

The Effects of Training on the Proper Use of Respiratory Rate Measurement Devices for Providing High-Quality Artificial Ventilation

Jae-Ran Lim*, Sung-Hwan Bang**, Hyo-Suk Song***, Gyu-Sik Shim****, Ho-Jin Park*****

*Professor, Dept. of Nursing, Daejeon Health University, Daejeon, Korea

**Professor, Dept. of paramedicine, Bucheon University, Bucheon, Korea

***Professor, Dept. of paramedicine, Woosuk University, Jeonju, Korea

****Professor, Dept. of paramedicine, Korea Nazarene University, Cheonan, Korea

*****C.E.O., MESKOREA, Daejeon, Korea

[Abstract]

This study aims to investigate the appropriate volume of artificial ventilation and success rate when Basic - emergency medical Technician administer bag valve mask(BVM) artificial ventilation to patients experiencing respiratory failure or respiratory arrest using a respiratory rate measurement device. The research was conducted from December 11th to 12th, 2023, targeting 20 Basic - emergency medical Technicians enrolled at D University. Ten participants were selected for the experimental group, receiving BVM ventilation training with the use of a respiratory rate measurement device, while the other ten were assigned to the control group, receiving BVM ventilation training without the use of a respiratory rate measurement device. The experiment involved providing artificial ventilation for 2 minutes. The results of the study indicated that the control group did not provide accurate tidal volume ($p=.025$). The experimental group demonstrated a higher success rate of ventilation over the 2-minute period, while the control group showed a significant difference ($p=.001$). Subjective perception of tidal volume and objectively measured tidal volume also exhibited a significant difference in the control group ($p=.010$). Therefore, training with a respiratory rate measurement device can align the subjective perception of tidal volume with objective measurements, increase the success rate of ventilation, and potentially contribute to improving survival rates in patients experiencing respiratory failure or respiratory arrest during cardiopulmonary resuscitation.

▶ **Key words:** Respiratory Rate Measurement Device, Basic - emergency medical Technician, Tidal Volume, Ventilation Success Rate, Bag Valve Mask(BVM)

-
- First Author: Jae-Ran Lim, Corresponding Author: Sung-Hwan Bang
 - *Jae-Ran Lim (jrilm@hit.ac.kr), Dept. of Nursing, Daejeon Health University
 - **Sung-Hwan Bang (paramedic8@hanmail.net), Dept. of paramedicine, Bucheon University
 - ***Hyo-Suk Song (blueeye1112@hanmail.net), Dept. of paramedicine, Woosuk University
 - ****Gyu-Sik Shim (sks9619@kornu.ac.kr), Dept. of paramedicine, Korea Nazarene University
 - *****Ho-Jin Park (yxray0@hanmail.net), MESKOREA
 - Received: 2024. 02. 15, Revised: 2024. 02. 28, Accepted: 2024. 03. 06.

[요 약]

본 연구는 2급 응급구조사가 호흡부전 및 호흡정지 환자에게 백-밸브 마스크(BVM) 인공호흡 시 호흡량 측정기를 사용하여 적정량의 호흡량과 및 성공률을 알아보고자 한다. 연구는 2023년 12월 11일부터 12일까지 D 대학교에 재학 중인 2급 응급구조사를 대상으로 20명을 선정하여 10명은 호흡량 측정기를 이용하여 BVM 인공호흡을 교육한 실험군으로, 다른 10명은 호흡량 측정기 없이 BVM 인공호흡을 교육한 대조군으로 선정하여 2분간 인공호흡을 제공하는 실험을 하였다. 연구 결과, 대조군에서는 정확한 호흡량을 제공하지 못하였고($p=.025$), 호흡 성공률 역시 실험군에서는 2분간 호흡 성공률이 높았으나 대조군에서는 유의한 차이를 보였으며($p=.001$), 주관적 호흡량과 측정된 객관적 호흡량이 대조군에서 유의한 차이를 보였다($p=.010$). 따라서 호흡량 측정기를 사용한 교육은 2급 응급구조사가 느끼는 주관적 호흡량을 객관적 호흡량과 일치시키고 호흡 성공률을 높여 호흡부전 및 호흡정지와 심폐소생술 시 심장정지 환자의 생존율을 높이는 데 도움이 될 것이다.

▶ **주제어:** 호흡량 측정기, 2급 응급구조사, 호흡량, 호흡 성공률, 백-밸브 마스크

I. Introduction

1. The Necessity of Research

응급환자에게 기도관리는 중요한 술기 중 하나이며, 기도가 잘 유지되지 않아 호흡과 산소 유지가 기능하지 않는 상황에서 기도를 효과적으로 관리하는 것이 생존과 사망, 정상 기능의 회복과 장애에 큰 영향을 미칠 수 있다[1]. 호흡부전 및 호흡정지 환자에게 2급 응급구조사가 인공호흡을 제공할 때 주요 사용되는 장비는 백-밸브 마스크(Bag Valve Mask; BVM)이다[2]. BVM은 별도의 동력원이 필요 없이 백(Bag)이 자가 팽창하는 성질을 이용하여[3] 지속적으로 양압의 호흡을 제공할 수 있어서 가장 높은 빈도로 사용되는 기구이지만 정확한 사용방법은 각각의 교육기관과 제조사에 따라 약간의 차이점을 보이고 있다 할 수 있어 통일된 사용 지침이 필요하다고 생각된다. BVM을 사용하는 방법은 1인 인공호흡 시 한 손을 이용하는 방법과 2인 인공호흡 시 두 손을 사용하는 방법이 있다. 효과적인 인공호흡은 환자의 가슴이 올라올 정도로 1회 호흡량(tidal volume)을 500~600mL로 유지하여야 한다고 권장하고 있다[4]. 인공호흡을 하는 동안 과호흡(hyperventilation) 및 과다량(high volume)의 인공호흡은 흉강 내압의 증가를 유발하며, 이는 심장으로 유입되는 혈류량을 방해하여 환자의 예후와 생존율에 중요한 영향을 미친다[5-7].

그동안의 연구는 기도유지 성공률의 비교분석, 전문기 도유지기 삽관 후 호흡량 비교, BVM 밀착방법에 따른 효과분석 등이 위주였으나 BVM만 사용하여 응급환자의 허파에 전달되는 객관적인 1회 호흡량에 대한 비교 분석은

부족한 실정이며, 또한 연구 대상도 대부분 1급 응급구조사나 응급구조학과 학생 대상으로 이루어진 연구가 대부분이어서 2급 응급구조사에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 병원 밖 현장에서 1급 응급구조사를 보조하여 활동하는 2급 응급구조사를 대상으로 호흡량 측정기를 활용하여 호흡 응급 환자에게 시행되는 처치에서 적정량의 호흡량과 성공률을 알아보고자 실시한 실험이다.

2. Purpose of Research

본 연구의 목적은 호흡부전 및 호흡정지 환자에게 시행하는 BVM 인공호흡 시 고품질의 인공호흡 제공을 위하여 호흡량 측정기 사용 후 술기 교육의 효과를 확인하기 위함으로 구체적인 연구의 목적은 다음과 같다.

- 실험군과 대조군의 주관적인 호흡량과 객관적 호흡량 제공에 차이를 파악한다.
- 실험군과 대조군의 평균 호흡 횟수와 성공률의 차이를 파악한다.

II. Research Method

1. Research Design

본 연구는 고품질의 인공호흡 제공을 위해 호흡량 측정기를 이용하여 교육한 실험군 집단과 호흡량 측정기 없이

교육한 대조군 집단이 BVM을 통한 인공호흡이 환자에게 적정량의 호흡량 제공과 이에 따른 성공률을 비교 분석하기 위하여 무작위 대조군 사후 설계를 이용한 유사 실험 설계 연구이다.

2. Participants and Data Collecting

본 연구의 대상자는 D 대학교의 2급 응급구조사 자격을 소지하고 있는 재학생을 대상으로 연구의 목적과 참여의 등을 설명하고, 자발적으로 연구 참여에 동의하는 대상으로 구성하였다. 연구에 대한 실험 기간은 2023년 12월 11일부터 12월 12일까지 진행하였으며, 대상자 20명 중 10명은 호흡량 측정기를 이용하여 BVM 인공호흡을 교육한 실험군으로, 다른 10명은 호흡량 측정기 없이 BVM 인공호흡을 교육한 대조군으로 선정하여 실험을 진행하였다.

대상자의 성별과 신체적 특성으로 인한 변인을 통제하기 위해 동질성 검정을 수행하였다.

3. Research Tools

실험 전 사전 연습으로 대조군은 (사)대한심폐소생협회 한국 기본소생술 과정 교육프로그램(KBLS-Provider)을 이용하여 15분간 인공호흡 연습을 수행했고, 실험군은 호흡량 측정기를 이용하여 동일한 시간 동안 환기량을 눈으로 확인하며 사전 연습을 수행하였다. 본 실험은 2분간 5~6초의 간격[4]으로 환기를 수행하도록 하여 호흡 횟수와 환기량을 측정하였다.

또한, 1급 응급구조사 1인이 BVM를 완벽히 마네킹 얼굴에 밀착할 수 있도록 지도하여 백을 쥐어짜는 양을 제외한 모든 변인을 통제된 상태에서 실험을 진행하였다.

3.1 Respiratory Volume Measurement

호흡량 측정은 호흡량 측정기(TIVO-100, Ticomed, South Korea)를 사용하였으며, Fig. 1과 같은 모형으로 BVM에 연결하여 백을 쥐어짜면 호흡량과 호흡 횟수가 LED에 표시되는 장비로 교육하였다.



Fig. 1. TIVO-100, Ticomed, South Korea

3.2 Respiratory Volume Accuracy

호흡량의 정확도 측정은 교육용 실습 마네킹(Resusci Anne QCPR, Laerdal, Norway)로 사용하였으며, Fig. 2과 같은 모형으로 환자에게 제공되는 호흡에 대한 주요한 기술을 모니터링 할 수 있는 교육용 마네킹으로 측정하였다.



Fig. 2. Resusci Anne QCPR, Laerdal, Stavanger, Norway

4. Data Analysis

수집된 자료는 SPSS WIN 25.0 program을 이용하여 분석하였으며, 두 그룹의 일반적 특성에 대한 동질성 검증, BVM을 통하여 제공한 주관적 호흡량과 객관적 호흡량 비교 및 호흡 횟수와 호흡 성공률은 X^2 -test를 실시하여 분석하였으며, 두 집단에 따른 주관적 호흡량과 객관적 호흡량의 차이는 대응 표본 t 검정을 실시하여 분석하였다.

III. Results

1. Homogeneity of General Characteristics

본 연구의 대상자의 성별은 남자 17명(85.0%), 여자 3명(15.0%)이었으며, 키는 175cm 미만 11명(55.0%), 175cm 이상 9명(45.0%)이었고, 몸무게는 65kg 미만이 5명(25.0%), 65kg 이상 15명(75.05%)으로 나타났다. 손바닥 크기(가로×세로)는 29cm 미만 9명(45.0%), 29cm 이상 11명(55.0%)이었으며, 전공 만족도는 만족 11명(55.0%), 불만족은 9명(45.0%)으로 일반적 특성에 있어서 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없어 동질함을 확인하였다[Table 1].

2. Comparative Analysis of Subjective and Objective Outcomes Based on Tidal Volume Delivery in Artificial Ventilation

두 집단 간 호흡량 제공에 따른 주관적 및 객관적 결과 차이는 다음과 같다[Table 2]. 주관적 호흡량 제공은 실험

대상자가 느끼는 호흡량 제공의 체감량이며, 객관적 호흡량 제공은 호흡량 측정기로 확인한 호흡량을 말한다. 따라서, 실험군에서 주관적 호흡량으로 501~600mL를 제공할 수 있다고 생각한 대상자가 6명(30.0%)으로 가장 많았으며, 대조군은 601mL 이상 제공할 것 같다고 생각한 대상자가 6명(30.0%)으로 가장 많아 두 그룹 간 주관적으로 생각하는 호흡량 제공에 대한 결과는 유의하지 않았다($\chi^2=5.77, p=.056$).

하지만, 실험군에서 객관적 호흡량을 501~600mL를 제공한 대상자는 8명(40.0%)으로 가장 많았으며, 대조군은 500mL 이하를 제공한 대상자가 7명(35.0%)으로 가장 많아, 호흡량 측정기 사용으로 환자에게 정확한 호흡량을 제공할 수 있는 것에 대한 결과는 유의하였다($\chi^2=5.05, p=.025$).

3. Comparative Analysis of Subjective and Objective Tidal Volume Discrepancies Based on Study Participants

두 집단 연구 대상자에 따른 주관적 호흡량 및 객관적 호흡량의 차이 비교는 다음과 같다(Table 3). 두 집단 간 중 실험군에서 주관적 호흡량의 평균 점수는 525.00 ± 84.49 점이었으며, 객관적 호흡량의 평균 점수는 520.00 ± 29.84 점으로 분석되어 체감으로 느껴지는 호흡량과 실질적으로 제공하는 호흡량의 차이는 나지 않아 유의하지 않았다($t=0.18, p=.858$). 하지만 대조군의 주관적 호흡량의 평균 점수는 589.00 ± 81.71 점이었으며, 객관적 호흡량의 평균 점수는 450.70 ± 79.19 점으로 분석되어 체감으로 느껴지는 호흡량보다 실질적으로 제공하는 호흡량이 통계적으로 유의하게 감소하였다($t=3.22, p=.010$).

Table 1. Homogeneity of General Characteristics

(N=20)

Variables	Categories	N(%)	Experimental Group (N=10)	Control Group (N=10)	p
Gender	Male	17(85.0)	8(40.0)	9(45.0)	.531
	Female	3(15.0)	2(10.0)	1(5.0)	
Height(cm)	<175	11(55.0)	5(25.0)	6(30.0)	.653
	≥175	9(45.0)	5(25.0)	4(20.0)	
Weight(kg)	<65	5(25.0)	4(20.0)	1(5.0)	.121
	≥65	15(75.0)	6(30.0)	9(45.0)	
Palm Size(cm)	<29	9(45.0)	3(15.0)	6(30.0)	.178
	≥29	11(55.0)	7(35.0)	4(20.0)	
Major Satisfaction	Satisfaction	11(55.0)	5(25.0)	6(30.0)	.653
	Dissatisfaction	9(45.0)	5(25.0)	4(20.0)	

Table 2. Comparative Analysis of Subjective and Objective Outcomes Based on Tidal Volume Delivery in Artificial Ventilation

(N=20)

Respiratory Rate Comparison	Categories	N(%)	Experimental Group(N=10)	Control Group(N=10)	χ^2	p
Subjective Respiratory Rate	≤500mL	5(25.0)	3(15.0)	2(10.0)	5.77	.056
	501~600mL	8(40.0)	6(30.0)	2(10.0)		
	≥601mL	7(35.0)	1(5.0)	6(30.0)		
Objective Respiratory Rate	≤500mL	9(45.0)	2(10.0)	7(35.0)	5.05	.025
	501~600mL	11(55.0)	8(40.0)	3(15.0)		
	≥601mL	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)		

Table 3. Comparative Analysis of Subjective and Objective Tidal Volume Discrepancies Based on Study Participants

(N=20)

Group	Subjective Respiratory Rate(M±SD)	Objective Respiratory Rate(M±SD)	t	p
Experimental Group(N=10)	525.00±84.49	520.00±29.84	0.18	.858
Control Group(N=10)	589.00±81.71	450.70±79.19	3.22	.010

Table 4. Comparison of Mean Respiratory Rate and Respiration Success Rates

(N=20)

Variables	Categories	N(%)	Experimental Group (N=10)	Control Group (N=10)	χ^2	p
Average Respiratory Rate(2minutes)	≤ 19	3(15.0)	1(5.0)	2(10.0)	0.66	.717
	20~24	14(70.0)	7(35.0)	7(35.0)		
	≥ 25	3(15.0)	2(10.0)	1(5.0)		
Respiration Success Rate(%)	≤ 40	6(30.0)	0(0.0)	6(30.0)	13.33	.001
	41~80	2(10.0)	0(0.0)	2(10.0)		
	≥ 81	12(60.0)	10(50.0)	2(10.0)		

4. Comparison of Mean Respiratory Rate and Ventilation Success Rates

두 집단 간 평균 호흡 횟수 및 호흡 성공률 비교 차이는 다음과 같다(Table 4). 두 집단 간 호흡 횟수 평균 결과에서 실험군과 대조군에서 20~24회/2min가 7명(35.0%)으로 가장 많아 2분간의 호흡 횟수에 대한 결과는 유의하지 않았지만($\chi^2=0.66$, $p=.717$), 호흡 성공률에서는 실험군에서 호흡 성공률 대상자가 10명(50.0%)으로 모두 분석되어, 호흡량 측정기를 이용하여 교육한 것에 대한 결과는 유의하였다($\chi^2=13.33$, $p=.001$).

IV. Discussion

이상의 결과로 다음과 같이 논의하고자 한다.

BVM 호흡은 자가호흡이 부적절할 경우 체내 산소포화도를 유지하기 위해 수행하는 기본적인 인공호흡 방법으로 1회 호흡량은 500~600mL를 권고하고 있다[2]. 500mL의 호흡량이 제공되었을 때 기도 내 사강에 의해 실질적으로 허파 내에 도달하는 호흡량은 약 350mL로 1회 호흡량이 부족하면 허파 내 도달하는 호흡량이 줄어들어 체내 산소 포화도가 낮아진다[8]. 반면 호흡량이 과하면 가슴 내압이 높아져 심장으로의 정맥 환류가 감소하거나 위 내용물 역류가 발생해 환자의 예후가 나빠질 수 있으므로 정확한 호흡량의 공급은 매우 중요하다[9].

연구 결과 호흡량 측정기를 이용해 교육한 BVM 실험군에서는 정확한 호흡량을 제공하였으나 호흡량 측정기를 사용하지 않고 교육한 대조군에서는 정확한 호흡량을 제공하지 못하였다($p=.025$). 호흡 성공률 역시 실험군에서는 2분간 호흡 성공률이 높았으나 대조군에서는 유의하게 낮은 것으로 나타나($p=.001$) 정확한 호흡량을 연속적으로 제공하지 못한 결과를 보였다. BVM을 이용한 정확한 호흡량의 제공은 마스크의 안면 밀착 정도와 백을 쥐어짜는 정도에 의해 결정된다. 그러나 본 연구에서는 전문가 1인이 마

스크를 완전히 밀착할 수 있도록 지도하여 마스크 밀착으로 인한 변인을 통제하였으므로 백을 쥐어짜는 정도가 호흡량 변화의 주요 원인이 되었다. 백을 쥐어짜는 정도는 교육에 의해 이루어지며 실시간으로 변화하는 환자 상태에 민감하게 대응하기 위해서는 완벽한 호흡량 제공을 위한 교육이 선행되어야 한다.

현재 (사)대한심폐소생협회의 한국형 전문심장구조술 교육과정(Korea Advanced Life Support; KALS)과 한국형 기본심폐소생술 교육과정(Korea Basic Life Support; KBLS)에서 이루어지고 있는 BVM 교육 프로그램[10]은 마스크를 잡는 방법과 백을 쥐고 전체 백의 1/2~1/3을 짜는 방법을 영상과 사진만으로 설명하고 있어 정확한 호흡량의 제공을 위한 교육 방법으로는 부족한 부분이 있다. 본 연구에서 대조군의 성공률이 (사)대한심폐소생협회의 한국형 전문심장구조술 교육과정 중 BVM 호흡 프로그램으로 진행된 후의 결과인 만큼 교육 방법 개선의 필요성에 대한 반증이라고 할 수 있다.

실험군에서 주관적 호흡량과 객관적 호흡량의 차이는 유의하게 다르지 않아 실험자가 체감적으로 느낀 주관적 호흡량과 측정된 객관적 호흡량은 유사한 것으로 나타났으나 대조군에서는 주관적 호흡량과 측정된 호흡량의 괴리가 매우 큰 결과를 보였다($p=.010$). 호흡량 측정기는 백에서 마스크로 전달되는 통로에 부착되어 백을 쥐었을 때 공기가 제공되는 양을 수치로 알려주므로 구조자가 정확한 호흡량을 인지할 수 있다. 동일한 설계의 선행연구가 없어 정확한 비교 고찰은 어려우나 실험군의 결과는 변형된 BVM을 이용한 유사 연구에서 호흡량을 예측할 수 있는 지표를 사용한 대상자들이 교육 후 호흡 성공률이 높았던 것과 같은 결과[11]로 호흡량 측정기를 이용한 교육이 필요함을 의미한다. 반면 대조군의 결과는 공기의 양을 정확히 측정해 보지 않은 상태에서 감각으로만 1200mL 백의 절반 또는 1500mL 백의 1/3을 쥐어짜는 교육 이후 측정된 결과치로 쥐어짜는 정도가 실질적인 절반 또는 1/3이 되지 않았음을 의미한다. 이러한 결과는 일부 선행 연구에

서 성인 BVM 사용 시 참가자의 93%, 소아 BVM 사용 시 참가자의 82.3%가 초과 호흡량을 제공해 부정확한 측정치를 보였던 것과 같은 결과이므로[12] 이를 개선하기 위해서는 호흡량 측정기를 사용한 호흡 교육 프로그램 개발이 필요하다.

본 연구는 심정지를 포함한 호흡 응급환자에게 적절한 호흡량 제공을 위한 교육 방안을 찾기 위해 수행된 연구로 대상자의 수가 적어 결과를 일반화할 수는 없지만 다음과 같은 의미를 갖는다.

호흡량 측정기를 사용한 호흡량 교육은 2급 응급구조사가 느끼는 주관적 호흡량을 객관적 호흡량과 일치시키고 호흡 성공률을 높여 호흡부전 및 호흡정지와 심폐소생술 시 심장정지 환자의 생존율을 높이는 데 도움이 될 것이다.

V. Conclusions

본 연구는 2급 응급구조사가 호흡부전 및 호흡정지 환자에게 백-밸브 마스크(BVM) 인공호흡 시 호흡량 측정기를 사용하여 적정량의 호흡량과 및 성공률을 알아보고자 수행되었다.

자료수집은 2023년 12월 11일부터 12일까지 D 대학교에 재학 중인 2급 응급구조사를 대상으로 20명을 선정하여 10명은 호흡량 측정기를 이용하여 BVM 인공호흡을 교육한 실험군으로, 다른 10명은 호흡량 측정기 없이 BVM 인공호흡을 교육한 대조군으로 선정하여 2분간 인공호흡을 제공하는 실험을 하였다.

연구 결과, 대조군에서는 정확한 호흡량을 제공하지 못하였고($p=.025$), 호흡 성공률 역시 실험군에서는 2분간 호흡 성공률이 높았으나 대조군에서는 유의한 차이를 보였으며($p=.001$), 주관적 호흡량과 측정된 객관적 호흡량이 대조군에서 유의한 차이를 보였다($p=.010$).

따라서 호흡량 측정기를 사용한 교육은 2급 응급구조사가 느끼는 주관적 호흡량을 객관적 호흡량과 일치시키고 호흡 성공률을 높여 호흡부전 및 호흡정지와 심폐소생술 시 심장정지 환자의 생존율을 높이는 데 도움이 될 것이다.

이상의 결과로 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 실험 대상자의 수가 적어 결과를 일반화할 수 없는 한계가 있으므로 실험 참여자를 늘린 추가연구가 필요하다.

둘째, 본 연구는 호흡 응급환자를 가정한 인공호흡만을 반영한 연구이므로 심정지 환자를 가정한 가슴압박 병행 추가연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by 2023 Daejeon Health Univ. College Innovation Support Project Support for industry-academia joint technology research and development program

REFERENCES

- [1] T. P. Aufderheide, G. Sigurdsson, R. G. Pirrallo, MHSA, D. Yannopoulos, S. McKnite, C. Briesen, C. W. Sparks, C. J. Conrad, T. A. Provo and K. G. Lurie, "Hyperventilation-Induced Hypotension During Cardiopulmonary Resuscitation," *Circulation*, Vol. 109, No. 16, pp. 1960-1965, April 2004. DOI: 10.1161/01.CIR.0000126594.79136.61
- [2] M. E. Kleinman, E. E. Brennan, Z. D. Goldberger, R. A. Swor, M. Terry, B. J. Bobrow, R. J. Gazmuri, A. H. Travers, and T. Rea, "Part 5: adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care." *Circulation*, Vol. 132, Issue 18_suppl_2, S414-S435, November 2015. DOI: /10.1161/CIR.0000000000000259
- [3] J. Vincent, F. A. Moore, R. Bellomo and J. J. Marini, eds. *Textbook of critical care*. Elsevier Health Sciences, 2022.
- [4] KACPR : "2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care," <https://www.kacpr.org/download/2020%EB%85%84%20%ED%95%9C%EA%B5%AD%EC%8B%AC%ED%8F%90%EC%86%8C%EC%83%9D%EC%88%A0%20%EA%B0%80%EC%9D%B4%EB%93%9C%EB%9D%BC%EC%9D%B8.pdf>
- [5] M. P. Larsen, M. S. Eisenberg, R. O. Cummins and A. P. Hallstrom, "Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model," *Annals of emergency medicine*, Vol. 22, No. 11, pp. 1652-1658, November 1993. DOI: /10.1016/S0196-0644(05)81302-2
- [6] T. D. Valenzuela, D. J. Roe, S. Cretin, D. W. Spaite and M. P. Larsen, "Estimating Effectiveness of Cardiac Arrest Interventions: A Logistic Regression Survival Model," *Circulation*, Vol. 96, No. 10, pp. 3308-3313, November 1997. DOI: /10.1161/01.CIR.96.10.3308
- [7] M. Holmberg, S. Holmberg and J. Herlitz for the Swedish Cardiac Arrest Registry, "Factors modifying the effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden," *European Heart Journal*, Vol. 22, No. 6, pp. 511-519, March 2001. DOI: /10.1053/euhj.2000.2421

- [8] J. B. West, and A. M. Luks. "West's Respiratory Physiology," Lippincott Williams & Wilkins, 2020.
- [9] Gccho, Gwkim, Jykim, Kjsong, Jhoh, Jhoh, Sryu, Smryoo, Ehlee, Jyhong, Sohwan, Kecha, Ymkim, Jdpark, Hskim, Mjlee, Shna, Arkim and Spchung, "2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 3. Adult basic life support," Journal of The Korean Society of Emergency Medicine, Vol. 32, No. 3, pp. 17-30, May 2021.
- [10] KACPR : "KALS provider", "KBLS provider", https://www.kacpr.org/page/page.php?category_idx=1&category1_code=1247206237&category2_code=1528172801&page_idx=1109
- [11] Yccho, Swcho, Spchung, Kyu, Oykwon, Swkim, "How can a single rescuer adequately deliver tidal volume with a manual resuscitator? An improved device for delivering regular tidal volume," Journal of the Korean Society of Emergency Medicine, Vol. 28, No. 1, pp. 40-43, December 2010. DOI: /10.1136/emj.2010.099911
- [12] B. Dafilou, D. Schwester, N. and A. M. Baptista, "It's in the bag: Tidal volumes in adult and pediatric bag valve masks," Western Journal of Emergency Medicine, Vol. 21, No. 3, pp. 722, 2020. May 2020. DOI: 10.5811/westjem.2020.3.45788

Authors



Jae-Ran Lim received the Ph. D. degrees in department nursing from Chungnam National University, Korea, 2008. Dr. Lim is currently an Associate Professor in the Department of Nursing, Daejeon Health University.



Sung-Hwan Bang, a Ph. D. of Emergency Medical Technology, received his doctoral degree from Kangwon National University, Korea, in 2020. Dr. Bang currently works as an Assistant Professor in Bucheon University,

department of Paramedicine. He has and holds long career as a firefighter 119 paramedic.



Hyo-Suk Song received the Ph.D. degrees in department nursing from Soonchunhyang University, Korea, 2012. Dr. Song is currently an Assistant Professor in Woosuk University, department of Paramedicine.

She is a student in emergency patient management and is interested in emergency policy.



Gyu-Sik Shim received the B.S., M.S. degrees in Emergency Medical Technology from Kongju National University, Korea, in 2007, 2010 respectively. And Ph.D. degrees in Health Science from Wonkwang

University, Korea, in 2014. Dr. Shim joined the faculty of the department of Paramedicine at Korea Nazarene University, Cheon-an, Korea, in 2013. He is currently a Professor in the department of Paramedicine, Korea Nazarene University. He is interested in Paramedicine.



Ho-Jin Park, a Ph. D. of Public Health, has received his master's and doctoral degree from Chung-nam University, Korea, in 2017. He is currently the C.E.O. of MESKOREA (located in Dae-jeon, Korea), and also is one

of directors in both Korean Association of Emergency Medical Technician and Daejeon branch of The Korean Radiological Technologists Association (KRTA).