

### ○ 문장형 임상질문

심장정지가 발생한 COVID-19 의심자 또는 확진자에서 기계 심폐소생술(mechanical CPR)은 수기 심폐소생술(manual CPR)에 비해 안전성 및 효과가 어떠한가?

### ○ PICO요소

**Population:** 심장정지가 발생한 COVID-19 의심자 또는 확진자

**Intervention:** 기계 심폐소생술(mechanical CPR)

**Comparators:** 수기 심폐소생술(manual CPR)

**Outcomes:**

(핵심적 결과지표) 사망, 자발순환회복, 감염전파

(중요한 결과지표) 심폐소생술 합병증, 신경학적 예후

**Study design:** 무작위배정비교임상시험, 코호트연구

### ○ 권고문

심장정지가 발생한 COVID-19 의심자 또는 확진자에게 심폐소생술을 시행할 때 에어로졸에 의한 감염전파 예방을 위해 기계 심폐소생술을 적용할 수 있다.

(권고등급: E, 전문가 합의 권고)

### ○ 기계 심폐소생술(mechanical CPR) 기본정보

- 심장정지 환자에게 자동화된 기계를 사용하여 심폐소생술을 진행하는 것을 의미함
- 심폐소생술 시 사용하는 기계의 종류
  1. Piston-based devices (cardiac pumps): LUCAS, Schiller Easy Pulse
  2. Vest-based devices (thoracic pumps): AutoPulse

- 2020 미국심장학회 심폐소생술 가이드라인에 맞추어 가슴압박을 할 수 있도록 설계됨

#### ○ 근거요약(Evidence summary)

문헌검색전략을 통해 2022년 5월 16일 검색(897건) 후, 중복문헌을 제외한 661건에 대해 제목과 초록을 통해 선별(screening) 후 총 8편의 원문을 검토하였다. 사전에 정한 선택배제 기준을 적용하여 7편의 문헌 선별을 하였으며, 본 주제에 대한 연구 중 대조군이 적절하게 설정되고 다른 변수가 통제된 연구가 매우 부족하여 7편의 연구를 최종적으로 선택하였다. 또한 수기검색을 통해 1편의 연구를 추가 선택하였다. 총 8편의 연구 중 사전에 정한 PICO에 부합하여 직접 근거에 해당하는 문헌은 1편이었으며, 나머지 7편은 간접 근거에 해당하였다. 연구설계에 따른 분류로는 후향적 코호트 연구 3편, 단면연구 1편, 동물실험연구 1편, 시뮬레이션연구 2편, 체계적 문헌고찰 연구 1편이었다.

직접 근거는 다음과 같다.

Bhardwaj 등(2021)은 병원안 심장정지가 발생한 18세 이상의 코로나19 확진자를 대상으로 기계 심폐소생술을 받은 17명과 수기 심폐소생술을 받은 41명을 비교하였다. 비교 결과 두 군 간에 자발순환회복, 생존퇴원, 좋은 신경학적 예후로의 회복에서 차이가 없었음을 보고하였다. (1).

간접 근거는 다음과 같다.

Cho 등(2020)의 연구는 2020년 대구에서 코로나19 대응을 위해 구축한 WinCOVID-19 컨소시엄 기반 연구로서, 개인보호장비(personal protective equipment, PPE) 및 소생술 술기(resuscitation techniques)를 적용하여 단계별 감염방지 술기의 적용 전후를 비교하였다. 병원밖 심장정지(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)로 인해 의료기관에서 심폐소생술을 받은 환자를 대상으로 코로나19 유행 시기에 심장정지가 발생한 환자 171명과 코로나19 이전인 2018년에 심장정지가 발생한 환자 158명을 비교하였다. 3단계에 걸쳐서 상기 중재를 적용하였고 1단계에서 3단계까지 걸린 시간은 대략 20일 가량이었다. 그 결과 2018년에 비해서 자발순환회복, 생존입원, 생존퇴원이 통계적으로 유의하게 감소하였고 좋은 신경학적 회복 또한 통계적으로 유의하지는 않았지만 감소하는 경향을 보였다. 연구자들은 의료진에 감염직접전파는 없었다고 보고하였다(2)

Malysz 등(2020)의 연구는 단일 맹검 다기관 무작위 교차 시뮬레이션 연구(single-blinded, multicenter, randomized, crossover simulation study)로서 PPE를 착용한 응급구조사

(paramedics) 67명을 3개 군으로 나누어 TrueCPR feedback device, LUCAS, 수기 심폐소생술을 교차로 수행하여 가슴압박(chest compression)의 질을 비교하였다(3). 이 연구에서는 수기 심폐소생술을 시행한 경우 시간이 지남에 따라 가슴압박의 깊이(chest compression depth)가 빠르게 감소하였다고 보고하였다.

Bhatnagar 등(2020)의 연구는 코로나19 기간 동안 발생한 병원안 심장정지에 대해 기계 심폐소생술 시행을 수행한 의료진 44명에 대해 5점 리커트 척도를 통한 설문조사 연구다(4). 응답자의 1.3%에서 LUCAS 사용 시 백보드를 대는 것에 어려움을 느낀다고 응답하였고, 37.5%에서 처치가 지연되었다고 응답하였다. 68.8%에서 LUCAS를 사용한 경우 더 잘 통제되는 소생경험을 하였다고 하고 62.5%에서 가슴압박의 질이 향상되었다고 응답하였다. 71.9%에서 심폐소생술에 필요한 인원이 더 적었다고 응답하였다.

Couper 등(2020)은 심폐소생술을 실시할 경우 에어로졸 발생(aerosol generation), 바이러스 또는 박테리아 등의 전파(transmission), PPE 착용 여부에 따른 감염(infection)을 확인하기 위해 체계적 문헌고찰을 실시하였다(5). 검색 결과 관련 연구가 부족하여 가슴압박 및 제세동(defibrillation)이 에어로졸 발생을 유발하거나 코로나19를 구조자에게 전파한다는 결론을 내릴 수 없다고 보았다.

Dbouk 등(2021)의 연구는 야외에서의 심폐소생술 시행을 가정된 시뮬레이션 연구로 바람이 직접 구조자에게 가거나 저온 저습의 환경에서 더 감염의 위험이 높다는 결과를 보였다(6).

Hsu 등(2021)의 연구는 3마리의 돼지를 대상으로 한 실험연구로 제세동 직후의 가슴압박 시 에어로졸의 양이 급증한다고 보고하였다(7).

Park 등(2022)은 병원밖 심장정지로 인해 대학병원 응급실에 내원한 환자를 대상으로 코로나19 유행 시기에 LUCAS로 심폐소생술을 받은 28명과 2014년에 수기 심폐소생술을 받은 25명을 비교하였다. 연구결과 기계 심폐소생술은 수기 심폐소생술에 비해 심폐소생술 필요 인원과 구조자가 머무는 시간을 통계적으로 유의하게 줄였다(8).

종합된 근거는 다음과 같다.

사망을 보고한 문헌은 1편이었다. 직접 근거인 Bhardwaj 등(2021)의 연구에서는 중환자실 퇴원

시 생존의 경우 중재군과 대조군 간 차이가 없다고 하였다(31.7% vs. 11.7%, p=0.12)

자발순환회복을 보고한 문헌은 2편이었다. 직접 근거인 Bhardwaj 등(2021)의 연구에서는 중재군과 대조군 간에 차이가 없다고 하였다(65.9% vs. 58.8, p=0.61). 간접 근거인 Cho 등(2020)의 연구에서는 2018년에 비해 코로나19 유행 시기에 자발순환회복이 유의하게 감소하였다고 하였다(22.8% vs. 31.0%, p=0.023).

감염전파와 관련된 결과를 보고한 문헌은 6편이었으며 모두 간접 근거였다. Cho 등(2020)은 연구기간동안 의료진의 직접 감염이 없었다고 보고하였다. Couper 등(2020)은 체계적 문헌고찰을 통해 심폐소생술이 에어로졸 발생이나 감염 전파와 관련되었다는 직접 근거를 찾지 못했다고 보고하였다. Dbouk 등(2021)은 3D 시뮬레이션을 통해 야외에서 심폐소생술을 실시하는 경우 바람이 직접 구조자에게 가거나 저온, 저습의 환경에서 감염 위험이 더 높다고 보고하였다. Hsu 등(2021)은 3마리의 돼지를 대상으로 실험한 결과 제세동 직후 가슴압박 시 에어로졸 발생량이 급증한다고 보고하였다. Bhatnagar 등(2020)의 설문조사에서 응답자의 56%가 LUCAS 사용 시 처치실에 필요한 인원 감소에 대해 강하게 동의하였다. Park 등(2022)은 기계 심폐소생술은 수기 심폐소생술에 비해 심폐소생술 필요 인원과 구조자가 머무는 시간을 통계적으로 유의하게 줄였다고 보고하였다.

코로나19와 관련하여 시행된 연구 중 심폐소생술 합병증을 보고한 문헌은 없었다.

신경학적 예후를 보고한 문헌은 2편이었다. 직접 근거로서 Bhardwaj 등(2021)은 퇴원 시 cerebral performance category (CPC)가 정상 또는 경미하거나 중등도의 장애에 해당하는(CPC 1~2) 환자의 비율이 중재군과 대조군 간 차이가 없다고 보고하였다(중재군 2명 중 2명, 대조군 11명 중 3명). 간접 근거로서 Cho 등(2020)은 퇴원 시 양호한 신경학적 상태(favorable neurologic at discharge)인 경우가 2018년과 코로나19 유행 시기 간에 차이가 없다고 보고하였다(adjusted odds ratio 0.454, 95% CI 0.21 to 1.073, p=0.095).

사전에 정한 결과지표는 아니나 심폐소생술 시 가슴압박의 질을 보고한 문헌은 2편으로, 모두 간접 근거였다. Malysz 등(2020)은 수기 심폐소생술을 시행한 경우 깊이가 얕았으며(압박 깊이[중위수] 수기:TrueCPR:LUCAS = 43mm:47mm:51mm, p=0.005), 심폐소생술 실시 2분 후부터 기계 심폐소생술에 비해 가슴압박 깊이가 더욱 빠르게 감소하였다고 보고하였다. Bhatnagar 등(2020)의 설문조사에서 응답자의 59%가 LUCAS 사용 시 가슴압박의 질 향상에 대해 강하게 동의하였다.

표 1. GRADE 결과요약표 (GRADE Summary of Findings Table)

Outcomes	Summary	No of participants (studies)	Certainty of the evidence (GRADE)
<b>Critical outcomes</b>			
사망	직접 근거인 Bhardwaj 등(2021)은 중환자실 퇴원 시 생존의 경우 중재군과 대조군 간 차이가 없다고 하였음(31.7% vs. 11.7%, p=0.12).	58 (1 observational study)	⊕○○○ Very low <sup>a,b</sup>
자발순환회복	직접 근거인 Bhardwaj 등(2021)은 중재군과 대조군 간에 차이가 없다고 하였음(65.9% vs. 58.8, p=0.61). 간접 근거인 Cho 등(2020)은 2018년에 비해 코로나19 유행 시기에 자발순환회복이 유의하게 감소하였다고 하였음(22.8% vs. 31.0%, p=0.023).	387 (2 observational studies)	⊕○○○ Very low <sup>a,b,c,d</sup>
감염전파	6편이었으며 모두 간접 근거였음. Cho 등(2020)은 연구기간동안 의료진의 직접 감염이 없었다고 보고하였음. Couper 등(2020)은 체계적 문헌고찰을 통해 심폐소생술이 에어로졸 발생이나 감염 전파와 관련되었다는 직접 근거를 찾지 못했다고 보고하였음. Dbouk 등(2021)은 3D 시뮬레이션을 통해 야외에서 심폐소생술을 실시하는 경우 바람이 직접 구조자에게 가거나 저온, 저습의 환경에서 감염 위험이 더 높다는 결과를 보고하였음. Hsu 등(2021)은 3마리의 돼지를 대상으로 실험한 결과 제세동 직후 가슴압박 시 에어로졸 발생량이 급증한다고 보고하였음. Bhatnagar 등(2020)은 설문조사에서 응답자의 56%가 LUCAS 사용 시 처치실에 필요한 인원 감소에 대해 강하게 동의하였다고 보고하였음. Park 등(2022)은 기계 심폐소생술은 수기 심폐소생술에 비해 심폐소생술 필요 인원과 구조자가 머무는 시간을 통계적으로 유의하게 줄였다고 보고하였음.	426 (3 observational studies) 1277 (1 systematic review) - (1 simulation study) 3 (1 animal study)	⊕○○○ Very low <sup>a,b,e,f</sup>
<b>Important outcomes</b>			
심폐소생술 합병증	Not reported	NA	NA
신경학적 예후	직접 근거로서 Bhardwaj 등(2021)은 퇴원 시 cerebral performance category가 정상 또는 경미하거나 중등도의 장애에 해당하는 경우 중재군과 대조군 간 차이가 없다고 보고하였음(중재군 2명 중 2명, 대조군 11명 중 3명). 간접 근거로서 Cho 등(2020)은 퇴원 시 양호한 신경학적 상태인 경우가 2018년과 코로나19 유행 시기 간에 차이가 없다고 보고하였음(adjusted odds ratio 0.454, 95% CI 0.21 to 1.073, p=0.095).	387 (2 observational studies)	⊕○○○ Very low <sup>a,b,d</sup>

**GRADE Working Group grades of evidence**

- High certainty: we are very confident that the true effect lies close to that of the estimate of the effect.
- Moderate certainty: we are moderately confident in the effect estimate: the true effect is likely to be close to the estimate of the effect, but there is a possibility that it is substantially different.
- Low certainty: our confidence in the effect estimate is limited: the true effect may be substantially different from the estimate of the effect.
- Very low certainty: we have very little confidence in the effect estimate: the true effect is likely to be substantially different from the estimate of effect.

- 대상군 비교가능성, 대상군 선정 영역에서 비뮌림 위험 높음
- 표본 크기가 작음
- 자발순환회복을 보고한 2편의 연구 중 1편은 중재군과 대조군 간에 차이가 없었고, 1편은 두 군 간에 차이가 있었음
- 결과를 보고한 2편의 연구 중 1편의 연구가 간접근거에 해당함

e. 감염전파를 보고한 6편의 연구 중 2편의 연구는 의료진의 직접 감염이 없거나 에어로졸 발생 및 감염 전파와 관련된 직접 근거를 찾지 못했음. 그러나 2편의 연구에서는 감염위험이 높거나 가슴압박 시 에어로졸 발생이 급증함을 보고하였음

f. 감염전파를 보고한 6편의 연구는 모두 간접 근거에 해당함

## ○ 권고 고려사항

### 1. 근거수준(GRADE 적용)

최종 선택한 연구 중 1편은 직접 근거였으며 7편은 간접 근거였다. 선택한 문헌 중 코호트 연구의 경우 일부 영역에서 비뿔림 위험이 높았고, 포함된 연구의 표본 크기가 작았다. 따라서 본 임상 질문에 대한 종합 근거 수준은 '매우 낮음(very low)'로 평가하였다.

### 2. 이득과 위해

본 진료지침의 이득과 위해는 제한된 자료들을 통해 이차적인 결과를 추론하여 판단하게 된다.

기존 연구를 바탕으로 볼 때 전반적으로 환자의 예후에는 큰 차이가 없고 가슴압박의 질은 오히려 더 좋아 질 수 있다. 기계 심폐소생술은 구조자의 인력을 줄일 수 있고 가슴압박의 질이 향상되고, 더 잘 통제되는 소생경험을 할 수 있다는 이득이 있다. 또한 심폐소생술 중 에어로졸이 발생할 수 있다는 연구가 있으므로 기계 심폐소생술을 하면 수기 심폐소생술에 비해 의료진의 노출을 최소화할 수 있다는 이득이 있다. 한 개의 연구에서 자발순환회복, 생존입원, 생존퇴원이 통계적으로 유의한 감소를 보였으나 여기에는 심폐소생술 장소, 기도관리도구, 개인보호구 착용까지 포함한 혼란변수가 존재해서 이 결과가 기기를 사용한 가슴압박 때문인지 알 수 없다.

### 3. 가치와 선호도

심폐소생술 중에 에어로졸이 많이 발생한다고 판단할 수 있는 근거는 충분하다고 생각된다. 따라서 의료진은 코로나19 환자를 대상으로 한 심폐소생술을 진행할 때 에어로졸의 발생과 전파를 최소화하려는 노력을 수행해야한다. 에어로졸을 통한 공기전염 우려가 있는 환자에게 기계 심폐소생술을 시행하는 것은 의료인의 감염전파를 막는 합리적인 대안이 될 수 있다.

#### 4. 자원 (비용 포함)

2021년 기준으로 코로나19 대유행 과정에서 의료진을 감염으로부터 보호하기 위해 기계 심폐소생술을 시행할 것이 대두되었다. 기계식 흉부압박장치는 119 및 다수 병원에 폭넓게 보급되어 있는 상태이다.

#### 5. 다른 국가 임상진료지침과의 권고 비교

2020년 발표된 European Resuscitation Council (ERC) COVID-19 guideline에서 기기 사용이 익숙한 경우 지속되는 심폐소생술의 경우 mechanical compression device를 사용할 것을 고려하도록 하고 있다(9, 10).

2020년 발표된 American Heart Association (AHA) COVID-19 ACLS guideline에서 프로토콜이 정착되었고, 사용에 능숙한 경우 성인 및 청소년 심장정지에서 생산 업체에서 정한 키와 몸무게의 조건에 맞는다면 필요한 구조자의 수를 줄이기 위해 mechanical compression device를 사용할 것을 고려하도록 하고 있다.

#### 6. 기타 고려사항

포괄적인 권고문 작성을 위해서는 실제 임상에서 활용하는 기계 심폐소생술에 대한 다양한 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

1. Bhardwaj A, Alwakeel M, Wang X, Duggal A, Gaieski DF, Fadel FA. Effectiveness of mechanical cardiopulmonary resuscitation for patients with COVID-19 and in hospital cardiac arrest. Resuscitation. 2021;162:268-270.
2. Cho JW, Jung H, Lee MJ, Lee SH, Lee SH, Mun YH, et al. Preparedness of personal protective equipment and implementation of new CPR strategies for patients with out-of-hospital cardiac arrest in the COVID-19 era. Resusc Plus. 2020;3:100015.

3. Małysz M, Smereka J, Jaguszewski M, Dąbrowski M, Nadolny K, Ruetzler K, et al. An optimal chest compression technique using personal protective equipment during resuscitation in the COVID-19 pandemic: a randomized crossover simulation study. *Kardiol Pol.* 2020;78(12):1254-1261.
4. Bhatnagar A, Khraishah H, Lee J, Hsu D, Hayes M, Joseph B, et al. Rapid implementation of a mechanical chest compression device for in-hospital cardiac arrest during the COVID-19 pandemic. *Resuscitation.* 2020;156:4-5.
5. Couper K, Taylor-Phillips S, Grove A, Freeman K, Osokogu O, Court R, et al. COVID-19 in cardiac arrest and infection risk to rescuers: A systematic review. *Resuscitation.* 2020;151:59-66.
6. Dbouk T, Aranda-García S, Barcala-Furelos R, Rodríguez-Núñez A, Drikakis D. Airborne infection risk during open-air cardiopulmonary resuscitation. *Emerg Med J.* 2021;38(9):673-678.
7. Hsu CH, Tiba MH, Boehman AL, McCracken BM, Leander DC, Francalancia SC, et al. Aerosol generation during chest compression and defibrillation in a swine cardiac arrest model. *Resuscitation.* 2021;159:28-34.
8. Park J, Lee S, Kim SY, Kim JW, Hong DY, et al. How much mechanical chest compression device can reduce rescuer's exposure in cardiac arrests patients during cardiopulmonary resuscitation in COVID-19 pandemic period. *Journal of The Korean Society of Emergency Medicine.* 2022 April;33(2): 149-155.
9. Nolan JP, Monsieurs KG, Bossaert L, Böttiger BW, Greif R, Lott C, et al. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. *Resuscitation.* 2020 Aug;153:45-55.
10. 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: From the Emergency Cardiovascular Care Committee and Get With The Guidelines-Resuscitation Adult and Pediatric Task Forces of the American Heart Association. *Circulation.* 2020 Jun 23;141(25):e933-e943.