SF score가 유용하게 사용될 수 있을 것이라고 사료된다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 단일 기관에서 이루어진 연구로 본 연구 결과의 보편성을 획득하기 위해서는 다 기관에서의 연구가 필요할 것으로

사료된다. 또한 ICU 전동은 ICU 병상 점유율에 의해 영향을 받을 수 있기 때문에 추후 연구 시 ICU 병상 점유율을 고려한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 둘째, 본 연구에서 사용한 SF score는 SF ratio를 기반으로 만들어진 도구로서 실제 SF ratio와 추정 SF ratio간의 차이가 있을 수 있다. 본 연구에서는 O₂ 공급량을 기준으로 FiO₂를 계산하였다. 실제로 FiO₂는 산소 유속뿐만 아니라 호흡률, 일회 호흡량, 산소를 전달하는 장치 및 산소 누출과 같은 여러 요인에 따라 달라진다[15, 29]. 본 연구의 대상자는 인공 호흡기를 사용하지 않는 악화된 병동 환자로 구성되었기 때문에 대상자가 high flow nasal cannula와 같이 정확한 FiO₂를 산출할 수 있는 경우를 제외하고는 정확한 FiO₂를 측정할 수 없다(예: 비강 캐놀라, 단순 마스크, 부분 재호흡 마스크 등). 그러나 선행연구[15]에서 이러한 문제점을 최소화하기 위하여 SF score 도구를 개발한 후 전향적으로 타당성 검증을 시행한 결과 SF score가 중환자실 전동을 예측하는 도구로서의 타당성임을 입증하였다. 다만 선행연구는 악화를 보인 혈액중양 환자를 대상으로 하였으므로 추후 일반병동 악화환자 전체를 대상으로 한 반복적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

5. 결론 및 제언

본 연구결과 일반병동 급성 악화환자의 중환자실 전동 위험요인은 악화원인이 호흡문제인 경우와 높은 MEWS와 SF score이었고, SF score는 일반병동 악화 환자의 중환자실 전동 예측도구로 유용하며, SF score를 단독으로 사용하는 것보다 MEWS와 결합한 SF score가 중환자실 전동 예측력이 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구결과는 병동 악화환자의 중환자실 전동에 영향을 미치는 요인을 분석하고 SF score와 MEWS_SF score의 유용성을 입증함으로써 향후 병동악화 환자의 간호중재 및 관리에 기초자료를 제공한다는 점에서 의의가 있겠다.

본 연구결과를 통해 다음과 같이 제언하고자 한다. 첫째, 일반병동 악화 환자를 대상으로 SF score와 MEWS_SF score의 예후 예측에 대한 효과 검증을 위한 전향적 연구를 제언한다. 둘째, 다기관에서의 반복적인 연구를 제언한다.

REFERENCES

- [1] M. A. DeVita et al. (2004). Use of medical emergency team responses to reduce hospital cardiopulmonary arrests. *Quality & safety in health care*, 13(4), 251–254. DOI: 10.1136/qshc.2003.006585
- [2] J. R. Lee & H. R. Choi. (2014). Validation of a Modified Early Warning Score to Predict ICU Transfer for Patients with Severe Sepsis or Septic Shock on General Wards. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 44(2), 219–227. DOI: 10.4040/jkan.2014.44.2.219
- [3] J. W. Huh et al. (2014). Activation of a medical emergency team using an electronic medical recording-based screening system. *Critical care medicine*, 42(4), 801–808. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000031
- [4] R. Morgan, F. Williams & M. Wright. (1997). An early warning scoring system for detecting developing critical illness. *Clin Intensive Care*, 8(2), 100.
- [5] G. B. Smith, D. R. Prytherch, P. E. Schmidt & P. I. Featherstone. (2007). Review and performance evaluation of aggregate weighted 'track and trigger' systems. *Resuscitation*, 77(2), 170–179. DOI:10.1016/j.resuscitation.2007.12.004
- [6] C. P. Subbe, M. Kruger, P. Rutherford & L. Gemmel. (2001). Validation of a modified early warning score in medical admissions. *QJM : monthly journal of the Association of Physicians*, 94(10), 521–526. DOI: 10.1093/qjmed/94.10.521
- [7] S. Gerry et al. (2020). Early warning scores for detecting deterioration in adult hospital patients: systematic review and critical appraisal of methodology. *British medical journal*, 369, m1501–m1501. DOI: 10.1136/bmj.m1501
- [8] M. B. Smith et al. (2014). Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: a systematic review. *Annals of the American Thoracic Society*, 11(9), 1454–1465. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201403–1020C
- [9] N. Alam 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. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.01.013
- [10] S. Forster, G. Housley, T. M. McKeever & D. E. Shaw. (2018). Investigating the discriminative value of Early Warning Scores in patients with respiratory disease using a retrospective cohort analysis of admissions to Nottingham University Hospitals Trust over a 2-year period. *British medical journal open*, 8(7), e020269–e020269. DOI: 10.1136/bmjopen-2017–020269
- [11] J. W. Yoo et al. (2015). A combination of early warning score and lactate to predict intensive care unit transfer of inpatients with severe sepsis/septic shock. *The Korean journal of internal medicine*, 30(4), 471–477. DOI: 10.3904/kjim.2015.30.4.471
- [12] J. R. Lee & H. R. Choi. (2014). Analysis of risk factors to predict intensive care unit transfer in medical in-patients. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 16(4), 259–266. DOI: 10.7586/jkbns.2014.16.4.259
- [13] D. Viglino, E. L'her, F. Maltais, M. Maignan, & F. Lellouche. (2020). Evaluation of a new respiratory monitoring tool "Early Warning ScoreO2" for patients admitted at the emergency department with dyspnea. *Resuscitation*, 148, 59–65. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2020.01.004
- [14] W. G. Kwack et al. (2018). Evaluation of the SpO2/FiO2 ratio as a predictor of intensive care unit transfers in respiratory ward patients for whom the rapid response system has been activated. *PloS one*, 13(7), e0201632–e0201632. DOI: 10.1371/journal.pone.0201632
- [15] J. R. Lee et al. (2020). Derivation and validation of modified early warning score plus SpO2/FiO2 score for predicting acute deterioration of patients with hematological malignancies. *The Korean journal of internal medicine*, 35(6), 1477–1488. DOI: 10.3904/kjim.2018.438
- [16] P. Catoire et al. (2021). Assessment of the SpO2/FiO2 ratio as a tool for hypoxemia screening in the emergency department. *The American journal of emergency medicine*, 44, 116–120. DOI: 10.1016/j.ajem.2021.01.092
- [17] J. A. Hanley & B. J. McNeil. (1982). The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143(1), 29–36. DOI: 10.1148/radiology.143.1.7063747
- [18] B. H. Cuthbertson, M. Boroujerdi, L. McKie, L. Aucott & G. Prescott. (2007). Can physiological variables and early warning scoring systems allow early recognition of the deteriorating surgical patient? *Critical care medicine*, 35(2), 402–409. DOI: 10.1097/01.CCM.0000254826.10520.87
- [19] M. Odell, C. Victor & Oliver, D. (2009). Nurses' role in detecting deterioration in ward patients: systematic literature review. *Journal of advanced nursing*, 65(10), 1992–2006. DOI: 10.1111/j.1365–2648.2009.05109.x
- [20] K. M. Hillman et al. (2002). Duration of life-threatening antecedents prior to intensive care admission. *Intensive care medicine*, 28(11), 1629–1634. DOI: 10.1007/s00134–002–1496–y
- [21] J. R. Lee, E. M. Kim, S. A. Kim & E. G. Oh. (2020). A Systematic Review of Early Warning Systems' Effects on Nurses' Clinical Performance and Adverse Events Among Deteriorating Ward Patients. *Journal of patient safety*, 16(3), E104–E113. DOI: 10.1097/PTS.0000000000000492

- [22] T. W. Rice et al. (2007). Comparison of the Spo2/Fio2 Ratio and the Pao2/Fio2 Ratio in Patients With Acute Lung Injury or ARDS. *Chest*, 132(2), 410-417. DOI: 10.1378/chest.07-0617
- [23] N. Bilan, A. Dastranji & A. B. Ghalehgalab (2015). Comparison of the spo2/fio2 ratio and the pao2/fio2 ratio in patients with acute lung injury or acute respiratory distress syndrome. *Journal of cardiovascular and thoracic research*, 7(1), 28-31. DOI: 10.15171/jcvtr.2014.06
- [24] R. M. H. Schein, N. Hazday, M. Pena, B. H. Ruben & C. L. Sprung. (1990). Clinical Antecedents to In-Hospital Cardiopulmonary Arrest. *Chest*, 98(6), 1388-1392. DOI: 10.1378/chest.98.6.1388
- [25] N. W. Loftus & D. Smith. (2019). Investigating ward nurses' responses to deteriorating patients. *Nursing standard*, 34(3), 76-82. DOI: 10.7748/ns.2019.e11020
- [26] C. Franklin & J. Mathew (1994). Developing strategies to prevent in-hospital cardiac arrest: Analyzing responses of physicians and nurses in the hours before the event. *Critical care medicine*, 22(2), 244-247. DOI: 10.1097/00003246-199402000-00014
- [27] C. H. Nickel, J. Kellett, T. Cooksley, R. Bingisser, D. P. Henriksen & M. Brabrand. (2016). Combined use of the National Early Warning Score and D-dimer levels to predict 30-day and 365-day mortality in medical patients. *Resuscitation*, 106, 49-52. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2016.06.012
- [28] W. Y. Kim et al. (2017). A risk scoring model based on vital signs and laboratory data predicting transfer to the intensive care unit of patients admitted to gastroenterology wards. *Journal of critical care*, 40, 213-217. DOI: 10.1016/j.jcrc.2017.04.024
- [29] J. M. Palmisano, F. W. Moler, C. Galura, M. Gordon & J. R. Custer. (1993). Influence of tidal volume, respiratory rate, and supplemental oxygen flow on delivered oxygen fraction using a mouth to mask ventilation device. *The Journal of emergency medicine*, 11(6), 685-689. DOI: 10.1016/0736-4679(93)90627-J

이 주 리(Ju-Ry Lee)

【장학】



- 2009년 10월 ~ 2019년 8월 : 서울아산병원 신속대응팀 전문간호사
- 2019년 2월 : 연세대학교 간호대학(간호학 박사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 거제대학교 간호학과 조교수
- 관심분야 : 중환자, 응급, 시뮬레이션

· E-Mail : PR20014@koje.ac.kr