

## Comparison of CPR Results And Muscle Fatigue According to Chest Compression Performer's Own Breathing Method

Jun-Ho Jung\*

\*Professor, Dept. of Paramedicine, Namseoul University, Cheonan, Korea

### [Abstract]

In this paper, we propose a study compared and analyzed the CPR results and muscle fatigue of the three groups. There is a group that counts loudly when compressing the mannequin's chest (Group A), a group that breathes autonomously without counting (Group B), and a group that breathes abdominally without counting (Group C). Twelve people were assigned to each group, and after performing chest compressions for 5 minutes, the results of CPR were analyzed using a program connected to the mannequin, and the muscle fatigue of the performers was analyzed using wireless electromyography. The most efficient method was found to be group B. If we only look at the speed and depth of compression within the normal range, Group C would be more efficient, but Group B showed significantly lower muscle fatigue, and Group A did not reach the normal range in depth of chest compression and muscle fatigue was the highest. Group B was also found to be the most accurate in hand positioning accuracy, and was also found to be the most efficient in maintaining concentration on chest compressions.

▶ **Key words:** CPR, Chest compressions, Muscle activity, Muscle fatigue, Abdominal breathing

### [요 약]

본 연구는 세 집단의 심폐소생술 결과와 근피로도를 비교 분석하였다. 마네킹의 가슴압박을 할 때 큰 소리를 내어서 숫자를 세는 집단(A그룹), 숫자를 세지 않으며 자율호흡을 하는 집단(B그룹), 숫자를 세지 않으며 복식호흡을 하는 집단(C그룹)이다. 각 그룹에 12명씩의 인원을 배정하였고 5분간의 가슴압박을 시행한 후 심폐소생술 결과를 마네킹과 연결된 프로그램으로 분석하고 시행자의 근피로도를 무선근전도로 분석하였다. 가장 효율적인 방법은 B그룹으로 나타났다. 정상 범위 내에서 압박의 속도와 깊이만을 본다면 C그룹이 더 효율적일 것이나 B그룹이 근피로도가 현저히 낮게 나타났으며 A그룹은 흉부압박의 깊이에서 정상범위에 미치지 못했고 근피로도는 가장 높게 나타났다. 손의 위치 정확도 또한 B그룹이 가장 정확한 것으로 나타나 흉부압박에 대한 집중력을 유지하는 것에도 가장 효율적인 것으로 나타났다.

▶ **주제어:** 심폐소생술, 가슴압박, 근활성도, 근피로도, 복식호흡

• First Author: Jun-Ho Jung, Corresponding Author: Jun-Ho Jung  
\*Jun-Ho Jung (professor4@naver.com), Dept. of Paramedicine, Namseoul University  
• Received: 2023. 11. 28, Revised: 2023. 12. 13, Accepted: 2023. 12. 18.

## I. Introduction

### 1. Introduction

2022년 10월 서울특별시 이태원의 할로윈데이 축제 때 발생한 압사 사고 현장에서 심폐소생술을 배운 일반인이 심장마비가 온 환자에게 흉부압박을 하는 모습이 메스컴을 통해 전해질 때 우리나라의 심폐소생술 교육이 대중화가 되었음을 느낄 수 있었다. 심정지 뿐 아니라 모든 응급 상황을 대비하여 응급의료에 관한 법률에서는 전 국민의 알 권리를 충족시킬 것을 국가와 지방정부의 의무로 규정하고 있고 그에 따라 각 시도에서는 매년 응급구조 및 응급처치 교육을 시행하고 있다[1]. 심폐소생술의 교육은 아무리 강조해도 지나치지 않다고 하겠는데 그 이유는 심정지 발생 후 4~6분이 경과하면 심각한 뇌손상을 유발시키기 때문에 회복이 불가능하게 되며 최초목격자의 심폐소생술은 생존에 결정적인 영향을 미치기에 심정지 발생 4분 이내에 실시 되는 것이 중요하다[2]. 심폐소생술은 단순하면서도 힘이 드는 동작의 연속이기에 심폐소생술 시작 후 1분 정도 경과한 시점에서 피로를 보이고 압박력도 유의하게 감소하며[3], 가슴압박은 순간적이고 지속적인 움직임을 필요로 하며 매우 반복적이고 기계적인 부하를 허리에서 견뎌야 하는 스트레스가 상당한 동작이다[4, 5]. 가슴압박은 성인에서 분당 100~120회의 속도와 5cm 깊이로 강하고 빠르게 시행하는데 이때 큰 소리로 숫자를 세어가면서 규칙적인 압박과 이완을 반복한다[6]. 정확한 심폐소생술 동작을 이어가기 위해서는 시작한 후 1.5~3분 사이부터 가슴압박의 깊이가 현저히 약아지므로 2분마다 교대를 하여야 한다[7]. 심폐소생술의 가이드라인은 미국심장협회와 대한심폐소생협회에서 5년마다 수정된 부분을 발표하고 있으며 그에 따라 그동안 시행되어 온 심폐소생술에 대한 연구도 다양하다. 환자의 생존률에 기여하기 위해 다양한 교육매체를 이용하거나[8] 심폐소생술 시행자의 태도변화에 관한 연구[9]가 있었고 심폐소생술 시 사람을 대체할 수 있는 장비에 대한 비교와[10] 가상공간인 메타버스를 이용한 교육 콘텐츠 개발 등의 연구가 있었다[11]. 이러한 심폐소생술에 대한 연구는 환자의 생존률에 중점을 두고 있으며 주로 외적인 요인에 대한 연구였다. 심폐소생술 시행자에 중점을 둔 연구로는 시행자의 동작에 대한 연구로써 Shin 등이 심폐소생술의 가슴압박 시 구급대원의 체간 각도와 근활성도 분석을 한 연구가 있었고[12] 심폐소생술을 실시하며 큰 소리로 숫자를 세는 집단(이하 구령집단)과 숫자를 세지 않고(이하 비구령집단) 심폐소생술을 실시하는 집단의 비교에 대한 연구가 있었다. 구체적으로 심폐

소생술 시행 시 구령집단과 비구령집단 간의 심폐소생술 정확도 비교와[13], 일부 중년 여성들을 대상으로 숫자를 셀 때 구령 유무에 따른 가슴압박소생술의 질과 피로도를 비교한 연구[14] 등이다. 이 두 연구는 구령집단과 비구령집단의 방법을 보고자 한 것인데 결국 호흡 방법의 차이라고 볼 수 있겠으며, 외적 요인을 분석한 연구들과는 달리 시행자의 신체적 변수에 중점을 두고서 보다 효율적인 심폐소생술의 방법을 찾기 위해 시행된 연구들이다. 이에 본 연구자는 구령집단과 비구령집단의 선행연구에서 호흡을 세분화하여 구령집단과 비구령 자율호흡집단과 비구령 복식호흡집단의 변수로 구분하여 심폐소생술의 효율성을 비교해 보고자 하였다. 호흡의 변수에 대한 이해를 돕자면 인간의 호흡은 산소를 외부로부터 섭취하고, 에너지를 얻기 위해 신진대사를 통하여 산소를 각 조직으로 운반하는데 이는 아주 중요한 과정이다[15]. 호흡기능은 가슴우리, 복강 내압의 변화와 복부 근육 활성도의 변화를 일으키며, 복부 근육들과 직접 관련이 있어 복부 근육들을 활성화 시켜 몸통 근육들을 조절하는 몸통 안정화 운동과도 연관이 있다[16, 17]. 호흡의 형태 중 복식호흡이 효율적인 방법임을 알아보기 위한 Lee의 연구에서 자세에 따른 복식호흡 운동이 20대 성인의 자세와 근육 활성도 및 호흡 기능에 미치는 영향을 확인한 결과 복식호흡 운동으로 인하여 호흡 근력이 개선될 수 있다는 것을 보고하였으며, 이처럼 호흡의 유형 중 복식호흡으로 인한 깊은 호흡은 호흡 근력과 신체기능 개선에도 도움을 주게 된다는 것을 알 수 있다[18]. 이에 본 연구는 심폐소생술을 시행하는 구조자의 피로도로 인하여 압박의 깊이와 속도가 줄어드는 과정을 조금이나마 지연시키고 지속적인 고품질의 심폐소생술을 할 수 있도록 2분마다 교대하는 방법 외의 변수가 시행자의 호흡방법에 따라서 발생할 수 있을 것이라 예상하고 측정결과를 통해 확인해보고자 한다.

### 2. Purposes

본 연구의 목적은 다음과 같다. 현장에서 발생한 환자의 최초목격자가 일반인임을 가정하여 마네킹을 대상으로 5분간 가슴압박을 실시할 때 첫째, 큰소리로 숫자를 세는 집단(이하 구령집단) 둘째, 숫자를 세지 않으며 자율호흡을 하는 집단(이하 자율호흡집단) 셋째, 숫자를 세지 않으며 복식호흡을 하는 집단(이하 복식호흡집단)으로 구분하여 호흡 방법에 따른 가슴압박이 나타난 심폐소생술의 결과를 비교하고 무선 근전도를 사용하여 근활성도를 측정 후 근피로도를 분석하여 심폐소생술 가슴압박 시 효율적인 방법에 대한 교육의 기초자료로 제공하고자 한다.

## II. Research method

### 1. Participant

본 연구는 충청남도 천안시 N대학교 응급구조학과 재학생들 중 지원자를 선발하였으며, 본 측정을 시행하는데 건강상 이상이 없고 본 대학교의 심폐소생술 15주 정규과정을 이수하고 미국심장협회의 Basic Life Support for Healthcare Providers, BLS-P를 이수한 2~4학년 학생들 가운데서 선정하였다. 본 연구는 '23년 6월에 구령과 비구령복식호흡의 비교에 대한 사전 측정에 참여하였던 학생들 위주로 구성하였다. 사전 측정과 본 측정과는 시간 간격이 있으나 당시 3일 간의 연습을 하였던 학생들이기에 본 실험에서는 1일씩 연습을 하도록 하였다. 구령집단과 비구령 자율호흡집단, 비구령 복식호흡 집단에 각각 12명씩 배정을 하였다. 총 남녀 학생 36명이 참여하였다.

모든 대상자는 연구에 대해 충분한 설명을 듣고 자발적 동의를 얻은 후 실험에 참여하였고 시행 도중 신체적 불편감이 있거나 심경의 변화가 있으면 언제라도 그만둘 수 있음을 공지하였다. 각 집단의 학생들은 가슴압박 시 복부의 근활성도 측정을 위해 복부에 패치를 붙이고 도우미가 저항을 준 상태로 좌·우 배곧은근의 활성도를 세 번씩 측정하여 평균을 내었고[Fig. 1, 2], 배마갈빛근도 좌·우 근육의 활성도를 세 번씩 측정하여 평균을 내었다. 패치를 붙인 상태로 마네킹을 이용하여 5분간 가슴압박을 실시하게 하였고 마네킹과 연결된 모니터를 통해 심폐소생술의 결과의 차이, 근활성도를 측정 후 근피로도를 분석하였다. 5분이라는 측정 시간은 현장에서 발견된 환자의 심폐소생술을 6분 동안 시행한 후에도 순환이 회복되지 않을 때는 병원으로 이송을 고려할 수 있다고 권고한 질병관리청의 2020년 심폐소생술 가이드라인[6]을 참고하였으며 평소 가슴압박에 익숙하지 않은 일반인이 1인 가슴압박을 시행할 경우 교대자가 나타날 수 있는 시간을 최대 5분이라고 가정하였다. 측정은 2023년 10월 19일부터 10월 20일까지였다.

### 2. Research Tools

#### 2.1 Muscle Activity & Muscle Fatigue

본 실험의 근활성도를 분석하기 위해 FreeEMG 1000 (BTS bioengineering, Italy)장비를 사용하였다. 4 개의 채널을 사용하였고 4개의 무선전극은 해당 근육에 부착되었다. 근육의 부착 부위는 Shin[12]의 연구를 참고하였다 [Fig. 1].



Fig. 1. Attaching patches

FreeEMG 1000의 무선전극은 표면 근에서 측정되는 근전위 신호를 먼저 10배로 증폭시키고, 무선 주파수 대역 (IEEE 802.15.4)을 통하여 컴퓨터 USB 포트에 꽂혀진 USB 무선 수신기(USB wireless receiver)로 보내어진다. 측정된 데이터는 컴퓨터에 설치된 EMGAnalyzer(Ver. 2.10.44, BTS bioengineering, Italy) 소프트웨어를 통해서 분석을 하였다. 처리 절차는 본문에서 언급된 자세를 피험자가 유지하고[Fig. 2], 목적하는 동작을 수행하게 한다. 논문에서 정의된 5분 동안의 동작을 할 때에 피로가 발생하지 않은 초기 구간(전체시간의 10% 시간대역)과 피로가 발생했을 거라고 예상되는 후기구간(전체시간의 10% 시간대역)을 발취하여 FFT(fourier frequency transform)으로 분석하여 중간주파수(median frequency)를 구하여 구간별 중간주파수의 변화를 통하여 피로도(fatigue index)를 지정한다[19].



Fig. 2. Average %MVIC Measurement

아래는 근활성도를 모니터링하는 사진이다[Fig. 3].

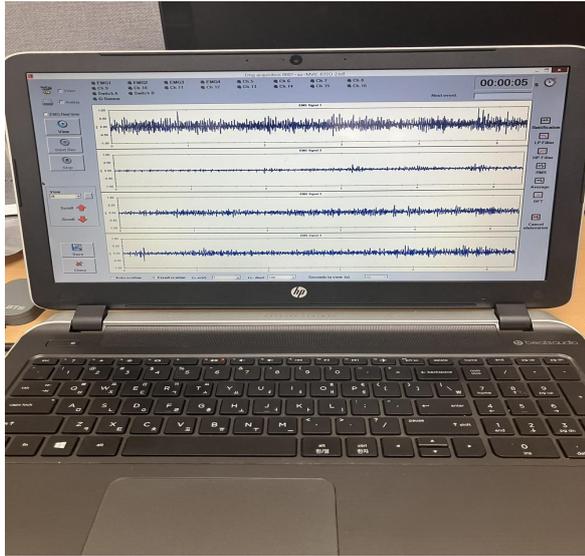


Fig. 3. %MVIC Monitoring

**2.2 Chest compressions**

가슴압박에 사용된 CPR 실습마네킹은 브레이든 프로 (Innosonian Inc., Korea)이고 시행자가 마네킹을 이용하여 5분간의 가슴압박을 하는 동안 마네킹과 연계된 태블릿 pc의 프로그램을 실행시켜 실시간 정확도를 보았다[Fig. 4]. 본 연구는 가슴압박만을 측정하였기에 가슴압박 속도, 깊이, 압박하는 손의 위치 등의 결과 위주로 점수를 보았다. 흉부압박을 할 때 무릎의 통증 등을 고려하여 탄성이 있는 매트를 깔고 추위나 더위를 느끼지 않도록 실내온도를 조절하였으며 5분간의 가슴압박 시작과 종료는 먼저 측정을 한 학생이 음성으로 알려주었다.



Fig. 4. C.P.R Mannequin

아래는 흉부압박을 하는 모습이다[Fig. 5].



Fig. 5. Chest Compression

**2.3 Data Analysis**

수집된 자료는 SPSS WIN(Version 24.0) 프로그램을 사용하여 분석하였다. 본 연구에 사용된 분석방법은 백분율, 평균과 표준편차, K-독립표본 비모수검정(Kruskal-allis의 H)을 사용하였다.

**III. Results**

**1. General characteristics of subjects**

각 집단별 일반적 특성은 아래와 같다[Table 1]. 성별에서는 남학생 14명과 여학생 22명이었으며, 학년별로는 2학년 15명, 3학년 6명, 4학년 15명이었다. 표의 하단에 기입한 것과 같이 A집단은 구령집단, B집단은 자율호흡집단, C집단은 복식호흡집단이다.

Table 1. General characteristics of subjects

division		Group A (n=12)	Group B (n=12)	Group C (n=12)	Total
Sex	Male	5	4	5	14
	Female	7	8	7	22
Grade	2	5	5	5	15
	3	3	2	1	6
	4	4	5	6	15

Group A = Count out loud method

Group B = Soundless method

Group C = Soundless & Abdominal breathing method

### 2. Comparison of Chest Compression Results

각 집단별 가슴압박 결과는 아래와 같다[Table 2]. 평균 압박 속도(회/분)는 구령집단과 자율호흡집단에 비해 복식호흡집단의 속도가 115.42±5.83으로 빠르게 나타났고 평균깊이는 복식호흡집단이 5.14± 0.26으로 깊게 나타났으며 구령집단의 깊이는 5cm에 못 미치는 4.99±0.36의 얇은 깊이였다. 손의 위치정확도는 자율호흡집단이 99.92±0.28로 가장 정확하게 나타났다. 세 그룹 간 가슴압박의 결과에서는 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 2. Chest Compression Results

division	Group A (n=12)	Group B (n=12)	Group C (n=12)	p value
	M±SD	M±SD	M±SD	
Average Rate (n/min)	110.67±4.79	111.67±6.28	115.42±5.83	.116
Average Depth (cm)	4.99±0.36	5.11±0.26	5.14±0.26	.315
Hand Position(%)	98.25±3.46	99.92±0.28	98.92±2.87	.284

Group A = Count out loud method  
 Group B = Soundless method  
 Group C = Soundless & Abdominal breathing method

### 3. Comparison of Chest Compression Inaccuracy

각 집단별 가슴압박 부정확도는 아래와 같다[Table 3]. 여기에서의 결과는 부정확한 압박의 범주에 든 것을 말한다. 압박속도(회/분)에서 느림은 자율호흡집단에서 4.08±7.09로 가장 많이 나타났고 반면 복식호흡집단은 0.75±1.35로 두 집단보다 적게 나타났다. 압박속도에서 빠른 압박은 복식호흡집단에서 24.75±31.01로 가장 많이 나타났다. 깊이(cm)에서 얇은 압박은 구령집단에서 33.42±3.11로 가장 많이 나타났으며, 깊은 압박은 복식호흡집단에서 0.75±2.05로 가장 많이 나타났다. 손의 가슴압박위치에 대한 정확도는 가슴에 중앙에서 벗어나 좌우의 누름에서 구령집단이 1.58±3.50으로 가장 많았고 자율호흡집단이 0.08±0.28로 가장 적었다. 압박 시 가슴을 벗어나 복부를 누른 집단은 0.17±0.57의 같은 점수를 보인 구령집단과 복식호흡집단이 자율호흡집단보다 많았다. 각 집단별 가슴압박 부정확도에서도 통계적으로 유의하지는 않았다.

Table 3. Chest Compression Inaccuracy

division		Group A (n=12)	Group B (n=12)	Group C (n=12)	p value
		M±SD	M±SD	M±SD	
Rate (n/min)	slow	2.75±3.16	4.08±7.09	0.75±1.35	.285
	fast	8.75±19.28	13.75±24.06	24.75±31.01	.217
Depth (cm)	shallow	33.42±3.11	22.83±28.50	16.75±25.55	.312
	deep	0.67±2.30	0.08±0.28	0.75±2.05	.757
hand position (%)	Right and left	1.58±3.50	0.08±0.28	0.92±2.87	.516
	stomach	0.17±0.57	0.00±0.00	0.17±0.57	.598

Group A = Count out loud method  
 Group B = Soundless method  
 Group C = Soundless & Abdominal breathing method

### 4. %MVIC During Chest Compressions Between Groups

각 집단별 가슴압박 시 좌우 배곧은근과 배바깥빗근에 대한 근활성도(%MVIC)는 아래와 같다[Table 4.]. 우측 배곧은근의 평균 %MVIC에서는 복식호흡집단이 46.52±29.21로 가장 높게 나타났고 구령집단과 자율호흡집단은 유사하게 나타났다. 좌측 배곧은근의 평균 %MVIC은 복식호흡집단이 36.85±14.99로 가장 높게 나타났고 나머지 두 그룹은 유사하게 나타났다. 우측 배바깥빗근의 평균 %MVIC에서는 복식호흡집단에서 59.38±14.85로 가장 높게 나타났으며, 자율호흡집단은 49.62±12.17이며 구령집단이 37.63±6.66 순으로 나타났다(p<.005). 좌측 배바깥빗근의 평균 %MVIC는 복식호흡집단에서 56.87±13.20으로 가장 높았고 자율호흡집단에서 52.12±13.13으로 나타났으며, 구령집단에서 40.19±7.84로 가장 낮게 나타났다. 배바깥빗근의 근활성도는 자율호흡집단에서 눈에 띄게 상승하였다. 근활성도에서는 통계적으로 유의하였다.

Table 4. %MVIC when doing chest compressions

division	Group A (n=12)	Group B (n=12)	Group C (n=12)	p value
	M±SD	M±SD	M±SD	
Rt.RA %MVIC	25.48±11.65	25.16±18.04	46.52±29.21	.025*
Lt.RA %MVIC	28.54±14.66	28.29±22.40	36.85±14.99	.414
Rt.EO %MVIC	37.63±6.66	49.62±12.17	59.38±14.85	.000***
Lt.EO %MVIC	40.19±7.84	52.12±13.13	56.87±13.20	.005*

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

Group A = Count out loud method  
 Group B = Soundless method  
 Group C = Soundless & Abdominal breathing method  
 RA = Rectus Abdominis  
 EO = External Oblique

## 5. Muscle Fatigue During Chest Compression

각 집단별 피로도는 아래와 같이 나타났다(Table 5). 우측 배곧은근에서는 자율호흡집단이  $3.55 \pm 5.35$ 로 피로도가 가장 낮게 나타났고 구령집단이  $10.36 \pm 5.65$ 로 가장 높게 나타났다( $p < .05$ ). 좌측 배곧은근에서는 자율호흡집단이  $3.29 \pm 4.90$ 로 나타나 피로도가 가장 낮았고 구령집단이  $9.73 \pm 6.10$ 로 가장 높게 나타났다. 우측 배바깥근에서는 자율호흡집단에서  $5.58 \pm 5.40$ 로 피로도가 가장 낮게 나타났고 구령집단에서  $13.01 \pm 13.94$ 로 가장 높게 나타났다. 좌측 배바깥근에서는 자율호흡집단에서 피로도가 가장 낮게 나타났고 구령집단에서  $12.42 \pm 10.36$ 로 가장 높게 나타났다. 피로도에서는 통계적으로 유의하였다.

주관적 피로도는 면담형으로 조사하였는데, 구령집단에 비해 자율호흡집단에서는 구령을 할 때보다 힘들지 않다는 의견이 많았으나 구령을 하지 않으니 속도조절에서 어려움을 느낀다는 의견이 소수 있었다. 복식호흡집단 또한 구령을 할 때보다 힘들지 않다는 의견이 많았고 자율호흡집단과 비슷하게 속도조절에 어려움을 느낀다는 의견과 함께 평소 사용하지 않는 호흡법이지만 시간이 지날수록 훨씬 수월해진다는 느낌을 받았다는 의견도 있었다.

Table 5. Muscle Fatigue During Chest Compression

division	Group A (n=12)	Group B (n=12)	Group C (n=12)	p value
	M±SD	M±SD	M±SD	
Rt.RA	$10.36 \pm 5.65$	$3.55 \pm 5.35$	$7.72 \pm 4.56$	.011*
Lt.RA	$9.73 \pm 6.10$	$3.29 \pm 4.90$	$7.44 \pm 3.86$	.011*
Rt.EO	$13.01 \pm 13.94$	$5.58 \pm 5.40$	$11.85 \pm 5.45$	.119
Rt.EO	$12.42 \pm 10.36$	$5.67 \pm 5.42$	$12.08 \pm 6.41$	.067

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

Group A = Count out loud method

Group B = Soundless method

Group C = Soundless & Abdominal breathing method

RA = Rectus Abdominis

EO = External Oblique

## IV. Discussion

본 연구에서 가슴압박 결과는 정상의 속도, 깊이, 위치 등 정상 범위 내에서의 변수들의 결과를 말하는 것이며, 정상 범위를 벗어나는 것은 부정확도로 구분하였다. 첫째, 압박속도(회/분)는 복식호흡 집단이 가장 빠르게 나타났고 구령집단은 상대적으로 느리게 나타났다. 둘째, 압박 깊이(cm)에서는 복식호흡 집단이 가장 깊었고 구령집단이 가장 얇았다. 셋째, 손의 압박위치(%)는 자율호흡집단이 가

장 정확하게 나타났고 구령집단이 정확도에서 가장 낮게 나타났다. 심폐소생술의 가슴압박은 깊은 것보다 얇은 것이, 빠른 것보다 느린 것이 환자의 회복률에 좋지 않은 영향을 미친다고 한다[2]. 가슴압박을 하는 5분의 시간보다 더욱 길어질 상황은 현장의 상황에 따라 얼마든지 발생할 수 있기에 구령집단보다 자율호흡집단과 복식호흡집단이 더 효율적일 것으로 보인다. Pakr 등의 연구에서는 정확도로 구분하여 측정하였는데, 가슴압박의 경우 비구령집단(128.38회, 83.51%)이 구령집단(109.38회, 70.03%)보다 정확도가 높았다고 하였으며[13], Kim 등의 연구에서는 시간의 경과에 따라 큰소리로 숫자를 세는 것은 소리를 내지 않고 숫자를 세는 것에 비해 가슴압박깊이가 더 많이 감소하였다[14]는 결과는 본 연구의 결과와 비슷하다. 가슴압박의 부정확도는 정확성의 범위를 벗어난 것을 말한다. 첫째, 부정확 압박속도(회/분)에서 '느림'은 비구령 자율호흡집단에서 가장 많이 나타났고 반면 비구령 복식호흡집단은 두 집단보다 눈에 띄게 적게 나타났다. 그리고 '빠름'은 복식호흡집단에서 가장 많이 나타났으며, 구령집단에서 가장 적게 나타났다. 둘째, 깊이(cm)에서 얇은 압박은 구령집단에서 가장 많이 나타났으며, 깊은 압박은 복식호흡집단에서 가장 많이 나타났다. 가슴압박에서 얇게 압박을 한다는 것은 충분한 혈액 박출력이 형성되지 않음을 의미하기에 가슴압박의 부정확도 요소 중 가장 의미있는 것이라 하겠다[2]. 가슴압박 시 손의 위치에 대한 부정확도는 심폐소생술 지속 시 집중력에 해당이 된다고 하겠다. 가슴중앙을 벗어나 좌우의 누름이나 아래쪽으로 벗어나 복부를 누르는 것도 자율호흡집단이 가장 적게 나타났다. 본 연구와 같이 부정확도를 세분화하여 비교하지는 않았으나 일부 결과 또한 비구령집단의 정확도가 높다는 선행 연구들[13, 14]과 비슷하게 나타났다.

가슴압박 시 근활성도에서는 좌우측 배곧은근, 배바깥근 모두 복식호흡에서 가장 높게 나타났다. 이는 복식호흡을 할 때 근육의 움직임과 관련된 것으로 보이며, 구령집단과 자율호흡집단 사이에서는 배곧은근의 활성도는 비슷하였으나 배바깥근은 자율호흡집단이 높게 나타났다. 자율호흡집단이 가슴압박 시 호흡에서 배바깥근을 구령집단보다 많이 사용함을 볼 수 있다. 근활성도는 높으나 근피로도가 가장 낮게 발생하는 것으로 보아 가슴압박 시 구령집단보다는 깊은 호흡을 하여 배바깥근이 수동적으로 활성화 되는 것으로 여겨진다. 이 때 가슴압박 자세에서 팔을 모으기 때문에 흉곽의 앞쪽은 팽창의 방해를 받아 배곧은근으로의 활성은 낮게 나타나는 것으로 여겨진다. 반면 구령집단은 가슴압박 시 복부의 근육 활성도가 가장

낮게 나타나는 것으로 보아 깊은 호흡이 되지 않는 것으로 보인다.

가슴압박 시 근피로도에서는 구령집단에서 좌우측 배곧은근, 배바깥 빗근 모두 가장 높게 나타났는데, 근활성도가 가장 낮았음에도 불구하고 피로도가 가장 높다는 것은 소리를 크게 내어 숫자를 세며 가슴압박을 할 때 비구령집단들에 비해 부족한 호흡을 보상하기 위해 효율적이지 않은 긴장을 한 상태로 근육 수축과 이완을 시도하는 것으로 여겨진다.

심폐소생술 시 피로도에 대한 연구 중 Jang[20] 등의 연구에서 1인 심폐소생술을 실시할 때 8번째 주기, 약 3분 정도에서 피로도가 높게 나왔고 심폐소생술 시행 후 5.3분 정도에서 첫 번째 주기보다 유의하게 압박깊이가 감소한 것으로 나타났다고 한다. 본 연구와의 방법과는 달리 시행자의 심박수 및 심전도리듬, 산소포화도, 호기말 이산화탄소분압수치 등을 분석하였다. Kim[14]의 연구에서도 혈압과 맥박수 등을 측정하였다. 어떤 방법이 더 적합한지에 대한 조사가 더 필요하다.

주관적 피로도는 면담형으로 조사하였는데, 구령집단에 비해 자율호흡집단과 복식호흡집단에서 구령을 할 때보다 힘들지 않다는 의견이 많았으나 구령을 하지 않으니 속도 조절에서 어려움을 느낀다는 의견이 소수 있었다. 복식호흡은 할수록 구령에 비해 힘들지 않다는 의견도 있었다.

## V. Conclusions

본 연구에서 5분이라는 흉부압박을 시행할 때 구령집단, 비구령 자율호흡집단, 비구령 복식호흡집단으로 나뉜 세 집단 중 가장 효율적인 방법은 비구령 자율호흡집단으로 여겨진다. 정상 범위 내에서 빠르고 깊은 흉부압박만을 본다면 비구령 복식호흡이 더 효율적일 것이나 근피로도에서 비구령 자율호흡집단이 두 집단보다 낮게 나타났으며 구령집단은 흉부압박의 깊이에서 정상범위에 미치지 못했고 근피로도는 가장 높게 나타났다. 손의 위치 정확도 또한 비구령 자율호흡집단이 가장 정확한 것으로 나타나 흉부압박에 대한 집중력을 유지하는 것에도 가장 효율적인 것으로 나타났다.

본 연구를 바탕으로 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 심폐소생술을 교육하는 조직과 교육연구 분야에서는 큰 소리로 숫자를 세며 흉부압박을 하는 현재의 교육방법의 효과에 대해 재고해 볼 필요가 있다.

둘째, 인체 동작 시 배가로근과 배속빗근 및 배바깥빗근

이 수축을 하여 인체를 안정화 시키는 점 등을 감안하여 배근육의 운동능력에 대한 사전 평가도 실시 할 필요가 있다.

셋째, 일반인을 대상으로 측정범위를 확대 할 필요가 있다.

## REFERENCES

- [1] B. W. Kang, "Emergency medical laws," Chungku publisher, pp. 74-76. 2023.
- [2] American Heart Association. Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation. I-9. August 2000.
- [3] Greingor JL. "Quality of cardiac massage with ratio compression-ventilation 5/1 and 15/2," Resuscitation Vol. 55, No. 3, pp. 263-7, December 2002. DOI : 10.1016/S0300-9572(02)00237-X
- [4] Ochoa FJ, Ramalle-Gómara E, Lisa V, Saralegui I. "The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions," Resuscitation Vol. 37, No. 3, pp. 149-52, June 1998. DOI : 10.1016/S0300-9572(98)00057-4
- [5] McCarthy P. "Take the pain out of CPR training," RN Vol. 58, No. 6, pp. 17-20, June 1995.
- [6] Korean Association of Cardiopulmonary Resuscitation, [https://www.kacpr.org/page/page.php?category\\_idx=3&category-code=1247206302&category2\\_code=1527742&page\\_idx=1118](https://www.kacpr.org/page/page.php?category_idx=3&category-code=1247206302&category2_code=1527742&page_idx=1118)
- [7] Berg RA, Hemphill R, Abella BS, et al. Part 5: adult basic life support: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation - 113-122, October 2010.
- [8] Y. R. Kim, "Comparison of Quality of SimPad based on Field Focus Type CPR and Video Self-Instruction CPR," Journal of Digital Convergence, Vol.17 No.7, pp. 207-214, July 2019. DOI : 10.14400/JDC.2019.17.7.207
- [9] K. S. Jung, H. M. Oh, S. Y. Jeong, "The Influential Factors for the Attitude of Health-Care University Students on Cardiopulmonary Resuscitation," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 14, No. 5, pp. 2271-2280, May 2013 . DOI : 10.5762/KAIS.2013.14.5.2271
- [10] H. J. Jeon, I. S. Lee, S. C. Kim, "comparison of Manual CPR versus X-CPRTM During Simulative out of Hospital, Korean Journal of Society for Wellness," Vol. 10, No. 5, pp. 181-189, May 2015.
- [11] M. K. An, "Development and Effects of Metaverse-Based CPR Training," Journal of Digital Contents Society, Vol. 24, No. 6, pp. 1347-1352, June 2023. DOI : 10.9728/dcs.2023.24.6.1347
- [12] D. M. Shin, C. S. Lee, S. Y. Kim et, al., "Analysis of trunk angle and muscle activation during chest compression in 119 EMTs," Korean J Emerg Med Ser, Vol. 18. No. 3, pp. 7-18,

December 2014. DOI : 10.14408/KJEMS.2014.18.3007

- [13] S. S. Park, J. Y. An, "Comparison of Accuracy in Cardiopulmonary Resuscitation(CPR) between Group with Verbal Order and Group with Non-Verbal Order in Operation of CPR," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 12, No. 6 pp. 2607-2615, June 2011. DOI : 10.5762/KAIS.2011.12.6.2607
- [14] G. N. Kim, S. S. Choi, "Comparison on the Quality and fatigue of hands-Only CPR According to the Presence or Absence of Verbal counting by Some Middle-aged Women," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 14, No. 3, pp. 1320-1329, March 2013. DOI : 10.5762/KAIS.2013.14.3.1320
- [15] Dean, E. & Frownfelter, D. L, "Cardiovascular and pulmonary physical therapy: Evidence and practice," Mosby. 2006.
- [16] Pereira, N. Sciaraffia, C., Danilla, S., Parada, F., Asfora, C., & Moral, C, "Effects of abdominoplasty on intra-abdominal pressure and pulmonary function. Aesthetic surgery journal," Vol. 36, No. 6, pp. 697-702, June 2016. DOI : 10.1093/asj/sjv273
- [17] Hodges, P. W., Cresswell, A. G., Daggfeldt, K., & Thorstensson, A. "Three dimensional preparatory trunk motion precedes asymmetrical upper limb movement," Gait & posture, Vol. 11, No. 2, pp. 92-101, April 2000. DOI : 10.1016/S0966-6362(99)00055-7
- [18] J. C. Lee, "The effect of postural abdominal breathing exercise on posture muscle activity and respiratory function in adults in their 20s," The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT), Vol. 6, No. 2, pp. 341-348, May 2020. DOI : 10.17703/JCCT.2020.6.2.341
- [19] S. Y. Lim, B. H. Won, "Ergonomic Evaluation of Trunk-Forearm Support Type Chair," Ergon Soc Korea, Vol. 33. No. 2, pp. 1-11, March 2014. DOI : 10.5143/JESK.2014.33.2.143
- [20] M. S. Jang, Y. J. Tak, "The variation of elapsed time on fatigue and quality of single rescuer cardiopulmonary resuscitation," S Korean J Emerg Med Ser Vol. 17, No. 1, pp. 9-19, April. 2013. DOI : 10.14408/KJEMS.2013.17.1.009

## Authors



Jun-Ho Jung received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Education from Korea National Open University and public health from Daegu Catholic University, in 2001, 2007 and 2012, respectively.

Dr. Jung joined the faculty of the Department of Paramedicine Namseoul University, Cheonan, Korea, in 2012. He is currently a Professor in the Department of Paramedicine, Namseoul University. He is interested in paramedic stress, paramedic scope of work, First aid skills.