

병원 전 전문심장소생술을 위한 기계적 가슴압박기의 효과

이현지

강원대학교 응급구조학과 교수

The Effect of a Mechanical Chest Compressions for Out-of-hospital Advanced Cardiac Life Support

Hyeon-Ji Lee

Professor, Department of Emergency Medical Services, Kangwon National University

요약 본 연구는 병원 전 환경에서 기계식 가슴압박기(LUCAS)와 수기심폐소생술의 비교실험을 통해 가슴압박의 질을 평가하고 기계적 가슴압박기를 사용한 효과적인 전문심장소생술을 제안하는데 그 목적이 있다. 병원 전 심정지상황을 가정하고 구급대원이 3인 1조로 현장에서 수기심폐소생술과 LUCAS를 이용한 심폐소생술을 적용하고, 구급차로 이송하며 수기심폐소생술과 LUCAS를 이용한 심폐소생술을 시행하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 현장과 이송중의 수기심폐소생술의 비교결과 현장에서 수기심폐소생술이 평균압박깊이와 압박률, 이완율에서 유의한 차이가 나타났다($p < .001$). 둘째, 현장에서 수기심폐소생술과 LUCAS를 비교한 결과 LUCAS가 압박률, 이완율에서 유의한 차이가 나타났다($p < .001$). 셋째, 구급차로 이송중 수기심폐소생술과 LUCAS를 비교한 결과 평균압박깊이, 압박률, 분당압박횟수에서 유의한 차이를 보였다($p < .001$). 위와 같은 결과로 보아 LUCAS는 적절한 압력으로 가슴압박을 수행할 수 있고, 그 동안 구급대원의 전문기초기 삽입, 정맥로 확보 등의 전문심장소생술을 추가적으로 수행할 수 있으며 환자의 소생률을 높이는데 기여할 것이다.

주제어 : 심폐소생술, 심정지, 루카스, 기계적 가슴압박, 응급구조사

Abstract The purpose of this study is to evaluate the quality of chest compression by conducting comparison research between mechanical chest compressor(LUCAS) and manuale cardiopulmonary resuscitation(CPR) in a out-of-hospital environment and suggest effective advanced cardiac life support using mechanical chest compressors. For this, a out-of-hospital cardiac arrest was simulated with a team of 3 ambulance workers, and manuale CPR and CPR using LUCAS were performed on site and during transport in an ambulance. The research results are as follows: the comparison of manuale CPR between on site and in an ambulance revealed that on-site manuale CPR showed significant differences in the average compression depth, compression rate, and relaxation rate. Second, the comparison between manuale CPR and LUCAS in an ambulance showed significant differences in the average compression depth, compression rate, the number of compression per minute.

Key Words : Cardiopulmonary resuscitation, Cardiac arrest, LUCAS, Mechanical chest compression, Paramedic

*This study was supported by 2018 Research Grant from Kangwon National University.
(2018년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 연구하였음.)

*Corresponding Author : Hyeon-Ji Lee(hyeonji0816@naver.com)

Received October 18, 2019

Revised November 5, 2019

Accepted November 20, 2019

Published November 28, 2019

1. 서론

병원 밖 심정지 환자의 발생비율이 증가하고 이러한 환자들은 119 구급차를 이용하여 병원으로 이송되며, 그 과정에서 구급대원이 심폐소생술, 제세동, 기관내 삽관 등의 전문응급처치를 수행한다. 심정지 환자에게 구급대원의 전문응급처치는 매우 중요하고 환자의 소생 가능성을 높이는데 기여한다[1]. 심정지 환자의 소생률을 높이기 위한 연구 중 병원 전 현장에서 구급대원의 심장소생술(Advanced Cardiac Life Support)에 대한 중요성이 강조되는 연구가 증가하고 있는 추세이다 [1-2]. 특히 국외의 경우 전문심장소생술을 위한 기계적 가슴압박기의 도입을 통해[2-3] 병원 전 환경에서 구급대원이 적절하고 신속한 전문응급처치는 환자의 소생률이 높이는데 기여하고 있다는 결과를 보이는 연구들이 있으며[4-5], 국내의 경우 병원 전 환경에서 출동하는 구급대원의 인원이 평균 2인에서 최근 3인으로 점차 확대적용되고 있으나 아직까지 인력이 부족하며, 특히 구급차 내 이송중의 심폐소생술은 가능하지만 적절하게 수행하기 어렵다[6-7]. 그래서 최근 국내에도 다양한 기계적 가슴압박장비들이 도입되기 시작했다. 병원 전 환경과 병원내 환경에서 사용되기 시작했다. 국내의 경우 다양한 기계식 가슴압박기 중 가슴압박을 대신할 수 있는 기계식 가슴압박기인 루카스(LUCAS)가 보급되고 있다. 가슴 중앙에 첩을 위치하여 가슴뼈를 압박하는 장치인 LUCAS(Physio-Control/Jolife AB, Lund, Sweden)는 현재 국내 구급차에 탑재되어 있다. 기계식 가슴압박기를 사용한 심폐소생술을 시행하면 3명의 인원으로도 다양한 전문응급처치를 수행할 수 있다[8-9]. 루카스는 기계식 가슴압박 장비 중 가볍고 신속하게 적용할 수 있으며, 올바른 위치에 유지할 수 있도록 설계되었다[10].

잘 훈련된 구급대원이라도 심폐소생술 시간이 길어 지거나, 병원 전 환경에서 심정지 환자가 심정지 후 회복이 되지 않은 채로 구급차 내에서 이송 중에 전문심폐소생술의 시행이 효율적으로 제공되기 어렵다[11]. 기계적 가슴압박기(LUCAS)를 사용할 경우 현장이나 이동 중인 구급차 내에서 구급대원의 가슴압박 외의 기도 확보, 정맥로 확보, 약물투여 등의 다른 응급처치를 적절하고 안전하게 수행할 수 있다.

그러나 국내의 경우 병원 전 환경의 기계식 가슴압박을 이용한 심폐소생술과 수기가슴압박을 이용한 심

폐소생술의 비교분석과 그 효과에 대한 연구는 미흡하다. 이에 본 연구는 병원 밖 심정지 상황에서 현장 및 구급차내의 수기압박에 의한 심폐소생술과 기계적 가슴압박기를 이용한 심폐소생술의 비교 연구를 진행하였다. 추후 국내 실정에 맞는 병원 전 기계적 가슴압박기를 이용한 전문심장소생술의 프로토콜을 마련하기 위한 기초 자료로 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구설계

본 연구 대상은 2018년 8월부터 11월까지 K지역 소방서에 근무하는 구급대원들을 대상으로 시행하였다. 구급대원들은 3인 1조를 구성하였다. 병원 전 심정지 상황을 가정하고 시뮬레이션의 형태로 진행하였다.

K지역의 동일한 장소에서 동일한 환경으로 실험을 진행하였다. 병원 전 현장에서 수기압박을 이용한 심폐소생술, 루카스를 이용한 심폐소생술, 구급차로 이송하며 수기압박을 이용한 심폐소생술, 루카스를 이용한 심폐소생술 4가지의 시나리오로 분류하였다. 세부사항은 다음과 같다.

첫째, 목격되지 않은 심정지 상황을 가정하고 현장에서 약 10분간 수기심폐소생술을 시행하고 구급차로 이송하며 약 10분간 수기심폐소생술을 시행하는 방법으로 진행하였다. 한 시나리오의 총 소요시간은 약 30분으로 시나리오를 구성하였다.

둘째, 목격되지 않은 심정지 상황에서 현장에서 약 10분간 루카스를 이용한 심폐소생술을 시행하고 구급차로 이송하여 약 10분간 루카스 심폐소생술을 시행하였다. 마찬가지로 총 소요시간은 약 30분으로 시나리오를 구성하였다. Fig. 1.

본 연구의 심폐소생술의 가슴압박의 정확도는 2015년 미국심장협회 심폐소생술 가이드라인의 기준에 따라 측정하였다. 가슴압박의 평균압박깊이는 약 5-6cm, 정확한 압박률과 적절한 이완율의 대한 평가, 분당압박 횟수는 약 100-120회를 기준으로 평가하였다.

연구에 참여한 구급대원들은 1급 응급구조사로 구성하였으며, 실험에 참여한 36명의 구급대원에게 실험 전 사전 시뮬레이션을 이용한 팀심폐소생술 교육을 이수하도록 하였고, 시뮬레이션 교육 전 연구에 동의하여 서면으로 동의서를 제출한 대상자들로 연구를 진행하였다.

2.2 연구도구

연구에 사용한 자동 기계적 가슴압박기는 LUCAS²(Physio-Control Inc, USA)를 사용하였다. 루카스의 가슴압박 설정은 2015년 미국심장협회 가이드라인의 기준에 따라 분당 100~120회의 압박속도를 유지하고 압박깊이를 5cm로 설정하였다. 루카스와 마네킨을 고정하기 위해 마네킨의 등뒤의 등판과 본체를 결합하며 손목끈으로 루카스와 마네킨을 완전히 고정하도록 하였다. 본 연구에서는 가슴압박 30번과 인공호흡을 2번 할 수 있도록 설정하였다. 심폐소생술에 사용된 마네킨은 Resusci Anne Q CPR®(Laerdal, Norway)를 사용하였다. 가슴압박깊이, 압박률과 이완율, 분당압박횟수를 평가할 수 있도록 SimPad를 연결하여 측정된 결과값을 수집하였다.

2.3 분석방법

수집된 자료는 IBM SPSS Statistics 23 프로그램을 이용하여 자료를 분석하였다. 평균가슴압박깊이, 압박율, 이완율, 분당압박횟수는 기술통계를 사용하여 평균과 표준편차를 분석하였고, 시나리오 간의 비교는 대응표본 t검정을 통해 p값이 0.05 이하인 경우를 유의한 것으로 결과를 해석하였다.



Fig. 1. CPR using LUCAS were performed

3. 연구결과

3.1 병원 전 현장의 수기심폐소생술과 이송중의 수기심폐소생술 비교

병원 전 환경의 현장의 수기심폐소생술과 이송중 수기심폐소생술의 비교결과 Table 1과 같이 평균 가슴압박 깊이가 현장은 55.92mm였으나 이송중의 평균가슴압박깊이는 31.62mm로 낮았고 유의한 차이를 나타

냈다. 가슴압박률은 현장에서 약 68.31%이고 이송중에는 22.31%로 유의한 차이를 나타냈다. 이완율도 현장은 66.54%, 이송중에는 50.62%로 유의한 차이를 보였다. 분당압박횟수는 두 그룹간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 1. The comparison of manuale CPR between in a out-of-hospital environment and in an ambulance

	on-site		ambulance		t	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Compression depth (mm)	55.92	5.09	31.62	4.78	12.798	.000
chest compression (%)	68.31	10.789	22.31	14.448	7.774	.000
Chest Recoil (%)	66.54	11.716	90.62	10.235	-5.83	.000
Compression rate (/min)	107.31	29.452	116.38	5.606	-1.119	.285

***p<.001, **p<.01, *p<.05

3.2 병원 전 환경의 현장의 수기가슴압박과 루카스 가슴압박 비교

현장에서 수기심폐소생술과 루카스 심폐소생술의 비교결과 Table 2와 같이 평균 가슴압박깊이가 현장은 55.92mm였으나 루카스를 이용한 경우 53.99mm로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 압박률은 수기심폐소생술이 약 68.31%이고 루카스가 89.92로 유의한 차이를 나타냈다. 이완율도 수기의 경우 66.54%, 루카스는 92.46%로 유의한 차이를 나타냈다. 분당압박횟수는 수기 심폐소생술시 107.31회, 루카스가 101.08회로 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 2. The comparison between on-site manuale chest compression and mechanical chest compression in a out-of-hospital environment

	manuale		LUCAS		t	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Compression depth (mm)	55.92	5.09	53.99	1.7	1.262	.231
chest compression (%)	68.31	10.789	89.92	3.499	-6.726	.000
Chest Recoil (%)	66.54	11.716	92.46	2.6	-8.222	.000
Compression rate(/min)	107.31	29.452	101.08	0.494	.764	.459

***p<.001, **p<.01, *p<.05

3.3 병원 전 이송중 수기 심폐소생술과 이송중 루카스 심폐소생술 비교

구급차로 이송중 수기심폐소생술과 루카스심폐소생술의 비교결과 Table 3과 같이 평균 가슴압박 깊이가 수기심폐소생술시 31.62mm였으나 루카스를 이용한 경우 54mm로 유의한 차이를 보였다. 가슴압박률은 수기심폐소생술이 약 22.31%이고 루카스가 95.92%로 유의한 차이를 나타냈다. 이완율은 수기의 경우 90.62%, 루카스는 95.85%로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 분당압박횟수는 수기가 116.38회인 반면 루카스 사용시 100.77회로 유의한 차이를 나타냈다.

Table 3. The comparison between manuale CPR and mechanical chest compression in an ambulance in a out-of-hospital environment

	manuale		LUCAS		t	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Compression depth (mm)	31.62	4.78	54	2.00	-14.754	.000
chest compression (%)	22.31	14.448	95.92	.954	-18.356	.000
Chest Recoil (%)	90.62	10.235	95.85	1.676	-1.931	.077
Compression rate(/min)	116.38	5.606	100.77	.599	10.409	.000

***p<.001, **p<.01, *p<.05

4. 고찰

병원 전 환경에서 고품질의 심폐소생술을 시행하는 것은 환자의 생존율을 높이는 데 중요한 요소이다. 본 연구에서는 수기로 가슴압박을 하는 심폐소생술과 루카스를 이용한 심폐소생술의 차이를 비교 분석하였다.

병원 전 환경을 가정하고 시뮬레이션을 이용하여 실험을 구성하였다. 첫째, 병원 전 환경에서 현장에서 수기가슴압박을 이용한 심폐소생술과 구급차로 이송하며 수기가슴압박을 실시하였다. 그 결과 현장에서 평균 가슴압박깊이는 55.92 ± 5.09 mm였고, 이송중 평균 가슴압박깊이는 31.62 ± 4.78 mm로 유의한 차이를 나타냈다. 2015년 미국심장협회 가이드라인에서는 가슴압박의 깊이를 5-6cm를 유지하도록 권장하고 있는데[12], 현장에서의 심폐소생술에서는 적절한 압박이 되었지만 구급차에서 이송중의 가슴압박은 기준에 미치지 못하

는 것으로 나타났다. 구급차에서 이송중에 시행하는 압박의 깊이가 더 얇고 빠르게 나타났고[13], 본 연구에서 분당압박횟수와 속도에는 이송중 수기가슴압박 횟수가 빨랐지만 유의한 차이가 없었지만 이송중의 수기가슴압박의 횟수가 현장보다 빠르게 나타났다. 이는 선행연구에서도 압박깊이와 분당압박횟수도 빠르게 나타났다 [13-14]. 현장과 이송중의 이완율이 유의하게 차이를 나타냈다. 이는 이송중 수기가슴압박이 부적절한 가슴압박으로 인한 이완율이 높게 나온 것으로 보였다. 즉 이송중 수기 심폐소생술시 차량의 흔들림과 예측할 수 없는 움직임에 고품질의 심폐소생술이 어렵다는 것을 의미한다. 또한 이송중 심폐소생술이 효율적으로 되지 않아 횟수나 속도가 증가하는 것을 볼 수 있었다. 잘 훈련된 구급대원이더라도 이송중에 심폐소생술은 적절하게 유지 될 수 없음을 의미한다.

둘째, 현장에서 수기심폐소생술과 루카스를 이용한 심폐소생술 비교결과 평균압박깊이가 수기심폐소생술시 55.92mm 루카스의 깊이는 53.99mm로 유의한 차이가 없었고, 분당압박횟수에도 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 2015년 심폐소생술 가이드라인에서 5~6cm의 압박과, 분당 압박횟수도 100-120회를 유지하도록 권장하고 있다[12]. 본 연구에서도 두 그룹 모두 심폐소생술 중 적절한 압박깊이와 속도가 유지되었다고 볼 수 있다. 그러나 압박률과 이완율에서는 수기심폐소생술보다 루카스를 사용시 더 정확도가 높게 나타난 것을 알 수 있었다. 이는 현장에서 심폐소생술을 시행할 때에도 구조자의 체력적인 한계 및 압박이 정확하지 않은 상황에서는 지속적인 고품질의 심폐소생술을 위해 기계식 가슴압박기를 대안으로 사용을 고려할 수 있고[14], 기계적 가슴압박기를 이용하는 것이 수기심폐소생술보다 적절한 압박깊이를 유지할 수 있다[15]. 또한 반복적이고 지속적인 심폐소생술 후에 구급대원에게 피로와 혈액학적 변화를 초래한다고 하였다[16]. 그러나 다른 선행 연구에서는 수기 가슴압박을 이용한 심폐소생술과 기계적 가슴압박기를 이용한 심폐소생술의 비교결과 환자의 초기 생존율에는 차이가 없다고 밝혔고[17-18,20], 병원 밖 심정지 후 갈비뼈골절에 관한 연구에서도 두 그룹간의 골절 발생률에 관한 차이는 없었고, 두 그룹 모두 치명적 부상을 입지 않았다[19].

그러므로 병원 전 모든 심정지 상황에서 기계적 가슴압박기를 적용하기보다 심폐소생술의 적용시간이 길

어지거나, 구급대원의 체력적인 한계가 오거나, 다른 중요한 응급처치의 필요성이 있는 특수한 환경에서 기계식 가슴압박기를 적용이 필요하다. 또한 잘 훈련된 구급대원에 의한 고품질의 심폐소생술은 기계적 가슴압박기에 의한 심폐소생술에 차이가 나지 않음을 보여주고 있으므로 구급대원의 지속적인 심폐소생술 교육이 필요할 것으로 사료된다.

셋째, 구급차로 이송중에 수기심폐소생술과 루카스 심폐소생술을 비교한 결과 평균압박깊이가 수기심폐소생술 상황에서 31.62mm, 루카스는 54mm 로 유의한 차이를 보였다. 이는 이송 중에 고품질의 심폐소생술을 시행할 수 있는 기계식 가슴압박기를 사용하는 것이 효과적으로 보인다[21]. 또한 루카스를 사용한다면 이송중에 적절한 압박율과 적절한 이완율을 유지할 수 있는 장점이 있다. 분당압박횟수의 비교결과 루카스는 100.77회의 적절한 횟수를 유지하였으나 이송중 수기 가슴압박은 116회로 속도가 빨랐다. 이는 이송중의 가슴압박의 적절성을 유지하기 힘들다는 다른 연구와도 유사하였다[22-24], 또한 환자를 이송하는 수단 중 헬리콥터에서도 심폐소생술시 기계적 가슴압박기가 수기 가슴압박보다 효과적이라고 하였다[25]. 이동하는 공간에서의 심폐소생술은 적절한 속도와 압박을 유지하기 어렵다는 결과를 도출하였다. 기계적 가슴압박기를 사용하는 동안 구급대원이 심정지환자를 소생시키는데 추가적인 응급처치를 제공하고 및 중요한 업무를 수행할 수 있다[26]. 병원에 도착 하기까지 전문심폐소생술과 관련한 전문응급처치 수행시 심정지 환자를 소생하는데 더 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

본 연구의 제한점은 기계적 가슴압박기를 이용했을 때 압박위치의 정확도에 대한 평가를 시행할 수 없었다. 추후 기계적 가슴압박의 위치에 대한 평가를 하는 연구가 진행이 필요하다.

5. 결론

병원 밖 심정지 상황을 가정하고 수기심폐소생술과 기계적 심폐소생술을 비교하는 시뮬레이션 연구를 진행하여 가슴압박의 효율성을 비교 분석하였다.

현장에서 수기심폐소생술에 비해 기계적 심폐소생술이 모든 상황에서 유리하지는 않지만 현장에서 적절한 가슴압박과 적절한 이완을 유지하였다. 또한 구급차로 이송중에 기계적 심폐소생술은 수기 심폐소생술에

비해 평균압박깊이, 압박률, 이완율에서 고품질의 심폐소생술을 지속할 수 있었다. 즉, 병원 전 환경에서 기계적 가슴압박기를 이용한 고품질의 심폐소생술은 효율적으로 사용될 수 있다. 또한 기계적 가슴압박기가 시행되는 동안 구급대원은 체력을 보호하고 열악한 환경에서 심정지 환자에게 기본심폐소생술 이외의 전문심폐소생술의 다양한 응급처치를 제공시간이 주어지는데 도움이 된다.

REFERENCES

- [1] K. Y. Lee & S. W. Yun. (2011). Prehospital Care of 119 EMT for Non-traumatic Cardiac Arrest and Improvement to Increase Advanced Care Rate. *Fire Science and engineering*, 25(5), 21-31.
- [2] J. Mosier, A. Itty, A. Sanders, J. Mohler, C. Wendel, J. Poulsen, J. Shellenberger, L. Clark & B. Bobrow. (2010). Cardiocerebral Resuscitation is Associated with Improved Survival and Neurologic Outcome from Out-of-hospital Cardiac Arrest in Elders. *Academic Emergency Medicine*, 17(3), 269-275.
- [3] C. Axelsson, J. Nestin, L. Svensson, Å. B. Axelsson & J. Herlitz. (2006). Clinical consequences of the introduction of mechanical chest compression in the EMS system for treatment of out-of-hospital cardiac arrest—A pilot study. *Resuscitation*, 71(1), 47-55.
- [4] Q. He, Z. Wan & L. Wang. (2003). Random control trial of the efficacy of cardiopump on pre-hospital cardiac arrest. *Zhongguo Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*, 15(5), 292-294.
- [5] R. A. Gyory, S. E. Buchle, D. Rodgers & J. S. Lubin. (2017). The Efficacy of LUCAS in Prehospital Cardiac Arrest Scenarios: A Crossover Mannequin Study. *Western Journal of Emergency Medicine*, 18(3), 437-445. DOI : 10.5811/westjem.2017.1.32575
- [6] G. D. Perkins, R. Lall, T. Quinn & C. D. Deakin. (2015). Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. *The Lancet*, 385(9972), 947-955. DOI : 10.1016/S0140-6736(14)61886-9
- [7] N. H. Krarup et al. (2011). Quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest is hampered by interruptions in chest compressions—a nationwide prospective feasibility study. *Resuscitation*, 82, 263-269.

- [8] C. K. Lin, M. C. Huang, Y. T. Feng, W. H. Jeng, T. C. Chung, Y. W. Lau & K. I. Cheng. (2015). Effectiveness of mechanical chest compression for out-of-hospital cardiac arrest patients in an emergency department. *Journal of the Chinese Medical Association*, 78(6), 360-363.
DOI : 10.1016/j.jcma.2015.01.005. Epub 2015 Mar 5.
- [9] J. S. Byun, I. S. Cho & C. M. Ha. (2019). Comparison of outcome of cardiopulmonary resuscitation with AutoPulse and LUCAS in out-of-hospital cardiac arrest patient. *The Korean Society of Emergency Medicine*, 30(1), 16-21.
- [10] S. Steen, Q. Liao, L. Pierre, A. Paskevicius & T. Sjöberg. (2002). Evaluation of LUCAS, a new device for automatic mechanical compression and active decompression resuscitation. *Resuscitation*, 55(3), 285-299.
- [11] K. Couper, M. Smyth & G. D. Perkins. (2015). Mechanical devices for chest compression: to use or not to use?. *Current Opinion in Critical Care*, 2(1), 88-94.
- [12] P. A. Meaney et al. (2013). Cardiopulmonary Resuscitation Quality: Improving Cardiac Resuscitation Outcomes Both Inside and Outside the Hospital A Consensus Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 128, 417-435.
- [13] S. G. Hong & I. A. Son. (2009). A study on the factors influencing the accuracy of chest compression during cardiopulmonary resuscitation trying in a moving ambulance. *The Korean Society of Emergency Medicine*, 20(4), 343-354.
- [14] J. G. Lee, J. S. Kim & S. G. Roh. (2018). Comparison of chest compression and ventilation volume using LUCAS and manual in virtual reality-based ambulance simulation -A manikin study-. *The Korean Journal of Emergency Medical Services*, 22(3), 67-76.
- [15] G. Putzer, A. Fiala, P. Braun, S. Neururer, P. Paal. (2016). Manual versus Mechanical Chest Compressions on Surfaces of Varying Softness with or without Backboards: A Randomized, Crossover Manikin Study. *The Journal of Emergency Medicine*, 50(4), 594-600.
- [16] H. J. Lee, H. J. Kim & E. K. Jun. (2017). 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*, 18(6), 381-388.
- [17] D. Smekal, J. Johansson, T. Huzevka, S. Rubertsson. (2011). A pilot study of mechanical chest compressions with the LUCAS™ device in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, 82(6), 702-706.
- [18] C. Ji, R. Lall, T. Quinn, C. Kaye, On behalf of PARAMEDIC trial Collaborators. (2017). Post-admission outcomes of participants in the PARAMEDIC trial: A cluster randomised trial of mechanical or manual chest compressions. *Resuscitation*, 118, 82-88.
DOI : 10.1016/j.resuscitation.2017.06.026. Epub 2017 Jul 5.
- [19] D. Smekal, E. Lindgren, H. Sandler, J. Johansson & S. Rubertsson. (2014). CPR-related injuries after manual or mechanical chest compressions with the LUCAS™ device: A multicentre study of victims after unsuccessful resuscitation. *Resuscitation*, 85(12), 1708-1712.
- [20] R. Baumeister, U. Held, M. J. Thali, P. M. Flach & S. Ross. (2015). Forensic imaging findings by post-mortem computed tomography after manual versus mechanical chest compression. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 3(3), 167-173.
- [21] T. H. Kim et al. (2016). Quality between mechanical compression on reducible stretcher versus manual compression on standard stretcher in small elevator. *The American Journal of Emergency Medicine*, 34(8), 1604-1609.
- [22] F. J. Ochoa, E. Ramalle-Gomara, V. Lisa & I. Saralequi. (1998). The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation*, 37(3), 149-152.
- [23] Y. S. Cho, S. C. Choi, C. A. Lee, Y. S. Jung & G. W. Kim. (2012). Comparison of Manual Versus Mechanical Chest Compression During Simulative out of Hospital Cardiac Arrest. *The Korean Society of Emergency Medicine*, 23(4), 486-492.
- [24] M. Levy, D. Yost, R. G. Walker, E. Scheunemann & S. R. Mendive. (2015). A quality improvement initiative to optimize use of a mechanical chest compression device within a high-performance CPR approach to out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. *Resuscitation*, 92, 32-37.
- [25] G. Putzer, P. Braun, A. Zimmermann, F. Pedross, G. Strapazon, H. Brugger & P. Paal. (2012). LUCAS compared to manual cardiopulmonary

resuscitation is more effective during helicopter rescue—a prospective, randomized, cross-over manikin study. *The American Journal of Emergency Medicine*, 31(2), 384-389.

- [26] C. K. Lin, M. C. Huang, Y. T. Feng, W. H. Jeng & K. I. Cheng. (2015). Effectiveness of mechanical chest compression for out-of-hospital cardiac arrest patients in an emergency department. *Journal of the Chinese Medical Association*, 78(6), 360-363.

이 현 지(Hyeon-Ji Lee)

[정회원]



- 2010년 2월 : 강원대학교 응급구조학과(이학사)
- 2013년 2월 : 강원대학교 응급구조학과(이학석사)
- 2017년 2월 : 강원대학교 응급구조학과(이학박사)

- 2018년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 응급구조학과 조교수
- 관심분야 : 응급구조학, 의학시뮬레이션
- E-Mail : hyeonji0816@naver.com