

## 이동 중인 구조보트 내에서 수기가슴압박과 기계가슴압박의 질 비교

김황림<sup>1</sup> · 윤종근<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>해양경찰청 완도 해양경찰구조대

<sup>2</sup>호남대학교 응급구조학과

## A comparison of the quality of manual and mechanical chest compressions in a moving rescue boat

Hwang-Lim Kim<sup>1</sup> · Jong-Geun Yun<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Korea coast guard rescue team in wando

<sup>2</sup>Department of Emergency Medical Service, Honam University

### =Abstract =

**Purpose:** This study was conducted to determine effective chest compression methods that could be used when performing cardiopulmonary resuscitation in rocking boats.

**Methods:** Tests were conducted for four minutes using manual and mechanical chest compressions on two mannequins, placed in boats, and moving at a speed of 35km/hours on calm sea surfaces with wave heights of 0.5m and wind speeds of 2-3m/s (testing for two minutes, followed by rest, then a second round of testing for two minutes). To compare the quality of the chest compressions, data were analyzed using mannequins (Resusci Anne Q-CPR, Laerdal, Norway) and then statistically processed.

**Results:** When chest compressions were administered in the moving rescue boat, an accuracy analysis showed that the pressure speed of the hand and mechanical techniques were normal, however, the pressure depth accuracies were 49.04% for manual techniques and 0% for mechanical techniques. The relaxation accuracies during compressions were 2.07% for manual techniques and 95.4% for mechanical techniques.

Received March 31, 2020 Revised April 9, 2020 Accepted April 19, 2020

\*Correspondence to Jong-Geun Yun

Department of Emergency Medical Service, Honam University, 120, Honam daehak-gil, Gwangsan-gu, Gwangju, 62399, Republic of Korea

Tel: +82-62-940-3834 Fax: +82-62-940-9196 E-mail: emt-jonggun@hanmail.net

†본 논문은 2019년 호남대학교 응급구조학 석사학위논문임.

**Conclusion:** When administering chest compressions in rocking rescue boats, mechanical rather than manual techniques should be preferentially considered.

**Keywords:** CPR(Cardiopulmonary resuscitation), Manual chest compression, Mechanical chest compression, KCG(Korea coast guard)

## I. 서론

심정지 환자에게 질적이고 고품질의 심폐소생술을 실시하는 것은 심정지 환자의 생존율 및 2차적인 손상 예방에 매우 중요한 요인이다[1]. 이로 인해 많은 선행연구에서는 병원 전 단계에서 비교적 불안정한 환경에서 질적이고 고품질의 심폐소생술을 제공하기 위해 많은 연구를 시도하고 있다[2]. 2005년 이후 고품질의 심폐소생술에 미치는 중요한 요소로서 가슴압박 중단의 최소화, 가슴압박 속도와 깊이, 충분한 이완 등을 매우 강조하고 있다[3,4]. 하지만, 움직임이 많고 불안정한 환경인 구급차[5,6] 또는 호수에 정박 중인 보트 위에서 시행하는 심폐소생술 정확도는 안정화된 환경인 육지에 비해 낮다는 국외의 선행연구 결과도 있다[7-9]. 이로 인해 최근 연구에 의하면 헬리콥터, 구급차 등 특수한 상황에서는 기계장치를 이용한 가슴압박을 권장하고 있는 경우도 있지만, 안정화된 장소에서 자동 가슴압박기는 손으로 시행하는 가슴압박보다 질적으로 높지 않기 때문에 심폐소생술 시 가슴압박은 기계장치를 이용한 가슴압박보다 사람의 손에 의한 가슴압박을 권장하기도 한다[5,10].

불안정한 환경에서 고품질의 가슴압박을 제공하기 위해서 국내 선행연구에서는 움직이는 구급차내에서 가슴압박의 정확도를 분석하였고, 국외의 경우 작은 보트를 해안가에 정박한 후 좁은 환경 및 흔들림이 있는 환경에서 가슴압박 시 사람이 직접하는 수기 가슴압박과 기계를 이용하여 자동으로 가슴압박기를 이용한 가슴압박의 정확도를 비교 분석하였으나[11-13], 실제 상황처럼 이동

중인 보트 내에서 움직임이 많은 상황에서 가슴압박에 관련된 연구는 국내외에서 전무한 것으로 파악되었다.

또한, 연구자는 연구자가 근무하는 구조보트 내에서 심정지 환자 이송 시 파도 및 바람의 영향으로 움직임이 심한 환경적 상황에서 심폐소생술을 시행하는 것은 환자 및 심폐소생술을 시행하는 구조자의 안전에도 문제가 발생하는 것을 경험하였기에 본 연구는 반드시 필요할 것이다.

이에 연구자는 좀 더 정확하고 근거 있는 자료를 수집하기 위해 현직에 근무하는 해양경찰구조대원이 35km로 이동 중인 구조보트 내에서 실제 상황과 같은 조건의 시뮬레이션 마네킹을 이용하여 사람과 기계에 의한 가슴압박을 비교 분석함으로써 흔들림이 심한 상황에서 질적이고 효과적인 심폐소생술의 개선방안을 모색하기 위함이며, 나아가 해양구급활동에 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상과 연구윤리연구설계

2018년 9월 1일부터 9월 3일까지 W지역에 소재하는 해양경찰구조대에 근무하는 구조대원 10명을 대상으로 실시하였다. 대상자는 H 대학교 기관 연구 윤리 위원회(1041223-201808-HR-15)에 의거하여 연구의 목적 및 방법에 대해 설명을 듣고 연구에 참여할 것을 동의하였다.

### 2. 연구설계

실험 진행은 3단계로 이루어졌으며, 첫 번째 단

계는 연구 대상자 및 교육이다. 연구 목적을 이해하고, 실험에 동의한 대상자 10명에게 대한심폐소생술협회 일반인 과정 심폐소생술 기초과정을 이수한 자 중 평가용 마네킹을 이용하여 가슴압박 시 성공률이 95% 이상을 대상으로 선택하였다.

두 번째 단계는 움직임이 없는 육상에서 수기와 기계 자동압박기를 이용하여 가슴압박의 정확도를 분석하였다. 운영방식은 수기와 기계 자동압박기를 이용하여 동시에 2분간 가슴압박 후 2분간 휴식을 취하고 다시 2분간 가슴압박 총 4분간 실시하였다.

세 번째 단계는 움직이는 보트 안에서 가슴압박의 정확성을 분석하였다. 대상별 가슴압박 방법은 2단계 육상에서 실시한 방법과 동일하게 운영하였다(Fig. 1).

실험 진행은 사람이 하는 수기 가슴압박(manual chest compression)과 기계가 하는 기계 가슴압박(mechanical chest compression)이 동시에 이루어졌으며, 인공호흡 없이 가슴압박만 2분간 실시하였다. 대상자의 피로도를 고려하여 2분간 충분한 휴식 후 다시 2분간 다시 가슴압박을 실시하여 총 4분간 실시하는 가슴압박의 횟수를

측정하였다.

사용되는 장비는 심폐소생술의 질을 비교하기 위해 가상의 환자로 Resusci® Anne Skill Reporter™(Laeadal, Norway)를 사용하였고, 기계 가슴압박은 심장 및 흉부 펌프 접근법의 3D 압축방식인 자동 가슴압박장치(EASY PULSE, SCHILLER, Switzerland)하였다. 기계 자동압박기의 경우 가슴압박 깊이 및 속도는 2015년 심폐소생술 가이드라인 기준에 의거 압박 깊이 5cm, 속도 100회/분으로 고정하였다.

해양에서 이동 중인 구조보트는 해양경찰구조대 신형 보트(RES-32, 머큐리 베라도 300HP × 3)를 이용하여 35km의 속도로 이동하면서 실험을 진행하였다.

### 3. 자료수집 방법

가슴압박과 관련된 질 변수 측정은 Resusci Anne Q-CPR(Laerdal, Norway)를 이용하여 자료를 수집하였다. 대상자별 총 4분 동안 실시하는 가슴압박의 정확도를 분석하기 위한 지표로는 평균 가슴압박 속도, 평균 가슴압박 깊이, 불완전 이완 깊이 및 횟수를 측정하여 자료를 수집하였다.

### 4. 분석방법

자료분석은 SPSS 21.0 K for Windows(SPSS Inc. Chicago, USA)를 이용하여 육상과 이동 중인 보트 내에서 사람과 기계가 실시하는 가슴압박 횟수에 근거하여 가슴압박 속도, 깊이, 불충분한 이완을 빈도 분석하였다. 육상과 이동 중인 보트 내 두 그룹 간의 가슴압박의 정확도 차이를 비교하기 위하여 비모수 통계방법인 Mann-Whitney U test 분석하였고, 통계학적 유의수준은  $p < .05$ 로 정의하였다.

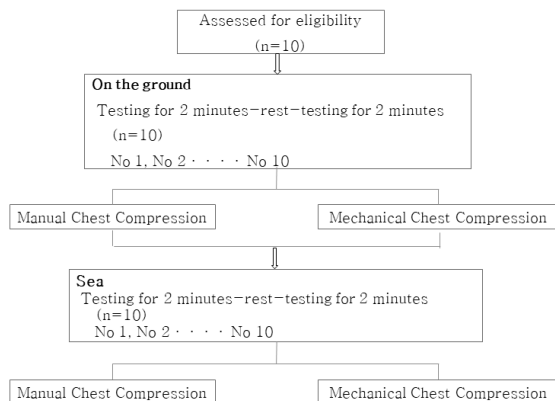


Fig. 1. Study design.

### Ⅲ. 연구결과

#### 1. 이동중인 구조보트내에서 가슴압박의 정확도 분석

이송 중인 구조보트 내에서 가슴압박 정확도를 분석한 결과 수기는 총 4,430번 중 압박 속도는 1회 압박 시 평균 0.54초였으며, 깊이는 평균 50mm였다. 구간별 가슴압박 깊이는 50mm 미만 49.22%(2,162회), 50~60mm 49.04%(2,181회), 61mm 이상 2.01%(87회) 이상으로 정확도 49.04%였다. 기계 가슴압박은 총 3878번 중 압박 속도는 0.60초였으며, 깊이는 평균 49.08mm

였다. 구간별 가슴압박 깊이는 50mm 미만 97.43%(3,878회), 61mm 이상 2.56%(102회)였다(Table 1).

#### 2. 이동 중인 구조보트 내에서 가슴압박 시 이완의 정확도 분석

이동 중인 구조보트 내에서 이완의 정확도를 분석한 결과 수기 가슴압박의 경우 평균 압박 깊이 50.00mm에 비해 -5.18mm인 44.82mm로 2.07% 정확도를 보였다. 기계 가슴압박의 경우는 평균 압박 깊이 49.08mm에 비해 -0.92mm인 48.16mm로 95.40% 정확도를 보였다(Table 2).

Table 1. Accuracy analysis during chest compressions in moving rescue boats

Method	Compression rate (100~120/min)			Compression depth (50~60mm)			Mean (mm)	Accuracy (%)
	Total number of chest compression (n)	Speed (m/s)	> 50mm (n/%)	50~60mm (n/%)	≤ 61mm (n/%)			
†Manual	4,430	0.54	2,162(49.22)	2,181(49.04)	87(2.01)	50.00	49.04	
‡Mechanical	3,980	0.60	3,878(97.43)	0(0)	102(2.56)	49.08	0	

†Manual: Manual chest compression

‡Mechanical: Mechanical chest compression

Table 2. Accuracy analysis of relaxation during chest compressions in moving rescue boats

Method	Total number of chest compression (n)	Mean of compression depth (mm)	Mean rocoil (mm)	Insufficient rocoil(mm)					Accuracy (%)
				0.00 (N/%)	0.01 ~ 4.99 (N/%)	5.00 ~ 9.99 (N/%)	10.00 ~ 14.99 (N/%)	≤ 15.00 (N/%)	
†Manual	4,430	50.00	44.82	95 (2.07)	2,049 (46.28)	1,939 (44.32)	314 (7.10)	33 (0.76)	2.07
‡Mechanical	3,980	49.08	48.16	3,797 (95.40)	124 (3.12)	56(1.48)	0(0)	0(0)	95.40

†Manual: Manual chest compression

‡Mechanical: Mechanical chest compression

### 3. 기계와 수기 가슴압박의 비교

가슴압박 횟수는 육상과 구조보트 내에서 기계 가슴압박( $p < .00$ )과 수기 가슴압박( $p < .91$ ) 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

가슴압박 깊이는 기계 가슴압박시 두 곳에서 평균  $49.80\text{mm} \pm .010$  ( $p < .00$ ), 수기 가슴압박은 육상에서 평균  $55.68\text{mm} \pm .46$ , 구조보트  $50.00 \pm 3.82$ 로 약 5mm 더 깊게 나타났으며, 통계적으로 유의하였다( $p < .00$ ).

정확한 가슴압박 깊이 횟수는 기계 가슴압박시 구조보트가  $10.30 \pm 30.48$ 회로 많았지만, 통계적으로 유의하지 않았으며( $p < .14$ ), 육상에서 시행하는 수기 가슴압박은  $439.70 \pm 16.10$ 회로 구조보트보다 약 220회 많았으며, 통계적으로 유의하였다( $p < .00$ ).

불충분한 이완 깊이는 기계 가슴압박시 육상  $0.09\text{mm} \pm .003$ 보다 구조보트에서  $0.12\text{mm} \pm .01$  높게 나타나 통계적으로 유의하였으며( $p < .00$ ), 수기 가슴압박시 육상  $2.68\text{mm} \pm .63$ , 구조보트  $5.182\text{mm} \pm 1.80$ 으로 통계적으로 유의하였다

( $p < .00$ ).

불충분한 이완 횟수는 기계 가슴압박 시 육상  $6.30 \pm .67$ 회, 구조보트 내  $17.90 \pm 4.48$ 회로 통계적으로 유의하였고( $p < .00$ ), 수기 가슴압박 시 육상  $408.50 \pm 40.51$ 회, 구조보트 내  $442.80 \pm 29.56$ 회로 약 34회 더 많았지만, 통계적으로 유의하지 않았다( $p < .063$ ) (Table 3).

## IV. 고 찰

고품질의 심폐소생술은 환자의 생존율을 향상 시키기에 기존 선행연구에서는 다양한 환경에서의 가슴압박 정확도를 측정하고 이에 적합한 방법을 제시하였다. 하지만 본 연구는 기존 연구의 틀을 벗어나 육상인 구급차량이 아닌 이동 중인 구조보트 안에서의 현재 근무하는 근무자가 실제 상황을 재현하여 가슴압박을 실시하였다. 구조 대원은 협소하고 이동 중에 흔들림이 심한 구조보트 내에서 적절한 가슴압박은 매우 힘들며, 구조 대원의 안

Table 3. Comparisons of chest compressions given using machines and hand techniques

	†Mechanical				†Manual			
	On the ground	Sea	Mann-Whitney U	p	On the ground	Sea	Mann-Whitney U	p
Average rate of compressions	398.00 ± .00	398.00 ± .00	50	1.00	444.90 ± 18.13	442.90 ± 30.03	48.5	0.91
Average compressions depth(mm)	49.80 ± .01	49.08 ± .26	0.000	0.00	55.68 ± .46	50.00 ± 3.82	4.00	0.00
Exact depth of compressions	0.00 ± .00	10.30 ± 30.48	30.00	0.14	439.70 ± 16.10	218.10 ± 164.28	1.00	0.00
Insufficient recoil depth(mm)	0.09 ± .00	0.12 ± .01	0.00	0.00	2.68 ± .63	5.182 ± 1.80	5.50	0.00
Insufficient recoil rate	6.30 ± .67	17.90 ± 4.48	0.00	0.00	408.50 ± 40.51	442.80 ± 29.56	25.50	0.06

†Manual: Manual chest compression

†Mechanical: Mechanical chest compression

전까지 문제가 될 수 있어 가슴압박에 대한 적절한 방법을 필요한 상황이었다.

이에 본 연구는 이동 중이고 흔들림이 많은 구조보트 내에서 구조대원의 안전 및 질적인 가슴압박 방법을 제공하기 위한 국내 최초의 연구활동이라는 점에서 매우 뜻깊은 의의가 있다.

2017년 구조기관별 응급환자 발생 및 이송 현황을 보면, 53.1%가 연안 해역에서의 응급환자 발생률을 보이며, 환자 이송수단은 해양경찰의 헬기 또는 함정을 많이 이용하였다[14]. 하지만, 해양은 환자발생 시 환자에게 접근하는 것부터 어렵고, 환자 이송 시 선박에서 선박으로 이동 후 다시 구급차 또는 헬기로 이동하는 등 육상에 비해 열악한 환경이기 때문에 환자의 이동시간이 길어진다. 따라서, 해상에서의 응급의료체계(EMS)는 육상에 비해 너무나 취약하고 현실적으로 질적인 응급의료를 제공하기는 힘들다[15].

또한, 이동 중인 구조보트는 속도, 회전, 해양의 기상상태와 해면상태(파고, 너울 등) 등으로 구조보트의 흔들림 및 불규칙한 반동에 의해 구조자 자신도 안전에 위협을 느낄 수 있다. 이러한 상황에서 심정지 환자에게 질적인 가슴압박을 제공한다는 것은 현실적으로 불가능하며, 이로 인해 구조자의 안전까지 위협해질 수 있다.

이러한 환경적인 요인뿐만 아니라, 구조자는 육상에서 실시하는 가슴압박보다 움직이는 보트 내에서 실시하는 가슴압박이 구조자의 피로도를 더욱 증가시킬 것이며, 이러한 피로도는 심정지 환자에게 부적절한 가슴압박을 제공하고, 이는 환자의 생존율을 크게 영향을 미칠 것이다.

이에 본 연구에서는 육상에 비해 이송시간이 길고, 환경적 용인이 특수한 해상에 심정지 환자에게 행하여 지는 가슴압박의 질을 향상시키는데 집중하였다. 이송수단으로 구급차와 구조보트는 좁은 공간이라는 공통점은 있지만, 해양의 특수한 환경으로 인해 흔들림은 구조보트가 훨씬 더 많고

이는 질적인 가슴압박이 힘들 것이라는 전제 조건으로 환경에 영향을 받지 않은 기계를 이용한 자동기계 가슴압박법이 해양에서 크나큰 도움이 될 것이라는 전제 조건에서 실험을 진행하였다.

이러한 전제 조건은 실험 결과와 동일한 결과를 가져왔다. 가슴압박의 정확도는 육상에서 수기로 시행한 결과 1회 압박 시 평균 0.54초이며, 압박 깊이는 평균 55.68mm이며, 압박 횟수는 총 4,449회로 가슴압박이 적절하게 시행된 경우는 4,397회(99.33%)이며, 31회(0.65%) 정도는 50mm 미만의 부적절한 가슴압박이 시행되었다. 또한, 압박 후 이완은 364회(8.06%)가 0.01~4.99mm 얇은 수준의 불충분한 이완을 보였는데 이는 기존 선행연구와 별 차이 없이 정상적인 범위에 있었다.

자동 가슴압박기를 이용한 경우 1회 압박 시간은 평균 0.6초, 깊이 49.81mm, 압박 횟수는 총 3,980번 중 가슴압박 깊이가 50mm 미만으로 압박의 정확도는 0%에 해당되었다. 하지만 이는 자동 가슴압박기의 경우 가슴압박 깊이, 속도를 고정적으로 정하여, 그 값에 의해 움직임이 발생한다. 이러한 사유로 인해 본 연구에서는 2015년 가이드라인 기준으로 깊이 5cm, 속도 100회/분으로 정하였으나 속도는 일정하게 유지되었으나 깊이는 기준으로 정한 값 보다 0.49mm로 미비하게 낮게 나타났다. 가슴압박에 사용한 기계는 심장 및 흉부 펌프 접근법의 3D 압축방식인 자동 가슴압박장치(EASY PULSE, SCHILLER, Switzerland)로 기기의 압박 방식에 따른 깊이 지침이 다르기 때문에 압박 깊이의 정확도가 낮은 것으로 사료된다. 이는 cho 등[11]의 연구에서도 사용한 기계(XCPRTM, Humed, Korea)에서도 가슴압박 깊이 5cm, 속도 100회/분으로 설정값을 설정하였으나, 연구결과 기준치보다 압박 깊이가 약 0.2cm 부족한 것으로 동일하였다. 이러한 깊이 부족에 대한 단점을 보완하기 위해서는 기계의 압박 깊이 값 설정 시 2015

년 가이드라인 기준에 서 제시한 최소 5cm, 최대 6cm를 근거로 기계의 압박 깊이 값을 6cm로 설정한다면 충분한 가슴압박이 이루어질 것이다.

이동 중인 구조보트 내에서 가슴압박의 정확도 분석을 종합해보면 수기 가슴압박 시 평균 1회 압박 시간은 0.54초, 평균 압박 깊이는 50.00mm로 육상에 비해 약 5.68mm 얇게 압박이 되었으며, 수치상으로 큰 차이는 아니지만 기계에 비해 약 7배의 차이를 보였다.

가슴압박 후 이완의 정확도는 95회로 2.07%의 매우 낮은 수준의 불충분한 이완을 보였는데 이는 이동 중인 구조보트는 속력 32km의 속력으로 이동하다 보니 파고 및 바람의 영향으로 구조보트의 불규칙한 반동 및 흔들림이 가슴압박의 질을 저하시키는 장애요소가 됨을 알 수 있다[13,16].

기계 가슴압박 시 1회 압박 시간은 0.6초로 육상과 변함이 없었으며, 평균 압박 깊이는 49.08mm로 육상에 비해 약 0.8mm 얇게 압박이 되었지만 이는 통계적으로 유의하지 않았다( $p < .97$ ).

또한, 적절한 이완 횟수는 3,797회(95.40%)로 월등히 높은 이완율을 보였으며, 수기와 비교했을 때 통계적으로도 유의하였다( $p < .00$ ). 따라서, 이동 중인 구조보트 내에서 앞서 언급한 장애요소로 안정적인 자세 유지의 어려움과 해양 환경적 요인 등으로 양질의 가슴압박이 이루어지기 어렵다는 것을 알 수 있다. 한편 기계 가슴압박이 수기 가슴압박보다 양질의 심폐소생술을 제공한다고 단정 지을 수는 없지만, 구조자의 심리적 안정과 규칙적이고 안정된 가슴압박을 제공한다는 장점이 있으며, 효과적인 기계가슴압박을 위해 기계사용에 대한 지속적인 교육·훈련을 당부한다[11,13].

본 연구자는 육·해상의 차이를 인지하고 해양의 장시간 이송시스템과 여러 장애요인으로 인한 불안정한 심폐소생술 방법으로 해양에서 수기보다는 기계가슴압박이 더 효과적인 심폐소생술을 위한 좋은 방안이 될 수 있다고 기대하고 있다.

## V. 결 론

이동 중 구조보트 내에서 심폐소생술은 해양 특성상 움직임이 심하기 때문에 구조자의 안전 및 가슴압박의 정확성을 높이기 위해서는 수기를 이용하는 가슴압박보다 환경적인 요인에 방해받지 않고 일정하게 가슴압박의 정확도를 유지할 수 있는 기계를 이용하는 방법이 이동 중인 보트 내에서의 가슴압박의 질적 저하를 개선할 수 있을 것이다.

## ORCID ID

Hwang-Lim Kim

0000-0002-8709-362X

Jong-Geun Yun

0000-0003-4698-4685

## References

1. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, O'Hear N, Wigder HN et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2005;111(4):428-34. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.000153811.84257.59>
2. Shin SY, Kim JH, Kim GY, Bang SH, Yun JG, Rho SG et al. A Study on the cardiopulmonary resuscitation methods in ambulance. *Fire Sci, Eng* 2014;28(4):104-11. <https://doi.org/10.7731/KIFSE.2014.28.4.104>

3. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP, Barry A, O'Hearn N et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293(3):305-10.  
<https://doi.org/10.1001/jama.293.3.305>
4. 2015 Korean guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care.
5. Havel C, Schreiber W, Riedmuller E, Haugk M, Richling N, Trimmel H et al. Quality of closed chest compression in ambulance vehicles, flying helicopters and at the scene. *Resuscitation* 2007;73(2):264-70.  
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.09.007>
6. Chadkirk R, Gander B. Performing cardiopulmonary resuscitation during ambulance transport: safety and efficacy. *Resuscitation* 2017;116:e15.  
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.04.027>
7. Méndez FF, Barcala-Furelos R, Fungueriño-Suárez R, Mecías-Calvo M, Abelairas-Gómez C, Rodríguez-Núñez A. Cardiopulmonary resuscitation quality during navigation in inshore fishing boats. A pilot study with fishermen. *Am J Emerg Med* 2015;33(11):1705-7.  
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2015.08.018>
8. Tipton M, David G, Eglin C, Golden F. Basic life support on small boats at sea. *Resuscitation* 2007;75(2):332-7.  
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.04.027>
9. Barcala-Furelos R, Arca-Bustelo Á, Palacios-Aguilar J, Rodríguez-Núñez A. Quality of cardiopulmonary resuscitation by lifeguards on a small inflatable boat. *Resuscitation* 2015;90:e1-e2.  
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.02.007>
10. Hwang SO, Lim GS. *Cardiopulmonary resuscitation and advanced cardiovascular life support*. 5th ed. Seoul : Koonja, 2018.
11. Cho YS, Choi SC, Lee CA, Jung YS, Kim GW. Comparison of manual versus mechanical chest compression during simulative out of hospital cardiac arrest. *J Korean Soc Emerg Med* 2012;23(4):486-92.
12. Park JH, Jo IS, Kim ES, Ha CM. Comparison of outcomes between autopulse TM and manual compression in out-of-hospital cardiac arrest patient. *J Korean Soc Emerg Med* 2017;28(6):628-34.
13. Choi YJ, Park DS, Lee WS, Ha WS, Jung JY, Yun YH et al. Comparison of quality in chest compressions at scene, in a moving ambulance by student nurses, the 119 member group, and an automatic CPR machine. *J Korean Soc Emerg Med* 2009;20(4):335-42.
14. Korea coast guard marine distress accident statistical yearbook, 2017;11-1530000-0000-10.
15. Lee IS, Kim JH, Cho BJ, Moon TY, Rho SG, Kim CT et al. Study on emergency patients care by Korea coast guard center workers focused on drowning, fall and isolation. *Indian J of Public Health Research and Development* 2018;9(3):872-9.  
<https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.00398.4>
16. Olasveengen TM, Wik L, Steen PA. Quality of cardiopulmonary resuscitation before and during transport in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2008;76(2):185-90.  
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.07.001>