

COVID-19 대응 심정지에서 가슴압박 교대 인원에 따른 구조자의 피로도 -마네킹 연구-[†]

안희정¹ · 심규식^{1*} · 방성환² · 송효숙³ · 한승은¹

¹나사렛대학교 응급구조학과

²대전보건대학교 특전 의무부사관과

³대전보건대학교 응급구조과

Measuring rescuer's fatigue by evaluating varying sized groups of rescuers performing chest compressions on a manikin study for suspected COVID-19 patients[†]

Hee-Jeong Ahn¹ · Gyu-Sik Shim^{1*} · Sung-Hwan Bang²

Hyo-Suk Song³ · Seung-Eun Han¹

¹Department of Emergency Medical Technology, Korea Nazarene University

²Department of Special Warfare Medical Non-Commissioned Officer, Daejeon Health
Institute of Technology

³Department of Emergency Medical Service, Daejeon Health Institute of Technology

=Abstract =

Purpose: The aim of the study is to measure the quality of cardiopulmonary resuscitation (CPR) and the fatigue of rescuers wearing PPE (Level D) during a CPR session and to ultimately provide suggestions of safety standards for rescuers.

Methods: 36 subjects were enrolled in the study. The subjects were divided randomly into three groups of two-members, three-members, and four-members. Each group performed CPR for 30 minutes. Blood lactate concentration, heart rate, rating of perceived exertion, chest compression depth and rate were

Received November 4, 2021 Revised December 13, 2021 Accepted December 28, 2021

*Correspondence to Gyu-Sik Shim

Department of Emergency Medical Technology, Korea Nazarene University, 48, Wolbong-ro, Seobuk-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, 31172, Republic of Korea

Tel: +82-41-570-4159 Fax: +82-41-570-4222 E-mail: sks9619@kornu.ac.kr

[†]이 논문은 2021년도 대한 심폐소생협회의 지원을 받아 수행된 연구사업임(No. 2021-003).

measured before experiment and after each cycle.

Results: There was a difference in the blood lactate concentration during CPR cycle by member of shifts ($p=.014$). The blood lactate concentration increased during CPR ($p=.000$). Subjective fatigue was a significant difference of chest compression in cycles 3, 4, and 5 for the member of shifts during CPR ($p=.049$, $p=.009$, $p=.015$). Depth and rate of chest compression were not different for the member of shifts during CPR.

Conclusion: It is necessary to establish standards for the member of shifts during CPR, to reduce the fatigue of rescuers.

Keywords: Cardiopulmonary resuscitation(CPR), Level D, Fatigue, Member of shifts, Blood lactate concentration

I. 서 론

COVID-19의 장기화는 응급의료 체계의 많은 부분에서 변화를 가져왔다. 응급의료 종사자의 개인 보호 장비(personal protective equipment, PPE) 착용은 모든 응급상황에서 필수 요소가 되었다. 그러나 PPE(Level D)를 착용하고 현장 업무를 수행할 경우 구급대원의 생체징후 변화가 관찰되었고[1], 전신 보호복으로 인한 불편감이 술기의 제약을 초래하며 마스크로 인한 의사소통의 불편함도 호소하였다[2].

심폐소생술 방법도 변화되어 미국 심장협회는 코로나 바이러스 감염자로 의심이 될 경우 인공호흡을 제한하고 가슴압박에 앞서 기관내 삽관을 수행하도록 지침을 변경하였다[3]. 전문 기도기가 삽입된 상태에서의 심폐소생술은 가슴압박과 인공호흡을 30:2의 비율로 제공하지 않고 2분간 지속적으로 가슴압박을 제공하게 되며, 인공호흡 기간 동안 휴식이 없는 연속된 가슴압박은 신체적 피로를 더욱 유발한다[4]. 심정지 환자의 심폐소생술은 병원 전 단계에서 약 20분[5], 병원 단계에서 30분 이상[6] 지속되어 구조자의 피로가 누적되고 가슴압박의 품질이 저하될 수 있다.

병원 전 심정지 환자의 심폐소생술은 119구급대원에 의해 이루어지며[3-5], 119구급대는

2020 한국 심폐소생술 지침을 기반으로 한 현장 활동 표준지침을 근거로 주요 업무를 수행한다. 한국 심폐소생술 지침에서는 고품질의 가슴압박을 제공하기 위해 2인 이상의 구조자가 심전도 분석 시간에 맞춰 2분 가슴압박 후 교대하는 것을 권고하고 있다. 그러나 심폐소생술 교대 인원에 대한 기준이 없어 현장에 출동한 대원의 수에 따라 변동적으로 가슴압박을 교대하며, 병원에서의 심폐소생술 역시 교대 인원수에 대한 기준이 없어 근무인원의 수에 따라 가슴압박을 교대한다. 이러한 변동적인 가슴압박의 교대는 구조자의 피로도와 가슴압박 정확도에 영향을 미칠 수 있어 교대 인원수에 대한 지침이 필요하다.

국내외 심폐소생술 연구에서는 심폐소생술 정확도 및 피로도에 관련된 연구[7-9]는 있으나 교대인원의 수에 따른 피로도 발생 정도를 확인한 연구는 찾아보기 어렵다.

따라서 본 연구는 개인 보호 장비를 착용한 상태에서 가슴압박 소생술 시 교대 인원의 수에 따른 구조자의 피로도와 가슴압박의 정확도를 측정하여 가슴압박 지속 시간에 따른 교대인원 기준 마련에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 개인 보호 장비(Level D)를 착용한 상태에서 가슴압박 소생술 시 교대 인원의 수에 따른 구조자의 피로도와 가슴압박의 정확도를 측정하기 위한 유사 실험설계 연구이다.

36명의 대상자를 무작위 3그룹으로 나누어 각 12명을 배정하였다. G1은 2인 교대 그룹으로 6개의 팀, G2는 3인 교대 그룹으로 4개의 팀, G3은 4인 교대 그룹으로 3개의 팀을 형성하였다.

실험은 기관내 삽관이 되어 있는 가정 하에 마네킹에 30분 동안 가슴압박 소생술을 수행하였다. 가슴압박 소생술 시간은 30분 동안 2인 교대 가슴압박 소생술 시행 시 구조자의 피로도 증가가 가슴압박 정확도에 영향을 미치지 않았다는 선행연구 결과를 바탕으로 설정하였다[10]. 2분 가슴 압박 후 교대 시간을 10초 이내로 하여[10], G1은 첫 2분 가슴압박 후 ‘2분 휴식-2분 가슴압박’의 사이클을 7회 반복하였고, G2는 첫 2분 가슴압박 후 ‘4분 휴식-2분 가슴압박’의 사이클을 5회 반복하였고, G3은 첫 2분 가슴압박 후 ‘6분 휴식-2분 가슴압박’ 사이클을 4회 반복하였다(Fig. 1).

2. 연구대상

본 연구의 대상자는 N대학교 응급구조학과 학생 12명, D대학교 특전의무부사관과 학생 12

명, 응급구조과 학생 12명으로 총 36명이다. 대상자 모집 기준은 심폐소생협회의 BLS(basic life support) provider 과정을 이수했거나 2급 응급구조사 자격증 소지자로 하였다. 모집된 대상자는 연구 시작 하루 전 가슴압박을 2분 동안 실시하였고, 피드백 장비에서 정확도 95% 이상을 유지할 경우 대상으로 선정하였다.

연구의 취지와 목적 및 방법에 대해 연구자가 직접 설명 후 대상자들의 서면 동의를 받아 연구를 진행하였다. 연구 중 참가자들 신체에 이상 증상이 발생하거나 중간 탈락을 희망하는 경우에는 연구 중단의 권리가 있음을 설명하였다.

3. 자료수집 방법

본 연구는 2021년도 3월 31일부터 8월 20일까지 진행되었다. 연구 대상자의 키와 몸무게는 최근 측정된 값을 사용하였고, 그 값을 기반으로 연구자가 BMI(body mass index; 체질량지수)를 산출하여 대상자의 동질성을 확인하였다.

미국심장협회의 코로나19 대응 심폐소생술 가이드라인에 따라 대상자는 전원 Level D(전신 보호복, 고글, KF 94 마스크, 장갑)를 착용하였고, 마네킹에 기관내 삽관이 되어 있는 상황을 가정하여 인공호흡 없이 가슴압박 소생술을 수행하였다. 대상자의 피로도는 소생술 시작 직후 1회, 매 2분의 가슴압박 직후에 측정하였다. 피로도 지표로 혈중 젖산 농도, 심박동수, 운동자각도(rating perceived exertion; RPE)를 측정하였다.

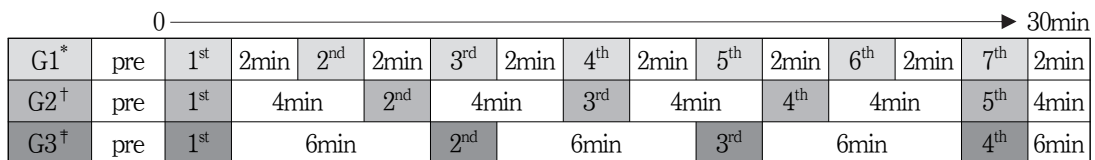


Fig. 1. Chest compression cycles of three group.

*G1: Two-member shift, †G2: Three-member shift, ‡G3: Four-member shift.

4. 연구도구

1) 혈중 젖산 농도

대상자의 혈중 젖산 농도는 ROCHE 사의 Accutrend plus로 측정하였다. 해당 장비는 휴대용으로 가슴압박이 끝난 직후 대상자의 젖산 농도를 측정할 수 있는 장점이 있다. 측정 방법은 손가락 끝에서 채혈한 혈액 한 방울을 스트립에 점적하고 1분 후에 결과 값을 확인하였다.

2) 심박동수

대상자의 심박동수는 ㈜태양 메디텍의 MD300C26로 측정하였다. 측정 방법은 가슴압박이 끝난 직후 해당 장비를 대상자의 손가락에 끼워 결과 값을 확인하였다.

3) 운동자각도(주관적 피로도)

대상자의 주관적 피로도는 운동자각도(rating perceived exertion; RPE)를 사용하여 측정하였다[11]. RPE는 6점~20점 척도로 구성되었으며, 6점은 '전혀 힘들지 않음', 7~8점은 '극도로 쉬움', 9~10점은 '매우 쉬움', 11~12점은 '적당히 쉬움', 13~14점은 '약간 힘들', 15~16점은 '힘듦', 17~18점은 '매우 힘들', 19점은 '극도로 힘들', 20점은 '최대노력'이다. 매 측정 시 대상자가 척도표를 보고 말한 해당 값을 연구자가 기록하였다.

4) 가슴압박 정확도

가슴압박의 정확도 측정은 Laerdal 사의 Resusci® Anne CPR-D/ skill reporter를 사용하였다. 정확도는 2020 한국 심폐소생술 지침을 기준으로 가슴압박의 깊이(50~60 mm)와 속도(100~120회/분)를 측정하였다.

5. 분석방법

측정한 자료는 IBM SPSS statistics 25로 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성, 혈중 젖산

농도, 심박동수, RPE, 가슴압박의 깊이 및 속도는 평균과 표준편차를 산출하였다. 그룹간의 동질성 검증을 위해 나이, BMI, 심폐소생술 시작 전 혈중 젖산 농도, 심박동수, 주관적 피로도는 ANOVA로 비교하였고, 성별은 카이제곱 검정을 하였다. 교대 인원 에 따른 혈중 젖산 농도, 심박동수, RPE, 가슴압박의 깊이 및 속도는 ANOVA로 분석하였다. 가슴압박 지속 시간과 교대 인원 에 따른 혈중 젖산 농도의 상호작용 효과를 검증하기 위해 반복측정 분산분석(Repeated measure ANOVA)을 실시하였고, 사후 검증은 Bonferroni로 하였다. 통계적으로 유의한 수준은 $p < .05$ 이다.

III. 연구결과

1. 대상자의 특성

대상자의 특성은 <Table 1>과 같다. 총 대상자는 36명이며 남자 50%(18명), 여자 50%(18명)으로 그룹간의 차이가 없었으며($p = .717$), 평균 연령은 21.44 ± 1.13 세로 그룹간 차이가 없는 것으로 나타났다($p = .121$). 체질량지수는 평균 23.61 ± 3.34 로 그룹간의 차이가 없었으며($p = .938$), 피로도 지수인 혈중 젖산 농도, 심박동수, 운동자각도는 각각 평균 1.96 ± 1.13 , 89.50 ± 17.26 , 8.19 ± 2.16 으로 그룹간의 차이가 없어($p = .157$, $p = .666$, $p = .145$), 그룹간의 동질성이 확인되었다.

2. 교대 인원 에 따른 혈중 젖산 농도의 차이

가슴압박 교대 인원 에 따른 혈중 젖산 농도는 <Table 2>와 같다. 2인 교대(G1) 시 혈중 젖산 농도는 가슴압박 전 2.33에서 첫 주기 가슴

Table 1. Characteristics of the subjects

(N(%), M±SD)

	G1*	G2†	G3‡	Total	F or χ^2	p
Sex						
male	6 (50.0)	5 (41.7)	7 (58.3)	18 (50.0)	.667	.717
female	6 (50.0)	7 (58.3)	5 (41.7)	18 (50.0)		
Age	21.58 ± .52	20.92 ± 1.17	21.83 ± 1.40	21.44 ± 1.13	2.251	.121
BMI [§]	23.82 ± 2.65	23.33 ± 3.23	23.67 ± 4.23	23.61 ± 3.34	.064	.938
lactate_pre	2.33 ± 1.26	2.10 ± 1.30	1.47 ± .62	1.96 ± 1.13	1.958	.157
HR _pre	91.42 ± 13.49	85.75 ± 16.20	91.33 ± 21.91	89.50 ± 17.26	.411	.666
RPE [¶] _pre	7.50 ± 1.93	7.92 ± 2.23	9.17 ± 2.13	8.19 ± 2.16	2.046	.145

*G1: Two-member shift, †G2: Three-member shift, ‡G3: Four-member shift,

§BMI: Body Mass Index, ||HR: Heart rate, ¶RPE: Rating perceived exertion.

Table 2. Differences of blood lactate concentration by group on chest compression cycles

(N=36, M±SD)

Lactate	G1*	G2†	G3‡	Total	F or t	p
pre	2.33 ± 1.26	2.10 ± 1.30	1.47 ± .62	1.96 ± 1.13	1.958	.157
1 st	4.82 ± 2.08	5.03 ± 2.18	3.78 ± 1.38	4.54 ± 1.94	1.701	.198
2 nd	5.90 ± 3.91	5.44 ± 1.78	5.00 ± 1.36	5.45 ± 2.56	.359	.701
3 rd	5.80 ± 2.98	4.31 ± 1.71	4.73 ± 1.73	4.94 ± 2.25	1.441	.251
4 th	5.96 ± 2.40	4.30 ± 1.77	4.83 ± 1.76	5.03 ± 2.06	1.769	.186
5 th	5.72 ± 3.28	3.93 ± 1.13	-	4.82 ± 2.57	3.194	.096
6 th	6.32 ± 3.73	-	-	-	-	-
7 th	6.66 ± 3.48	-	-	-	-	-

*G1: Two-member shift, †G2: Three-member shift, ‡G3: Four-member shift.

압박 후 4.82, 2주기 후 5.90, 3주기 후 5.80, 4주기 후 5.96, 5주기 후 5.72, 6주기 후 6.32, 7주기 후 6.66으로 상승 추세를 보였다. 3인 교대(G2) 시 혈중 젖산 농도는 가슴압박 전 2.10에서 첫 주기 가슴압박 후 5.03, 2주기 후 5.44, 3주기 후 4.31, 4주기 후 4.30, 5주기 후 3.93으로 2주기 가슴압박 이후 감소 추세를 보였다. 4인 교대(G3) 시 혈중 젖산 농도는 가슴압박 전 1.47에서 첫 주기 가슴압박 후 3.78, 2주기 후 5.00, 3주기 후 4.73, 4주기 후 5.03으로 2주기

가슴압박 이후 감소 추세를 보였다.

교대 인원 에 따른 가슴압박 반복 주기별 혈중 젖산 농도는 통계적으로 차이가 없었다.

각 그룹의 첫 번째 구조자가 동시간대에 가슴압박을 하게 되는 구간은 2인 교대일 경우 7주기, 3인 교대일 경우 5주기, 4인 교대일 경우 4주기 시점인 26분~28분 구간이다. 이에 가슴압박 시작 전, 첫 주기 가슴압박 후, 28분 후의 혈중 젖산 농도를 비교하였다. 결과는 <Table 3>, <Table 4>와 같다. 가슴압박 지속 시간에 따른

Table 3. Differences of blood lactate concentration during chest compression (M±SE)

Lactate	0 min	2 min	28 min
G1*	2.33 ± .32	4.82 ± .55	6.66 ± .68 ^a
G2 [†]	2.10 ± .32	5.03 ± .55	3.93 ± .68 ^b
G3 [‡]	1.47 ± .32	3.78 ± .55	4.83 ± .68

*G1: Two-member shift, [†]G2: Three-member shift, [‡]G3: Four-member shift.
Bonferroni: a>b.

Table 4. Result of repeated measure ANOVA of blood lactate concentration during chest compression

Variable	Type III SS	Df	Mean square	F	p
Times(A)	204.736	2	102.368	43.093	.000
Group(B)	29.917	2	14.959	2.666	.084
A x B	32.267	4	8.067	3.396	.014
error	156.784	66	2.376		

혈중 젖산 농도의 주 효과(Times(A))는 유의하였으나($p=.000$), 가슴압박 교대 인원에 따른 혈중 젖산 농도의 주 효과(Group(B))는 유의하지 않게 나타났다. 가슴압박 지속 시간과 교대 인원에 따른 혈중 젖산 농도의 상호작용 효과(A*B)는 유의하게 나타났으며($p=.014$), 심폐소생술 시작 전과 초기에 비해 28분 시점에서

G1의 혈중 젖산 농도가 평균 6.66으로 G2의 혈중 젖산 농도인 평균 3.93보다 유의하게 높게 나타났다(a>b).

3. 교대 인원에 따른 심박동수 차이

가슴압박 교대 인원에 따른 심박동수는 <Table 5>와 같다. 2인 교대 시 심박동수는 가

Table 5. Differences of heart rate by group on chest compression cycles (N=36, M±SD)

HR [§]	G1*	G2 [†]	G3 [‡]	Total	F or t	p
pre	91.42 ± 13.49	85.75 ± 16.20	91.33 ± 21.91	89.50 ± 17.26	.411	.666
1 st	125.75 ± 16.64	125.83 ± 18.51	133.67 ± 20.42	128.42 ± 18.44	.718	.495
2 nd	131.83 ± 20.14	127.17 ± 27.36	130.42 ± 18.30	129.81 ± 21.72	.138	.871
3 rd	134.17 ± 22.70	128.92 ± 20.30	131.08 ± 25.31	131.39 ± 22.31	.460	.853
4 th	136.17 ± 24.93	129.00 ± 19.03	135.83 ± 22.33	133.67 ± 21.84	.397	.675
5 th	134.92 ± 24.25	125.92 ± 18.97	-	130.42 ± 21.78	1.026	.322
6 th	137.58 ± 22.55	-	-	-	-	-
7 th	137.08 ± 20.17	-	-	-	-	-

*G1: Two-member shift, [†]G2: Three-member shift, [‡]G3: Four-member shift,
[§]HR : Heart rate.

슴압박 전 분당 91회, 첫 주기 가슴압박 후 분당 125회로 상승하였고, 2주기 후 130회 이상을 유지하였다. 3인 교대 시 심박동수는 가슴압박 전 분당 85회, 첫 주기 가슴압박 후 분당 125회로 상승한 후 가슴압박 주기가 반복됨에 따라 지속적으로 120회 이상을 유지하였다. 4인 교대 시 심박동수는 가슴압박 전 분당 91회, 첫 주기 가슴압박 후 분당 133회로 상승한 후 가슴압박 주기가 반복됨에 따라 지속적으로 130회 이상을 유지하였다. 교대 인원에 따른 반복 주기별 심박동수는 통계적으로 차이가 없었다.

4. 교대 인원에 따른 주관적 피로도 차이

교대 인원에 따른 주관적 피로도의 차이는 <Table 6>과 같다. 2인 교대 시 주관적 피로도는 가슴압박 전 7점에서 첫 주기 가슴압박 후 12점, 2주기 후 13점, 3주기 후 14점, 4주기와 5주기 후 15점, 6주기와 7주기 후 16점으로 증가하였다. 3인 교대 시는 가슴압박 전 7점에서 첫 주기, 2주기, 3주기 가슴압박 후 12점, 4주기 후 13점, 5주기 후 14점으로 증가 추세를 보였다. 4인 교대 시는 가슴압박 전 9점에서 첫 주기, 2

주기, 3주기 가슴압박 후 12점, 4주기 후 13점으로 증가 추세를 보였다.

3주기 가슴압박 후 2인 교대는 14점으로 ‘약간 힘들’, 3인 교대와 4인 교대는 12점으로 ‘적당히 쉬움’에 해당하는 주관적 피로도를 보였다. 4주기 가슴압박 후 2인 교대는 15점으로 ‘힘들’, 3인 교대와 4인 교대는 13점으로 ‘약간 힘들’에 해당하는 주관적 피로도를 보였다. 5주기 가슴압박 후 2인 교대는 15점, 3인 교대는 14점으로 각각 ‘힘들’과 ‘약간 힘들’에 해당하는 주관적 피로도를 보였다. 교대 인원에 따른 주관적 피로도는 3주기, 4주기, 5주기 가슴압박 후에 차이를 보였다($p=.049$, $p=.009$, $p=.015$).

5. 가슴압박의 정확도

가슴압박의 깊이와 속도를 측정하여 가슴압박의 정확도를 파악하였고, 그 결과는 <Table 7>, <Table 8>과 같다. 가슴압박의 깊이는 모든 그룹과 모든 주기에서 평균 54~56 mm 사이로 측정되었으며, 교대 인원에 따른 반복 주기별 가슴압박의 깊이는 통계적으로 차이가 없었다.

가슴압박의 속도는 모든 그룹과 모든 주기에

Table 6. Differences of Rating of perceived exercise group and chest compression cycles (N=36, M±SD)

RPE [§]	G1 [*]	G2 [†]	G3 [‡]	Total	F or t	p
pre	7.50 ±1.93	7.92 ±2.23	9.17 ±2.13	8.19 ±2.16	2.046	.145
1 st	12.08 ±2.23	12.67 ±1.92	12.58 ±1.08	12.44 ±1.78	.363	.698
2 nd	13.33 ±1.56	12.50 ±1.00	12.33 ±1.30	12.72 ±1.34	2.018	.149
3 rd	14.25 ±1.91	12.92 ±1.68	12.50 ±1.62	13.22 ±1.85	3.304	.049
4 th	15.25 ±2.05	13.33 ±1.67	13.17 ±1.34	13.92 ±1.92	5.495	.009
5 th	15.92 ±2.23	14.00 ±.95	-	- 7.470	.015	
6 th	16.25 ±2.38	-	-	-	-	-
7 th	16.42 ±2.40	-	-	-	-	-

*G1: Two-member shift, †G2: Three-member shift, ‡G3: Four-member shift,

§RPE: Ratine perceived exertion.

Table 7. Differences of chest compression depth by group on chest compression cycles
(N=36, M±SD)

Depth	G1*	G2†	G3‡	Total	F or t	p
1 st	56.58 ±2.78	56.75 ±3.70	56.33 ±3.37	56.56 ±3.21	.048	.953
2 nd	56.17 ±3.01	56.50 ±3.73	55.08 ±2.81	55.92 ±3.18	.640	.534
3 rd	55.83 ±3.71	54.83 ±5.23	54.67 ±2.71	55.11 ±3.93	.296	.745
4 th	55.75 ±3.55	54.75 ±5.61	55.17 ±3.35	55.22 ±4.19	.164	.849
5 th	54.75 ±3.42	53.58 ±7.00	-	54.17 ±5.419	.269	.609
6 th	55.08 ±3.66	-	-	-	-	-
7 th	54.67 ±3.45	-	-	-	-	-

*G1: Two-member shift, †G2: Three-member shift, ‡G3: Four-member shift.

Table 8. Differences of chest compression rate by group on chest compression cycles (N=36)

Rate	G1*	G2†	G3‡	Total	F or t	p
1 st	110.50 ±5.39	110.92 ±4.46	109.33 ±6.16	110.25 ±6.39	.189	.829
2 nd	111.50 ±8.45	113.00 ±5.34	113.17 ±4.32	112.56 ±6.15	.256	.776
3 rd	112.25 ±8.87	114.08 ±4.03	116.33 ±4.56	114.22 ±6.27	1.300	.286
4 th	112.33 ±9.54	115.08 ±5.02	118.42 ±4.66	115.28 ±7.05	2.423	.104
5 th	112.92 ±9.41	116.17 ±5.22	-	114.54 ±7.62	1.096	.310
6 th	113.75 ±9.97	-	-	-	-	-
7 th	114.17 ±9.56	-	-	-	-	-

*G1: Two-member shift, †G2: Three-member shift, ‡G3: Four-member shift.

서 평균 109~118 회/분으로 측정되었고, 교대 인원 에 따른 반복 주기별 가슴압박의 속도는 통계적으로 차이가 없었다.

IV. 고 찰

본 연구는 개인 보호 장비(Level D)를 착용한 상태에서 가슴압박 심폐소생술 시 교대 인원의 수에 따른 구조자의 피로도와 가슴압박의 정확도를 측정하여 심폐소생술 지속 시간에 따

른 가슴압박 교대 인원 기준 마련에 대한 기초 자료를 제공하고자 시도하였다.

Level D를 착용하고 30분의 가슴 압박 심폐소생술을 시행하는 동안 대상자의 혈중 젖산 농도는 유의하게 변화하였다. 2인 교대는 가슴 압박 주기가 반복될수록 혈중 젖산 농도가 상승하는 추세를 보였고, 3인 교대와 4인 교대는 3주기 가슴 압박 후 감소하는 추세를 보여 교대 인원 에 따른 혈중 젖산 농도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 가슴압박 지속 시간과 교대 인원의 혈중 젖산 농도 상호작용 효과는 유의하게 나타났다. 이는 가슴 압박 시

작 전과 첫 2분 후 교대 인원 에 따른 혈중 젖산 농도는 유의한 차이를 보이지 않았으나 28분이 지난 후에는 2인 교대자의 혈중 젖산 농도가 유의하게 높음을 의미한다.

심폐소생술 후반부에 2인 구조자와 3인 구조자의 혈중 젖산 농도가 유의한 차이를 보인 것은 심폐소생술 10분 후부터 1인 구조자와 2인 구조자의 젖산 농도가 유의한 차이를 보인 선행연구[12]와 유사한 결과이다. 이는 가슴압박 반복 시간이 길어질수록 구조자의 피로도는 증가하였지만 교대 인원이 많은 그룹에서는 휴식 시간의 연장이 동반되어 피로도의 감소가 나타난 것으로 판단된다.

피로도의 또 다른 지표로서 대상자의 심박동수는 가슴 압박 반복시간이 누적될수록 증가하는 양상을 보였으나 교대 인원 에 따른 심박동수의 차이는 나타나지 않았다. 이는 가슴 압박 반복 주기의 증가에 따라 구조자의 생체 징후가 변화되는 기존 연구 결과와 유사하다[7]. 모든 그룹에서 2분간의 연속된 가슴압박 행위 후 측정된 심박동수는 125~137회/분로 기록되었는데 해당 심박동수는 7km/h의 속도로 10분 이상 빠르게 걷는 운동 후 나타나는 범주[13]로서 2분간의 가슴압박은 매우 큰 에너지를 소모하는 상태에서의 움직임이며, 충분한 휴식이 부여되지 않는 가슴압박 반복 행위는 피로도의 누적을 가져올 수 있음을 의미한다. 단적으로 2인 교대 시 심박동수는 매 주기마다 지속적인 상승 양상을 보였고 2인 교대 시의 젖산 수치가 5주기 후 급상승하는 양상은 구조자의 휴식이 필요함을 반증한다.

운동 각자도로 측정한 주관적 피로도는 가슴 압박 주기가 반복될수록 상승하였으나 그룹에 따라 다른 양상을 나타냈다. 2인 교대는 첫 주기 가슴압박 후 주기가 반복될수록 주관적 피로도가 지속적으로 상승하였고, 3인 교대와 4

인 교대는 3주기 가슴압박까지 일정하게 유지되다가 4주기부터 차이를 보이며 상승하였다. 이러한 결과는 선행연구에서 심폐소생술 시간이 길어질수록 주관적 피로도가 증가한[14] 것과 유사한 결과로, 2인 교대의 경우 2분간의 짧은 휴식 이후 즉각적인 가슴압박 반복 행위에서 기인한 심리적 부담이 크게 작용한 것으로 보이고, 3인과 4인 교대는 4분, 6분의 충분한 휴식시간이 일정구간 동안 부담감을 낮췄으나 4주기부터 발생된 신체적 불편감이 심리적 피로도를 증가시켰을 것으로 판단된다.

교대 인원 에 따른 가슴압박의 정확도는 통계적으로 차이가 없었지만, 가슴 압박 주기가 반복될수록 가슴 압박의 속도는 빨라지고 깊이는 감소했다. 이는 가슴 압박 시작 1분 후부터 깊이가 감소한 선행 연구 결과와 유사하며[15], 가슴 압박 주기가 반복될수록 속도가 빨라지고 깊이가 감소한 연구 결과[16]와 일치한다. 이 결과는 2020 한국 심폐소생술 지침에서 제시하는 고품질의 가슴 압박 범주에 해당되므로 큰 의미를 부여할 수는 없으나, 구조자의 피로도(혈중 젖산 농도, 심박동수, 주관적 피로도)가 시간에 따라 증가하므로 가슴압박의 깊이가 감소하고 이를 보완하기 위해 가슴압박 속도가 빨라지는 변화가 나타나는 것으로 판단된다.

2020 한국 심폐소생술 지침에서는 가슴 압박의 질을 높이기 위해 피드백 장치를 사용하는 것을 권장하고 있다. 그러나 피드백 장치를 사용하면 구조자의 더 많은 체력이 요구되므로[17] 심폐소생술 중 구조자의 누적되는 피로를 줄이기 위한 방안이 마련되어야 한다.

일부 연구에서는 개인 보호 장비 착용으로 인한 구조자의 피로도 증가로 가슴 압박 교대 주기를 1분으로 제안하기도 하였다[18]. 그러나 심폐소생술 중에는 환자의 뇌 관류압 유지를 위해 가슴압박 중단의 최소화가 필요하고,

고품질의 ‘빠르고 강한’ 가슴 압박을 제공하기 위해 현재 지침에서는 2명 이상의 구조자가 2분마다 교대할 것을 권장하고 있다[10]. 그러므로 가슴 압박 교대 시간을 단축하는 것 보다는 가슴 압박 교대 인원을 늘여 구조자의 피로도를 낮추는 접근 방법이 필요하다고 판단된다. 이에 누적되는 구조자의 피로도를 줄이고 고품질의 가슴압박을 유지하기 위하여 심폐소생술 지속 시간에 따른 교대 인원에 대한 기준 마련이 필요하다.

V. 결 론

1. 결론

본 연구는 개인 보호 장비를 착용한 상태에서 가슴압박 심폐소생술 시 교대 인원의 수에 따른 구조자의 피로도와 가슴압박의 정확도를 측정하여 심폐소생술 지속 시간에 따른 가슴압박 교대 인원 기준 마련에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

자료 수집은 2021년 3월 31일부터 8월 20일까지이었다. 연구 대상은 BLS provider 이수자 또는 2급 응급구조사 자격 소지자로, N대학교 응급구조학과 학생 12명, D대학교 특전의무부사관과 학생 12명, 응급구조과 학생 12명이다. 대상자는 2인 교대, 3인 교대, 4인 교대 그룹을 각 12명씩 무작위로 선정하였다. 2분 가슴압박 후 10초 이내로 교대하여 30분 동안 심폐소생술을 진행하였으며, 심폐소생술 시작 전 1회, 매 주기 가슴압박 후에 피로도 및 가슴압박 정확도를 측정하였다.

연구 결과 심폐소생술 지속 시간에 따른 대상자의 혈중 젖산 농도는 증가하였고($p=.000$), 심폐소생술 지속 시간과 교대 인원

중 젖산 농도는 차이가 있었으나($p=.014$) 가슴압박 교대 인원

에 따른 대상자의 심박동수는 차이가 없었다. 주관적 피로도는 가슴압박 주기가 반복될수록 상승하였으며, 교대 인원

감사의 글

이 논문은 2021년도 대한 심폐소생협회의 지원을 받아 수행된 연구사업 임(No. 2021-003).

ORCID ID

Hee-Jeong Ahn: 서론, 연구방법 집필

0000-0001-6160-5204

Gyu-Sik Shim: 논의, 결론 집필

0000-0002-9566-2503

Sung-Hwan Bang: 연구대상 모집, 자료수집, 결과 도출

0000-0002-3646-4451

Hyo-Suk Song: 자료수집, 데이터 분석

0000-0002-02285-8285

Seung-Eun Han: 자료수집, 데이터 생성

0000-0003-2952-1865

References

1. Yi SK, Kong HS. Effects of 119 paramedics wearing personal protective equipment on blood pressure, pulse, and breathing. *J Korea Saf Manag Sci* 2021;23(3):89-96.
<https://doi.org/10.12812/ksms.2021.23.3.089>
2. No YM, Nam YJ, Lee HR, Kim TH, Kim CH, Shin SD. Fundamental research for the development of personal protective equipment for emergency medical technicians. *Korean J Emerg Med Ser* 2018;22(1):83-97.
<https://doi.org/10.14408/KJEMS.2018.22.1.083>
3. Seo AR, Kim DH. Factors associated with advanced airway management while performing cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest patients by 119 EMT. *Korean J Emerg Med Ser* 2019;23(1):157-63.
<https://doi.org/10.14408/KJEMS.2019.23.1.157>
4. Lee JM, Hong SM, An GK, Yun HW. Out-of-hospital cardiac arrest response to a pregnant woman by the 119 emergency medical service system: a case study. *Fire Science and Engineering* 2020;34(1):127-37.
<https://doi.org/10.7731/KIFSE.2020.34.1.127>
5. Kim CS, Pi HY, Lee SK, Lee HB. A study on the cardiopulmonary resuscitation by the emergency medical dispatcher. *Korean J Emerg Med Ser* 2021;25(1):223-34.
<https://doi.org/10.14408/KJEMS.2021.25.1.223>
6. 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>
7. Min MK, Ryu JH. Comparison of chest compression quality between compression-only CPR and 30 : 2 conventional CPR. *Korean J Emerg Med Ser* 2015;19(3):139-48.
<https://doi.org/10.14408/KJEMS.2015.19.3.139>
8. Shin WM, Kim JM, Park CY, Shin EC, Tchoe BH. Analysis of factors influencing the survival of patients with Out-of-hospital. *Korean Public Health Research* 2020;46(2):93-105.
9. Kim SE, Eo EK, Cheon YJ, Jung KY, Park HS. Outcome in a tertiary emergency department for cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *J Korean Soc Emerg Med* 2005;16:495-504.
10. Lee HJ, Kim HJ, Jung EK. The changes of symptom, EKG and hemodynamic in healthy firefighters after delivering multiple cycles of cardiopulmonary resuscitation. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society* 2017;18(6):381-8.
<https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.6.381>
11. Martín-Rodríguez F. Metabolic fatigue in resuscitators using personal protection equipment against biological hazard. *Invest Educ Enferm* 2019;37(2):e04.
<https://doi.org/10.17533/udea.iee.v37n2e04>
12. Wang JS, Shin SY. Influences of hands-only cardiopulmonary resuscitation on lumbar muscle tone, stiffness, and fatigue in emergency medical technicians. *Korean J Emerg Med Ser* 2020;24(3):79-87.
<https://doi.org/10.14408/KJEMS.2020.24.3.079>
13. Song KJ, Lee SY, Cho GC, Kim G, Kim JY, Oh

- J, Chung SP. 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 3. Adult basic life support. *Clin Exp Emerg Med* 2021;8:15-25.
<https://doi.org/10.15441/ceem.21.024>
14. Han GS, Kim JW, Cho BJ. The effect of heart rate, blood lactate concentration by changes of 30:2 compression-ventilation ratio in the rescuer. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2010;40(2):595-602.
<https://doi.org/10.51979/KSSLS.2010.05.40.595>
15. Kim CH, Song YE, Kim BW, Lee JJ, Lim JH, Lee HW. Reliability and validity of heart rate monitors Bodypro_PAPS(DS100) by using wireless communication. *KSMES* 2011;8:85-93.
<https://doi.org/10.21797/ksme.2011.13.2.007>
16. Chang CH, Hsu YJ, Li F, Chan YS, Lo CP, Peng GJ et al. The feasibility of emergency medical technicians performing intermittent high-quality cardiopulmonary resuscitation. *Int J Med Sci* 2021;18(12):2615-23.
<https://doi.org/10.7150/ijms.59757>
17. Kim HJ. Influence of rescuer strength and shift cycle on chest compression quality. Unpublished master's thesis, Yonsei University 2013, Seoul, Korea.
18. Ahn HJ. The effects on rescuer fatigue of wearing personal protective equipment (Level D) while performing cardiopulmonary resuscitation. Unpublished doctoral dissertation, Wonkwang University 2021, Iksan, Korea.
19. Hong SH, Yang YS, Han SK. 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. *Korean J Emerg Med Ser* 2021;25(1):23-36.
<https://doi.org/10.14408/KJEMS.2021.25.1.023>
20. Malysz M, Dabrowski M, Böttiger 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. *Cardiol J* 2020;27(5):497-506.
<https://doi.org/10.5603/CJ.a2020.0068>