



중환자실에서 사용되는 의료장비의 경보음 발생과 관리 현황

정유진¹ · 김현정²

¹한림대학교 춘천성심병원, ²한림대학교 간호학부 · 간호학연구소

Evaluation of Clinical Alarms and Alarm Management in Intensive Care Units

Jeong, Yu Jin¹ · Kim, Hyunjung²

¹Hallym University Chuncheon Sacred Heart Hospital, Chuncheon; ²Division of Nursing · Research Institute of Nursing Science, Hallym University, Chuncheon, Korea

Purpose: This study aimed to investigate the clinical alarm occurrence and management of nurses toward clinical alarms in the intensive care unit (ICU). **Methods:** This observational study was conducted with 40 patients and nurses cases in two ICUs of a university hospital. This study divided 24 hours into the unit of an hour and conducted two times of direct observation per unit hour for 48 hours targeting the medical devices applied to 40 patients. Data were analyzed using IBM SPSS Statistics 23. **Results:** On average, 3.8 units of medical devices were applied for each patient and the ranges of alarm settings were wide. During 48 hours, 184 cases of clinical alarm were occurred by four types of medical devices including physiological monitors, mechanical ventilators, infusion pumps, and continuous renal replacement therapy. Among them, false alarm was 110 cases (59.8%). As for the alarm management by ICU nurses, two-minute alarm mute took up most at 38.0% (70 cases), and no response was second most at 32.6% (60 cases). When valid alarm sounded, nurses showed no response at 43.2%. **Conclusion:** The findings suggest that a standard protocol for alarm management should be developed for Korean ICU settings. Based on the protocol, continuous training and education should be provided to nurses for appropriate alarm management.

Key Words: Clinical alarm; Intensive care unit; Medical device; Observation

국문주요어: 경보음, 중환자실, 의료장비, 관찰

서론

1. 연구의 필요성

병원은 환자에게 적절한 치료를 제공하기 위해 경보장치를 사용하여 경보음 관리는 중요한 환자 안전 문제이며 목표이다[1]. 병원의

소음 수준은 수십 년간 상승해 왔으며 세계보건기구가 정한 소음의 지침 수치보다 훨씬 높다[2]. 병원 내에서 중환자실은 급성기 환자의 생명을 유지하고 주요 장기의 손상을 최소화하기 위해 24시간 집중치료가 시행되는 곳으로 일반 병실에 비해 폐쇄된 공간에서 각종 의료장비를 많이 사용하고 있다. 이러한 의료장비에서 발생하는

Corresponding author: Kim, Hyunjung

Division of Nursing, Hallym University, 1 Hallymdaehak-gil, Chuncheon 24252, Korea

Tel: +82-33-248-2712 Fax: +82-33-248-2734 E-mail: hjkim97@hallym.ac.kr

* 본 논문은 제1저자의 석사학위논문 일부 수정하여 작성한 것임.

* This article is based on a part of the first author's master thesis.

Received: September 14, 2018 Revised: October 29, 2018 Accepted: November 13, 2018

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

경보음은 2014년 응급치료 연구기관의 보고서에서 가장 위험한 보건 의료 기술 위험요소로 선정되었으며[3], the Joint Commission은 2009년 6월부터 2012년 6월까지 98건의 경보음 관련 사건을 보고받았다[4].

중환자실에서는 환자마다 치료 과정에서 여러 기기를 사용하므로 중증 환자의 생리적 상태를 모니터링하는 것은 일반적이고 필수적인 매우 복잡한 작업이다[5]. 환자 모니터링 시스템은 중요하고 생명을 위협하는 조건을 지속적으로 신속하게 탐지하기 위해 사용되는데 음향 및 시각 신호를 사용하여 환자가 정상 상태에서 벗어나는 것을 의료진에게 알려준다[6]. 그러므로 많은 의료장비와 모니터링 시스템을 사용하는 중환자실에서는 높은 수준의 소음이 발생하고 있을지도 모른다.

간호사들은 여러 모니터링 기기를 관리하고 경보음에 반응하는 핵심인력으로서 의료장비 경보음에 의해 가장 직접적으로 영향을 받는 사람이다[7]. 단일 환자에게 적용된 여러 기기는 동일한 임상 상황에 대해 다양한 경보음을 생성할 수도 있으므로 간호사는 그들의 주의를 환기시키는 것 외에 명확한 의미가 없는 수많은 경보음과 마주치게 된다[8]. 정확한 생리학적 데이터의 위반 없이도 나타내는 경보음을 일컫는 위양성 경보음은 오랫동안 중환자 의학에 심각한 문제로 알려져 있는데 이는 아직도 미해결 상태로 남아 있다[6]. 간호사들은 경보음의 대부분이 거짓이거나 조치를 취하지 않아도 된다고 여기므로 경보음에 즉시 응답하지 않을 수도 있다. 또한 경보음이 너무 흔하게 발생하기 때문에 이러한 잦은 경보음과 부정확한 경보음 등으로 인해 경보음을 비활성화하거나, 경보음의 범위를 너무 넓게 설정함으로써 일부 중대하고 생명을 위협하는 상황에서 경보음이 감지되지 않고 울리지 않는 문제가 생길 수 있다[6]. 이로 인해 환자안전에 대한 위협이 제기되고 있으며 수많은 기관들은 환자 안전에 중대한 문제로 경보음의 위험을 인식하고 있다.

그러므로 위양성 경보음을 비롯하여 의료장비 경보음의 효과적인 관리는 잠재적으로 생길 수 있는 환자 안전측면의 문제를 줄일 수 있을 것이다. 경보음의 효과적인 사용은 임상 환경에서 중대한 도전 과제로서 국외에서는 이미 경보음 관리 프로토콜의 중요성을 제시하고 있다. Joint Commission [4]과 Graham과 Cvach [10]는 병원 상황에 맞게 경보음 관리 정책과 절차를 수립하고 프로토콜을 이행하도록 제안하고 있다.

최근 국내에서도 의료장비 경보음에 대한 연구가 시도되고 있다. Cho [11]의 연구에서 처음으로 국내의 중환자실 내 위양성 경보음과 그 실정을 보고하였으며, Park [12]은 반복 연구를 통해 국내 사정을 반영한 의료장비 경보음 관리 지침 개발이 필요하다고 하였다. Han [13]의 연구에서는 중환자실 간호사의 경보음 관리 수행에 영

향을 미치는 요인을 파악하였다. 최근 몇 년간 국내에서도 의료장비 경보음에 대한 연구가 나오고 있지만 아직 위양성 경보음에 대한 개념조차 생소한 단계이며, 설문조사를 통한 간호사들의 경보음 관리 수행에 대한 조사에 그치고 있다. 이에 본 연구는 각종 의료장비 많은 중환자실을 배경으로 위양성 경보음을 비롯한 의료장비 경보음 발생과 간호사들의 관리 현황을 관찰하여 파악함으로써 효과적인 경보음 관리를 증진시키기 위한 연구에 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 중환자실의 의료장비에서 발생하는 경보음과 이에 대한 관리 현황을 조사하기 위함이다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 중환자실에서 사용하는 의료장비의 경보음의 종류를 파악한다.
- 2) 중환자실 의료장비에서 발생하는 경보음의 정도와 빈도를 파악한다.
- 3) 의료장비 경보음의 종류에 따른 중환자실 간호사의 경보음 관리 수행을 파악한다.

3. 용어 정의

1) 타당한 경보음

(1) 이론적 정의

타당한 경보음은 환자의 상태 변화나 문제 상황에 대해 의료진에게 주의를 환기시켜 환자의 안전을 향상시키기 위한 것이다[14].

(2) 조작적 정의

정확한 생리학적 데이터(예, 빈맥, 서맥 같은 심박수의 실제 변화량)의 진정한 위반을 나타내는 경보음 등을 말한다[10].

2) 위양성 경보음

(1) 이론적 정의

환자의 상태 변화가 없는 상황에서 발생하는 경보음으로 임상적으로 즉각적인 중재가 필요하지 않는 경보음을 말한다[12].

(2) 조작적 정의

정확한 생리학적 데이터(예, 빈맥, 서맥 같은 심박수의 실제 변화량)의 진정한 위반 없이도 나타내는 경보음 등을 말한다[15]. 위양성 경보음 중 비기술적 문제의 위양성 경보음은 환자의 움직임 증가, 간호행위(흡인, 체위변경, 의식수준 확인 등) 및 시술 등의 치료 과정에서 맥박, 혈압, 산소포화도 및 기계환기기의 측정 오류가 발생하

여 유발되는 경보음, 심전도 측정 시 잡음을 위기 상황으로 인식하여 유발되는 경보음, 산소포화도 측정 시 환자의 말초 순환 장애로 정확도가 떨어져 유발되는 경보음 등을 말한다. 기술적 문제의 위양성 경보음은 전극 및 센서의 부착 불량으로 유발되는 경보음, 의료장비 자체의 문제 및 사용자의 의료장비 사용상의 문제로 유발되는 경보음 등을 말한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 중환자실 의료장비에서 발생하는 경보음의 현황과 중환자실 간호사의 의료장비 경보음 관리에 대한 수행 양상을 관찰한 조사연구이다.

2. 연구 대상

본 연구는 강원도 소재의 500병상 규모의 H대학병원의 2개 중환자실에 있는 전체 48개의 침상에 적용된 의료장비와 전체 51명의 간호사를 대상으로 하였다. 본 연구에서는 Baillargeon [16]의 연구와 같이 48시간을 1시간 단위로 나누어 각 시간마다 1개의 침상을 관찰하기 위하여 무작위로 매 시간 1개의 침상을 선정하였다. 전체 48개의 침상 중 8개의 침상이 중복 선정됨에 따라 총 40개의 침상과 해당 침상의 담당 간호사의 케이스가 본 연구의 분석에 포함되었다.

3. 연구 도구

1) 중환자실 의료장비 경보음의 종류

중환자실 의료장비 경보음의 종류는 Baillargeon [16]의 도구를 한글 번역하여 수정 보완한 Cho [11]의 조사표를 이용하여 H대학병원의 2개 중환자실의 부서별 장비 현황 리스트를 토대로 실제 사용 중인 의료장비의 종류 및 그에 따른 경보음을 조사하여 그 종류를 분류하여 기록하도록 하였다. 생리학적 모니터 경보음은 부정맥, 심박수, 호흡수, 산소포화도, 수축기 혈압, 동맥압, 중심 정맥압, 호기 말 이산화탄소 분압, 전극 부착 불량, 센서 측정 오류로 분류하였고 수액 주입펌프 경보음은 전원 부족, 막힘, 실행 완료, 공기 감지로 분류하였다. 기계환기 경보음은 기계 분리, 분당 호흡량, 호흡수, 무호흡, 기타로 분류하였다. 지속적 신체체 요법 장치 경보음은 배액 백, 유속, 주사기, 필터 응고로 분류하였다.

2) 중환자실 의료장비 경보음 현황

의료장비에서 발생하는 경보음의 현황은 Baillargeon [16]의 도구를 한글 번역하여 수정 보완한 Cho [11]의 도구를 보완하여 사용하

였다. 본 도구는 환자에게 적용 중인 생리학적 모니터와 기계환기기의 경보음 설정 실태, 의료장비에서 유발되는 경보음 발생 장비의 종류, 경보음 분류, 경보음 정도, 발생 사유, 경보음 수를 포함하였다. 경보음의 분류는 Baillargeon [16]의 분류 방법을 토대로 타당한 경보음, 위양성 경보음으로 크게 구분하였고, 위양성 경보음은 다시 비기술적 위양성 경보음, 기술적 위양성 경보음으로 분류하였다[10,17].

3) 중환자실 간호사의 경보음 관리

의료장비에서의 경보음 발생 시마다 담당 간호사의 관리 양상을 기록하도록 구조화된 조사지를 개발하였다. 본 기록지는 경보음의 원인 해결, 경보음의 2분간 음소거, 경보음의 비활성화, 경보음 설정의 변경 및 무반응을 포함하였다.

4. 자료 수집

자료 수집은 본 연구 대상 병원의 연구 승인을 받은 후 해당 중환자실 수간호사에게 협조를 요청하여 2017년 10월 2일부터 31일까지 진행되었다. 직접 관찰을 통해 중환자실 의료장비 경보음의 종류, 생리학적 모니터와 기계환기기의 경보음 설정 실태, 경보음 발생 장비, 경보음 분류, 경보음 정도, 경보음 발생 사유, 의료장비에서 유발되는 경보음 수, 경보음에 대한 간호사의 경보음 관리를 조사지에 기입하였다.

먼저 관찰 시간을 특정하였는데 관찰시간에 따른 영향을 배제하기 위해 모든 시간대를 균등 배분하고, 선행연구[17]를 참고하여 한번 관찰 시 한 시간 동안 관찰하였다. 따라서 24시간을 1시간 단위로 나누고 각 시간마다 2번씩 중복 관찰을 계획하여 총 48시간을 관찰 시간으로 선정하였다. 응급중환자실 침상 28개를 숫자 1-28로 지정, 내·외과계 중환자실 침상 20개를 숫자 29-48로 지정한 후 엑셀 RANDBETWEEN 함수를 통해 각 시간마다 무작위 배정된 침상의 환자에게 적용된 의료장비 경보음 전체를 조사하는 방식을 48회 반복하여 진행하였으며, 중복건수 8건을 포함한 응급중환자실 24침상, 내외과계 중환자실 16침상의 총 40침상을 대상으로 조사하였다.

직접 관찰 방법으로는 먼저 생리학적 모니터, 기계환기기 경보음 설정 범위를 기입한 후 시스템 설정값과 같은지 확인하여 다른 경우 한 시간 관찰이 종료된 후 경보음 설정을 사용자가 직접 하였는지 전 근무자가 설정한 값을 그대로 사용하였는지 확인하였다. 경보음은 관찰자가 모니터 경보음이 울릴 때마다 장비 명칭, 경보음 분류, 경보음 사유, 간호사 경보음 관리, 경보음 정도를 조사표에 바로 기입하는 방식으로 조사하였다. 경보음 정도는 노동부 고시 2013-39호 제27조에 따라 개인 시료 채취 방법으로 작업환경측정 소음측정기(GM-1351, BENETECH, Shenzhen, China)의 센서 부분을 주 작

업 근로자의 귀 위치(귀 중심으로 반경 30 cm 반구)에 장착한다는 기준에 근거하여 경보음 기기로부터 30 cm 거리에서 측정하여야 하나 침대 넓이가 92 cm인 것과 간호사의 활동 범위를 고려하여 50 cm 로 기준을 정하여 측정하였다.

5. 자료 분석

수집된 자료는 SPSS Win 21.0을 이용하여 분석하였다.

- 1) 의료장비를 가진 중환자의 일반적 특성 및 의료장비 특성은 실수와 백분율을 이용하여 분석하였다.
- 2) 중환자실 생리학적 모니터 경보음 설정 실태는 최소값, 최대값, 평균값을 분석하였다.
- 3) 경보음의 종류에 따른 경보음 정도는 평균값으로 분석하였다.
- 4) 경보음 발생 빈도, 위양성 경보음의 비율, 간호사의 경보음 관리 실패는 실수와 백분율을 이용하여 분석하였다.
- 5) 타당한 경보음, 위양성 경보음에 따른 간호사들의 관리 수행에 대한 차이는 카이제곱검정으로 분석하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구는 해당 대학병원의 임상 연구심의 위원회 승인 후(승인 번호: 2017-58), 간호부의 승인과 본 연구에 사용된 측정도구들의 원저자의 사용 승인을 거쳐 진행되었다. 자료 수집에 앞서 중환자실 간호사들에게 본 연구의 목적과 자료의 익명성, 비밀 보장 등에 대해 설명하고 자필로 연구동의서에 서명하도록 함으로써 자발적으로 연구에 참여함을 확인하였다.

연구 결과

1. 의료장비 경보음 발생 중환자의 일반적 특성 및 경보음 특성

총 40침상 중 응급 중환자실은 24침상, 내·외과계 중환자실은 16 침상이었다. 환자들의 의식 수준은 40침상 중 기면 환자가 12명(30.0%)으로 가장 많은 비중을 차지하였다(Table 1). 생리학적 모니터의 경보음 설정은 전 근무 담당 간호사가 설정해 놓은 설정을 그대로 사용하는 경우는 33건(82.5%)으로 가장 많은 비중을 차지하였으

Table 1. General Characteristics of Patients and Clinical Alarms

(N=40)

Characteristics	Categories	n (%)	Mean ± SD	
Department	Emergency ICU	24 (60.0)		
	Medical-surgical ICU	16 (40.0)		
Consciousness level	Alert	8 (20.0)		
	Lethargy	12 (30.0)		
	Stupor	9 (22.5)		
	Semi coma	8 (20.0)		
	Coma	1 (2.5)		
	Sedative	2 (5.0)		
Principal for alarm setting	System auto setting	3 (7.5)		
	Nurse in charge now	4 (10.0)		
	Nurse of previous shift	33 (82.5)		
Number of medical devices for each patient			3.80 ± 2.80	
Level of physiological monitor (dB)			58.75 ± 4.47	
Level of mechanical ventilation (dB)			60.78 ± 4.60	
Level of infusion pump (dB)			56.54 ± 4.42	
Level of CRRT (dB)			60.29 ± 4.31	
Range of alarm setting	Limit	Min	Max	Mean ± SD
	Upper heart rate (rates/min)	120	185	126.42 ± 19.41
	Lower heart rate (rates/min)	40	90	50.54 ± 6.69
	Upper respiration rate (rates/min)	30	40	31.44 ± 3.21
	Lower respiration rate (rates/min)	2	8	7.71 ± 1.19
	Upper systolic pressure (mmHg)	160	195	163.00 ± 7.41
	Lower systolic pressure (mmHg)	30	130	88.81 ± 14.52
	Upper arterial pressure (mmHg)	160	180	164.31 ± 7.62
	Lower arterial pressure (mmHg)	45	135	90.00 ± 17.68
	Upper saturation (%)	100	100	100.00 ± 0.02
	Lower saturation (%)	87	90	89.84 ± 0.63
	Upper central venous pressure (mmHg)	10	30	13.13 ± 0.01
	Upper ETCO ₂ (mmHg)	50	50	50.00 ± 0.02
	Lower ETCO ₂ (mmHg)	30	30	30.00 ± 0.02

SD = Standard deviation; ICU = Intensive care unit; CRRT = Continuous renal replacement therapy; ETCO₂ = End tidal CO₂.

Table 2. Frequency of Clinical Alarms and False Alarms

(N = 184)

		Physiological monitor	Mechanical ventilator	Infusion pump	CRRT	Total
		n (%)				
Valid alarm		65 (45.1)	3 (10.7)	2 (28.6)	4 (80.0)	74 (40.2)
False alarm	Technical	16 (11.1)	0 (0.0)	5 (71.4)	0 (0.0)	21 (11.4)
	Non-technical	63 (43.8)	25 (89.3)	0 (0.0)	1 (20.0)	89 (48.4)
Total		144 (78.3)	28 (15.2)	7 (3.8)	5 (2.7)	184 (100.0)

CRRT = Continuous renal replacement therapy.

Table 3. Management of Clinical Alarms by Critical Care Nurses

(N = 184)

	Solve the problem	Alarm mute for 2 minutes	Deactivate the alarm	Change the alarm limit	No response	χ^2	p
	n (%)						
Valid alarm	20 (27.0)	18 (24.3)	1 (1.4)	3 (4.1)	32 (43.2)	15.36	.004
False alarm	27 (24.5)	52 (47.3)	3 (2.7)	0 (0.0)	28 (25.5)		
Total	47 (25.5)	70 (38.0)	4 (2.2)	3 (1.6)	60 (32.6)		

며, 담당 간호사가 직접 경보음 범위를 설정하는 경우는 4건(10.0%)이었다. 중환자 1명 당 평균 3.80 ± 2.80 대의 의료장비를 사용하고 있었다. 각 환자의 침상마다 설치된 생리학적 모니터에 설정된 경보음 정도는 58.75 ± 4.47 dB이었고 기계환기기 경보음 정도는 60.78 ± 4.60 dB, 수액 펌프 경보음 정도 56.54 ± 4.42 dB, 지속적 신대체 요법 장치 경보음 정도 60.29 ± 4.31 dB이었다. 모니터 경보음 설정 상한 범위는 Table 1과 같다.

2. 경보음 발생 빈도 및 위양성 경보음 비율

경보음을 유발한 장비는 생리학적 모니터, 기계환기기, 수액 주입 펌프, 지속적 신대체 요법 장치로 4가지 의료장비였다. 2개 중환자실 입원 환자 중 무작위 배분된 중환자 1명 당 1시간씩 총 48시간 동안 관찰한 결과 총 184건의 경보음이 울렸고, 이 중에서 타당한 경보음은 총 74건(40.2%), 위양성 경보음은 110건(59.8%)으로 나타났다 (Table 2).

경보음을 의료장비별로 세분하였을 때 생리학적 모니터에서 발생한 경보음은 144건(78.3%)이었으며 이 중 타당한 경보음은 65건(45.1%)이었고, 위양성 경보음은 79건(54.9%)이었다. 기계환기기의 경우에는 28건(15.2%)의 경보음이 울렸고, 이 중에 타당한 경보음은 3건(10.7%)이었다. 수액 주입 펌프에서는 7건(3.8%)의 경보음이 발생하였으며, 이 중 타당한 경보음이 2건(28.6%)이었다. 지속적 신대체 요법 장치는 총 5건(2.7%)의 경보음이 관찰되었으며 타당한 경보음은 4건(80.0%)이었다.

3. 경보음 종류에 따른 담당 간호사의 경보음 관리

간호사의 경보음 관리 수행은 타당한 경보음과 위양성 경보음에 따라 유의한 차이를 보였다($\chi^2 = 15.36, p = .004$) (Table 3). 타당한 경보음이 울린 경우 간호사의 경보음 관리로 무반응이 32건(43.2%), 경보음의 원인 해결이 20건(27%), 2분 경보음 음소거 18건(24.3%)이었다. 위양성 경보음이 울린 경우 간호사의 경보음 관리로 2분 경보음 음소거가 52건(47.3%), 무반응이 28건(25.5%), 경보음의 원인 해결이 27건(24.5%)이었다.

논 의

최근 몇 년간 경보음 장치의 수는 대다수의 병원 단위에서 기하급수적으로 증가했다. 이로 인해 환자들은 물론, 의료진들도 수많은 경보음에 노출되게 되는데 경보음 해제 또는 조절로 인해 환자 안전에 대한 위협이 제기되고 있으며 실제로 수많은 기관들은 이 문제를 환자 안전을 위협하는 중대하고도 심각한 사안으로 인지하고 있다. 이에 본 연구는 국내 중환자실에서 발생하는 위양성 경보음을 비롯한 의료장비 경보음 발생 현황과 중환자실 간호사들의 경보음 관리에 대한 현황을 조사함으로써 효과적인 경보음 관리 수행을 증진시키기 위한 이론적, 실무적 지침이 되는 기초 자료를 제공한 의의가 있다.

본 연구에서 각 환자의 침상마다 설치된 개별 생리학적 모니터에 설정된 경보음 정도는 58.75 dB에서 60.84 dB로 세계보건기구가 권고한 병원 내 소음 기준인 평균 35.0 dB, 최대 40.0 dB보다 훨씬 높은 수치였다[18]. 소음 노출에 의해 유발되는 불쾌감은 생리적 스트레

스 반응을 악화시킬 수 있으며[19], 정도가 심하고 지속적인 경보음은 중환자실 간호사들의 피로감을 증가시켜 간호사의 경보음 관리에 영향을 미칠 수 있다.

중환자실 의료장비 경보음의 발생 빈도를 조사한 결과, 48시간 동안 총 184건의 경보음이 발생하였는데, 이를 시간으로 환산하면 1시간 당 3.8건의 경보음이 발생한 것이다. 관련 선행연구에서 1시간 당 45.5건의 경보음이 발생했다고 보고한 것과는 현저한 차이를 보였는데[11], 이러한 차이는 조사 대상이 된 해당 병원들의 생리학적 모니터 경보 설정의 차이와 연관성을 지니는 것으로 추측된다. 즉 생리학적 모니터의 경보 설정이 전 근무 담당 간호사가 설정해 놓은 것을 그대로 사용하는 경우가 선행논문[11]은 45.8%인 반면 본 연구에서는 82.5%인 것과 연관이 있을 것으로 보여지는데, 개별적인 환자의 활력징후 값에 기반을 두어 경보음의 범위를 설정하는 것이 아닌 전 근무 담당 간호사가 경보음의 범위를 넓게 설정해 놓은 것 때문에 경보음이 낮은 수준으로 측정되었을 것으로 생각된다. 심박수 상한 범위는 평균 126.42회/분, 최대값 185회/분으로 설정되어 있었고 수축기 혈압 하한 범위는 평균 88.81 mmHg, 최소값 30 mmHg로 설정, 동맥압 하한 범위는 평균 90 mmHg, 하한 범위 최소값이 45 mmHg로 설정되어 있었던 것이 이를 뒷받침하고 있다. 본 연구에서와 같이 넓게 설정된 경보음의 범위는 환자에게 유의한 변화를 민감하게 알아내지 못하는 결과를 초래하여 환자의 임상적 결과에 중대한 영향을 미칠 수 있다[6]. 이에 American Association of Critical-Care Nurses (AACN)는 환자 치료 1시간 이내 또는 환자 상태 변화 시 개별적으로 경보음 범위를 변경하도록 권유하고 있다[20]. 그러므로 국내에서도 간호사들을 대상으로 적절한 경보음 설정의 중요성과 설정 범위에 대한 교육이 필요할 것으로 보여진다. 이에 앞서 포괄적이고 체계적인 경보음 관리에 대한 병원 정책의 수립이 선행되어야 할 것이다.

중환자실 의료장비에서 유발된 경보음의 빈도를 조사한 결과 본 연구에서는 생리학적 모니터의 경보음이 78.3%로 4가지 의료장비 중 가장 높은 비중을 차지하였다. 위양성 경보음은 전체 경보음 59.8%이었다. 특히 생리학적 모니터는 민감도가 매우 높게 설계되는 대신 특이도가 낮아 위양성 경보음이 흔히 발생한다[21]. 기존 연구에서와 같이 본 연구에서도 위양성 경보음으로 인한 문제가 지속되고 있음을 알 수 있다[11-14,22]. 이러한 위양성 경보음은 간호사들로 하여금 불필요한 소음에 시달리게 할 뿐만 아니라 의료진이 경보음을 무시하거나 꺼놓는 상황을 유발하는 등 경보음에 대한 경각심과 대처를 둔감하게 하는 결과를 낳게 한다. 이와 같은 경보음 관리에 대한 둔감화와 무반응이 의료인의 즉각적인 조치나 중재가 필요한 상황에서도 일어날 수 있어 환자 안전에 큰 문제가 될 수 있

다. 위양성 경보음의 감소는 불필요한 소음을 없애고 위양성 경보음에 대처하기 위한 불필요한 업무를 줄임으로써 간호사들로 하여금 의미 있는 경보음에 효율적으로 대처를 할 수 있는 여유를 제공할 수 있게 된다[9]. 이는 환자의 의미있는 변화에 신속하게 대처하도록 함으로써 임상 결과에도 긍정적 영향을 줄 수 있을 것이다.

본 연구의 중환자실 간호사들의 경보음에 대한 대처를 살펴보았을 때 위양성 경보음과 타당한 경보음에 따라 관리 수행에 있어서 유의한 차이를 나타내었다. 위양성 경보음의 경우 47.3%에서 2분간 경보음을 음소거 함으로써 경보음을 꺼놓는 것을 확인할 수 있었다. 반면 타당한 경보음이 울린 경우 간호사의 경보음 관리는 무반응이 43.2%로 가장 많았다. 타당한 경보음 중에서는 조기심실수축이 관찰된 경보음이 53.8%를 차지하였는데, Piepenbrink [23]는 대부분의 경보음이 잠음 및 사소한 부정맥으로 인해 발생한다고 보고했다. 부정맥으로 인한 경보음은 빈도가 잦을 뿐만 아니라 특별한 처치나 중재가 없어도 일정 시간이 경과하면 경보음이 자연 해소되기 때문에 타당한 경보음의 경우에도 경보음에 대한 간호사들의 반응을 느리게 하고 경보음에 대해 둔감하게 만드는 결과를 가져올 수 있어 타당한 경보음의 관리로 무반응이 많았을 것으로 여겨진다. 이러한 간호사의 경보음 관리 수행 양상은 간호사의 경보음에 대한 인식 및 중환자실 경력, 교육 정도 등과 같은 간호사의 특성에 의해 영향을 받을 수 있을 것이다. 본 연구는 의료장비에서 발생하는 경보음과 이 경보음이 어떻게 관리되었는지를 관찰함에 따라 담당 간호사의 특성은 고려되지 않았다. 그러므로 추후 연구에서는 간호사의 특성을 함께 고려하여 경보음 관리 양상의 차이를 확인하는 것이 필요하겠다.

본 연구에서 위양성 경보음의 24.5%, 타당한 경보음의 27.0%에서 경보음의 문제가 해결되었다. 이러한 경보음 관리를 효과적으로 수행하기 위하여 국외에서는 다양한 노력이 시도되고 있다. Joint Commission [4]은 의료기관 상황에 맞게 안전한 경보음 체계를 설립하고 중요한 경보음 신호들을 확인하며, 확인된 경보음의 관리를 위한 정책과 절차의 수립을 제시하며 조직적인 경보음 관리 필요성을 제시했고, AACN [20]은 산소포화도 측정 시 접착성 센서를 사용하여 접착력이 떨어지면 교체하는 등 위양성 경보음을 감소시키고 환자 안전을 증진시키기 위한 경보음 관리를 제시하고 있다. Borowski 등[6]이 제안한 경보 검증이라는 개념을 사용하는 지능형 경보 시스템을 구축하여 경보음에 대한 민감도는 높게 유지되되 특이도를 높이는 방안이 필요하겠다. 또한 Graham과 Cvach [10]는 병원 차원의 모니터 경보음 교육의 표준화와 모니터 프로토콜 이행이 간호사의 모니터 경보음 관리 수행을 증가시키고 거짓 경보음을 줄일 수 있다고 하였다.

그러므로 국내에서도 경보음 관리에 대한 적극적인 대책을 마련할 필요가 있다. 국외뿐만 아니라 국내 병원 간에도 임상은 다양한 환경적 여건을 가지고 있으므로 경보음 관리를 증진시키기 위해 반복 연구를 통한 비교 분석이 필요하다. 이러한 연구를 바탕으로 적절한 경보음 관리 지침의 개발이 필요하며, 관리 지침을 적용하여 경보음을 정확하게 식별하고, 신속하고 적절하게 대처할 수 있도록 의료진의 충분한 교육이 필요할 것이다. 의료장비 제작 업체 또한 이러한 위양성 경보음의 문제점을 인식하여 이를 감소시키고 의료진들이 편리하게 사용할 수 있는 장비의 고안에 노력을 기울여야 할 것이다.

한편, 본 연구는 일개 병원의 중환자실을 대상으로 하여 본 연구의 결과를 일반화하기에는 제한이 따른다. 또한, 경보음 관리 수행을 본 연구자가 관찰함으로써 담당 간호사들의 수행에 영향을 주었을 가능성이 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 의료장비의 경보음에 대한 인식, 특히 위양성 경보음이라는 개념조차 생소한 국내의 중환자실 환경에서 발생하고 있는 경보음의 현황과 이에 따른 간호사들의 관리 수행을 직접 관찰하여 객관적으로 분석하였다는 의의를 가지고 있다. 또한 본 연구 결과는 환자마다 개별적인 경보음 범위 설정과 위양성 경보음을 줄일 수 있는 방법, 경보음 발생 시 대처 방법 등을 포함하는 경보음 관리 지침을 마련하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

결론

본 연구는 중환자실에서 발생하는 의료장비 경보음과 이에 대한 중환자실 간호사들의 관리 현황을 파악하기 위하여 시도되었다. 중환자실 간호사들은 다양한 의료장비 경보음으로부터 발생하는 소음을 자주 경험하고 있었으며, 의료장비 경보음 중에는 특히 위양성 경보음이 자주 발생하고 있었다. 이러한 위양성 경보음은 간호사들로 하여금 무반응이나 2분간 경보음 음소거와 같은 경보음에 대한 경각심과 적극적 대처를 감소시키는 문제를 야기하고 있는 것으로 여겨지며, 이는 환자의 안전을 위협하고 있다. 이에 추후 연구에서는 국내 다양한 중환자실 임상환경을 포함하는 대단위의 연구를 통해 국내의 전반적인 경보음의 현황을 파악하고 경보음 관리를 위한 정책을 마련하는 것을 제안한다. 임상에서는 이러한 포괄적인 경보음 관리 정책을 바탕으로 각 병원의 상황에 적합한 병원 내의 표준화된 의료장비 경보음 관리 프로토콜을 개발하여 의료진에게 교육과 훈련을 제공함으로써 경보음 관리 수행을 높일 것을 제안한다.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

REFERENCES

1. Pam C, Mary Z, Allen E, Samantha J, Lynn R, Marilyn NF. Improving clinical alarm management: Guidance and strategies. *Biomedical Instrumentation & Technology*. 2017;51(2) 109-115. <https://doi.org/10.2345/0899-8205-51.2.109>
2. Solet JM, Barach PR. Managing alarm fatigue in cardiac care. *Progress in Pediatric Cardiology*. 2012;33(1):85-90. <https://doi.org/10.1016/j.pppedcard.2011.12.014>
3. Top ten health technology hazards for 2015 [Internet]. Plymouth Meeting (PA): Emergency Care Research Institute; 2014 [cited 2017 May 1]. Available from: https://www.ecri.org/Documents/White_papers/Top_10_2015.pdf
4. Medical device alarm safety in hospitals. Sentinel Event Alert [Internet]. Oakbrook Terrace (IL): The Joint Commission; 2013 [cited 2017 Apr 15]. Available from: http://www.jointcommission.org/assets/1/6/SEA_50_alarms_4_26_16.pdf
5. Clinical alarms. A siren call to action: Priority issues from the medical device alarms summit [Internet]. Arlington (VA): Association for the Advancement of Medical Instrumentation; 2011 [cited 2017 Apr 20]. Available from: <http://kami.camp9.org/Resource/Pictures/2011%20Alarms%20Summit%20Report.pdf>
6. Borowski M, Görges M, Fried R, Such O, Wrede C, Imhoff M. Medical device alarms. *Biomedical Engineering/ Biomedizinische Technik*. 2011;56(2):73-83. <https://doi.org/10.1515/bmt.2011.005>
7. Honan L, Funk M, Maynard M, Fahs D, Clark JT, David Y. Nurses' perspectives on clinical alarms. *American Journal of Critical Care*. 2015;24(5):387-395. <https://doi.org/10.4037/ajcc2015552>
8. Hyman W. Clinical alarm effectiveness and alarm fatigue. *Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online*. 2012;4(1).
9. Funk M, Clark JT, Bauld TJ, Ott JC, Coss P. Attitudes and practices relate to clinical alarms. *American Journal of Critical Care*. 2014;23(3):9-18. <http://dx.doi.org/10.4037/ajcc2014315>
10. Graham K, Cvach M. Monitor alarm fatigue: Standardizing use of physiological monitors and decreasing nuisance alarms. *American Journal of Critical Care*. 2010;19(1):28-34. <http://dx.doi.org/10.4037/ajcc2010651>
11. Cho OM. Fatigue of nurse, perceptions, and interfering factors of alarm management on clinical alarms in intensive care unit [master's thesis]. Incheon: Inha University; 2015. p. 76.
12. Park MY. Alarm perception of nurse, alarm hazards on clinical alarms in intensive care units [master's thesis]. Daejeon: Chungnam National University; 2016. p. 56.
13. Han SY. Influencing factors on performance of clinical alarm management in intensive care unit nurses [master's thesis]. Daejeon: Chungnam National University; 2016. p. 76.
14. Impact of clinical alarms on patient safety [Internet]. Plymouth Meeting (PA): Healthcare Technology Foundation; 2006 [cited 2017 May 10]. Available from: <http://thehtf.org/white%20paper.pdf>
15. Emergency Care Research Institute. The hazard of alarm overload: Keeping excessive physiologic monitoring alarms from impeding care. *Health Devices*.

- 2007;36(3):73-83.
16. Baillargeon E. Alarm fatigue: A risk assessment. [master's thesis]. Rhode Island: Rhode Island College; 2013. p. 43.
 17. Gazarian PK. Nurses' response to frequency and type of electrocardiography alarms in a non-critical care setting: A descriptive study. *International Journal of Nursing Studies*. 2014;51(2):190-197. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2013.05.014>
 18. Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. Guidelines for community noise. [Internet]. Geneva: World Health Organization; 1999 [cited 2017 Nov 24]. Available from: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>
 19. Chalotta E, Göran P. Biological mechanisms related to cardiovascular and metabolic effect by environmental noise [Internet]. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe; 2018 [cited 2017 Oct 5]. Available from: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/378076/review-noise-bio-effects-eng.pdf
 20. American Association of Critical-Care Nurses. Alarm management. *Critical Care Nurse*. 2013;33(5):83-86.
 21. Cvach MM. Monitor alarm fatigue: An integrative review. *Biomedical Instrumentation & Technology*, 2012;46(4):268-277. <https://doi.org/10.2345/0899-8205-46.4.268>
 22. Healthcare Technology Foundation. 2011 National Clinical Alarms Survey: Perception, Issues, Improvements, and Priorities of Healthcare Professionals [Internet]. Plymouth Meeting (PA): Healthcare Technology Foundation; 2011 [cited 2017 Dec 3]. Available from: http://thehtf.org/documents/2011_HTFAlarmsSurveyOverallResults.pdf
 23. Piepenbrink J. Taking alarm standardization to the floors with a telemetry training system. *Biomedical Instrumentation Technology*. 2011;45(Suppl 1):24-28. <https://doi.org/10.2345/0899-8205-45.s1.24>