

코로나19 의심 또는 확진 환자가 병원 밖 심정지 발생 시 구조자의 개인 보호장비(PPE) 착용에 의한 가슴압박 효과 비교 : 무작위 교차 시뮬레이션 연구

홍석환¹ · 양연수^{2*} · 한상균³

¹을지대학교 응급구조학과

²연세대학교 보건대학원 국민건강증진연구소

³연세대학교 대학원 의료법윤리학협동과정

Effect of level D personal protective equipment on chest
compression for pre-hospital arrest patients with suspected or
confirmed COVID-19 : A randomized crossover simulation trial

Seok-Hwan Hong¹ · Yeun Soo Yang^{2*} · Sang-Kyun Han³

¹Department of Emergency Medical Services, Eulji University

²Department of Epidemiology and Health Promotion, Institute for Health Promotion,
Graduate School of Public Health, Yonsei University

³Department of Medical Law and Ethics, The Graduate School, Yonsei University

=Abstract =

Purpose: The purpose of this study was to determine how the use of level D personal protective equipment (PPE) and cardiopulmonary resuscitation (CPR) feedback equipment affects chest compression (CC). Furthermore, this study provides basic data for developing Korean CPR guidelines that can be applied to patients with suspected or confirmed COVID-19.

Methods: This randomized, single-blinded, crossover simulation trial included 26 student paramedics who performed 2-minute chest compressions using three different methods: Method A involved performing traditional CC for two minutes without donning level D PPE, Method B involved

Received February 28, 2021 Revised March 28, 2021 Accepted April 20, 2021

*Correspondence to Yeun Soo Yang

Department of Epidemiology and Health Promotion, Institute for Health Promotion, Graduate School of Public Health, 50-1, Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Republic of Korea

Tel: +82-2-2228-1546 Fax: +82-2-365-5118 E-mail: ysyang4647@yuhs.ac/yang4647@gmail.com

performing CC while donning level D PPE, and Method C involved performing CC with a CPR feedback device while donning level D PPE.

Results: The use of a CPR feedback device during the 2-minute CC increased the exercise intensity of the subjects, but donning level D PPE didn't affect the quality of CC and the exercise intensity. The results of methods A and B showed changes in the quality of compression 80 seconds after the start of CC. No significant changes occurred in 2-minute CC when using the CPR feedback device.

Conclusion: Using a CPR feedback device could prevent deterioration in the quality of CC while donning level D PPE.

Keywords: Chest compression, Cardiopulmonary resuscitation(CPR), Quality, COVID-19, CPR feedback device

I. 서 론

1. 연구의 필요성

2019년 말 중국 후베이성 우한시에서 신종 코로나바이러스 감염증(이하 코로나19)이 발생하였고, 2020년 1월 19일 대한민국으로 입국한 중국인 여성이 국내 첫 확진자로 확인되었다[1]. 이후 국내 확진자는 지속적으로 증가하여 1년이 지난 2021년 1월 11일 총 누적 확진자 수는 69,114명, 이 중 누적 사망자 수는 1,140명이었다[2]. 세계보건기구[3]는 코로나19의 증상이 계절성 독감과 같이 감염자 대부분에게 경미하게 나타나고, 자기 제한적인(self-limiting) 질환이지만, 고령층이나 동반이환자(당뇨, 폐질환, 기타 만성질환) 등에서는 중증으로 나타나고 있다고 했다.

바이러스에 의한 감염병은 그 미생물학적 특징 등으로 인해 공기 중으로 전파하여 전파력이 강하기 때문에, 병원 전 단계 종사자인 구급대원들은 감염 고위험군으로 병원 등 의료 관련 기관과 지역사회에서의 전파 확대가 우려되고 있다. 이에 소방청[4]은 2020년 2월 말 국내 상황에 따라, 코로나19 증상자와 증상자에 준하는 대상을 이송할 때는 출동한 모든 119구급대원이 '레벨 D'급의 감염보호복을 착용하도록 지침을 강화하였지만, 레벨 D 보호복

착용으로 인한 고품질 심폐소생술의 한계와 피로도 누적이라는 문제점이 떠올랐다. 이런 문제를 예상한 듯, 미국심장학회[5]는 2020년 4월에 코로나19 상황과 관련한 interim guidance를 내놓아 병원 밖 심정지 환자에 대한 대안을 제시했고, 현장 진입 전 레벨 D 보호복 착용, 진입 인원 최소화, 기계식 가슴압박 장치 사용 등을 권고하였다.

Chi 등[6]의 연구 결과에 따르면, 기계식 가슴압박 장치의 부피, 무게, 복잡한 사용법 및 제거가 어렵다는 문제가 제기되었고, 미국심장협회의 2020년 심폐소생술 가이드라인[7]에서는 기계식 가슴압박장치의 사용이 매뉴얼 가슴압박에 비해 더 나은 점이 없으며, 일부 연구에서는 신경학적 결과가 더 좋지 않게 나왔기 때문에, 인원이 제한되었거나, 이동 중인 구급차 안, 또는 감염성 질병의 노출 우려 등의 특별한 상황에서 훈련된 사람에 의해 사용되어야만 유용할 것이라고 했다. 더 나아가, 2020년 11월 소방청 정보공개 청구로 받은 자료에 따르면, 18개 시도 중, 서울, 경기를 포함한 8개의 시도가 구급차 대수와 비교해 기계식 가슴압박 장치의 보유량이 50% 미만이어서, 필요한 상황에서도 장비의 부재로 사용할 수 없는 경우가 발생할 수 있음이 예상되었다. 이러한 문제들로 인해 심폐소생술 되먹임 장비의 사용이 다시금 대안으로 제안되었다.

본 연구는 레벨 D 보호복 착용과 심폐소생술

되먹임 장비 사용이 가슴압박 효과 및 시간별 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았고, 나아가 코로나19 또는 신종 호흡기 감염성 질환 확진 및 의심 환자에게 적용할 수 있는 한국형 심폐소생술 지침을 개발하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 레벨 D 보호복 착용 및 심폐소생술 되먹임 장비 사용이 심폐소생술 중 가슴압박 품질에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 진행되었고, 시뮬레이션 실험군을 3개 조로 나눠 무작위(randomized), 단일맹검(single-blinded), 교차(crossover) 마네킹 연구로 진행하였다. 실험에 따른 절차는 기관생명유지위원회의 심의를 거쳐 시행되었다(EUN20-029).

2. 연구대상

본 연구는 2020년 8월 20일부터 8월 21일까지 이틀간 일개 대학교의 응급구조학과 학생들을 대상으로 진행되었다. 실험참가자 모집공고를 하였고, 참가 신청자들을 대상으로 설문조사를 시행한 후 진행하였으며, 실험 참가 전 대한심폐소생협회 기본소생술(basic life support) 교육을 이수한 학생만을 대상으로 하였다. 모집된 참가자는 총 32명이었고, 이 중 레벨 D 보호복을 입지 않은 상태에서 가슴압박의 속도와 깊이가 미국심장협회 심폐소생술 지침에서 벗어나지 않은 26명의 자료만을 이용해 분석하였다. 이 수치는 G-power 3.1.9.6에서 양측 검정(two-tailed), effect size 0.8, alpha error 0.05로 설정하고 표본을 쌍별 비교(pairwise comparison)한 결과인 24명보다 많은 숫자이다.

3. 자료수집 방법

모든 실험참가자는 인구통계학적 정보(연령, 성별 등)로 구성된 간단한 설문지를 작성하였다. 본 연구는 참가자가 환자의 가슴압박에만 집중할 수 있도록, 심정지 환자에게 전문기도가 삽관이 시행된 이후로 상황적 시나리오를 세웠다. 가슴압박은 세 가지 방법(A, B, C)으로 나눠 실시하였으며, 레벨 D 보호복을 착용하지 않고 기존 방식의 가슴압박(manual chest compression without PPE)을 시행하는 방법 A, 레벨 D 보호복을 착용한 상태에서 기존 방식의 가슴압박(manual chest compression with PPE)을 시행한 방법 B, 레벨 D 보호복을 착용한 상태에서 심폐소생술 되먹임 장치를 이용한 가슴압박(manual chest compression with CPR feedback device and PPE)을 시행한 방법 C로 나뉘었다. 레벨 D급 보호복은 국제기준에 맞춰 두 겹의 라텍스 글러브, 고글, N95 마스크, 덧신, 모자 달린 점프슈트 형태의 전신 보호복으로 구성되었다. 특히 실험 수행 전, 참가자들에게 어떤 방법의 가슴압박을 시행할지 미리 알리지 않아, 참가자들의 심리적 준비를 방지하였다. 모든 실험이 진행되는 동안 참가자들의 심박수를 측정하여 실험 중 느끼는 피로도를 심박수의 변화를 통해 간접적으로 알아보았다.

실험 장소는 환기가 잘 되는 비공개된 장소에서 한 번에 1명의 참가자만 시행하였다. 무작위로 선정된 가슴압박 방법을 2분 동안 시행하였으며, 이후 충분한 휴식을 위해 2시간 이상 휴식을 취한 후, 다른 방법의 가슴압박을 시행하였다.

4. 연구도구

1) 데이터 수집용 마네킹

결과분석에 필요한 모든 자료는 Laerdal

Wireless SkillReporting System(Laerdal, Stavanger, Norway)을 통해 수집하였고, 실험에 사용된 마네키는 Resusci Anne QCPR 마네키(Laerdal, Stavanger, Norway)이었다.

2) 심폐소생술 되먹임 장치

세 가지 가슴압박 방법 중 방법 C에 사용된 심폐소생술 되먹임 장치는 Laerdal Medical사의 CPRMeter(Laerdal, Stavanger, Norway)로 복장뼈 위에 위치시킨 후, 가슴압박 수행 시 가슴압박 속도, 가슴압박 깊이 및 이완 정도를 술자에게 시각적으로 보여주는 장치이다.

3) 연구 참가자의 심박수 측정 장치

세 가지 방법의 실험이 진행되는 동안 HeartStart MRx(Phillips Medical Systems, Andover, USA)를 통해 실험참가자의 심박수를 계속적으로 기록하였다.

5. 분석방법

기본 설문조사는 성별, 나이, 키, 몸무게, 안정 시 심박수를 포함하였고, 이후 세 가지 다른 방법의 가슴압박 중 측정된 심박수를 Haskell 공식과 Karvonen 공식을 적용하여, 실험 중 참여자가 경험하게 되는 운동강도를 유추하였다.

-Haskell 공식[8]: 최대심박수=220-나이

-Karvonen 공식[9]: 목표 심박수={(최대심박수-안정 시 심박수)×운동 강도(%) }+안정 시 심박수

-본 실험에 사용된 운동강도 유추 공식:
운동강도(%)={(가슴압박 중 측정된 심박수-안정 시 심박수)/(최대심박수-안정 시 심박수)}×100

Laerdal Wireless SkillReporting System으로 기록된 가슴압박 깊이, 가슴압박 속도, 가슴압박 이완 정도에 대한 데이터는 모두 20초 간격으로 분석하였으며, 실험참가자의

심박수도 EKG 리듬 분석을 통해 20초마다 분당 심박수를 기록하였다.

본 실험에서 고품질의 압박 깊이는 50mm 이상에서 60mm 이하로, 충분한 이완은 압박 깊이에서 이완 깊이를 감소한 값이 5mm 이하인 것으로 규정하였다.

데이터 분석은 IBM SPSS 25버전과 SAS 9.4버전을 이용하여 처리하고 분석하였다. 연구대상자의 인구사회학적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였고, 가슴압박 방법별 또는 가슴압박 방법 간의 차이는 중앙값을 이용한 Wilcoxon signed-rank test로 분석하였다. 또한 가슴압박 방법 간 비교에서 요인들이 미치는 영향은 Two-way repeated measures ANOVA로 분석하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 특성

연구대상자의 인구학적 특성은 <Table 1>과 같다. 연구대상은 총 26명으로 이 중 남자는 8명(30.8%), 여자는 18명(69.2%)이었다. 나이는 21세가 42.3%(11명)로 가장 많았고, 23세(19.2%, 5명), 22세(15.4%, 4명), 20세(11.5%, 3명), 19세·24세·25세(각 3.8%, 각 1명) 순이었다. 세계보건기구가 정한 체질량지수(Body mass index; BMI)로 보았을 때, 저체중 1명(<18.5kg/m²), 과체중 1명(23-25kg/m²), 그리고 비만 1명(25-30kg/m²)을 제외하고는 모두 정상 범위(18.5-23kg/m²)에 속했다.

2. 가슴압박 방법별 운동강도 비교

그룹별 운동 강도의 평균은 <Table 2-1>와 같고, 20초 간격 변화는 <Fig. 1>에 있으며,

Table 1. Demographic characteristics (N=26)

	Men(n=8)	Women(n=18)
Age(yr)	22.13±2.03	21.39±0.92
Body mass index(BMI)	22.45±1.79	20.76±4.65
Resting heart rate	71.25±9.21	78.83±8.61
Maximum heart rate	197.61±2.03	198.61±0.92

Values are Mean±SD.

Table 2-1. Exercise intensity by chest compression methods

Methods	0sec.**	20sec.	40sec.	60sec.	80sec.	100sec.	120sec.
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
(A) Manual CC* without PPE†	12.75±10.96	39.40±11.20	46.58±11.96	50.56±13.43	53.98±12.72	55.65±14.34	56.86±14.82
(B) Manual CC* with PPE†	15.67±9.64	43.24±15.85	51.04±18.60	54.70±16.80	56.73±17.69	59.52±17.57	60.94±16.22
(C) Manual CC* with CPR‡ feedback device and PPE†	16.51±8.72	41.09±13.75	50.87±14.56	58.24±15.10	61.27±14.01	64.08±14.95	67.30±15.25

*CC: Chest compression, †PPE: Level D personal protective equipment

‡CPR: Cardiopulmonary resuscitation

**0 sec. means the first recorded number at SkillReporting system.

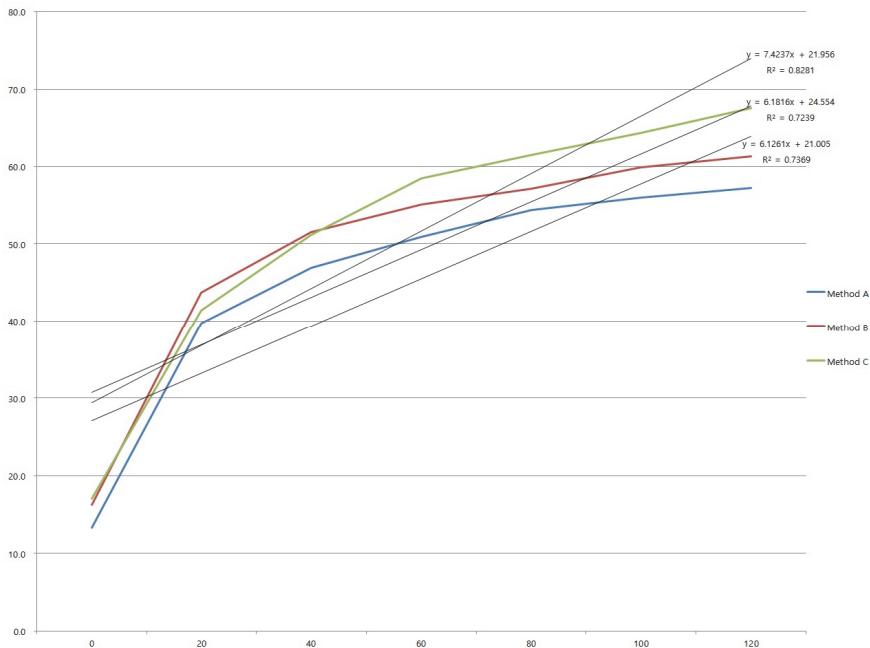


Fig. 1. Mean values of exercise intensity measured every 20 seconds for each chest compression method.

시간이 지날수록 운동강도의 차이가 늘어난다는 것을 알 수 있었다. 실험참가자의 운동강도에서 그룹 간에 유의한 차이가 있는지 확인하기 위해 Wilcoxon signed-rank test로 검정하였다. 2분 동안의 진행된 실험을 20초 간격으로 나눠 각각에 측정된 운동강도를 방법별로 비교하였다. <Table 2-2>에서 나타난 것과 같이, 방법 A와 방법 C의 비교에서 실험 시작 후 40초가 지나면서 서로 간에 유의미한 차이가 있었고, 방법 B와 방법 C의 비교에서는 80초가 지나면서 유의미한 차이가 있었다. 다른 시간대의 비교와 방법 A와 방법 B의 비교에서는 모두 유의한 차이는 없었다.

3. 방법별로 가슴압박 깊이, 압박 속도, 압박 후 이완을 각각의 시작점과 비교

가슴압박 중 언제부터 유의미한 변화가 발생하였는지 알아보기 위해, 압박 깊이, 압박 속도, 압박 후 이완의 정도를 각각의 시작점과 비교하여, 언제부터 유의미한 변화가 생겼는지 알아보았다.

방법 A의 초기 압박과 이완 정도를 20초 간격으로 비교하였다. 압박 깊이가 유의하게 줄어드는 것은 압박 시작 후 100초부터 발생(54.00mm(IQR 52.00-56.25) vs. 52.50mm (IQR 50.00-55.00), $p=.028$)하였고, 불완전 이완의 깊이는 60초와 120초를 제외하고는 모두 첫 가슴압박 후 이완 정도(4mm(IQR 3.00-6.25))와 유의미하게 차이가 있었다. 하지만 모든 중앙값은 5mm를 넘지 않았다<Table 3-1>.

방법 B의 초기 압박과 이완 정도를 20초 간격으로 비교하였을 때, 압박 깊이는 시작 후 80초부터 유의하게 줄어드는 것(56.00mm(IQR 51.75-60.00) vs. 52.00mm(IQR 48.00-58.00), $p=.033$)을 보였고, 불완전 이완의 깊이는 모든 시간대에 유의미한 변화가 없었다<Table 3-2>.

방법 C에서는 압박 깊이가 초반에 갑작스럽게 깊어졌다 알아지는 모습을 띠며, 20초와 40초의 압박 깊이가 시작점의 압박 깊이와 유의한 차이를 보였다. 이후에는 0초의 압박 깊이와 유의미한 차이가 없었다. 불완전 이완의 깊이는 모든 시간대에 유의미한 차이를 보이며, 20초부터 첫 불완전 이완의 깊이보다 알아진 것(4mm(IQR

Table 2-2. Comparison of changes in exercise intensity between each method

Time(sec.)	Chest compression technique		<i>p</i>
	Method A	Method C	
40	47.68%(IQR 38.44-51.85)	50.19%(IQR 40.45-60.14)	.048
60	50.83%(IQR 41.12-62.05)	56.75%(IQR 48.21-65.79)	.009
80	55.45%(IQR 45.96-62.74)	60.24%(IQR 51.51-72.04)	.005
100	57.25%(IQR 41.37-68.09)	63.48%(IQR 51.90-74.55)	.001
120	57.67%(IQR 43.29-66.52)	67.05%(IQR 56.11-76.26)	.001
Time(sec.)	Method B	Method C	<i>p</i>
80	54.81%(IQR 41.88-71.83)	60.24%(IQR 51.51-72.04)	.024
100	57.05%(IQR 47.98-71.83)	63.48%(IQR 51.90-74.55)	.039
120	58.59%(IQR 49.89-71.83)	67.05%(IQR 56.11-76.26)	.009

Table 3-1. Comparison of changes in chest compression depth and incomplete chest recoiled depth at 20 second intervals in method A

Time(sec.)	Chest compression depth of method A		<i>p</i>
	Start point [†]	20 sec. intervals	
20		57.50mm(IQR 54.75-59.25)	.002
40		55.00mm(IQR 53.00-59.25)	.186
60	54.00mm(IQR 52.00-56.25)	53.00mm(IQR 51.75-57.00)	.600
80		53.00mm(IQR 50.50-55.00)	.080
100		52.50mm(IQR 50.00-55.00)	.028
120		52.00mm(IQR 50.75-54.25)	.011
Time(sec.)		Incomplete chest recoiled depth of method A	
20		4.00mm(IQR 2.75-5.00)	.015
40		3.00mm(IQR 3.00-4.25)	.022
60	4mm(IQR 3.00-6.25)	4.00mm(IQR 3.00-5.00)	.053
80		3.50mm(IQR 2.00-5.25)	.048
100		3.50mm(IQR 2.00-5.00)	.005
120		4.00mm(IQR 3.00-5.25)	.058

[†]Start point : outcomes from the first attempt of chest compression

Table 3-2. Comparison of changes in chest compression depth and incomplete chest recoiled depth at 20 second intervals in method B

Time(sec.)	Chest compression depth of method B		<i>p</i>
	Start point [†]	20 sec. intervals	
20		56.50mm(IQR 55.00-60.25)	.131
40		55.00mm(IQR 52.75-57.00)	.544
60	56.00mm(IQR 51.75-60.00)	55.50mm(IQR 49.75-59.00)	.352
80		52.00mm(IQR 48.00-58.00)	.033
100		53.00mm(IQR 48.00-56.25)	.022
120		50.00mm(IQR 47.00-56.25)	.002

[†]Start point : outcomes from the first attempt of chest compression

3.00-5.00) vs. 2.00mm(IQR 1.00-3.25), *p*=.000)을 볼 수 있었다(Table 3-3). 초기에 가슴압박 깊이의 수치가 유의미하게 변화하거나

압박 후 이완 정도에 유의미한 변화가 있는 것은 심폐소생술 되먹임 장치를 사용하며 자신이 시행한 가슴압박의 정도를 매 순간 조절하여

Table 3-3. Comparison of changes in chest compression depth and incomplete chest recoiled depth at 20 second intervals in method C

Time(sec.)	Chest compression depth of method C		<i>p</i>
	Start point [†]	20 sec. intervals	
20		59.50mm(IQR 55.75-61.00)	.039
40		59.00mm(IQR 57.75-60.00)	.047
60	56.50mm(IQR 51.75-61.00)	58.00mm(IQR 56.00-60.00)	.247
80		56.00mm(IQR 54.00-58.25)	.925
100		53.50mm(IQR 51.00-57.00)	.169
120		54.50mm(IQR 51.75-58.50)	.191
Time(sec.)	Incomplete chest recoiled depth of method C		<i>p</i>
20		2.00mm(IQR 1.00-3.25)	.000
40		3.00mm(IQR 1.75-4.00)	.000
60	4mm(IQR 3.00-5.00)	2.00mm(IQR 1.00-4.00)	.000
80		2.00mm(IQR 1.00-3.25)	.000
100		2.00mm(IQR 1.00-4.00)	.000
120		2.50mm(IQR 1.00-4.00)	.000

[†]Start point : outcomes from the first attempt of chest compression

나타나는 변화이다.

모든 방법에서 가슴압박 속도에 유의미한 변화는 없었으며, 심폐소생술 지침에서 정해놓은 분당 100-120회 압박 속도에 벗어나지 않았다.

4. 가슴압박 방법 간 가슴압박 깊이의 차이

시간대별 가슴압박 깊이를 각각의 다른 방법과 비교하여 어떤 차이가 있는지 분석하였다(Table 4-1, 4-2). 윌콕슨 순위부호 검정으로 비교한 결과, 방법 A는 방법 B와 전 과정에서 압박의 깊이에 유의한 차이가 없었으나, 방법 A와 방법 C 그리고 방법 B와 방법 C 간에 의미 있는 차이가 있음을 알 수 있었다. 방법 A는 방법 C와 비교하였을 때, 40초부터 차이($p=0.006$)를 보였고, 종합적인 판단으로 방법 C가 방법 A보다 처음의 압박 깊이를

더 길게 유지하였다. 이는 <Fig. 2>의 추세선에 R^2 값에서도 확인할 수 있는데, 방법 A의 R^2 값이 0.63인 반면, 방법 C의 R^2 값은 0.4로 방법 C가 방법 A보다 시간에 흐름에 덜 영향을 받는다고 할 수 있다. <Table 4-2>의 이원분산분석 결과, 20초 간격 시간과 가슴압박 방법에 따른 압박 깊이의 차이를 알아본 결과는 시간과 압박 방법 각각의 주효과(main effect)가 모두 유의하였으나, 상호작용효과(interaction effect)는 없었다.

5. 가슴압박 방법별 가슴압박 속도의 변화

가슴압박 속도를 각각의 다른 방법과 20초 간격 시간대별로 비교하여 차이가 있는지 분석하였다. 방법 B와 방법 C는 압박 시작 후

Table 4-1. Comparison of changes in chest compression depth between each method

Time(sec.)	Method A	Method C	p
0	54.50mm(IQR 52.00-56.25)	56.50mm(IQR 51.75-61.00)	.345
20	57.50mm(IQR 54.75-59.25)	59.50mm(IQR 55.75-61.00)	.165
40	55.00mm(IQR 53.00-59.25)	59.00mm(IQR 57.75-60.00)	.006
60	53.00mm(IQR 51.75-57.00)	58.00mm(IQR 56.00-60.00)	.005
80	53.00mm(IQR 50.50-55.00)	56.00mm(IQR 54.00-58.25)	.002
100	52.50mm(IQR 50.00-55.00)	53.50mm(IQR 51.00-57.00)	.205
120	52.00mm(IQR 50.75-54.25)	54.50mm(IQR 51.75-58.50)	.135

Time(sec.)	Method B	Method C	p
0	56.00mm(IQR 51.75-60.00)	56.50mm(IQR 51.75-61.00)	.843
20	56.50mm(IQR 55.00-60.25)	59.50mm(IQR 55.75-61.00)	.177
40	55.00mm(IQR 52.75-57.00)	59.00mm(IQR 57.75-60.00)	.000
60	55.50mm(IQR 49.75-59.00)	58.00mm(IQR 56.00-60.00)	.018
80	52.00mm(IQR 48.00-58.00)	56.00mm(IQR 54.00-58.25)	.001
100	53.00mm(IQR 48.00-56.25)	53.50mm(IQR 51.00-57.00)	.069
120	50.00mm(IQR 47.00-56.25)	54.50mm(IQR 51.75-58.50)	.013

Table 4-2. Result of repeated measure two-way ANOVA of chest compression depth by methods

	Source	DF	Type III SS	Mean square	F	p
	TIMES(A)	6	1569.791	261.632	13.26	<.0001
	Method(B)	2	623.586	311.793	15.80	<.0001
Compression depth	A X B	12	163.901	13.658	0.69	.760
	Error	525	10359.962	19.733		
	Total	545	12717.240			

40초부터 유의한 속도의 차이가 보이며, 심폐소생술 되먹임 장비를 사용한 방법 C의 속도가 방법 B보다 늦어지는 것을 볼 수 있지만, 방법 A와 방법 B, 또는 방법 A와 방법 B 비교에서는 모든 부분에서 유의한 차이는 없었다<Table 5-1>. 심폐소생술 지침 내 권고하고

있는 범위 안에서 늦어진 것을 볼 수가 있다. 그 외 방법들은 모든 비교에서 유의한 차이가 없었다. 시간과 방법에 따른 압박 속도의 차이를 이원분산분석으로 알아본 결과, 방법의 주효과(main effect)만이 유의하였다<Table 5-2>.

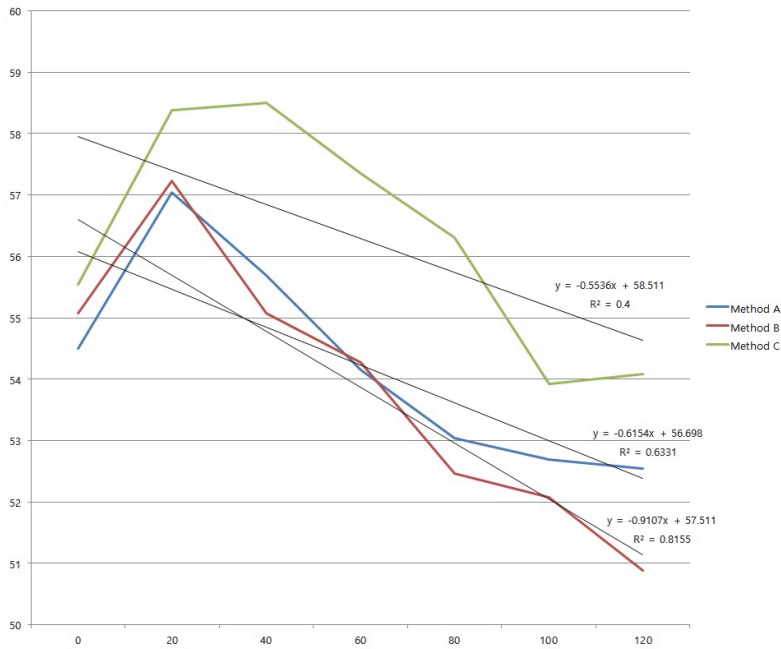


Fig. 2. Changes in chest compression depth by compression method and trend lines.

Table 5-1. Comparison of changes in mean compression rate at 20 second intervals between method B and method C

Time(sec.)	Method B	Method C	<i>p</i>
0	110.00(IQR 110.00-110.00)	110.00(IQR 110.00-110.00)	1.000
20	110.50(IQR 106.50-117.00)	107.00(IQR 103.00-112.25)	.055
40	112.50(IQR 106.00-117.50)	109.00(IQR 104.00-114.25)	.016
60	113.00(IQR 107.00-118.25)	109.00(IQR 103.50-115.25)	.079
80	113.00(IQR 107.00-115.25)	108.00(IQR 101.00-114.25)	.047
100	113.00(IQR 108.50-117.00)	107.50(IQR 102.00-113.75)	.027
120	113.50(IQR 108.25-119.25)	107.50(IQR 98.50-115.25)	.025

Table 5-2. Result of repeated measure two-way ANOVA of chest compression rate by methods

	Source	DF	Type III SS	Mean square	F	<i>p</i>
Compression rate	TIMES(A)	6	59.678	9.946	0.15	.988
	Method(B)	2	1067.385	533.692	8.27	.000
	A X B	12	257.180	21.432	0.33	.983
	Error	525	33869.692	64.514		
	Total	545	35253.934			

6. 가슴압박 방법별 가슴압박 후 불완전 이완된 깊이의 변화

가슴압박 후 불완전 이완된 깊이를 시간대별로 각각의 다른 방법과 비교하여 어떤 차이가 있는지 분석하였다<Table 6-1, 6-2>.

방법 A는 방법 B와 전 과정에서 불완전 이완의 깊이에 유의한 차이가 없었다. 하지만 방법 A와 방법 C, 방법 B와 방법 C 간에 의미 있는 차이를 보였다. 방법 A와 방법 C는 가슴압박 시작 후 20초부터 유의미한 차이($p=.005$)를 보였으며, 방법 B와 방법 C의 비교에서도 압박 시작 후

Table 6-1. Comparison of changes in incomplete chest recoiled depth at 20 second intervals between each method

Time(sec.)	Method A	Method C	<i>p</i>
0	4.00mm(IQR 3.00-6.25)	4.00mm(IQR 3.00-5.00)	.612
20	4.00mm(IQR 2.75-5.00)	2.00mm(IQR 1.00-3.25)	.005
40	3.00mm(IQR 3.00-4.25)	3.00mm(IQR 1.75-4.00)	.006
60	4.00mm(IQR 3.75-5.00)	2.00mm(IQR 1.00-4.00)	.001
80	3.50mm(IQR 2.00-5.25)	2.00mm(IQR 1.00-3.25)	.001
100	3.50mm(IQR 2.00-5.00)	2.00mm(IQR 1.00-4.00)	.003
120	4.00mm(IQR 3.00-5.25)	2.25mm(IQR 1.00-4.00)	.002

Time(sec.)	Method B	Method C	<i>p</i>
0	4.00mm(IQR 3.00-6.00)	4.00mm(IQR 3.00-5.00)	.556
20	4.00mm(IQR 2.75-5.25)	2.00mm(IQR 1.00-3.25)	.003
40	4.00mm(IQR 2.00-6.00)	3.00mm(IQR 1.75-4.00)	.004
60	4.00mm(IQR 2.00-5.00)	2.00mm(IQR 1.00-4.00)	.002
80	5.00mm(IQR 2.75-6.00)	2.00mm(IQR 1.00-3.25)	.001
100	4.00mm(IQR 2.00-5.25)	2.00mm(IQR 1.00-4.00)	.001
120	4.00mm(IQR 2.00-5.25)	2.25mm(IQR 1.00-4.00)	.006

Table 6-2. Result of repeated measure two-way ANOVA of incomplete chest recoiled depth by methods

	Source	DF	Type III SS	Mean square	F	<i>p</i>
Incomplete chest recoiled depth	TIMES(A)	6	69.484	11.581	2.99	.007
	Method(B)	2	179.300	89.650	23.15	<.0001
	A X B	12	42.187	3.516	0.91	.539
	Error	525	2033.308	3.873		
	Total	545	35253.934			

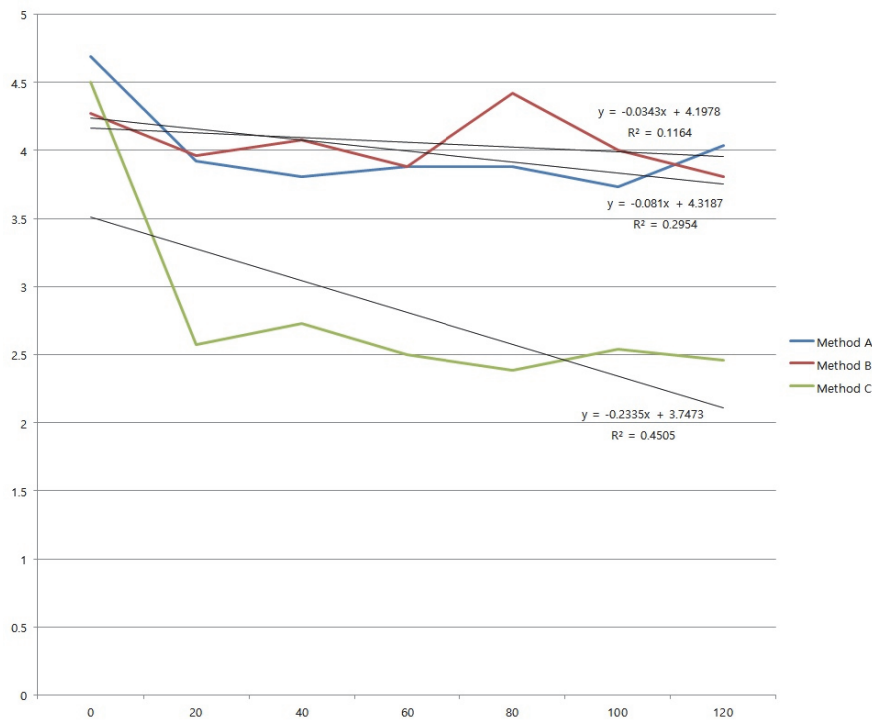


Fig. 3. Changes in incomplete chest recoiled depth by compression method and trend lines.

20초부터 유의미한 차이($p=.003$)를 보였다. 종합적인 판단으로 방법 A가 방법 C보다 처음의 불충분 이완 깊이를 더 길게 유지하였다. 이것은 <Fig. 3>에서 모든 방법의 추세선이 반비례하며, 방법 A의 R^2 값이 0.295인 반면, 방법 C의 R^2 값은 0.451로 방법 C가 시간이 흐를수록 불충분 이완의 깊이가 다른 방법에 비해 빠르게 알아지고 있음을 알 수 있었다. 이원분산분석 결과, 20초 간격 시간과 방법에 따른 각 각의 주효과(main effect)가 모두 유의하였으나 상호작용은 없었다<Table 6-2>.

IV. 고 찰

본 연구는 코로나19 또는 그에 버금가는 심정지 환자 발생 상황에서 Level D 보호복이

가슴압박의 질에 미치는 영향과 Level D 보호복을 착용하여 급격히 떨어지는 체력으로 인해 고품질의 가슴압박을 유지하기 어렵다는 단점을 보완하기 위해 심폐소생술 되먹임 장치의 효과를 실험을 통해 살펴보았다. 물론 코로나19와 관련된 미국심장협회 심폐소생술 지침에 따르면 자동심폐소생술 장치의 사용을 권장하였지만, 현 국내 수급량과 사용 빈도를 보아 심정지 환자에게 기계식 가슴압박 장치의 적극적인 활용이 수월하지 못할 수도 있을 것이다.

레벨 D 보호복을 착용한 상태에서의 심폐소생술에 대한 효과 및 효율의 변화를 파악하고, 그것에 맞게 현장에 장비를 제공하거나 소생술의 지침을 변화하는 것은 환자의 생존을 최대한으로 올리기 위한 최소한의 준비라고 할 수 있을 것이다. Malysz[10] 등은 코로나19에

다른 심폐소생술의 변화에 따라 수기 가슴압박의 질이 레벨 D 보호복 착용에 따라 피로도 축적으로 인해 가슴압박 지속시간 지침을 2분마다 교대하는 것을 1분으로 변경할 것을 제안하고 있다. 본 연구에서도 처음에 예상하기로는 레벨 D 보호복을 착용한 것만으로도 운동 강도가 높아질 것으로 예상하였으나, 운동 강도가 심폐소생술 되먹임 장치의 사용 여부에 따라 달라짐을 알 수 있었다(가슴압박 120초 경과 후 운동강도 비교: 방법 A vs. 방법 C; $p=.001$, 방법 B vs. 방법 C; $p=.009$, 방법 A vs. 방법 B; $p=.181$). 또한 PPE를 입지 않은 상태(방법 A)와 PPE만 입은 상태(방법 B)에서는 시간이 지남에 따라 압박의 깊이가 알아지는 추세를 보였으나, 심폐소생술 되먹임 장치를 사용한 방법 C에서는 2분 동안 압박의 깊이가 일정하게 유지되었고(가슴압박 시작과 120초 경과 후 압박의 깊이 비교; $p=.191$), 불완전 이완의 깊이를 더 알게 만드는 효과(가슴압박 시작 시 불완전 이완의 깊이 4mm(IQR 3.00-5.00), 120초 경과 후 불완전 이완의 깊이 2.50mm(IQR 1.00-4.00); $p<.000$)까지 가져왔다. 이런 점으로 보아, 코로나19 환자 또는 코로나19가 의심되거나 관련 증상이 있는 심정지 환자 처치 시 자동심폐소생술 장치가 마련되지 않은 상태라면, 가슴압박의 질을 높이기 위해 심폐소생술 되먹임 장치를 사용하는 것이 가슴압박 술자에게 더 많은 체력을 요구하지만, 최소 2분간은 고품질 가슴압박을 유지 시키는 방법일 것이다.

본 연구의 실험 참여자는 기본 심폐소생술에 숙련된 인원으로 한정해 시행되었으나, 일개 대학교의 응급구조학과 학생들로만 한정되었다는 점과 참여 인원이 최소화되었다는 것에 의해 일반화를 하기에는 부족함이 있다. 또한 실험을 위해 환경적인 요인이 상당히 통제되며, 실제 현장에서 얻게 되는 긴장감과 정신적인

스트레스가 요인에 포함되지 않았다는 것도 본 실험의 한계이다.

이번 연구에서 레벨 D 보호복을 착용한 상태에서 고품질의 가슴압박을 유지하는 방법을 찾은 것과 같이, 추후 응급구조사의 피로도를 줄이면서도 동일한 효과를 가져올 방안을 모색하는 연구가 필요하다.

V. 결 론

본 연구 결과는 레벨 D 보호복 착용과 심폐소생술 되먹임 장치 사용이 가슴압박 효과 및 시간별 변화에 어떤 영향을 미치는지 3가지 방법을 통해 알아본 연구이다. 본 연구를 통해 심폐소생술 되먹임 장치를 사용하는 것이 최소한 2분간 고품질의 가슴압박을 유지하는데 적합한 방법이라는 것이 확인되었다. 이러한 심폐소생술 질의 향상은 코로나19뿐만 아니라 신종 감염성 질환 확진 및 의심자에 대한 적절한 심폐소생술 제공에 기여하고 생존율을 올리려는 방안에 이바지할 수 있을 것이다.

ORCID ID

Seok-Hwan Hong : 실험연구 진행, 통계 분석 및 논문 작성

0000-0002-6534-7529

Yeun Soo Yang : 통계 분석 및 논문 작성

0000-0002-2729-3136

Sang-Kyun Han : 연구 설계 지원 및 문헌 조사

0000-0001-5554-6471

References

1. Korea Disease Control and Prevention Agency. last modified Jan 20, 2020, accessed Jan 11, 2021, Available at: <https://www.cdc.go.kr/board/board.es?mid=a20501000000&bid=0015>.
2. Korea Disease Control and Prevention Agency. last modified Jan 11, 2021, accessed Jan 11, 2021, Available at: <https://www.cdc.go.kr/board/board.es?mid=a20501000000&bid=0015>.
3. World Health Organization/Europe. last modified Apr 2, 2020, accessed Jan 11, 2021, Available at: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/statements/statement-older-people-are-at-highest-risk-from-covid-19,-but-all-must-act-to-prevent-community-spread>.
4. Korean National Fire Agency. last modified Feb 21, 2020, accessed Jan 11, 2021, Available at: http://www.nfa.go.kr/nfa/news/pressrelease/press/?boardId=bbs_000000000000010&mode=view&cntId=732.
5. Edelson DP, Sasson C, Chan PS, Atkins DL, Aziz K, Becker LB et al. Interim guidance for basic and advanced life support in adults, children, and neonates with suspected or confirmed COVID-19. *Circulation* 2020;141:e933-e943. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047463>
6. Chi AR, Cho YS, Lee HJ, Lee JH, Cho GC, Kim WY et al. The influence of vertical location of cardiac arrest and application of mechanical cardiopulmonary resuscitation device on out of hospital cardiac arrest in a community: a retrospective observational study. *J Korean Soc Emerg Med* 2016;27(6):530-9.
7. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, Donnino MW, Drennan IR, Hirsch KG et al. Part 3: adult basic and advanced life support. *Circulation* 2020;142(suppl 2):S366-S468. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000916>
8. Fox 3rd SM, Naughton JP, Haskell WL. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann Clin Res* 1971;3:404-32. PMID:4945367
9. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn* 1957;35:307-15. PMID:13470504
10. Malysz M, Dabrowski M, Bottiger BW, Smereka J, Kulak K, Szarpak A et al. Resuscitation of the patient with suspected/confirmed COVID-19 when wearing personal protective equipment: A randomized multicenter crossover simulation trial. *Cardiology J* 2020;27(5):497-506. <https://doi.org/10.5603/CJ.a2020.0068>