

가슴압박 방법에 따른 소아 심폐소생술의 효율성 비교

김용준^{1,4} · 안소연^{2,4} · 한승은^{3,4} · 이경열^{4*}

¹서울특별시 보라매병원 응급의료센터 응급구조사

²건양대학교 권역응급의료센터 응급구조사

³나사렛대학교 응급구조학과 교수

⁴국립공주대학교 응급구조학과 교수

A comparative analysis of the efficacy of tiny child cardiopulmonary resuscitation (CPR) by chest compression methods

Yong-Joon Kim^{1,4} · So-Yeon An^{2,4} · Seung-Eun Han^{3,4} · Kyoung-Youl Lee^{4*}

¹Paramedic, Department of Emergency Medicine, SMG-SNU Boramae Medical Center

²Paramedic, Department of Emergency Medicine, Konyang University Hospital

³Professor, Department of Paramedicine, Korea Nazarene University

⁴Professor, Department of Paramedicine, Kongju National University

= Abstract =

Purpose: This study aimed to compare the effectiveness of one-hand compression method (one-hand) and two-thumb compression methods (two-thumb) using a 3-year-old pediatric mannequin.

Methods: Participants in the experiment were randomly assigned to 21 people with one hand and 21 people with two thumbs, who had completed a basic life support training course. The mannequin used a few junior QCPR manikis (Laerdal, Norway), based on an age of 3. The study followed the guidelines for two-rescuer pediatric CPR, performing chest compressions and ventilations in a 15:2 ratio for 5 cycles, 10 minutes. The chest compression number, depth, speed rate, and recoil rate were measured after 1, 3, and 5 cycles, respectively. Data were analyzed using SPSS 23.0.

Results: Comparing the efficiency of chest compressions performed during 1, 3, and 5 cycles, the

Received June 30, 2024 Revised July 25, 2024 Accepted August 13, 2024

*Correspondence to Kyoung-Youl Lee

Department of Paramedicine, Kongju National University, 56, Gongjudaehak-ro, Gongju-si, Chungcheongnam-do, 32588, Republic of Korea

Tel: +82-41-850-0335 Fax: +82-41-850-0331 E-mail: leeky@kongju.ac.kr

depth of chest compressions was 40.84 ± 3.10 mm for the two thumbs and 51.48 ± 4.79 mm for the one-hand, which was significantly different ($p < .001$). According to pediatric CPR guidelines, the frequency corresponding to the compression depth range of 40.00-50.00 mm was statistically higher at 57.1% (12 people) of two thumb than at 23.8% (5 people) of one hand ($p < .001$).

Conclusion: While the current guidelines recommend one- or two-thumb encircling hand compressions for larger children, the use of one- or two-handed wrapped thumb compressions should be considered for smaller children, depending on the rescuer's judgment, when distinguishing between a child and an infant is difficult.

Keywords: infant CPR, pediatric CPR, one-hand compression, two-thumb compression

I. 서 론

1. 연구의 필요성

응급 상황에서의 소아 환자는 ‘한국소아소생 테이프’로 신장 및 체중을 추정하여 처치한다[1]. 소아의 성장 및 발달 단계는 환자처치에 중요하며, 갓난아기(생후 처음 몇시간), 신생아(생후 1개월), 영아(생후 1개월~5개월), 유아(생후 6개월~1세), 유아(1세~3세), 학령 전기(3세~5세), 학령기 아동(5세~12세), 청소년기(12세~18세) 8단계로 구분한다[2]. 소아의 급성 심장정지 발생 원인은 질병이 65.9%, 질병 외가 32.8%로 심장정지가 발생한다[3].

급성심장정지 환자의 자발순환회복 가능성을 높이기 위해서는 심장과 뇌로 혈류를 전달하기 위한 가슴압박이 중요하다. 심장에 혈류가 충분히 채워지기 위해서는 적절한 가슴압박 속도와 충분한 가슴이완이 필요하며, 가슴압박 중단은 10초를 넘지 않도록 최소화해야 한다[4].

한국 심폐소생술 가이드라인에서는 심폐소생술 방법을 영아, 소아, 성인으로만 구분하여 제시하고 있으며, 영아는 만 1세 미만, 소아는 만 1세부터 만 8세 미만까지 그리고 성인은 만 8세 이상으로 나누고 있다[5]. 가슴압박을 실시할 때 영아의 경우 두 손가락 또는 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법(이하, 두 엄지 압박법)을

이용하고, 소아는 한 손 또는 두 손으로 압박하며, 성인은 두 손으로 압박하도록 하고 있다. 가슴압박의 깊이는 흉곽 전후 지름인 가슴 두께의 1/3 깊이로 영아는 약 40.00mm, 소아와 성인은 약 50.00mm이다[6].

소아 심폐소생술에서 한 손 가슴압박법과 양손 가슴압박법의 효율성 비교에 대한 임상적 연구는 없으며[7], 일반인 대상으로 시행한 선행연구에서의 한 손 가슴압박 깊이는 왼손의 경우 36.3mm(34.8-37.9), 오른손의 경우에는 35.4mm(33.9-37.0)로 가이드라인에서 권장하는 가슴압박깊이에 미치지 못했다[8]. 하지만 의료인의 경우 수직으로 한 손 가슴압박을 시행한 결과에서는 54.0mm(48.5-56.0)로 나타났다[9].

컴퓨터단층촬영(Computed tomography, CT)을 이용한 소아의 가슴압박 깊이를 측정 한 연구 결과에서 영아 심폐소생술에서의 약 40.00mm 가슴압박 깊이와 소아 심폐소생술에서의 약 50.00mm 가슴압박 깊이는 성인 심폐소생술에서 60.00mm 이상 가슴압박 깊이를 시행한 결과와 유사하게 나타났으며, 부적절한 가슴압박 깊이는 여러 가지 합병증을 발생시킨다[10]. 일본의 사례보고에서는 심폐소생술 국제연락위원회(International Liaison Committee on Resuscitation, ILCOR)와 일본소생위원회(Japan Resuscitation Council, JRC)에서 권장되는 가슴압박 깊이보다 낮은 가슴압박 깊이에

서 좋은 신경학적 결과가 나타났다[11].

소아의 적절한 가슴압박 깊이에 대한 선행연구 대부분은 컴퓨터단층촬영을 통해 측정된 깊이이며, 심폐소생술 국제연락위원회에서 권장하는 가슴압박 깊이의 적절성에 대한 문제를 제기하고 있다[12].

기본 심폐소생술 교육과정에서 소아와 성인의 구분이 어려운 경우 구조자의 판단에 따라 한 손 또는 두 손으로 가슴압박을 적용하도록 명시되어 있지만 소아와 영아 구분이 어려운 체구가 작은 유아기(1~3세)의 경우에서의 가슴압박 적용 방법은 명시되어 있지 않다[5].

이에, 본 연구는 성장 및 발달 단계에서의 체구가 작은 3세 미만의 유아기 소아에게, 영아에 적용하는 두 엄지 가슴압박법을 이용하여 가슴압박의 깊이를 비교해보고자 하였다.

유아 환자에게 기존의 소아 심폐소생술 가슴압박 방법인 한 손 압박과 영아 심폐소생술 방법인 두 엄지 압박법을 적용하여, 대한심폐소생협회와 미국심장협회(American Heart Association, AHA) 가이드라인에서 제시하는 적절한 가슴압박 깊이를 확인하고자 시도되었다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 3세 기준 소아 마네킹을 이용하여 두 엄지 압박법과 한 손 가슴압박법의 가슴압박 효율성을 비교하기 위해 시행된 실험연구이다.

2. 연구대상자 및 연구도구

연구대상자는 응급구조학과 학생 중 대한심폐소생협회에서 주관하는 한국형 기본 심폐소생술(Korean basic life support, KBLS) 또는

미국심장협회에서 주관하는 기본 심폐소생술(Basic life support, BLS) 교육과정을 이수한 KBLS 또는 BLS provider 42명에게 연구목적과 방법을 충분히 설명하고 자발적 동의를 얻어 진행하였다. 본 연구에서는 표본 수 산출을 위해 G*Power 3.1.9.7 프로그램을 이용하였으며, 두 그룹 평균 비교, 효과크기 0.8, 유의수준(α) 0.05, 검정력($1-\beta$) 0.80로 산출한 결과, 대상자 수는 그룹당 21명으로 총 42명을 대상으로 실험하였다.

마네킹은 3세 기준의 'Little junior Q CPR Manikin(Laerdal Medical, Stavanger, Norway)'(Fig. 1)'을 사용하였고, 가슴압박 효율성은 'Q CPR APP(Laerdal Medical, Stavanger, Norway)'을 이용하여 가슴압박수, 평균 가슴압박깊이, 평균 가슴압박 속도, 평균 가슴압박 이완률을 측정하였다.

일반적 특성을 묻는 설문에는 성별, 연령, 체



Fig. 1. Little junior Q CPR Manikin.

질량 지수(BMI)를 위한 키와 몸무게, 소아 심폐소생술 실습 유무의 5분항과 소아 심폐소생술 지식 관련하여 소아의 기준, 가슴압박 깊이, 가슴압박 속도 그리고 1인 구조자와 2인 구조자 가슴압박과 인공호흡의 비율 등 5분항으로 구성하였다.

3. 실험 방법

실험대상자는 두 엄지 압박법과 한 손 가슴 압박법 중 하나를 무작위로 선택하였다. 소아 심폐소생술은 가슴압박과 인공호흡을 15:2로 2인 구조자 심폐소생술을 2분 간격으로 총 5주기, 10여 분 동안 진행하였고, 이때 또 다른 구조자는 연구원이 담당하였으며 인공호흡은 bag valve mask를 이용하였다.

‘QCPR APP’을 실험 시작 전 2020년 미국심장협회 가이드라인으로 설정하고, 2분 간격으로 2인 구조자 소아 심폐소생술 가슴압박 효율성을 측정하도록 하였고, 실험대상자의 가슴압박 효율성을 분석하기 위하여 1, 3, 5 주기 때 측정된 값을 사용하였다.

실험이 종료된 후 동질성 검증을 위해 실험대상자의 일반적 특성과 소아심폐소생술 지식을 묻는 설문지를 실시하였다.

모든 실험과정은 국립공주대학교 IRB의 연구 승인(KNU_IRB_2024-022)을 받아 진행하였다.

4. 자료수집 및 분석방법

실험대상자들의 가슴압박 효율성 측정자료는 QCPR APP을 통해 저장된 값으로, 1, 3, 5 주기의 각 2분 동안 가슴압박 수, 평균 가슴압박 깊이, 평균 가슴압박 속도 그리고 평균 가슴압박 이완률{(압박 깊이-이완 깊이)/압박 깊이 $\times 100$, %}이며, 전체의 가슴압박 효율성은 세 번의 값을 평균하여 분석에 사용하였다.

통계는 SPSS statistics version 23.0(IBM, USA) 프로그램을 이용하여, 두 그룹 간의 일반적 특성과 가슴압박 효율성은 교차분석(Chi-square test) 그리고 t-test로 분석하였으며, 모든 검정의 유의수준은 $p < .05$ 의 경우 유의한 차이가 있는 것으로 정의하였다.

III. 연구결과

1. 일반적 특성에 따른 가슴압박 방법 비교

두 종류의 일반적 특성에 따른 가슴압박 방법을 비교한 결과는 <Table 1>과 같다. 연구대상자 중 남성은 두 엄지 압박법에서 44.4%(8명)이었고, 한 손 가슴압박법은 55.6%(10명)이었으며, 성별에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다($p=.533$).

대상자의 나이, 체질량지수(BMI), 지식점수, 소아 심폐소생술 실습 여부도 가슴압박 방법에 따라 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았다.

2. 가슴압박 방법에 따른 전체 가슴압박 효율성 비교

가슴압박 방법에 따른 심폐소생술 효율성을 비교한 결과는 <Table 2>와 같다. 가슴압박 깊이는 한 손 가슴압박법에서 51.48 ± 4.79 mm로 두 엄지 압박법 40.84 ± 3.10 mm보다 깊었고, 유의한 차이를 보였다($p=.000$).

가슴압박 속도는 두 엄지 압박법이 102.49 ± 9.60 회/분, 한 손 가슴압박법은 103.67 ± 8.55 회/분로 나타났으며($p=.470$), 가슴압박 이완율은 97.67 ± 7.29 (%)와 97.81 ± 4.54 (%)로 서로 유의한 차이는 나타나지 않았다($p=.895$).

Table 1. General characteristics

		Compression method		t/χ^2	p
		Two thumb	One hand		
Gender	Male	8(44.4)	10(55.6)	.389	.533
	Female	13(54.2)	11(45.8)		
Age (year)		24.62±6.74	25.67±4.2	.604	.549
Height (cm)		167.24±8.32	168.48±7.69	.501	.619
Weight (kg)		67.81±18.45	67.10±12.90	-.145	.885
BMI		23.91±4.53	23.45±2.76	-.393	.969
Knowledge score		3.60±1.27	3.93±1.15	.890	.379
Pediatric CPR practice		12(47.8)	11(52.2)	.096	.757

BMI: Body mass index, CPR: Cardiopulmonary resuscitation

Table 2. Comparison of chest compression efficiency according to chest compression method

	Compression method		t	p
	Two thumb	One hand		
Number of chest compressions	148.89±17.05	147.89±13.93	-.360	.719
Chest recoil (%)	97.67±7.29	97.81±4.54	.132	.895
Chest compression depth (mm)	40.84±3.10	51.48±4.79	14.788	.000
Chest compression rate (per minute)	102.49±9.60	103.67±8.55	.725	.470

3. 주기별 가슴압박 방법에 따른 가슴 압박 효율성 비교

1주기, 3주기, 5주기에 각각 가슴압박 효율성을 비교한 결과는 <Table 3>과 같다. 1주기 가슴압박 깊이는 두 엄지 압박법이 41.62±3.12mm, 한 손 가슴압박법 51.29±4.78mm로 유의한 차이를 보였다($p=.000$), 3주기, 5주기에서도 40.67±3.28mm, 40.24±2.88mm와 51.52±4.85mm, 51.62±4.98mm로 나타나 서로 유의한 차이를 보였다($p=.000$).

가슴압박 수, 가슴압박 이완율 그리고 가슴압박 속도는 1, 3, 5주기에서 유의한 차이는 나타나지 않았다. 가슴압박 수와 가슴압박 속도는

주기가 진행됨에 따라 두 엄지 압박법에서는 1주기에 144.86±19.00(회)에서 5주기는 152.67±15.65(회)로 100.71±9.44회/분에서 104.29±10.55회/분으로 나타났으며, 한 손 가슴압박법에서 가슴압박 수는 1주기에 144.19±14.69회/분에서 5주기는 152.00±12.99(회)로 가슴압박 속도는 102.14±7.74회/분에서 103.52±8.27회/분으로 나타났다.

가슴압박 이완율은 주기가 진행됨에 따라 두 엄지 압박법에서는 1주기에 98.81±3.19(%)에서 5주기는 94.90±11.77(%)로 한 손 가슴압박법에서는 98.67±2.61(%)에서 96.33±5.96(%)로 나타났다.

Table 3. Comparison of chest compression methods efficiency according to cycle

	Compression method	1 Cycle			3 Cycle			5 Cycle		
		Mean±SD	t	p	Mean±SD	t	p	Mean±SD	t	p
Number of chest compression	Two thumb	144.86±19.00	-.127	.899	149.14±16.23	-.361	.720	152.67±15.65	-.150	.881
	One hand	144.19±14.69			147.48±13.60			152.00±12.99		
Chest recoil rate (%)	Two thumb	98.81±3.19	-.159	.875	99.29±1.98	-.84	.406	94.90±11.77	.496	.622
	One hand	98.67±2.61			98.43±4.24			96.33±5.96		
Chest compression depth (mm)	Two thumb	41.62±3.12	7.763	.000	40.67±3.28	8.496	.000	40.24±2.88	9.074	.000
	One hand	51.29±4.78			51.52±4.85			51.62±4.98		
Chest compression rate (per minute)	Two thumb	100.71±9.44	.536	.595	102.48±8.90	.395	.695	104.29±10.55	.336	.739
	One hand	102.14±7.74			103.52±8.27			103.52±8.27		

4. 가슴압박 방법에 따른 가슴압박 깊이 구간의 비교

가슴압박 방법에 따른 가슴압박 깊이를 비교한 결과는 <Table 4>와 같다. 두 엄지 압박법에서 가슴압박 깊이 40.00~50.00mm는 57.1%(12명)로 가장 많았고, 40.00mm 미만에서는 42.9%(9명)로 나타났다. 한 손 가슴압박법에서는 50.00mm 이상이 76.2%(16명)로 가장 많았고, 40.00~50.00mm은 23.8%(5명)였으며 가슴압박 방법에 따른 가슴압박 깊이는 서로 유의한 차이가 나타났다($p=.000$).

IV. 고 찰

본 연구는 성장 및 발달단계에서의 체구가 작은 3세 미만의 유아기 환자에게 기존의 소아 심폐소생술 방법과 영아 심폐소생술 방법인 두 엄지 가슴압박법을 적용하여, 가이드라인에서 제시하는 적절한 가슴압박 깊이를 확인하고자 시행되었다.

본 연구에서 성별, 나이, 체질량지수(BMI), 지식점수, 소아 심폐소생술 실습 여부는 가슴압박 방법에 따라 유의한 차이가 없었으며, 두 집단 간 동질성이 검증되었다($\chi^2=.389$, $p=.533$; $\chi^2=.604$, $p=.549$; $\chi^2=-.393$, $p=.969$;

Table 4. Comparison of chest compression depth ranges by chest compression methods

Chest compression depth	Compression method		χ^2	p
	Two thumb	One hand		
< 40.00mm	9(42.9)	0(0.0)	27.882	0.000
40.00~50.00mm	12(57.1)	5(23.8)		
> 50.00mm	0(0.0)	16(76.2)		

$x^2=.890$, $p=.379$; $x^2=.096$, $p=.757$).

미국심장협회 심폐소생술 가이드라인에서 가슴 압박 깊이는 가슴 두께의 최소 1/3 깊이로 영아는 약 40.00mm, 소아는 약 50.00mm로 압박할 것을 권고하고 있다. 가이드라인과 비교하였을 때 본 연구에서는 한 손 가슴압박법이 51.48 ± 4.79 mm, 두 엄지 압박법 40.84 ± 3.10 mm로 두 엄지 압박법은 가이드라인에서 권고하는 수준에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 흉부 전단화단층촬영 영상을 이용하여 소아의 적정 흉부압박 깊이를 측정 한 Jin SY 등[10]의 연구에서 소아는 최소 1/3이 아닌 최대 1/3 깊이가 적정하다고 하였으며, 이것은 최대 40.00mm로 압박하라는 것을 의미하고 영아의 경우 더 얇게 압박해야 한다고 하였다. Ong GY 등[12]의 연구에서도 소아 심정지 환자를 분석한 결과 1세부터 12세 소아의 경우 흉곽의 평균 1/3 깊이는 43.00mm로 나타나, 50.00mm라는 목표 깊이 보다 낮은 수치를 보였다. 소아 가슴압박 깊이에 관한 기존의 권고 사항은 주로 성인 연구를 기반으로 추정된 것이기 때문에[13] 현 가이드라인의 적절성에 대해 추후 3세 미만 유아의 임상 연구를 통해 검증되어야 할 것이며, 소아에서 최적의 흉부 압박 깊이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

주기에 따른 가슴압박 깊이는 가슴압박 방법에 따라 유의한 차이를 보였다. 한 손 가슴압박법은 1주기에 51.29 ± 4.78 mm, 3주기 51.52 ± 4.85 mm, 5주기 51.62 ± 4.98 mm로 가이드라인에서 권장하는 깊이인 약 50.0mm에 가까운 수치로 나타났다. 두 엄지 압박법은 깊이가 1주기에는 41.62 ± 3.12 mm, 3주기 40.67 ± 3.28 mm, 5주기 40.24 ± 2.88 mm로 한 손 가슴압박법에 비하여 얇은 압박 깊이를 보였다. 영아 마네킹 연구에서 두 엄지 압박법은 두 손가락 가슴압박법에 비해 통증과 불편감이 적은 방법이지만[14], 시간 경과에 따라 62%에서 손

의 통증이 생긴다고 하였다[15]. 본 연구에서는 3세의 유아 마네킹을 사용하여 두 엄지 압박법을 수행하는 과정에서 마네킹 면적 대비 좁은 압박 면적과 흉벽의 탄성 차이 등으로 손가락의 불편감이 유발되었을 수 있다. 또한, 사전에 훈련되어있지 않은 술기 방법이기 때문에 압박 깊이가 소아의 권장 깊이인 40.00~50.00mm에 미치지 못한 것으로 생각되며, 추후 가슴압박 정확도에 영향을 미치는 요인에 대한 추가 분석이 필요할 것이다.

적절한 흉부 압박 깊이는 병원 전 심정지 환자의 생존율을 향상 시키는 핵심 요소 중 하나이다[16]. 부적절한 가슴 압박 깊이는 생존율에 영향을 줄 뿐만 아니라 여러 합병증을 유발한다. 가슴 압박의 깊이가 깊은 경우 갈비뼈 및 흉골의 골절이 발생하며, 소아에서는 가슴압박으로 인한 외상성 심실중격결손 사례가 보고된 바 있다[17, 18]. 어린아이들의 경우 흉곽의 순응도가 높아 너무 깊은 압박 깊이로 인해 손상이 가중될 수 있어 심정지 시 적정 깊이로 가슴 압박이 더욱 중요하다. 본 연구에서 가슴압박법에 따른 가슴압박 깊이를 비교한 결과 두 엄지 압박법에서 가슴압박 깊이 40.00~50.00mm는 57.1%(12명)가 가장 많았고, 한 손 가슴압박법에서는 50.00mm 이상이 76.2%(16명)로 가장 많았다. 심폐소생술 가이드라인에서는 1세부터 8세까지의 소아에서 한 손 가슴압박방법이나 두 손 가슴압박방법을 권장하고 있으나 3세의 소아를 기준으로 한 본 연구의 결과에서 두 엄지 압박법의 경우 적정 범위에 해당하는 깊이를 제공하는 것으로 확인되었다. 하지만 본 연구에서는 심폐소생술 가이드라인에서 제시하는 5가지 고품질의 심폐소생술 항목 중 가슴압박 깊이, 가슴압박 속도 그리고 가슴 이완률만을 측정하여, 인공호흡을 제외한 가슴압박만을 분석하였기 때문에 실제 적용에 적절한 방법인지에 대해서는 추가적인 연구가

이루어져야 할 것이다. 반면에 한 손 가슴압박법은 가이드라인에서 권고하는 수준 이상으로 깊게 압박하는 비율이 높게 나타났다. 한 손으로 가슴압박 시 구조자는 너무 깊게 누르지 않도록 주의하고, 피드백 장치를 사용하는 등의 방안을 고려해야 할 것이다. 이상의 결과를 바탕으로 심폐소생술 시 소아의 나이 기준에 대해 재조정이 필요할 것으로 생각되며, 추후 임상 연구를 통해 소아 심폐소생술 시 적정 가슴압박 깊이에 대한 검증과 개선이 이루어져야 할 것이다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 3세 기준의 영유아 단계에서 가슴압박 방법에 따른 가슴압박 효율성을 비교하기 위해 기본 심폐소생술을 이수한 BLS Provider를 대상으로 가슴압박만을 측정하여, 분석한 실험연구이다.

본 연구에서 가슴압박 방법에 따른 효율성을 비교한 결과 두 엄지 압박법은 평균 $40.84 \pm 3.10\text{mm}$, 한 손 가슴압박법은 평균 $51.48 \pm 4.79\text{mm}$ 로 가슴압박 깊이에서만 차이가 나타났다. 대한심폐소생협회 가이드라인과 미국심장협회 가이드라인에서 제시하는 $40.00 \sim 50.00\text{mm}$ 의 가슴압박 깊이에는 두 엄지 압박법이 57.1%(12명)로 한 손 가슴압박법 23.8%(5명)보다 가이드라인에 적합하였다.

2. 제언

첫째, 현재 심폐소생술 가이드라인에서의 소아 기준은 1세에서 8세 미만으로 성장 및 발달 단계에 따라 몸집이 작은 소아의 경우에 구조

자 판단에 따른 한 손 또는 두 엄지 압박법 사용이 필요하다.

둘째, 소아 청소년 표준 성장도표에 따른 국내 3세 미만 유아의 신체적 구조 마네킹을 이용한 가슴압박 방법에 따른 효율성 그리고 구조자의 피로도와 관련된 추가적인 연구가 필요하다.

ORCID ID

Kim Yong-Joon: 주제선정, 자료수집·분석, 논문작성

0000-0003-1210-2584

An So-Yeon: 자료수집·분석, 논문작성

0009-0003-3501-4314

Han Seung-Eun: 자료수집·분석, 논문작성

0000-0003-2952-1865

Lee Kyoung-Youl: 연구설계, 결과분석지도, 논문작성지도

0000-0003-3776-092X

References

1. The Korean Society of Emergency Medicine. Emergency medicine. 2nd ed. Gyeonggi-do: koonja, 2019. 1159-71.
2. Korean Council of Professors for Emergency Medical Service. Special considerations and operations (Bledsoe, Porter, Cherry). 5th ed. Seoul: Daehakseorim, 2021. 95-104.
3. Korea Disease Control and Prevention Agency. 2022 Sudden Cardiac Arrest Survey. Available

- at: <https://www.kdca.go.kr>. 2024.
4. Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, Cheng A, Aziz K, Berg KM et al. Part 1: executive summary: 2020 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2020;20(142):S337-57.
<https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000918>
 5. Korea Association of Cardiopulmonary Resuscitation. 2020 Korean guideline for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Available at: <http://www.kacpr.org>, 2024.
 6. Morgan RW, Kirschen MP, Kibaugh TJ, Sutton RM, Topjian AA. Pediatric in-hospital cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation in the united states: a review. *JAMA pediatrics* 2023;175(3):293-302.
<https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.5039>
 7. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, Chan M, Duff JP, Joyner BL et al. Part 4: pediatric basic and advanced life support 2020 American Heart Association guidelines for cardiovascular resuscitation and emergency cardiovascular care. *Pediatrics* 2021;147(suppl 1):e2020038505D.
<https://doi.org/10.1542/peds.2020-038505D>
 8. Kim MJ, Lee HS, Kim S, Park YS. Optimal chest compression technique for paediatric cardiac arrest victims. *Scandinavian journal of trauma* 2015;23(36):1-7.
<https://doi.org/10.1186/s13049-015-0118-y>
 9. Oh JH, Noh H, Lee JG, Kim DK. Effects of vertical compression during pediatric cardiopulmonary resuscitation using the one-handed chest compression technique. *The American journal of emergency medicine*. 2022;59:24-9.
<https://doi.org/10.1016/j.ajem.2022.06.044>
 10. Jin SY, Oh SM, Kim YO. Estimation of optimal pediatric chest compression depth by using computed tomography. *Clinical and experimental emergency medicine* 2016;3(1):27-33.
<https://doi.org/10.15441/ceem.16.119>
 11. Miyashita N, Kurosawa H, Aoki K. Successful resuscitation with shallow chest compression depth: a pediatric case. *Pediatrics international* 2021;63(12):1524-6.
<https://doi.org/10.1111/ped.14641>
 12. Ong GY, Chen ZJ, Niles DE, Srinivasan V, Sen AI, Skellett S et al. Poor concordance of one-third anterior-posterior chest compression depth targets in pediatric cardiac arrest patient. *Circulation* 2023;12(4):e028418.
<https://doi.org/10.1161/JAHA.122.028418>
 13. Atkins DL, Berger S, Duff JP, Gonzales JC, Hunt EA, Joyner BL et al. Part 11: pediatric basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2015;132(18_suppl_2):S519-25.
<https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000265>
 14. Hwang SJ, Yun JG, Kim JS. Chest compression efficiency for three methods of single-person rescuer infant cardiopulmonary resuscitation. *Korean J of Emerg Med Ser* 2020;24(3):107-16. <https://doi.org/10.14408/KJEMS.2020.24.3.107>
 15. Pellegrino JL, Bogumil D, Epstein JL, Burke RV. Two-thumb-encircling advantageous for lay responder infant CPR: a randomised manikin study. *Archives of Disease in Childhood* 2019;104(6):530-4.
<https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-314893>
 16. Lee WY, Yang DJ, Oh JH. Differences in the performance of resuscitation according to the

- resuscitation guideline terminology during infant cardiopulmonary resuscitation: “Approximately 4 cm” versus “at least one-third the anterior-posterior diameter of the chest”. *PLoS One* 2020;15(3):e0230687.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230687>
17. Kim MJ, Park YS, Kim SW, Yoon YS, Lee KR, Lim TH et al. Chest injury following cardiopulmonary resuscitation: a prospective computed tomography evaluation. *Resuscitation* 2013;84(3):361-4.
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.07.011>
18. Wu HW, Chien JH, Weng KP, Lin CC, Chen BH, Huang SM et al. Traumatic ventricular septal defect in a 1-year-old boy after accidental chest compression by an adult. *Pediatric Emergency Care* 2019;35(5):e90-2.
<https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001077>