KJSB
Korean Journal of Sport Biomechanics 2021; 31(3): 220-225
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2021.31.3.220
http://e-kjsb.org eISSN 2093-9752

ORIGINAL

Difference of Ground Reaction Force and Center of Pressure Parameters according to Levels of Education during Chest Compression Resuscitation

가슴압박소생술 시 교육수준에 따른 지면반력 및 압력중심의 차이

KiHoon Han[1], Ho-Jong Gil[2], Mi-Kyoung Lee[3], Joonsung Park[4], Jongbin Kim[4]

[1]Department of Physical Education, Pusan National University, Busan, South Korea
[2]FILA Advanced Science and Technology Center, Busan, South Korea
[3]Instructor, Division of Kinesiology, Silla University, Busan South Korea
[4]Division of Kinesiology, Silla University, Busan, South Korea

Received : 03 September 2021
Revised : 27 September 2021
Accepted : 28 September 2021

Corresponding Author
Jongbin Kim
Division of Kinesiology, Silla University, 140, Baegyang-daero 700beon-gil, Sasang-gu, Busan, 46958, South Korea
Email : kjb36@silla.ac.kr

Objective: The purpose of this study was to investigate the effect of levels of education on ground reaction force and center of pressure parameters during chest compression resuscitation.

Method: Twenty male university students were divided into two groups; certified group (CG, n=10) and non-certified group (NCG, n=10). Two force plates were used to measure ground reaction force and center of pressure parameters during 30 times (three trials) chest compression resuscitation. Independent *t*-tests were used to compare ground reaction force and center of pressure parameters between two groups. An alpha level of 0.05 was used in all tests.

Results: All chest-compression time parameters (total time, 1 systolic time, and diastolic time) in CG were significantly shorter than those in NCG ($p<.05$). Fy of the diastolic and Fz of the systolic in CG revealed significantly the larger GRF values and Fy of the systolic in CG showed significantly the smaller GRF value ($p<.05$). The standard deviation of Fz of the systolic and diastolic within the subject during 30 times chest-compression resuscitation revealed significantly the smaller values in CG ($p<.05$).

Conclusion: First, CG performed chest compressions efficiently at an appropriate rate compared to NCG. Second, CG showed lower Fx and Fy values in both the mediolateral and anteroposterior axes compared to NCG, which reduced unnecessary chest-compression force consumption and minimized the movement in patients with cardiac arrest. Third, CG showed high Fz value of the systolic and low Fz value of the diastolic. Based on this, chest compression resuscitation was performed to increase the survival rate of cardiac arrest patients.

Keywords: Chest compression resuscitation (CPR), Ground reaction force (GRF), Center of pressure (COP), Certified group and non-certified group

INTRODUCTION

현대사회는 심혈관계 질환자의 급속한 증가로 심정지가 매우 빈번하게 발생하고 있다(Announcement of Cardiovascular Disease Survey, 2008). 우리나라 급성 심정지 발생률은 2008년 인구 10만 명당 44.3명에서 2018년 59.5명까지 꾸준히 증가해 왔으며, 인구구조가 초고령사회로 급격히 변화하고 있음을 고려할 때, 향후 심정지 발생률은 더욱 증가할 것으로 예상된다(Korea Centers for Disease Control and Prevention, 2020). 심폐소생술이란 환자의 정지된 심장에 대해 자발적 순환능력을 회복시키기 위해 행해지는 응급처치이다(Abella et al., 2005). 심정지 발생 후 4~5분 내 심폐소생술의 실시여부는 환자의 생명을 구하고, 정상적인 회복을 위한 중요한 요인이 된다(Cummins, Ornato, Thies & Pepe, 1991). 그럼에도 심정지는 의료시설 이외에 예측되지 않는 장소와 시간에 발생하기 때문에 가족, 동료, 행인 등 전문적인 심폐소생 교육을 받지 않은 일반인이 심정지 환자의 첫 목격자가 되는 경우가 많이 발생된다.

서구 선진국에서는 심폐소생술 교육을 통해 심정지 환자의 생명을 구하고, 경제적, 인적 손실을 줄이기 위한 노력을 꾸준히 해오고 있다(Kim & Lee, 2011). 최근 우리나라에서도 심정지 환자의 생존률을 높이기 위한 노력으로 119구급대, 응급 의료종사자와 같은 전문 응급처

Copyright © 2021 Korean Journal of Sport Biomechanics
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

치자 뿐만 아니라 심폐소생술 교육을 받지 않거나, 익숙하지 않은 일반인을 대상으로 심폐소생 교육을 확대하고 있다. 이를 위해 2000년부터 5년마다 대한심폐소생협회에서(Korea association of cardiopulmonary resuscitation: KACPR)는 표준화된 심폐소생술 가이드라인을 발표하고 있다(KACPR, 2020).

심폐소생술의 질은 심정지 환자의 생존율과 직접적으로 비례한다(Nolan, 2014; Koster, 2003). 심정지 환자를 위한 응급처치의 기본 심폐소생술은 인공호흡과 가슴압박으로 구성된다. 인공호흡과 함께 가슴압박을 통한 심폐소생술이 보다 효과적이라는 연구 결과도 있으나(Nishiyama et al., 2010), 가슴압박만 하는 심폐소생술의 경우 가슴압박 중단 없이 충분한 횟수를 할 수 있으며, 방법 또한 일반인에게 더 쉽기 때문에 심정지 환자의 생존률을 향상시킬 수 있다는 장점이 있다(Heidenriech et al., 2004). 또한, 2016년 대한심폐소생협회는 심폐소생술 처치자의 피로로 인한 가슴압박의 질 효과를 고려하여 인공호흡 없는 가슴압박 소생술을 권장하고 있다. 따라서 일반인을 위한 적절하고 정확한 가슴압박 소생술 교육과 가이드라인의 제시가 필수적이라 할 수 있다. 가슴압박 소생술을 수행하기 위해 처치자는 심정지 환자의 가슴 옆에서 무릎을 꿇고(Sayre et al., 2010), 주로 쓰는 손을 환자의 흉골(복장뼈) 아래 1/2 지점에 반대쪽 손은 그 위에 겹쳐 올리며, 대퇴와 하퇴의 다리각도는 90도, 몸통과 상완 및 상완과 전완의 각도가 90도에 대한 기본적인 가이드라인만을 제시하고 있다(KACPR, 2020).

2010년 국제 심폐소생술 지침에 따르면 양질의 가슴압박 소생술을 위해 적어도 분당 100회 이상 가슴압박 속도와 5 cm 이상의 깊이로 가슴압박을 시행할 것을 권고하였다(Berg, 2010). 부정확하고 일관성 없는 깊이의 가슴압박은 생명유지기관으로 혈류 공급을 방해하여 생존률 저하로 이어지게 된다(Abella et al., 2005). 이 때 가슴압박의 깊이는 수직 압박력(vertical compression force)과 직접적으로 관련이 있는데, 압박력이 약하여 5 cm 이하의 깊이로 가슴압박을 하게 되면 신체 주요 장기의 기능을 유지하는데 필요한 혈류량을 공급하지 못하게 되어 생존률을 저하시킨다(Paradis, 1990). 또한, 압박력이 수직이 되지 않으면 압박힘이 소실되어 충분한 깊이의 가슴압박을 할 수 없으며, 이 때 발생되는 전후 그리고 좌우 방향에서 발생되는 불필요한 힘은 처치자에게는 피로를 유발시키고, 환자에게는 구름이나 움직임을 일으켜 가슴압박 소생술의 효과를 감소시킬 수 있다(Rajab, Pozner, Conrad, Cohn & Schmitto, 2011). 또한 가슴압박 심폐소생술은 심정지 환자의 생존률 뿐만 아니라 회복에도 중요한 영향을 준다. 가슴압박력이 지나치게 강하여 가슴압박의 깊이가 6 cm가 넘어가는 경우 흉골 또는 늑골의 골절이나 부상과 같은 2차 상해가 발생할 수 있다고 보고되었다(Hellevuo et al., 2013). 이와 같이 가슴압박 교육 시 압박 힘의 크기와 그 힘의 방향성은 생존률과 빠른 회복을 위해 반드시 고려해야 한다.

가슴압박 소생술 기본 교육의 효과 중 압박력에 대한 정확한 수행능력은 심정지 환자의 생존률과 회복에 매우 중요한 변수이다. 따라서 일반인들에 대한 가슴압박 소생술 교육의 효과를 높이기 위해서는 교육을 받은 집단과 교육을 받지 않은 집단 간의 압박력의 크기와 패턴의 비교 분석을 통해 가슴압박 소생술 동작 시 표준화되고 정량적인 압박력의 가이드라인을 제시하는 것이 필요하다. 이를 통해 교육자에게는 교육의 질과 활용도를 높이고 피 교육자에게는 적절하고 정확한 가슴압박 소생술 교육의 효과를 높이는 결과를 가져올 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 가슴압박 소생술 교육수준에 따라 가슴압박력에 대한 좌우, 전후, 수직 방향의 지면반력과 수직 지면반력의 가변성, 그리고 좌우, 전후 방향에서 압력중심의 차이를 규명하는데 있다.

METHOD

1. 연구대상

본 연구의 대상은 부산지역 S대학생 20명이 선정되어 교육 이수 집단(certified group: CG)과 비 이수 집단(non-certified group: NCG)으로 각 10명씩 무작위로 할당되었으며, 신체적 특성은 (Table 1)과 같다. 연구대상 선정 기준은 가슴압박 소생술 경험과 교육 경험이 없는 20대 이상 남자를 대상자로 선정하였다. 본 연구를 위한 데이터 수집에 앞서 연구의 목적과 절차는 피험자들에게 설명되었으며, 데이터 수집 전 피험자로부터 자발적 연구 참여 동의서를 얻었다.

Table 1. Anthropometric information

Group	Age (yrs)	Height (m)	Weight (kg)
CG	21.9±2.12	1.71±051	71.77±9.78
NCG	25.80±2.82	1.76±0.36	81.09±7.06

Mean ± standard deviation. Abbreviation: CG; certified group, NCG; non-certified group

2. 실험절차 및 데이터 수집

본 연구를 위한 데이터 수집 전 가슴압박 소생술 교육은 대한 적십자소속 응급처치 강사로부터 2020년 국제심폐소생술협회의 가이드라인에 대한 PPT 강의와 미국심장협회(AHA)에서 제작된 기본 심폐소생술 영상 등 총 4시간의 이론 및 실습 교육을 이수하였다. 피험자들의 가슴압박 소생술 수행을 위해 마네킹 애니(Resusci Anne, Laerdal, Norway)를 사용하여 본 연구를 위한 데이터 수집을 위해 피험자들은 30회씩 총 3번의 가슴압박법을 실시하였다. 본 연구에서 지면반력과 압력중심 변인은 2대의 1,000 Hz 지면반력기(c, Type9287CA, Switerland)를 이용하여 측정하였다. 이때 1번 지면반력기 위에 마네킹 애니를 두고, 2번 지면반력기 위에는 피험자가 무릎을 꿇고 앉아 마네킹 애니의 가슴을 압박하는 소생술을 실시하였다(Figure 1).

3. 자료처리 및 분석

자료처리는 Qualisys Track Manager (Qualisys, Sweden) 프로그램을 이용하여 지면반력 자료를 획득하였고, Matlab R2014a (The Mathworks, USA)를 이용하여 계산되었다. 가슴압박 시 최대 지면반력(Ground Reaction Force; GRF)에 대한 데이터는 Fx는 좌우 방향의 지면반력, Fy는 전후 방향의 지면반력 나타내고, Fz는 수직 방향의 지면반력을 나타냈다. 각 피험자가 실시한 30회의 수직 지면반력값의 표준편차(Intra-subject variability: ISV)는 수직 압박력의 가변성을 나타내고 이는 30회 가슴압박의 일관성을 설명하기 위해 계산되었다. 또한 좌우(medial-lateral: M-L), 전후(anterior-posterior: A-P) 방향에서 압력중심

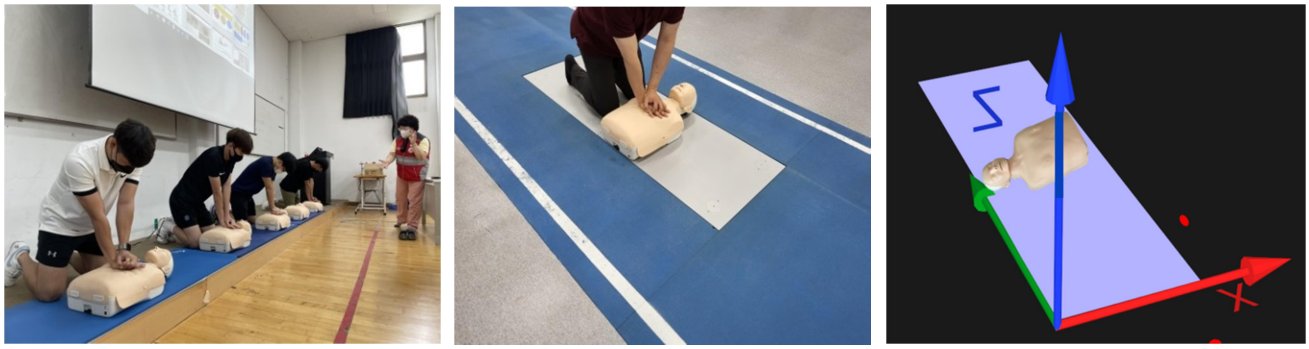

Figure 1. Certified group & coordinate system

점(CoP: center of pressure)를 측정하였고, 시간 함수를 이용하여 최대값과 최소값의 차이로 CoP의 이동범위를 정의하였다(Kang & Seo, 2009; Park, Ryu, Kim, Yoon & Ryu, 2019).

M - L CoP = Mx/Fz
A - P CoP = -My/Fz

4. 통계처리

본 연구는 3회 반복 측정된 평균값을 통계 분석에 사용하였다. 두 집단 간 가슴압박 소생술 시 발생하는 지면반력 및 압력중심점의 차이를 비교하기 위하여 독립 *t*-검정(independent *t*-test)을 실시하였다. 모든 통계 분석은 SPSS V.19.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL)을 사용하여 수행되었으며, 유의수준은 α=.05로 설정되었다.

RESULTS

본 연구는 가슴압박 소생술 동작 시 CG와 NCG 간 수축기와 이완기의 소요시간, 좌우, 전후, 수직 방향의 지면반력, 수직 지면반력의 가변성, 그리고 좌우, 전후 방향에서 CoP 이동범위를 비교하여 분석하였다.

1. 소요시간 변인

가슴압박 소생술 동작 시 소요시간 결과는 (Table 2) 같다. CG의 전체소요시간(F=-8.23, p< .05), 1회 수축 소요시간(F=-9.60, p< .05), 1회 이완 소요시간(F=-7.07, p< .05)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, CG의 소요시간이 더 길게 나타났다.

Table 2. Chest compression time parameters

Parameters (sec)	Group	M ± SD	*F* (*p*)
Total time	CG	15.98±.17	-8.23 **(.000)***
	NCG	12.24±2.11	
1 Systolic time	CG	0.55±0.03	-9.60 **(.000)***
	NCG	0.41±0.06	
1 Diastolic time	CG	0.53±0.06	-7.07 **(.000)***
	NCG	0.41±.006	

Mean ± standard deviation. Abbreviation: CG; certified group, NCG; non-certified group. *p< .05

2. 지면반력

가슴압박 소생술 동작 시 지면반력 결과는 (Table 3) 같다. 수축기 시 Fy (F=-6.47, p<. 05), 이완기 시 Fy (F=-2.86, p<. 05), 수축기 시 Fz (F=-6.65, p<. 05)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(Figure 2). 피험자 내 수축기 시 수직 지면반력의 ISV (F=-2.14, p<. 05)와 이완기 시 수직 지면반력의 ISV (F=-2.09, p<. 05)는 통계적으로 유의한 차이

Table 3. Ground reaction force and ISV variables

Parameters (N)		Group	M ± SD	*F* (*p*)
Fx	Systolic	CG	-0.72±9.19	1.09 (.127)
		NCG	2.19±11.04	
	Diastolic	CG	-4.42±3.85	.71 (.238)
		NCG	-3.66±4.27	
Fy	Systolic	CG	-21.83±23.14	-6.47 **(.000)***
		NCG	-79.91±42.48	
	Diastolic	CG	-3.59±6.52	-2.86 **(.017)***
		NCG	1.15±6.07	
Fz	Systolic	CG	661.39±48.26	-6.65 **(.000)***
		NCG	554.87±72.50	
	Diastolic	CG	63.19±33.13	.91 (.188)
		NCG	71.15±33.40	
ISV (Fz)	Systolic	CG	42.39±9.23	-2.14 **(.013)***
		NCG	50.23±9.95	
	Diastolic	CG	32.56±9.90	-2.09 **(.012)***
		NCG	37.41±15.74	

Mean ± standard deviation. Abbreviation: CG; certified group, NCG; non-certified group, ISV; Intra-subject variability. *p< .05

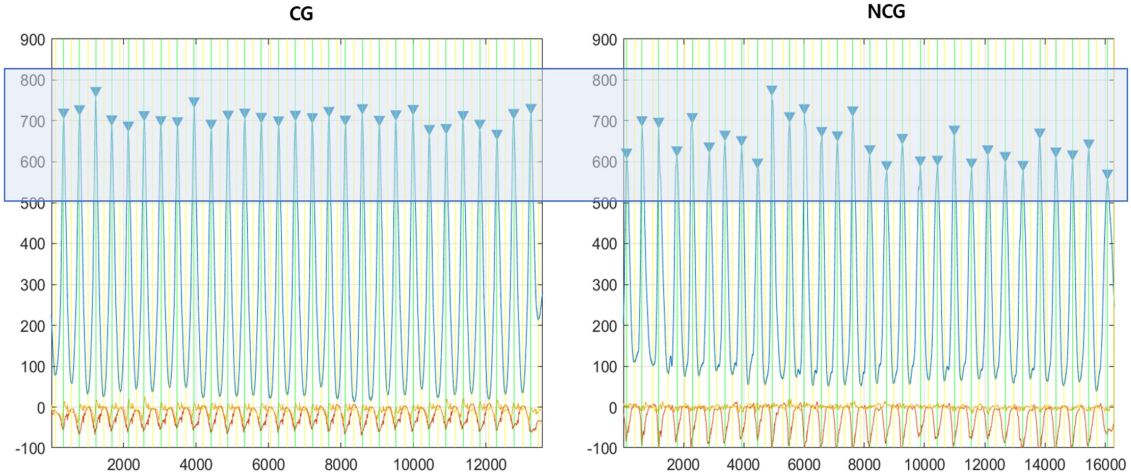

Figure 2. CG and NCG GRF graph

가 나타났으나, 수축기와 이완기 시 Fx는 CG과 NCG 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p> .05).

3. CoP 변인

가슴압박 소생술 동작 시 CoP 이동범위들의 결과는 (Table 4) 같다. 전후, 좌우 CoP 이동범위에서 CG과 NCG 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p> .05).

Table 4. CoP variables

Parameters (cm)	Group	M ± SD	F (p)
M-L CoP	CG	9.91±3.31	-.71 (.348)
	NCG	11.94±4.34	
A-P CoP	CG	22.56±16.31	-.56 (.571)
	NCG	25.19±9.77	

Mean ± standard deviation. Abbreviation: CG; certified group, NCG; non-certified group, CoP; center of pressure. Direction: M-L; medial-lateral, A-P; anterior-posterior. *p< .05

DISCUSSION

본 연구에서는 CG와 NCG 간 가슴압박 심폐소생술 동작 시 소요시간, 좌우, 전후, 그리고 수직 지면반력과 수직 지면반력 가변성, 좌우, 전후 CoP를 통하여 효율적인 가슴압박 소생술 시 압박력을 알아보고자 하였다.

가슴압박 소생술 동작 시 (Table 2)에 따르면, 두 집단 간 전체 소요시간에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(CG: 15.98초, NCG: 12.24초). 본 연구 결과는 30회 압박 시 소요시간을 측정한 결과로써 CG는 1분에 약 120회, NCG는 약 150회를 실시할 것으로 나타났다. 가슴압박 소생술 가이드라인에 따르면 압박속도가 분당 100~120회로 제시하였으며(KACPR, 2015), 가슴압박 속도가 분당 130~150회 이상 증가하면 뇌관류 저하가 발생될 수도 있다고 보고되었다(Abella et al., 2005; Idris et al., 2012). 가슴압박 소생술 가이드라인과 선행연구를 토대로 본 연구의 결과를 볼 때, 일반인 대상으로 4시간의 가슴압박 소생술 교육이 심정지 시 원활한 혈류 공급이 가능하도록 적절한 속도의 가슴압박 실행 교육의 효과가 있었다라고 사료된다.

가슴압박 소생술 동작 시 방향에 따른 지면반력 변인 크기는 (Table 3)과 같다. Munro (1987)은 Fx 값은 일반적으로 Fy, Fz 값에 비해 적은 수치를 나타내며, 개인에 따라 차이가 크다고 하였다. 본 연구에서도 CG와 NCG 모두 수축기에서 Fx 값은 Fy, Fz 값에 비해 적은 것으로 나타났으며, 평균 Fx 값의 수치에 비해 큰 표준편차는 피험자 간 차이가 크다는 선행연구의 결과와 유사한 것으로 나타난다(Lee et al., 2019). Fx 값은 가슴압박 위치관계에 따라 크기와 방향이 달라진다고 하였는데(Neumann, 2010), 본 연구에서 CG의 수축기와 이완기의 Fx 값의 차이는 3.7 N이며 NCG의 수축기와 이완기의 Fx 값의 차이는 5.85 N으로 NCG가 가슴압박 시 좌우 방향으로 더 많은 동요가 나타나 불필요한 힘의 발생으로 상대적으로 빠른 피로가 발생할 가능성이 있다고 사료된다.

심폐소생술 시 심정지 환자가 고정되지 않고 구름이나 움직임이 발생되면 가슴압박 소생술의 효과는 급격히 감소된다(Rajab, Pozner, Conrad, Cohn & Schmitto, 2011). 심정지 환자의 수동적인 구름이나 움직임은 사람의 체형을 고려할 때, 전후 방향의 힘에 의해 발생하기 쉽다. 전후 방향에서 발생되는 압박힘을 의미하는 Fy 값이 클 때 심정지 환자를 고정시키지 못한 상태로 가슴압박 소생술을 실시해야 하는 비효율적인 상황이 발생된다. 본 연구의 결과를 보면, CG와 NCG 간에 수축기(CG: -21.83 N, NCG: -79.91 N)와 이완기(CG: -3.59 N, NCG: 1.15 N)의 Fy 값은 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 (Table 3), 상대적으로 큰 힘으로 압박하는 수축기에서의 Fy 값은 CG (-21.83 N)에 비해 NCG (-79.91 N)에서 3.8배 정도 후방으로 당기는 큰 힘을 발생시키는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 NCG에서 가슴압박 소생술 실시자가 수축기 시 자신의 몸쪽 방향으로 압박력을 더 가해 주는 것으로 해석되는데, 이는 가슴압박 시 NCG가 팔꿈치를 많이 구부리면서 가슴압박을 실시한 것이 원인으로 판단된다.

본 연구에서 수축기(CG: 661.39 N, NCG: 554.87 N)의 Fz 값에서 통

계적으로 유의한 차이가 나타났다(Table 3). 가슴압박 소생술 시 CG가 NCG에 비해 수축기 Fz 값은 17% 정도 더 큰 힘을 발생시키는 것으로 나타났다. 많은 선행연구에서 가슴압박 소생술의 수축기 시 적절한 심장 압박 깊이를 만들기 위해 약 500 N의 힘으로 압박할 것으로 제안하였는데(Hasegawa, Daikoku, Saito & Saito, 2014; Tomlinson, Nysaether, Kramer-Johansen, Steen & Dorph, 2007), 이는 본 연구의 결과에서 나타난 NCG의 Fz 값과 유사한 수치를 나타냈다. 또한 강한 가슴압박력으로 압박 깊이가 6 cm 초과하면 출혈 및 파열 등의 부상 비율이 49% 임을 감안할 때(Hellevuo et al., 2013), 2차 손상을 방지하고 심정지 환자의 회복을 고려할 수 있는 압박힘 크기도 중요하다 생각할 수 있다. 그럼에도 본 연구의 결과에서 보여준 CG의 가슴압박 소생술 시 수축기의 Fz 값은 선행연구에서 구급대원 CPR 동작 시 Fz 값과 유사한 결과를 보여주었고(Hong, Cho & Kim, 2014), 또 다른 선행연구의 결과와도 유사하게 나타났다(Parekh, 2007). 한편, 비효율적인 가슴압박 소생술 시 압박력을 비효율적으로 사용하여 압박 깊이가 감소할 수 있고(Foo Chang, Lin & Guo, 2010), 충분한 압박력을 가하지 못한 5 cm 이하의 가슴압박은 생명유지 기관으로 필요한 혈류량을 공급하지 못하여 생존률을 저하시킬 수도 있다고 하였다(Paradis, 1990). 본 연구의 결과에서 통계적으로 유의한 차이는 없었지만(Table 3), 이완기 시 CG (63.19 N)가 NCG (71.15 N)의 비해 적은 압박력을 보이는 것은 충분한 흉부 이완을 하고 있다고 판단할 수 있다. 이는 충분한 흉부 이완은 흉강내압 감소 심박출량을 증가, 관상동맥과 뇌대동맥의 혈액을 증가시킬 수 있다(Yannopoulos et al., 2005; Zuercher et al., 2010). 따라서 무엇보다 중요한 심정지 환자의 생존률을 고려할 때, CG에서 보여준 수축기 시 충분한 압박력과 이완기 시 충분한 흉부 이완을 발생시켜 심정지 환자의 생존률을 높이는 것이 2차 손상에 의한 환자의 회복률을 고려하는 것보다 가슴압박 소생술 교육의 방향으로 적절하다고 사료된다.

본 연구의 결과를 볼 때, 두 집단 간 수축기와 이완기 Fz의 ISV는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다(Table 3). ISV 값은 각 피험자가 가슴압박 시 1회부터 30회까지에 대한 Fz 값의 표준편차인데, 이는 수직 압박력의 가변성 또는 일관성을 나타내는 지표로서(Samson, Sanchez, Salvia, Jan & Feipel, 2014) 수치가 적을수록 30회의 가슴압박이 일정하게 이루어진 것을 의미한다. 피험자 내 ISV를 살펴보면(Table 3, Figure 2), 수축기(CG: 42.39 N, NCG: 50.23 N)와 이완기(CG: 32.56 N, NCG: 37.41 N) 모두 CG가 NCG보다 적은 수치를 보이고 있다. NCG에 비해 CG의 수축기 Fz 값이 크고, ISV 값이 낮은 점을 동시에 고려할 때, 가슴압박술 교육을 받은 CG가 충분한 압박힘으로 일관성 있게 30회 가슴압박을 수행하는 것으로 판단된다.

두 지면반력기로부터 측정된 합성 CoP는 두 수직 지면반력값의 비율(ratio)을 반영하기 때문에 압력중심점(center of pressure, CoP)의 이동범위는 인체의 상하 움직임보다 좌우 또는 전후 방향의 움직임에 의해 영향을 받는데, 이러한 CoP의 변화는 자세 동요의 특성을 정량적으로 나타낸다(Ferdjallah, Harris & Wertsch, 1999; Ryu, 2019). 본 연구에서 가슴압박 소생술 시 두 집단 간 좌우, 전후 방향에서 CoP 이동범위는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 전후 방향의 CoP가 좌우 방향의 CoP 이동범위 보다 상대적으로 큰 것은 가슴압박 소생술 시 주로 시상면에서 무릎과 엉덩관절의 굴곡과 신전 움직임이 주로 나타났기 때문으로 판단된다. 또한 전후 방향에서 CG에 비해 NCG의 보다 큰 CoP 이동범위는 가슴압박 수행 시 자세 동요가 크게 나타난 것을 의미하며, 팔꿈치 관절의 움직임은 상하 운동과 관련되기 때문에 무릎 및 엉덩관절의 큰 움직임이 나타났을 것으로 판단된다. 본 연구는 두 집단 간 가슴압박 소생술 동작 시 압박력 및 지면반력 변인들의 차이를 규명하고자 하였기 때문에 자세 동요의 원인을 명확히 규명하지는 못하였다. 따라서 향후 신체 움직임과 가슴압박 소생술 시 CoP 변인을 이용하여 자세 동요와의 관련성을 알아보는 연구가 필요할 것으로 생각한다.

따라서 본 연구를 종합해보면 4시간의 가슴압박 소생술 교육을 통해 수직으로 가해지는 힘이 일정하고 충분한 압박력으로 가슴압박술을 실시하는 것으로 나타나 생존률을 높이는데 긍정적인 효과를 보였고, 2차 손상을 줄이기 위해서는 좀 더 정확한 가슴압박 소생술이 수행되어야 할 것으로 판단된다. 이를 토대로 교육현장에서 피 교육자에게 올바른 자세와 가슴압박 시 압박력의 패턴에 대한 교육프로그램으로 제시될 수 있을 것으로 사료된다.

CONCLUSION

본 연구에서 나타난 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, CG가 NCG에 비해 적절한 속도로 효율적으로 가슴압박을 실시하였다.

둘째, CG가 NCG에 비해 좌우, 전후방향의 Fx와 Fy 모두 낮은 수치를 보여주었으며, 이는 불필요한 가슴압박력의 소모를 줄이고, 심정지 환자의 구름이나 움직임을 최소화하여 양질의 가슴압박 소생술을 실시하였다.

셋째, CG가 수축기 시 높은 Fz 값과 이완기 시 낮은 Fz 값을 보였으며, 이를 토대로 심정지 환자의 생존률을 높일 수 있는 가슴압박 소생술을 실시하였다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by the new professor research funding through Pusan National University (PNU).

REFERENCES

Abella, B. S., Sandbo, N., Vassilatos, P., Alvarado, J. P., O'Hearn, N., Wigder, H. N., Hoffman, P., Terry, K., Vanden Hoek, T. L. & Becker, L. B. (2005). Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation*, *111*(4), 428-434.

Announcement of Cardiovascular Disease Survey. (2008). Ministry of Health and Welfare, Korea.

Berg, R. A., Hemphill, R., Abella, B. S., Aufderheide, T. P., Cave, D. M., Hazinski, M. F., Lerner, E. B., Rea, T. D., Sayre, M. R. & Swor, R. A. (2010). Part 5: adult basic life support: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, *122*(18_suppl_3), S685-S705.

Cummins, R. O., Ornato, J. P., Thies, W. H. & Pepe, P. E. (1991). Improving

survival from sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation*, *83*(5), 1832-1847.

Ferdjallah, M., Harris, G. F. & Wertsch, J. J. (1999). Instantaneous postural stability characterization using time-frequency analysis. *Gait & Posture*, *10*(2), 129-134.

Foo, N. P., Chang, J. H., Lin, H. J. & Guo, H. R. (2010). Rescuer fatigue and cardiopulmonary resuscitation positions: a randomized controlled crossover trial. *Resuscitation*, *81*(5), 579-584.

Hasegawa, T., Daikoku, R., Saito, S. & Saito, Y. (2014). Relationship between weight of rescuer and quality of chest compression during cardiopulmonary resuscitation. *Journal of Physiological Anthropology*, *33*(1), 1-7.

Heidenreich, J. W., Sanders, A. B., Higdon, T. A., Kern, K. B., Berg, R. A. & Ewy, G. A. (2004). Uninterrupted chest compression CPR is easier to perform and remember than standard CPR. *Resuscitation*, *63*(2), 123-130.

Hellevuo, H., Sainio, M., Nevalainen, R., Huhtala, H., Olkkola, K. T., Tenhunen, J. & Hoppu, S. (2013). Deeper chest compression–more complications for cardiac arrest patients. *Resuscitation*, *84*(6), 760-765.

Hong, E. J., Cho, B. J. & Kim, G. Y. (2019). Effect of chest compressions on the quality of back pain prevention and chest compressions by applying body stabilization Convergence movement. *Journal of the Korea Convergence Society*, *10*(5), 85-94.

Idris, A. H., Guffey, D., Aufderheide, T. P., Brown, S., Morrison, L. J., Nichols, P., Powell, P., Daya, M., Bigham, B. L., Atkins, D. L., Berg, R., Davis, D., Stiell, L., Sopko, G. & Nichol, G. (2012). Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation*, *125*(24), 3004-3012.

Kang, Y. T. & Seo, K. E. (2009). Analysis of Ground Reaction Force by Stance Type during Tennis Forehand Stroke. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *19*(3), 449-455.

Kim, Y. W. & Kim, Y. J. (2009). Biomechanical comparison of good and bad performances within individual in maximum vertical jump. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *19*(3), 489-497.

KACPR. (2020). *Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Ministry of Health and Welfare*, Korea. http://www.kacpr.org/.

Korea Centers for Disease Control and Prevention (2020). *National Health Information Portal*. https://health.kdca.go.kr/healthinfo/index.jsp

Koster, R. W. (2003). Limiting 'hands-off'periods during resuscitation. *Resuscitation*, *58*(3), 275-276.

Lee, B. S., Hwang, S. O., Kim, Y. S., Ahn, M. E. & Lim, K. S. (1992). Dispatcher-Assisted Telephone cardiopulmonary Resuscitation. *Korean Society of Pediatric Emergency Medicine*, *3*(2) 75-85.

Lee, M. K., Seo G. E., Gong S. J., Cho Y, S, Han K. H. & Lee K, J. (2019). Kinematic analysis of chest compression resuscitation. *Journal of the Korean Society for Data and Information Science*, *30*(1), 109-118.

Munro, C. F., Miller, D. I. & Fuglevand, A. J. (1987). Ground reaction forces in running: a reexamination. *Journal of Biomechanics*, *20*(2), 147-155.

Neumann, D. A. (2010). *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for physical rehabilitation*. Philadelpia: Mosby.

Nishiyama, C., Iwami, T., Kawamura, T., Ando, M., Yonemoto, N., Hiraide, A. & Nonogi, H. (2010). Quality of chest compressions during continuous CPR; comparison between chest compression-only CPR and conventional CPR. *Resuscitation*, *81*(9), 1152-1155.

Nolan, J. P. (2014). High-quality cardiopulmonary resuscitation. *Current Opinion in Critical Care*, *20*(3), 227-233.

Parekh, J. N. (2007). *Effect of age and cardiopulmonary resuscitation (CPR) techniques on characteristics of muscle fatigue in females trained in CPR administration*. The University of Texas at Arlington.

Park, S. K., Ryu, S. H., Kim, J. B., Yoon, S. H. & Ryu, J. S. (2019). Complexity of comparison of center of pressure between fallers and non-fallers during gait. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *29*(2), 1-7.

Rajab, T. K., Pozner, C. N., Conrad, C., Cohn, L. H. & Schmitto, J. D. (2011). Technique for chest compressions in adult CPR. *World Journal of Emergency Surgery*, *6*(1), 1-5.

Ryu, J. (2019). Complexity Pattern of Center of Pressure between Genders via Increasing Running Speed. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *29*(4), 247-254.

Samson, W., Sanchez, S., Salvia, P., Jan, S. V. S. & Feipel, V. (2014). A portable system for foot biomechanical analysis during gait. *Gait & Posture*, *40*(3), 420-428.

Sayre, M., O'Connor, R., Atkins, D., Billi, J., Callaway, C. & Shuster, M. (2010). Part 2: Evidence evaluation and management of potential or perceived conflicts of interest: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, *122*(3), S657-S664.

Tomlinson, A. E., Nysaether, J., Kramer-Johansen, J., Steen, P. A. & Dorph, E. (2007). Compression force–depth relationship during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, *72*(3), 364-370.

Yannopoulos, D., McKnite, S., Aufderheide, T. P., Sigurdsson, G., Pirrallo, R. G., Benditt, D. & Lurie, K. G. (2005). Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation*, *64*(3), 363-372.

Zuercher, M., Hilwig, R. W., Ranger-Moore, J., Nysaether, J., Nadkarni, V. M., Berg, M. D., Kern, K. B., Sutton. R. & Berg, R. A. (2010). Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Critical Care Medicine*, *38*(4), 1141.