발 간 등 록 번 호
11-1790387-100677-01

OPEN 공공누리
출처표시 상업용금지 변경금지
공공저작물 자유이용허락

2025년 한국 심폐소생술 가이드라인

2025 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care

질병관리청
대한심폐소생협회

연 혁

- **2006년** : 「공용 심폐소생술 가이드라인」(보건복지부, 대한심폐소생협회) 제정
- **2011년** : 「공용 심폐소생술 가이드라인」(보건복지부, 대한심폐소생협회) 개정
- **2015년** : 「2015 한국형 심폐소생술 가이드라인」(질병관리본부, 대한심폐소생협회) 개정
- **2020년** : 「2020년 한국심폐소생술 가이드라인」(질병관리청, 대한심폐소생협회) 개정
- **2025년** : 「2025년 한국 심폐소생술 가이드라인」(질병관리청, 대한심폐소생협회) 개정

2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 개정 위원

가이드라인 개발 총괄운영위원회

정성필(총괄위원장, 연세의대), 황성오(자문위원장, 대한심폐소생협회 이사장, 원주의대), 조규종(기본소생술 위원장, 한림의대), 차경철(전문소생술 위원장, 원주의대), 윤준성(소생 후 치료 위원장, 가톨릭의대), 김도균(소아소생술 위원장, 서울의대), 심규홍(신생아소생술 위원장, 인제의대), 오윤희(교육 및 실행 위원장, 서울아산병원), 이창희(응급처치 위원장, 남서울대), 장영빈(이해상충관리 위원장, 연세의대), 김태윤(전문소생술, 인하의대), 손유동(교육 및 실행, 한림의대), 이미진(교육 및 실행, 성빈센트병원), 이지숙(소아소생술, 아주의대), 장용수(기본소생술, 한림의대), 정영화(신생아소생술, 서울의대), 허주선(신생아소생술, 서울의대)

분야별 전문위원회

- 기본소생술 위원회: 조규종(위원장, 한림의대), 나선경(삼성서울병원), 변효진(연세의대), 윤종근(호남대), 장용수(한림의대), 조영석(한림의대), 좌경림(인하의대)
- 전문소생술 위원회: 차경철(위원장, 원주의대), 김동혁(이화의대), 김태윤(인하의대), 송 영(연세의대), 위 진(가천의대), 이명렬(백석대), 이병국(전남의대), 이병헌(강남세브란스병원), 이한나(서울의대), 정우진(원주의대)
- 소생 후 치료 위원회: 윤준성(위원장, 가톨릭의대), 김규남(한양의대), 김민철(전남의대), 방효진(가톨릭의대), 우호걸(경희의대), 윤병길(건양대), 이춘화(강남세브란스병원), 조영재(서울의대), 하은진(서울의대)
- 소아소생술 위원회: 김도균(위원장, 서울의대), 김경훈(서울의대), 김진태(서울의대), 나재윤(한양의대), 박보배(서울대학교병원), 이지숙(아주의대), 정수인(아주의대)
- 신생아소생술 위원회: 심규홍(위원장, 인제의대), 김애란(가톨릭의대), 이정현(가톨릭의대), 정영화(서울의대), 조수진(이화의대), 허주선(서울의대)
- 교육 및 실행 위원회: 오윤희(위원장, 서울아산병원), 나상훈(서울의대), 문준동(공주대), 손유동(한림의대), 윤희제(서울대학교병원), 정 훈(경북의대)
- 응급처치 위원회: 이창희(위원장, 남서울대), 우선희(가톨릭의대), 이명렬(백석대), 이태헌(한림의대), 지현경(백석대)

근거검토 전문위원

- 기본소생술 분야: 나선경(삼성서울병원), 변효진(연세의대), 윤종근(호남대), 장용수(한림의대), 조규종(한림의대), 조영석(한림의대), 좌경림(인하의대)
- 전문소생술 분야: 김동혁(이화의대), 김태윤(인하의대), 송 영(연세의대), 위 진(가천의대), 이명렬(백석대), 이병국(전남의대), 이병헌(강남세브란스병원), 이한나(서울의대), 정우진(원주의대), 차경철(원주의대)
- 소생 후 치료 분야: 강민주(경일대), 김민철(전남의대), 김수현(가톨릭의대), 김용수(서울의대), 김윤정(울산의대), 김준성(울산의대), 김태균(서울의대), 김효준(가톨릭의대), 민진홍(충남의대), 박정수(충남의대), 박 진(울산의대), 오상훈(가톨릭의대), 오제혁(서울성애병원), 윤병길(건양대), 이동훈(전남의대), 임용환(전남의대), 정경운(전남의대), 조영재(서울의대), 추빛나(강남세브란스병원)
- 소아소생술 분야: 김도균(서울의대), 김경훈(서울의대), 김진태(서울의대), 나재윤(한양의대), 박보배(서울대학교병원), 이지숙(아주의대), 정수인(아주의대)
- 신생아소생술 분야: 김애란(가톨릭의대), 심규홍(인제의대), 이정현(가톨릭의대), 정영화(서울의대), 조수진(이화의대), 허주선(서울의대)
- 교육 및 실행 분야: 나상훈(서울의대), 문준동(공주대), 오윤희(서울아산병원), 윤희제(서울대학교병원), 정 훈(경북의대)
- 응급처치 분야: 우선희(가톨릭의대), 이명렬(백석대), 이태헌(한림의대), 이창희(남서울대), 지현경(백석대)

저술위원회

제1장 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 개정 개요

정성필(연세의대), 김도균(서울의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 심규홍(인제의대), 정영화(서울의대), 오윤희(서울아산병원), 윤준성(가톨릭의대), 이미진(성빈센트병원), 이지숙(아주의대), 이창희(남서울대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 조규종(한림의대), 차경철(원주의대), 허주선(서울의대), 황성오(원주의대)

제2장 심장정지 현황과 생존 사슬

황성오(원주의대), 차경철(원주의대), 정우진(원주의대), 노영일(원주의대), 안교진(원주의대), 김도균(서울의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 심규홍(인제의대), 정영화(서울의대), 오윤희(서울아산병원), 윤준성(가톨릭의대), 이미진(성빈센트병원), 이지숙(아주의대), 이창희(남서울대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 조규종(한림의대), 허주선(서울의대), 정성필(연세의대)

제3장 기본소생술

조규종(한림의대), 장용수(한림의대), 조영석(한림의대) 나선경(삼성서울병원), 김도균(서울의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 심규홍(인제의대), 정영화(서울의대), 오윤희(서울아산병원), 윤준성(가톨릭의대), 이미진(성빈센트병원), 이지숙(아주의대), 이창희(남서울대), 장영빈(연세의대), 정성필(연세의대), 차경철(원주의대), 허주선(서울의대), 황성오(원주의대)

제4장 전문소생술

차경철(원주의대), 김동혁(이화의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 송영(연세의대), 심규홍(인제의대), 김도균(서울의대), 안교진(원주의대), 오윤희(서울아산병원), 위진(가천의대), 윤준성(가톨릭의대), 이명렬(백석대), 이미진(성빈센트병원), 이병국(전남의대), 이병헌(강남세브란스병원), 이지숙(아주의대), 이창희(남서울대), 이한나(서울의대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 정영화(서울의대), 정우진(원주의대), 정성필(연세의대), 조규종(한림의대), 허주선(서울의대), 황성오(원주의대)

제5장 소생 후 치료

윤준성(가톨릭의대), 방효진(가톨릭의대), 김민철(전남의대), 임용환(전남의대), 조영재(서울의대), 추빛나(강남세브란스병원), 김준성(울산의대), 김윤정(울산의대), 윤병길(건양대), 박진(울산의대), 강민주(대구대), 정경운(전남의대), 김수현(가톨릭의대), 오제혁(성애병원), 김태균(서울의대), 오상훈(가톨릭의대), 김용수(서울의대), 강창신(충남의대), 이동훈(성애병원), 민진홍(충남의대), 김효준(가톨릭의대), 김도균(서울의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 심규홍(인제의대), 정영화(서울의대), 오윤희(서울아산병원), 이미진(성빈센트병원), 이지숙(아주의대), 이창희(남서울대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 정성필(연세의대), 조규종(한림의대), 차경철(원주의대), 허주선(서울의대), 황성오(원주의대)

제6장 소아 기본소생술

김도균(서울의대), 이지숙(아주의대), 나재윤(한양의대), 정수인(아주대학교병원), 김진태(서울의대), 박보배(서울대학교병원), 정성필(연세의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 심규홍(인제의대), 정영화(서울의대), 오윤희(서울아산병원), 윤준성(가톨릭의대), 이미진(성빈센트병원), 이창희(남서울대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 조규종(한림의대), 차경철(원주의대), 허주선(서울의대), 황성오(원주의대)

제7장 소아 전문소생술

이지숙(아주의대), 나재윤(한양의대), 정수인(아주의대), 김진태(서울의대), 김도균(서울의대), 박보배(서울대학교병원), 정성필(연세의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 심규홍(인제의대), 정영화(서울의대), 오윤희(서울아산병원), 윤준성(가톨릭의대), 이미진(성빈센트병원), 이창희(남서울대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 조규종(한림의대), 차경철(원주의대), 허주선(서울의대), 황성오(원주의대)

제8장 신생아소생술

허주선(서울의대), 정영화(서울의대), 조수진(이화의대), 이정현(성빈센트병원), 김애란(울산의대), 설현주(고대구로병원), 이기수(계명대동산병원), 오아영(분당서울대병원), 명혜진(서울대학교병원), 김도균(서울의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 오윤희(서울아산병원), 윤준성(가톨릭의대), 이미진(성빈센트병원), 이지숙(아주의대), 이창희(남서울대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 정성필(연세의대), 조규종(한림의대), 차경철(원주의대), 황성오(원주의대), 심규홍(인제의대)

제9장 교육 및 실행

이미진(성빈센트병원), 오윤희(서울아산병원), 손유동(한림의대), 나상훈(서울의대), 문준동(공주대), 윤희제(서울대학교병원), 정훈(경북의대), 이창희(남서울대), 정성필(연세의대), 김도균(서울의대), 김태윤(인하의대), 심규홍(인제의대), 정영화(서울의대), 윤준성(가톨릭의대), 이지숙(아주의대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 조규종(한림의대), 차경철(원주의대), 허주선(서울의대), 황성오(원주의대)

제10장 응급처치

이창희(남서울대), 김미연(원광대학교병원), 김용인(서울산보람병원), 박창제(보라매병원), 우선희(가톨릭의대), 이명렬(백석대), 이태헌(춘천성심병원), 장경민(대진대), 정준호(남서울대), 지현경(백석대), 정성필(연세의대), 김도균(서울의대), 김태윤(인하의대), 손유동(한림의대), 심규홍(인제의대), 정영화(서울의대), 오윤희(서울아산병원), 윤준성(가톨릭의대), 이미진(성빈센트병원), 이지숙(아주의대), 장영빈(연세의대), 장용수(한림의대), 조규종(한림의대), 차경철(원주의대), 허주선(서울의대), 황성오(원주의대)

행정지원

박은주(대한심폐소생협회 사무국장)

목 차

제1장 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 개정 개요

Ⅰ. 심폐소생술 가이드라인 개정 배경과 개정 과정 ····· 3

1. 심폐소생술과 소생의학 ····· 3
2. 국내외 심폐소생술 가이드라인 ····· 4
3. 심폐소생술 가이드라인 개정의 필요성 ····· 5
4. 심폐소생술 가이드라인 개정 범위 ····· 7
5. 심폐소생술 가이드라인 개정 조직 ····· 8
6. 가이드라인 개정 과정 ····· 9
7. 근거의 확신도 및 권고 등급 ····· 10

Ⅱ. 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인의 주요 개정 내용 요약 ····· 13

제2장 심장정지 현황과 생존 사슬

Ⅰ. 심장정지 현황 ····· 35

Ⅱ. 생존 사슬 ····· 36

1. 심장정지 인지·구조요청 ····· 37
2. 목격자 심폐소생술 ····· 38
3. 제세동(심장충격) ····· 38
4. 전문소생술·소생 후 치료 ····· 39
5. 재활·회복 ····· 40

Ⅲ. 심장정지 치료 체계와 생존 환경 ····· 40

1. 심장정지 치료 체계와 생존 환경의 체계적 관리 ····· 41
2. 심장정지 대응 국민응급처치 능력의 향상 ····· 42
3. 목격자 심폐소생술 시행률 제고 ····· 42
4. 자동제세동기의 효율적 보급 및 사용 ····· 43
5. 구급상황(상담)요원 역할의 강화 ····· 43

목 차

제3장 기본소생술

Ⅰ. 2025년 기본소생술 가이드라인 주요 변경 사항과 기본소생술 순서 ····· 53

1. 2025년 기본소생술 가이드라인 주요 변경 사항 ····· 53
2. 기본소생술 순서 ····· 57

Ⅱ. 기본소생술 ····· 60

1. 현장 안전과 환자의 반응 확인 ····· 60
2. 응급의료체계 신고 ····· 60
3. 호흡과 맥박 확인 ····· 64
4. 가슴압박 ····· 65
5. 기도유지 및 인공호흡 ····· 72
6. 현장 소생술 시간과 회복 자세 ····· 78
7. 자동제세동기 ····· 79
8. 이물에 의한 기도폐쇄 ····· 86
9. 익수 ····· 88
10. 심폐소생술의 법적인 측면 ····· 90
11. 심폐소생술과 관련된 윤리 ····· 90
12. 고위험 병원체 감염 의심 환자에서의 심폐소생술 ····· 95

목 차

제4장 전문소생술

Ⅰ. 2025년 전문소생술 가이드라인 주요 변경 사항과 전문소생술 순서 ····· 119

1. 2025년 전문소생술 가이드라인 주요 변경 사항 ····· 119
2. 전문소생술 순서 ····· 124

Ⅱ. 전문소생술 ····· 129

1. 성인 심장정지 치료와 전문소생술 개정 배경 ····· 129
2. 심폐소생술 중 모니터링 ····· 130
3. 심장정지 시 약물 투여 경로 ····· 133
4. 심장정지 치료에 사용되는 약물 ····· 135
5. 제세동 ····· 139
6. 전문기도유지술 ····· 144
7. 기계심폐소생술 장치 ····· 150
8. 체외순환심폐소생술 ····· 153
9. 전문소생술 중 고려사항 ····· 155
10. 특수 상황의 심장정지 ····· 157
11. 병원 내 심장정지 ····· 177

목 차

제5장 소생 후 치료

Ⅰ. 2025년 소생 후 치료 가이드라인 주요 권고와 소생 후 치료 순서 ····· 215

1. 2025년 소생 후 치료 가이드라인 주요 권고 사항 ····· 216
2. 소생 후 치료 과정 ····· 221
3. 신경학적 예후 예측 과정 ····· 222

Ⅱ. 소생 후 치료 ····· 223

1. 소생 후 증후군 ····· 223
2. 심장정지 환자의 진단 검사 ····· 224
3. 기도 확보 및 호흡 유지 ····· 225
4. 순환 유지 ····· 228
5. 관상동맥조영술 ····· 229
6. 목표체온조절치료 ····· 231
7. 기타 중환자 치료 ····· 234
8. 나쁜 신경학적 예후 예측 ····· 238
9. 좋은 신경학적 예후 예측 ····· 250
10. 신경학적 예후 예측 과정 흐름도 ····· 251
11. 심장정지 후 장기 기증 ····· 252
12. 심장정지 후 재활 및 회복 ····· 253

목 차

제6장 소아 기본소생술

Ⅰ. 2025년 소아 기본소생술 가이드라인 주요 변경 사항과 소아 기본소생술 순서 ···· 281

1. 2025년 소아 기본소생술 가이드라인 주요 변경 사항 ····· 281
2. 소아 기본소생술 순서 ····· 282

제7장 소아 전문소생술

Ⅰ. 2025년 소아 전문소생술 가이드라인 주요 변경 사항 ····· 313

Ⅱ. 소아 전문소생술 순서 ····· 316

1. 소생술 알고리즘 순서 ····· 319
2. 전문기도유지술 ····· 322
3. 약물의 투여 ····· 328
4. 제세동기 ····· 335
5. 심장정지 이외의 부정맥 ····· 336
6. ECMO를 이용한 심폐소생술 ····· 341
7. 특수 상황에서의 소생술 ····· 341
8. 소생술 중 환자 감시 ····· 344
9. 소생 후 통합 치료 ····· 346
10. 자발순환회복 후 예후 예측 인자 ····· 354
11. 소생술 시 가족의 참관 ····· 358
12. 설명되지 않는 갑작스러운 사망 ····· 359
13. 병원 간 이송 ····· 359
14. 소아에서 소생 시도의 종료 ····· 360

목 차

제8장 신생아소생술

1. 신생아소생술 순서 요약 ····· 386
2. 신생아소생술 적용 대상 ····· 389
3. 신생아소생술 필요 여부의 예측 ····· 389
4. 탯줄 관리 ····· 390
5. 초기 단계 ····· 391
6. 생리적 모니터링과 피드백 장비 ····· 393
7. 환기 ····· 394
8. 산소 필요성의 평가와 산소 투여 ····· 396
9. 가슴압박 ····· 397
10. 약물요법과 수액 투여 ····· 398
11. 소생술 후 관리 ····· 399
12. 소생술 보류 및 소생술 중단 ····· 400
13. 소생술 교육프로그램 ····· 401
14. 브리핑/디브리핑의 효과 ····· 402

제9장 교육 및 실행

Ⅰ. 2025년 교육 및 실행 가이드라인 핵심 사항 ····· 443

1. 2025년 교육 및 실행 가이드라인 주요 변경 사항 ····· 443
2. 2025년 교육 및 실행 가이드라인 핵심 사항 ····· 446
3. 심폐소생술 교육 목표와 핵심 권장 사항 ····· 450
4. 심폐소생술 수행 의지를 높이기 위한 교육 전략 ····· 453
5. 효과적인 심폐소생술 프로그램 개발과 운영, 평가 ····· 457
6. 심폐소생술 교육 질 관리의 중요성 ····· 467
7. 지역사회 통합 소생술 지침의 개발과 적용 ····· 469

목 차

제10장 응급처치

1. 성인 가슴통증 환자에 대한 응급처치 ····· 491
2. 성인 급성 뇌졸중 의심 환자에 대한 응급처치 ····· 493
3. 천식으로 인한 호흡곤란시 기관지확장제의 사용 ····· 495
4. 아나필락시스 ····· 497
5. 경련 발작 ····· 499
6. 쇼크 ····· 501
7. 실신 ····· 502

표 목 차

표 1-1. 최근 출판된 심장정지 관련 RCT 연구들 ····· 5
표 1-2. GRADE 방법론에서 의미하는 근거의 확신도 ····· 11
표 1-3. 권고의 종류와 해석 ····· 12
표 1-4. 치료 체계 분야의 주요 개정 사항 비교 ····· 13
표 1-5. 기본소생술 분야의 주요 개정 사항 비교 ····· 13
표 1-6. 전문소생술 분야의 주요 개정 사항 비교 ····· 14
표 1-7. 소생 후 치료 분야의 주요 개정 사항 비교 ····· 19
표 1-8. 소아 기본소생술 분야의 주요 개정 사항 비교 ····· 20
표 1-9. 소아 전문소생술 분야의 주요 개정 사항 비교 ····· 21
표 1-10. 신생아소생술 분야의 주요 개정 사항 비교 ····· 23
표 1-11. 교육 및 실행 분야의 주요 개정 사항 비교 ····· 25
표 1-12. 응급처치 분야의 주요 사항 ····· 26
표 6-1. 일반인 구조자를 위한 소아 기본소생술 참고표 ····· 285
표 6-2. 의료제공자를 위한 소아 기본소생술 참고표 ····· 293
표 7-1. 소아 심장정지 환자의 전문소생술 참고표 ····· 318
표 7-2. 소아 전문소생술에 사용하는 약물 ····· 334
표 7-3. 소아 서맥 치료 과정의 참고표 ····· 338
표 7-4. 소아 빈맥 치료 참고표 ····· 339
표 7-5. 심박출량 유지를 위하여 사용되는 약물 ····· 350
표 9-1. 조기경고점수 산정 시스템 ····· 473
표 10-1. 신시내티 병원 전 뇌졸중 척도(CPSS) ····· 494

그 림 목 차

그림 1-1. 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 개정 과정 ····· 10
그림 2-1. 생존 사슬 ····· 37
그림 3-1. 2025년 성인 병원 밖 심장정지 기본소생술 순서(일반인 구조자용) ····· 57
그림 3-2. 2025년 성인 병원 밖 심장정지 기본소생술 순서(의료종사자용) ····· 58
그림 3-3. 2025년 성인 병원 내 심장정지 기본소생술 순서 ····· 59
그림 3-4. 반응의 확인 ····· 60
그림 3-5. 119 신고 ····· 61
그림 3-6. 스피커폰 또는 핸즈프리 기능의 활성화 ····· 62
그림 3-7. 구급상황(상담)요원 지시에 의한 심폐소생술과 자동제세동기의 적용 ····· 63
그림 3-8. 가슴압박과 인공호흡의 비율 (30:2) ····· 66
그림 3-9. 가슴압박 ····· 67
그림 3-10. 가슴압박 자세 ····· 68
그림 3-11. 머리기울임-턱들어올리기 방법 ····· 73
그림 3-12. 턱밀어올리기 방법 ····· 73
그림 3-13. 회복 자세 ····· 78
그림 3-14. 자동제세동기의 정보 검색 서비스(스마트폰 앱 QR code) ····· 81
그림 3-15. 자동제세동기 사용 순서 ····· 83
그림 3-16. 등 두드리기 ····· 86
그림 3-17. 복부 밀어내기 ····· 87
그림 3-18. 고위험 병원체 감염 의심환자에서 의료종사자 심폐소생술 ····· 96
그림 4-1. 병원 내 심장정지 환자에 대한 전문소생술 순서 ····· 125
그림 4-2. 병원 밖 심장정지 환자에 대한 전문소생술 순서 ····· 128
그림 4-3. 제세동을 위한 패들 또는 전극의 위치 ····· 142
그림 4-4. 벡터변화 제세동과 이중연속제세동에서 패드의 위치 ····· 143
그림 4-5. i-gel®과 삽관된 해부도 ····· 147
그림 5-1. 소생 후 치료 과정 흐름도 ····· 221
그림 5-2. 신경학적 예후 예측 과정 흐름도 ····· 222
그림 5-3. 미국 임상신경생리학회의 표준화된 뇌파 용어 체계에 따른 뇌파 패턴 ···· 244

그 림 목 차

그림 6-1. 일반인 구조자에 의한 소아 기본소생술 순서 ····· 285
그림 6-2. 영아의 가슴압박 ····· 288
그림 6-3. 소아의 가슴압박 ····· 289
그림 6-4. 병원 밖 의료제공자에 의한 소아 기본소생술 순서 ····· 291
그림 6-5. 병원 내 소아 기본소생술 순서 ····· 292
그림 6-6. 영아 가슴 밀어내기 ····· 298
그림 7-1. 소아 심장정지 전문소생술 순서(병원 전문소생술팀용) ····· 317
그림 7-2. 한국 소아소생술 테이프 ····· 329
그림 7-3. 소아 서맥의 치료 순서 ····· 337
그림 7-4. 소아 빈맥의 치료 순서 ····· 339
그림 7-5. 소생 후 쇼크 치료 순서 ····· 349
그림 8-1. 신생아소생술 알고리즘 ····· 386
그림 9-1. 심장정지 생존율 향상을 위한 교육 및 실행 전략의 핵심 피라미드 ····· 447
그림 9-2. 국내 CPR 교육지표, 현장 목격자 CPR 시행률 및 연관 법규 ····· 453
그림 9-3. 국내 자동심장충격기 교육지표, 병원 밖 자동심장충격기 시행률 및 연관 법규 ····· 455
그림 9-4. 일반인 자동심장충격기 사용률 향상을 위한 삼각 전략 ····· 456
그림 9-5. 국내 심폐소생술 교육프로그램 시스템 ····· 460
그림 9-6. 집중 학습과 분산 학습의 비교 ····· 463
그림 9-7. 촉진 세션 또는 단시간 다빈도 교육 효과 모형 ····· 463
그림 10-1. FAST 검사법 ····· 494
그림 10-2. 상업용 스페이서 ····· 496
그림 10-3. 정량흡입기(MDI)에 임시 스페이서의 사용 ····· 496
그림 10-4. 아나필락시스 주요 증상 ····· 498
그림 10-5. 에피네프린 자가주사기 사용 ····· 499
그림 10-6. 바로누운자세 ····· 501
그림 10-7. 수동적 다리 올리기 ····· 502

제1장

2025년
한국 심폐소생술
가이드라인 개정 개요

제1장

2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 개정 개요

정성필[1], 김도균[2], 김태윤[3], 손유동[4], 심규홍[5], 정영화[6], 오윤희[7], 윤준성[8], 이미진[9], 이지숙[10], 이창희[11], 장영빈[1], 장용수[4], 조규종[4], 차경철[12], 허주선[6], 황성오[12], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 총괄위원회

연세대학교 의과대학 응급의학교실[1], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[2], 인하대학교 의과대학 응급의학교실[3], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[4], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[5], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[6], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[7], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[8], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[9], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[10], 남서울대학교 응급구조학과[11], 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[12]

Ⅰ 심폐소생술 가이드라인 개정 배경과 개정 과정

1. 심폐소생술과 소생의학

우리나라에서 구급대가 이송한 병원 밖 심장정지 환자 수는 2008년 21,905명에서 2024년 33,034명으로 증가하였다. 병원 밖 심장정지 환자의 생존율은 2024년 기준으로 9.2%로 매우 낮으며, 뇌기능회복률은 6.3%에 불과하다.[1] 심폐소생술(cardiopulmonary resuscitation: CPR)은 갑작스러운 심장정지로 심장과 폐의 활동이 멈췄을 때 인공적으로 혈액 순환과 호흡을 유지시켜 조직에 최소한의 산소를 공급해 줌으로써 비가역적 사망을 지연시키기 위한 응급처치이다. 심정정지 발생 후 4-5분이 지나면 저산소성 뇌손상이 시작되므로 구급대원이 현장에 도착하기 전에 심장정지를 목격한 일반인이 신속하게 심폐소생술을 실시하는 것이 예후에 매우 중요한 영향을 미친다. 목격자의 일반인 심폐소생술 시행률이 높을수록 환자의 생존율과 뇌기능회복률이 증가한다. 따라서 많은 국가들이 해당 지역사회에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 개발 보급하고 국민들에게 교육함으로써 심장정지 환자의 예후를 향상시키기 위해 노력하고 있다.

심폐소생술을 포함하여 심장정지를 치료하는 의학 분야인 소생의학(resuscitation medicine)에는 심장정지 역학, 치료, 예방, 회복 후 재활에 이르기까지 광범위한 학문 분야가 포함되어 있다. 심장정지 현장에 적용되는 소생의학의 임상 분야에는 기본소생술(basic life support: BLS), 전문소생술(advance life support: ALS), 소생 후 치료(post-cardiac arrest care: PCC), 소아 기본소생술(pediatric basic life support: PBLS), 소아 전문소생술(pediatric advanced life support: PALS), 신생아소생술(neonatal resuscitation: NR)이 포함되어 있으며, 심폐소생술의 확산, 실행, 치료 체계와 관련된 교육/실행/팀(education/implementation/teams: EIT) 분야도 있다.

2. 국내외 심폐소생술 가이드라인

심폐소생술 가이드라인은 1966년에 미국심장협회(American Heart Association: AHA)와 미국과학아카데미(American Academy of Science)가 처음 제정한 이후로 미국과 유럽을 중심으로 새롭게 축적된 소생의학 분야의 과학적 연구 결과를 바탕으로 주기적으로 개정되어 왔다.[2-5] 1993년부터는 각 나라를 대표하는 소생술 단체들의 국제 기구인 국제소생술교류위원회(International Liaison Committee on Resuscitation: ILCOR)가 심폐소생술 가이드라인의 개정을 주도하기 시작하였다. 우리나라는 대한심폐소생협회가 ILCOR의 회원단체인 아시아소생위원회(Resuscitation Council of Asia: RCA)에 참여함으로써 ILCOR의 가이드라인 개정 활동에 동참하고 있다. ILCOR는 2000년부터 2015년까지 5년 주기로 심폐소생술과 관련된 과학적 연구 결과를 분석하여 주요 이슈들에 대한 지침을 '심폐소생술과 응급심혈관 분야에 대한 국제 합의와 치료 권고(International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: CoSTR)'라는 이름으로 발표해 왔다.[6-8] ILCOR는 2015년 이후 지속적 근거검토 방법(continuous evidence evaluation)을 도입하여 주요 연구 결과를 반영한 가이드라인을 해마다 발표하고 있다.[9-16]

ILCOR 지침은 각 회원 단체가 해당 국가에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 제정 또는 개정하는 과정에서 과학적 근거로 활용된다. 각 국가 또는 지역사회는 ILCOR의 치료 권고를 참고하되, 해당 국가 또는 지역사회의 심장정지 특성과 역학, 응급의료체계, 의료 환경, 법 제도 및 규범, 사회 문화적 배경 등을 고려하여 해당 지역에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 제정 또는 개정한다. 우리나라는 2006년에 첫 심폐소생술 가이드라인인 "공용 심폐소생술 가이드라인"을 발표한 이후 2011년에 공용 심폐소생술 가이드라인을 개정하였고, 2015년과 2020년에는 질병관리청 주관으로 한국 심폐소생술 가이드라인을 개정하였다.[17 18] 이 장에는 기존 가이드라인을 "2025년 한국 심폐소생술 가이드라인"으로 개정한 과정과 개정된 주요 내용을 소개하고자 한다.

3. 심폐소생술 가이드라인 개정의 필요성

(1) 최근 연구 결과의 반영

소생의학에 대한 관심이 점점 높아지면서 이 분야에서의 연구 활동이 증가하고 있다. 최근 발표된 계량서지학(bibliometric) 연구에 의하면 2020년 한 해에 출판된 소생의학 분야의 논문은 1,299편에 달한다. 참고로 1980년부터 2020년까지 web of science에 발표된 소생의학 연구의 숫자를 나라별로 보면 우리나라는 미국, 독일, 영국, 일본에 이어 5위에 해당하였다.[19] 2020년 심폐소생술 가이드라인 발표 이후에도 심장정지와 관련된 여러 주요 연구들이 발표되었다. 대표적인 대규모 무작위대조연구(randomized controlled trial: RCT)들을 살펴보면 〈표 1-1〉과 같다. 이처럼 심장정지 환자의 치료에 영향을 줄 수 있는 중요한 임상 연구 결과들이 축적되면서 기존의 심폐소생술 가이드라인을 개정할 필요성이 제기되었다.

〈표 1-1〉 최근 출판된 심장정지 관련 RCT 연구들

저널, 연도	중재의 비교	결과 변수	결론
N Engl J Med. 2025[20]	골내접근 vs. 정맥로 접근 (n=1,479)	자발순환회복, 30일 생존, 신경학적 예후	차이 없음
N Engl J Med. 2023[21]	자발순환회복 후 경도 고탄산혈증 ($PaCO_2$ 50-55mmHg) vs. 정상 범위 탄산혈증 ($PaCO_2$ 35-45mmHg) (n=1,700)	6개월 생존, 신경학적 예후	차이 없음
Lancet. 2023[22]	자발순환회복 후 심장정지센터로의 긴급이송 vs. 표준치료 (n=862)	30일 생존	차이 없음
N Engl J Med. 2023[23]	무반응성 병원 밖 심장정지에서 체외 심폐소생술 vs. 표준심폐소생술 (n=134)	30일 생존	차이 없음
N Engl J Med. 2022[24]	자발순환회복 후 제한적 (PaO_2 68-75 mmHg) vs. 자유적 (98-105 mmHg) 산소 목표 (n=789)	90일 생존, 신경학적 예후	차이 없음
N Engl J Med. 2022[25]	자발순환회복 후 낮은 평균 동맥압 (63mmHg) vs. 높은 평균 동맥압 (77mmHg) 목표 (n=789)	90일 생존, 신경학적 예후	차이 없음

저널, 연도	중재의 비교	결과 변수	결론
JAMA. 2022[26]	체외심폐소생술을 위한 심장정지 중 이송 (침습적 전략) vs. 현장에서의 표준 전문 심혈관 생명유지술 (n=256)	30일 생존, 180일 신경학적 예후	차이 없음
N Engl J Med. 2022[27]	이중연속제세동 vs. 벡터변화제세동 vs. 표준제세동 (n=405)	병원 퇴원 생존율	이중연속 제세동 및 벡터변화 제세동 그룹이 표준제세동 그룹보다 생존 퇴원율이 더 높음
JAMA. 2021[28]	병원 내 심장정지에서 바소프레신과 메틸프레드니솔론 vs. 위약 (n=501)	자발순환회복, 30일 생존 및 신경학적 예후	바소프레신과 메틸프레드니솔론 병용 투여가 자발순환 회복의 가능성을 유의하게 증가시킴
N Engl J Med. 2021[29]	ST분절 비상승 환자에서 즉시 vs. 지연 관상동맥조영술 (n=530)	30일 생존, 신경학적 예후	차이 없음
N Engl J Med. 2021[30]	자발순환회복 후 33℃ 저체온요법 vs. 정상체온(발열에 대한 적극 처치) (n=1,850)	6개월 생존, 신경학적 예후	차이 없음

(2) 심폐소생술 가이드라인 개정을 통한 심장정지 생존율 제고

병원 밖 심장정지의 발생 빈도는 인종이나 국가, 지역에 따라 차이가 있지만 세계적으로 인구 10만 명당 24~186명 정도이다.[31] 우리나라에서 119 구급대가 병원으로 이송한 급성심장정지 환자 수는 2008년 인구 10만 명당 44.3명(21,905명)에서 2024년 64.7명(33,034명)으로 증가하였다.[1] 심장정지 환자의 생존율은 각 국가 또는 지역사회의 인구 사회적 특성, 응급의료체계의 효율성, 심폐소생술 및 자동제세동기 보급률 등에 따라 큰 차이가 있다. 일찍부터 심장정지 조사 연구를 시작하고 심폐소생술 교육과 자동제세동기 보급에 노력해 온 미국, 유럽 및 일본의 병원 밖 심장정지 환자의 생존율은 10% 이상이다.[32-34] 우리나라 심장정지 환자의 생존 퇴원율은 2013년 4.8% (뇌기능회복률: 2.3%)에서 2024년 9.2% (뇌기능회복률: 6.3%)로 증가하였지만 아직 노력이 필요한 수준이다.[1]

이처럼 중요한 공중보건문제가 되고 있는 병원 밖 급성심장정지는 주로 가정에서 발생하며, 길거리, 공공장소, 운동시설 등의 장소에서도 발생한다. 따라서 의료인이 아닌 목격자가 심장정지가 발생한 사람을 구조하는 과정에서 중요한 역할을 한다. 병원 밖 심장정지 환자의 생존여부는 목격자에 의한 심장정지 인지 및 신속한 심폐소생술, 신속한 응급의료체계의 대응, 자동제세동기의 보급과 현장 사용을 포함한 병원 밖 구급 활동의 효율성에 큰 영향을 받는다.[35] 특히 심장정지를 목격한 사람이 심장정지 상황의 행동요령과 심폐소생술 및 자동제세동기 사용법을 배우고 실제 현장에서 실행하는 것은 심장정지 치료과정에서 매우 중요하다. 따라서 각 국가 또는 지역사회에서는 국민들에게 기본소생술을 교육함으로써, 심장정지가 발생한 사람에 대한 국민들의 대처능력을 높이기 위해 다양한 제도 및 정책을 운영하고 있다.

심폐소생술 가이드라인은 심장정지 치료에 관한 과학적 근거를 바탕으로 도출된 일련의 의학적 권고이다. 의학적 권고는 통상 특정 질환의 치료를 위하여 의료인에게 진료지침의 형태로 제공되지만, 심폐소생술 가이드라인은 일반적인 진료지침과는 다른 특성이 있다. 즉, 의료인에게 제공되는 진료지침일 뿐만 아니라 비의료인 심장정지 목격자가 응급처치를 제공하는 과정이 포함되어 있다. 이에, 각 국가는 심폐소생술 및 심장정지 치료에 대한 최신의 과학적 근거와 해당 국가의 응급의료체계를 포함한 의료 환경, 윤리, 문화적 환경, 수용성을 고려하여 심폐소생술 가이드라인을 제정 또는 개정한다. 따라서 심폐소생술 가이드라인의 개정은 단순히 심폐소생술에 대한 과학적 지식을 업데이트하는 것을 넘어서 심장정지를 치료하기 위한 사회-의료 환경의 변화를 이끌어냄으로써 심장정지 생존율을 향상시키기 위한 것이다.

4. 심폐소생술 가이드라인 개정 범위

ILCOR에서는 심폐소생술 지침을 개발하는 과정에 기본소생술, 전문소생술, 소아소생술, 신생아소생술, 교육/실행/팀, 응급처치(first aid)의 6가지 태스크포스(taskforce)를 운영하고 있다.[36] AHA의 심폐소생술 및 응급심장치료 가이드라인에는 소생술 윤리, 심장정지 치료 체계, 성인/소아 기본소생술과 성인/소아 전문소생술, 특수 상황에서의 심폐소생술, 심장정지 후 치료, 신생아 소생술, 소생술 교육이 포함되어 있다.[37] AHA의 경우 2024년에 별도로 응급처치 가이드라인을 미국 적십자사와 공동으로 발표한 바 있다.[38] 유럽소생위원회(European Resuscitation Council, ERC)의 심폐소생술 가이드라인은 심장정지 역학, 심장정지 치료 체계, 성인기본소생술, 성인 전문소생술, 소아소생술, 신생아소생술, 특수상황에서의 심폐소생술, 소생 후 치료, 교육, 윤리, 응급처치로 구성되어 있다.[39] 2020년 우리나라 심폐소생술 가이드라인은 기본소생술, 전문소생술, 소생 후 치료, 소아소생술(기본/전문), 신생아소생술, 교육 및 실행 분야로 구성되어 있었다.[18] 2025년에는 기존의 분야에 대한 개정과 함께 응급처치 분야를 새로 추가하였다.

ILCOR에서 사용하는 응급처치 정의는 급성 질병이나 손상에 대한 초기 치료로서, 생명을 보존하고 고통을 완화하며 추가적인 질병이나 손상을 예방하고 회복을 촉진하는 것을 목표로 한다.[40] AHA나 ERC 모두 질병과 손상에 대한 응급처치를 모두 포함하고 있으나,[38 41] 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 개정 과정에서는 급성 질병에 대한 일부 응급처치 분야로 한정하였다.

5. 심폐소생술 가이드라인 개정 조직

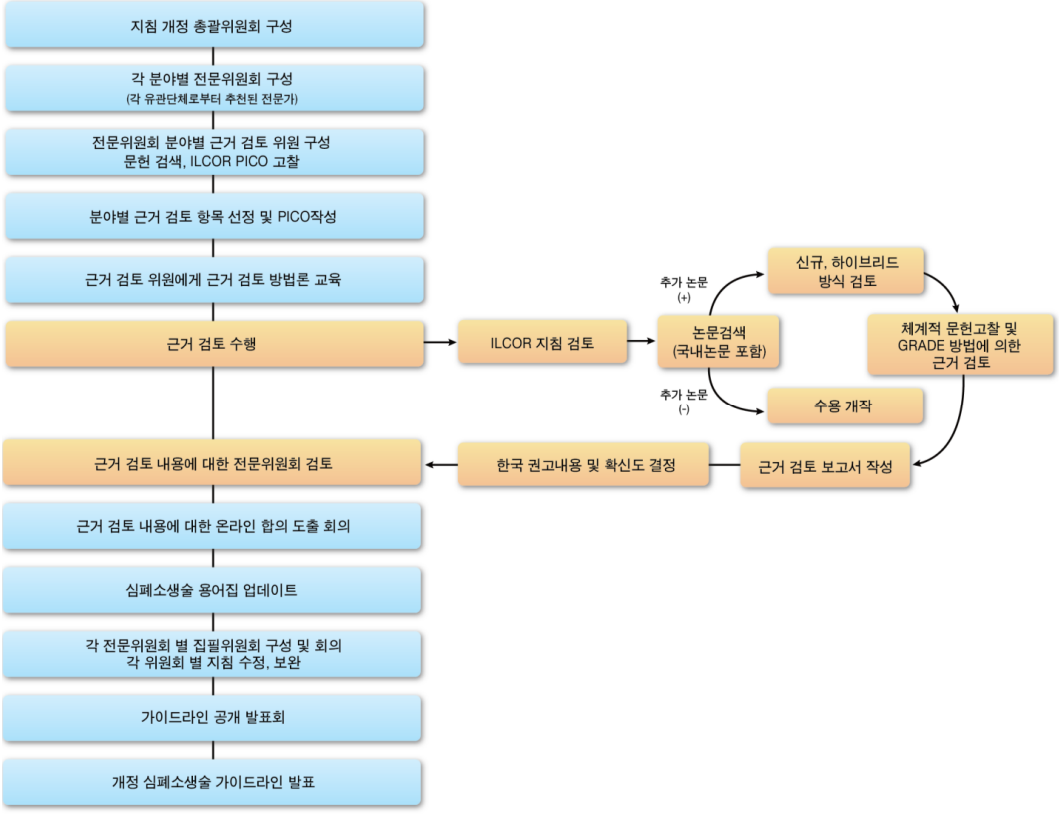
2025년 한국형 심폐소생술 가이드라인 개정사업은 2024년 질병관리청 정책연구용역사업의 지원을 받아 진행되었다. 먼저 가이드라인 개정에 참여할 전문가들을 위촉하기 위하여 심폐소생술과 관련된 학술단체 및 대한심폐소생협회에서 추천을 받아 가이드라인 개정 조직을 구성하였다. 가이드라인 개정 조직으로 분야별 전문위원회(기본소생술, 전문소생술, 소생 후 치료, 소아소생술, 신생아소생술, 교육 및 실행, 응급처치 위원회)를 구성하였다. 전문위원회 위원장은 심폐소생술 관련 학술 경력을 고려하여 연구책임자가 위촉했으며, 대한심폐소생협회의 해당 실무위원장을 공동위원장으로 위촉하였다. 또한 연구책임자와 분야별 전문위원회 위원장 등이 참여하는 총괄위원회를 구성하였다. 분야별 전문위원은 해당 분야와 연관이 있는 학술단체로부터 추천받은 전문가로 구성하였다. 기본소생술 위원회는 대한응급의학회, 대한심장학회, 대한마취통증의학회, 대한재활의학회, 대한간호협회, 한국응급구조학회의 전문가로 구성되었다. 전문소생술 위원회는 대한응급의학회, 대한심장학회, 대한마취통증의학회, 대한중환자의학회, 대한간호협회, 한국응급구조학회의 전문가로 구성되었다. 소생 후 치료 위원회는 대한응급의학회, 대한마취통증의학회, 대한신경과학회, 대한신경외과학회, 대한심장학회, 대한중환자의학회, 대한간호협회, 한국응급구조학회의 전문가로 구성되었다. 소아소생술 위원회는 대한소아청소년과학회, 대한소아심장학회, 대한소아응급의학회, 대한마취통증의학회, 대한간호협회의 전문가로 구성되었다. 신생아소생술 위원회는 대한소아청소년과학회, 대한신생아학회, 대한마취통증의학회, 대한모체태아의학회, 대한간호협회의 전문가로 구성되었다. 교육 및 실행 위원회는 대한응급의학회, 대한심장학회, 대한마취통증의학회, 대한간호협회, 한국응급구조학회 등의 전문가로 구성되었다. 응급처치 위원회는 대한응급의학회, 대한응급구조사협회, 한국응급구조학회의 전문가로 구성되었다. 총 16개 전문단체에서 73명의 전문가가 참여하였다.

2020년 가이드라인 발표 이후 새로 추가된 근거를 검토하기 위하여 각 분야별로 근거검토 위원들을 위촉하였다. 소생의학 분야의 연구자 중 가이드라인 개정 과정에 참여 의사가 있는 연구자와 각 관련 학술단체로부터 추천받은 연구자로 근거검토 위원을 구성하였다. 각 분야별 전문위원회와 총괄위원회에서는 2020년 이후 발표된 한국, AHA 및 ERC 심폐소생술 가이드라인,

ILCOR의 근거검토 결과를 고찰하였으며, 각 분야별 개정 범위를 선정하였다. 가이드라인 개정 작업에 참여하는 근거검토 위원에게 가이드라인 개정에 사용되는 체계적 문헌 고찰 방법론과 GRADE 방법론을 교육하기 위하여 온라인 교육을 제공하였다. 심폐소생술 가이드라인에 사용될 수 있는 심폐소생술 관련 용어를 수집하고, 재정리하여 심폐소생술 용어집을 업데이트하기 위하여 심폐소생술 용어위원회를 구성하였다. 개정 과정에 참여한 모든 사람은 심폐소생술과 관련된 고용, 자문, 소유지분, 연구비, 사례금 등에 대한 이해관계 선언문을 작성하여 제출하였다.

6. 가이드라인 개정 과정

각 전문위원회는 2020년 가이드라인 개정 이후 ILCOR에서 발표한 지침(CoSTR)과 2020년 이후 심폐소생술 분야에서 발표한 연구논문을 고찰하였다. 임상적 중요도가 높고 우리나라 심폐소생술 가이드라인과 관련이 있거나 새로운 과학적 근거의 반영이 필요한 개정 항목을 선정했으며, 개정 항목에 대한 체계적 문헌 검토를 위해 PICO (population, intervention, comparator, outcome) 질문을 작성하였다. 각 전문위원회에서 선정한 개정 항목과 PICO는 총괄위원회 논의를 거쳐 확정되었다. 최종 선정된 PICO는 64개였으며, 각각 기본소생술 15개, 전문소생술 12개, 소생 후 치료 10개, 소아소생술 8개, 신생아소생술 6개, 교육 및 실행 8개, 응급처치 5개가 선정되었다. PICO 질문별로 책임 근거검토 위원(lead evidence reviewer)을 포함한 2명의 근거검토 위원이 배정되었다. 검토 위원은 PICO 문항별로 ILCOR의 근거 요약 및 권고 사항, 권고의 수정 필요 여부 및 수정 사유, 국내 권고사항, 참고 문헌의 형식으로 작성된 근거 요약 및 권고안(한국 심폐소생술 임상진료지침(Korean Consensus on Science and Treatment Recommendation: K-CoSTR)을 각 전문위원회에 제출하였다. 전문위원회는 개발 항목에 대한 전문위원 회의를 개최하여 각 개정 문항의 일차 검토 결과를 논의하였다. 각 분야별 전문위원회에서의 검토 과정을 거친 근거검토 결과(근거 요약 및 권고)는 총괄위원회로 제출되었다. 제출된 근거검토 결과는 합의 도출 회의에서 논의된 결과를 반영하여 근거검토 위원들이 내용을 보완하였다. 최종 수정된 근거검토 결과를 바탕으로 각 전문위원회의 집필 위원은 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인을 집필하였다. 분야별 초안을 공청회에서 발표하고 지정토론자 및 참석자들의 의견을 반영하여 각 전문위원회에서 가이드라인을 최종 수정하였다([그림 1-1]).



[그림 1-1] 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 개정 과정

ILCOR: International Liaison Committee on Resuscitation, PICO: population, intervention, comparator, outcome, GRADE: Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation

7. 근거의 확신도 및 권고 등급

2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 개정 과정은 ILCOR와 마찬가지로 GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation) 방법에 따라 진행되었다.[42 43] 또한 ILCOR를 중심으로 심폐소생술 분야에 대한 국제적인 근거검토 과정이 지속적으로 이루어지고 있는 점을 고려하여 중복된 검토 작업을 최소화하기 위해 GRADE-Adolopment 방법론을 활용하였다.[44 45] 근거검토 결과를 작성하는 과정에서는 근거의 확신도(certainty of evidence)와 권고 등급(class of recommendation)을 표기하였다.

근거의 확신도는 GRADE 정의에 따라 높음(high), 중등도(moderate), 낮음(low), 매우 낮음(very low)의 4가지로 분류하였으며, 그 의미는 〈표 1-2〉와 같다.[46] 근거의 확신도는 치료에

대한 질문인 경우 무작위대조연구의 경우 높음, 관찰 연구는 낮음을 부여하였고, GRADE 방법론의 기준에 따라 비뚤림 위험, 비일관성, 비직접성, 비정밀성, 출판비뚤림을 고려하여 하향 조정하거나, 효과의 크기, 교란변수, 양-반응 관계를 고려하여 상향 조정하였다. 결과 변수들에 따라 근거의 확신도를 결정하였고, critical 결과 변수에 대한 확신도를 PICO 전체에 대한 근거의 확신도로 결정하였다.[46 47]

〈표 1-2〉 GRADE 방법론에서 의미하는 근거의 확신도

확신도	정의
높음	효과의 추정치가 실제 효과에 가깝다는 것을 매우 확신할 수 있다.
중등도	효과의 추정치에 대한 확신을 중등도로 할 수 있다. 효과의 추정치는 실제 효과에 근접할 것으로 보이지만 상당히 다를 수도 있다.
낮음	효과의 추정치에 대한 확신이 제한적이다. 실제 효과는 효과 추정치와 상당히 다를 수 있다.
매우 낮음	효과의 추정치에 대한 확신이 거의 없다. 실제 효과는 효과의 추정치와 상당히 다를 것이다.

권고는 방향성(권고함, 권고하지 않음)과 강도(강함, 약함)를 토대로 4개의 범주로 구분하였다. 권고 등급의 결정 요인으로 주로 고려한 사항은 원하는 효과와 원하지 않는 효과의 비교, 효과(근거)의 확신도, 가치 및 선호의 신뢰도, 자원의 이용 가능성이며, 추가로 문제의 우선순위, 비용효과성, 형평성, 수용성, 수행 가능성을 고려하였다. 권고 등급의 결정 시 ILCOR에서 제시한 근거 기반 의사결정틀(evidence to decision framework, EtD)이 있는 경우 이를 참고하였다. 가이드라인 저술과정에서 권고 등급에 대한 일관된 표현이 사용되도록 하기 위하여 저술과정에서 사용할 권고 등급에 대한 저술 용어를 집필진에게 공유하였다. 강한 권고는 '~라고 강하게 권고한다', '~를 해야 한다/하지 말아야 한다'로 표기하였으며, 약한 권고는 '~를 제안한다', '~를 할 수 있다', '조건부로 ~를 권고한다' 등으로 표기하였다.[46]

한편 임상적 근거문헌은 부족하나 해당 치료의 이득과 위해, 근거 수준, 가치와 선호도, 자원 등을 고려했을 때 임상적 경험과 전문가의 합의에 따라 사용 여부를 권고할 수 있는 경우 전문가 합의 권고(expert consensus)로 표시하였고, 환자의 건강상 이득을 위해 추가적인 연구가 없이도 당연히 수행해야 하여 전문가 합의로 권고할 수 있는 경우에는 보편타당한 권고(good practice statement)로 표시하였다(〈표 1-3〉).[48]

〈표 1-3〉 권고의 종류와 해석

권고등급	해석
강한 권고 (Strong recommendation)	해당 중재의 이득과 위해, 근거 수준, 가치와 선호도, 자원 등을 고려했을 때 대부분의 임상 상황에서 강하게 권고한다.
약한/조건부 권고 (Weak/ Conditional recommendation)	해당 중재의 사용은 임상상황 또는 환자/사회적 가치에 따라 달라질 수 있어, 선택적으로 사용하거나 조건부로 선택할 것을 제안한다.
전문가합의 권고 (Expert consensus)	해당 중재에 대한 임상적 근거 문헌은 부족하나 해당 치료의 이득과 위해, 근거 수준, 가치와 선호도, 자원 등을 고려했을 때 임상적 경험과 전문가의 합의에 따라 사용 여부를 권고한다.
보편타당한 권고 (Good Practice Statement)	해당 중재는 환자의 건강상 이득을 위해 당연히 수행해야 하며 전문가 합의로 권고한다.

Ⅱ 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인의 주요 개정 내용 요약

2025년 가이드라인 개정 과정에서 연구진은 근거검토 결과를 바탕으로 한 최신 주요 연구 내용을 가이드라인에 반영하였다. 이와 더불어 2020년 심폐소생술 가이드라인이 의료 전문가뿐 아니라 국민에게 보급되어 지난 5년간 광범위하게 활용되고 있다는 점을 고려하여 2025년 가이드라인은 2020년 가이드라인과 가능한 한 일관성을 유지하도록 하였다. 최신 과학적 근거를 가이드라인에 반영하는 과정에서 국내의 의료 환경과 수준, 적용 가능성, 관련 법과 제도를 고려하여 권고하는 것을 원칙으로 하였다. 2025년 심폐소생술 가이드라인의 분야별 주요 개정 사항을 비교표로 요약하면 다음과 같다(〈표 1-4〉 ~ 〈표 1-12〉).

〈표 1-4〉 치료 체계 분야의 주요 개정 사항 비교

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
생존 사슬	성인, 소아, 병원 밖, 병원 내 생존 사슬	성인, 소아, 병원 밖, 병원 내 생존 사슬을 하나로 통합함
	성인 병원 밖 생존 사슬: 1) 심장정지 인지·구조요청, 2) 목격자 심폐소생술, 3) 제세동, 4) 전문소생술, 5) 소생 후 치료	단일 생존 사슬: 1) 심장정지 인지·구조요청, 2) 목격자 심폐소생술, 3) 제세동(심장충격), 4) 전문소생술·소생 후 치료, 5) 재활·회복
생존 환경	심장정지 예방을 위한 정책, 심폐소생술 교육, 심장정지 치료 체계 구축, 평가와 질 관리	심장정지 치료 체계와 생존 환경의 체계적 관리, 심장정지 대응 국민응급처치 능력의 향상, 목격자 심폐소생술 시행률 제고, 자동제세동기의 효율적 보급 및 사용, 구급상황(상담)요원 역할의 강화

〈표 1-5〉 기본소생술 분야의 주요 개정 사항 비교

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
구급상황(상담)요원의 자동제세동기 확보 및 적용 지도 강화	언급 없음	구급상황(상담)요원이 신고자에게 자동제세동기 확보와 적용을 지도할 것을 제안한다(강한 권고, 낮은 확신도).
가슴압박 방법	언급 없음	가슴압박을 시행할 때 구조자의 주된 손이 아래로 향하도록 할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
가슴압박 중단의 최소화	가슴압박 분율은 최소한 60%	가슴압박 분율은 최소 60% 이상 가능한 높게 유지할 것을 권고한다(강한 권고, 낮은 확신도).

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
심폐소생술 백 보드의 사용	매트리스와 환자의 등 사이에 백 보드(backboard)를 넣고 가슴압박 할 것을 권고	기존 병원 내 심폐소생술에서 적용되고 있는 백 보드 활용은 유지할 수 있으며, 신규로 백 보드 적용을 도입하는 것은 권장하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
심장정지 환자에 대한 인공호흡	5-6초 마다 인공호흡 시행(분당 10-12회)	6초 마다 1회의 인공호흡(10회/분)을 실시할 것을 권장한다(전문가 합의 권고).
여성에게 자동제세동기 패드의 적용	언급 없음	여성 심장정지 환자에게는 브래지어를 풀거나 제거하지 않고 위치를 조정한 뒤에 가슴조직을 피하여 자동제세동기 패드를 맨 가슴에 부착할 것을 제안한다(전문가 합의 권고).
이물에 의한 기도폐쇄	언급 없음	이물제거 시 흡인식 장치(suction-based device)의 일상적인 적용을 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
익수 환자에 대한 심폐소생술	인공호흡을 먼저 시행하는 것에 대한 근거 부족	교육을 받은 일차반응자나 의료종사자는 인공호흡부터 시작할 것을 권고한다(보편타당한 권고).
	응급의료종사자는 전문기도기를 거치하고 산소를 투여해야 한다.	교육을 받은 일차반응자나 의료종사자는 익수 환자에게 가능한 고농도 산소 투여를 권고한다(보편타당한 권고).
	익수 환자에게 AED를 적용할 수 있다.	가능한 AED를 적용할 것을 권고한다(전문가 합의 권고).
감염 의심 환자에 대한 심폐소생술	코로나 19 대유행에 대한 별도의 챕터	고위험 병원체 감염 의심환자에게 표준 심폐소생술을 시행할 것과, 적절한 개인보호장구를 착용할 것을 권고한다(강한 권고, 낮은 확신도).

〈표 1-6〉 전문소생술 분야의 주요 개정 사항 비교

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
심장정지 시 약물 투여 경로	성인 심장정지 환자에게 약물투여를 위한 경로로 골내주사보다는 정맥주사를 먼저 시도하도록 권고하며, 정맥주사에 실패했거나 정맥주사가 가능하지 않은 경우에는 골내주사를 하도록 권고한다(권고 등급 IIb, 근거 수준 C-LD).	성인 심장정지 환자에게 약물 투여를 위한 경로로 골내주사보다 정맥로 주사를 먼저 시도할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도). 심폐소생술 중 정맥로를 확보하지 못하면, 대체경로로 골내 접근하는 것을 고려한다(보편타당한 권고).

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
심장정지 중 바소프레신과 코르티코스테로이드의 병용 투여	없음	병원 내 심장정지 환자에게 심폐소생술 중 표준 치료에 바소프레신과 코르티코스테로이드를 추가 투여하는 것은 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 또한, 병원 밖 심장정지 환자에 대해서도 바소프레신과 코르티코스테로이드를 일상적으로 병용 투여하는 것은 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
심장정지 중 완충제 투여	없음	특별한 적응증이 없는 한, 병원 밖 심장정지 치료에서 중탄산나트륨과 같은 완충제의 사용은 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 또한, 특별한 적응증이 없는 한, 병원 내 심장정지 치료에서도 완충제의 일상적인 투여는 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
심장정지 중 칼슘 투여	없음	병원 밖 심장정지 환자에게 칼슘의 일상적 투여는 권장하지 않는다(강한 권고, 중간 확신도). 병원 내 심장정지 환자에게도 칼슘의 일상적 사용은 권장하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도).
이중연속제세동	충격필요리듬의 심장정지 시 일상적으로 이중연속제세동을 사용하는 것은 권장하지 않는다 (권고 등급 III, 근거 수준 C-LD).	3회 이상 연속적으로 제세동을 받은 후에도 심실세동 또는 무맥성 심실빈맥이 지속되는 성인 심장정지 환자에게 훈련받은 의료종사자가 즉시 여분의 패드나 제세동기를 사용할 수 있다면 벡터변화제세동(약한 권고, 매우 낮은 확신도) 또는 이중연속제세동(약한 권고, 낮은 확신도)을 시도할 수 있다. 이중연속제세동을 시행하는 경우 단일 시행자가 순서대로 제세동기를 작동시키는 것을 제안한다(보편타당한 권고).
심장정지 중 경부절개 기도확보	없음	표준적인 기도 확보 전략이 실패할 경우에는 경부 절개 기도 확보를 고려할 수 있으며, 적절한 훈련을 받은 구조자가 윤상갑상막절개술을 통해 경부 절개 기도 확보를 시도할 수 있다(보편타당한 권고).

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
심장정지 중 기계환기	없음	기계 환기 시행 중 심장정지가 발생한 경우 수동 환기 대신 기계 환기를 용적 조절(volume-controlled) 모드로 사용할 수 있다(보편타당한 권고).
고칼륨혈증에 의한 심장정지	고칼륨혈증에 대한 일반 치료 외 심장정지 환자에 대한 내용 없음	급성 고칼륨혈증에 의한 심장정지 환자에게 인슐린과 포도당을 정맥투여 할 것을 권고한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 급성 고칼륨혈증에 의한 심장정지 환자에서 정맥내 중탄산염 또는 정맥내 칼슘 투여를 권고하거나 금기할 근거가 부족하다.
폐동맥 색전증에 의한 심장정지	폐동맥 색전증이 심장정지의 원인으로 의심되는 경우 혈전용해제를 투여할 것을 제안한다(권고 등급 IIb, 근거 수준 C-LD). 폐동맥 색전증이 진단되었거나, 의심되는 심장정지 환자에게 혈전용해제 투여, 수술적 색전제거술 또는 경피혈전제거술을 고려할 수 있다(권고 등급 IIb, 근거 수준 C-LD).	폐색전증이 심장정지의 원인으로 의심되는 경우 혈전용해제를 투여한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 폐색전증이 심장정지의 원인으로 판명된 환자에서 혈전용해제, 수술적 색전제거술 또는 경피적 기계 혈전제거술(percutaneous mechanical thrombectomy)을 고려한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
아편계 중독에 의한 심장정지	아편계 중독이 의심되는 환자가 맥박은 촉지되나, 호흡이 정상이 아닌 경우 또는 임종 호흡을 하고 있는 경우는 기본소생술과 전문소생술 중 날록손을 투여해 볼 수 있다.	아편계 약물 중독에 의한 심장정지 환자에 대한 전문소생술 중 표준 소생술 치료 외에 날록손 등 아편계 약물 특이 치료제(opioid-specific therapies) 추가 투여의 효과는 근거가 부족하다. 만약 구조자가 아편계 약물 중독이 의심되는 환자가 실제 심장정지 상태인지 확실하지 않은 경우, 아편류 길항제(예: 날록손)를 투여할 수 있다(보편타당한 권고).

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
심폐소생술 중 의식 회복	없음	심폐소생술 중 자발순환이 회복되지 않았으나 가슴압박에 의해 일시적으로 환자의 의식이 회복되어 고품질의 심폐소생술에 방해가 되거나 환자 및 구조자에게 위해를 초래할 경우 구조자는 환자의 통증과 고통을 줄이기 위해 진정제(sedative) 또는 진통제(analgesic 또는 이들의 병용)를 가능한 최소 용량으로 사용하는 것을 고려할 수 있다(보편타당한 권고). 의식이 있는 환자에게 신경근차단제를 단독으로 투여하는 것은 권고하지 않는다(보편타당한 권고). 심폐소생술 중 진정 및 진통을 위한 최적의 약물 조합은 아직 명확하지 않으며, 중환자 치료에서 사용되는 약물 조합 및 각 기관의 지침을 근거로 결정할 수 있다(보편타당한 권고).
엎드린 자세 심폐소생술	없음	엎드린 자세에서 심장정지가 발생한 환자에게 기관내삽관이 되어 있고 환자를 즉시 누운 자세로 변경하기 어렵거나 관련된 위험이 있을 때 엎드린 자세 심폐소생술을 시도해 볼 수 있다(보편타당한 권고). 침습적 동맥압이나 호기말이산화탄소분압 감시는 엎드린 자세 심폐소생술의 관류압을 감시하는 데 유용한 지표가 될 수 있으며 환자를 누운 자세로 변경하여 심폐소생술을 시행할 시기를 결정하는 데 도움을 줄 수 있다(보편타당한 권고). 엎드린 자세에서 심장정지 환자가 전문 기관내삽관이 되어 있지 않다면, 즉시 누운 자세로 돌려 심폐소생술을 실시하는 것이 좋다(강한 권고, 낮은 확신도). 심장 충격이 필요한 심장정지 환자가 엎드린 자세이고 즉시 눕힐 수 없다면, 엎드린 자세에서의 제세동을 실시할 수 있다 (보편타당한 권고).

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
심폐소생술 중 현장 초음파	심폐소생술 중 관찰된 (심장)초음파 소견만으로 소생술의 예후를 예측하기는 어렵다(권고 등급 III, 근거 수준 C-LD). 다만, 심폐소생술을 방해하지 않는다면 심장정지의 원인을 확인하거나 심근의 수축 여부를 판단하는 데 초음파를 적용할 수 있다 (권고 등급 IIb, 근거 수준 C-EO).	심폐소생술 중 가역적인 심장정지 원인을 진단하기 위해 현장초음파를 일상적으로 시행하지 않도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 숙련된 현장초음파 시술자가 심폐소생술을 방해하지 않고 초음파를 시행할 수 있다면, 가역적인 심장정지 원인의 여부가 임상적으로 의심될 때 추가적인 진단의 도구로 사용하도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 심폐소생술 중에 현장초음파의 적용은 신중하게 고려되어야 하며, 가슴압박을 방해할 위험이 높고 초음파 소견을 잘못 해석할 가능성이 있음을 유념해야 한다 (보편타당한 권고).
기계 심폐소생술	기계심폐소생술장치가 가슴압박에 의한 심폐소생술에 비해 유리하다는 근거는 아직 없기 때문에 심장정지 치료를 위한 통상적인 심폐소생술 방법으로 가슴압박을 권고한다. 하지만 통상적인 가슴압박이 어렵거나, 소생술이 길어져서 높은 수준의 가슴압박이 어려운 경우에는 기계심폐소생술장치가 합리적인 대안이 될 수 있다.	병원 밖 심장정지에서 수동 심폐소생술을 대신하여 기계 심폐소생술을 일상적으로 시행하는 것을 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 병원 내 심장정지에서 수동 심폐소생술을 대신하여 기계 심폐소생술을 일상적으로 시행하는 것을 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 고품질의 심폐소생술을 유지하기 어렵거나 응급의료종사자의 안전에 위협이 될 환경에서 기계 심폐소생술은 좋은 대안이 될 수 있다(보편타당한 권고).
체외순환 심폐소생술	체외순환 심폐소생술에 대한 소개 외 권고 사항 없음	병원 밖 심장정지 성인 환자가 기존의 심폐소생술로 자발순환회복이 되지 않을 때, 이용가능한 기관에서는 선택적 구조 치료로 체외순환 심폐소생술(ECPR)을 고려해 볼 것을 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도). 병원 내 심장정지 성인 환자가 기존의 심폐소생술로 자발순환회복이 되지 않을 때, 이용가능한 기관에서는 선택적 구조 치료로 체외순환 심폐소생술(ECPR)을 고려해 볼 것을 권고한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

〈표 1-7〉 소생 후 치료 분야의 주요 개정 사항 비교

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
목표체온조절치료	자발순환회복 후 반응이 없는 성인 환자에게 중심체온 32-36°C 사이의 목표온도를 권고한다.	심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자에서 33-37.5°C 사이의 목표온도를 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
	없음	심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자가 저체온인 경우 정상 체온으로 가온하지 않는 것을 권장한다(보편타당한 권고).
	없음	심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자에서 체온 조절을 하는 경우 표면 또는 혈관내 체온 조절 방법의 사용을 권장한다(약한 권고, 낮은 확신도).
	없음	냉각장치를 사용하는 경우 목표온도를 유지하기 위해 지속적인 온도 모니터링을 기반으로 하는 피드백 시스템을 포함하는 온도 조절장치를 사용하는 것을 권장한다(보편타당한 권고).
발작조절	없음	심장정지 후 소생된 혼수상태인 성인에게 뇌파 검사 상 발작-발작사이연속체(ictal-interictal continuum)에 해당하는 율동주기패턴(rhythmic and periodic pattern)에 대한 치료를 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도).
스테로이드	없음	심장정지 후 혼수상태인 환자에게 스테로이드의 일상적 사용은 권장하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도).
신경학적 예후 예측	없음	심장정지 후 혼수상태이며 진정제 투여가 중단된 성인 환자에서 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 고도 악성(highly malignant) 뇌파 패턴을 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

〈표 1-8〉 소아 기본소생술 분야의 주요 개정 사항 비교

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
가슴압박	영아의 경우, 일반인 구조자와 의료제공자 모두 구조자가 혼자 소생술을 할 때는 두 손가락으로 젖꼭지 연결선 바로 아래의 흉골을 압박한다. 이때 칼돌기와 갈비뼈를 압박하지 않도록 주의한다. 구조자가 2인 이상이면 두 손으로 환자의 흉곽을 감싸 쥐고 두 손의 엄지손가락으로 흉골을 압박하는 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 시행하는 것이 더 효율적일 수 있다.	영아의 경우, 일반인 구조자와 의료제공자 모두 구조자 수에 상관없이 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 사용할 것을 권고한다(강한 권고, 매우 낮은 확신도). 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 시행할 수 없거나 영아의 체형과 몸무게가 1세에 가까울 경우 한 손 손꿈치 가슴압박법을 고려할 수 있으나 우선적으로 권장하지 않는다(전문가 합의 권고).
소아 심장정지 환아에게 일반인 제세동의 사용	없음	비외상성 병원 밖 심장정지인 1세 이상의 모든 소아에 대해 일반인의 AED 사용을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 비외상성 병원 밖 심장정지인 1세 미만 영아의 경우 일반인의 AED 사용에 대해서는 권장하거나 반대할 만한 충분한 근거가 부족하다.
영아 기도이물 제거	영아에서는 5회의 등 두드리기와 5회의 가슴 밀어내기 방법을 이물이 나올 때까지 또는 의식이 없어질 때까지 교대로 반복 시행한다.	영아는 5회의 등 두드리기와 5회의 가슴 밀어내기 방법을 이물이 나올 때까지 또는 의식이 없어질 때까지 교대로 반복 시행한다. 가슴 밀어내기는 한 손 손꿈치 압박법으로 시행한다(전문가 합의 권고).
조기경보체계	영아와 소아를 진료하는 병원에서는 소아 조기경고 체계를 사용하는 것을 제안한다(권고 등급 I, 근거 수준 B-NR).	소아 조기경보체계를 활용하여 입원 중인 아동의 상태 악화를 조기에 발견하고자 노력할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).

〈표 1-9〉 소아 전문소생술 분야의 주요 개정 사항 비교

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
심장정지에서 전문기도 삽입	병원 밖 소아 심장정지 환자의 인공호흡을 위해 기관내삽관 또는 성문상 기도기 적용보다는 백마스크 환기법의 사용을 권한다(권고 등급 IIb, 근거수준 C-LD). 병원 내 소아 심장정지에서 기관내삽관 또는 성문상 기도기 삽입과 백마스크 환기법의 적용에는 현재까지 비교할 만한 근거가 없다.	병원 밖 심장정지 상황에서 소아환자의 환기방법으로 기관내삽관 또는 성문상 기도기보다 백마스크 환기를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 소생팀이 충분한 전문성과 필요한 자원이 확보되어 가슴압박중단을 최소화하면서 기관내삽관이나 성문상 기도기 삽입이 가능한 경우, 또는 백마스크 환기로 적절한 환기를 제공하지 못하는 경우라면 전문기도유지기 삽입으로 전환을 고려한다(보편타당한 권고).
전문기도유지기가 확보된 심장정지 환자의 인공환기율	전문기도가 확보되면 매 6초 마다 한 번의 호흡을 시행하여 분당 10회가 되도록 한다.	전문 기도유지기가 확보된 소아의 심폐소생술에서 특정 환기 속도를 권장할 수 있는 충분한 근거가 부족하다. 저환기 또는 과환기의 위험을 피하기 위하여, 전문 기도유지기가 확보된 소아 심장정지 환자에게 연령에 적합한 호흡수에 맞춰 환기를 실시할 것을 제안한다(1세 미만 30회/분, 1-8세 20-30회/분, 전문가 합의 권고).
병원 내 심장정지 소아가 침습적 동맥압 측정 중일 경우 동맥 이완기 혈압의 목표	기술 없음	병원 내 심장정지 소아 환자가 침습적 동맥압 측정 중일 경우 이완기 동맥 혈압의 목표를 1세 미만 영아에서는 25 mmHg 이상, 1세 이상 소아에서는 30 mmHg 이상으로 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
자발순환회복 후 목표 혈압	소생술 후 자발순환회복 시기에 저혈압이 흔히 동반될 수 있고 이는 불량한 예후와 관련이 있으므로, 이 시기에 수축기 혈압은 최소한 연령 기준 5백분위수 이상을 유지하도록 해야 하며 이를 위해 정맥내 수액 투여 또는 수축촉진제를 투여해야 한다.	심장정지 후 자발순환이 회복된 영아와 소아에서 첫 6시간 내 연령별 수축기 혈압이 10백분위수를 초과하도록 목표 혈압을 설정할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
자발순환회복 시기의 예방적 항경련제 사용 및 경련 치료의 효과	예방적 항경련제의 사용에 대한 기술 없음. 임상적인 경련이 있을 경우 반드시 이를 치료해야 하고, 비경련성발작 지속이 있을 경우 신경 전문가의 도움을 구하는 것이 좋다.	심장정지 후 자발순환회복이 된 소아 환자에게 예방적 항경련제를 일상적으로 사용하지 않을 것을 제안한다(보편타당한 권고). 자발순환회복 후 경련이 발생한 소아에게는 경련 치료를 시작할 것을 권고한다 (보편타당한 권고).
자발순환회복 이후의 불량한 신경학적 결과 예측을 위한 생체표지자 (biomarker) 사용	순환회복 된 소아의 생존 퇴원율과 단기 생존율을 예측하기 위해 혈압 감시와 delta neutrophil index 수치를 고려할 수 있다. 순환회복된 소아에서 신경학적 예후를 예측하기 위하여 경련 발생을 감시하거나 신경특이에놀라제, S100 단백질, 젖산염 수치, DNI 와 같은 생화학지표 검사와 확산강조영상 자기공명영상을 고려할 수 있다.	자발순환회복 된 소아의 신경학적 예후를 예측을 위해 다양한 방법들을 이용하여 신중히 평가해야 한다. 반복적인 신경학적 진찰, 혈액학적 검사, 뇌파, CT나 MRI와 같은 영상 검사들을 시행하여 복합적으로 판단해야 한다(강한 권고, 낮은 확신도). 자발순환 후 조기에 측정된 젖산 수치를 신경학적 예후를 예측하는 지표로 사용을 권장하며 S-100B나 신경특이 에놀라에제(NSE)와 같은 혈중 바이오마커를 예측 인자로 사용을 권장하거나 제한할 만한 근거는 불충분하다(전문가 합의 권고).
체외순환장치(ECMO)를 이용한 심폐소생술	병원 내 소아 심장정지의 경우 체외막산소공급장치를 사용한 소생술이 가능하고 전통적인 소생술에 반응하지 않을 때 고려할 수 있다. 체외막산소공급 장치를 사용한 소생술 프로토콜, 전문가, 장비가 잘 갖추어진 병원에서는 병원 내 심장정지의 치료 과정에 체외막산소공급 장치를 사용한 소생술을 고려할 수 있다.	ECMO를 이용한 심폐소생술은 다양한 자원과 다학제적 협력이 필요하므로, 체외순환 심폐소생술의 적용은 적절한 시설을 갖춘 병원에서만 사용할 것을 제안한다 (약한 권고, 낮은 확신도). 기존의 소생술에 반응하지 않는 병원 내 심장정지 소아의 경우, 제한된 환자군을 대상으로(예, 소아 심질환), 만일 ECMO를 활용한 심폐소생술이 가능한 시설이 마련되어 있다면(예, 프로토콜, 훈련된 전문가, 장비 등) 체외순환 심폐소생술을 고려할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

〈표 1-10〉 신생아소생술 분야의 주요 개정 사항 비교

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
신생아소생술 적용 대상	심혈관계 부전의 일차 원인이 가스교환 장애인 경우 출생 수주 내 적용 가능	심혈관계 부전의 일차 원인이 가스교환 장애인 경우 신생아기(출생 후 28일까지), 신생아 집중치료실 입원 중인 경우에는 퇴원 시까지 적용 가능
탯줄 관리(만삭아와 후기 미숙아)	소생술이 필요하지 않는 만삭아 또는 후기 미숙아의 경우, 엄마와의 접촉 상태에서 호흡과 활동성을 평가할 때까지 제대 결찰을 지연시키는 것을 고려할 수 있음(권고 등급 IIb, 근거 수준 C-LD). 출생 시 소생술이 필요한 만삭아나 미숙아에 대해서는 조기 또는 지연 제대 결찰을 추천할 만한 근거가 불충분함	출생 직후 활발하여 추가적인 소생술이 필요 없는 신생아의 경우, 탯줄을 최소 60초 이상 지연하여 결찰할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도). 만삭아 및 임신 나이 34주 이상의 후기 미숙아 중 출생 직후 활발하지 않은 경우 탯줄 결찰 전 탯줄짜기(용출)를 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
탯줄 관리(미숙아)	소생술이 필요하지 않은 미숙아에게 제대 결찰의 지연은 혈압 보조와 수혈의 필요를 낮추고 생존율을 향상시킬 수 있기 때문에 효과적일 수 있음(권고 등급 IIa, 근거 수준 B-R).	임신 37주 미만에서 태어난 미숙아 중 출생 시 즉각적인 소생술이 필요하지 않은 경우, 탯줄을 최소 60초 이상 지연하여 결찰할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
대뇌 국소 산소포화도 모니터링	기술 없음	출생 직후 분만실에서 지속적 기도양압 또는 양압환기를 받는 신생아에서, 임상 평가와 맥박산소측정법(필요시 심전도 포함)만 사용하는 경우와 비교했을 때, 전용 치료 지침을 적용한 대뇌 국소 산소포화도 모니터링을 실시하는 것에 대해 권고하거나 반대할 만한 충분한 근거는 없다.
지속적 기도양압	34주 이상 신생아를 따로 언급하지 않음	출생 후 자발 호흡이 있지만 호흡곤란이 있거나, 호흡곤란의 위험이 있는 임신 나이 34주 이상의 신생아에게서, 분만장 내 통상적 지속적 기도양압의 사용을 제안할 만한 근거는 불충분하다.
지속적 팽창압	출생 당시 서맥이나 부적절한 호흡으로 양압환기를 받는 미숙아에게 초기 호흡의 지속적 팽창압은 시행하지 않아야 함(권고 등급 III: harm, 근거 수준 C-LD).	출생 시 서맥이나 비효율적인 호흡이 있어 양압환기를 받는 미숙아에게 일괄적인 5초 이상의 지속적 팽창압을 사용하지 말 것을 추천한다(약한 권고, 낮은 확신도).

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
성문상 기도기	안면 마스크를 대신하는 후두 마스크 기도기의 사용에 대해 언급하지 않음. 가슴압박이나 약물 투여 시의 후두 마스크 기도기 사용은 평가되지 않았음.	출생 직후 소생술이 필요한 임신 나이 34주 이상의 후기 미숙아 또는 만삭아에서 양압환기 시행이 필요한 경우 안면 마스크를 대신하여 성문상 기도기를 사용할 수 있음을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도). 최적화된 양압환기에도 불구하고 가슴압박이 필요한 경우에 기관내삽관이 불가능하거나 성공적이지 않다면, 가슴압박 중 성문상 기도기를 통한 환기가 합리적인 방안이 될 수 있다(보편타당한 권고).
비디오 후두경을 이용한 기관내삽관	언급 없음	자원과 교육이 허락하는 경우라면, 특히 경험이 부족한 의료진이 기관내삽관을 하게 되는 경우, 전통적인 후두경 사용보다 비디오 후두경을 사용하는 것을 권고한다(조건부 권고, 높은 확신도).
산소 투여(만삭아와 35주 이상의 후기 미숙아)	100% 산소로 시작하지 않도록 함(권고 등급 III: harm, 근거 수준 C-LD).	이전 지침에서 100% 산소로 시작하지 않도록 권고하였으나, 근거가 불충분하여 해당 권고를 철회하였다.
산소 투여(35주 미만의 미숙아)	임신 나이 35주 미만의 미숙아가 지속성 기도 양압, 양압환기를 포함한 초기 호흡 보조를 받을 때 고농도 산소(60-100%)로 시작하는 것보다 저농도 산소(21-30%)로 시작하는 것을 고려할 수 있음(권고 등급 IIb, 근거 수준 C-LD).	임신 나이 32주 미만의 미숙아에게는 30% 이상의 산소로 소생술을 시작하는 것이 타당하지만(약한 권고, 낮은 확신도), 32주부터 35주 미만의 미숙아에서는 적정 산소 농도에 대한 권고를 내리기에 근거가 불충분하다.
중탄산나트륨	기술 없음	짧은 심폐소생술 뿐만 아니라, 적절한 환기가 확보된 후 다른 치료에도 반응이 없고 소생 시간이 길어진 경우인 장기 소생술 상황 모두에서 중탄산나트륨 사용을 권장하지 않는다.
치료적 저체온요법	자원이 제한된 지역 언급	자원이 제한된 지역 삭제
소생술의 중단	심폐소생술 중단에 대한 논의는 출생 후 10-20분 정도에 고려할 수 있음(권고 등급 IIb, 근거 수준 C-LD).	심폐소생술 중단에 대한 논의는 출생 후 20분 정도에 고려할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

〈표 1-11〉 교육 및 실행 분야의 주요 개정 사항 비교

항목	2020년 가이드라인	2025년 가이드라인
전문소생술 교육	심장정지에 대한 노출빈도가 적은 부서에 근무하는 병원 내 의료종사자를 고려하여 인증된 전문소생술 교육 시행 계획을 수립할 것을 제안한다.	성인 환자 전문소생술을 시행하는 의료제공자에게 전문소생술 교육을 제공하는 것을 권고한다. 병원 내 소생술 팀에 전문소생술 교육을 받은 팀원이 포함되도록 구성할 것을 권고한다(강한 권고, 매우 낮은 확신도).
복합교육(blended learning) 방법	전통적인 이론과 시뮬레이션 실습, 테스트를 통합 운영하여 2일 이상 운영하는 기존의 전문소생술 교육의 대면 교육시간을 줄이기 위한 일환으로 이러닝(e-learning)을 제공할 것을 권고한다(권고 등급 IIa, 근거 수준 C-LD).	소생술 교육에 복합교육(blended learning) 방법을 적용하는 것을 대면 실습 교육이 불가능한 특수 상황이 아닌 경우 일상적으로 권고하지는 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
교육에 피드백 장비의 사용	심폐소생술 술기 수행 능력 향상을 위하여 가슴압박 속도, 깊이, 이완, 손의 위치를 직접 피드백 하는 장비를 심폐소생술 교육에 사용하도록 제안한다(권고 등급 IIa, 근거 수준 B-R).	심폐소생술 교육에서 소생술 피드백 장치를 사용하는 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
빠른 주기의 의도적 연습(Rapid Cycle Deliberate Practice: RCDP)	심폐소생술 관련 교육을 받는 교육생에게 한 번에 제공되는 전통적인 교육인 집중 학습(massed learning) 대신에 일정기간에 걸쳐 수회 교육 또는 재교육을 받는 방법인 분산 학습(spaced learning)을 고려할 수 있다(권고 등급 IIb, 근거 수준 C-LD).	성과에 대한 즉각적인 피드백과 충분한 반복 시간을 제공하는 빠른 주기의 의도적 연습(RCDP) 방법을 심폐소생술 교육에 활용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
자기주도형 디지털 학습	대면 실습 교육이 불가능한 특수 상황에서는 가상현실, 증강현실, 웹 기반 언택트 플랫폼 등을 대체 수단으로 고려할 수 있다 (권고 등급 IIb, 근거 수준 C-LD).	팬데믹과 같은 시기에는 디지털 교육 등을 통해서라도 사람들이 교육을 받도록 권고하나 일상적으로 시행하는 것을 권고하지는 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

〈표 1-12〉 응급처치 분야의 주요 사항

항목	2025년 가이드라인
가슴통증	가슴통증 환자가 협심증을 진단받았으며, 평소 자가 복용 중인 니트로글리세린 정제 또는 설하 스프레이를 보유하고 있는 경우, 증상 발생 시 해당 약물을 투여하도록 권고한다(강한 권고, 높은 확신도).
뇌졸중 의심증상	급성 뇌졸중을 조기에 인지하고 신속히 병원에 이송하고 치료를 하기 위한 여러 가지 선별 도구인 FAST (Face, Arm, Speech, Time) 평가법, BE-FAST (Balance, Eyes, FAST 확장형), 신시내티 병원 전 뇌졸중 척도 (Cincinnati prehospital stroke scale) 등을 사용하여 뇌졸중 여부를 평가한다(약한 권고, 낮은 확신도).
천식 발작	응급처치 제공자는 기관지확장제의 다양한 투여 방법에 대한 교육을 반드시 받아야 한다(보편타당한 권고). 일반인이 환자가 스스로 천식 발작을 인지하고 흡입기를 가지고 있을 경우에 흡입을 유도할 수 있도록 도와준다.
아나필락시스	응급처치 제공자는 아나필락시스의 위험에 처해 있는 사람이 도움을 요청한 경우 자가 주사기를 사용할 수 있도록 도와야 한다. 아나필락시스의 증상이 발현되면 즉시 119에 신고해야 한다(보편타당한 권고).
경련 발작	전신적으로 발작(경련 발작, seizure)을 하는 환자를 마주하게 되면 목격자는 환자의 곁에 대기하면서 발작의 전 과정을 침착하게 관찰할 것을 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도).
쇼크	응급처치 제공자는 환자의 상태가 악화되지 않도록 적절한 자세를 유지함으로써 뇌와 같은 주요 장기의 혈류를 안정적으로 유지해야 한다.
실신	심폐소생술이 필요한 경우가 아니지만, 의식을 회복하지 못하였거나 구토를 한다면 기도폐쇄를 방지할 수 있는 회복 자세(recovery position)를 취하는 것을 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도).

참고 문헌

1. 질병관리청. 2024 급성심장정지조사 통계: http://www.kdca.go.kr/injury 2025.12.
2. Cardiopulmonary resuscitation. JAMA 1966;198(4):372–9.
3. Proceedings of the 1985 National Conference on Standards and Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiac Care. July 11–13, Dallas, Texas. Circulation 1986;74(6 Pt 2):IV1–153.
4. National Conference on Cardiopulmonary R, Emergency Cardiac C. Standards and guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). Part VIII: Medicolegal considerations and recommendations. JAMA 1986;255(21):2979–84.
5. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care. Emergency Cardiac Care Committee and Subcommittees, American Heart Association. Part I. Introduction. JAMA 1992;268(16):2171–83.
6. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 3: adult basic life support. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. Circulation 2000;102(8 Suppl):I22–59.
7. International Liaison Committee on R. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 1: introduction. Resuscitation 2005;67(2-3): 181–6.
8. Hazinski MF, Nolan JP, Billi JE, et al. Part 1: Executive summary: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2010;122(16 Suppl 2):S250–75.
9. Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2019;145:95–150.
10. Soar J, Donnino MW, Maconochie I, et al. 2018 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. Resuscitation 2018;133:194–206.

11. Greif R, Bray JE, Djärv T, et al. 2024 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. Circulation 2025;150(24):e580–e687.
12. Nolan JP, Maconochie I, Soar J, et al. Executive Summary: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2021;142(16_suppl_1): S2–S27.
13. Wyckoff MH, Greif R, Morley PT, et al. 2022 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. Circulation 2023;146(25):e483–e557.
14. Wyckoff MH, Singletary EM, Soar J, et al. 2021 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; First Aid Task Forces; and the COVID-19 Working Group. Circulation 2022;145(9):e645–e721.
15. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, et al. 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. Circulation 2018;136(23):e424–e40.
16. Berg KM, Bray JE, Ng KC, et al. 2023 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. Circulation 2024;148(24):e187–e280.
17. Hwang SO, Chung SP, Song KJ, et al. Part 1. The update process and highlights: 2015 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Clin Exp

Emerg Med 2016;3(Suppl):S1–S9.
18. Hwang SO, Cha KC, Jung WJ, et al. 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 1. Update process and highlights. Clin Exp Emerg Med 2021(8(Suppl)):S1–S7.
19. Danış F, Kudu E. The evolution of cardiopulmonary resuscitation: Global productivity and publication trends. Am J Emerg Med 2022;54:151–64.
20. Vallentin MF, Granfeldt A, Klitgaard TL, et al. Intraosseous or Intravenous Vascular Access for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2025;392(4):349–60.
21. Eastwood G, Nichol AD, Hodgson C, et al. Mild Hypercapnia or Normocapnia after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2023;389(1):45–57.
22. Patterson T, Perkins GD, Perkins A, et al. Expedited transfer to a cardiac arrest centre for non-ST-elevation out-of-hospital cardiac arrest (ARREST): a UK prospective, multicentre, parallel, randomised clinical trial. Lancet 2023; 402(10410):1329–37.
23. Suverein MM, Delnoij TSR, Lorusso R, et al. Early Extracorporeal CPR for Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2023;388(4):299–309.
24. Schmidt H, Kjaergaard J, Hassager C, et al. Oxygen Targets in Comatose Survivors of Cardiac Arrest. N Engl J Med 2022;387(16):1467–76.
25. Kjaergaard J, Møller JE, Schmidt H, et al. Blood-Pressure Targets in Comatose Survivors of Cardiac Arrest. N Engl J Med 2022;387(16):1456–66.
26. Belohlavek J, Smalcova J, Rob D, et al. Effect of Intra-arrest Transport, Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation, and Immediate Invasive Assessment and Treatment on Functional Neurologic Outcome in Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2022; 327(8):737–47.
27. Cheskes SA-O, Verbeek PR, Drennan IR, et al. Defibrillation Strategies for Refractory Ventricular Fibrillation. N Engl J Med 2022;387(21):947–1956.
28. Andersen LW, Isbye D, Kjærgaard J, et al. Effect of Vasopressin and Methylprednisolone vs Placebo on Return of Spontaneous Circulation in Patients With In-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2021;326(16):1586–94.
29. Desch S, Freund A, Akin I, et al. Angiography after Out-of-Hospital Cardiac Arrest without ST-Segment Elevation. N Engl J Med 2021;385(27):2544–53.

30. Dankiewicz J, Cronberg T, Lilja G, et al. Hypothermia versus Normothermia after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2021;384(24):2283-94.
31. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, et al. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. Resuscitation 2010;81(11):1479-87.
32. Chan PS, McNally B, Tang F, et al. Recent trends in survival from out-of-hospital cardiac arrest in the United States. Circulation 2014;130(21):1876-82.
33. Stromsoe A, Svensson L, Axelsson AB, et al. Improved outcome in Sweden after out-of-hospital cardiac arrest and possible association with improvements in every link in the chain of survival. Eur Heart J 2015;36(14):863-71.
34. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Nationwide improvements in survival from out-of-hospital cardiac arrest in Japan. Circulation 2012;126(24):2834-43.
35. Hwang SO, Cha KC, Jung WJ, et al. 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 2. Environment for cardiac arrest survival and the chain of survival. Clin Exp Emerg Med 2021;8(S):S8-S14.
36. Berg KM, Bray JE, Djärv T, et al. Executive Summary: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Circulation 2025;152(16_suppl_1):S2-S22.
37. Del Rios M, Bartos JA, Panchal AR, et al. Part 1: Executive Summary: 2025 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2025;152(16_suppl_2):S284-S312.
38. Hewett Brumberg EK, Douma MJ, Alibertis K, et al. 2024 American Heart Association and American Red Cross Guidelines for First Aid. Circulation 2024;150(24):e519-e79.
39. Greif R, Lauridsen KG, Djärv T, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Executive Summary. Resuscitation 2025;215 Suppl 1:110770.
40. Singletary EM, Zideman DA, Bendall JC, et al. 2020 International Consensus on First Aid Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2020; 156:A240-A82.
41. Djärv T, Rogers J, Semeraro F, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 First Aid. Resuscitation 2025;215 Suppl 1:110752.

42. Morley PT, Atkins DL, Finn JC, et al. Evidence Evaluation Process and Management of Potential Conflicts of Interest: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2020;142(16_suppl_1):S28–S40.
43. Schünemann H, Brożek J, Guyatt G, et al. GRADE Handbook. 2013 Available from: https://gdt.gradepro.org/app/handbook/handbook.html.
44. 김수영, 최미영, 김현정, et al. 임상진료지침 실무를 위한 핸드북. version 2.0 임상진료지침 개발 방법론: 한국보건의료연구원, 대한의학회 2022.
45. Schünemann HJ, Wiercioch W, Brozek J, et al. GRADE Evidence to Decision (EtD) frameworks for adoption, adaptation, and de novo development of trustworthy recommendations: GRADE-ADOLOPMENT. J Clin Epidemiol 2017; 81:101–10.
46. 김수영, 최미영, 김현정, 등. 임상진료지침 실무를 위한 핸드북. version 2.0 GRADE 방법론: 한국보건의료연구원, 대한의학회 2022.
47. Morley PT, Berg KM, Billi JE, et al. Methodology and Conflict of Interest Management: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Circulation 2025;152 (16_suppl_1):S23–S33.
48. Dewidar O, Lotfi T, Langendam MW, et al. Good or best practice statements: proposal for the operationalisation and implementation of GRADE guidance. BMJ Evid Based Med 2023;28(3):189–96.

제2장

심장정지 현황과 생존 사슬

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제2장

심장정지 현황과 생존 사슬

황성오[1], 차경철[1], 정우진[1], 노영일[1], 안교진[1], 김도균[2], 김태윤[3], 손유동[4], 심규홍[5], 정영화[6], 오윤희[7], 윤준성[8], 이미진[9], 이지숙[10], 이창희[11], 장영빈[12], 장용수[4], 조규종[4], 허주선[6], 정성필[12], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 총괄위원회

연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[1], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[2], 인하대학교 의과대학 응급의학교실[3], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[4], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[5], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[6], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[7], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[8], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[9], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[10], 남서울대학교 응급구조학과[11], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[12]

Ⅰ 심장정지 현황

우리나라의 병원 밖 심장정지 발생 수는 2012년 27,823명에서 2024년 33,034명(인구 10만 명당 64.7명)으로 증가하였다(2024년 급성심장정지조사 통계). 심장정지 발생 증가의 요인이 명백히 밝혀진 바는 없지만, 영유아 사망률의 감소, 수명 연장에 따른 고령인구의 증가 등 인구 구조의 변화, 만성질환을 유발하는 생활환경, 대기오염 등의 변화가 주요한 요인으로 알려졌다. 2024년 우리나라 급성심장정지조사 통계에 따르면, 병원 밖 심장정지 후 생존율은 9.2%이며 뇌기능회복률은 6.3%이었다. 쇼크필요리듬환자의 생존율은 44.9%였으며, 목격된 쇼크필요리듬 환자의 생존율은 49.5%였다. 일반인이 심폐소생술을 시행한 경우는 30.3% 였으며, 일반인 심폐소생술이 시행된 경우 생존율이 14.4%, 뇌기능회복률이 11.4%였으며, 일반인 심폐소생술이 시행되지 않은 경우 생존율이 6.1%, 뇌기능회복률이 3.5%로서, 일반인 심폐소생술이 시행된 경우 각각 생존율은 2.36배, 뇌기능회복률은 3.26배 높았다.[1] 일본에서는 연간 약 120,000명(인구 10만 명당 약 96명)의 병원 밖 심장정지가 발생하며, 목격자 심폐소생술 비율은 57%, 목격된 심장정지의 생존율(1개월)은 11.1%이다.[2] 연간 35만 명 이상의 병원 밖 심장정지가 발생하는

미국에서는 지역에 따라 편차가 크지만 평균적으로 목격자 심폐소생술률은 39.2%이며, 생존 퇴원율은 10%이다.[3] 각 국가의 노력에도 불구하고 병원 밖 심장정지 생존율은 의료선진국에서도 10%를 넘지 못하고 있다. 최근 메타분석 결과에 따르면 전세계적으로 보고된 병원 밖 심장정지의 평균 생존 퇴원율은 8.8%, 1년 평균 생존율은 7.7%이다.[4] 생존율 정체의 주요 가능한 요인은 심장정지 리듬에서 심실세동이 차지하는 비율의 점진적 감소, 구급대 현장 도착 시간 단축의 한계, 목격자 심폐소생술 시행률의 정체, 저조한 자동제세동기(자동심장충격기) 사용률, 가슴압박의 낮은 혈역학적 효율성 등이다.

Ⅱ 생존 사슬

병원 밖 심장정지는 발생을 예측하기 어렵고 병원 이외의 장소에서 발생하기 때문에 치료과정에 구급대원과 의료인을 포함한 의료종사자뿐 아니라 목격자, 일차 반응자, 구급(전화)상담요원을 포함한 비의료종사자가 참여한다. 목격자의 심장정지 발생 인지와 구급대 신고로부터 목격자 심폐소생술, 자동제세동기 사용, 구급대원의 현장 처치 및 병원에서의 전문소생술, 자발순환회복 후 집중 치료, 재활 및 회복을 위한 치료에 이르는 일련의 과정이 끊김없이 효율적으로 연결되어야 심장정지 환자가 생존할 수 있다. 생존 사슬(chain of survival)은 심장정지가 발생한 사람을 소생시키기 위한 필수 행위의 연결 고리를 말한다. 지역사회에서 생존 사슬의 구축은 심장정지 생존을 위한 필수 과정이다. 생존 사슬은 심장정지 발생 직후부터 사회생활로의 복귀까지 반드시 제공되어야 할 필수 행위로 구성되어 있다. 2025년 가이드라인에서는 생존 사슬을 다섯 개의 요소로 구성하였다. 첫 단계는 '심장정지 인지와 구조요청(신고)'으로서, 심장정지를 발견한 목격자가 심장정지 발생을 인지하고 신속히 구조를 요청하는 과정이다. 두 번째 단계는 '목격자 심폐소생술'로서, 심장정지 발생 사실을 신고한 후 목격자가 즉시 심폐소생술을 하는 과정이다. 세 번째 단계는 '제세동(심장충격)' 단계로서, 자동제세동기 등을 사용하여 제세동을 하는 과정이다. 네 번째 단계는 '전문소생술과 소생 후 치료' 단계로서, 응급의료종사자가 현장에서부터 환자의 상태에 따라 제세동, 약물 투여, 전문기도유지술을 포함한 전문소생술을 제공하고 자발순환회복 후 심장정지 원인을 교정한 후 집중치료, 체온조절치료, 관상동맥중재술을 포함한 심장정지 후 통합 치료를 하는 단계이다. 다섯 번째는 '재활과 회복' 단계로서, 심장정지로부터 소생된 환자가 재활 및 사회생활로 복귀할 수 있도록 의료 및 사회적 지원을 하는 단계이다([그림 2-1]).

[그림 2-1] 생존 사슬

생존 사슬은 심장정지가 발생한 사람의 생존을 위하여 제공되어야 할 일련의 과정이다. 생존 사슬은 목격자가 심장정지를 인지한 후 주변 및 119에 구조를 요청하는 것으로부터 시작되어 목격자의 즉각적인 심폐소생술, 자동제세동기를 사용한 제세동(심장충격), 응급의료종사자에 의한 전문소생술, 병원에서의 소생 후 치료, 생존자에 대한 재활 및 회복 치료로 구성된다.

생존 사슬이 심장정지 생존을 위한 기본 요건이라면 생존 사슬의 질(quality)은 생존율을 높이는 중요한 요소이다. 즉, 생존 사슬이 구축되지 않은 지역에서는 심장정지 생존을 기대할 수 없다. 반면, 생존 사슬의 구축과 각 요소의 개선 또는 향상을 통한 생존 사슬의 질 향상은 생존율 향상으로 이어진다. 네덜란드의 한 지역에서는 전화 도움 심폐소생술, 일차반응자에 의한 자동제세동기 사용, 구급대원에 의한 자동흉부압박기 사용 및 기관내삽관을 포함한 생존 사슬의 질 개선을 통해 병원 밖 심장정지의 1년 생존율을 27%까지 높일 수 있었다.[5] 외국에서의 예처럼 생존 사슬의 질 향상을 통한 생존율 제고 시도는 생존율 정체 상태에 있는 우리나라의 심장정지 상황을 개선하는 데 참고가 될 수 있다.

1. 심장정지 인지·구조요청

생존 사슬의 시작은 목격자가 심장정지 발생을 인지하여 구조요청을 위한 신고(119 구급대 연락)를 하는 것으로부터 시작된다. 심장정지가 발생하면 의식 소실, 무호흡, 무맥박의 임상증상이 관찰되지만, 때로는 호흡(심장정지 호흡: agonal respiration, 또는 빠른 호흡)이 있거나 경련이 발생할 수 있다.[6,7] 심장정지 후에도 일시적인 호흡 또는 경련이 관찰될 수 있어서 비의료인 목격자가 심장정지 여부를 판단하는 데 어려움을 겪을 수 있다.[8,9] 심장정지 목격자가 심장정지 여부를 빨리 판단하지 못하면 구조 요청과 심폐소생술 시작이 지연된다. 우리나라 자료 분석 결과 심장정지 판단 시간이 1분 지연될 때마다 좋은 신경학적 회복률이 9%씩 감소하는 것으로 알려졌다.[10] 심폐소생술 교육을 하는 동안 심장정지 호흡을 포함한 심장정지 임상증상을 교육하거나, 구급상황요원(dispatcher)이 목격자에게 심장정지 임상 증상과 관련한 체계적 질문을 하면, 심장정지 인지까지의 시간을 단축하고 심장정지 인지율을 높일 수 있다.[11,12] 인공지능/머신러닝을 구급 콜센터시스템에

도입하여 전화상담요원의 심장정지 인지율을 높이기 위한 시도도 진행되고 있다.[13] 심장정지의 조기 인지를 위해 심폐소생술 교육과정에 심장정지 임상 증상 관련 내용을 포함하고 전화 신고 과정에서 체계적인 질문으로 심장정지 인지를 도울 수 있도록 전화상담요원을 훈련시킬 것을 권고한다. 병원 내에서는 조기 경고 징후 지표를 사용하고 심장정지 발생을 예방하고 대응할 수 있는 신속반응팀(rapid response team) 또는 원내응급팀(medical emergency team)을 운영하는 것이 권고된다.[14,15]

2. 목격자 심폐소생술

가슴압박 시작까지의 시간이 1분 경과할 때마다 심장정지 후 좋은 신경학적 예후를 가져올 확률이 13%씩 감소한다.[16] 목격자에 의한 심폐소생술이 시행된 경우는 시행되지 않은 경우보다 심장정지 환자의 생존율이 약 4배까지 높다.[17] 구급상황요원의 전화 지도 심폐소생술, 대중매체, 사회관계망서비스(SNS)를 활용한 심장정지와 심폐소생술 관련 홍보활동, 주민에 대한 심폐소생술 교육 등 지역사회 차원의 노력을 통해 목격자 심폐소생술 시행률을 높일 수 있다.[18,19] 심장정지 생존율을 높이기 위해 모든 지역사회는 심장정지 및 심폐소생술 관련 홍보, 교육 프로그램을 운영해야 한다. 병원 밖 심장정지 환자에게 인공호흡을 하지 않고 가슴압박만을 하는 가슴압박소생술을 한 경우와 인공호흡을 포함한 표준 심폐소생술을 한 경우를 비교한 결과, 두 군 사이에 생존율 차이가 없었다.[20] 가슴압박소생술을 교육하면 입-입 인공호흡을 꺼려하여 심폐소생술을 시도하지 않는 경우를 최소화할 수 있으며, 심폐소생술의 접근성을 높이고 확산을 촉진할 수 있다. 다만, 모든 의료종사자와 인공호흡을 할 의지가 있는 비응급의료종사자는 인공호흡을 포함한 표준 심폐소생술을 시행하여야 한다. 병원 내 심장정지에서도 심장정지 리듬과 관계없이 심폐소생술이 1분 이내에 시작된 경우 생존 퇴원율과 좋은 신경학적 생존율이 높다.[21] 모든 병원 근무자는 고품질 심폐소생술을 할 수 있도록 교육받아야 하며, 전문소생술 교육 이수의 필요성은 진료 과정에서의 직능에 따라 결정되어야 한다.

3. 제세동(심장충격)

자동제세동기가 보급됨에 따라 병원 이외의 장소에서 일반인에 의한 제세동이 가능해졌다. 일반인 제세동이 시행된 경우 생존 퇴원율과 신경학적 회복률이 향상되며, 특히 구급대의 현장 도착이 지연되는 경우 일반인 제세동의 이득이 더 크다.[22] 자동제세동기의 보급 확대는 일반인 제세동 시행률을 높이고 제세동까지의 시간을 단축한다.[23] 우리나라 자료를 분석한 연구에서

목격자 심폐소생술과 함께 자동제세동을 받은 경우는 목격된 심장정지 환자의 0.7%에 불과했다.[24] 또한 자동제세동기 관리 실태를 조사한 결과, 자동제세동기의 15.4%는 즉시 사용 가능하지 않은 상태였으며, 44%는 24시간 사용이 가능하지 않았다.[25] 자동제세동기 사용의 중요성에 대한 인식 제고, 교육/훈련을 통한 자동제세동기 사용 능력 함양, 자동제세동기의 효율적 증설 및 배치, 24시간 가용성을 위한 관리 등 자동제세동기 사용률을 높이기 위한 방안을 실행할 것을 권고한다. 또한 문자 메시지 또는 사회관계망 서비스를 사용하여 훈련된 일차반응자에게 심장정지 발생 사실과 심장정지 발생 장소 근처에 있는 자동제세동기 위치를 알려줌으로써 제세동까지의 시간을 단축하고 제세동 시행률을 높일 수 있다.[26] 다중이용시설을 포함한 공공장소와 거주지에 자동제세동기 설치를 법률로 의무화하고 있는 우리나라에서는 자동제세동기 보급과 관리를 체계화하고 사용을 활성화할 수 있는 일반인 제세동 프로그램을 마련해야 한다. 병원 내에서도 병실 간호사에게 소생팀 도착 이전에 자동제세동을 하도록 하면 심장정지 생존율을 높일 수 있다.[27] 따라서 심장정지가 발생했을 때 자동제세동기가 사용될 수 있도록 병원 내 필요한 장소에 자동제세동기를 설치하고 직원을 교육해야 한다.

4. 전문소생술·소생 후 치료

전문소생술은 주사로 확보, 약물 투여, 제세동, 전문기도유지술, 체외순환소생술 등 자발순환 회복을 위한 전문 치료와 순환 회복 후 집중치료, 체온 조절 등 포괄적 심장정지 후 치료, 관상동맥조영술 등 심장정지 원인 규명을 위한 검사 및 원인 치료, 신경학적 예후 예측을 위한 검사 등 심장정지 후 치료를 포함한다. 병원 밖 심장정지 치료 과정에서 현장 구급대원은 법률이 허용하는 범위 내에서 약물 투여, 제세동, 전문기도기 삽관을 포함한 전문소생술을 시행한다. 현장 전문소생술이 병원 밖 심장정지 생존율을 높이는 지에 대해서는 논란이 있으므로, 현장 구급대원은 전문소생술을 하는 동안 가능한 의료지도를 받아야 한다.[28,29] 병원 밖 심장정지 환자를 이송하면서 소생술을 하는 것이 현장에서 소생술을 계속하는 것에 비해 생존 퇴원율이 낮다고 알려졌다.[30] 그러나 응급의료체계의 구성 또는 수준이 국가 또는 지역에 따라 다르므로, 현장 소생술 또는 이송 중 소생술에 대한 권고는 해당 국가 또는 지역의 응급의료체계 상황을 판단하여 결정할 필요가 있다. 병원 내에서는 전문소생술팀이 제세동, 약물 투여, 침습적 또는 비침습적 심폐소생술 효율성 모니터링, 경식도 심초음파 등 현장 진단기기 사용, 체외순환소생술을 포함한 고도의 전문소생술을 시행한다. 자발순환회복 후에는 집중치료, 관상동맥조영술, 심장정지 원인 규명을 위한 검사, 심장정지 후 증후군에 대한 포괄적 소생 후 치료를 받아야 한다. 심장정지 후 치료가 종료된 후에도 의식이 회복되지 않으면 이학적 소견, 혈액검사, 전기생리검사, 영상 검사로 신경학적

예후를 예측한다. 이에 심장정지에 대한 전문, 포괄 치료를 위해 24시간 집중치료, 목표체온유지치료, 체외심폐소생술, 관상동맥조영술 및 경피관상동맥중재술, 예후 예측을 위한 검사가 가능한 심장정지 치료센터(cardiac resuscitation center)가 필요하다.[31,32]

5. 재활·회복

심장정지로부터 소생된 환자 중 약 절반은 장기적인 인지 장애를 겪으며, 3명 중 1명은 기억력 감퇴, 집행 기능 장애, 불안, 우울 등의 정신신경학적 손상을 경험한다.[33,34] 병원 도착 시까지 심폐소생술을 받은 불응성 심장정지 환자 중 30일 이상 생존한 환자의 73%가 심장정지 후유증에도 불구하고 직장으로 복귀할 수 있었다.[35] 심장정지 생존자에게 심리, 인지, 의학적 통합 지원을 포함한 다학제 재활 프로그램을 제공하면 신경, 정신건강, 기능적 지표가 호전된다.[36] 심장정지 생존자는 기저 질환, 신경학적 후유증 측면에서 특정 질환 집단과는 다른 특성이 있으므로, 이들이 일상과 사회생활로 복귀하려면 의학적 지원뿐 아니라 가족, 사회로부터의 지원이 필요하다. 따라서 심장정지 생존자에 대한 의학적, 기능적 평가 결과를 바탕으로 재활, 재발 방지, 신경학적 후유증에 대한 의학적 추적 진료, 재활 및 사회복귀를 위한 체계적 퇴원 계획 수립 및 시행이 필요하다.[37,38] 우리나라에는 심장정지 생존자의 신경학적 예후, 재활 효과, 사회 복귀와 관련한 연구가 매우 적다. 심장정지 생존자의 재활과 사회 복귀에 대한 의학적, 사회적 관심과 더불어 이 분야에 대한 기초 자료 수집과 연구가 필요한 실정이다.

Ⅲ 심장정지 치료 체계와 생존 환경

심장정지 치료 체계(cardiac arrest treatment system: CATS)는 심장정지 치료를 위한 의료시설, 전문인력, 장비, 조직뿐 아니라 연관된 인적 및 물적 자원, 지원체계, 정책, 제도를 모두 포함하는 사회-의료체계이다.[39] 심장정지 치료 체계에는 현장 응급처치 및 이송, 전문소생술과 심장정지 후 치료를 포함하는 병원 내 치료, 재활 및 회복과 관련이 있는 모든 요소가 포함된다. 심장정지 치료 체계 구축은 생존 사슬의 형성과 실행의 전제 조건이다. 심장정지 치료 체계 속에서 생존 사슬의 각 요소와 관련된 치료를 끊김 없이 받아야 심장정지 환자의 생존 가능성이 높아진다. 이를 위하여 각 지역사회는 해당 지역 내 생존 사슬을 유지하도록 심장정지 치료 체계를 구축 및 관리해야 한다.

심장정지로 인한 사망을 줄이려면 심장정지의 예방, 치료, 재활 및 회복을 포함한 의료 요소와 국민의 심장정지에 대한 인식, 심폐소생술 교육 및 목격자 심폐소생술 시행, 자동제세동기 보급, 지역 응급의료체계 반응 등 지역 사회 대응을 포함한 의료 외 요소를 지역사회에 갖추어야 한다. 심장정지 생존 환경(environment for cardiac arrest survival)은 심장정지 예방부터 효과적 치료 및 재활에 이르기까지 심장정지로 인한 사망을 줄이는 데 필수적인 의료 및 비의료 요소를 유지, 지원, 효율화하기 위한 사회적 기반이 갖추어진 환경을 말한다.[39] 국가 및 지역사회는 효율적인 심장정지 치료 체계와 이를 뒷받침할 수 있는 심장정지 생존 환경을 구축한 후 각 요소에 대한 지속적인 질 평가와 개선으로 심장정지로 인한 사망을 최소화 해야 한다.

2025년 심폐소생술 지침에서는 심장정지 생존율을 높일 수 있는 심장정지 치료 체계와 생존 환경을 구축하기 위하여 우선적으로 다음의 사항을 실행할 것을 권고한다.

1. 심장정지 치료 체계와 생존 환경의 체계적 관리

심장정지로 인한 사망자 수가 연간 30,000명을 상회하는 우리나라의 상황을 고려할 때, 심장정지로 인한 질병 부담을 줄이기 위한 정책적, 제도적 관리 체계를 마련할 필요가 있다. 심장정지 치료 체계와 생존 환경 유지를 위해 국가 및 지역사회에 심장정지 관리 조직을 설치·운영할 것을 권고한다. 관리 조직은 심장정지 및 심폐소생술에 대한 국민의 인식 제고를 위한 홍보활동, 심장정지 등록 체계의 운영, 체계적인 심폐소생술 교육, 자동제세동기 보급 및 운영, 심장정지 치료 체계에 속하는 응급의료종사자·응급의료체계·의료기관의 질 관리, 심장정지 후 생존자 관리 등의 업무를 수행해야 한다. 심장정지 치료 체계와 생존 환경의 효율성을 높이려면 심장정지 치료 과정 및 결과에 대한 질 관리(모니터링, 평가, 질 향상 활동)가 필요하다. 국가 및 지역사회에서는 해당 심장정지 치료 체계의 수행도를 평가하기 위한 지표(치료 결과 지표: 순환회복률, 생존율, 뇌기능 회복 생존율 등, 과정 지표: 심폐소생술 교육 현황, 목격자 심폐소생술 시행률, 자동제세동기 사용률, 구급차 현장도착시간, 현장 심폐소생술 동안 구급대원의 소생 술기 시행 능력을 포함한 응급의료체계의 효율성, 병원 내 소생술 지표 등)를 선정한 후, 해당 지표의 목표치를 설정하고 이를 주기적으로 모니터링해야 한다. 심장정지 생존 환경을 평가하고 지속적으로 개선하는 데에는 인력 및 재정이 소요되며, 관계 기관과의 연계와 협조가 필요하다. 병원 내에서도 신속대응팀 활동, 직원 심폐소생술 교육 이수율, 병원 내 심폐소생술 수행도, 심장정지 치료를 위한 병원 내 중재 시행률, 생존율 및 뇌기능 회복 생존율 등 병원 내 소생술의 질 관리를 위한 지표를 모니터링 해야 한다.

2. 심장정지 대응 국민응급처치 능력의 향상

병원 이외의 장소에서 발생하는 심장정지의 최초 목격자는 대부분 가족, 동료, 행인 등 비의료인이며, 심장정지 인지, 심폐소생술, 자동제세동기 사용을 포함한 목격자의 초기 행동이 심장정지 생존에 중요한 영향을 준다. 화재를 발견한 사람에게 초기 행동요령을 교육하듯이 모든 국민에게 심폐소생술을 포함한 심장정지 초기 행동요령(기본소생술)을 교육함으로써 심장정지에 대한 국민의 대응 능력을 제고해야 한다. 국외에서는 심폐소생술 유관 단체가 심장정지에 대한 인식 제고, 심폐소생술 교육을 유도하기 위한 캠페인 또는 행사(Kids Save Lives, World Restart a Heart, CPR Awareness Week)를 개최하고 심폐소생술 교육을 제도화하는 입법에 나서고 있다.[40,41] 이미 우리나라는 응급의료에 관한 법률, 학교보건법, 119구조·구급에 관한 법률 등에 의해 광범위한 국민이 심폐소생술 대상으로 규정되어 있으나 심폐소생술 교육의 질 향상을 위한 교육 시설 및 강사를 포함한 인력 보강이 필요한 상황이다. 심폐소생술을 포함한 심장정지 대응 국민응급처치 능력을 높이기 위해 교육 관련 현황을 파악하고 교육의 질을 향상할 수 있도록 국가 또는 지방자치단체는 심장정지 대응 교육 관련 제도를 보완하고 재정을 지원할 것을 권고한다.

3. 목격자 심폐소생술 시행률 제고

목격자 심폐소생술은 병원 밖 심장정지 생존을 위한 생존 사슬에서 중요한 역할을 한다. 우리나라의 목격자 심폐소생술 시행률은 31.3% (2023년)로서 미국(39.2%), 일본(57%)에 비해 낮고, 목격자 심폐소생술 시행률의 지역별 편차는 36.1% (최고 50.9%, 최저 14.8%)에 달한다.[42] 목격자가 심폐소생술을 시행하거나 하지 않는 데에는 다양한 요인이 있다. 심장정지를 발견한 목격자가 공황 상태에 빠지는 경우, 심폐소생술 교육 경험이 없는 경우, 자신이 하는 행위로 타인에게 해를 끼칠 것에 대한 두려움이 있는 경우, 실습없이 심폐소생술 교육을 받은 경우, 사회-경제적 상태가 낮은 지역에 거주하는 경우는 목격자 심폐소생술의 장벽 요인으로 작용한다. 반면, 실습을 포함한 심폐소생술 교육을 받은 경우, 고학력인 경우, 가슴압박소생술을 시행하는 경우, 심폐소생술 교육을 최근에 받은 경우, 지역사회에서 심폐소생술 교육을 받은 경우는 목격자 심폐소생술 의지를 높이는 요인으로 작용한다.[43] 목격자 심폐소생술 제고를 위해 심장정지 인지 및 심폐소생술의 중요성과 선한 사마리아인 보호 제도에 대한 대중매체 또는 사회관계망 서비스 활용 홍보, 심폐소생술 실습 교육, 심폐소생술 반복 교육, 지역사회 활동을 통한 심폐소생술 전파를 권고한다.

4. 자동제세동기의 효율적 보급 및 사용

자동제세동기 사용은 심실세동의 병원 전 치료에 가장 중요한 과정이다. 자동제세동기를 사용한 경우에는 사용하지 않은 경우에 비하여 생존율이 1.75-1.98배 향상되며, 자동제세동기 보급을 늘리면 자동제세동기 사용률이 높아진다.[44,45] 자동제세동기의 유용성에도 불구하고 심장정지 현장에서 목격자가 자동제세동기를 사용하는 경우는 매우 적다. 우리나라의 공공장소에서 심장정지가 발생한 사람에게 자동제세동기가 적용되는 경우는 3%에도 미치지 못한다.[42] 자동제세동기 사용률을 높이려면 사용 교육과 함께 효율적 보급과 적정한 관리 유지가 중요하다. 심장정지 발생 자료 분석으로 자동제세동기 설치를 위한 시공간적 최적화 모델을 구성할 수 있으며, 지역별 심장정지 및 지리적 특성, 목격자의 대응 수준과 응급의료체계의 수준을 고려하여 자동제세동기를 적정하게 배치해야 한다.[46,47] 우리나라의 상황에 적합하고 지역적 특성이 반영된 효율적 자동제세동기 보급, 배치 및 관리 계획을 수립하여 실행할 것을 제안한다. 공공장소에 비치된 자동제세동기 중 패드 사용 연한 경과, 기계적 오류 등의 사유로 사용 가능하지 않은 경우가 15.4%, 잠금 장치가 되어 있거나 건물 내 설치로 야간에 사용 가능하지 않은 경우 등 24시간 사용이 가능하지 않는 경우가 44.1%에 달한다.[25] 자동제세동기의 효율적 보급 및 배치와 함께 자동제세동기에 대한 관리 강화, 자동제세동기 캐비닛 잠금 해제, 24시간 접근 가능한 건물 외부 설치 등을 통해 24시간 사용 가용성을 높일 것을 제안한다.

5. 구급상황(상담)요원 역할의 강화

심장정지 응급상황에서 구급상황(상담)요원은 심장정지의 인지, 전화도움 심폐소생술, 자동제세동을 보조 또는 지도할 수 있다. 대부분의 심장정지는 목격자에 의해 인지되는 경우보다 구급상황요원과의 통화 과정에서 인지된다. 그러나 심장정지 인지능력은 구급상황요원에 따라 큰 편차가 있다.[48] 특히 구급상황요원이 목격자와의 통화로 환자의 호흡이 있는지를 판단하는 과정에서 큰 어려움을 겪는 것으로 나타났다.[49] 구급상황요원이 심장정지를 빠르게 인지할 수 있도록 정형화된 프로토콜을 사용해야 한다. 구급상황요원은 목격자에게 심폐소생술의 필요성을 설명하고 전화도움 심폐소생술을 지도함으로써 목격자 심폐소생술 시행률을 높이는 데 기여한다. 화상 전화를 사용할 경우 심폐소생술 품질을 높일 수 있다.[50] 구급상황(상담)요원이 신고자와 통화할 때 심폐소생술을 시작하도록 하는 시간을 단축할 수 있도록 정형화된 프로토콜과 심폐소생술 지도 프로그램 사용이 권고된다.[51] 구급상황요원이 자동제세동기 사용을 도우면 심폐소생술 시행률이 높아진다.[52] 구급상황요원이 구조자에게 자동제세동기의 위치를 알려주거나 사용 방법을 지도함으로써 자동제세동을

도울 수 있다. 또한 심장정지 발생 지역 근처의 미리 훈련된 자원봉사자에게 문자 메시지나 사회 관계망 서비스를 사용하여 자동제세동기를 현장에 가져가도록 하면 자동제세동까지의 시간이 단축되고 제세동 시행률을 높여 생존율이 향상된다.[26,53] 구급상황요원이 심장정지 인지, 전화도움 심폐소생술 지도, 자동제세동기 사용 도움을 제공할 수 있도록 교육하고 관련 시스템을 갖추어야 한다.

참고 문헌

1. 질병관리청. 2024 급성심장정지조사 통계: http://www.kdca.go.kr/injury 2025.12.
2. Okada Y, Nakagawa K, Tanaka H, et al. Overview and future prospects of out-of-hospital cardiac arrest registries in Japan. Resuscitation Plus 2024;17: 100578.
3. Martin SS, Aday AW, Allen NB, et al. 2025 Heart Disease and Stroke Statistics: A Report of US and Global Data From the American Heart Association. Circulation 2025;151:e41-e660.
4. Yan S, Gan Y, Jiang N, et al. The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. Critical Care 2020;24:61.
5. de Visser M, Bosch J, Bootsma M, et al. An observational study on survival rates of patients with out-of-hospital cardiac arrest in the Netherlands after improving the 'chain of survival'. BMJ Open 2019;9:e029254.
6. Stecker EC, Reinier K, Uy-Evanado A, et al. Relationship between seizure episode and sudden cardiac arrest in patients with epilepsy: a community-based study. Circ Arrhythm Electrophysiol 2013;6:912-6.
7. Clark JJ, Larsen MP, Culley LL, Graves JR, Eisenberg MS. Incidence of agonal respirations in sudden cardiac arrest. Ann Emerg Med 1992;21:1464-7.
8. Murasaka K, Takada K, Yamashita A, Ushimoto T, Wato Y, Inaba H. Seizure-like activity at the onset of emergency medical service-witnessed out-of-hospital cardiac arrest: An observational study. Resusc Plus 2021;8:100168.
9. Steinskog DM, Solberg EE. Sudden cardiac arrest in sports: a video analysis. Br J Sports Med 2019;53:1293-8.
10. Ko SY, Shin SD, Song KJ, Park JH, Lee SC. Effect of awareness time interval for out-of-hospital cardiac arrest on outcomes: A nationwide observational study. Resuscitation 2020;147:43-52.
11. Perkins GD, Walker G, Christensen K, Hulme J, Monsieurs KG. Teaching recognition of agonal breathing improves accuracy of diagnosing cardiac arrest. Resuscitation 2006;70:432-7.
12. Roppolo LP, Westfall A, Pepe PE, et al. Dispatcher assessments for agonal

breathing improve detection of cardiac arrest. Resuscitation 2009;80:769-72.
13. Blomberg SN, Christensen HC, Lippert F, et al. Effect of Machine Learning on Dispatcher Recognition of Out-of-Hospital Cardiac Arrest During Calls to Emergency Medical Services: A Randomized Clinical Trial. JAMA Netw Open 2021;4:e2032320.
14. Lee SY, Ro YS, Shin SD, et al. Recognition of out-of-hospital cardiac arrest during emergency calls and public awareness of cardiopulmonary resuscitation in communities: A multilevel analysis. Resuscitation 2018;128:106-11.
15. Oh TK, Kim S, Lee DS, et al. A rapid response system reduces the incidence of in-hospital postoperative cardiopulmonary arrest: a retrospective study. Can J Anaesth 2018;65:1303-13.
16. Guy A, Kawano T, Besserer F, et al. The relationship between no-flow interval and survival with favourable neurological outcome in out-of-hospital cardiac arrest: Implications for outcomes and ECPR eligibility. Resuscitation 2020; 155:219-25.
17. Sasson C, Rogers MA, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2010;3:63-81.
18. Yu Y, Meng Q, Munot S, Nguyen TN, Redfern J, Chow CK. Assessment of Community Interventions for Bystander Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA Network Open 2020;3:e209256-e.
19. Song KJ, Shin SD, Park CB, et al. Dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation in a metropolitan city: A before-after population-based study. Resuscitation 2014;85:34-41.
20. Svensson L, Bohm K, Castrèn M, et al. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 2010;363:434-42.
21. Hessulf F, Herlitz J, Rawshani A, et al. Adherence to guidelines is associated with improved survival following in-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2020;155:13-21.
22. Pollack RA, Brown SP, Rea T, et al. Impact of Bystander Automated External

Defibrillator Use on Survival and Functional Outcomes in Shockable Observed Public Cardiac Arrests. Circulation 2018;137:2104-13.

23. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A. Nationwide public-access defibrillation in Japan. N Engl J Med 2010;362:994-1004.
24. Heo JY, Oh YT, Kim JH, et al. Association between bystander automated external defibrillator use and survival in witnessed out-of-hospital cardiac arrest: A nationwide observational study in South Korea. Resuscitation 2024;203:110388.
25. Kim TY, Jung YK, Yoon SH, et al. Trends in maintenance status and usability of public automated external defibrillators during a 5-year on-site inspection. Sci Rep 2022;12:10738.
26. Stieglis R, Zijlstra JA, Riedijk F, et al. Alert system-supported lay defibrillation and basic life-support for cardiac arrest at home. Eur Heart J 2022;43: 1465-74.
27. Vaillancourt C, Charette M, Lanos C, et al. Multi-phase implementation of automated external defibrillator use by nurses during in-hospital cardiac arrest and its impact on survival. Resuscitation 2024;197:110148.
28. Kurz MC, Schmicker RH, Leroux B, et al. Advanced vs. Basic Life Support in the Treatment of Out-of-Hospital Cardiopulmonary Arrest in the Resuscitation Outcomes Consortium. Resuscitation 2018;128:132-7.
29. Stiell IG, Wells GA, Field B, et al. Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 2004;351:647-56.
30. Grunau B, Kime N, Leroux B, et al. Association of Intra-arrest Transport vs Continued On-Scene Resuscitation With Survival to Hospital Discharge Among Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. JAMA 2020;324:1058-67.
31. Elmer J, Callaway CW, Chang CH, et al. Long-Term Outcomes of Out-of-Hospital Cardiac Arrest Care at Regionalized Centers. Ann Emerg Med 2019;73:29-39.
32. Spaite DW, Bobrow BJ, Stolz U, et al. Statewide regionalization of postarrest care for out-of-hospital cardiac arrest: association with survival and neurologic outcome. Ann Emerg Med 2014;64:496-506.e1.
33. Blennow Nordström E, Vestberg S, Evald L, et al. Neuropsychological outcome

after cardiac arrest: results from a sub-study of the targeted hypothermia versus targeted normothermia after out-of-hospital cardiac arrest (TTM2) trial. Critical Care 2023;27:328.

34. Joshi VL, Borregaard B, Mikkelsen TB, et al. Observer-reported cognitive decline in out-of-hospital cardiac arrest survivors and its association with long-term survivor and relative outcomes. Resuscitation 2024;197.
35. Gregers E, Kragholm K, Linde L, et al. Return to Work After Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Patients Managed With or Without Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation: A Nationwide Register-Based Study. J Am Heart Assoc 2024;13:e034024.
36. Joshi VL, Tang LH, Kim YJ, et al. Promising results from a residential rehabilitation intervention focused on fatigue and the secondary psychological and physical consequences of cardiac arrest: The SCARF feasibility study. Resuscitation 2022;173:12-22.
37. Boyce LW, Goossens PH. Rehabilitation after Cardiac Arrest: Integration of Neurologic and Cardiac Rehabilitation. Semin Neurol 2017;37:94-102.
38. Sawyer KN, Camp-Rogers TR, Kotini-Shah P, et al. Sudden Cardiac Arrest Survivorship: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation 2020;141:e654-e85.
39. Hwang SO, Cha KC, Jung WJ, et al. 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 2. Environment for cardiac arrest survival and the chain of survival. Clin Exp Emerg Med 2021;8:S8-S14.
40. Böttiger BW, Lockey A, Georgiou M, et al. KIDS SAVE LIVES: ERC Position statement on schoolteachers' education and qualification in resuscitation. Resuscitation 2020;151:87-90.
41. Böttiger BW, Lockey A, Aickin R, et al. "All citizens of the world can save a life" - The World Restart a Heart (WRAH) initiative starts in 2018. Resuscitation 2018;128:188-90.
42. Oh YT, Ahn C. Characteristics and Treatment Outcomes of Out-of-Hospital Cardiac Arrests Occurring in Public Places: A National Population-Based Observational Study. J Pers Med 2023;13:1191.
43. Matsuyama T, Scapigliati A, Pellis T, Greif R, Iwami T. Willingness to perform

bystander cardiopulmonary resuscitation: A scoping review. Resusc Plus 2020;4:100043.
44. Elhussain MO, Ahmed FK, Mustafa NM, et al. The Role of Automated External Defibrillator Use in the Out-of-Hospital Cardiac Arrest Survival Rate and Outcome: A Systematic Review. Cureus 2023;15:e47721.
45. Kitamura T, Kiyohara K, Sakai T, et al. Public-Access Defibrillation and Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Japan. N Engl J Med 2016;375:1649-59.
46. Chan TCY, Li H, Lebovic G, et al. Identifying Locations for Public Access Defibrillators Using Mathematical Optimization. Circulation 2013;127:1801-9.
47. Sun CL, Demirtas D, Brooks SC, Morrison LJ, Chan TC. Overcoming Spatial and Temporal Barriers to Public Access Defibrillators Via Optimization. J Am Coll Cardiol 2016;68:836-45.
48. Drennan IR, Geri G, Brooks S, et al. Diagnosis of out-of-hospital cardiac arrest by emergency medical dispatch: A diagnostic systematic review. Resuscitation 2021;159:85-96.
49. Juul Grabmayr A, Dicker B, Dassanayake V, et al. Optimising telecommunicator recognition of out-of-hospital cardiac arrest: A scoping review. Resusc Plus 2024;20:100754.
50. Lee JS, Jeon WC, Ahn JH, et al. The effect of a cellular-phone video demonstration to improve the quality of dispatcher-assisted chest compression-only cardiopulmonary resuscitation as compared with audio coaching. Resuscitation 2011;82:64-8.
51. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: time to identify cardiac arrest and deliver chest compression instructions. Circulation 2013;128:1522-30.
52. Huang CH, Chien CY, Ng CJ, et al. Effects of Dispatcher-Assisted Public-Access Defibrillation Programs on the Outcomes of Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Before-and-After Study. J Am Heart Assoc 2024;13:e031662.
53. Jonsson M, Berglund E, Baldi E, et al. Dispatch of Volunteer Responders to Out-of-Hospital Cardiac Arrests. J Am Coll Cardiol 2023;82:200-10.

제3장

기본소생술

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제3장

기본소생술

조규종[1], 장용수[1], 조영석[1] 나선경[2], 김도균[3], 김태윤[4], 손유동[1], 정성필[5], 심규홍[6], 정영화[7], 오윤희[8], 윤준성[9], 이미진[10], 이지숙[11], 이창희[12], 장영빈[5], 차경철[13], 허주선[7], 황성오[13], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 기본소생술 위원회

한림대학교 의과대학 응급의학교실[1], 삼성서울병원 응급센터[2], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[3], 인하대학교 의과대학 응급의학교실[4], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[5], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[6], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[7], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[8], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[9], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[10], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[11], 남서울대학교 응급구조학과[12], 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[14]

I 2025년 기본소생술 가이드라인 주요 변경 사항과 기본소생술 순서

2025년 한국 기본소생술 가이드라인은 기본소생술에 관한 과학적 근거를 바탕으로 도출된 의학적 권고이다. 심폐소생술 가이드라인을 제정하는 국제소생술교류위원회(International Liaison Committee on Resuscitation: ILCOR)의 2025년 과학적 합의와 치료 권고에 기반을 두었으며, 기본소생술 분야에서 발표한 연구논문을 추가로 고찰하였다.[1] 임상적 중요도가 높고 추가 고찰이 필요한 개정 항목에 대해 수용 개작 또는 하이브리드 형식으로 근거를 검토하였으며, 메타분석 또는 주제 범위 고찰(scoping review)을 활용하였다.

1. 2025년 기본소생술 가이드라인 주요 변경 사항

2025년 기본소생술 가이드라인 중 2020년 가이드라인에 비하여 변경된 내용은 다음과 같다.

1) 반응 확인 후 119 신고의 강조

한국 기본소생술 가이드라인에서는 2020년부터 심장정지 의심환자의 반응을 확인한 뒤에 호흡 확인과 같은 심장정지 인지 확인 절차 이전에 즉시 119에 신고하고, 자동제세동기를 요청할 것을 권고하였으며, 2025년 가이드라인에서도 이를 유지하였다. 일부 2020년 심폐소생술 국제 가이드라인에서는 이에 대한 명확한 기술이 없었기 때문에 일반인 구조자가 심장정지 환자의 호흡상태를 확인한 뒤에 응급의료체계에 신고를 하는 문제가 발생되었다. 이에 2025년 ILCOR에서는 일반인 구조자가 심장정지 환자의 호흡 상태를 정확히 평가하기 어렵다는 것을 고려하여 환자의 반응 확인 후 응급의료체계 신고를 먼저 시행할 것을 권고하였다.[2]

2) 구급상황(상담)요원의 자동제세동기 확보 및 적용 지도 강화

구급상황(상담)요원에 의한 전화지도심폐소생술이 적용된 이후 우리나라에서 일반인 목격자에 의한 심폐소생술 시행률이 점차 증가되고 있음이 보고되었으나, 아직까지 병원 전 자동제세동기의 적용은 선진국에 비해 매우 낮은 실정이다. 구급상황(상담)요원이 신고자에게 자동제세동기 확보와 적용을 적극적으로 지도한 경우의 임상 효과에 대한 연구는 부족한 실정이지만, 한 사전·사후 관찰 연구에서 일부 생존율 증가가 보고되었다.[3,4] 이에 ILCOR에서는 구급상황(상담)요원의 자동제세동기 확보와 적용 지도를 권고하였으며, 2025년 한국 가이드라인에서도 우리나라의 낮은 병원 전 자동제세동기 사용 현황을 고려하여 이를 수용하였다(강한 권고, 낮은 확신도).[5]

3) 인공호흡을 포함한 심폐소생술의 적용

한국 기본소생술 가이드라인은 2020년부터 인공호흡을 교육받았으며, 시행할 의지가 있는 일반인 구조자와 응급의료종사자는 인공호흡을 포함한 표준심폐소생술을 시행할 것을 권고하고 있으며, 인공호흡을 교육받지 않았거나 꺼리는 일반인 구조자는 가슴압박소생술을 시행할 것을 권장하였다. 병원 전 단계에서 가슴압박소생술과 표준심폐소생술의 생존율 효과는 차이가 없는 것으로 보고되었으나, 소아, 익수, 약물중독, 심장정지 시간이 오래 경과된 환자 등과 같은 일부 군에서는 표준심폐소생술의 생존율 효과가 높은 것으로 보고되고 있다.[6] 이에 2025년 기본소생술 가이드라인에서는 2020년의 권고 사항을 그대로 유지하였다.

4) 심폐소생술 백 보드의 사용

2020년 기본소생술 가이드라인에서는 병원 내 심장정지 상황(환자가 침대에 누워있는 경우)에서 가능하면 매트리스와 환자의 등 사이에 백 보드(backboard)를 끼워 넣고 가슴압박을 시행할 것을 권고하였다.[7,8] 그러나 심폐소생술 시행에 있어 백 보드 사용의 효과에 대하여 일부 가슴압박 깊이의 개선 효과가 보고되었으나, 이후 충분한 근거가 축적되지 못하였다.[9,10] 이와 더불어 병원 내 심폐소생술 프로토콜에 신규로 백 보드 사용을 삽입하는 것은 많은 교육과 훈련이 필요하며, 비용-대비 효과가 적은 것으로 판단하였다. 이에 2025년 기본소생술 가이드라인에서는 기존 병원 내 심폐소생술에서 적용되고 있는 백 보드 활용은 유지할 수 있으며, 신규로 백 보드 적용을 도입하는 것은 권장하지 않았다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

5) 고품질의 가슴압박과 인공호흡 시행 권고

2025년 기본소생술 가이드라인에서는 2020년과 마찬가지로 고품질의 가슴압박과 인공호흡의 시행을 강조하였으며, 2020년에 권고한 가슴압박 위치, 가슴압박 속도, 완전한 이완, 가슴압박 중단의 최소화, 가슴압박의 교대, 적절한 기도유지와 인공호흡을 지속적으로 권고하였다. 가슴압박을 시행할 때에는 구조자의 주된(dominant) 손이 아래로 향하는 것이 유리함을 추가로 기술하였으며(약한 권고, 매우 낮은 확신도),[5] 가슴압박 분율은 최소 60% 이상 가능한 높게 유지할 것을 권고하였다(강한 권고, 낮은 확신도).[11] 아울러 기본소생술 가이드라인의 간소화를 위해 자발호흡이 있는 환자에게 호흡보조가 필요한 경우에는 6초 마다 1회의 인공호흡(분당 10회)을 실시할 것을 권장하였다(전문가합의 권고).

6) 자동제세동기의 적용

2025년 기본소생술 가이드라인에서는 2020년 가이드라인과 마찬가지로 신속한 자동제세동기의 적용을 지속적으로 강조하였으며, 두 개의 패드를 오른쪽 빗장뼈 아래와 왼쪽 젖꼭지 중간겨드랑이선 아래에 부착하는 전외 위치법을 적용 편의성을 고려하여 우선적으로 권장하였다. 아울러 자동제세동기 패드는 정확한 위치의 맨 가슴에 부착하여야 함을 강조하였으며, 여성 심장정지 환자에게는 브래지어를 풀거나 제거하지 않고 위치를 조정한 뒤에 가슴조직을 피하여 자동제세동기 패드를 맨 가슴에 부착할 것을 권고하였다(전문가합의 권고).[3,12] 아울러 일부 익수 환자에게도 제세동 처치가 필요한 환자가 보고된 만큼 심폐소생술을 시행한 뒤에 가능한 한 자동제세동기를 적용할 것을 추가로 권고하였다(전문가합의 권고).[13] 또한 우리나라에서는 응급의료에 관한 법률에 의해 자동제세동기를 의무적으로 설치해야 하는 장소가 규정되어 있다. 이를 고려하여 2022년과

2024년에 추가로 지정된 300명 이상의 사업장, 관광지 관리사무소 및 안내시설 등을 자동제세동기 의무 설치 장소로 추가하여 기술하였다.

7) 이물에 의한 기도폐쇄

이물에 의한 심한 기도폐쇄 환자에게 등 두드리기 5회를 우선적으로 권고하고, 등 두드리기가 효과적이지 못할 때 5회의 복부 밀어내기를 사용할 것을 권고한 2020년 기본소생술 가이드라인을 그대로 유지하였다. 최근 일부 기도폐쇄 환자에게 시험적으로 적용되고 있는 흡인식 장치(suction-based device)의 적용은 해당 장비의 구비와 적용에 비용과 시간이 소모되고, 일부 부작용이 보고된 것을 고려하여 일상적인 적용을 권고하지 않았다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[14]

8) 익수 환자에 대한 심폐소생술

구조자가 훈련을 받았고 인공호흡 시행 의지가 있는 경우라면, 익수에 의한 심장정지 환자에게 인공호흡을 포함한 표준 심폐소생술을 할 것을 2020년 기본소생술 가이드라인과 마찬가지로 권장하였으며, 일반인 목격자가 인공호흡에 대한 교육을 받지 못하였거나 꺼리는 상황에서는 가슴압박 소생술만이라도 시행할 것을 지속적으로 권고하였다.[15]

가이드라인의 일관성과 간결성을 위해서 일반인은 가슴압박부터 시작하는 심폐소생술 방법을 권고하였으나, 익수 환자의 경우 교육을 받은 일차반응자나 응급의료종사자는 기본소생술을 인공호흡부터 시작할 것을 권고하였다(보편타당한 권고). 익수에 대응해야 하는 일차반응자나 훈련된 구조자는 충분한 사전 교육을 통해 백마스크를 포함한 인공호흡 장비를 사용할 수 있으며, 표준심폐소생술과 함께 가능한 한 고농도의 산소를 투여할 것을 권고하였다(보편타당한 권고).

9) 고위험 병원체 감염 의심 환자에서의 심폐소생술

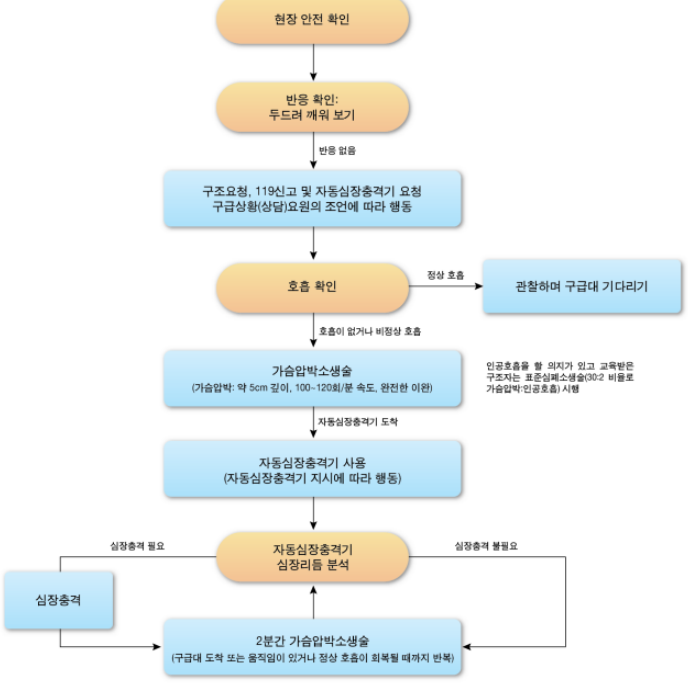
코로나19 대유행 시기에 발표된 2020년 기본소생술 가이드라인에서는 감염 의심 환자에 대한 별도의 챕터를 기술하였으나, 코로나19 대유행이 지난 2025년 현재 상황을 고려하여, 대규모 유행 시 심폐소생술에 영향을 미칠 수 있는 고위험 병원체 감염 의심 환자의 심폐소생술 내용으로 축소하여 기술하였다. 의료종사자는 고위험 병원체 감염 의심환자에게 가슴압박과 인공호흡을 30:2로 반복하는 표준 심폐소생술을 시행할 것을 권장하며, 감염에 대한 적절한 보호를 위해 공기 전파를 차단할 수 있는 마스크(N95 마스크), 일회용 장갑, 일회용 방수성 긴 팔 가운, 고글(또는 안면 마스크) 등을 포함한 개인보호장구를 착용할 것을 권고하였다(강한 권고, 낮은 확신도).[16]

2. 기본소생술 순서

2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 성인 심장정지 기본소생술 순서(알고리즘)를 심장정지의 장소 및 구조자의 특성에 따라 병원 밖 심장정지에 대한 일반인 구조자용, 의료종사자용과 병원 내 심장정지용으로 구분하였다.

1) 병원 밖 심장정지 일반인 구조자 기본소생술 알고리즘

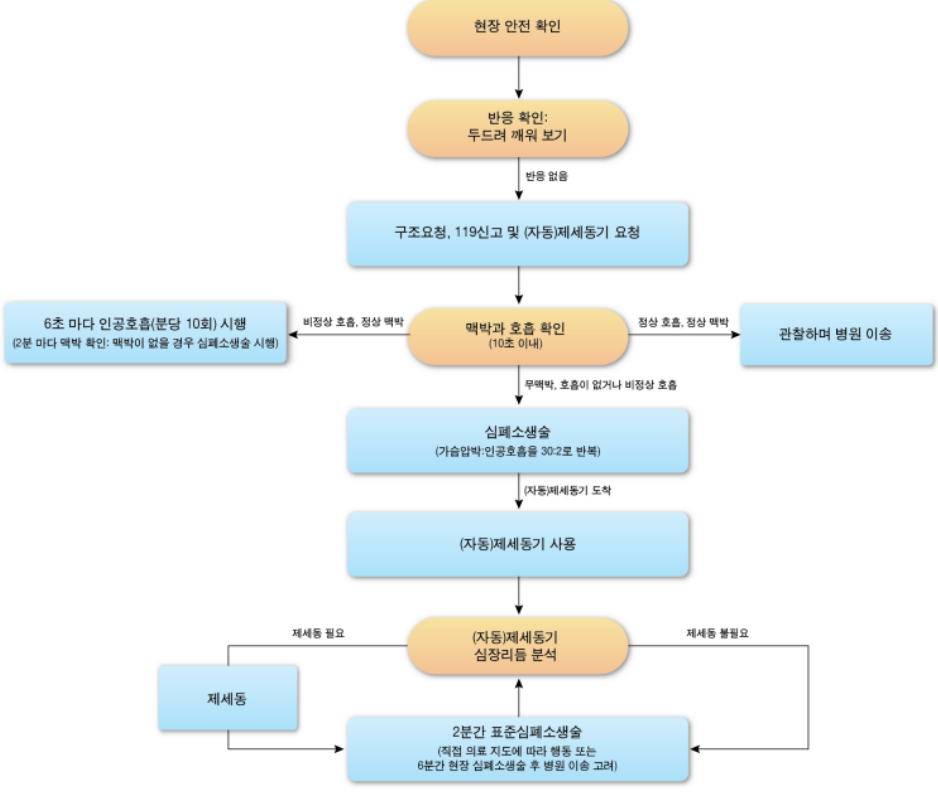
심장정지가 의심되는 환자를 발견한 일반인 구조자는 현장이 안전한지 확인한 다음 환자에게 다가가 반응을 확인한다. 반응이 없으면 119 신고 및 자동심장충격기(일반인 구조자 대상으로 자동제세동기 대신 자동심장충격기 용어를 사용한다)를 요청하고 구급상황(상담)요원의 조언에 따른다. 환자의 호흡이 정상이라면 관찰하며 구급대를 기다리고, 호흡이 없거나 정상이 아니라면 가슴압박소생술을 시작한다. 인공호흡을 교육받았고 시행할 의지가 있다면 30:2로 가슴압박과 인공호흡을 시행한다. 자동심장충격기를 사용할 수 있다면 음성지시에 따라 제세동을 시행한다. 제세동이 필요하지 않거나 제세동을 시행한 직후에는 바로 2분 동안 심폐소생술을 시행한 다음 자동심장충격기로 심장 리듬을 다시 분석한다. 심폐소생술은 구급대가 도착하거나 환자가 움직이거나 호흡이 정상화될 때까지 시행하여야 한다([그림 3-1]).



[그림 3-1] 2025년 성인 병원 밖 심장정지 기본소생술 순서(일반인 구조자용)

2) 병원 밖 심장정지 의료종사자 기본소생술 알고리즘

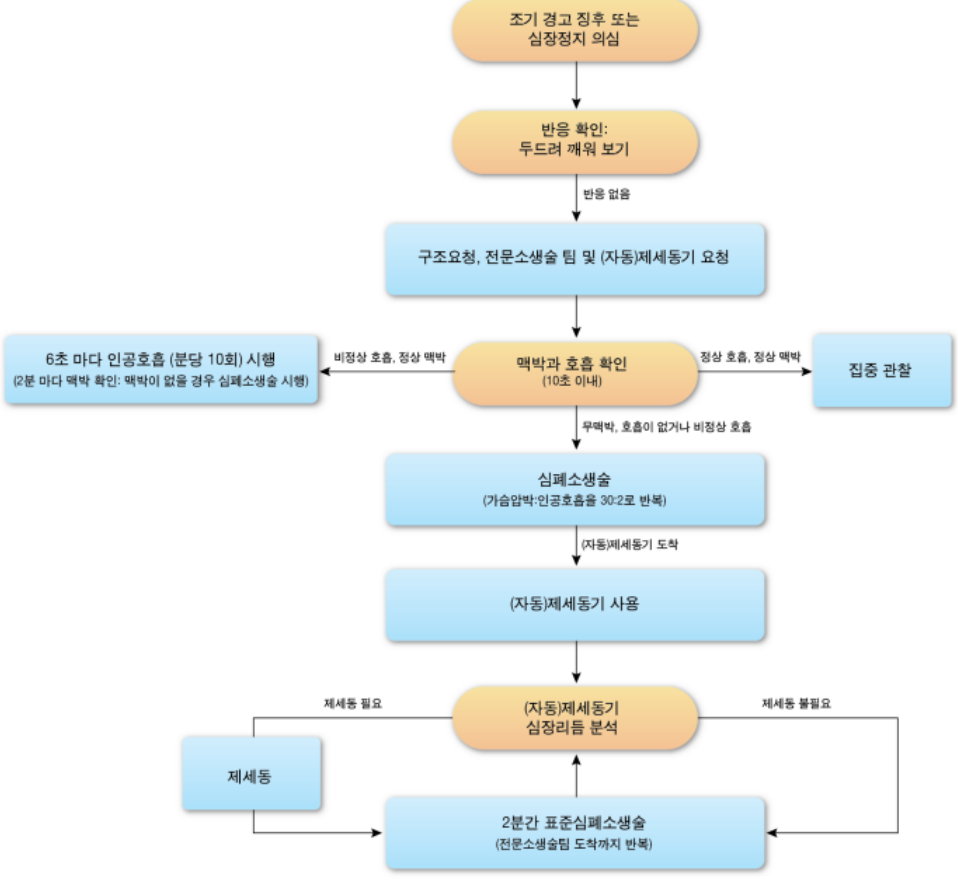
기본적으로 일반인 구조자의 알고리즘과 동일하지만 일부 다른 부분이 있다. 반응이 없는 환자에 대해 구조요청을 한 다음에 10초 이내로 맥박과 호흡을 동시에 확인한다. 맥박이 없거나 호흡이 정상적이지 않으면 가슴압박과 인공호흡을 30:2의 비율로 반복해 시행한다. 자동제세동기가 도착하면 2분마다 심장 리듬을 분석하면서 필요시 제세동을 시행한다. 직접의료지도가 가능하다면 의료지도에 따라 행동하고, 현장 심폐소생술을 6분간 시행한 다음에는 병원으로의 이송을 고려한다([그림 3-2]).



[그림 3-2] 2025년 성인 병원 밖 심장정지 기본소생술 순서(의료종사자용)

3) 병원 내 심장정지 기본소생술 알고리즘

병원 내에서 발생하는 심장정지는 비정상 활력징후처럼 심장정지 발생에 대해 조기에 경고하는 징후를 사전에 인지함으로써 심장정지의 발생을 예방하는 것이 중요하다. 심장정지가 의심되면 반응을 확인하며, 반응이 없으면 응급코드를 활성화하여 병원 내 전문소생술팀을 호출한다. 이후의 과정은 의료종사자 알고리즘과 동일하며, 심폐소생술은 전문소생술 팀이 도착할 때까지 지속한다([그림 3-3]).



[그림 3-3] 2025년 성인 병원 내 심장정지 기본소생술 순서

Ⅱ 기본소생술

1. 현장 안전과 환자의 반응 확인

환자에게 접근하기 전에 구조자는 현장 상황이 안전한지, 감염의 가능성은 없는지를 우선 확인한다. 안전하다고 판단되면 환자에게 다가가 어깨를 가볍게 두드리며 "괜찮으세요?"라고 물어본다([그림 3-4]). 의식이 있다면 환자는 대답을 하거나 움직이거나 또는 신음 소리를 내는 것과 같은 반응을 나타낸다. 확인하는 동안에 쓰러져 있는 환자의 머리나 목의 외상이 의심되면 손상이 더 악화되지 않도록 불필요한 움직임을 최소화한다. 이때 환자의 반응이 없으면 응급의료체계(119)에 신속하게 연락한다. 환자의 반응이 있으면서 병원 진료가 필요한 상태로 판단된다면 119에 신고한 다음 환자의 상태를 자주 확인하면서 구급상황(상담)요원의 지시에 따른다.[17-19]

[그림 3-4] 반응의 확인

2. 응급의료체계 신고

반응이 없는 사람을 발견했다면, 쓰러진 사람이 심장정지 상태일 가능성이 있으므로 즉시 119에 신고(또는 원내 심장정지 코드 방송)하고 자동제세동기를 요청한다([그림 3-5]). 갑자기 쓰러지는 심장정지 환자를 목격한 경우에는 주변에 큰 소리로 구조를 요청하여, 다른 사람에게 119 신고와 자동제세동기 운반을 요청한다. 하지만 주변에 아무도 없는 경우에는 직접 119에 신고한다.

[그림 3-5] 119 신고

일반인은 호흡 상태를 정확히 평가하기 어렵기 때문에 반응 없는 사람을 목격한 경우에는 호흡 확인 전에 119 신고를 우선적으로 시행해야 한다. 119에 신고한 뒤에는 구급상황(상담)요원의 도움을 받을 수 있으며, 구급상황(상담)요원과 함께 호흡반응을 확인하여 숨을 쉬고 있는지, 호흡이 정상인지 비정상적인 호흡(심장정지 호흡: gasping)인지 확인한다.[20-22] 따라서 구급상황(상담) 요원은 심장정지가 의심되는 상황을 신고하는 목격자에게 적절한 질문을 하여 반응의 여부와 비정상적인 호흡 상태를 파악할 수 있어야 한다.[23]

심장정지가 의심되는 경우에는 목격자가 즉시 심폐소생술을 할 수 있도록 도와주어야 한다.[24] 심장정지 환자 중 일부에서는 발작과 같은 반응이 관찰될 수 있으므로 구급상황(상담)요원은 심장정지 환자에서 발생하는 비정상 호흡과 간대성 근경련을 확실히 파악하고 있어야 하며, 목격자에게 명확하게 설명할 수 있어야 한다.[25]

1) 나이에 관계없이 전화 우선(call first)

성인에게 발생하는 비외상성 심장정지의 주요 원인은 심실세동이고, 심실세동의 가장 효과적인 치료는 제세동이다. 반면, 영아와 소아에게는 기도나 환기의 문제로 인한 일차성 호흡정지가 심장정지의 가장 흔한 원인이다. 따라서 심장정지가 의심되는 성인을 발견한 목격자는 119에 먼저 전화하여 자동제세동기가 현장에 빨리 도착할 수 있도록 한다(전화 우선). 일부 국가의 경우 소아 심장정지의 목격자는 2분간 심폐소생술을 먼저 시행한 다음 응급의료체계에 신고하도록 권장하기도 한다

(심폐소생술 우선). 하지만 일반인에게 '전화 우선', '심폐소생술 우선'의 개념을 교육하는 것은 매우 어렵다. 또한 심장정지가 발생한 현장에서는 심장정지의 원인이 심장성인지 호흡성인지를 알기 어렵다. 또한 2분간 심폐소생술을 시행한 후 신고한다면 병원 도착까지의 시간이 지연될 수 있다. 더구나, 우리나라는 휴대전화 보급률이 매우 높기 때문에 대부분의 심장정지 현장에서 즉시 신고가 가능하다. 따라서 심장정지 환자의 연령에 관계없이 목격자는 119에 전화 신고를 먼저 한 후에 심폐소생술을 시작하는 '전화 우선'을 적용할 것을 권장한다.

2) 119 신고

119에 신고할 때에는 환자 발생 장소, 발생 상황, 발생한 환자 수와 환자의 상태 그리고 하고 있던 응급처치에 대하여 설명해야 한다.[26] 만약에 신고자가 심폐소생술을 전혀 배우지 않았거나 하는 방법을 잊은 경우라면 구급상황(상담)요원의 지시에 따라야 한다. 구급상황(상담)요원이 전화로 알려주는 사항을 효율적으로 시행하기 위해서는 스피커 통화를 시행하는 것이 바람직하다. 구조자가 혼자이면서 휴대전화를 가지고 있는 경우, 구조자는 휴대전화의 스피커를 켜거나 핸즈프리 기능을 활성화한 후 즉시 심폐소생술을 시작하고 필요시 구급상황(상담)요원의 도움을 받는 것을 권장한다([그림 3-6]).

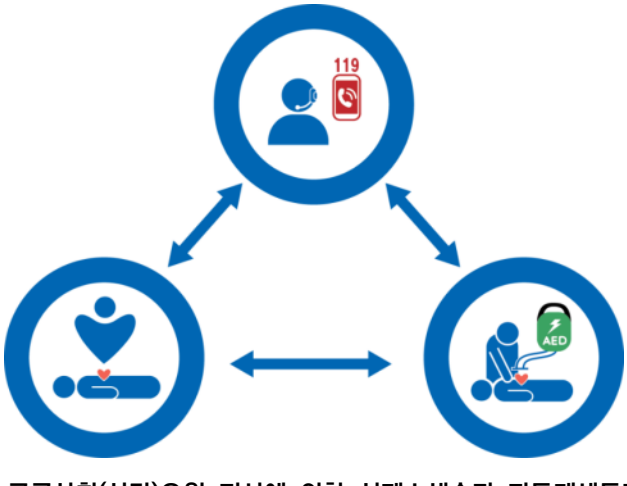
[그림 3-6] 스피커폰 또는 핸즈프리 기능의 활성화

구급상황(상담)요원이 더 이상 지시사항이 없어서 끊으라고 할 때까지 통화상태를 유지한다. 구급상황(상담)요원에게 알려주어야 할 내용은 다음과 같다.[27]

① 응급상황이 발생한 위치(가능하면 사무실 이름, 방의 호수, 도로나 거리 이름)
② 응급상황의 내용(심장 발작, 자동차 사고 등)
③ 도움이 필요한 환자의 수
④ 환자의 상태
⑤ 환자에게 시행한 응급처치 내용(심폐소생술, 자동제세동기 사용 등)
⑥ 다른 질문이 없는지 확인한다.

(3) 구급상황(상담)요원의 심폐소생술 지도

구급상황(상담)요원은 심장정지 환자의 초기 응급처치에 절대적으로 필요한 구성원으로서, 환자와 신고자 사이를 연결하는 역할을 한다. 구급상황(상담)요원이 응급호출을 받았을 때 환자가 심장정지 상태인지를 신속하게 판단하기 위해 표준화된 알고리즘과 기준을 적용할 것을 권고한다. 구급상황(상담)요원이 신고자에게 확인해야 할 사항은 반응이 있는지, 호흡이 정상인지 비정상인지이다.[23] 구급상황(상담)요원은 환자가 의식이 없으면서 호흡이 없거나 비정상 호흡인 경우 심장정지 상태라고 판단할 것을 권고한다. 구급상황(상담)요원은 심장정지 상태로 판단되면 표준화되고 의학적으로 승인된 '전화도움 심폐소생술' 시행을 지도할 것을 권고하며, 이를 통해 현장의 일반인이 응급의료종사자가 도착하기 전까지 심폐소생술을 시행할 수 있도록 도와야 한다([그림 3-7]).



[그림 3-7] 구급상황(상담)요원 지시에 의한 심폐소생술과 자동제세동기의 적용

'전화도움 심폐소생술'은 일반인 목격자의 심폐소생술 시행률을 높이고 결과적으로 심장정지 환자의 생존율을 증가시킨다.[4,19] 따라서 구급상황(상담)요원은 '전화도움 심폐소생술'의 중요성을

이해하고, 지도하는 방법에 대한 교육을 받아야 한다. 교육 내용에는 비정상 호흡을 알아내는 방법, 심장정지 호흡이 심장정지를 의미한다는 것, 경련발작이 심장정지의 첫 증상일 수 있다는 것, 가슴압박소생술을 지도하는 방법 등을 포함할 것을 권고한다.[20,25]

구급상황(상담)요원이 심장정지임을 판단하면 일반인 신고자에게는 가슴압박만 하는 가슴압박소생술을 시행하도록 지도할 것을 제안한다.[28] 구급상황(상담)요원은 신고자가 스스로 전화를 끊지 않도록 해야만 응급상황에 대해 더 많은 정보를 얻어낼 수 있으며, 적절한 응급처치를 조언할 수 있다. 아울러 신고자에 의해 심폐소생술이 시작되면, 구급상황(상담)요원은 심장정지 현장에 자동제세동기가 비치되어 있는지를 확인하고, 비치되어 있다면 다른 목격자에게 요청하여 신속하게 자동제세동기를 가져올 것을 지시하는 것이 바람직하다.[3,4] 자동제세동기가 현장에 도착한 뒤에는 신속하게 순서에 따라 심장정지 환자에게 적용할 것을 안내해야 한다(강한 권고, 낮은 확신도).

응급의료체계의 책임자는 신고시간부터 신고자에 의한 심폐소생술 시작까지의 시간을 단축해야 하며, '전화지도 심폐소생술'의 지도 결과의 적절성과 심장정지 환자의 생존 퇴원율을 평가하여 반영함으로써 병원 밖 심장정지 환자의 생존율을 향상시킬 수 있도록 노력하여야 한다.[23,29] 성공적인 '전화지도 심폐소생술'의 운영을 위해서는 병원전 단계 응급의료체계 질 향상 과정의 일부로서 심장정지 환자의 신고 내용에 대한 오디오 리뷰를 포함하는 질 관리 과정을 진행하여야 한다.[20,30]

최근 통신기술이 발전하고 영상통화가 가능한 휴대전화의 보급이 증가함에 따라 영상통화 기반 전화도움 심폐소생술을 시범적으로 적용하는 경우가 늘고 있다. 일부 연구에서는 시행되는 심폐소생술의 질이 향상되는 것으로 보고되었으나, 아직까지 임상적 유용성에 대한 근거가 부족한 실정이다. 따라서 영상통화를 기반으로 한 전화지도 심폐소생술의 일상적인 적용을 권장하지 않으며, 향후 영상-기반 응급의료 출동지시 체계에 대한 임상시험이나 연구를 추가로 시행할 것을 권장한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

3. 호흡과 맥박 확인

1) 호흡 확인

호흡은 119신고 후 확인한다. 심장정지 환자의 반응을 확인하면서 호흡을 확인하는 것이 아니라 반응 확인 및 119신고 후에 환자의 호흡을 확인하는 순서이다. 호흡 확인 과정은 매우 어려우며, 특히 심장정지 호흡이 있는 경우 심장정지 상황에 대한 인지가 늦어져 가슴압박의 시작이 지연될 수 있어 주의해야 한다.[31]

일반인은 반응을 확인한 후 반응이 없으면 119에 신고하고 자동제세동기를 요청한 후 구급상황(상담)요원의 안내에 따라 호흡의 유무 및 비정상 여부를 판별해야 하며 호흡이 없거나 비정상이라고 판단되면 즉시 가슴압박을 시작한다.[3,17,18] 의료종사자는 반응을 확인하고 반응이 없으면 119에 신고하고 자동제세동기를 요청한 후 맥박과 호흡의 유무 및 비정상 여부를 동시에 10초 이내에 판별해야 한다. 반응이 없고 정상 호흡이 아니라고 판단되면 심장정지 상황으로 인식해서 심폐소생술을 시행한다.

비정상 호흡 중 판단이 필요한 중요한 호흡이 심장정지 호흡이다. 심장정지 호흡은 심장정지 발생 초기에 40%-60% 정도의 환자에게서 나타날 수 있다. 심장정지 호흡은 심장정지 발생 초기에 일부 중뇌의 기능이 남아 있기 때문에 나타나는 것으로 알려져 있으며, 느리고 불규칙하게 헐떡거리는 양상이 특징이다. 일반적으로 비정상, 코골이, 헐떡임, 간신히 또는 가끔 호흡함, 신음, 힘들어 보이는 호흡 등으로 표현되며, 이는 일반인 구조자가 심장정지 상태가 아니라고 오판하는 이유가 될 수 있다.[12,32-35] 따라서 심장정지 호흡을 심장정지의 징후라고 인식하는 것이 신속한 심폐소생술을 진행하고 소생 성공률을 높이는 데 매우 중요하다. 일부 운동선수에게 발생한 심장정지에서 초기에 비교적 규칙적인 호흡을 보이는 사례가 보고됨에 따라 심장정지 확인에 주의해야 한다. 반응이 없으나 정상 호흡을 보이는 경우에는 회복 자세를 취해 입안의 이물이 흡인되는 것을 예방한다.[31]

2) 맥박 확인

여러 연구에서 심장정지 의심 환자의 맥박 확인 과정은 일반인뿐 아니라 의료종사자에게도 어렵고 부정확한 것으로 알려졌다. 의료인도 심장정지를 확인하는 과정으로서 맥박을 확인하는 데 너무 많은 시간을 소모하고 맥박의 유무를 결정하는 데 어려움을 겪는 것으로 나타났다.[36-38]

따라서 심장정지가 의심이 되는 경우, 즉 반응이 없는 환자가 정상적인 호흡을 보이지 않는 경우에 일반인들은 맥박 확인을 하지 않고 바로 가슴압박을 하도록 권고한다. 의료종사자는 맥박을 확인해야 하며, 성인 심장정지 환자의 목동맥을 확인하는 데 소요되는 시간이 10초를 넘지 않도록 해야 한다.[31] 목동맥과 대퇴동맥을 동시에 확인할 수도 있다.

4. 가슴압박

심폐소생술의 시작은 인공호흡보다는 가슴압박을 먼저 시작할 것을 권고한다.[39] 효과적인 가슴압박은 심폐소생술 동안 심장과 뇌로 충분한 혈류를 전달하기 위한 필수 요소이다. 가슴압박으로

혈류를 효과적으로 유발하려면, 가슴 중앙에 있는 복장뼈(흉골)의 아래쪽 1/2 부위를 강하고 규칙적으로, 그리고 빠르게 압박해야 한다. 즉, 가슴압박을 할 때 손의 위치는 '복장뼈의 아래쪽 1/2' 부위이다.[40,41] 성인 심장정지의 경우 압박 깊이는 약 5cm, 가슴압박의 속도는 분당 100회-120회를 유지한다.

또한 가슴압박 후 다음 가슴압박을 위한 혈류가 심장으로 충분히 채워지도록 각각의 가슴압박 이후 가슴의 이완을 최대로 할 것을 제안한다.[42,43] 가슴압박이 최대한으로 이루어지기 위해 가슴압박이 중단되는 기간과 빈도를 최소화해야 한다. 성인 심장정지 환자에게 심폐소생술을 할 때 가슴압박과 인공호흡의 비율은 30:2로 시행하는 것을 제안한다([그림 3-8]).[44,45] 심폐소생술 시작 1.5-3분 사이부터 가슴압박의 깊이가 얕아지기 때문에 2분마다 가슴압박을 교대하는 것이 구조자의 피로도를 줄이고 고품질의 심폐소생술을 제공하는 데 도움이 될 수 있다.[31]

[그림 3-8] 가슴압박과 인공호흡의 비율 (30:2)

심폐소생술 교육을 받은 적이 없거나, 받았더라도 자신이 없는 경우, 또는 인공호흡에 대해 거부감을 가진 경우에는 심폐소생술을 시도조차 하지 않는 경우가 많다. 그러나 인공호흡을 하지 않고 가슴압박만 하더라도 아무것도 하지 않는 경우에 비하여 심장정지 환자의 생존율을 높일 수 있다. 2011년 가이드라인부터 심폐소생술 교육을 받은 적이 없거나 할 수 있는데 자신이 없는 일반인은 '가슴압박소생술(compression-only CPR)'을 하도록 권장하였다. 2015년 가이드라인에서는 일반인은 가슴압박소생술을 시행하도록 권고하고, 인공호흡을 할 수 있는 구조자는 인공호흡이 포함된 심폐소생술을 시행하도록 하였다. 2025년 가이드라인에서도 심폐소생술을 교육받았으며, 인공호흡을 시행할 의지가 있는 일반인 구조자는 인공호흡을 포함한 표준심폐소생술을

시행할 것을 권장하며, 인공호흡을 시행하지 못하거나 꺼리는 일반인 구조자는 가슴압박소생술을 시행할 것을 권고한다. 119구급대원을 포함한 응급의료종사자는 가슴압박과 인공호흡을 함께 하는 표준심폐소생술을 시행할 것을 권장한다.[18,20-25] 한편 익수 또는 약물중독으로 인한 질식성 심장정지(asphyxia arrest), 심장정지로부터 오랜 시간이 경과한 경우 등에서는 가슴압박과 더불어 반드시 인공호흡을 시행해야 한다.[6] 기관내삽관 등 전문기도기가 유지되고 있는 경우에는 한 명의 구조자는 분당 100회-120회의 속도로 가슴압박을 중단 없이 계속하고 다른 구조자는 백마스크로 6초에 한 번씩(분당 10회) 호흡을 보조한다.[13,46,47] 병원 내 성인 심장정지 환자에게 기본소생술을 시행할 때는 기관내삽관이나 성문상 기도기가 삽관된 경우, 가슴압박을 중단하지 않고 양압 환기를 시행할 것을 고려할 수 있다.[48] 심폐소생술 중 심장 리듬을 확인하기 위해 2분마다 가슴압박을 10초 이내로 중단하는 것을 고려할 수 있다.

1) 가슴압박의 위치와 자세

가슴압박은 심장정지 환자의 가슴 정중앙(복장뼈의 아래쪽 1/2)에 한 손의 손바닥 뒤꿈치를 올려놓고 그 위에 다른 손을 올려서 겹친 뒤 깍지를 낀 자세로 시행할 것을 제안한다([그림 3-9]).

[그림 3-9] 가슴압박

일부 연구에서 복장뼈의 아래쪽 1/3 부분을 압박할 경우 기존의 아래쪽 1/2 부분을 압박하는 것에 비해 수축기 동맥압, 호기말 이산화탄소 분압 등의 생리학적 지표가 호전된다고 보고한 바 있으나 또 다른 연구에서는 일치되지 않은 결과를 보고하였고, 양쪽 젖꼭지를 연결하는 가상의 선과 복장뼈가 만나는 부위보다 아래쪽의 복장뼈를 압박할 경우 칼돌기가 눌려 복강내 장기 손상(예, 간 열상 또는 파열)을 초래할 가능성이 있는 것으로 확인되었다.[49-52]

심폐소생술의 효과는 환자를 바로 누운 자세로 눕힌 뒤 구조자는 환자의 옆에서 무릎을 꿇은 자세로 시행할 때(환자가 침대에 누워있는 병원 내에서는 침대 옆에서 선 자세로 시행) 극대화된다. 구조자가 주로 사용하는 손이 아래쪽에 위치하도록 하는 것이 유리하며(약한 권고, 매우 낮은 확신도),[5] 손의 손가락을 펴거나 깍지를 껴서, 압박할 때 손가락 끝이 심장정지 환자의 가슴에 닿지 않도록 한다. 팔꿈치는 펴서 수직 방향으로 체중을 이용하여 압박한다([그림 3-10]).

[그림 3-10] 가슴압박 자세

2) 가슴압박 깊이

2025년 ILCOR에서 심장정지 환자의 가슴압박 깊이와 관련된 12개의 연구를 검토한 결과 기존 권고안을 수정할 새로운 근거를 찾지 못했다.[53] 다만, 몇몇 연구에서 가슴압박 깊이가 최소 5 cm 이상일 때 4 cm 미만인 경우에 비해 심장정지 환자의 생존 퇴원율과 제세동 성공률 등 치료 결과가 향상되는 것으로 확인되었다.[54-57] 따라서 보통 체격의 성인 심장정지 환자에게 가슴압박의 깊이는 약 5 cm로 시행할 것을 권고한다. 압박 깊이가 6 cm를 넘는 경우에는 합병증의 발생이 증가될 가능성이 높다. 그러나, 실제 심장정지 현장에서 일반인 또는 의료종사자가 시행한 심폐소생술의 40% 정도에서는 가슴압박 깊이가 불충분한 것으로 알려져 있다. 충분한 깊이의 가슴압박이 시행되지 않는 경우에는 적절한 혈역학적 효과를 나타낼 수 없기 때문에 모든 구조자는 효과적인 가슴압박을 시행할 수 있도록 충분히 연습해야 한다.

3) 가슴압박 속도

2025년 ILCOR에서 심장정지 환자의 가슴압박 속도와 관련된 13개의 임상연구를 검토하였으나 연구들 사이에 일치되지 않는 결과를 확인했다.[53] 3개의 관찰 연구에서는 빠른 가슴압박 속도가

치료 결과를 향상시켰지만, 분당 100회와 분당 120회의 가슴압박속도를 비교한 한 개의 무작위 대조연구에서는 차이가 없었다.[58-61] 또 다른 3개의 연구는 가슴압박 속도가 증가할수록 가슴압박 깊이가 감소된다고 보고하였으나, 단지 가슴압박 깊이만으로 심폐소생술의 품질을 평가하는 위험성을 가지고 있었다.[56,58,62] 이상을 종합할 때 기존 권고안인 분당 100-120회의 가슴압박 속도를 바꿀 수 있는 근거는 없었다. 따라서, 2025년 가이드라인에서는 성인 심장정지 환자에게 가슴압박을 시행할 때 분당 100-120회의 속도로 할 것을 권장한다.

4) 가슴압박 후 이완

구조자는 심장정지 환자에게 가슴압박을 시행할 때 압박과 압박 사이 환자의 가슴에 기대는 것을 피함으로써 심장정지 환자의 가슴이 완전히 이완될 수 있도록 할 것을 제안한다. 이는 심장정지 환자의 가슴이 완전히 이완되지 못할 경우 흉강내 압력이 증가되기 때문에 심장동맥관류압이 감소되는 것으로 알려져 있기 때문이다.[63,64] 완전한 가슴 이완은 효과적인 심폐소생술에서 필수적인 부분이므로 심폐소생술을 교육할 때 그 중요성을 강조하여야 한다.

5) 압박 시간과 이완 시간의 비율(동작분율)

심폐소생술 동작분율(duty cycle)은 가슴압박과 이완에 소요된 총 시간 대비 가슴압박에 소요된 시간의 비율로 정의된다. 과거 지침에서는 심폐소생술 훈련의 편의를 위해 가슴압박에 걸리는 시간과 가슴이완에 걸리는 시간의 비율이 같도록 50%의 동작분율을 유지할 것을 권고하였다. 그러나, 심실세동에 의한 병원 밖 심장정지 환자를 대상으로 한 임상 연구에서 평균 동작분율 값이 39%로 측정되었으며, 소아 심폐소생술 중 평균 동작분율 값 역시 40%로 보고되어 실제 심폐소생술 중 평균 동작분율 값은 권고안의 50%보다 낮은 것으로 확인되었다.[65,66] 동물실험에서는 동작 분율이 50% 미만일 경우 더 높은 혈류량과 좋은 결과를 보였으나 최적의 동작 분율 값에 대해서는 아직 밝혀진 것이 없다. 따라서, 기존 권고안을 변경할 근거가 없으므로 심장정지 환자에게 가슴압박을 시행할 때 가슴압박과 이완에 걸리는 시간을 동일하게 할 것을 제안한다.

6) 가슴압박 중단의 최소화

의료인은 심폐소생술 중 심장 리듬을 확인할 때 맥박 확인 시간이 10초를 넘지 않도록 최소화해야 하며, 맥박이 있는지 여부에 대해 확신하지 못할 경우 즉시 가슴압박을 시작할 것을 권고한다. 제세동이 가능한 리듬을 가진 심장정지 환자의 경우 전체 심폐소생술 시간 중 가슴압박에 소요되는 시간의 비율인 가슴압박 분율(fraction)이 증가하면 치료 결과가 향상되며, 제세동 전후 가슴압박

중단 시간이 짧을수록 자발순환회복률이 높은 것으로 보고되었다.[11,55,67-69] 특히 가슴압박 분율이 60-80% 이상일 때 생존 퇴원율이 향상되는 것으로 확인되었으나, 일부 연구에서는 높은 가슴압박 분율이 생존율에 영향을 미치지 못하거나 오히려 감소시키는 결과를 보고하였다.[11,62,67,70,71] 또한, 두 개의 무작위대조연구에서 제세동 후 심장 리듬 분석을 위해 심폐소생술을 중단할 경우 생존율 향상이 없었으며, 두 개의 관찰 연구에서 제세동 이후 즉시 가슴압박이 시작되지 않은 경우 자발순환회복이 감소하는 것으로 보고하였다.[72-75] 따라서, 제세동 시행 전후 가슴압박 중단 시간을 최소화 할 것을 권장하며, 심폐소생술을 시행할 때에는 가능한 가슴압박 분율과 가슴압박 중단 시간을 모니터링할 것을 권장한다. 아울러 가슴압박 분율은 최소한 60% 이상이어야 하며, 가능한 높게 유지할 것을 권장한다(강한 권고, 낮은 확신도). 병원 내에서 동맥압 또는 호기말 이산화탄소 분압 등을 모니터링하면서 심폐소생술을 시행할 때 자발순환회복을 시사하는 생리학적 지표가 관찰되는 경우(동맥의 파형 또는 호기말 이산화탄소 분압의 급격한 상승), 심장 리듬 확인을 위하여 가슴압박을 잠시 멈출 수 있다.

7) 가슴압박의 교대

가슴압박을 시작한 뒤 90-120초가 지나면 가슴압박 깊이가 감소하기 시작한다.[76] 2분마다 가슴압박을 시행하는 구조자를 교대할 경우 가슴압박 품질을 적절하게 유지하면서 동시에 심장 리듬을 분석할 수 있는 장점이 있다. 따라서, 두 명 이상의 구조자가 있을 경우 가슴압박의 품질이 저하되는 것을 막기 위해 가슴압박을 시행하는 구조자를 2분마다(또는 가슴압박과 인공호흡을 30:2의 비율로 시행할 경우 5주기의 심폐소생술마다) 교대하면서 심장 리듬을 확인하는 것을 고려할 수 있다.

8) 바닥 상태

매트리스처럼 부드러운 표면에서 심폐소생술을 시행할 경우, 가슴과 바닥이 함께 눌리게 되므로 가슴압박의 깊이를 감소시킬 수 있다.[77] 구조자가 그것을 감안하여 압박 깊이를 더하여 효과적인 압박을 제공할 수는 있겠지만,[78-84] 가능한 경우 단단한 표면에서 가슴압박을 수행하는 것이 바람직하다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[10] 침대의 매트리스에 단단함(stiffness)을 증가시키는 모드가 있을 경우 활성화하여 사용할 것을 권장한다(전문가합의 권고). 그러나 가슴압박 깊이를 개선하기 위해 환자를 침대에서 바닥으로 옮기는 것은 심폐소생술 시행을 지연시키므로 시행하지 않도록 한다. 백 보드(backboard) 사용의 효과에 대해서는 아직까지 충분한 근거가 없지만 병원 내 심장정지 환자에게 심폐소생술 시행 시 일부 가슴압박 깊이의 개선효과가 보고되었다. 따라서 충분한 사전

교육이 시행되고 프로토콜에 포함되어 있다면 백 보드 사용을 유지할 것을 권고한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 그러나 병원 내 심폐소생술 적용 시에 백 보드 적용을 신규로 도입하여 교육하는 것은 비용 대비 효과가 제한적이기 때문에 권장하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

9) 가슴압박에 의한 합병증

의식은 없으나 심장정지 상태는 아닌 환자에게 가슴압박을 시행하더라도 중대한 합병증을 초래할 가능성은 매우 낮다.[53] 가슴압박을 시행한 부위의 통증(8.7%), 골절(늑골 및 쇄골 등) (1.7%), 횡문근융해증(0.3%) 등이 초래될 수 있으며, 복강내 장기손상은 보고되지 않았다.[53] 따라서, 심장정지가 아닌 사람에게 심폐소생술을 하더라도 손상을 입힐 가능성은 낮으므로, 심장정지가 의심되는 사람을 목격한 경우 즉시 심폐소생술을 시작할 것을 권고한다.

10) 가슴압박소생술

심폐소생술 중 가슴압박만 시행하는 가슴압박소생술은 구조자가 심폐소생술 훈련을 받지 않은 일반인이거나 인공호흡을 제공할 의사가 없을 경우 사용될 수 있다. 일반인 구조자를 대상으로 가슴압박소생술을 적극적으로 보급한 결과, 병원 밖 심장정지 환자의 신경학적으로 양호한 예후를 가진 생존율이 향상되었으며, 이와 같은 결과는 일반인 구조자의 심폐소생술 실시율이 증가되었기 때문인 것으로 보고된 바 있다.[85]

가슴압박소생술과 통상적인 심폐소생술(가슴압박과 인공호흡을 함께 하는 심폐소생술)의 효과를 비교하는 연구는 여러 차례 시행되었다. 몇몇 관찰 연구에서는 가슴압박과 인공호흡을 함께 제공하는 통상적인 심폐소생술이 가슴압박소생술에 비해 더 좋은 결과를 보인 반면,[6,85,86] 다른 연구들에서는 두 방법 간에 결과에 차이가 없었다.[87-95] 그러나 통상적인 심폐소생술의 잠재적인 이득을 고려할 때, 구조자가 적절한 교육을 받았을 경우 가슴압박과 인공호흡을 함께 시행할 수 있도록 격려해야 한다. 특히 심장정지의 원인이 질식일 경우 가슴압박소생술을 장시간 시행하면 심폐소생술 시간이 연장됨에 따라 동맥내 산소량이 감소하므로 통상적인 심폐소생술에 비해 효과가 떨어진다.[6] 따라서 훈련을 받은 구조자는 심장정지의 원인에 따라 적절한 방법을 선택할 수 있어야 한다.

11) 기타 소생술

심장정지 환자의 머리를 20-30도 이상 올린 상태에서 기계적 가슴압박 장치와 저항역치밸브를 결합 치료 전략으로 함께 적용한 머리 거상 심폐소생술 연구에서 일부 호기말 이산화탄소 분압, 뇌동맥혈류량 및 생존율 증가가 보고되었다. 그러나 결합 치료 적용에 따른 자료 편향의 위험성이

높으며, 머리 거상 심폐소생술을 적용하기 위해서는 별도의 장비 구입과 상당한 교육과 훈련이 필요한 점을 고려하여 일상적인 적용을 권장하지 않으며, 향후 효용성과 비용편익 효과성에 대한 추가적인 임상시험을 시행할 것을 권장한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

심장정지 상황에서는 환자에게 스스로 반복적인 기침을 하도록 유도하는 기침 심폐소생술을 시행하지 않도록 한다. 다만, 예외적으로 심혈관조영술 시행 중일 때와 같이 병원 내에서 심전도와 혈압 등을 감시하는 도중에 심장정지가 임박한 경우, 환자의 의식이 명료하게 유지되는 상황에서 표준심폐소생술 또는 제세동이 시행되기 전에 기침 심폐소생술을 고려해볼 수 있다. 심장정지 상황에서는 전흉부가격이나 주먹조율을 시행하지 않도록 권고한다.

가슴압박 중 허상제거알고리즘을 통한 심전도 리듬분석을 일상적으로 사용하지 말 것을 제안한다. 그러나 이러한 허상제거알고리즘을 이용한 심전도 리듬분석의 유용성에 대한 연구는 수행될 수 있다.

5. 기도유지 및 인공호흡

2025년 심폐소생술 가이드라인은 2020년과 동일하게 인공호흡을 시행하기 전에 가슴압박을 먼저 시행할 것을 제안한다. 가슴압박을 우선하는 심폐소생술 순서는 가슴압박의 중요성을 강조하고 가슴압박을 신속히 시작하도록 하기 위한 것이다. 인공호흡 역시 심폐소생술에서 중요한 부분이며, 효율적인 기도유지와 인공호흡은 심장정지 환자의 생존에 필수적인 요소이다. 특히, 저산소증에 의한 질식성 심장정지가 확실한 익수 환자의 경우 교육받은 일차반응자나 의료종사자는 가슴압박보다 인공호흡부터 시작할 것을 권장한다(보편타당한 권고).

1) 기도유지 방법

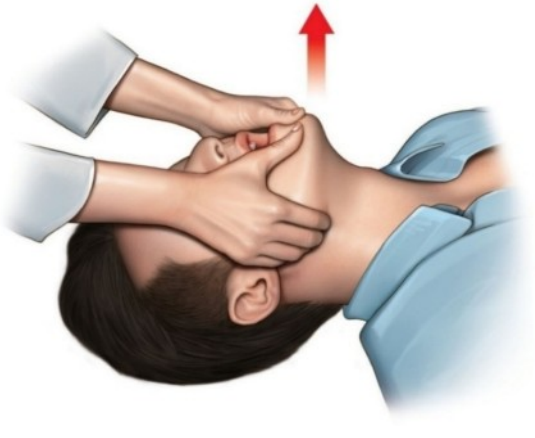
(1) 일반인 구조자에 의한 기도유지

가슴압박과 인공호흡을 자신 있게 수행할 수 있도록 훈련된 구조자는 머리기울임-턱들어올리기(head tilt-chin lift) 방법을 사용하여 기도를 개방한다([그림 3-11]). 이 방법은 한 손을 심장정지 환자의 이마에 대고 손바닥으로 압력을 가하여 환자의 머리가 뒤로 기울어지게 하면서, 다른 손의 손가락으로 아래턱의 뼈 부분을 머리 쪽으로 당겨 턱을 받쳐 주어 머리를 뒤로 기울이는 것이다. 이때 턱 아래 부위의 연부조직을 깊게 누르면 오히려 기도를 막을 수 있기 때문에 주의한다. 기도가 열리면 환자의 입을 열어 입-입 호흡을 준비한다. 일반인 구조자에게는 교육 및 시행의 어려움으로 턱밀어올리기(jaw thrust)를 권장하지 않는다.

[그림 3-11] 머리기울임-턱들어올리기 방법

(2) 의료종사자에 의한 기도유지

의료종사자는 머리나 목에 외상의 증거가 없는 심장정지 환자의 기도를 확보할 때, 머리기울임-턱들어올리기 방법으로 기도를 유지한다. 경추 손상이 의심되는 경우에는 머리를 신전 시키지 않는 턱밀어올리기 방법을 사용하여 기도를 확보한다. 이 방법은 구조자가 심장정지 환자의 머리 쪽에서 두 손을 각각 환자 머리의 양 옆에 두고, 팔꿈치는 바닥에 닿게 한다. 그리고 두 손으로 아래턱 모서리를 잡아 위로 들어 올린다. 입술이 닫히면 엄지손가락으로 아랫입술을 밀어 열리게 한다([그림 3-12]). 기도 개방을 유지하고 적절한 환기를 제공하는 것이 경추 손상의 보호보다 우선되기 때문에, 만약 이 방법이 기도확보에 적절하지 못한 경우에는 머리기울임-턱들어올리기 방법을 사용한다. 척추 손상 위험이 의심되는 경우에는 척추고정 장치를 적용하는 것보다 먼저 구조자의 손으로 척추 움직임을 제한하는 것을 고려한다. 척추고정 장치는 기도유지를 방해할 수 있으나, 환자를 이송하는 과정에는 필요하다.



[그림 3-12] 턱밀어올리기 방법

(3) 기도유지 보조도구 사용

기침 또는 구역반사 위험이 없는 무의식 환자의 심폐소생술에서는 혀에 의한 기도폐쇄를 예방하고 효율적인 인공호흡을 위해 입인두기도기(oropharyngeal airway)나 코인두기도기(nasopharyngeal airway) 같은 기도유지 보조도구를 사용할 것을 권장한다. 그러나, 부적절하게 위치된 경우에는 오히려 기도폐쇄를 유발할 수 있기 때문에 주의해야 하며, 사전에 충분한 교육을 받아야 한다. 두개저 골절(basal skull fracture)이 의심되거나 심한 응고병증이 있는 경우에는 코인두기도기 보다 입인두기도기의 사용이 좀 더 선호된다.

2) 인공호흡 방법

인공호흡에 대한 사항은 다음과 같다.

① 1초에 걸쳐 인공호흡을 시행한다.
② 과소환기가 되지 않도록 가슴상승이 눈으로 확인될 정도의 충분한 일회 호흡량으로 시행한다.
③ 2인 구조자 상황에서 전문기도기(기관 튜브, 후두마스크 기도기 등)가 삽관된 경우에는 6초마다 1회의 인공호흡(분당 10회)을 시행한다.
④ 가슴압박 동안에 인공호흡이 동시에 이루어지지 않도록 주의한다.
⑤ 인공호흡을 과도하게 하여 과환기를 유발하지 않도록 주의한다.

정상인에게는 산소화와 이산화탄소 배출을 유지하기 위해 체중 1 kg당 8-10ml의 일회 호흡량이 필요하다.[63] 심폐소생술에 의한 심장박출량은 정상의 약 1/4에서 1/3 정도이므로, 폐에서의 산소-이산화탄소 교환량이 감소한다.[96] 심폐소생술 중에는 정상적인 일회 호흡량이나 호흡수 보다 더 적은 환기를 하여도 효과적인 산소화와 이산화탄소의 교환을 유지할 수 있다.[97] 따라서 성인 심폐소생술 중에는 500-600ml (6-7ml/kg)의 일회 호흡량을 유지한다. 이 일회 호흡량은 가슴 팽창이 눈으로 관찰될 때 생성되는 일회 호흡량과 일치한다.

심폐소생술에서 인공호흡의 일차 목적은 적절한 산소화를 유지하는 것이며, 이차 목적은 이산화탄소를 제거하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위한 최적의 흡입산소농도, 일회 호흡량과 호흡수는 알려지지 않았다. 갑작스러운 심실세동 심장정지가 발생한 직후 몇 분 동안, 인공호흡은 가슴압박보다 중요하지 않다. 심장정지가 갑자기 발생한 경우에는 심폐소생술이 시작되기 전 또는 심폐소생술 시작 후 수 분 동안은 동맥혈 내의 산소 함량이 유지되기 때문이다.[98] 심장정지가 지속되거나 심장정지 후 경과한 시간을 정확히 모를 경우에는 인공호흡과 가슴압박이 모두 중요하다. 또한 익수 등 저산소증을 초래하는 질식성 심장정지 환자는 반드시 인공호흡을 시행해야 한다.

기도폐쇄 또는 폐유순도가 저하된 환자들은 가슴 상승을 확인할 수 있을 정도의 적절한 환기를 위해 높은 압력이 필요할 수 있다. 이러한 환자들에게 백마스크의 압력완화 밸브(pressure-

relief valve)를 사용하는 경우에는 충분한 일회 호흡량이 전달되지 않을 수 있다. 기도폐쇄 또는 폐유순도가 저하된 환자에게 인공호흡을 할 때에는 압력완화 밸브를 대체하여 높은 압력을 사용할 수 있는지 백마스크 장비를 확인해야 하며, 필요하다면 가슴의 팽창을 눈으로 확인한다.

과도한 환기는 불필요하며, 위 팽창과 그 결과로써 역류, 흡인 같은 합병증을 유발할 수 있다. 과도한 환기는 흉강 내압을 증가시키고 심장으로 정맥혈 귀환을 저하시켜 심장박출량과 생존율을 감소시키므로 오히려 해가 된다. 따라서 심폐소생술 동안 심장정지 환자에게 과도한 인공호흡을 시행해서는 안 된다.

(1) 입-입 인공호흡

입-입 인공호흡을 할 때는 먼저 환자의 기도를 개방하고, 환자의 코를 막은 다음 구조자의 입을 환자의 입에 밀착시킨다. 인공호흡은 '보통 호흡'을 1초 동안 환자에게 불어넣는 것이다. 보통 호흡이란 구조자가 숨을 깊이 들이 쉬는 것이 아니라 평상 시 호흡과 같은 양을 들이쉬는 것이다. '깊은 호흡'보다 '보통 호흡'을 하는 것은 환자의 폐가 과다팽창 되는 것을 방지하고, 구조자가 과호흡할 때 발생되는 어지러움이나 두통을 예방할 수 있기 때문이다. 인공호흡이 실패하는 가장 흔한 원인은 부적절한 기도 개방이므로, 첫 번째 인공호흡을 시도했을 때 환자의 가슴이 상승되지 않는다면 머리기울임-턱들어올리기를 다시 정확하게 시행한 다음에 두 번째 인공호흡을 시행한다.

만약 자발순환이 있는 환자(예, 강한 맥박이 쉽게 만져지는 경우)에게 호흡 보조가 필요한 경우에는 분당 10회, 즉 6초마다 한 번씩 인공호흡을 시행할 것을 권장한다(전문가합의 권고).

(2) 입-보호기구(barrier device) 인공호흡

구조자는 입-입 인공호흡을 직접 시행하기 보다는 보호기구 사용을 선호한다. 그러나 입-입 인공호흡을 통해 질병이 전염될 위험성은 매우 낮은 것으로 알려져 있으므로 보호기구를 준비하기 위해 인공호흡을 지연시키지 않아야 한다.

(3) 입-코, 입-창(stoma, 스토마) 인공호흡

입-코 인공호흡은 환자의 입을 통해 인공호흡을 할 수 없거나 입을 열 수 없는 경우, 입과 입의 밀착이 어려운 경우나 환자가 물속에 있는 경우에 입-입 인공호흡 대신으로 권장한다.

환자가 기관절개 창(stoma)을 가지고 있는 경우에는 입-창 인공호흡을 시행하는데, 둥근 소아용 안면마스크를 창 주변에 꼭 맞게 밀착시켜 사용할 수도 있다. 입-창 인공호흡의 안전성, 효과, 수행 가능성에 대한 과학적 근거는 아직 발표된 바 없으나, 후두절제술을 받은 환자를 대상으로 한

연구에서 소아용 안면마스크의 사용이 표준 환기 마스크보다 창 주위를 더 잘 밀폐시킬 수 있었음을 보여 주었다.

(4) 백마스크 인공호흡

백마스크를 사용하여 인공호흡을 시행할 수 있다. 백마스크 인공호흡은 전문기도유지 없이 양압 환기를 제공하므로 위 팽창과 이로 인한 합병증을 유발할 수 있다.

① 백마스크 기구

백마스크 기구는 재호흡을 막는 밸브, 교체 가능한 압력완화 밸브, 표준 15mm 및 22mm 연결부위, 고농도 산소공급이 가능한 산소 저류장치(reservoir)를 갖추어야 한다. 또한 분당 30L의 산소 흐름에도 문제가 발생되지 않아야 하며, 일상적인 온도뿐 아니라 극단적인 온도에서도 안전하게 기능할 수 있어야 한다. 마스크는 역류 여부를 관찰할 수 있도록 반드시 투명한 재질로 만들어져야 하며, 얼굴에 꼭 맞게 밀착될 수 있어야 하고, 입과 코 모두를 덮을 수 있어야 한다.

② 백마스크 인공호흡

백마스크 인공호흡을 능숙하게 시행하기 위해서는 상당한 연습이 필요하기 때문에 혼자서 심폐소생술을 시행하는 경우에는 권장하지 않는다. 백마스크는 경험을 갖춘 2인 이상의 구조자가 사용할 때 가장 효과적이다. 한 구조자가 환자의 기도를 확보하고 얼굴에 마스크를 밀착시키는 동안 다른 구조자는 백을 눌러 인공호흡을 시행한다. 인공호흡을 시행할 때에는 가슴의 상승을 관찰한다.

구조자는 성인 환자에게 약 500-600ml의 일회 호흡량을 성인용 백(1-2리터)으로 제공한다. 만약 기도가 확보되어 있다면, 얼굴과 마스크 사이를 밀착시키고 1리터 성인용 백을 2/3정도 또는 2리터 성인용 백을 1/3정도 압박하면 적절한 일회 호흡량을 제공할 수 있다. 전문기도가 확보되기 전까지는 30회 가슴압박과 2회 인공호흡을 반복하며, 인공호흡을 할 때에는 가슴압박을 잠시 멈추고 인공호흡을 시행한다. 인공호흡은 1초 동안 시행하며, 가능하면 산소(산소농도 40% 이상, 최소 10-12L/min)를 함께 투여한다.

(5) 전문 기도기(advanced airway) 삽관 후의 인공호흡

전문 기도기가 삽관 된 후에는 30회의 가슴압박과 2회의 인공호흡의 주기를 더 이상 유지할 필요가 없다. 가슴압박을 중단하지 않고 분당 100회-120회의 속도로 가슴압박을 시행하며, 인공호흡은 6초마다 1회씩(분당 10회 속도) 시행한다. 기관내삽관과 더불어 기관 속으로 관을 넣지 않고 후두에 위치시키는 성문상 기도기(supraglottic airway)가 전문기도유지 방법으로

사용되고 있다. 특히 후두마스크 기도기(laryngeal mask airway, LMA), 식도-기관 콤비튜브(esophageal-tracheal Combitube), 후두 기도기(laryngeal airway)는 현재 여러 나라에서 소생술 장비로 사용되고 있다. 전문 기도기를 삽관하고 기도기를 통하여 인공호흡을 시행하는 것은 충분한 훈련과 경험이 있는 응급의료종사자들에게만 허용된다. 아직까지 전문 기도기의 사용이 심장정지 환자의 생존율을 높인다는 증거는 불충분하며, 어느 종류의 전문 기도기가 더 우월한 지는 입증되지 않았다.[99-102] 따라서 모든 성인 심장정지에서 심폐소생술 동안 초기 전문 기도기로서 성문상 기도기 또는 기관튜브 중 어느 것이든 사용할 수 있다.

(6) 백마스크 대 전문기도기

전문 기도기(기관튜브, 후두마스크기도기, 후두기도기, 콤비튜브)를 삽입한 것이 백마스크를 이용한 기도 관리에 비하여 낮은 생존율을 나타낸 여러 관찰 연구가 있었으나 근거 수준은 매우 낮다.[103] 따라서 의료종사자는 성인 심장정지 환자에게 심폐소생술을 하는 동안 백마스크 또는 전문 기도기 삽관 중 어느 방법을 선택해도 된다.

(7) 심폐소생술에서 수동적 산소 공급과 양압 산소 공급

가슴압박소생술을 할 경우에 가슴이 압박-이완되면서 수동적인 환기가 발생될 수 있으므로, 인공호흡을 하지 않더라도 산소마스크 또는 단순한 기도기를 사용하면 산소가 폐로 들어갈 수 있을 것이라는 주장이 있다. 목격된 심실세동이나 심실빈맥을 보인 환자를 대상으로 입인두기도기와 안면마스크를 사용하여 수동적으로 고농도 산소를 투여한 경우가 백마스크 보조호흡을 시행한 경우보다 생존율이 높았다는 보고가 있다.[104] 그러나 이 방법의 우수성을 증명한 추가 연구가 없으며, 해당 연구가 시행된 응급의료체계의 환경은 우리나라의 의료 환경과 다르다. 따라서 병원 밖 단계에서 가슴압박소생술을 하는 동안 입인두기도기를 삽입하고 마스크를 통해 산소를 수동적으로 공급하는 것을 일상적으로 제안하지 않는다. 가슴압박소생술을 시행하는 일반인을 위해 어떤 특수한 수동적 기도유지 또는 환기 방법을 사용하도록 권장할 근거는 불충분하다.

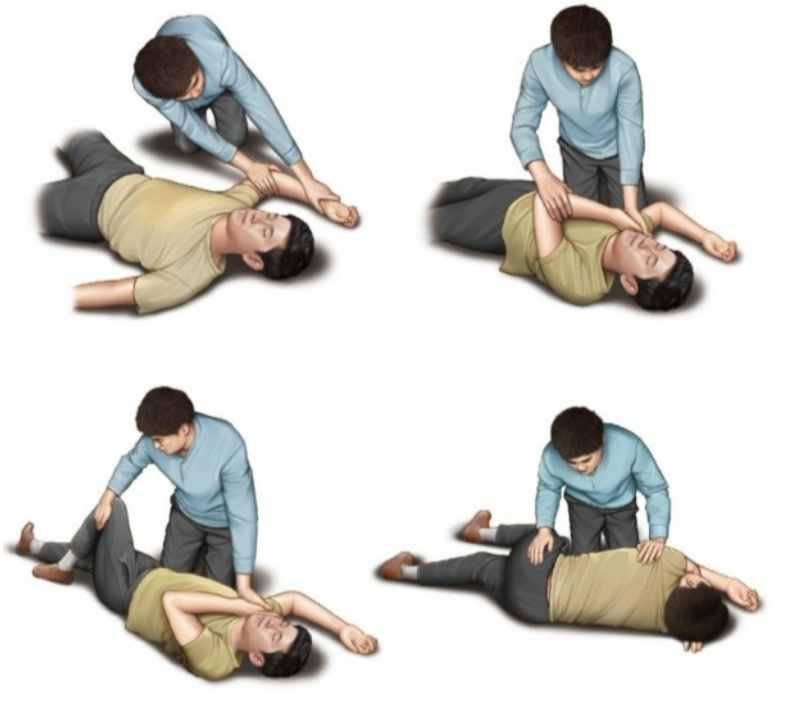
(8) 윤상연골 압박

윤상연골 압박은 심장정지 환자의 윤상연골을 압박하여 기관을 후방으로 밀어냄으로써 식도를 압박하는 술기이다. 이 방법은 위 팽창을 예방하고, 백마스크 인공호흡 동안의 역류나 흡인의 위험성을 감소시키는 것으로 알려져 왔다. 그러나 연구 결과에 따르면 윤상연골 압박은 심폐소생술을 방해할 수 있으며, 시행하더라도 여전히 약간의 흡인이 발생할 수 있음이 알려졌다. 윤상연골 압박은 몇몇 특수 상황(예, 기관내삽관 시 성대를 관찰하기 쉽게 하기 위한 경우)에서 시행할 수 있으나, 성인의 심폐소생술 과정에서 윤상연골 압박을 일상적으로 사용하는 것은 권장하지 않는다.

6. 현장 소생술 시간과 회복 자세

현장에서 심폐소생술을 언제까지 하는 것이 적절한지에 대해서는 논란이 있다. 일반인 구조자의 경우 구급대가 도착할 때까지, 병원 내 심장정지의 경우에는 원내 전문소생술 팀이 도착할 때까지 기본소생술을 시행하는 것을 권고한다. 응급의료종사자의 경우 현장에서 6분(3 주기의 심폐소생술) 동안 소생술을 시행한 후에도 반응이 없으면 병원으로 이송을 고려할 수 있다. 전문소생술이 가능한 경우 현장에서 10분 동안 소생술을 시행한 후에도 순환회복이 되지 않으면 이송을 고려하되, 직접 의료지도 의사의 판단에 따라 연장을 고려할 수 있다.[105-108]

환자가 반응은 없으나 정상적인 호흡과 효과적인 순환이 나타나는 경우에는 회복 자세를 취해주는 것이 권장된다. 회복 자세는 혀나 구토물로 인해 기도가 막히는 것을 예방하고 흡인의 위험성을 줄이기 위한 방법이다. 회복 자세를 취해주는 방법은 몸 앞쪽으로 한쪽 팔을 바닥에 대고 다른 쪽 팔과 다리를 구부린 채로 환자를 옆으로 돌려 눕힌다([그림 3-13]). 이상적인 자세는 환자를 옆으로 눕혀 머리의 위치는 낮게 하고 호흡을 방해할 수 있는 압력이 가슴에 가해지지 않아야 한다. 건강한 자원자를 대상으로 한 연구에서 척수 손상이 있거나 의심되는 경우, 한쪽 팔을 위로 펴고 머리를 팔에 댄 상태로 양다리를 함께 구부린 자세가 더 적합한 것으로 보고되었다.[109]



[그림 3-13] 회복 자세

7. 자동제세동기

심장정지 환자에서 심폐소생술은 뇌손상을 지연시킬 수 있는 약간의 시간을 확보할 수는 있지만 즉시 심장박동을 회복시키지는 못한다. 자발순환을 회복시키려면 심장정지 초기에 제세동 처치가 시행되어야 한다. 제세동이 지연되면 심장정지 환자의 생존율은 5분에 50%, 7분에 30%, 9-11분에 10%, 12분에 2-5%로 감소되는 반면, 심장정지 발생 후 1분 이내에 제세동이 이루어졌을 때의 생존율은 90%까지 달성 가능함이 보고되었다.[27] 따라서 쓰러진 사람을 발견했는데 반응이 없다고 판단되는 경우, 심장정지 상황으로 생각하여 즉시 119에 도움을 요청하고, 주변 사람에게 자동제세동기를 가져오도록 하여 빠른 제세동이 가능하도록 하며, 목격자는 즉시 심폐소생술을 시행해야 한다.

1) 자동제세동기

갑자기 발생된 심장정지의 대부분은 심실세동에 의해 유발되며, 심실세동의 가장 중요한 치료는 전기적 제세동(electrical defibrillation)이다.[110,111] 제세동 성공률은 심실세동 발생 직후부터 1분마다 7-10%씩 감소되므로, 제세동은 심장정지 현장에서 신속하게 시행되어야 한다.[27,112] 자동제세동기(automated external defibrillator, AED)는 의료 지식이 충분하지 않은 일반인이나 의료종사자들이 쉽게 사용할 수 있도록 환자의 심전도를 자동으로 분석하여 제세동이 필요한 심장정지를 구분해 주며, 사용자가 제세동을 시행할 수 있도록 유도하는 장비이다. 의료종사자들이 사용하는 자동제세동기라는 용어가 일반인에게는 익숙하지 않기 때문에, 일반인에서는 자동제세동기와 자동심장충격기라는 용어를 같이 사용한다. 자동제세동기는 신속하게 사용될 수 있도록 많은 사람들이 이용하는 공공장소에 설치되어야 하며, 심장정지 환자를 발견한 사람은 누구라도 지체 없이 자동제세동기를 사용해야 한다.

2) 일반인 제세동 프로그램

병원 밖 심장정지 환자의 생존율을 증가시키기 위해, 많은 사람들이 이용하는 공공장소에 자동제세동기를 설치하고 일반인에게 자동제세동기 교육을 시행하는 일반인 제세동(public access defibrillation, PAD) 프로그램은 전세계적으로 시행되고 있다.[113-116] 일반인 제세동 프로그램의 목적은 심장정지 발생 위험이 높은 장소에 자동제세동기와 훈련된 일반인을 미리 배치하여 심장정지 환자에게 목격자 심폐소생술과 제세동 처치가 신속하게 시행되도록 함으로써 궁극적으로 병원 밖 심장정지 환자의 생존율을 증가시키는 것이다.[117,118] 실제로 2020년 ILCOR에서 검토한

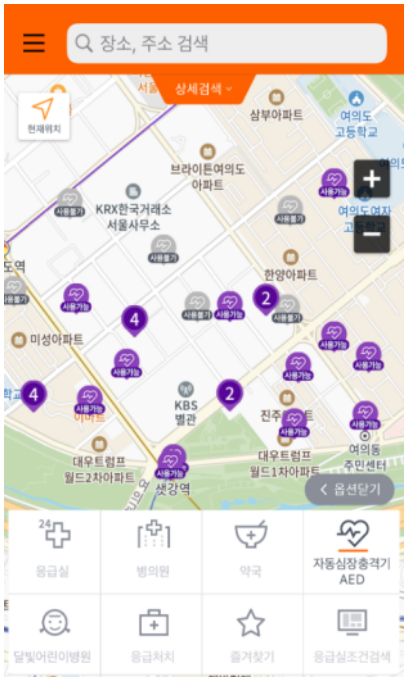
1개의 무작위대조연구와 30여 개의 관찰 연구에서 일반인 제세동 프로그램은 제세동까지의 시간을 단축시킴으로써 병원 밖 심장정지 환자의 생존율과 신경학적 예후를 향상시키는 것으로 보고되었다.[118,119] 이에 우리나라에서도 병원 밖 심장정지 환자의 생존율 향상을 위해 일반인 제세동 프로그램을 시행할 것을 권고한다.

3) 성공적인 일반인 제세동 프로그램의 조건

일반인 제세동 프로그램이 성공하려면, 우선 자동제세동기를 심장정지 발생 위험이 높은 장소에 설치해야 한다. 실제로 병원 밖 심장정지는 과거에 심장정지 환자가 발생한 장소에서 다시 발생할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다.[113] 이에 따라 일부 일반인 제세동 프로그램은 2년 이내에 한 번 이상 병원 밖 심장정지 환자가 발생한 장소를 대상으로 시행되었다.[118,120] 2015년 유럽소생위원회에서는 5년 이내에 한 번 이상 병원 밖 심장정지 환자가 발생된 장소에 자동제세동기를 설치할 것을 권고하고 있다.[121] 그러나 아직까지 심장정지 발생 위험이 높은 장소에 대한 명확한 기준이 없는 실정으로 향후 적절한 자동제세동기의 설치 수 및 효과적인 자동제세동기 배치 전략 등에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

일반인 제세동 프로그램의 효과에도 불구하고 아직까지 실제 심장정지 상황에서 일반인 목격자에 의해 자동제세동기가 적용되는 비율은 매우 낮은 것으로 보고되고 있다.[122,123] 자동제세동기의 활용률을 높이기 위해서는 자동제세동기의 적절한 배치와 더불어 심장정지를 목격한 구조자가 주변에 비치된 자동제세동기를 쉽게 찾아서 사용할 수 있어야 한다. 이를 위해 일부에서는 자동제세동기를 레지스트리에 등록하여 관리함으로써 일반인 구조자에게 자동제세동기의 위치정보를 인터넷이나 지리정보 시스템을 활용하여 제공하고 있다.[124,125] 우리나라에서도 자동제세동기를 체계적으로 등록하여 관리하고 있으며, 국립중앙의료원 홈페이지(https://www.nmc.or.kr/nmc/aed) 등에서 자동제세동기 위치 검색이 가능하고, 스마트폰 앱으로도 자동제세동기 위치 정보 확인이 가능하다([그림 3-14]).

안드로이드 https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.go.mw&hl=ko&pli=1
iOS https://apps.apple.com/kr/app/응급의료정보제공/id385668523



[그림 3-14] 자동제세동기의 정보 검색 서비스(스마트폰 앱 QR code)

최근에는 구급상황(상담)요원이 신고자에게 심장정지 현장 주변에 배치된 자동제세동기의 위치를 확인하여 안내하거나 휴대전화 앱이나 문자 메시지 시스템을 활용하여 자동제세동기의 위치를 안내하는 방법 등이 연구되고 있다. 실제로 네덜란드에서 시행한 한 연구에서는 신고를 받은 구급상황(상담)요원이 심장정지 환자 인근에 위치한 다수의 일반인 구조자에게 심장정지 발생 위치와 주변에 배치된 자동제세동기의 위치를 문자 메시지로 안내함으로써 제세동 처치 시간을 단축하였음을 보고하였다.[126] 이와 같이 일반인 제세동 프로그램이 성공하기 위해서는 심장정지 발생 위험이 높은 장소에 자동제세동기를 적절히 배치하고, 심장정지 현장에 훈련된 구조자와 자동제세동기가 신속하게 도착하여 응급처치를 시행할 수 있도록 초기 대응 계획을 수립해야 하며, 이를 위한 반복적인 교육 및 훈련을 시행해야 한다.[114] 또한 자동제세동기를 언제든지 사용할 수 있도록 사용 가능 여부, 작동 상태, 배터리 성능, 패드의 상태와 유효 기간 등을 항상 점검해야 한다.[114]

4) 자동제세동기의 종류

자동제세동기는 구조자에게 제세동을 유도하는 방법에 따라 완전 자동제세동기(fully automated)와 반자동 제세동기(semi-automated)로 구분된다. 완전 자동제세동기는 전원을 켠 후 환자의

가슴에 패드를 부착하면 제세동기 스스로 환자의 심전도를 분석하고 에너지를 충전하여 구조자에게 알린 뒤 제세동을 자동적으로 시행한다. 반자동 제세동기는 심전도를 분석하여 제세동이 필요한 경우에 구조자가 제세동 시행 버튼을 누르도록 음성 또는 화면으로 지시한다. 일반인을 대상으로 한 자동제세동기 교육 및 홍보가 부족한 우리나라에서는 현재 반자동 제세동기가 주로 보급되고 있다.

예전에는 두 개의 패드를 환자의 가슴에 각각 부착한 뒤에 자동제세동기 본체와 패드를 서로 연결해야 하는 형태의 자동제세동기가 사용되었다. 최근에는 두 개의 패드가 자동제세동기 본체에 이미 연결된 형태(pre-connected)의 자동제세동기가 주로 보급되고 있다. 이런 형태의 자동제세동기는 전원을 켠 뒤에 환자의 가슴에 두 개의 패드를 부착하기만 하면 되므로 일반인도 쉽게 사용할 수 있다. 최근에는 목격자에 의해 시행되는 가슴압박의 속도와 깊이, 인공호흡의 주기 등을 음성으로 안내하는 기능을 갖춘 자동제세동기도 설치되고 있다.

5) 자동제세동기 사용 방법

자동제세동기의 사용 방법은 종류 및 제조회사에 따라 약간의 차이가 있으나 기본적인 사용 원칙은 다음과 같다. 심폐소생술을 시행하고 있는 도중에 자동제세동기가 도착하면, 먼저 자동제세동기를 심폐소생술에 방해가 되지 않는 위치에 놓은 후에 전원 버튼을 누른다. 환자의 상의를 벗긴 후에, 두 개의 패드를 포장지에 그려져 있는 대로 환자의 가슴에 단단히 부착한다. 패드 부착 부위에 땀이나 기타 이물질이 있으면 제거한 뒤에 패드를 부착한다. 자동제세동기가 심장정지 환자의 심전도를 분석하는 동안 혼선을 주지 않기 위해 환자와의 접촉을 피하고, 환자의 몸이 움직이지 않도록 한다. 제세동이 필요한 경우라면 '제세동이 필요합니다'라는 음성 또는 화면 메시지와 함께 자동제세동기가 스스로 제세동 에너지를 충전한다. 이후에 '제세동 버튼을 누르세요'라는 음성 또는 화면 지시가 나오면, 안전을 위하여 심장정지 환자와 접촉한 사람이 없음을 확인한 뒤에 제세동 버튼을 누른다. 제세동 처치를 시행 받은 후 심장정지 환자의 심장 리듬은 종종 무수축 및 무맥성전기활동과 같은 비관류 심장리듬(non-perfusing rhythm)으로 전환된다. 구조자는 제세동 시행 직후에 즉시 심폐소생술을 다시 시작하여 가슴압박 중단 시간을 최소화해야 한다. 자동제세동기가 '제세동이 필요하지 않습니다.'라고 분석한 경우에도 마찬가지로 심폐소생술을 다시 시작한다([그림 3-15]). 자동제세동기는 2분마다 환자의 심전도를 자동으로 분석하여 제세동의 필요성을 판단한다. 그러므로 구조자는 환자에게 자동제세동기를 적용한 상태로 119 구급대가 현장에 도착하거나 환자가 회복되어 깨어날 때까지 심폐소생술과 제세동을 반복하여 시행한다.

자동제세동기의 패드는 심장에 최대의 전류를 전달할 수 있는 위치에 부착되어야 한다. 한 패드를 오른쪽 빗장뼈 아래에 부착하고, 다른 패드는 왼쪽 젖꼭지 아래의 중간겨드랑선(midaxillary

line)에 부착하는 전외 위치법(antero-lateral placement)이 일반적으로 사용된다. 다른 방법으로는 두 개의 패드를 가슴의 앞뒤로 부착하는 전후 위치법이나 한 패드를 흉골의 왼쪽에 부착하고, 다른 패드는 등의 견갑골 밑에 부착하는 방법 등이 있다. 패드를 부착하는 방법에 따른 제세동 성공률은 서로 비슷하며, 비교적 적용하기 편리한 전외 위치법이 가장 많이 사용된다.

[그림 3-15] 자동제세동기 사용 순서

전원 켜기 - 전극 부착 - 리듬 분석 - 제세동

자동제세동기 적용을 위해 여성 환자의 브래지어를 제거하는 것이 필요한지에 대한 연구가 충분히 이루어지지 않았지만, 여성들은 일반인 제세동 프로그램에서 자동제세동기 적용률이 낮을 수 있다고 보고되었다.[127] 여성에게 심폐소생술 중 브래지어 제거로 인해 가슴을 드러내는 것을 불편하게 여기고, 부적절한 접촉과 성폭행으로 오해될 것을 두려워한다고 조사되었으며, 일반인 제세동 프로그램에서 여성에 대한 자동제세동기 적용 의지가 낮을 수 있다고 보고되었다.[128]

여성 심장정지 환자에게 브래지어를 착용한 상태로 자동제세동기의 제세동을 시행했을 때의 부작용은 충분히 연구되지 않았지만, 동물 연구에서 브래지어 착용에 따른 부작용(피부 화상 또는 자동제세동기 적용 부작용)은 없다고 보고되었다.[129] 충분한 연구 결과는 없지만, 일반인 심폐소생술 프로그램에서 여성 심장정지 환자의 브래지어를 반드시 제거할 필요는 없다고 권고한다.[3,12]

6) 소아에서 자동제세동기의 사용

8세 미만의 소아는 성인에 비해 심장정지의 발생빈도가 적으며, 다양한 원인에 의해 심장정지가 유발된다.[130] 소아 심장정지 환자의 초기 심전도의 5-15%는 심실세동인 것으로 보고되고 있으며, 이 경우에는 성인과 마찬가지로 제세동을 해야 한다.[131-135]

소아 심장정지 환자에게는 성인에 비해 적은 에너지인 2-4 J/kg로 제세동을 하는 것이 권고되며, 일부 자동제세동기는 성인용 패드를 소아용 패드로 교체하거나 소아용 열쇠를 꽂음으로써 제세동 에너지를 줄이도록 설계되어 있다.[136,137] 그러므로 8세 미만의 소아 심장정지 환자에게는 가능한 한 소아 제세동 용량으로 변경한 뒤에 자동제세동기를 적용하는 것이 바람직하다. 그러나 소아용 패드나 에너지 용량 조절장치가 구비되어 있지 않은 경우에는 성인용 자동제세동기를 그대로 적용할 수 있다. 1세 미만의 영아에게 수동제세동기를 적용하는 것이 바람직하지만 구비되어 있지 않은 경우에는 소아 제세동 용량으로 변경한 뒤에 자동제세동기를 적용한다.[138] 그러나 소아용 패드나 에너지 용량 조절장치가 구비되어 있지 않은 경우에는 1세 미만의 영아에게도 성인용 제세동기를 적용할 수 있다.

자동제세동기 패드의 부착은 전외 위치법이나 전후 위치법을 적용하며, 두 개의 패드가 서로 맞닿지 않도록 해야 한다.

7) 병원에서의 자동제세동기 적용

병원에서 심장정지 환자가 발생한 경우에는 3분 이내에 제세동 처치를 시행하는 것이 바람직하다.[139] 병원이라 할지라도 환자에 대한 심전도 감시가 이루어지지 않는 병동, 외래, 검사실 등에서 심장정지 환자가 발생된 경우에는 제세동 처치가 지연될 수 있다. 자동제세동기는 병원 내 심장정지 환자에게 더욱 신속한 제세동 처치를 시행할 수 있는 방법으로 고려될 수 있다.[140] 특히 수동제세동기를 자주 사용하지 않거나, 심전도 판독 능력이 부족한 의료진이 근무하는 장소에는 자동제세동기 설치를 고려하는 것이 바람직하다.[141] 병원 내에 자동제세동기를 설치한 뒤에는 이를 사용할 직원 및 의료진에 대한 정기적인 교육이 이루어져야 하며, 실제 심장정지 환자에 대한 자동제세동기 적용 결과가 지속적으로 기록되고 피드백 되어야 한다.[142]

8) 익수 환자에서의 일반인 제세동

익수 환자에 대한 문헌 고찰에서 익수 후 심장정지 사례 중 소수만이 심실세동 또는 무맥성 심실빈맥이 나타났고(2%-14%), 제세동이 필요한 심정정지 익수 환자의 생존율이 증가한다는 근거는 확인되지 않았다.[143] 익수로 인한 심장정지 성인과 소아 환자에게 일반인 제세동 프로그램을 적용하는 것에 대한 연구에서 병원 밖 제세동이 필요한 경우는 드물었고(6%), 조기 제세동이 생존 퇴원에 도움을 준다고 보고하였다(AOR 48.70, 95% CI 3.8-624.8).[144] 익수로 인한 심장정지 환자에게 심폐소생술을 우선적으로 시행하고, 자동제세동기가 준비되는 대로 사용할 것을 권고한다.

9) 자동제세동기 설치/관리 관련 법률

자동제세동기는 응급의료에 관한 법률에 의하여 의무 설치 권장이 점차 확대되었고, 24시간 사용 가능한 곳에 배치하고, 응급 상황에서 신속하게 찾을 수 있도록 안내 표지판을 출입구나 눈에 띄는 곳에 부착해야 한다(응급의료에 관한 법률 제47조2 제4항). 우리나라에서는 공공보건의료기관, 구급대, 구급차, 여객 항공기, 공항, 철도차량 중 객차, 20톤 이상인 선박, 500세대 이상의 공동주택, 상시근로자가 300명 이상인 사업장, 관광지 관리사무소 및 안내시설, 다중이용시설에 자동제세동기를 설치할 것을 법(응급의료에 관한 법률 제47조2, 응급의료에 관한 법률 시행령 제26조의5, 2023. 8. 16 개정)으로 규정하고 있다. 이 법에서의 다중이용시설은 철도역사, 여객자동차 또는 항만터미널, 카지노, 경마장, 경주장, 교도소, 구치소, 외국인보호소, 5천석 이상의 종합운동장, 중앙행정기관 또는 시·도의 청사 등을 말한다. 자동제세동기 설치 의무 기관은 보건복지부령으로 정하는 바에 따라 지자체장에게 설치, 양도, 폐기, 이전 등을 보고해야 한다(응급의료에 관한 법률 제47조2 제2항). 또한 매월 1회 이상 점검, 사용교육 결과, 관리에 대한 서류를 작성하여 비치하고 지자체장에게 보고해야 한다(응급의료에 관한 법률 시행규칙 제38조의3). 자동제세동기를 설치할 의무가 있는 곳(응급의료에 관한 법률 제47조의2 제1항)에 설치하지 않은 경우에는 300만 원 이하의 과태료가 부과되고, 자동제세동기에 관한 안내표지판을 부착(응급의료에 관한 법률 제47조의2 제4항)하지 않은 경우 100만 원 이하의 과태료가 부과된다(응급의료에 관한 법률 제62조). 공공장소 및 다중이용시설의 자동심장충격기 설치 및 관리 지침은 보건복지부 홈페이지에서 확인할 수 있다(2024년 제7판).

(https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10409020000&bid=0026&list_no=1481316&act=view)

8. 이물에 의한 기도폐쇄

1) 기도폐쇄의 확인 방법

실신, 경련, 갑작스러운 호흡곤란, 청색증, 심장정지 또는 의식 소실을 유발할 수 있는 응급 상황들과 기도폐쇄를 구별하는 것은 심장정지 환자의 생존율을 높이는 데 중요하다. 이물질은 가벼운 또는 심각한 상태의 기도폐쇄를 일으킬 수 있다. 갑작스러운 호흡곤란 환자에게 기도폐쇄 소견이 보이면 즉시 응급처치를 시행하여야 한다. 환자가 기침, 청색증, 말하거나 숨쉬기 힘든 호흡곤란 등의 증상을 보이거나 자신의 목을 움켜잡는 징후를 보이면 환자에게 "목에 뭐가 걸렸나요?" 라고 물어보아 환자가 말을 하지 못하고 고개를 끄덕인다면 심각한 상태의 기도폐쇄로 판단하고 즉각적인 처치를 실시해야 한다.

2) 기도폐쇄의 치료 방법

환자가 가벼운 기도폐쇄 증상을 보이면서 기침을 크게 하고 있다면, 환자의 자발적인 기침과 숨을 쉬기 위한 노력을 방해하지 않도록 한다. 그러나 심각한 기도폐쇄의 징후를 보이며 효과적으로 기침을 하지 못하는 성인이나 1세 이상의 소아 환자를 발견하면 즉시 등 두드리기(back blow)를 시행한다([그림 3-16]).[145-147]

[그림 3-16] 등 두드리기

등 두드리기를 5회 연속 시행한 후에도 효과가 없다면 5회의 복부 밀어내기(abdominal thrust, 하임리히법)를 시행한다([그림 3-17]).[148-150] 기도폐쇄의 징후가 해소되거나 환자가 의식을 잃기 전까지 계속 등 두드리기와 복부 밀어내기를 5회씩 반복한다. 1세 미만 영아의 경우 복강 내 장기 손상이 우려되기 때문에 복부 압박이 권고되지 않는다. 성인 환자가 의식을 잃으면 구조자는 환자를 바닥에 눕히고 심폐소생술을 시행한다. 과거에는 심폐소생술 시행 전에 가슴 밀어내기(chest thrust) 방법을 권장하였으나,[151-154] 가슴 밀어내기를 교육하기가 어렵고 가슴압박으로 이물의 배출을 기대할 수 있으므로 가슴 밀어내기는 추천되지 않는다. 다만, 임산부나 고도 비만 환자의 경우에는 등 두드리기를 시행한 후 이물이 제거되지 않으면, 복부 밀어내기 대신 가슴 밀어내기(chest thrust)를 시행한다.

[그림 3-17] 복부 밀어내기

일부 증례 보고에서 의식이 없는 성인과 1세 이상의 소아에게 손가락 훑어내기가 도움이 될 수 있는 것으로 알려졌으나, 몇몇 다른 연구에서는 환자나 구조자에게 해를 입힐 수 있다고 보고되었다.[153,155-157] 따라서 심장정지가 의심되는 의식이 없는 환자의 입안에 이물질이 보이는 경우에는 구조자가 손가락으로 이물을 제거하는 것을 고려할 수 있다. 이 경우 손가락을 물리지 않도록 물림보호대(bite-block, 재갈) 등을 사용하는 것이 바람직하며, 이물질이 보이지 않는 경우에 손가락을 이용하여 맹목적으로 훑어내기를 시행하는 것은 권장하지 않는다. 만약 훈련을 받은 응급의료종사자라면 후두경과 마질 겸자(Magill forceps)를 사용하여 이물 제거를 시도할 수 있다.[158] 최근 일부 사례보고에서 등 두드리기와 복부 밀어내기 방법으로 이물질이 제거되지 않은 기도폐쇄 환자에게 흡인식 장치(suction-based device)를 적용하여 제거한 경우가 보고되었다. 그러나 해당 장치의 적용은 아직까지 충분한 연구 결과가 축적되지 못하였으며, 해당 장비의 구비와 적용에 비용과 시간이 소모되고, 입 주변의 손상, 치아 손상, 식도 손상 등의 부작용이 보고되었기 때문에 일상적인 적용을 권장하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[14]

9. 익수

익사는 전 세계적으로 비의도적 손상으로 인한 사망의 세 번째 주요 원인으로 연간 36만 명 이상이 사망한다.[159] 침수 시, 빠르게 저산소증이 발생하기 때문에 익수 피해자를 발견하였을 때 심장정지를 막기 위하여 빠른 처치가 필요하다. 목격자가 현장에서 바로 소생술을 시행하는 것은 환자의 생존율을 높일 수 있지만, 구조자가 위험을 감수해야 할 수 있고 소생술에 필요한 자원이 충분하지 않을 수도 있다.

1) 목격자 심폐소생술

익수 환자에서 저산소증의 기간이 예후를 결정하는 가장 중요한 요소이므로 안전에 문제가 없다면 환자를 물에서 구조하는 즉시 목격자가 심폐소생술을 시행하는 것이 좋다. 만약 목격자가 충분히 훈련되어 있고 인공호흡을 실시하는 데 거부감이 없다면, 가슴압박과 동시에 인공호흡을 실시하는 것을 권고한다. 최근 연구에서는 목격자의 인공호흡이 생존과 연관성이 있으며,[160,161] 신경학적 예후와 생존 퇴원율을 향상시킨다고 보고되었다.[162-164] 인공호흡을 포함한 심폐소생술이 환자의 생존에 긍정적 영향을 미친다는 사실은 익수 환자의 심장정지가 저산소증에 의한 경우가 많다는 점에서 예상할 수 있다. 따라서 익수 환자에게는 인공호흡을 포함한 표준심폐소생술을 시행할 것을 권고하며, 일반인 목격자가 인공호흡에 대한 교육을 받지 못하였거나 꺼리는 상황에서는 가슴압박소생술을 시행할 것을 권고한다.[15]

기존의 심폐소생술 방법에서 인공호흡을 먼저 시행하는 것과 가슴압박을 먼저 시행하는 것에 대한 연구 결과는 아직 부족하다. 가이드라인의 일관성과 간결성을 위해서 일반인은 가슴압박부터 시작하는 심폐소생술 방법을 권고하나 교육을 받은 일차반응자나 응급의료종사자는 인공호흡부터 시작하는 방법을 권고한다(보편타당한 권고). 익수에 대응해야 하는 일차반응자나 훈련된 구조자는 관련된 역량기반 훈련을 받았다면 백마스크를 포함한 인공호흡 장비를 사용할 수 있으며, 표준심폐소생술과 함께 가능한 한 고농도의 산소를 투여할 것을 권장한다(보편타당한 권고). 익수 환자의 경추 손상 발생률은 낮으므로 경추 손상이 의심되는 상황이 아니라면 모든 환자에게 경추 고정을 하는 것은 권고하지 않는다.

2) 익수 환자에 대한 제세동

익수에 의한 심장정지의 흔한 원인은 저산소증이지만, 일부 환자에게 심장 부정맥에 의한 경우도 포함되어 있기 때문에 익수 환자에게 심폐소생술을 시행한 뒤에 신속하게 자동제세동기를 사용할

것을 권고하며, 아울러 익수 환자가 발생할 수 있는 장소에 일반인 제세동 프로그램을 시행할 것을 권고한다(전문가합의 권고).[162,165]

3) 물속에서의 소생술

2명 이상의 구조자가 있고 구조용 부양 기구가 있을 때 환자를 물가로 데려오기 전 1분 동안 물속에서 인공호흡을 시행하는 것을 고려할 수 있다. 익수 상태의 성인 또는 소아 심장정지 환자가 물속에 있을 때 소생술을 시작하는 문제에 대한 연구는 아직까지 그 근거가 제한적이다. 또한, 마네킹을 이용한 실험에서 물속에서 시행하는 소생술은 기술적으로 어렵고 체력 소모가 크다고 알려졌다.[166,167] 다만, 물속에서 의식과 호흡이 없는 환자를 물가에 데려가기 전 1분 동안 인공호흡을 시행한 그룹에서 초기 생존, 생존 퇴원율, 신경학적 예후가 모두 좋았다는 임상 연구 결과가 있으므로 충분한 훈련을 받은 구조요원이 안전을 고려하면서 적절한 장비를 사용한다면 물속에서 소생술을 시작하는 것을 고려할 수 있다.[168]

4) 익수 환자에 대한 보트 위에서의 소생술

안전한 환경과 충분한 구조자의 숫자가 확보되었다면, 보트 위에서의 소생술을 고려할 수 있다. 익수 상태의 성인 또는 소아 심장정지 환자를 구조한 후 보트 위에서 소생술을 시행한 경우에 대한 임상 연구에서 생존율을 높인다는 결과는 보고되지 않았다.[169] 그러나 마네킹을 이용한 모의 실험에서 충분한 구조자와 공간만 확보된다면, 소생술을 시행하는 것도 가능하다는 사실을 알 수 있었다. 다만, 흔들리는 보트에서 소생술을 시행하는 것이 구조자의 체력을 빠르게 고갈시키므로 구조자의 피로도를 감안하여야 한다.[170,171]

5) 익수 환자에 대한 예후 예측

익수 환자의 예후를 판단할 때는 침수 시간을 예후 지표로 사용할 것을 권고한다. 반면 환자의 연령, 해수 또는 담수 등의 물의 성상, 수온, 목격 여부, 구급대 반응 시간 등을 예후 결정 인자로 사용하지 않을 것을 제안한다. 기본소생술(구조호흡만이라도 했던 경우)이 필요했던 익수 환자는 의식이 명료하고 심폐기능이 정상적으로 유지된다 하더라도 병원으로 이송하여 평가와 모니터링을 시행하는 것이 바람직하다.

10. 심폐소생술의 법적인 측면

1) 응급의료종사자

응급의료종사자가 심폐소생술을 하는 것에 대해서는 법적인 문제가 없다. 기본소생술의 시행은 1급 응급구조사뿐 아니라, 2급 응급구조사의 업무 범위에도 해당되며, 의료인의 구체적 지시가 없어도 할 수 있다.

2) 일반인 구조자

일반인에 대해서는 응급의료에 관한 법률 제5조에 "누구든지 응급환자를 발견하면 즉시 응급의료기관등에 신고하여야 한다."라는 신고 의무와 "응급의료종사자가 응급의료를 위하여 필요한 협조를 요청하면 누구든지 적극 협조하여야 한다."라는 협조 의무만을 규정하고 있다. 그러나 같은 법의 제4조에는 "모든 국민은 응급상황에서의 응급처치 요령, 응급의료기관등의 안내 등 기본적인 대응방법을 알 권리가 있으며, 국가와 지방자치단체는 그에 대한 교육·홍보 등 필요한 조치를 마련하여야 한다."라고 규정하고 있다. 따라서 심폐소생술을 모든 국민에게 교육하고 응급상황에서 시행할 수 있게 하는 것은 국민의 기본 권리에 해당한다.

3) 선의의 응급의료에 대한 면책(선한 사마리아인 조항)

응급의료에 관한 법률에 선의의 응급의료에 대한 면책 조항이 있다. 이 법 제5조2(선의의 응급의료에 대한 면책)은 "생명이 위급한 응급환자에게 해당하는 응급의료 또는 응급처치를 제공하여 발생한 재산상 손해와 사상에 대하여 고의 또는 중대한 과실이 없는 경우 그 행위자는 민사책임과 상해에 대한 형사책임을 지지 아니하며 사망에 대한 형사책임은 감면한다."라고 규정함으로써, 선의의 구조자를 보호할 수 있는 법적 근거를 제공하고 있다. 상기 법률의 행위자에는 일반인 및 업무시간 외의 응급의료종사자가 포함된다.

11. 심폐소생술과 관련된 윤리

소생술의 목적은 생명의 유지, 건강의 회복, 고통의 감소, 기능 악화의 최소화에 있다. 그러면서도 소생술을 시행함에 있어 환자 개인의 의지, 가치관, 결정권 등은 존중되어야 한다. 하지만 심장정지 상황에서 시행되는 심폐소생술은 지체없이 시작되어야 하기 때문에 사전에 이에 대한 확인이 불가능한 경우가 많다. 따라서 심폐소생술이 불필요한 경우 또는 원치 않는 경우에도 심폐소생술이

시행되는 결과를 초래할 수 있다.[172-174] 따라서 이번 『심폐소생술과 관련된 윤리』 편에서는 환자 개인의 자율권, 의사결정권과 함께 심장정지가 임박한 환자의 연명의료에 대한 접근과 심폐소생술을 시작하지 않거나 중단함에 대한 결정 등에 대한 윤리적인 접근에 대해 기술하고자 한다. 다만, 일반적인 윤리 문제에 대해 기술하고 소아와 신생아소생술, 예후 판정, 장기 기증 등과 관련된 윤리적인 문제는 해당 분야(소아소생술, 신생아소생술, 소생 후 통합 치료 등)에서 다룬다.

1) 윤리적 접근의 원칙

(1) 자율권의 존중

환자의 자율권 존중은 의료윤리나 법의 관점에서 중요한 사회적 가치이다. 의학적 또는 법적으로 의사결정 능력이 없다고 판단되는 경우를 제외한 모든 성인은 스스로 의사결정능력이 있다고 간주된다. 치료에 대한 올바른 결정은 의료인과 환자와의 충분한 소통이 전제되어야 하며 다음의 3단계 과정이 필요하다.[175,176]

① 환자는 현재의 상태, 예후, 앞으로의 치료 방법과 다른 치료 방법의 장점과 위험에 대해 정확한 정보를 받고 충분히 이해해야 한다.
② 환자가 정확히 이해하고 있는지를 확인하기 위해 의사가 설명한 내용을 환자 스스로 말로 다시 표현해 보도록 한다.
③ 환자는 본인이 선택할 수 있는 치료 방법을 심사숙고하여 선택, 결정함으로써 본인의 결정을 정당화한다.

(2) 심폐소생술 시행 여부에 대한 사전의사결정

개인의 자율성을 존중해야 함에도 불구하고 고령 환자의 25% 이상은 삶의 마지막 단계에서 환자 본인이 아닌 가족이나 대리인이 의사결정을 하게 된다.[177] 암환자를 대상으로 한 우리나라 연구 결과에서는 환자 본인이 아닌 다른 사람에 의한 의사결정 비율이 35% 이상으로 우리나라는 본인이 아닌 가족이나 대리인이 이런 의사결정을 하는 경우가 더 많다.[178,179] 따라서 고령자나 말기 환자는 삶의 마지막 단계의 치료를 본인이 결정할 수 없는 상황이 오기 이전에 심폐소생술 유보 여부, 연명치료 시행 여부를 미리 결정하는 것이 필요할 수 있다. 이와 같이 연명의료 시행 여부에 대해 사전에 미리 의사결정을 하게 되면 임종이 다가왔을 때 적극적인 치료보다 완화의학, 호스피스 위주의 보존적 치료를 받게 됨으로써 남은 시간 동안의 삶과 가족에 대한 배려를 고려할 수 있게 된다.[180] 따라서 의료인은 환자의 심장정지 발생이 예측될 경우에는 사전에 환자 자신의 치료에 대한 결정을 하도록 알려 주어야 한다.

우리나라에서는 2016년에 호스피스·완화의료 및 임종과정에 있는 환자의 연명의료결정에 관한 법률(약칭: 연명의료결정법)이 제정되고 2018년부터 시행되었다. 이에 따라 사전연명의료의향서 및 연명의료계획서 작성과 연명의료 결정에 대한 이행 비율이 지속적으로 조금씩 높아지고 있는

추세이다.[181] 하지만 우리나라는 고령화가 빠르게 진행되어 2024년에 이미 초고령사회로 진입했기 때문에 해당 법률이 실제로 적용되는 과정에 대해 일반인 및 의료인에 대한 교육과 홍보, 적용과정에서의 개선 활동 등이 지속적으로 필요하다.

일반적인 의학적 시술과는 달리 심폐소생술은 묵시적 동의가 되었다는 가정 하에 의료인의 지시 없이 목격자에 의해 시작된다. 말기 환자는 죽음 자체보다도 자포자기와 통증에 더욱 두려움을 느낀다. 따라서 의료인은 통증과 증상의 조절뿐만 아니라 지지치료를 계속 받을 것인지, 또는 심폐소생술을 하지 않을 것인지 등에 대해 환자 또는 가족의 확실한 사전의사결정을 받아야 한다. 이런 의사결정에 따라 환자의 의무기록에 심폐소생술 거부 여부에 대한 의사표현을 기록해야 하고, 그러한 심폐소생술 거부 및 일부 치료에 대한 제한을 하는 이유, 환자와 보호자, 가족과 상의한 내용 등을 연명의료결정법에 따라 사전연명의료의향서 또는 연명의료계획서에 기록해야 한다. 하지만 병원 밖과 응급실처럼 연명의료결정에 대한 절차를 수행하기 어려운 환경과 취약 환자(장애인, 외국인, 무연고자, 미성년자 등)에 대해서는 연명의료결정법을 적용하기 어려운 현실적인 문제가 있다는 점과 이로 인해 법적인 효력이 명확하지 않은 소생술 거부 및 시도 금지에 대한 동의서식 등을 불가피하게 사용하고 있는 부분이 연명의료결정법의 한계로 지적되고 있다.

사전연명의료의향서 또는 연명의료계획서에는 구체적으로 어떤 치료를 하지 않을지를 독립적으로 문서화해야 한다. 심폐소생술 거부에 대한 동의가 다른 형태의 치료까지 거부하거나 포기한다는 뜻은 아니다. 즉, 수액 및 영양공급, 산소, 진통제, 안정제, 항부정맥제, 혈관수축제의 투여와 같은 심폐소생술 이외의 다른 치료에 대한 포괄적인 거부를 뜻하는 것은 아니다. 어떤 환자들은 제세동과 가슴압박 처치는 하고, 기관내삽관과 기계 환기는 하지 않겠다고 결정할 수도 있다. 심폐소생술 거부 또는 포기에 대한 결정을 할 때에는 다른 의료인들과 논의해서 판단해야 한다.[182]

(3) 회생 불능 환자에서의 치료 원칙

회생 불능 환자에 대해 환자나 가족이 건강 상태를 개선할 가능성이 전혀 없는 무의미한 치료를 요구하기도 한다. 의료인은 요구된 치료가 과학적 근거와 사회적 통념으로 볼 때 전혀 효과가 없다고 판단될 때에는 요구된 치료를 제공할 의무가 없다. 명백한 회생 불능 의료행위의 예는 비가역적인 임종기 상태의 심장정지 환자에게 심폐소생술을 시행하는 것이다. 하지만 환자에 대한 사전 평가가 되어있지 않은 심장정지 상황에서는 회복 불능의 뇌 손상이나 뇌사 상태를 정확히 판정하거나 예측하는 것은 매우 어렵다. 만일 예후가 불확실한 상황이라면 치료를 시작하고, 치료를 진행하는 동안 추가적으로 환자의 생존 가능성과 예상되는 임상적 경과에 대한 자료를 수집해야 한다.[183]

2) 병원 밖 심장정지 환자에서 소생술을 유보하거나 중단하는 상황

(1) 병원 밖 심장정지에서 심폐소생술 유보

일반적으로 심장정지 환자에게는 즉시 심폐소생술을 제공해야 하지만, 심폐소생술을 유보해야 하는 다음의 몇 가지 예외 사항이 있다.[184]

① 심폐소생술을 하는 구조자가 심각한 위해를 입을 위험에 처해 있는 상황
② 사망의 확실한 임상적 징후(예, 사후 경직, 시반, 참수, 신체 절단, 부패)가 있는 경우
③ 심폐소생술을 원하지 않는다는 의학적 지시 또는 소생술 시도 금지(DNAR: Do Not Attempt Resuscitation) 표식이 있는 경우

위의 세 가지 예외 사항 중 세 번째 항목에 대해서는 논의가 필요하다. 심폐소생술을 원하지 않는다는 의사결정이 되어 있는 임종기 환자에 대해 형식적인 심폐소생술이나 지연된 심폐소생술을 시행하는 것은 부적절하다. 이런 행위는 의료인의 도덕성을 손상시키고, 환자와의 관계를 훼손한다. 병원 밖 심장정지에서 심폐소생술의 유보 및 중지에 대한 프로토콜이 마련되어 있지 않은 지역사회에서 발생한 심장정지 중 27%에서 보여주기식 심폐소생술이 이루어지고 있다고 보고되었다.[185,186] 프로토콜이 마련된 지역사회에서는 병원 밖 심장정지의 심폐소생술 거부가 환자나 가족 및 관련된 의료인들이 명확하게 알 수 있도록 기술되어야 하며, 해당 표식을 휴대할 수 있어야 한다.[187] 하지만 우리나라의 현행 연명의료결정법에서는 병원 밖에서 사전의사결정에 따른 심폐소생술 유보가 원활히 진행되기 어렵다. 법 자체가 병원 내부에서 시행될 수 있도록 만들어져 있기 때문이다. 의사 2인 이상이 임종기임을 판정해야 하는 절차가 선행되어야 하며 기존에 작성된 연명의료와 관련된 사전의사결정 서류를 확인하는 절차도 선행되어야 한다. 따라서 임종기이며 사전의사결정이 된 환자임에도 의사가 아닌 다른 직종의 응급의료종사자가 현장에 출동하는 우리나라 응급의료 상황에서는 확인 절차를 시행할 수 없어 병원 밖에서 응급의료종사자에 의해 연명의료결정법에 의한 심폐소생술 유보를 하기는 어렵다.

(2) 병원 밖 심장정지에서 심폐소생술 중단

기본소생술을 시작하는 구조자는 다음 중 한 가지의 경우에 해당될 때까지는 심폐소생술을 계속해야 한다.[183]

① 응급의료종사자에게 치료 인계
② 자발순환회복
③ 구조자가 지치거나, 위험한 상황에 빠진 경우
④ 심폐소생술을 시행 중에 심폐소생술 유보의 조건이 확인된 경우

3) 병원 내 심장정지 환자에서 심폐소생술을 유보하거나 중단하는 상황

(1) 병원 내 심장정지에서 심폐소생술 유보

병원 내에서는 일반적인 의학적 시술과는 달리 심폐소생술은 묵시적 동의가 되었다는 가정하에 의사의 지시 없이 목격자(비의료인 포함)에 의해 시작된다. 그리고 병원에서 심장정지가 발생했는데, 심폐소생술 유보에 대한 사전의사결정(사전연명의료의향서, 연명의료계획서 등)이 없다면 심폐소생술은 시작되어야 한다. 따라서 사전의사결정이 없는 경우에는 불필요한 심폐소생술이 시행될 가능성이 높다. 이에 임종으로 진행되는 생애말기환자(임종기의 환자)의 경우에는 환자의 사전의사결정이 심장정지 발생 전에 확인될 필요가 있다. 다만, 예기치 못한 급격한 상태 악화로 심장정지로 진행되는 경우이거나 응급실에서 심장정지가 발생하는 경우와 같이 사전에 법적인 테두리 안에서 의사결정을 시행할 수 없거나 사전의사결정 내용을 확인하는 것이 불가능한 경우에 대해서는 현행 연명의료결정법을 적용하기 어려운 문제가 남아 있다.

(2) 병원 내 심장정지 환자의 심폐소생술 중단

심폐소생술의 중단과 심폐소생술 후에 연명의료를 중단하는 것은 의학적, 도덕적으로 판단해야 할 문제이며, 생존이 불가능하다고 판단될 때에는 치료의 중단을 주저해서는 안 된다.[188] 다만 병원에서 성인 심폐소생술을 중단하는 결정은 전적으로 치료하는 의료인의 판단에 달려있으므로, 독단적인 결정보다는 심폐소생술 중단에 대한 근거와 절차가 정해져 있다면 이에 따라 심폐소생술 중단 여부를 결정하는 것이 좋다. 병원 안에서의 심폐소생술 중단을 판단할 수 있는 의사결정 가이드라인이 있다면, 심폐소생술 중단이 각기 다른 잣대로 결정되지 않도록 하는 데 도움이 된다.[189] 그리고 심폐소생술 중단은 목격된 심장정지 인지 여부, 심폐소생술 시행 시간, 심장정지 최초 심전도 리듬, 제세동까지의 시간, 동반질환, 심장정지 이전의 상태, 심폐소생술 동안에 자발순환 회복의 여부 등을 고려하여 결정한다.

4) 소생술의 연구에 관한 윤리

일반적으로 사람을 대상으로 하는 연구는 대상자의 동의가 필요하며, 때로는 법적으로 인정된 대리인의 동의가 필요하다.[190,191] 하지만 심장정지 환자를 대상으로 하는 연구는 대부분 대상자의 동의를 얻을 수 없다.[192,193] 따라서 심장정지 또는 심폐소생술을 연구할 때에 대상자의 동의를 얻지 않아도 되는 예외의 경우를 허용하기도 하며 이 외의 경우에는 동의를 얻어야 한다.[194] 대상자의 동의를 얻지 않아도 되는 예외의 경우는 다음의 조건에 부합되어야 한다.

① 연구 대상이 의식이 없으며, 발생한 질환이 정상 생활을 불가능하게 하거나 영구 장애 또는 생명을 위협하는 상황이지만 알려진 치료법이 아직 연구 중이거나 효과가 증명되지 않았거나 만족스럽지 못한 경우
② 연구 대상이 연구에 동의 여부를 판단할 수 없는 상태이거나 유효한 동의를 할 수 없는 상태에서 대리인이 실험적 치료가 시작되어야 하는 시간 전에 연락이 닿지 않아 동의를 받을 수 없는 경우
③ 실험적 치료가 실험 참가자에게 이득이 될 수 있는 가능성이 있고, 시행하려는 실험적 치료법 이외에 검증된 더 좋은 방법이 없는 경우
④ 해당 기관의 연구윤리위원회의 승인을 받은 동의서 면제 연구의 프로토콜을 시행하는 경우

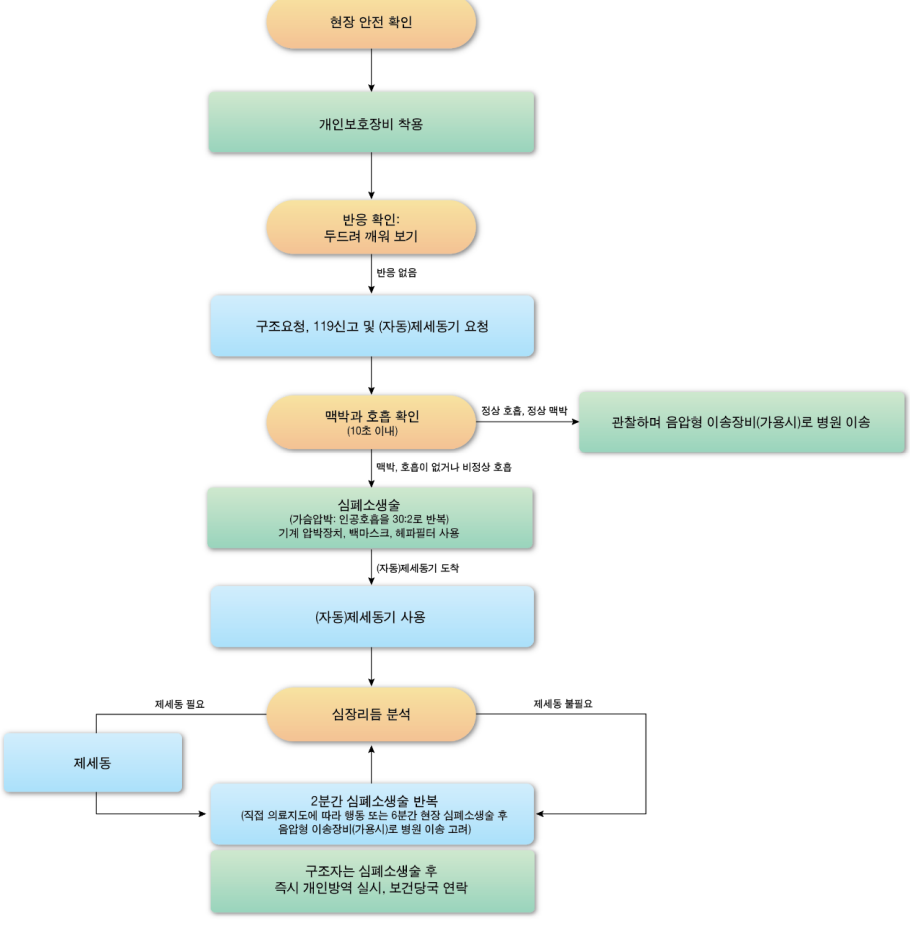
12. 고위험 병원체 감염 의심 환자에서의 심폐소생술

심폐소생술을 시행할 때는 환자와 구조자가 접촉하게 되므로 감염 전파의 가능성이 있다. 특히 대규모 유행 시 사회적 파급력이 매우 큰 감염병을 유발하는 고위험 병원체의 경우에는 심폐소생술의 시행에도 영향을 미친다. 최근 유행한 고위험 병원체 감염병으로는 사스(SARS, 2002-2003년),[195] 인플루엔자 H1N1(2009-2010년), 메르스(MERS, 2012-2015년),[196] 코로나19(COVID-19, 2019-2022년) 등이 있으며, 실제로 코로나19 대유행 시기에는 구조자의 감염 위험으로 인해 심폐소생술 시행률과 심장정지 환자의 생존율 저하가 보고되었다.[197,198] 하지만 심폐소생술에 포함된 술기의 종류에 따라 감염 전파의 위험도는 차이가 있으며, 적절한 보호장구를 착용하는 등의 예방 조치를 취한다면 감염에 대한 우려 없이 심장정지 환자의 생존을 보장할 수 있다.

고위험 병원체 감염이 의심되는 경우 전파되는 주된 기전은 감염성 호흡기 분비물에 의한 것으로 환자로부터 직접 전파되거나 오염된 물체에 접촉하는 것이다. 이런 감염성 호흡기 분비물이 구조자의 호흡기 점막이나 결막 등에 접촉하여 감염이 전파되므로 이를 차단하기 위한 보호장구를 착용하는 것이 감염 예방을 위해 중요하다. 일반적으로 전신 가운, 장갑, 마스크, 고글(보안경)을 착용함으로써 직접적인 비말 전파에 의한 감염을 예방할 수 있다. 비말보다 작은 공기 부유 입자를 차단하기 위해서는 N95 마스크가 필요하다. 실제로 코로나19 대유행 시기에 적절한 보호구를 착용한 상태에서 심폐소생술을 시행한 경우 구조자의 감염 위험성은 매우 낮은 것으로 알려져 있다.[16]

의료종사자들은 고위험 병원체 감염 의심 환자에게 가슴압박과 인공호흡을 30:2로 반복하는 표준 심폐소생술을 시행할 것을 권고하며, 감염에 대한 적절한 보호를 위해 공기 전파를 차단할 수 있는 마스크(N95 마스크), 일회용 장갑, 일회용 방수성 긴 팔 가운, 고글(또는 안면 마스크) 등을 포함한 개인보호장구를 착용할 것을 권고한다(강한 권고, 낮은 확신도). 심폐소생술을 직업적으로 시행하는 의료종사자는 개인보호장구의 착탈의에 대한 훈련을 받고 적절한 장비를 지급받을 수 있어야 한다([그림 3-18]).

시뮬레이션 연구에 의하면 N95 마스크를 착용하면 구조자의 피로도가 증가하고 가슴압박의 품질이 저하된다고 한다.[199] 따라서 가능하면 기계식 압박 장치를 사용하거나 필요시 가슴압박 시행자의 교대 주기를 2분보다 단축하도록 한다. 인공호흡은 백마스크를 사용하되 가능하다면 헤파필터(high efficiency particulate air filter)를 연결한다.[200] 백마스크는 두 손을 이용하여 환자의 얼굴에 밀착시켜야 하며, 이를 위해 두 명의 구조자가 인공호흡에 필요하다. 인공호흡을 할 때에는 비말 생성을 줄이기 위해 가슴압박을 멈추도록 한다. 백마스크 사용이 익숙하지 않거나 인공호흡의 시행을 원하지 않는 경우에는 산소 마스크를 환자의 얼굴에 올려 둔 상태로 가슴압박 소생술을 시행할 수 있다. 환자를 병원으로 이송할 때에는 가능하다면 음압형 구급차 또는 음압이 유지되는 이송 장비를 사용하는 것을 권고한다. 심폐소생술 및 이송을 마친 후에는 국가 방역 수칙에 따라 개인위생 및 구급차 소독 등 감염 방지를 위한 조치를 시행한다. 개인보호장구의 탈의는 오염되지 않도록 매우 신중하게 수행해야 한다.



[그림 3-18] 고위험 병원체 감염 의심환자에서 의료종사자 심폐소생술

참고 문헌

1. Bray JE, Smyth MA, Perkins GD, et al. Basic Life Support: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Circulation. 2025;152(16_suppl_1):S34-S71.
2. Breckwoldt J, Schloesser S, Arntz HR. Perceptions of collapse and assessment of cardiac arrest by bystanders of out-of-hospital cardiac arrest (OOHCA). Resuscitation 2009;80(10):1108-13.
3. Goto Y, Maeda T, Goto YJ, et al. Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. J Am Heart Assoc 2014;3(3):e000499.
4. Harjanto S, Na MXB, Hao Y, et al. A before–after interventional trial of dispatcher–assisted cardio–pulmonary resuscitation for out–of–hospital cardiac arrests in Singapore. Resuscitation 2016;102:85–93.
5. Wang J, Tang C, Zhang L, Gong Y, Yin C, Li Y. Compressing with dominant hand improves quality of manual chest compressions for rescuers who performed suboptimal CPR in manikins. Am J Emerg Med 2015;33(7):931-6.
6. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Bystander-initiated rescue breathing for out-of-hospital cardiac arrests of noncardiac origin. Circulation 2010;122(3):293-9.
7. Noordergraaf GJ, Paulussen IW, Venema A, et al. The impact of compliant surfaces on in-hospital chest compressions: effects of common mattresses and a backboard. Resuscitation 2009;80(5):546-52.
8. Nishisaki A, Nysaether J, Sutton R, et al. Effect of mattress deflection on CPR quality assessment for older children and adolescents. Resuscitation 2009; 80(5):540-5.
9. Perkins GD, Smith CM, Augre C, et al. Effects of a backboard, bed height, and operator position on compression depth during simulated resuscitation. Intensive Care Med 2006;32(10):1632-5.
10. Holt J, Ward A, Mohamed TY, et al. The optimal surface for delivery of CPR: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2020 Oct;155:159-164.

11. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, et al. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. Circulation 2009;120(13):1241-7.
12. Debaty G, Labarere J, Frascone RJ, et al. Long-term prognostic value of gasping during out-of-hospital cardiac arrest. J Am Coll Cardiol 2017;70(12):1467-1476.
13. Gazmuri RJ, Ayoub IM, Radhakrishnan J, Motl J, Upadhyaya MP. Clinically plausible hyperventilation does not exert adverse hemodynamic effects during CPR but markedly reduces end-tidal PCO_2. Resuscitation 2012;83(2):259-264.
14. Couper K, Abu Hassan A, Ohri V, et al. Removal of foreign body airway obstruction: A systematic review of interventions. Resuscitation 2020;156: 174-181.
15. Fukuda T, Ohashi-Fukuda N, Hayashida K, Kondo Y, Kukita I. Bystander-initiated conventional vs compression-only cardiopulmonary resuscitation and outcomes after out-of-hospital cardiac arrest due to drowning. Resuscitation 2019;145:166-174.
16. Couper K, Taylor-Phillips S, Grove A, et al. COVID-19 in cardiac arrest and infection risk to rescuers: A systematic review. Resuscitation 2020;151:59-66.
17. Akahane M, Ogawa T, Tanabe S, et al. Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. Crit Care Med 2012;40(5):1410-1416.
18. Tanaka Y, Nishi T, Takase K, et al. Survey of a protocol to increase appropriate implementation of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2014;129(17):1751-1760.
19. Goto Y, Maeda T, Goto Y. Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. J Am Heart Assoc 2014;3(3):e000499.
20. Tanaka Y, Taniguchi J, Wato Y, Yoshida Y, Inaba H. The continuous quality improvement project for telephone-assisted instruction of cardiopulmonary resuscitation increased the incidence of bystander CPR and improved the outcomes of out-of-hospital cardiac arrests. Resuscitation 2012;83(10): 1235-1241.

21. Brinkrolf P, Metelmann B, Scharte C, Zarbock A, Hahnenkamp K, Bohn A. Bystander-witnessed cardiac arrest is associated with reported agonal breathing and leads to less frequent bystander CPR. Resuscitation 2018;127: 114-118.
22. Riou M, Ball S, Williams TA, et al. 'She's sort of breathing': what linguistic factors determine call-taker recognition of agonal breathing in emergency calls for cardiac arrest? Resuscitation 2018;122:92-98.
23. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: time to identify cardiac arrest and deliver chest compression instructions. Circulation 2013;128(14):1522-1530.
24. Kurz MC, Bobrow BJ, Buckingham J, et al. Telecommunicator Cardiopulmonary Resuscitation: A Policy Statement From the American Heart Association. Circulation 2020;141(12):e686-e700.
25. Bång A, Herlitz J, Martinell S. Interaction between emergency medical dispatcher and caller in suspected out-of-hospital cardiac arrest calls with focus on agonal breathing. A review of 100 tape recordings of true cardiac arrest cases. Resuscitation 2003;56(1):25-34.
26. Ministry of Public Safety and Security CFS. Standard Protocols of Field First Aid for 119 EMT. 2nd ed. 2014;441-484.
27. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. Ann Emerg Med 1993;22(11):1652-1658.
28. Hüpfl M, Selig HF, Nagele P. Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. The Lancet 2010;376(9752): 1552-1557.
29. Bohm K, Stålhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarson J, Hollenberg J, Svensson L. Tuition of emergency medical dispatchers in the recognition of agonal respiration increases the use of telephone assisted CPR. Resuscitation 2009;80(9):1025-1028.
30. Bobrow BJ, Spaite DW, Vadeboncoeur TF, et al. Implementation of a regional telephone cardiopulmonary resuscitation program and outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. JAMA Cardiol 2016;1(3):294-302.

31. Berg RA, Hemphill R, Abella BS, et al. Part 5: adult basic life support: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation 2010;122(18_suppl_3):S685-S705.
32. Clark JJ, Larsen MP, Culley LL, Graves JR, Eisenberg MS. Incidence of agonal respirations in sudden cardiac arrest. Ann Emerg Med 1992;21(12):1464-1467.
33. Riou M, Ball S, Williams TA, et al. 'She's sort of breathing': what linguistic factors determine call-taker recognition of agonal breathing in emergency calls for cardiac arrest? Resuscitation 2018;122:92-98.
34. Fukushima H, Imanishi M, Iwami T, et al. Abnormal breathing of sudden cardiac arrest victims described by laypersons and its association with emergency medical service dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation instruction. Emerg Med J 2015;32(4):314-317.
35. Brinkrolf P, Metelmann B, Scharte C, Zarbock A, Hahnenkamp K, Bohn AJR. Bystander-witnessed cardiac arrest is associated with reported agonal breathing and leads to less frequent bystander CPR. Resuscitation 2018;127:114-118.
36. Eberle B, Dick W, Schneider T, Wisser G, Doetsch S, Tzanova IJR. Checking the carotid pulse check: diagnostic accuracy of first responders in patients with and without a pulse. Resuscitation 1996;33(2):107-116.
37. Moule P. Checking the carotid pulse: diagnostic accuracy in students of the healthcare professions. Resuscitation 2000;44(3):195-201.
38. Ochoa FJ, Ramalle-Gómara E, Carpintero JM, García A, Saralegui I. Competence of health professionals to check the carotid pulse. Resuscitation 1998;37(3): 173-175.
39. Travers AH, Perkins GD, Berg RA, et al. Part 3: adult basic life support and automated external defibrillation: 2015 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. Circulation 2015;132(16_suppl_1):S51-S83.
40. Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tømte Ø, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. Resuscitation 2013;84(9):1203-1207.

41. Cha KC, Kim YJ, Shin HJ, et al. Optimal position for external chest compression during cardiopulmonary resuscitation: an analysis based on chest CT in patients resuscitated from cardiac arrest. Emerg Med J 2013;30(8):615-619.
42. Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, et al. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. Crit Care Med 2010;38(4):1141.
43. Glatz AC, Nishisaki A, Niles DE, et al. Sternal wall pressure comparable to leaning during CPR impacts intrathoracic pressure and haemodynamics in anaesthetized children during cardiac catheterization. Resuscitation 2013;84(12):1674-1679.
44. Hinchey PR, Myers JB, Lewis R, et al. Improved out-of-hospital cardiac arrest survival after the sequential implementation of 2005 AHA guidelines for compressions, ventilations, and induced hypothermia: the Wake County experience. Ann Emerg Med 2010;56(4):348-357.
45. Olasveengen TM, Vik E, Kuzovlev A, Sunde K. Effect of implementation of new resuscitation guidelines on quality of cardiopulmonary resuscitation and survival. Resuscitation 2009;80(4):407-411.
46. Kill C, Galbas M, Neuhaus C, et al. Chest compression synchronized ventilation versus intermitted positive pressure ventilation during cardiopulmonary resuscitation in a pig model. PLoS One 2015;10(5):e0127759.
47. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. JAMA 2005;293(3):305-310.
48. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, et al. 2017 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations summary. Circulation 2017;136(23):e424-e440.
49. Cha KC, Kim HJ, Shin HJ, Kim H, Lee KH, Hwang SO. Hemodynamic effect of external chest compressions at the lower end of the sternum in cardiac arrest patients. J Emerg Med 2013;44(3):691-7.
50. Kusunoki S, Tanigawa K, Kondo T, Kawamoto M, Yuge O. Safety of the inter-nipple line hand position landmark for chest compression. Resuscitation 2009;80(10):1175-80.
51. Orlowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and

young children. Ann Emerg Med 1986;15(6):667-73.
52. Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tomte O, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. Resuscitation 2013;84(9):1203-7.
53. Olasveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, et al. Adult Basic Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2020;142(16_suppl_1):S41-S91.
54. Babbs CF, Kemeny AE, Quan W, Freeman G. A new paradigm for human resuscitation research using intelligent devices. Resuscitation 2008;77(3):306-15.
55. Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, et al. Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. Resuscitation 2006;71(2):137-45.
56. Stiell IG, Brown SP, Christenson J, et al. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation? Crit Care Med 2012;40(4):1192-8.
57. Stiell IG, Brown SP, Nichol G, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? Circulation 2014;130(22):1962-70.
58. Idris AH, Guffey D, Pepe PE, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. Crit Care Med 2015;43(4):840-8.
59. Kilgannon JH, Kirchhoff M, Pierce L, Aunchman N, Trzeciak S, Roberts BW. Association between chest compression rates and clinical outcomes following in-hospital cardiac arrest at an academic tertiary hospital. Resuscitation 2017;110:154-161.
60. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. Circulation 2005;111(4):428-34.
61. Hwang SO, Cha KC, Kim K, et al. A Randomized Controlled Trial of Compression Rates during Cardiopulmonary Resuscitation. J Korean Med Sci 2016;31(9): 1491-8.
62. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and

survival in out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2014;85(2):182-8.
63. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP, et al. Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. Resuscitation 2005;64(3):363-72.
64. Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, et al. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. Crit Care Med 2010;38(4):1141-6.
65. Johnson BV, Coult J, Fahrenbruch C, et al. Cardiopulmonary resuscitation duty cycle in out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2015;87:86-90.
66. Wolfe H, Morgan RW, Donoghue A, et al. Quantitative analysis of duty cycle in pediatric and adolescent in-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2016;106: 65-9.
67. Talikowska M, Tohira H, Finn J. Cardiopulmonary resuscitation quality and patient survival outcome in cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2015;96:66-77.
68. Eftestol T, Sunde K, Steen PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2002;105(19):2270-3.
69. Cheskes S, Schmicker RH, Christenson J, et al. Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. Circulation 2011;124(1):58-66.
70. Vaillancourt C, Everson-Stewart S, Christenson J, et al. The impact of increased chest compression fraction on return of spontaneous circulation for out-of- hospital cardiac arrest patients not in ventricular fibrillation. Resuscitation 2011;82(12):1501-7.
71. Cheskes S, Schmicker RH, Rea T, et al. Chest compression fraction: A time dependent variable of survival in shockable out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2015;97:129-35.
72. Jost D, Degrange H, Verret C, et al. DEFI 2005: a randomized controlled trial of the effect of automated external defibrillator cardiopulmonary resuscitation protocol on outcome from out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2010; 121(14):1614-22.

73. Beesems SG, Berdowski J, Hulleman M, Blom MT, Tijssen JG, Koster RW. Minimizing pre- and post-shock pauses during the use of an automatic external defibrillator by two different voice prompt protocols. A randomized controlled trial of a bundle of measures. Resuscitation 2016;106:1-6.
74. Rea TD, Helbock M, Perry S, et al. Increasing use of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital ventricular fibrillation arrest: survival implications of guideline changes. Circulation 2006;114(25):2760-5.
75. Bobrow BJ, Clark LL, Ewy GA, et al. Minimally interrupted cardiac resuscitation by emergency medical services for out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2008;299(10):1158-65.
76. Sugerman NT, Edelson DP, Leary M, et al. Rescuer fatigue during actual in-hospital cardiopulmonary resuscitation with audiovisual feedback: a prospective multicenter study. Resuscitation 2009;80(9):981-4.
77. Perkins GD, Kocierz L, Smith SC, McCulloch RA, Davies RP. Compression feedback devices over estimate chest compression depth when performed on a bed. Resuscitation 2009;80(1):79-82.
78. Beesems SG, Koster RW. Accurate feedback of chest compression depth on a manikin on a soft surface with correction for total body displacement. Resuscitation 2014;85(11):1439-1443.
79. Nishisaki A, Maltese MR, Niles DE, et al. Backboards are important when chest compressions are provided on a soft mattress. Resuscitation 2012;83(8):1013-1020.
80. Sato H, Komasawa N, Ueki R, et al. Backboard insertion in the operating table increases chest compression depth: a manikin study. J Anesth 2011;25(5):770.
81. Song Y, Oh J, Lim T, Chee Y. A new method to increase the quality of cardiopulmonary resuscitation in hospital. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc 2013:469-472.
82. Lee S, Oh J, Kang H, et al. Proper target depth of an accelerometer-based feedback device during CPR performed on a hospital bed: a randomized simulation study. Am J Emerg Med 2015;33(10):1425-1429.
83. Oh J, Song Y, Kang B, et al. The use of dual accelerometers improves measurement of chest compression depth. Resuscitation 2012;83(4):500-504.

84. Ruiz de Gauna S, González-Otero DM, Ruiz J, Gutiérrez J, Russell JK. A feasibility study for measuring accurate chest compression depth and rate on soft surfaces using two accelerometers and spectral analysis. Biomed Res Int. 2016;2016:6596040.
85. Iwami T, Kitamura T, Kiyohara K, Kawamura T. Dissemination of Chest Compression-Only Cardiopulmonary Resuscitation and Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Circulation 2015;132(5):415-22.
86. Ogawa T, Akahane M, Koike S, Tanabe S, Mizoguchi T, Imamura T. Outcomes of chest compression only CPR versus conventional CPR conducted by lay people in patients with out of hospital cardiopulmonary arrest witnessed by bystanders: nationwide population based observational study. BMJ 2011;342: c7106.
87. Svensson L, Bohm K, Castrèn M, et al. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 2010;363(5):434-42.
88. Rea TD, Fahrenbruch C, Culley L, et al. CPR with chest compression alone or with rescue breathing. N Engl J Med 2010;363(5):423-33.
89. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, et al. Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2007;116(25):2900-7.
90. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Time-dependent effectiveness of chest compression-only and conventional cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin. Resuscitation 2011;82(1):3-9.
91. Ong ME, Ng FS, Anushia P, et al. Comparison of chest compression only and standard cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest in Singapore. Resuscitation 2008;78(2):119-26.
92. SOS-KANTO study group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. Lancet 2007;369(9565):920-6.
93. Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, et al. Chest compression-only CPR by lay rescuers and survival from out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2010; 304(13):1447-54.
94. Olasveengen TM, Wik L, Steen PA. Standard basic life support vs. continuous

chest compressions only in out-of-hospital cardiac arrest. Acta Anaesthesiol Scand 2008;52(7):914-9.
95. Panchal AR, Bobrow BJ, Spaite DW, et al. Chest compression-only cardiopulmonary resuscitation performed by lay rescuers for adult out-of-hospital cardiac arrest due to non-cardiac aetiologies. Resuscitation 2013;84(4):435-9.
96. Deshmukh HG, Weil MH, Gudipati CV, Trevino RP, Bisera J, Rackow EC. Mechanism of blood flow generated by precordial compression during CPR. I. Studies on closed chest precordial compression. Chest 1989;95(5):1092-9.
97. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, et al. Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of single-rescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. Circulation 1997;95(6):1635-41.
98. Berg RA, Sanders AB, Kern KB, et al. Adverse hemodynamic effects of interrupting chest compressions for rescue breathing during cardiopulmonary resuscitation for ventricular fibrillation cardiac arrest. Circulation 2001;104(20):2465-70.
99. Hasegawa K, Hiraide A, Chang Y, Brown DF. Association of prehospital advanced airway management with neurologic outcome and survival in patients with out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2013;309(3):257-66.
100. Tanabe S, Ogawa T, Akahane M, et al. Comparison of neurological outcome between tracheal intubation and supraglottic airway device insertion of out-of-hospital cardiac arrest patients: a nationwide, population-based, observational study. J Emerg Med 2013;44(2):389-97.
101. Benger JR, Kirby K, Black S, et al. Effect of a Strategy of a Supraglottic Airway Device vs Tracheal Intubation During Out-of-Hospital Cardiac Arrest on Functional Outcome: The AIRWAYS-2 Randomized Clinical Trial. JAMA 2018;320(8):779-791.
102. Wang HE, Schmicker RH, Daya MR, et al. Effect of a Strategy of Initial Laryngeal Tube Insertion vs Endotracheal Intubation on 72-Hour Survival in Adults With Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2018;320(8):769-778.
103. McMullan J, Gerecht R, Bonomo J, et al. Airway management and out-of-

hospital cardiac arrest outcome in the CARES registry. Resuscitation 2014; 85(5):617-22.

104. Bobrow BJ, Ewy GA, Clark L, et al. Passive oxygen insufflation is superior to bag-valve-mask ventilation for witnessed ventricular fibrillation out-of-hospital cardiac arrest. Ann Emerg Med 2009;54(5):656-662.e1.
105. Braunfels S, Meinhard K, Zieher B, Koetter KP, Maleck WH, Petroianu GA. A randomized, controlled trial of the efficacy of closed chest compressions in ambulances. Prehosp Emerg Care 1997;1(3):128-131.
106. Havel C, Schreiber W, Trimmel H, et al. Quality of closed chest compression on a manikin in ambulance vehicles and flying helicopters with a real time automated feedback. Resuscitation 2010;81(1):59-64.
107. Lipman SS, Wong JY, Arafeh J, Cohen SE, Carvalho B, Analgesia. Transport decreases the quality of cardiopulmonary resuscitation during simulated maternal cardiac arrest. Anesth Analg 2013;116(1):162-167.
108. Sunde K, Wik L, Steen PA. Quality of mechanical, manual standard and active compression-decompression CPR on the arrest site and during transport in a manikin model. Resuscitation 1997;34(3):235-242.
109. Blake WE, Stillman BC, Eizenberg N, Briggs C, McMeeken JM. The position of the spine in the recovery position--an experimental comparison between the lateral recovery position and the modified HAINES position. Resuscitation 2002;53(3):289-97.
110. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. Circulation 1997;96(10):3308-13.
111. Swor RA, Jackson RE, Cynar M, et al. Bystander CPR, ventricular fibrillation, and survival in witnessed, unmonitored out-of-hospital cardiac arrest. Ann Emerg Med 1995;25(6):780-4.
112. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Incidence, duration and survival of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. Resuscitation 2000;44(1):7-17.
113. Folke F, Lippert FK, Nielsen SL, et al. Location of cardiac arrest in a city

center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. Circulation 2009;120(6):510-7.
114. Hazinski MF, Idris AH, Kerber RE, et al. Lay rescuer automated external defibrillator ("public access defibrillation") programs: lessons learned from an international multicenter trial: advisory statement from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Committee; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; and the Council on Clinical Cardiology. Circulation 2005;111(24):3336-40.
115. Nichol G, Hallstrom AP, Ornato JP, et al. Potential cost-effectiveness of public access defibrillation in the United States. Circulation 1998;97(13): 1315-20.
116. Rea TD, Olsufka M, Bemis B, et al. A population-based investigation of public access defibrillation: role of emergency medical services care. Resuscitation 2010;81(2):163-7.
117. Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, et al. Public access defibrillation. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation. Circulation 1995;92(9):2763.
118. Weisfeldt ML, Sitlani CM, Ornato JP, et al. Survival after application of automatic external defibrillators before arrival of the emergency medical system: evaluation in the resuscitation outcomes consortium population of 21 million. J Am Coll Cardiol 2010;55(16):1713-20.
119. Tay PJM, Pek PP, Fan Q, et al. Effectiveness of a community based out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) interventional bundle: Results of a pilot study. Resuscitation 2020;146:220-228.
120. Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M, et al. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 2004;351(7):637-46.
121. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. Resuscitation 2015;95:81-99.
122. Ringh M, Hollenberg J, Palsgaard-Moeller T, et al. The challenges and possibilities of public access defibrillation. J Intern Med 2018;283(3):238-256.

123. Myat A, Baumbach A. Public-access defibrillation: a call to shock. Lancet 2019;394(10216):2204-2206.
124. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 2015; 372(24):2316-25.
125. Berglund E, Claesson A, Nordberg P, et al. A smartphone application for dispatch of lay responders to out-of-hospital cardiac arrests. Resuscitation 2018;126:160-165.
126. Zijlstra JA, Stieglis R, Riedijk F, Smeekes M, van der Worp WE, Koster RW. Local lay rescuers with AEDs, alerted by text messages, contribute to early defibrillation in a Dutch out-of-hospital cardiac arrest dispatch system. Resuscitation 2014;85(11):1444-9.
127. Perman SM, Shelton SK, Knoepke C, et al. Public perceptions on why women receive less bystander cardiopulmonary resuscitation than men in out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2019;139(8):1060-1068.
128. Ishii M, Tsujita K, Seki T, et al. Sex-and age-based disparities in public access defibrillation, bystander cardiopulmonary resuscitation, and neurological outcome in cardiac arrest. JAMA Netw Open 2023;6(7):e2321783.
129. Di Maio R, O'Hare P, Crawford P, et al. Self-adhesive electrodes do not cause burning, arcing or reduced shock efficacy when placed on metal items. Resuscitation 2015;96:11.
130. Hickey RW, Cohen DM, Strausbaugh S, Dietrich AM. Pediatric patients requiring CPR in the prehospital setting. Ann Emerg Med 1995;25(4): 495-501.
131. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. Circulation 2009;119(11):1484-91.
132. Kuisma M, Suominen P, Korpela R. Paediatric out-of-hospital cardiac arrests--epidemiology and outcome. Resuscitation 1995;30(2):141-50.
133. Mogayzel C, Quan L, Graves JR, Tiedeman D, Fahrenbruch C, Herndon P. Out-of-hospital ventricular fibrillation in children and adolescents: causes and

outcomes. Ann Emerg Med 1995;25(4):484-91.
134. Cecchin F, Jorgenson DB, Berul CI, et al. Is arrhythmia detection by automatic external defibrillator accurate for children? sensitivity and specificity of an automatic external defibrillator algorithm in 696 pediatric arrhythmias. Circulation 2001;103(20):2483-8.
135. König B, Benger J, Goldsworthy L. Automatic external defibrillation in a 6 year old. Archives of disease in childhood. Arch Dis Child 2005;90(3):310-1.
136. Samson RA, Berg RA, Bingham R, et al. Use of automated external defibrillators for children: an update: an advisory statement from the pediatric advanced life support task force, International Liaison Committee on Resuscitation. Circulation 2003;107(25):3250-5.
137. Jorgenson D, Morgan C, Snyder D, et al. Energy attenuator for pediatric application of an automated external defibrillator. Crit Care Med 2002;30(4 Suppl):S145-7.
138. Bar-Cohen Y, Walsh EP, Love BA, Cecchin F. First appropriate use of automated external defibrillator in an infant. Resuscitation 2005;67(1):135-7.
139. Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK. Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 2008;358(1):9-17.
140. Hanefeld C, Lichte C, Mentges-Schröter I, Sirtl C, Mügge A. Hospital-wide first-responder automated external defibrillator programme: 1 year experience. Resuscitation 2005;66(2):167-70.
141. Gombotz H, Weh B, Mitterndorfer W, Rehak P. In-hospital cardiac resuscitation outside the ICU by nursing staff equipped with automated external defibrillators--the first 500 cases. Resuscitation 2006;70(3):416-22.
142. Kaye W, Mancini ME, Richards N. Organizing and implementing a hospital-wide first-responder automated external defibrillation program: strengthening the in-hospital chain of survival. Resuscitation 1995;30(2): 151-6.
143. Bierens J, Abelairas-Gómez C, Furelos RB, et al. Resuscitation and emergency care in drowning: a scoping review. Resuscitation 2021;162:205-217.
144. Nitta M, Kitamura T, Iwami T, et al. Out-of-hospital cardiac arrest due to

drowning among children and adults from the Utstein Osaka Project. Resuscitation 2013;84(11):1568-1573.
145. Vilke GM, Smith AM, Ray LU, Steen PJ, Murrin PA, Chan TC. Airway obstruction in children aged less than 5 years: the prehospital experience. Prehosp Emerg Care 2004;8(2):196-9.
146. Igarashi Y, Yokobori S, Yoshino Y, Masuno T, Miyauchi M, Yokota H. Prehospital removal improves neurological outcomes in elderly patient with foreign body airway obstruction. Am J Emerg Med 2017;35(10):1396-9.
147. Redding JS. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. Crit Care Med 1979;7(10):475-9.
148. Boussuges S, Maitrerobert P, Bost M. The heimlich pressure movement to save children with an asphyxiating foreign body in the respiratory tract. Medecine Infantile 1984;91(5):467-471.
149. Soroudi A, Shipp HE, Stepanski BM, et al. Adult foreign body airway obstruction in the prehospital setting. Prehosp Emerg Care 2007;11(1):25-9.
150. Heimlich HJ. The Heimlich Maneuver: prevention of death from choking on foreign bodies. J Occup Med 1977;19(3):208-10.
151. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. Resuscitation 2000;44(2):105-8.
152. Guildner CW, Williams D, Subitch T. Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. JACEP 1976;5(9):675-7.
153. Hartrey R, Bingham RM. Pharyngeal trauma as a result of blind finger sweeps in the choking child. J Accid Emerg Med. 1995 Mar;12(1):52-4.
154. Kinoshita K, Azuhata T, Kawano D, Kawahara Y. Relationships between pre-hospital characteristics and outcome in victims of foreign body airway obstruction during meals. Resuscitation 2015;88:63-67.
155. Abder-Rahman HA. Infants choking following blind finger sweep. Jornal de Pediatria 2009;85(3):273-275.
156. Gjoni D, Mbamalu D, Banerjee A, James K. An unusual complication of an attempt to open the airway in a choking child. Br J Hosp Med 2009;70:595.

157. Mori T, Inoue N. Nasopharyngeal foreign body triggered by a blind finger sweep. BMJ Case Rep 2016;2016.
158. Sakai T, Kitamura T, Iwami T, et al. Effectiveness of prehospital Magill forceps use for out-of-hospital cardiac arrest due to foreign body airway obstruction in Osaka City. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2014;22:53.
159. https://www.who.int/ WHO, news-room/fact-sheets/detail/drowning. Drowning. 2020.
160. Hubert H, Escutnaire J, Michelet P, et al. Can we identify termination of resuscitation criteria in cardiac arrest due to drowning: results from the French national out-of-hospital cardiac arrest registry. J Eval Clin Pract 2016;22(6):924-931.
161. Tobin JM, Ramos WD, Pu Y, Wernicki PG, Quan L, Rossano JW. Bystander CPR is associated with improved neurologically favourable survival in cardiac arrest following drowning. Resuscitation 2017;115:39-43.
162. Fukuda T, Ohashi-Fukuda N, Hayashida K, Kukita I. Association of bystander cardiopulmonary resuscitation and neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest due to drowning in Japan, 2013-2016. Resuscitation 2019; 141:111-20.
163. Tobin JM, Ramos WD, Greenshields J, et al. Outcome of Conventional Bystander Cardiopulmonary Resuscitation in Cardiac Arrest Following Drowning. Prehosp Disaster Med 2020;35(2):141-147.
164. Cohen N, Scolnik D, Rimon A, Balla U, Glatstein M. Childhood Drowning: Review of Patients Presenting to the Emergency Departments of 2 Large Tertiary Care Pediatric Hospitals Near and Distant From the Sea Coast. Pediatr Emerg Care 2020;36(5):e258-e262.
165. El-Assaad I, Al-Kindi SG, McNally B, et al. Automated External Defibrillator Application Before EMS Arrival in Pediatric Cardiac Arrests. Pediatrics 2018 Oct;142(4):e20171903.
166. Lungwitz YP, Nussbaum BL, Paulat K, Muth CM, Kranke P, Winkler BE. A novel rescue-tube device for in-water resuscitation. Aerosp Med Hum Perform 2015;86(4):379-85.
167. Winkler BE, Eff AM, Eff S, et al. Efficacy of ventilation and ventilation adjuncts

during in-water-resuscitation--a randomized cross-over trial. Resuscitation 2013;84(8):1137-42.

168. Szpilman D, Soares M. In-water resuscitation--is it worthwhile? Resuscitation 2004;63(1):25-31.
169. Seesink J, Nieuwenburg SAV, van der Linden T, Bierens J. Circumstances, outcome and quality of cardiopulmonary resuscitation by lifeboat crews. Resuscitation 2019;142:104-110.
170. Barcala-Furelos R, Abelairas-Gomez C, Palacios-Aguilar J, et al. Can surf-lifeguards perform a quality cardiopulmonary resuscitation sailing on a lifeboat? A quasi-experimental study. Emerg Med J 2017;34(6):370-375.
171. Fungueiriño-Suárez R, Barcala-Furelos R, González-Fermoso M, et al. Coastal Fishermen as Lifesavers While Sailing at High Speed: A Crossover Study. Biomed Res Int 2018;2018:2747046.
172. Guru V, Verbeek PR, Morrison LJ. Response of paramedics to terminally ill patients with cardiac arrest: an ethical dilemma. CMAJ 1999;161(10): 1251-1254.
173. Wiese CH, Bartels UE, Zausig YA, Pfirstinger J, Graf BM, Hanekop GG. Prehospital emergency treatment of palliative care patients with cardiac arrest: a retrolective investigation. Support Care Cancer 2010;18(10): 1287-1292.
174. Miller W, Levy P, Lamba S, Zalenski RJ, Compton S. Descriptive analysis of the in-hospital course of patients who initially survive out-of-hospital cardiac arrest but die in-hospital. J Palliat Med 2010;13(1):19-22.
175. Quante M. Principles of Biomedical Ethics, 6th edition2008.
176. Simon JR. Refusal of care: the physician-patient relationship and decisionmaking capacity. Ann Emerg Med 2007;50(4):456-461.
177. Silveira MJ, Kim SY, Langa KM. Advance directives and outcomes of surrogate decision making before death. New Engl J Med 2010;362(13):1211-1218.
178. Mo HN, Shin DW, Woo JH, et al. Is patient autonomy a critical determinant of quality of life in Korea? End-of-life decision making from the perspective of the patient. Palliat Med 2012;26(3):222-231.
179. Lee JK, Keam B, An AR, et al. Surrogate decision-making in Korean patients with advanced cancer: a longitudinal study. Support Care Cancer 2013;21(1):183-190.

180. Wright AA, Zhang B, Ray A, et al. Associations between end-of-life discussions, patient mental health, medical care near death, and caregiver bereavement adjustment. JAMA 2008;300(14):1665-1673.
181. 국가생명윤리정책원(KoNIBP). 2019연명의료결정제도연보. (http://www.nibp.kr/xe/act2_1/202510).
182. Do Not Attempt Resuscitation (DNAR) Decisions in the Perioperative Period. The Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland, London; 2009.
183. Morrison LJ, Kierzek G, Diekema DS, et al. Part 3: ethics: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation 2010;122(18_suppl_3):S665-S675.
184. Mancini ME, Diekema DS, Hoadley TA, et al. Part 3: ethical issues: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation 2015;132(18_suppl_2):S383-S396.
185. Sherbino J, Guru V, Verbeek PR, Morrison LJ. Prehospital emergency medical services' ethical dilemma with do-not-resuscitate orders. CJEM 2000;2(4):246-251.
186. Kang HJ, Eo EK, Jung JH, Bae HA. A Retrospective Analysis to Determine Criteria for Termination of Resuscitation (TOR) for a Patient with an Out-of-Hospital Cardiac Arrest (OHCA) who Presents at the Emergency Department (ED). J Korean Soc Emerg Med 2010;21(5):546-553.
187. Payne JK, Thornlow DK. Clinical perspectives on portable do-not-resuscitate orders. J Gerontol Nurs 2008;34(10):11-16.
188. Paris JJ. What standards apply to resuscitation at the borderline of gestational age? J Perinatol 2005;25(11):683-684.
189. Eckstein M, Stratton SJ, Chan LS. Termination of Resuscitative Efforts for Out-of-hospital Cardiac Arrests. Acad Emerg Med 2005;12(1):65-70.
190. Weisfeldt M, Sugarman J, Bandeen-Roche K. Toward definitive trials and improved outcomes of cardiac arrest. Circulation 2010;121(14):1586-1588.
191. Dickert N, Sugarman J. Ethical goals of community consultation in research. Am J Public Health 2005;95(7):1123-1127.
192. Tisherman SA, Powell JL, Schmidt TA, et al. Regulatory challenges for the resuscitation outcomes consortium. Circulation 2008;118(15):1585-1592.

193. Dickert N, Sugarman J. Getting the ethics right regarding research in the emergency setting: lessons from the PolyHeme study. Kennedy Inst Ethics J 2007;17(2):153-169.
194. Administration FD. Protection of human subjects; informed consent-FDA. Final rule. Fed Regist 1996;61(192):51498-533.
195. Christian MD, Loutfy M, McDonald LC, et al. Possible SARS coronavirus transmission during cardiopulmonary resuscitation. Emerg Infect Dis 2004; 10(2):287-93.
196. Nam HS, Yeon MY, Park JW, Hong JY, Son JW. Healthcare worker infected with Middle East Respiratory Syndrome during cardiopulmonary resuscitation in Korea, 2015. Epidemiol Health 2017;39:e2017052.
197. Rosell Ortiz F, Fernández Del Valle P, Knox EC, et al. Influence of the Covid-19 pandemic on out-of-hospital cardiac arrest. A Spanish nationwide prospective cohort study. Resuscitation 2020 Dec;157:230-240.
198. Baldi E, Sechi GM, Mare C, et al. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest in the COVID-19 era: A 100 days experience from the Lombardy region. PLoS One 2020;15(10):e0241028.
199. Tian Y, Tu X, Zhou X, et al. Wearing a N95 mask increases rescuer's fatigue and decreases chest compression quality in simulated cardiopulmonary resuscitation. Am J Emerg Med 2021 Jun;44:434-438.
200. Ott M, Milazzo A, Liebau S, et al. Exploration of strategies to reduce aerosol-spread during chest compressions: A simulation and cadaver model. Resuscitation 2020;152:192-198.

제4장

전문소생술

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제4장

전문소생술

차경철[1], 김동혁[2], 김태윤[3], 손유동[4], 송영[5], 심규홍[6], 김도균[7], 안교진[1], 오윤희[8], 위진[9], 윤준성[10], 이명렬[11], 이미진[12], 이병국[13], 이병헌[14], 이지숙[15], 이창희[16], 이한나[17], 장영빈[18], 장용수[4], 정영화[19], 정우진[1], 정성필[18], 조규종[4], 허주선[19], 황성오[1], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 전문소생술 위원회

연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[1], 이화여자대학교 의과대학 심장내과학교실[2], 인하대학교 의과대학 응급의학과[3], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[4], 연세대학교 의과대학 마취통증의학과[5], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[6], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[7], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[8], 가천대학교 의과대학 심장내과학교실[9], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[10], 백석대학교 응급구조학과[11], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[12], 전남대학교병원 의과대학 응급의학과[13], 연세대학교 강남세브란스병원 응급진료센터[14], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[15], 남서울대학교 응급구조학과[16], 서울대학교 의과대학 마취통증의학과[17], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[18], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[19]

I 2025년 전문소생술 가이드라인 주요 변경 사항과 전문소생술 순서

2025년 한국 전문소생술 가이드라인은 전문소생술에 관한 과학적 근거를 바탕으로 도출된 의학적 권고이다. 심폐소생술 가이드라인을 제정하는 국제소생술교류위원회(International Liaison Committee on Resuscitation: ILCOR)의 2025년 과학적 합의와 치료 권고에 기반을 두었다.[1]

1. 2025년 전문소생술 가이드라인 주요 변경 사항

2025년 전문소생술 가이드라인 중 2020년 가이드라인에 비하여 변경된 내용은 다음과 같다.

1) 심장정지 시 약물 투여 경로

성인 심장정지 환자에게 약물 투여를 위한 경로로 골내주사보다 정맥로 주사를 먼저 시도할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도). 심폐소생술 중 정맥로를 확보하지 못하면, 대체경로로 골내 접근하는 것을 고려한다(보편타당한 권고).

2) 심장정지 중 바소프레신과 코르티코스테로이드의 병용 투여

병원 내 심장정지 환자에게 심폐소생술 중 표준 치료에 바소프레신과 코르티코스테로이드를 추가 투여하는 것은 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 또한, 병원 밖 심장정지 환자에 대해서도 바소프레신과 코르티코스테로이드를 일상적으로 병용 투여하는 것은 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

3) 심장정지 중 완충제 투여

특별한 적응증이 없는 한, 병원 밖 심장정지 치료에서 중탄산나트륨과 같은 완충제의 사용은 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 또한, 특별한 적응증이 없는 한, 병원 내 심장정지 치료에서도 완충제의 일상적인 투여는 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

4) 심장정지 중 칼슘 투여

병원 밖 심장정지 환자에서 칼슘의 일상적 투여는 권장하지 않는다(강한 권고, 중간 확신도). 병원 내 심장정지 환자에서도 칼슘의 일상적 사용은 권장하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도).

5) 이중연속제세동

3회 이상 연속적으로 제세동을 받은 후에도 심실세동 또는 무맥성 심실빈맥이 지속되는 성인 심장정지 환자에게 훈련받은 의료종사자가 즉시 여분의 패드나 제세동기를 사용할 수 있다면 심폐소생술의 경험이 많은 의사의 판단 하에 벡터변화제세동(약한 권고, 매우 낮은 확신도)이나 이중연속제세동(약한 권고, 낮은 확신도)을 시도할 수 있다. 이중연속제세동을 시행하는 경우 단일 시행자가 순서대로 제세동기를 작동할 것을 제안한다(보편타당한 권고).

6) 심장정지 중 경부 절개 기도 확보(cricothyroidotomy during CPR)

표준적인 기도 확보 전략이 실패할 경우에는 경부 절개 기도 확보를 고려할 수 있으며, 적절한 훈련을 받은 구조자가 윤상갑상막절개술을 통해 경부 절개 기도 확보를 시도할 수 있다(보편타당한 권고).

7) 심폐소생술 중 기계호흡 설정

환자에게 기계 환기 시행 중 심장정지가 발생하였을 때 수동 환기 대신 기계 환기를 사용하는 경우, 가슴압박 동안에는 용적 조절(volume-controlled) 모드를 사용한다. 호흡기는 예측 체중 기준 6-8 mL/kg의 일회 호흡량(tidal volume)으로 설정하거나, 가시적인 흉부 상승이 보일 정도로 조정한다. 산소는 최대 농도(FiO_2 100%)로 투여하며, 호흡수는 분당 10회, 흡기 시간은 1-2초로 설정한다. 호기말 양압(PEEP)은 0-5 cm H_2O로 유지하고, 최고 기도압 경보(peak pressure alarm)는 60-70 cm H_2O로 설정한다. 유량 트리거(flow trigger)는 꺼 둔다. 기계 환기가 효과적으로 이루어지는지 반드시 확인하고, 효과적이지 않다면 수동 환기로 전환한다(보편타당한 권고).

8) 고칼륨혈증에 의한 심장정지

급성 고칼륨혈증에 의한 심장정지 환자에게 인슐린과 포도당을 정맥투여할 것을 권고한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 급성 고칼륨혈증에 의한 심장정지 환자에서 정맥내 중탄산염 또는 정맥내 칼슘 투여를 권고하거나 금기할 근거가 부족하다.

9) 폐동맥 색전증에 의한 심장정지

폐색전증이 심장정지의 원인으로 의심되는 경우 혈전용해제를 투여할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 폐색전증이 심장정지의 원인으로 판명된 환자에게 혈전용해제, 수술적 색전제거술 또는 경피적 기계 혈전제거술(percutaneous mechanical thrombectomy)을 고려할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

10) 아편계 중독에 의한 심장정지

아편계 약물 중독에 의한 심장정지 환자에 대한 전문소생술 중 표준 소생술 치료 외에 날록손 등 아편계 약물 특이 치료제(opioid-specific therapies) 추가 투여의 효과는 근거가 부족하다. 만약 구조자가 아편계 약물 중독이 의심되는 환자가 실제 심장정지 상태인지 확실하지 않은 경우, 아편류 길항제(예: 날록손)를 투여할 수 있다(보편타당한 권고).

11) 심폐소생술 중 의식 회복

심폐소생술 중 자발순환이 회복되지 않았으나 가슴압박에 의해 일시적으로 환자의 의식이 회복되어 고품질의 심폐소생술에 방해가 되거나 환자 및 구조자에게 위해를 초래할 경우, 구조자는 환자의 통증과 고통을 줄이기 위해 진정제(sedative)나 진통제(analgesic)(또는 이들의 병용)를 가능한 한 최소 용량으로 사용하는 것을 고려할 수 있다(보편타당한 권고). 신경근차단제(neuromuscular-blocking drug)를 의식이 있는 환자에게 단독으로 투여하는 것은 권고하지 않는다(보편타당한 권고). 심폐소생술 중 진정 및 진통을 위한 최적의 약물 조합(optimal drug regimen)은 아직 명확하지 않으며, 중환자 치료에서 사용되는 약물 조합 및 각 기관의 지침(local protocols)을 근거로 결정할 수 있다(보편타당한 권고).

12) 엎드린 자세 심폐소생술

엎드린 자세에서 심장정지가 발생한 환자가 기관내삽관이 되어 있고 환자를 즉시 누운 자세로 변경하기 어렵거나 관련된 위험이 있을 때 엎드린 자세 심폐소생술을 시도해 볼 수 있다(보편타당한 권고). 침습적 동맥압이나 호기말이산화탄소분압 감시는 엎드린 자세 심폐소생술의 관류압을 감시하는 데 유용한 지표가 될 수 있으며 환자를 누운 자세로 변경하여 심폐소생술을 시행할 시기를 결정하는 데 도움을 줄 수 있다(보편타당한 권고). 엎드린 자세에서 심장정지 환자가 전문 기관내삽관이 되어 있지 않다면, 즉시 누운 자세로 돌려 심폐소생술을 실시하는 것이 좋다(강한 권고, 낮은 확신도). 심장 충격이 필요한 심장정지 환자가 엎드린 자세이고 즉시 눕힐 수 없다면, 엎드린 자세에서의 제세동을 실시할 수 있다(보편타당한 권고).

13) 심폐소생술 중 현장 초음파

심폐소생술 중 가역적인 심장정지 원인을 진단하기 위해 현장초음파를 일상적으로 시행하지 않도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 숙련된 현장초음파 시술자가 심폐소생술을 방해하지 않고 초음파를 시행할 수 있다면, 가역적인 심장정지 원인의 여부가 임상적으로 의심될 때 추가적인 진단의 도구로 사용하도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 심폐소생술 중에 현장초음파의 적용은 신중하게 고려되어야 하며, 가슴압박을 방해할 위험이 높고 초음파 소견을 잘못 해석할 가능성이 있음을 유념해야 한다(보편타당한 권고).

14) 기계 심폐소생술

병원 밖 심장정지에서 수동 심폐소생술을 대신하여 기계 심폐소생술을 일상적으로 시행하는 것을 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 병원 내 심장정지에서 수동 심폐소생술을 대신하여 기계 심폐소생술을 일상적으로 시행하는 것을 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 고품질의 심폐소생술을 유지하기 어렵거나 응급의료종사자의 안전에 위협이 될 환경에서 기계 심폐소생술은 좋은 대안이 될 수 있다(보편타당한 권고).

15) 체외순환 심폐소생술

병원 밖 심장정지 성인 환자가 기존의 심폐소생술로 자발순환회복이 되지 않을 때, 이용가능한 기관에서는 선택적 구조 치료로 체외순환 심폐소생술(ECPR)을 고려해 볼 것을 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도). 병원 내 심장정지 성인 환자가 기존의 심폐소생술로 자발순환회복이 되지 않을 때, 이용가능한 기관에서는 선택적 구조 치료로 체외순환 심폐소생술(ECPR)을 고려해 볼 것을 권고한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

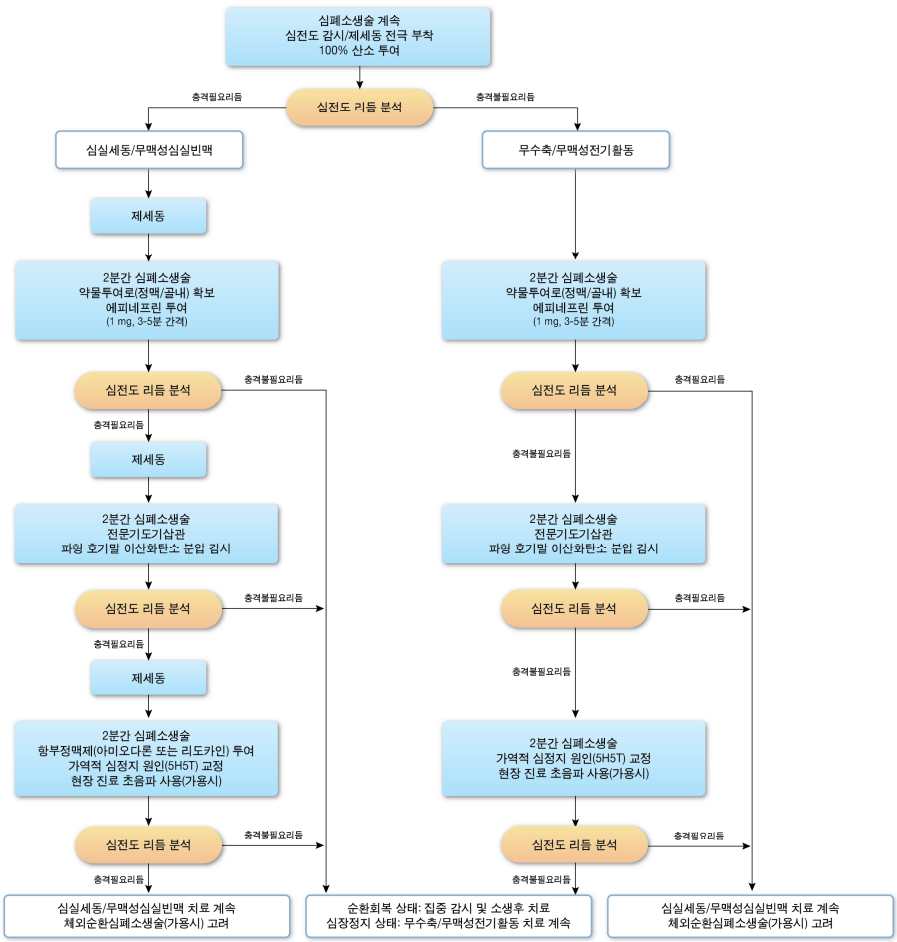
2. 전문소생술 순서

2025년 전문소생술 가이드라인에서는 심장정지 환자에서 약물 투여 경로의 우선 순위, 불응성 심실세동에서 이중연속제세동의 적용 등 2020년 가이드라인에서 제시되었던 권고 사항의 과학적 근거가 업데이트되었다.

전문소생술이 진행되는 모든 과정에서 심폐소생술이 수행되어야 한다. 기본소생술을 하는 도중 전문소생술팀이 도착하면 즉시 제세동 전극을 부착하여 심전도 리듬을 감시하고 분석 결과에 따라 치료 방침을 결정한다. 치료 방침을 신속히 결정하려면 심전도를 판독 능력이 있는 구조자가 수동 제세동기를 사용하여 심전도 리듬을 분석한다. 또한 전문소생술팀의 모든 구성원은 전문소생술 순서를 이해하고 숙지하여 전문소생술이 효율적으로 진행되도록 한다.

1) 병원 내 심장정지에 대한 전문소생술

전문소생술팀이 기본소생술이 시행되고 있는 병원 내 심장정지 현장에 도착하면 즉시 제세동기의 전극을 환자에게 부착하여 심장정지 리듬을 확인한다. 전문소생술팀의 구조 인력이 충분하다면 고품질 심폐소생술을 위해 가슴압박과 인공호흡 역할을 교대한다. 전문기도기가 삽입되지 않은 상태라면 가슴압박과 인공호흡의 비율은 30:2로 유지하고 인공호흡 시 100%의 산소를 투여한다. 심장정지 리듬은 심실세동, 무맥성 심실빈맥, 무수축, 무맥성전기활동으로 구별된다. 심실세동과 무맥성 심실빈맥은 제세동(심장충격)으로 치료가 가능하므로 충격필요리듬(shockable rhythm)이라고 하고 무수축과 무맥성전기활동은 제세동이 필요하지 않으므로 충격불필요리듬(non-shockable)이라고도 한다. 무맥성 심실빈맥과 무맥성전기활동 리듬인 경우 목동맥에서 맥박이 없음을 확인한다. 심장정지를 치료하는 동안 심전도 리듬이 바뀔 수 있으므로, 전문소생술을 하는 동안에 확인되는 심전도 리듬에 따라 적절한 치료 방법을 선택한다([그림 4-1]).



[그림 4-1] 병원 내 심장정지 환자에 대한 전문소생술 순서

(1) 충격필요리듬(심실세동 또는 무맥성 심실빈맥)의 치료 과정

심전도 분석 결과에 따라 충격필요리듬이 관찰된 경우 즉시 제세동(양방향 파형 제세동기: 120-200 J, 일방향 파형 제세동기: 360 J)을 시행하며, 제세동 후에는 심전도 리듬을 분석하지 않고 2분 간 심폐소생술을 한다. 양방향 파형 제세동기를 사용하는 경우에 제조사에서 권장하는 제세동 에너지량을 알 수 없다면, 200 J 로 제세동한다. 심폐소생술이 진행되는 동안 정맥주사로 또는 골내주사로를 확보하고 1mg의 에피네프린을 덩이주사(bolus)하고 생리식염수를 추가로 투여하여 에피네프린이 순환계로 신속히 들어갈 수 있도록 한다. 이때 정맥주사를 우선 시도하고 정맥로가 확보되지 않으면 골내주사를 시도할 수 있다. 에피네프린은 자발순환이 회복되거나 전문소생술이 끝날 때까지 3-5분 간격으로 반복 투여한다. 2분 후 심전도 리듬을 다시 확인하여 충격필요리듬이 관찰되면

다시 제세동을 시행하고 심폐소생술을 계속한다. 두 번째 제세동부터는 첫 에너지 권고량과 같거나 높은 에너지로 제세동을 한다. 고품질 심폐소생술이 진행되고 에피네프린이 적절히 투여되고 있다면 전문기도기를 삽관할 수 있다. 전문기도기가 삽관되면 가슴압박을 중단하지 않고 인공호흡을 할 수 있다. 전문기도기가 삽관된 후에는 6초당 1회(분당 10회)의 속도로 인공호흡을 한다. 기관내 삽관을 시행한 경우라면 호기말 이산화탄소분압을 감시하여 심폐소생술의 질과 자발순환회복 여부를 판단하는 데 도움을 받을 수 있다. 만약 전문기도기 삽관이 익숙하지 않거나 실패한 경우에는 백마스크 인공호흡을 하고 가슴압박과 인공호흡의 비율을 30:2로 유지한다. 2분간의 심폐소생술을 시행한 후 심전도 리듬이 심실세동이나 무맥성 심실빈맥인 경우 불응성 심실세동/무맥성 심실빈맥 상태이므로 2회의 제세동 이후에는 아미오다론이나 리도카인 투여를 미리 준비하는 것이 좋다.

2분간의 심폐소생술 후, 다시 심전도 리듬을 확인하여 충격필요리듬이 지속되면 첫 에너지 권고량과 동일하거나 높은 에너지로 3번째 제세동을 한 후 즉시 2분간 심폐소생술을 시행한다. 제세동 에너지량은 불응성심실세동/무맥성 심실빈맥이 지속되는 경우 최대에너지까지 사용할 수 있다. 심폐소생술을 시행하는 중에 아미오다론 또는 리도카인을 주사한다. 충격필요리듬이 지속되면 상기 과정을 반복하며, 아미오다론이나 리도카인은 초기의 1/2 용량으로 1회의 반복 투여가 가능하다. 환자의 심장정지 상황이나 병력 등으로 심장정지의 원인을 파악하고 의심되는 원인은 가능한 조기에 교정하여야 자발순환회복을 기대할 수 있다. 심폐소생술을 방해하지 않는다면 초음파를 시행하여 심장정지의 원인을 확인하는데 도움을 받을 수 있다. 만약 고품질의 심폐소생술을 시행함에도 자발순환이 되지 않는다면 체외순환심폐소생술(ECPR)을 고려한다.

(2) 충격불필요리듬(무수축 또는 무맥성전기활동)의 치료 과정

무수축은 심실 무수축을 의미한다. 그러므로 심방의 수축 여부에 관계없이 심실의 수축이 없는 경우는 무수축에 대한 치료를 한다. 무맥성전기활동(pulseless electrical activity; PEA)은 가성-전기기계해리(pseudo-electromechanical dissociation), 심실고유리듬(idioventricular rhythm), 심실이탈리듬(ventricular escape rhythm), 서맥-무수축 리듬 등 다양한 무맥성 리듬을 모두 포함하는 용어이다. 무맥성전기활동은 심전도에는 전기 활동이 나타나지만, 맥박 촉지나 비침습적 혈압감시 장치로 맥박 또는 혈압을 감지할 수 없는 경우이다.

무수축과 무맥성전기활동은 치료과정에서 제세동이 필요하지 않으므로 충격불필요리듬이라고 한다. 무맥성전기활동은 가역적 원인으로 발생하는 경우가 있으므로, 원인을 확인해서 교정하면 치료될 수 있다. 무수축이 발생한 심장정지 환자의 생존율은 매우 낮다. 충격불필요리듬이 관찰되는 환자의 소생에 대한 희망은 가역적 원인을 찾아내고 교정하는 데 있다.

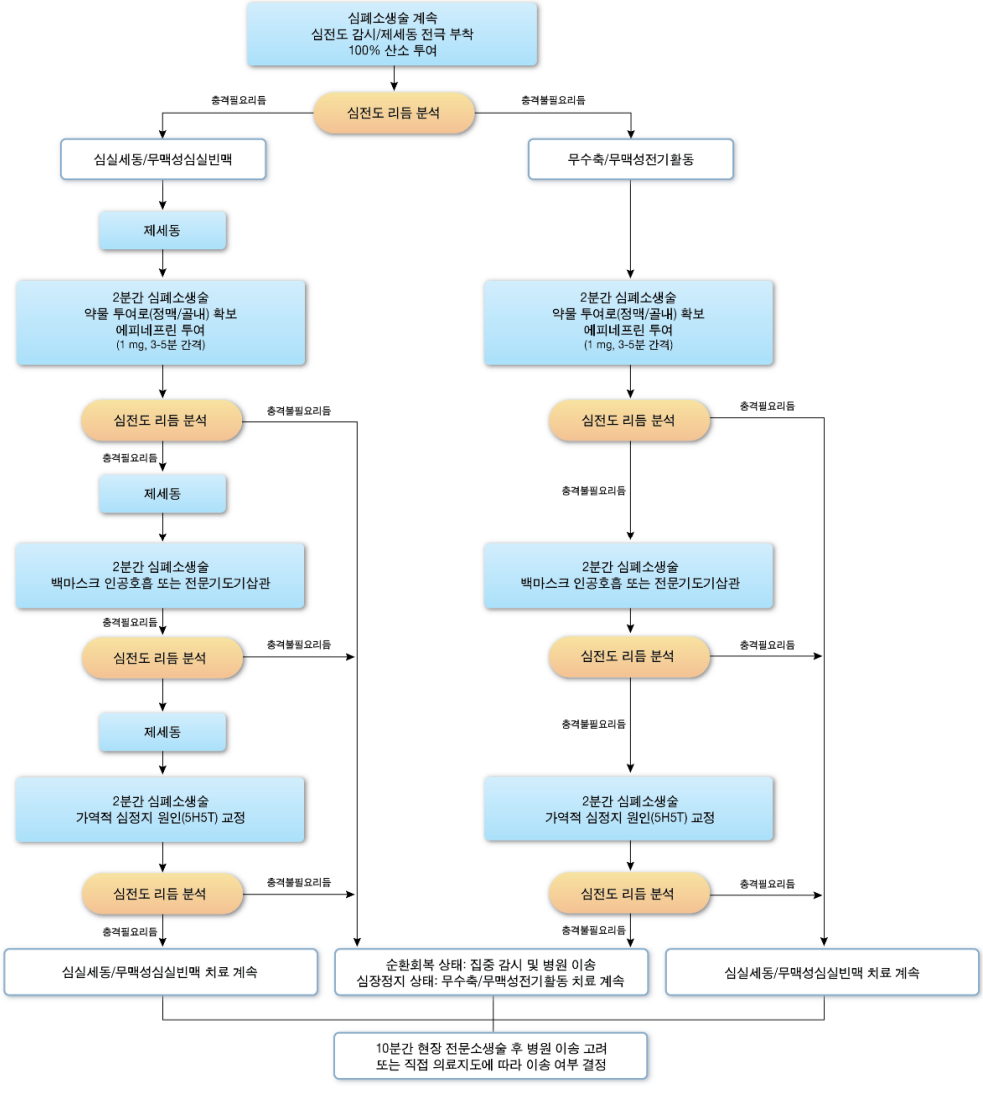
심전도에서 충격불필요리듬이 관찰되면 즉시 심폐소생술을 시작하고 가능한 빠른 시간 내에 정맥로나 골내주사로를 확보하여 에피네프린 1mg을 투여하고 생리식염수를 추가로 덩이주사해야 한다. 에피네프린은 3-5분마다 투여하고 자발순환이 회복되거나 전문소생술을 종료할 때까지 반복한다. 2분 간의 심폐소생술을 시행한 후 심전도 리듬을 다시 확인한다. 충격불필요리듬이 지속되면 다시 2분 간 심폐소생술을 시행하고 전문기도기를 삽관하여 가슴압박 중단 없이 인공호흡을 시행할 수 있도록 한다. 전문기도기가 삽관된 후 호기말 이산화탄소분압 감시 장치를 부착하면 심폐소생술의 질과 자발순환회복 여부를 판단하는 데 도움을 받을 수 있다. 2분간의 심폐소생술 후 확인한 심전도에서 충격불필요리듬이 지속되면 다시 2분간 심폐소생술을 시작하고 심장정지의 원인을 찾아 교정하려는 노력을 해야 하며, 원인 확인을 위해 초음파를 사용할 수 있다.

(3) 자발순환회복 후 치료

전문소생술 후 자발순환이 회복된 환자는 집중 감시를 하면서 소생 후 통합치료를 시작한다. 자발순환이 회복되면 즉시 혈역학적 안정화, 폐 환기 및 혈액 산소포화도의 조절, 목표체온유지치료, 급성관상동맥증후군에 대한 관상동맥중재술 등 소생 후 통합 치료가 시작되어야 한다. 소생 후 통합 치료의 방법은 '제5장 소생 후 치료'에서 다루도록 한다.

2) 병원 밖 심장정지에 대한 전문소생술

병원 밖 심장정지 전문소생술은 병원 내 전문소생술과 크게 다르지 않다. 다만, 기관내삽관 경험이 적은 구조자는 성문상 기도기를 우선 시도하도록 권고하고 있으며, 전문기도기 삽관이 익숙하지 않은 구조자는 백마스크 인공호흡을 하도록 권고한다. 우리나라에서 구급대원의 골내주사 시행은 응급구조사 업무 범위에 해당되지 않으므로 구급대원이 병원 밖 심장정지 환자에게 전문소생술을 시행할 경우 골내주사는 시도하지 않도록 한다. 현장 전문소생술 시간은 직접의료지도에 따라 결정하되, 심폐소생술에 참여하는 구성원들이 전문기도기 삽관 및 에피네프린 투여를 포함한 전문소생술이 가능한 경우에는 10분 간 전문소생술을 한 후 병원 이송을 고려하도록 권고한다. 만약 구성원들이 전문소생술을 할 수 없는 구조자라면 기본소생술 가이드라인에 따라 6분 간 심폐소생술 후 병원 이송을 고려한다. 예를 들어, 다중 출동 구급대의 경우, 선착 구급대원들이 전문소생술을 할 수 있다면 10분 간 전문소생술을 한 후 병원 이송을 고려하고, 그렇지 않은 경우라면 6분 간 심폐소생술 후 병원으로 이송하도록 한다([그림 4-2]).



[그림 4-2] 병원 밖 심장정지 환자에 대한 전문소생술 순서

3) 코로나19 유행 시 전문소생술

코로나19는 비말과 접촉으로 전파되는 것으로 알려져 있으며, 1-14일(평균 4-7일)의 잠복기가 있어 사람 간 전파 가능성이 높다. 가슴압박이나 제세동이 에어로졸(aerosol)을 발생시켜 구조자를 감염시킬 수 있다는 간접적인 근거가 있으므로, 코로나19 감염 또는 감염 의심 환자에게 전문소생술을 시작하기 전 구조자는 반드시 개인보호구(personal protective equipment: PPE)를 착용한다.[2,3] 개인보호구는 최소 D등급의 전신보호복이나 방수성 긴 팔 가운, 글러브 및 보호안경(또는 안면 가리개)과 함께 최소 N95(가능하면 cup-type보다는 fold-type)나 FFP3 이상의 마스크 또는

전동식 호흡 보호구(powered air-purifying respirator; PAPR)를 착용한다. 예후가 좋지 않을 것으로 판단되는 환자의 경우에는 소생술의 필요성을 다시 한번 평가한 후, 소생술이 필요하다고 판단되었을 경우에 전문소생술을 시작한다. 전문소생술팀은 가능한 최소 인력으로 구성하며 기계심폐소생술장치를 사용하여 환자와의 접촉을 최소화한다. 심전도 리듬 확인과 제세동을 위해 가능하면 부착하는 제세동 패드를 사용하고, 헤파필터(HEPA Filter)를 연결한 백마스크로 인공호흡을 한다. 전문기도기가 삽입되지 않은 상태라면 2명의 숙련된 구조자가 백마스크 인공호흡을 시행하는 것이 효율적이다. 헤파필터를 연결한 성문위기도기를 삽입하여 인공호흡을 할 수 있으며 이는 가슴압박 중단을 최소화할 수 있다. 기관내삽관을 시도할 경우 비디오후두경을 사용하여 구조자가 환자의 입 가까이 다가가지 않도록 하며, 가능한 첫 시도로 성공할 수 있도록 경험이 많은 구조자가 시도하도록 한다. 전문기도기를 확보한 경우에도 헤파필터를 연결하여 인공호흡을 한다. 소생술 종료 후 감염관리지침에 따라 개인보호구를 폐기하고, 소생술에 참여한 구조자는 가능한 빨리 비누와 물로 손을 깨끗이 씻거나 알코올 기반의 손소독제로 손을 소독하여야 하며 옷을 갈아입을 것을 권장한다. 또한 지역 보건당국에 연락하여 코로나19 검사와 자가격리 여부 등을 확인한다. 제조사 및 기관의 지침에 따라 심폐소생술 동안 사용한 도구 및 장비들은 세척하거나 폐기한다.[4-6]

Ⅱ 전문소생술

1. 성인 심장정지 치료와 전문소생술 개정 배경

전문소생술은 심장정지 환자에게 고품질의 기본소생술을 시행하는 상황에서 보다 효율적으로 전신 순환을 유도하고 적절한 산소를 공급하기 위한 치료 과정으로 생존 사슬의 중요한 고리이다. 전문기도유지술, 혈관수축제 투여, 제세동, 항부정맥제의 사용, 체외순환심폐소생술을 포함한 순환회복과 전신순환보조를 위한 치료 방법이 전문소생술에 포함된다.

2025년 한국 전문소생술 가이드라인은 2020년 가이드라인에서 제시되었던 권고사항 중 근거가 부족했거나, 치료 방침이 누락되었던 내용, 우리나라에서 적용하기에 한계가 있었던 항목에 대한 과학적 근거를 검토하여 이전 가이드라인보다 객관적이고 명확한 권고 사항을 도출하였다. 주요 주제의 선정과 검토 과정은 제1장에 서술하였다.

2020년 한국 심폐소생술 가이드라인이 발표된 이후 전문소생술 분야에서 중요한 연구 결과가 발표되었다. 심장정지 환자를 대상으로 한 정맥로와 골내주사를 이용한 에피네프린 투여의 임상 효과에 대한 무작위대조연구가 발표되었다.[7–9] 병원 내 심장정지 환자를 대상으로 한 에피네프린, 바소프레신, 코르티코스테로이드의 병용 투여와 에피네프린 단독 투여의 임상 효과에 대한 무작위대조연구가 발표되었다.[10] 병원 밖 심장정지 환자에서 칼슘 투여의 임상 효과에 대한 무작위대조연구가 발표되었다.[11] 기존 제세동법과 벡터변화 제세동(전후방향으로 바꾼 방법; vector change)과 이중연속 제세동을 시행한 군을 비교하는 무작위대조연구가 발표되었다.[12] 병원 밖 심장정지 환자를 대상으로 한 체외순환심폐소생술의 임상 효과에 대한 무작위대조연구가 발표되었다.[13] 이에 따라 2025년 한국 전문소생술 가이드라인에서는 새로운 연구 결과를 바탕으로 관련 내용을 수정하였고 심폐소생술 중 완충제 투여, 고칼륨혈증에 의한 심장정지 환자의 치료, 엎드린 자세 심폐소생술, 심폐소생술 중 의식을 회복하는 환자에 대한 대처, 기계호흡 중인 환자에게 심폐소생술 시 기계호흡 설정 등 기존 가이드라인에서 제시하지 않았던 권고 사항을 추가하였다. 또한 코로나19 감염(또는 감염 의심) 환자에 대한 전문소생술 가이드라인을 보완하였다.

2. 심폐소생술 중 모니터링

전문소생술 중 가슴압박의 효율과 심폐소생술 질을 평가하고 피드백 하는 감시 장치를 사용하는 것은 소생술 질 향상에 도움이 된다.[14] 호기말 이산화탄소분압, 관상동맥 관류압, 이완기동맥압, 중심정맥 산소포화도가 심폐소생술 중 대표적인 생리적 모니터링 지표로 사용될 수 있다. 특히, 파형 호기말 이산화탄소분압 측정을 심폐소생술 중 가슴압박 효율성의 감시, 자발순환회복 가능성의 예측, 기관내삽관 위치 확인에 활용하도록 권고한다.[15,16,17]

1) 소생술 중 되먹임(피드백) 장치의 사용

심폐소생술 중에는 되먹임 장치를 사용하여 가슴압박의 속도와 깊이, 인공호흡의 주기 등 지표를 감시함으로써 심폐소생술의 질을 평가할 수 있다. 가장 간단한 장치로서 규칙적인 소리나 빛을 내는 메트로놈을 사용하면 가슴압박과 인공호흡의 속도를 유지하는 데 도움이 된다. 실시간으로 가슴압박의 속도, 깊이, 이완, 중지와 가슴압박분율(chest compression fraction)을 감시하여 실시간으로 청각적 또는 시각적 되먹임을 주는 심폐소생술 감시 장치도 사용되고 있다.[14] 심폐소생술 때 시각적, 청각적 되먹임 장치 사용 및 메트로놈 사용이 심장정지 환자의 예후를 호전시킨다는 근거가 부족하다. 따라서 되먹임 장치를 일상적으로 사용하는 것은 권고하지 않지만, 현재 실시간 심폐소생술 되먹임 장치를 사용하고 있는 진료 현장에서는 계속 사용할 수 있다.[18,19]

2) 생리학적 지표의 감시 장치

심폐소생술 중에는 환자의 혈역학적 상태나 심폐소생술의 효율성을 평가할 수 있는 방법이 많지 않다. 하지만 심전도 리듬과 맥박의 확인과 더불어 호기말 이산화탄소분압, 관상동맥관류압, 중심정맥혈 산소포화도를 감시하면 심폐소생술에 의한 관류 상태와 연관된 생리학적 정보를 알 수 있다. 이산화탄소분압, 관상동맥관류압, 중심정맥혈 산소포화도는 심폐소생술 중 심박출량과 심근 혈류와 상관성이 있다. 생리학적 지표를 감시하면 자발순환의 회복 가능성 여부를 알 수 있다.

(1) 맥박

심폐소생술을 시행하면서 가슴압박의 효율을 평가하기 위하여 맥박을 확인하는 것의 타당성이나 유용성이 증명된 연구는 없다. 하대정맥에는 판막이 없어 가슴압박 동안 대퇴삼각에서 확인되는 맥박은 동맥혈류보다는 정맥 혈류에 의한 대퇴 정맥의 맥박일 가능성이 높다. 심폐소생술 중 목동맥 맥박은 심근 관류나 뇌관류와 관련이 없다. 가슴압박을 멈춘 상태에서 맥박을 확인하는 것은 자발순환회복을 확인할 수 있는 방법이지만, 호기말 이산화탄소분압 측정에 비해 민감도는 매우 낮다.

자발순환의 회복을 확인하는 방법으로서 호흡, 기침, 의식 반응과 움직임 여부를 확인하는 것이 맥박 확인보다 우수하다는 증거는 없다. 가슴압박 시작의 지연을 막기 위해, 의료종사자는 5-10초 이내로 맥박을 확인하고, 맥박이 확인되지 않으면 즉시 가슴압박을 시작하여야 한다.

(2) 호기말 이산화탄소분압의 측정

호기말 이산화탄소분압 측정기(capnography)는 인체에서 생성되고 순환 혈류를 통해 폐로 전달되는 이산화탄소를 측정한다. 정상 순환 상태에서 호기말 이산화탄소분압은 35-40mmHg이다. 심장정지 동안에는 체내에서 이산화탄소가 계속 생성되지만 혈류가 없어 폐로 전달되지 못하므로, 호기말 이산화탄소분압은 거의 0에 가깝다. 심폐소생술 중 폐로 전달되는 이산화탄소의 양을 결정하는 중요한 요소는 심박출량이다. 호기말 이산화탄소분압이 낮은 경우 부적절한 심박출량 상태를 의미하지만, 기관연축이나 기관내 튜브가 막히거나 꺾인 경우, 과환기한 경우, 성문상 기도기에서 측정한 경우, 공기 유출이 생긴 경우에도 호기말 이산화탄소분압이 낮게 측정된다.

2025년 가이드라인에서는 심폐소생술 중 혈역학적 감시, 심폐소생술 중 환자의 자발순환회복 가능성의 예측, 기관내삽관 위치의 확인 과정에서 호기말 이산화탄소분압을 활용하도록 권고한다. 호기말 이산화탄소분압은 심폐소생술 중 폐의 관류량에 비례하여 변하기 때문에 가슴압박의 적정성과 자발순환회복의 가능성을 평가하는 데 유용하게 사용된다.[15-17] 또한 호기말 이산화탄소분압은 기관 삽관 후 삽관된 튜브가 기관내에 위치하는지를 확인하는 데에도 사용될 수 있다.[17]

기관내삽관이 된 경우에 심폐소생술을 20분 이상 지속해도 지속적으로 호기말 이산화탄소분압이 낮게 측정된다면(<10mmHg) 자발순환회복이 될 가능성이 낮음을 시사한다.[15,20] 하지만, 성문상 기도기나 백마스크 환기를 하고 있는 경우에 호기말 이산화탄소분압의 감시와 가슴압박 효율성에 대한 상관성은 아직 불충분하다.[21] 호기말 이산화탄소분압 측정치를 심폐소생술 질 감시와 자발순환회복을 예측하는 단독 지표로 사용해서는 안 된다.

심폐소생술 시 호기말 이산화탄소분압을 감시하는 것은 시행자가 가슴압박의 깊이와 속도를 적절히 유지하는 데 기준을 제시하고, 시행자의 피로도를 확인하는 데 도움을 준다. 또한 호기말 이산화탄소분압이 갑자기 상승하여 유지되는 것은 자발순환회복의 지표이다. 따라서 심폐소생술의 질을 감시하기 위해 기관내삽관을 한 환자에서 파형 호기말 이산화탄소분압 측정기를 사용하여 가슴압박의 효율성을 평가하고 자발순환회복 여부를 확인할 수 있다. 만약 호기말 이산화탄소분압이 10mmHg 미만으로 측정되면 가슴압박을 조절하여 심폐소생술의 질을 높일 필요가 있다. 만약 호기말 이산화탄소분압이 갑자기 정상 수치(30-40mmHg)로 증가한다면 자발순환회복의 지표로 판단할 수 있다.

(3) 관상동맥관류압

심폐소생술 동안 관상동맥관류압(관상동맥관류압=이완기 동맥압—이완기 우심방압)은 심근혈류와 자발순환회복과 상관관계가 있다. 심폐소생술 중 관상동맥관류압이 15 mmHg 이상 유지되지 않으면 자발순환회복의 회복 가능성이 낮다. 그러나 관상동맥관류압을 확인하려면 대동맥과 중심정맥압을 동시에 측정한 후 계산하여야 하기 때문에 심폐소생술 동안 관상동맥관류압을 감시하는 것은 임상적으로 어렵다.

(4) 중심정맥혈 산소포화도

산소소모량, 동맥혈 산소포화도, 혈색소의 양이 동일하다면 중심정맥혈 산소포화도의 변화는 심박출량의 변화로 생긴 산소 운반(oxygen delivery)의 변화를 의미한다. 중심정맥혈 산소포화도는 상대정맥에 산소측정기가 장착된 중심정맥관을 삽입하여 지속적으로 측정할 수 있다. 중심정맥혈 산소포화도의 정상치는 60-80%이며, 심장정지와 심폐소생술 시에는 25-35% 정도 수준이다. 심폐소생술 시 낮은 중심정맥혈 산소포화도는 생성되는 심박출량이 부적절하다는 것을 의미한다. 심폐소생술 시 중심정맥혈 산소포화도가 30%에 달하지 못한 경우 자발순환회복에 실패하였다는 연구가 있으므로, 중심정맥혈 산소포화도를 30% 이상으로 유지하기 위하여 가슴압박을 조절하는 것을 고려한다. 중심정맥혈 산소포화도의 측정은 가슴압박을 방해하지 않고 자발순환회복을 확인하는 데 유용하다. 따라서 가능하다면 중심정맥혈 산소포화도 감시를 지속적으로 하여 심박

출량과 산소 운반을 확인하는 지표로 삼는 것이 유용하다. 심장정지 전에 중심정맥관이 삽관된 경우 또는 소생술을 방해하지 않는 범위 내에서 삽관이 가능한 경우에는 지속적으로 중심정맥혈 산소포화도를 측정하는 것을 고려한다. 다만 현재 우리나라에서 중심정맥혈 산소포화도 측정이 가능한 장비와 카테터가 상용화되지 못하고 있어 유용성에 제한이 있다.

(5) 맥박산소 측정

심장정지 시에는 말초 조직에 박동성 혈류가 적절히 공급되지 않기 때문에 맥박산소측정은 신뢰할 수 있는 감시 방법으로 부적합하다. 그러나 맥박산소측정기에 혈량 측정 파형이 관찰되면 자발순환회복을 확인할 수 있으며, 자발순환회복 후에는 적절한 산소화 여부를 평가하는 데 맥박산소측정기를 사용하는 것이 유용하다.

(6) 국소뇌산소포화도

성인 심폐소생술 중 근접적외선분광법(near infrared spectroscopy)을 사용한 국소뇌산소포화도 감시는 뇌 관류상태를 나타내는 지표로 사용될 수 있으며 비침습적으로 쉽게 적용하여 심장정지 환자의 자발순환회복 예측 및 예후 평가에 도움을 줄 수 있다.[22,23]

3. 심장정지 시 약물 투여 경로

심장정지 시에는 높은 수준의 심폐소생술과 빠른 제세동이 가장 중요하며 약물 투여는 다음 고려 사항이다. 심폐소생술을 시작하고, 제세동을 실시한 후에는 약물 투여를 목적으로 정맥이나 골내주사를 시행한다. 약물 투여로를 확보하는 과정이 가슴압박을 방해해서는 안 된다. 충격필요리듬인 심장정지에서는 제세동이 우선적으로 시행된 다음 주기부터 에피네프린 투여가 시작되지만, 충격불필요리듬인 경우에는 가슴압박이 시작되고 정맥로만 확보되었다면 가능한 빨리 에피네프린을 투여해야 한다.[24]

1) 말초 정맥로

소생술 중 약물을 말초 정맥로를 통해 주입하는 경우, 반드시 덩이주사 후 20mL의 수액을 추가 주입하여 약물이 사지에서 중심혈류로 빨리 들어가도록 해야 한다. 단순히 약물 주입 중 또는 주입 후에 사지를 들어 주는 것도 이론적으로는 중력을 이용하여 중심혈류로의 유입을 촉진하지만 이에 대한 체계적인 연구는 없다.

2) 골내주사로

골내주사로는 허탈 현상 없이 정맥 얼기로 접근이 가능하여 말초 정맥로를 통해 약물을 주입하는 경우와 비슷하게 약물을 전달할 수 있다. 골내주사는 안전하며 수액 주입이나 약물 투여, 검사를 위한 혈액 채취에 유용하다. 또한 모든 나이의 환자에게 시행할 수 있다. 실제 임상 환경에서도 특별한 부작용 없이 전문소생술에 필요한 약물을 골내로 주입할 수 있다. 심장정지 상태에서 골내로 약물을 주입하는 것에 대한 효과나 효율성에 대한 무작위대조연구에서, 골내주사는 병원 밖 심장정지 성인 환자에서 정맥주사에 비해 30일 생존율, 30일 또는 퇴원 시 양호한 신경학적 결과, 3개월 후 삶의 질, 자발순환회복, 퇴원 시 생존율, 3개월 생존율, 3개월 후 양호한 신경학적 생존율에 있어 이점이 없는 것으로 나타났으며, 지속 자발순환회복을 달성할 확률은 오히려 낮은 것으로 나타났다.[7-9] 따라서 성인 심장정지 환자에게 약물 투여를 위한 경로로 골내주사보다 정맥로 주사를 먼저 시도할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도). 심폐소생술 중 정맥로를 확보하지 못하면, 대체경로로 골내 접근하는 것을 고려한다(보편타당한 권고). 성인에게는 골내주사를 위하여 상용화된 기구를 사용하는 것이 편리하다.

3) 중심정맥로

중심정맥로는 말초정맥로에 비해 약물의 최고 농도를 높일 수 있고 약물의 순환 시간이 짧다는 장점이 있다. 게다가 중심정맥관은 상대정맥까지 닿아 있어 중심정맥혈 산소포화도를 감시하고, 관상동맥관류압을 예측할 수 있으며, 이를 통해 자발순환회복을 예측할 수 있다. 소규모 단일기관 연구에서, 대퇴정맥 또는 내경정맥 접근으로 무작위 배정된 대상자들이 말초정맥 접근군에 비해 더 높은 자발순환회복(ROSC)률을 보였다고 보고하였으나, 해당 연구는 높은 편향 위험을 가지고 있었다.[25] 따라서 중심정맥로 확보의 경험이 많은 의사의 경우, 성인 심장정지 환자에서 정맥로나 골내로 확보가 실패하거나 불가능한 경우, 중심정맥로 확보를 고려할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).

4) 기관내 약물 투입

소생술 시 약물을 기관으로 주입하는 것은 같은 양을 정맥로로 주입하는 것에 비해 낮은 혈중 농도를 보인다. 게다가 최근 동물 연구에서는 기관내로 약물을 주입했을 때 일시적으로 β-아드레날린성 효과를 일으켜 혈관확장을 일으킨다. 이는 저혈압을 일으키고 관상동맥관류압과 심근혈류량을 낮추므로 자발순환회복의 가능성을 낮추는 해로운 효과이다. 비록 일부 약물의 기관내 투입이 가능하지만, 예측 가능한 약물의 전달과 약리학적 효과를 기대할 수 있는 정맥주사로나 골내주사로를 통하여 약물을 투입한다.

정맥주사로와 골내주사로가 모두 확보되지 않았을 경우에 에피네프린, 바소프레신, 리도카인은 기관내로 투입할 수 있지만, 아미오다론은 투여할 수 없다. 기관내로 약물을 투입할 경우에는 정맥로 투입 용량의 2-2.5배를 투여한다.

4. 심장정지 치료에 사용되는 약물

1) 혈관수축제

심장정지 환자에게 투여된 혈관수축제는 자발순환의 회복 가능성을 높인다. 과거에는 혈관수축제의 사용이 장기 생존율에 미치는 영향에 대한 대규모 연구가 없었으나, 최근 발표된 연구에서 에피네프린이 위약보다 자발순환회복률을 유의하게 높인다는 것을 입증했다.[26] 에피네프린과 비교하여 생존율을 높이는 혈관 수축제는 아직 없다.

(1) 에피네프린

에피네프린은 α-아드레날린 수용체에 작용하는 염산염이다. 에피네프린의 α-아드레날린 효과는 심폐소생술 중 관상동맥관류압과 뇌관류압을 증가시킨다. 에피네프린의 β-아드레날린 효과는 심근 부하를 증가시키고 심내막하 관류를 낮추기 때문에 심장정지의 치료에 있어서 그 가치와 안전성에 대해서는 아직 논란이 있다.

병원 밖 심장정지 환자를 대상으로 에피네프린과 위약의 효과를 비교한 대규모 무작위배정 비교임상시험 연구에서 3-5분의 간격으로 1mg의 에피네프린을 투여한 군의 30일 생존율과 3개월 생존율이 더 높았다.[26] 또한 해당 연구[26]의 장기 추적 데이터를 이용한 후속 연구에서 에피네프린을 투여한 군이 위약에 비해 6개월 생존율 및 12개월 생존율이 높았다.[27] 따라서, 심장정지 환자에게 심장정지 리듬에 관계없이 3-5분의 간격으로 1mg의 에피네프린을 투여하도록 권고한다(강한 권고, 중간 확신도). 고용량 에피네프린 투여는 기존의 투여량을 투여한 군에 비하여 자발순환과 생존입원을 향상시켰다는 매우 낮은 수준의 근거가 발견되었으나, 생존퇴원과 신경학적 예후를 향상시키지는 못했다. 따라서, 고용량의 에피네프린을 일상적으로 투여하는 것은 권고하지 않는다(강한 권고, 중간 확신도).[28] 다만, 소생술 경험이 많은 의사가 고용량의 에피네프린이 필요하다고 판단하는 경우 투여를 고려할 수도 있다.

성인 심장정지 환자의 심폐소생술 중 에피네프린은 3-5분마다 1mg을 1:1,000 앰플 또는 상품화된 1:10,000 정제주사 형태로 신속하고 정확하게 투여한다.[14,29] 투여 경로는 정맥주사를 우선 고려하고 정맥주사가 어려운 경우 골내주사한다. 만약 정맥주사로와 골내주사로가 확보되지 않는 경우에는 기관으로 2-2.5mg을 줄 수 있다.

심폐소생술 중 에피네프린 투여 시기는 심장정지 리듬에 따라 다르다. 충격불필요리듬에서는 에피네프린을 가능한 빠른 시기에 투여하도록 한다. 충격필요리듬인 경우 치료 권고를 뒷받침할 만한 연구 근거는 아직 부족하다. 이 경우 에피네프린 투여보다는 신속한 제세동이 우선이고, 제세동 이후 신속하게 에피네프린을 투여한다.[24,30]

(2) 바소프레신

한 연구에서 위약과 비교했을 때, 바소프레신 투여는 초기 심전도 리듬과 관계없이 자발순환 회복을 향상시키며, 충격불필요리듬에서는 병원 도착 및 퇴원 생존율을 증가시켰다.[31] 그러나 다수의 무작위대조연구(RCT) 및 관찰 연구를 포함한 체계적 문헌 고찰과 메타분석에서는, 바소프레신 단독 또는 바소프레신과 에피네프린 병용 투여가 에피네프린 단독 투여와 비교했을 때 생존 결과에서 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 보고되었다.[31-33] 따라서, 성인 심장정지 환자의 심폐소생술 중 바소프레신 또는 바소프레신과 에피네프린을 일상적으로 투여하는 것은 권고하지 않는다(약한 권고, 중간 확신도).

(3) 바소프레신과 코르티코스테로이드 병용 투여

심장정지 중 바소프레신과 코르티코스테로이드(예: 메틸프레드니솔론)의 병용 투여는 심폐소생술 중 혈역학적 안정성을 향상시키고 자발순환회복과 장기 생존율을 개선할 수 있다는 생리학적 근거에 기반하여 제안되었다.[34] 하지만, 최근의 무작위대조연구 및 후속 분석에서는 이러한 병용 요법이 심장정지 환자들의 임상 결과에 유의한 효과를 주지 못하였다.[10,35,36]

따라서, 병원 내 심장정지 환자에게 심폐소생술 중 표준 치료에 바소프레신과 코르티코스테로이드를 추가 투여하는 것은 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 또한, 병원 밖 심장정지 환자에 대해서도 바소프레신과 코르티코스테로이드를 일상적으로 병용 투여하는 것은 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

2) 완충제(buffering agent)

완충제(중탄산나트륨 등)의 사용 목적은 심장정지로 인한 대사성 산증 및 산염기 불균형을 교정하고, 심근 기능과 혈관 반응성을 유지하여 자발순환회복을 촉진하는 데 있다. 그러나 완충제를 일상적으로 사용하는 것이 급성심장정지 환자의 생존율이나 신경학적 예후를 향상시킨다는 근거는 아직 충분하지 않다. 실제로, 완충제 투여가 자발순환회복이나 병원 입원 생존율을 향상시키지 못했다는 무작위대조연구 결과들이 보고되었다.[37-39]

따라서, 특별한 적응증이 없는 한, 병원 밖 심장정지 치료에서 중탄산나트륨과 같은 완충제의 사용은 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 또한, 특별한 적응증이 없는 한, 병원 내 심장정지 치료에서도 완충제의 일상적인 투여는 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

단, 본 권고는 나트륨 채널 차단제 중독, 삼환계 항우울제 중독, 고칼륨혈증과 같은 특수한 임상 상황에서의 완충제 사용은 포함하지 않는다.

3) 칼슘

칼슘은 심장정지 상황에서 심근 수축력 증진과 전해질 이상 교정을 목적으로 과거부터 사용되어 왔으나, 수년간 그 일상적 사용은 권고되지 않았다.[40] 그럼에도 불구하고 임상 현장에서는 여전히 칼슘이 자주 투여되고 있어, 이에 대한 최신 근거를 기반으로 한 재평가의 필요성이 제기되었다.

최근 무작위대조연구에서는 칼슘 투여가 심장정지 환자의 생존율 및 신경학적 예후에 유의한 이점을 보이지 못했다.[11] 또한, 특히, 가장 최근에 시행된 대규모 무작위대조연구에서는 중간 분석에서 칼슘 투여군에서의 해로움 가능성이 관찰되어 조기 종료되었으며, 이 연구에서는 90일 및 1년 시점의 기능적으로 양호한 생존율이 칼슘 투여군에서 유의하게 낮은 결과를 보였다.[41]

이러한 결과에 근거하여, 병원 밖 심장정지 환자에서 칼슘의 일상적 투여는 권장하지 않는다(강한 권고, 중간 확신도). 병원 내 심장정지 환자에서도 칼슘의 일상적 사용은 권장하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도).

단, 병원 내 심장정지 환자에서의 칼슘 투여에 대한 무작위대조연구는 현재까지 보고된 바 없으며, 기존의 근거 또한 대부분 병원 밖 심장정지 환자를 대상으로 한 연구에 국한되어 있다. 또한, 본 권고는 아래와 같은 특수한 병태생리적 상황에서의 칼슘 투여에는 적용되지 않는다.

① 고칼륨혈증(hyperkalemia)
② 저칼슘혈증(hypocalcemia)
③ 칼슘채널차단제 중독(calcium channel blocker overdose)
④ 고마그네슘혈증(hypermagnesemia)
⑤ 넓은 QRS를 동반한 중증 전해질 이상
⑥ 대량 출혈(massive hemorrhage)으로 인한 칼슘 결핍 상태

4) 항부정맥 약물

불응성심실세동과 무맥성 심실빈맥의 치료를 위한 아미오다론이나 리도카인의 투여는 생존 퇴원율이나 좋은 신경학적 예후의 가능성을 높인다는 증거는 부족하다. 그러나 아미오다론은 리도카인에 비하여 자발순환회복률을 높이고 위약에 비하여 생존입원율을 높인다. 리도카인은 위약에 비하여 자발순환회복률을 높이고 생존입원율을 높인다.[42] 따라서, 2025년 가이드라인에서는 불응성심실세동/무맥성 심실빈맥 성인 심장정지 환자에게 아미오다론 또는 리도카인 투여를 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도). 이전 2011년 가이드라인까지 다형성 심실빈맥에 의한 심장정지 환자에게 저마그네슘혈증이 의심되는 경우 마그네슘을 사용하였으나, 새로운 권고안에서는 일상적인 마그네슘 사용을 성인 심장정지 환자에게 권고하지 않는다(강한 권고, 매우 낮은 확신도).[43]

(1) 아미오다론

아미오다론은 나트륨, 칼륨, 칼슘 통로에 영향을 주어 α-, β- 아드레날린 차단 효과를 보인다. 아미오다론은 심폐소생술, 제세동, 혈관수축제에 반응이 없는 심실세동/무맥성 심실빈맥의 치료를 위하여 투여하며, 첫 용량은 300 mg을 정맥주사 또는 골내주사로 투여하며, 불응성인 경우 150 mg를 1회 추가 투여할 수 있다.[44]

(2) 리도카인

불응성심실세동/무맥성 심실빈맥환자에서 리도카인 투여를 고려할 수 있다. 첫 용량은 1-1.5 mg/kg를 정맥주사하고, 5-10분 간격을 0.5-0.75 mg/kg를 투여할 수 있으며 최대 3mg/kg까지 투여할 수 있다.

(3) 황산마그네슘

이전 2011년 가이드라인까지 다형성 심실빈맥에 의한 심장정지 환자가 저마그네슘혈증이 의심되는 경우 사용하였으나, 새로운 권고안에서는 일상적인 마그네슘 사용을 성인 심장정지 환자에게 권고하지 않는다.[43]

(4) 자발순환회복 후 항부정맥제의 예방적 사용

불응성심실세동/무맥성 심실빈맥에 의한 심장정지 환자에게 자발순환회복 직후 예방적인 측면에서 리도카인이나 베타차단제 투여를 고려할 수 있지만, 유용성에 대한 근거는 아직 부족하다. 베타차단제 투여는 심부정맥의 원인이 되는 카테콜아민 과다분비를 막고, 심근막을 안정화하며 허혈손상을 감소시키는 이점이 있지만, 소생술 직후 저혈압 발생이나 심부전을 악화시킬 수 있어 일상적인 사용은 권고하지 않는다.[45,46] 리도카인 역시 심근경색에 의한 부정맥 발생을 억제하여 심실부정맥으로의 진행을 예방하고 유해성은 없지만, 생존 예후를 증가시키지는 못한다. 심실세동이나 빈맥이 아닌 리듬에 의한 심장정지인 경우에는 항부정맥제의 예방적 사용에 대한 근거가 없다.

5. 제세동

1) 제세동의 기본 원리

신속한 제세동과 심폐소생술이 심장정지 환자의 소생에 중요한 영향을 미치는 이유는 다음과 같다.

① 갑자기 발생한 심장정지 환자의 가장 중요한 심장 리듬은 심실세동이다.
② 심실세동의 유일한 치료 방법은 전기적 제세동이다.
③ 심실세동이 발생한 후 시간이 경과할수록 제세동의 성공 가능성은 떨어진다.
④ 심실세동은 수 분 이내에 무수축 상태가 된다.

급성심장정지 환자의 생존율과 관련하여 여러 가지 연구가 진행되고 있는데, 중요한 것 중 하나가 심장정지가 발생한 후부터 심폐소생술과 제세동을 할 때까지의 시간에 관한 내용이다. 제세동이란 심실세동 환자에게 극히 짧은 순간에 강한 전류를 심장에 통과시켜서 대부분의 심근에서 활동전위를 유발하여 심실세동이 유지될 수 없도록 함으로써, 심실세동을 종료시키고 심장이 다시 정상적인 전기 활동을 할 수 있도록 유도하는 것이다.

심폐소생술을 시행하지 않는 경우는 제세동에 의한 생존율이 매분 7-10%씩 감소하며, 목격자에 의한 심폐소생술이 시행되면 제세동의 성공률이 분당 3-4% 정도로 감소된다. 즉, 심장정지 현장에서 심폐소생술을 시행하면 심폐소생술 시행 없이 제세동을 할 경우보다 성공 확률이 2-3배 증가한다. 현장에서 목격자 심폐소생술이 시행되면 환자의 신경학적 기능도 더욱 잘 보전된다. 특히 성인 심장정지 후 5분 이내에 제세동이 시행되면 신경 손상이 거의 없다. 하지만, 심폐소생술만으로는 심실세동이 정상리듬으로 변환될 가능성은 거의 없다.

2) 제세동과 심폐소생술 시행의 우선 순위

심장정지로부터 일정 시간이 경과한 환자에게 심폐소생술을 먼저 시행한 후 제세동을 한 경우와 심폐소생술보다는 제세동을 우선한 경우를 비교한 결과, 생존율의 차이가 없음이 알려졌다.[47,48] 따라서 심장정지가 발생한 모든 환자에게 신속히 심폐소생술을 시작하되 제세동기가 준비되면 즉시 심전도 리듬을 확인한 후 제세동이 필요한 경우에는 즉시 제세동을 하도록 권고한다.

3) 심실세동 치료에서 초기 1회 제세동과 연속 제세동

제세동 직후 가슴압박의 재개는 심실세동의 재발을 유도할 수 있으나, 오히려 심근의 혈류를 제공함으로써 다음 번 전기충격을 주었을 때 제세동 효과에 도움이 될 수 있다.[49,50] 심폐소생술 도중 심전도 분석이나 인공호흡, 정맥로 확보 등의 이유로 가슴압박을 자주 중단하게 된다.[51] 한 연구에서 병원 밖 심장정지 환자에서 구급대원이 자동제세동기를 사용하면서 심폐소생술을 하는 경우 실제로 가슴압박을 하는 시간은 전체의 43%에 불과한 것으로 발표하였다.[52] 잦은 가슴압박 중단은 제세동 성공률과 생존율을 낮춘다.[53]

2005년 이전에는 초기에 3회 연속 제세동을 하는 것을 권장하였으나 3회 연속으로 제세동을 하는 경우 가슴압박을 중단하는 시간이 늘어나게 되어 2020년 이후에는 3회 연속 제세동을 권장하지 않는다. 그리고 대부분의 자동제동기가 채택하고 있는 이상 파형 제세동기를 사용할 경우 첫 제세동의 성공률이 높게(85-98%) 보고되고 있다.[54,55] 이런 몇 가지 이유로 기존의 3회 연속 초기 제세동 대신 초기 1회의 제세동을 하도록 권고한다(약한 권고, 중간 확신도).

4) 제세동 파형과 에너지 수준

제세동의 성공이란 전기충격 후 최소한 5초 이상 심실세동 리듬이 없어지는 것으로 정의하는데, 제세동이 성공적으로 시행되려면 제세동기의 파형과 그에 따른 에너지 수준을 적절하게 적용하는 것이 중요하다. 현재 제세동기에서 사용되는 에너지 파형은 한쪽 극의 전류(주로 양극)만을 일정 시간 동안 흐르게 하는 일방향 파형과 양극과 음극의 전류를 함께 사용하는 양방향 파형의 두 가지 종류가 있다. 과거에는 일방향 파형 제세동기가 널리 사용되어 왔으나 최근에는 대부분의 자동제세동기와 수동제세동기가 모두 양방향 파형 제세동기로 교체되고 있다. 현재 주로 사용되고 있는 제세동 파형에는 양방향 절단지수함수 파형(biphasic truncated exponential; BTE), 직선양상파형(rectilinear biphasic; RLB), 박동양상파형(pulsed biphasic waveforms)이 있다. 심장정지 환자의 자발순환회복 및 생존율에 어떤 파형이 우월하다는 근거는 없지만 양방향 파형 제세동기가

보다 적은 에너지에서 안전하고 효과적으로 제세동을 하는 것으로 알려져 있다.[55-65] 양방향 파형 제세동기로 첫 번째 제세동을 할 때에는 제조 회사의 권장 사항에 따라 120J-200J을 사용한다. 제조사의 권장 에너지를 정확히 모를 때는 최대 에너지 수준을 사용할 수 있다. 일방향 파형 제세동기로는 처음부터 360J로 제세동할 것을 권고한다.[66]

5) 연속된 제세동을 할 경우 에너지량

첫 번째 제세동에 심실세동이나 무맥성 심실빈맥이 소실되지 않았을 때 두 번째 그리고 그 이후 제세동의 에너지 수준은 제조사의 권고 사항에 따라 동일한 수준으로 반복하거나 증량할 수 있다.[67,68] 만약 에너지 증량이 가능한 수동제세동기라면 두 번째 또는 그 이후 제세동은 높은 에너지로 증량한다.[44,69] 제세동 에너지량은 불응성심실세동/무맥성 심실빈맥이 지속되는 경우 최대 에너지까지 사용할 수 있다.

6) 효과적인 제세동 전략

(1) 패들과 패드 선택

패드(self-adhesive pads) 사용은 제세동 전후 가슴압박 중단 시간을 최소화할 수 있고 전기 아크 형성, 피부화상이나 화재로부터 환자를 보호할 수 있다. 패드는 한번 부착하면 심전도 리듬 분석과 제세동, 동기심율동 전환, 심조율이 모두 가능하다. 또한 패들 사용 시 매번 전도 젤리를 바르고 적절한 곳에 위치시키는데 드는 시간을 절약할 수 있고, 패들을 사용할 때 흉부에 가하는 10-12kg의 압력도 필요하지 않다. 따라서 가능하다면 패들보다는 패드 사용을 고려한다.

(2) 제세동 전후 가슴압박 중단 시간 최소화 전략

가슴압박을 중단하고 제세동을 하기까지의 시간을 최소화하여야 한다. 심지어 5-10초간 중단도 제세동 성공률을 감소시킬 수 있다.[70-73] 따라서 제세동기를 충전하는 동안에도 가슴압박을 지속하고, 팀 리더의 분명한 의사 전달과 효율적인 소생 팀을 운영함으로써 제세동 전 가슴압박 중단 시간을 최소화하여야 한다.[74,75] 수동제세동기를 이용한 전 과정에서 제세동 전후 가슴압박 중단 시간은 10초 이내여야 한다.

(3) 제세동하는 동안 안전한 산소의 사용

산소가 많은 구급차 또는 병원 환경에서 제대로 부착되지 않은 제세동기 패들에서 불꽃이 발생하면 화재가 발생하거나 환자에게 심각한 화상을 입힐 수 있다.[76-78] 패드로 인한 화재나 전기

아크 형성은 보고된 바가 없기에 가능한 한 패들보다는 패드 사용을 고려한다. 제세동 도중 비강 캐뉼러나 산소마스크, 인공호흡기를 사용 중이라면 환자 가슴위로 고농도의 산소가 흐르지 않도록 주의한다.

(4) 전극의 부착 위치

경흉저항을 최소화하고 제세동을 하는 동안 심근으로 전류가 전달되려면 심장이 두 전극 사이에 위치하여야 하므로 흉골-심첨부(sternal-apical)에 전극을 부착한다([그림 4-3]). 우측 흉골 전극(sternum이라 표기)은 흉골의 우측, 쇄골의 아래에 위치시킨다. 좌측 심첨부 전극(apex라 표기)은 좌측 액와중앙선(mid-axillary line)의 심전도 V6 높이에 부착한다. 유방조직 위에 붙여서는 안 되고 가능한 유방 바깥쪽에 위치해야 한다.[79] 이상 파형 제세동기를 사용할 때에는 흉골, 심첨부로 표시된 두 전극의 위치를 바꿔 붙여도 상관없으므로, 전극의 위치를 바꾸느라 제세동까지의 시간을 지연시키거나, 가슴압박을 중단해서는 안 된다. 경흉저항을 최소화하기 위해 전극은 세로로 길게 위치시킨다.[80]

[그림 4-3] 제세동을 위한 패들 또는 전극의 위치

(좌, 수동제세동 시 패들의 위치; 우, 자동제세동 시 전극의 위치)

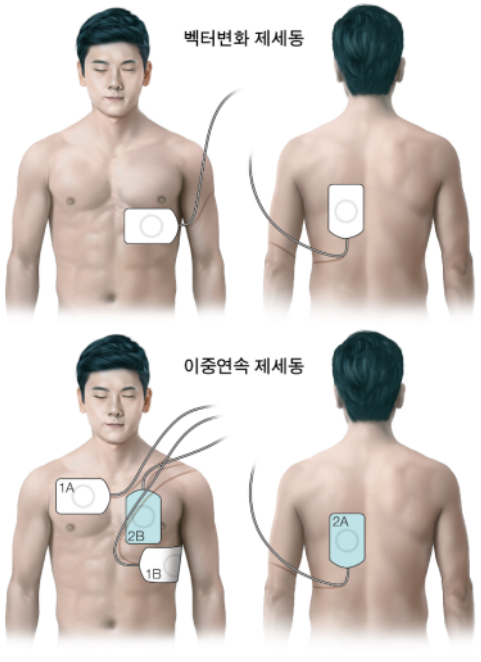
(5) 호흡 주기

경흉저항을 최소화하기 위해 가능한 호흡 주기 중 호기말(end-expiratory phase)에 제세동을 시도한다. 호기말 양압은 경흉저항을 증가시킨다. 천식환자에게 자가 호기말 양압이 발생하면 제세동에 필요한 에너지 요구량이 증가할 수 있다.[81]

(6) 이중연속제세동(double sequential defibrillation, DSD)

이중연속제세동은 2대의 제세동기를 이용하여 동시에 강력한 충격을 가하는 방법이다. 일반적인 제세동을 반복적으로 시행하여도 회복되지 않는 충격필요리듬을 조절하기 위해 이중연속제세동이 제시되었고, 이에 대한 연구에서 일부 효과가 보고되었다.[12,82-85] 특히 기존 제세동법과 벡터변화 제세동(전후 방향으로 바꾼 방법; vector change)과 이중연속제세동을 시행한 군을 비교하는 무작위대조연구에서 벡터변화법과 이중연속제세동을 시행한 군이 퇴원 시 좋은 신경학적 예후, 생존퇴원율, 자발순환회복률이 모두 높게 보고되었다.[12] 하지만, 단일기관에서 수행한 연구 결과로 타 기관에서 같은 결과가 도출될 지 알 수 없고, 이중연속제세동과 벡터변화 제세동 사이의 우월성을 평가할 수 없어 추가 연구가 필요하다.

따라서 아직까지는 충격필요리듬의 심장정지 시 일상적으로 이중연속제세동을 사용하는 것은 권고하지 않는다. 3회 이상 연속적으로 제세동을 받은 후에도 심실세동 또는 무맥성 심실빈맥이 지속되는 성인 심장정지 환자에게 훈련받은 의료종사자가 즉시 여분의 패드나 제세동기를 사용할 수 있다면 심폐소생술의 경험이 많은 의사의 판단 하에 벡터변화 제세동(약한 권고, 매우 낮은 확신도)이나 이중연속제세동(약한 권고, 낮은 확신도)을 시도할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도)([그림 4-4]). 이중연속제세동을 시행하는 경우 단일 시행자가 순서대로 제세동기를 작동시킬 것을 제안한다(보편타당한 권고).



[그림 4-4] 벡터변화 제세동과 이중연속제세동에서 패드의 위치

6. 전문기도유지술

심장정지 동안 기도유지와 환기방법으로는 입-입 인공호흡, 입-마스크 인공호흡, 백마스크 환기, 성문상 기도기와 기관내삽관 등이 있다. 장기간 심장정지가 지속될 경우 가슴압박만으로는 적절한 환기를 유지할 수 없으며, 적절한 환기를 촉진하고 위 내용물의 역류 및 흡인의 위험을 줄이기 위해 기도 관리가 필요하게 된다. 하지만 환자의 치료 결과를 개선할 수 있는 최선의 기도유지술이 무엇인지는 아직 확실하지 않다. 2015년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 당시의 근거들에 기반하여 백마스크나 전문기도기를 병원 전이나 병원 내 심장정지 상황에서 산소화와 환기를 위해 사용할 것을 권고하였다.[86]

2015년 이후 심장정지 시 전문기도유지술에 대한 3편의 대규모 무작위대조연구가 발표되었으며, 이 자료를 포함한 분석을 통해 전문기도유지술에 대해 ILCOR의 지침과 미국심장협회(American Heart Association: AHA)의 가이드라인도 2019년에 새롭게 수정되어 발표되었다.[87-91] 이에 2025년 가이드라인에서도 이를 근거로 하여 전문기도유지술에 대한 치료 지침을 다음과 같이 제시한다.

- 의료종사자는 성인 심장정지 환자에게 심폐소생술을 하는 동안 백마스크 기구 또는 전문 기도기 삽관 중 한 가지 방법을 사용할 수 있다(약한 권고, 중간 확신도).
- 성인 병원 밖 심장정지 환자에게 심폐소생술을 하는 동안 전문기도기를 삽관하는 경우, 기관내 삽관에 대한 충분한 훈련과 경험이 없는 응급의료종사자는 성문상 기도기를 사용하고, 기관내 삽관은 충분한 훈련과 경험이 있는 응급의료종사자만 하는 것을 권고한다(약한 권고, 중간 확신도).
- 성인 병원 내 심장정지 환자에게 심폐소생술을 하는 경우에는 전문기도기로서 성문상 기도기 또는 기관내삽관 중 한 가지 방법을 사용할 수 있다(약한 권고, 중간 확신도).

1) 백마스크 환기

백마스크는 이전 가이드라인에서 소생술 초기 몇 분간과 전문기도유지술이 시행되기 전에 유용한 것으로 제시하였다. 하지만 2,040명의 병원 밖 심장정지 성인 환자를 대상으로 한 1건의 무작위대조연구에서 기관내삽관과 백마스크 환기를 이용한 인공호흡이 28일 후 생존율에 대해 차이가 없음을 보였으며, 비록 심각한 비뚤림의 위험성이 있기는 하지만 86,862명의 병원 내 심장정지 성인 환자를 대상으로 한 1건의 관찰 연구에서도 기관내삽관보다 백마스크 환기를 시행한 경우 양호한 신경학적 생존 퇴원율과 퇴원 생존율에 대해 더 향상된 결과를 보였으므로 백마스크 환기는 성인 심장정지 환자에게 심폐소생술을 하는 동안 전문기도기 삽관과 동일하게 사용될 수 있을 것이다.[89,92] 단, 성문상 기도기와 백마스크 환기의 사용에 따른 환자 결과 차이에 대한 근거는 부족하다. 따라서, 모든 의료인들은 상황에 따라 백마스크 환기 또는 기관내삽관 중 더 효율적인 방법을 선택하여 사용할 수 있도록 두 가지 환기 방법을 모두 능숙히 실행할 수 있어야 한다.

백마스크는 안면마스크나 상부기도기, 기관내삽관에 연결하여 사용이 가능하다. 1인 구조자가 안면마스크를 사용할 때 환자 얼굴과 안면마스크를 한 손으로 밀착하고 다른 손으로 백을 짜야 한다. 마스크가 얼굴에 정확히 밀착되지 않으면 저환기가 생기고, 기도유지가 적절히 유지되지 않으면 공기가 식도로 들어가 위 팽만이 생기고 흡인의 위험이 있다. 한 사람이 안면마스크를 두 손으로 잡고 다른 사람이 백을 짜는 2인법이 더 효과적이다. 기관내삽관이 되거나 성문상 기도기가 삽입된 경우에는 환기를 하는 동안에도 가슴압박을 계속하고 분당 10회로 환기한다.[44]

2) 입인두 기도기

입인두 기도기는 무의식 상태나 무반응인 환자에게 권장된다. 입인두 기도기를 삽입할 때 혀가 하인두로 밀려들어가 기도폐쇄를 일으킬 수 있으므로 주의해야 한다. 의식이 있는 환자에게 구역질 반사를 일으켜 구역질, 구토 또는 성문 연축을 유발할 수 있다. 입인두 기도기는 영아용, 소아용 그리고 성인용의 다양한 크기로 준비해야 하며, 충분히 교육을 받은 사람이 삽입해야 한다.

3) 코인두 기도기

코인두 기도기는 입 벌림 장애, 물기, 꽉 다문 턱 또는 턱-얼굴 손상 때문에 입인두 기도기 삽입이 불가능한 환자에게 사용할 수 있다. 두개골 기저부 골절 등 심한 두개 안면부 손상이 의심되는 환자에게는 조심스럽게 사용해야 한다. 깊은 무의식 상태에 빠지지 않은 환자는 입인두 기도기보다 코인두 기도기를 잘 견딘다. 삽입할 때 코 점막이 손상되어 출혈이 일어날 수 있으므로 윤활제를 충분히 바른 후 삽입한다.

4) 흡입 기구

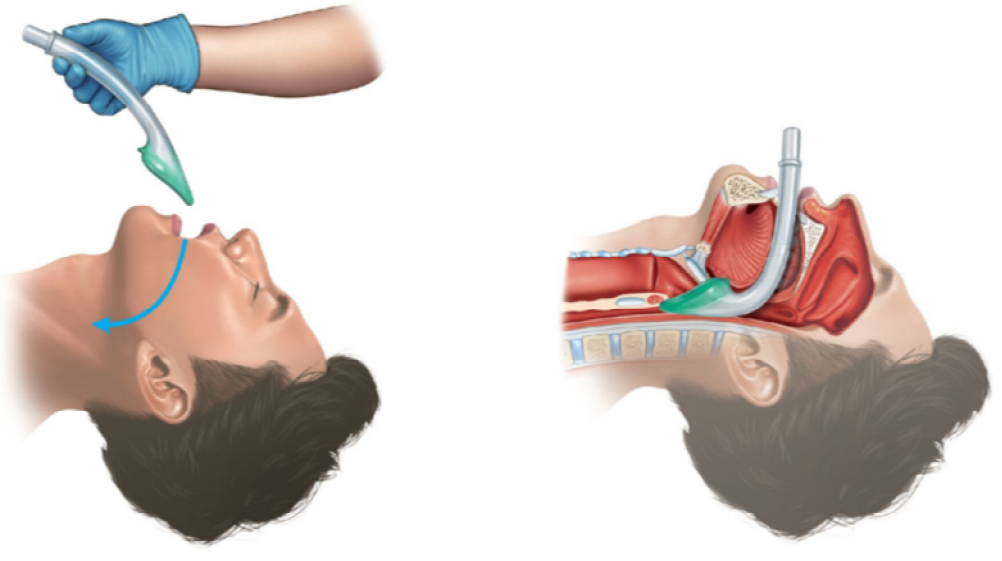
상기도에서 액체(피, 침, 위 내용물)를 제거할 때 내경이 크고 단단한 흡입기(양카우어 흡입기; Yankauer suction)를 사용한다. 환자가 구역 반사가 있으면 인두를 자극하여 구토를 유발할 수 있으므로, 흡입기 사용에 주의해야 한다.

5) 성문상 기도기(supraglottic airway device)

과거에는 클래식 후두마스크 기도기(laryngeal mask airway)가 1세대 성문상 기도기로 많이 사용되었지만, 현재는 아이겔(i-gel®), 후두튜브(laryngeal tube)를 포함한 다양한 2세대 성문상 기도기들이 나와 있으며, 2세대 성문상 기도기는 클래식 후두마스크 기도기보다 더 센 밀착압력이나 위액 배액 등의 더 좋은 기능을 가지고 있으므로 최근 들어 응급기도 관리에 많이 사용한다.[93] 또한 9,289명의 병원 밖 심장정지 성인 환자를 대상으로 한 무작위대조연구에서 i-gel®을 전문기도유지기로 사용하였을 때 기관내삽관에 비해 양호한 신경학적 생존 퇴원율과 생존 퇴원율에 차이를 보이지 않았고, 2,999명의 병원 밖 심장정지 성인 환자를 대상으로 한 무작위대조연구에서도 비록 매우 낮은 수준의 근거이기는 하지만 후두튜브의 사용이 기관내삽관에 비해 양호한 신경학적 생존 퇴원율과 생존 퇴원율 모두에 대해 더 향상된 결과를 보였다.[87,88] 하지만 위의 두 연구에서 기관내삽관의 성공률이 각각 51.6%와 69.8%로 낮은 것을 고려할 때, 심폐소생술을 시행할 때 전문기도유지기를 사용할 경우, 의료종사자의 숙련도 등의 요인으로 인해 기관내삽관의 성공률이 낮다고 평가된다면 성문상 기도기를 사용하는 것을 권고한다. 반면 기관내삽관의 성공률이 높은 환경(예를 들어 기관내삽관의 경험이 많은 의료진이 다수 근무하는 응급실)인 경우에는 성문상 기도기와 기관내삽관 중 한 가지 방법을 전문기도유지기로 사용할 수 있다. 따라서 구조자들은 성문상 기도기의 사용에 대한 충분한 교육을 받아야 하고, 삽입 성공률을 극대화하고 합병증 발생을 최소화하기 위해 정기적으로 실습해야 한다.

(1) i-gel®

i-gel® 커프는 열가소성 탄성체 젤(thermoplastic elastomer gel)로 이루어져 있어서 커프를 부풀일 필요가 없다([그림 4-5]). i-gel® 은 삽입하기가 매우 쉽고 삽입 방법을 배우기 쉽다. 후두 밀착 압력은 20-24 cmH_2O 정도이다. 쉬운 삽관과 상당한 밀착력으로 기관내삽관에 경험이 적은 구조자에게 선호되는 장비가 될 수 있다. i-gel®의 삽관 성공률에 대한 관찰 연구에서 병원 밖 심장정지에서 응급구조사가 사용한 경우는 93%, 병원 내 심장정지에서 의사와 간호사가 사용한 경우는 99%로 보고되었다.[94,95]



[그림 4-5] i-gel®과 삽관된 해부도

(2) 후두튜브

후두튜브는 식도-기관 콤비튜브와 유사하게 생겼지만 좀 더 작고 간단하다. 식도-기관 콤비튜브와는 달리 후두튜브는 식도로만 들어간다. 후두튜브 삽관법을 2시간 교육받은 간호사가 병원 밖 심장정지에게 시행한 후두튜브 삽관 및 환기성공률은 80%였다.[96] 5개의 관찰 연구에서 병원 밖 심장정지에서 일회용 후두튜브의 삽관 성공률은 85-100%로 보고되었다.[97] 일부 연구에서는 후두튜브의 위치 오류와 공기가 새는 문제점이 보고되었다.[98]

6) 기관내삽관

기관튜브는 기도를 유지하고, 기도내 분비물을 흡입하며, 고농도의 산소공급이 가능하고, 일부 약물의 투여 통로로 사용된다. 또한 폐환기를 유지하고, 위 내용물이나 입, 인두의 혈액과 점액 흡인으로부터 기도를 보호하는 역할을 한다.[99] 소생술 중 마주치는 다양한 환자들과 환경에도 불구하고 반복적으로 안전하고 효과적으로 기관내삽관을 하려면 상당한 기술과 경험이 필요하다.

(1) 응급상황에서 시행하는 기관내삽관

기관내삽관은 백마스크와 비교해 여러 가지 장점이 있다. 기관내삽관을 하면 가슴압박을 중단하지 않고 환기를 할 수 있으며, 폐나 가슴의 탄성에 관계없이 효과적인 환기를 할 수 있다. 또한 위 팽만과 역류를 최소화할 수 있으며, 위 내용물의 폐 흡인 위험도 낮다.[100] 이론적으로는 백마스크의 사용이 위 팽만과 흡인의 위험이 높을 것으로 예상되지만, 심장정지 환자에서 백마스크 환기가

기관내삽관보다 흡인이 많이 된다는 근거는 없다. 병원 전 단계의 치료 과정에서는 백마스크와 비교할 때 기관내삽관이 불리할 수도 있다. 기관내삽관은 식도 삽관의 위험성, 삽관을 시도하는 동안 가슴압박 중단의 가능성, 높은 삽관 실패율, 숙련도 유지의 어려움이 있다.[17,101-104] 병원 전 단계에서 기관내삽관을 하는 의료인은 구조적이고, 포괄적인 훈련을 바탕으로 삽관을 시도해야 한다. 구조자는 기관내삽관을 결정할 때 기관내삽관의 위험과 이익을 판단해야 한다. 구조자는 가슴압박 중단을 하지 않고 삽관을 할 수 있어야 한다. 가슴압박은 튜브가 성문을 통과할 때에만 잠시 멈출 수 있다. 가슴압박을 멈추지 않으려면 자발순환회복 이후로 삽관을 미룰 수 있다. 기도 삽관 시 가슴압박 중단은 5초 이내로 해야 한다. 삽관이 실패하면 백밸브마스크 환기를 권고한다.[44] 식도 삽관을 확인하지 못하는 것은 기관내삽관의 가장 위험한 부작용 중의 하나이다. 삽관 후에는 반드시 삽관 위치를 확인하여야 식도 삽관의 위험을 줄일 수 있다.

(2) 기관내삽관 위치 적절성 평가

(가) 호기말 이산화탄소분압 측정기

호기말 이산화탄소분압 측정기는 폐에서 나오는 호기 내 이산화탄소 분압을 측정하는 기구이다. 6회 환기 이후에도 지속적인 이산화탄소 분압이 보이면 기관튜브가 기도에 있다고 판단한다. 파형 호기말 이산화탄소분압 측정기는 병원 밖 심장정지 환자에 대한 삽관 확인과 삽관 위치를 지속적으로 확인할 수 있는 가장 높은 민감도와 특이도를 가진 기구이다. 호기말 이산화탄소분압 측정과 더불어 청진이나 기관튜브의 성문통과 등의 추가 임상 소견을 함께 확인해야 한다. 파형 호기말 이산화탄소분압 측정만으로는 기도에 삽관된 관이 기관이나 기관지에 있는지를 확인할 수 없으므로 반드시 청진으로 재차 확인해야 한다. 파형 호기말 이산화탄소분압 측정기는 병원 밖, 응급실, 병원 내 등 전문기도유지술을 하는 모든 곳에서 기관내삽관 위치를 확인하는 데 사용할 수 있다. 심장정지 환자에서 기관삽관의 확인과 지속적인 튜브 위치 확인을 위하여 임상적 판단과 함께 파형 호기말 이산화탄소분압 측정기를 반드시 사용할 것을 권고한다.[16,20,105-108] 또한 파형 호기말 이산화탄소분압 측정기를 심폐소생술 동안 환기를 모니터하고, 심폐소생술 품질을 확인하는 데 반드시 사용할 것을 권고한다. 파형 호기말 이산화탄소분압 측정기가 없으면 비파형 이산화탄소 측정기, 식도감지기구나 초음파를 대체로 사용할 것을 권고한다.[44]

(나) 식도감지기구

이 기구는 기관튜브의 근위부에 있는 큰 주사기의 피스톤을 잡아당기거나 유연성이 있는 압축된 벌브(bulb)를 연결하여 기관튜브의 기관 쪽 끝부분에 흡인력을 만들어 낸다. 기관 튜브가 기관내에 있으면 연골이 지지를 해서 관내로 공기가 쉽게 빠져나온다. 기관튜브가 식도에 있을 때는 식도

점막이 기관튜브의 원위부 말단에 들러붙어 기구의 피스톤 운동이나 흡인 벌브의 재팽창이 일어나지 않는다. 식도감지기구는 호기말 이산화탄소분압 측정기가 없을 때 대신 사용할 수 있다. 이 기구의 사용은 경우에 따라 민감도와 특이도가 낮으므로 기관내삽관을 확인하는 몇 가지 방법들 중의 하나로 생각해야 한다. 특히 중증 비만, 임신 말기, 천식지속상태 또는 기관 분비물이 심한 경우 기관이 허탈되어 있기 때문에 이 기구로 튜브의 위치를 확인할 경우 튜브 끝이 식도에 있는 것으로 오인할 수도 있다.

(다) 기관내삽관 후 관리

올바른 튜브의 위치를 결정한 다음에는 위 앞니에 해당하는 튜브 깊이 표시의 수치를 기록하고 튜브를 고정한다. 이때 수분에 강한 테이프나 상품을 사용한다. 기관튜브를 포함하여 전문기도기를 삽입한 후 튜브가 고정되면 입인두 기도기나 재갈(bite block)을 삽입한다. 구조자는 전문기도기가 삽입된 후 및 환자 이송 후에는 튜브 위치를 재확인한다.

7) 심장정지 중 경부 절개 기도 확보

심장정지 상황에서 입인두 기도기, 백-마스크 환기, 성문상 기도기, 기관내삽관 등 표준적인 기도 확보 전략이 실패할 경우, 적절한 기도유지와 산소 공급의 실패는 치명적인 결과로 이어질 수 있다. 그러나 흉부압박이 지속되는 심장정지 상황에서는 산소포화도 등의 감시 지표 활용이 제한되며, 환기 실패를 신속히 인지하기도 어렵다. 또한 아직까지 심장정지 환자를 대상으로 한 연구는 존재하지 않으며, 해당 질문에 직접적으로 답할 수 있는 고품질 연구를 설계하고 수행하는 것은 매우 어려울 것으로 판단된다.

따라서 표준적인 기도 확보 전략이 실패할 경우에는 경부 절개 기도 확보를 고려할 수 있으며, 적절한 훈련을 받은 구조자가 윤상갑상막절개술(cricothyroidotomy)을 통해 경부 절개 기도 확보를 시도할 수 있다(보편타당한 권고).

8) 가슴압박 중 기계호흡 설정

무작위대조연구(RCT) 2편과 관찰 연구 2편에서 심폐소생술(CPR) 중 기계 환기와 백 환기를 비교하였다.[109-112] 두 무작위배정연구는 전문기도 확보 후 시행된 용적 조절 환기(volume-controlled ventilation, 일회 호흡량 6-7 mL/kg, 호흡수 10회/분, 산소 농도 1.0)와 백 환기를 비교한 타당성(feasibility) 연구였다. 각 연구는 60명의 환자를 대상으로 하였으며, 표본 수 산출은 수행되지 않았다. 그 결과, 기계적[109] 또는 수동[110] 가슴압박 동안 기계 환기의 사용이 실현 가능함을 보여주었으며, 산소화, 자발순환회복, 생존율에서 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 한 전향적 관찰

연구에서는 기계 환기가 동맥혈 이산화탄소분압($PaCO_2$) 감소와 연관되었음을 보고하였으나, 자발순환회복, 생존율 또는 신경학적으로 양호한 생존율에는 영향을 미치지 않았다.[111] 또한, 후향적 연구에서는 심폐소생술 전용 환기 모드로 기계 환기를 시행한 298명과 백 환기를 시행한 2,268명을 비교하였으며, 기계 환기가 자발순환회복 비율을 증가시킬 수 있으나 신경학적으로 양호한 생존율에는 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.[112]현재까지의 연구 결과는 가슴압박 중 기계 환기의 사용이 가능하다는 점을 보여주지만, 수동 백 환기에 비해 우월성을 입증하거나 특정 환기 모드를 권고할 근거는 부족하다.

따라서 환자에게 기계 환기를 시행 중 심장정지가 발생하였을 때 수동 환기 대신 기계 환기를 사용하는 경우, 가슴압박 동안에는 용적 조절(volume-controlled) 모드를 사용한다. 호흡기는 예측 체중 기준 6-8 mL/kg의 일회 호흡량(tidal volume)으로 설정하거나, 가시적인 흉부 상승이 보일 정도로 조정한다. 산소는 최대 농도(FiO_2 100%)로 투여하며, 호흡수는 분당 10회, 흡기 시간은 1-2초로 설정한다. 호기말 양압(PEEP)은 0-5 cm H_2O로 유지하고, 최고 기도압 경보(peak pressure alarm)는 60-70 cm H_2O로 설정한다. 유량 트리거(flow trigger)는 꺼 둔다. 기계 환기가 효과적으로 이루어지는지 반드시 확인하고, 효과적이지 않다면 수동 환기로 전환한다(전문가합의 권고).

7. 기계심폐소생술 장치

1) 기계심폐소생술 장치 소개

기계심폐소생술 장치는 복장뼈(흉골)를 압박하는 피스톤 장치, 흉곽을 조이는 밴드 장치, 또는 두 가지 장치를 모두 사용하여 자동으로 심폐소생술을 한다.

(1) 하중 분산 밴드(load-distributing band) 기계 심폐소생술

병원 밖 심장정지 환자에서 심폐소생술과 비교하여 하중 분산 밴드 기계 심폐소생술이 환자의 예후에 영향을 미치는지에 대한 연구로, 퇴원 시 좋은 신경학적 예후에 대해 5,131명의 환자를 대상으로 수행한 낮은 확신도의 무작위대조연구가 3개 있었다.[113-115] 767명을 대상으로 진행한 한 연구에서 하중 분산 밴드 기계 심폐소생술은 심폐소생술에 비해 나쁜 예후를 보였다.[113] 4,231명을 대상으로 시행한 다른 연구에서도 기계 심폐소생술에서 더 나쁜 예후를 보였다.[114] 133명을 대상으로 수행한 세 번째 연구에서도 기계 심폐소생술이 좋은 예후를 보여주지 못했다.[115] 생존 퇴원에 대해 5,131명의 환자를 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 3개 있었다.[113-115]

767명을 대상으로 한 연구에서 하중 분산 밴드 기계심폐소생술을 시행했을 때 더 나쁜 예후를 보였다.[113] 4,231명을 대상으로 시행한 다른 연구에서도 기계 심폐소생술에서 더 좋은 예후를 보여주지 못했다.[114] 133명을 대상으로 수행한 세 번째 연구에서는 기계 심폐소생술이 심폐소생술에 비해 높은 생존 퇴원율을 보였다.[115] 자발순환회복률에 대해 4,364명을 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 2개 있었다.[114,115] 4,231명을 대상으로 시행한 한 연구에서 기계 심폐소생술이 더 낮은 자발순환회복률을 보였다.[114] 133명을 대상으로 수행한 다른 연구에서는 기계 심폐소생술이 심폐소생술에 비해 높은 자발순환회복률을 보였다.[115] 심폐소생술 관련 손상에 대한 연구로 4,323명을 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 2개 있었다.[114,116] 4,231명을 대상으로 시행한 한 연구에서 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[114] 92명을 대상으로 시행한 다른 연구에서도 두 군에서 차이가 없었다. 심폐소생술 관련 손상에 대한 연구로 137명을 대상으로 수행한 매우 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 한 개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[116]

(2) 피스톤 소생기(piston-based device)

병원 밖 심장정지 환자에서 심폐소생술과 비교하여 피스톤 소생기 사용에 대한 연구로, 심장정지 발생 6개월 후 좋은 신경학적 예후에 대해 2,549명을 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[117] 심장정지 발생 3개월 후 좋은 신경학적 예후에 대해 4,471명을 대상으로 수행한 중간 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[118] 병원 퇴원 시 좋은 신경학적 예후에 대해 2,589명을 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[117] 이 연구는 30일째 신경학적 예후도 양 군에서 차이가 없음을 보고하였다. 1년 생존에 대해 4,471명을 대상으로 수행한 중간 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[118] 6개월 생존에 대해 2,589명을 대상으로 수행한 중간 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[117] 90일 생존에 대해 4,471명을 대상으로 수행한 중간 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[118] 30일 생존에 대해 8,251명을 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 3개 있었다. 4,471명을 대상으로 수행한 첫 번째 연구,[118] 2,589명을 대상으로 수행한 두 번째 연구,[117] 1,191명을 대상으로 수행한 세 번째 연구[119] 모두에서 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다. 생존퇴원에 대해 3,927명을 대상으로 수행한 매우 낮은 확신도의 무작위대조연구가 3개 있었다.[117,119,120] 147명을 대상으로 수행한 첫 번째 연구,[120] 1,191명을 대상으로 수행한 두 번째 연구,[119] 2,589명을

대상으로 수행한 세 번째 연구[117] 모두에서 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다. 자발순환회복 지속(sustained ROSC)에 대해 8,251명을 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 3개 있었다.[117,119,120] 1,191명을 대상으로 수행한 연구에서 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[119] 2,589명을 대상으로 수행한 두 번째 연구,[117] 4,471명을 대상으로 수행한 세 번째 연구[118]에서도 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다. 자발순환회복(ROSC)의 경우 158명을 대상으로 연구한 매우 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[120] 심폐소생술 관련 손상에 대해 94명을 대상으로 연구한 매우 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[116] 좋은 신경학적 예후에 대해 127명을 대상으로 연구한 매우 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[121] 생존퇴원에 대해 277명을 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 2개 있었다.[121,122] 127명을 대상으로 수행한 한 연구에서 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[121] 150명을 대상으로 수행한 다른 연구에서 기계 심폐소생술이 심폐소생술에 비해 높은 생존 퇴원율을 보였다.[122] 자발순환회복에 대해 352명을 대상으로 수행한 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 3개 있었다.[121-123] 두 연구에서는 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.[121,123] 150명을 대상으로 수행한 세 번째 연구에서는 기계 심폐소생술이 심폐소생술에 비해 높은 자발순환회복률을 보였다.[122] 심폐소생술과 관련하여 심각하거나 생명에 위협이 될 수 있는 손상에 대해 140명을 대상으로 연구한 매우 낮은 근거 수준의 무작위대조연구가 1개 있었고 기계 심폐소생술과 심폐소생술의 차이는 없었다.

2) 기계심폐소생술 장치가 필요한 경우

기계심폐소생술 장치가 수동 가슴압박에 의한 심폐소생술에 비해 유리하다는 근거는 아직 없기 때문에 심장정지 치료를 위한 통상적인 심폐소생술 방법으로 가슴압박을 권고한다. 하지만 통상적인 가슴압박이 어렵거나, 소생술이 길어져서 고품질의 가슴압박이 어려운 경우에는 기계심폐소생술 장치가 합리적인 대안이 될 수 있다. 예를 들어 고층건물에서 승강기로 환자를 옮기는 과정과 같이 사람이 직접 가슴압박을 하기 어려운 좁은 공간이거나, 심장정지 환자에게 체외순환 장치를 연결할 때와 같이 의료 인력이 부족해서 가슴압박을 지속하기 힘든 경우, 환자를 구급차로 이송 중이어서 의료인이나 환자가 흔들리는 상황, 심폐소생술을 오래해야 하며 흉곽이 굳어져서 가슴압박이 어려운 저체온 심장정지 환자, 전염병 노출 가능성이 있는 경우 등에서 기계심폐소생술 장치를 사용할 것을 제안한다.[6,124] 혈관조영술이나 색전제거술 시행 중 심장정지가 발생하면 가슴압박을 하는 의료진이 고용량의 방사선에 노출될 위험이 있으므로 기계심폐소생술 장치를 사용하여 중단 없이 가슴압박을 유지할 수 있다.

3) 한국 치료 지침

- 병원 밖 심장정지에서 수동 심폐소생술을 대신하여 기계심폐소생술을 일상적으로 시행하는 것을 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 병원 내 심장정지에서 수동 심폐소생술을 대신하여 기계심폐소생술을 일상적으로 시행하는 것을 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 고품질의 심폐소생술을 유지하기 어렵거나 응급의료종사자의 안전을 위협하는 환경에서 기계심폐소생술은 좋은 대안이 될 수 있다(보편타당한 권고).
- 기계심폐소생술 장치를 구입하는 데에는 비용이 소요되며, 사용자는 사용 방법을 교육받아야 한다. 기계심폐소생술 장치를 환자의 몸에 설치하거나 제거할 때 가슴압박이 중단되지 않도록 사용자의 주의가 필요하다. 기계심폐소생술 장치를 사용해야 하는 사용자는 적절한 교육과 훈련을 통하여 장치를 효율적으로 사용할 수 있어야 한다. 또한 기계심폐소생술 장치를 준비하기 위하여 심폐소생술이 지연되는 일이 없어야 한다.

8. 체외순환심폐소생술

1) 체외순환심폐소생술 소개

체외순환심폐소생술(extracorporeal CPR)이란 심장정지 환자에게 체외순환장치를 사용하여 혈액순환을 유지하는 방법이다. 체외순환장치는 정맥과 동맥에 도관을 삽입하고 도관을 이용하여 체외로 혈액을 순환시켜 산소를 공급하는 장치이다. 체외순환장치가 연결되면 가슴압박과 인공호흡을 시행하지 않아도 산소화된 혈액이 순환된다. 체외순환심폐소생술의 목적은 가역적 심장정지 원인을 치료하는 동안 환자의 생명을 유지하는 것이다. 심장정지 환자에게 체외순환장치를 연결하기 위해서는 고도로 훈련된 전담 인력과 특수 장비가 필요하다. 체외순환심폐소생술을 이용하여 심장정지 원인을 치료하고 환자를 회복시키려면 체외순환장치를 시술하는 팀과 중환자 치료를 담당하는 팀의 협력이 필요하다.

최신 체계적 문헌 고찰에서 총 4건의 무작위대조연구로부터 근거가 확인되었고, 이전 체계적 문헌 고찰에서 확인된 관찰 연구들은 중대한 편향 위험으로 인해 신뢰성이 낮아 이번 과학적 근거 및 권고 수준 업데이트에서 무작위대조연구의 결과만 고려하였다. 생존율(퇴원 시, 30일, 장기) 및 양호한 신경학적 결과(퇴원 시, 30일, 장기) 등의 예후 분석을 위해 4개의 RCT가 확인되었다.[13,125-127] 모든 임상 예후에 대해 병원 밖 심장정지의 경우 낮은 근거 수준, 병원 내 심장정지의 경우 매우 낮은 근거 수준으로 평가되었다. 30명의 성인 병원 밖 심장정지 환자를 등록한 연구에서 체외순환심폐소생술은 표준치료 대비 퇴원 시 생존율, 퇴원 시 양호한 신경학적 결과, 6개월 양호한 신경학적 결과에서 이점이 있는 것으로 나타났다.[125] 15명의 성인 병원 밖 심장정지 환자를 등록한 연구에서 체외순환심폐소생술은 표준치료 대비 퇴원 시 생존율, 퇴원 시 양호한 신경학적 결과, 3개월 양호한 신경학적 결과에서 이점이 없는 것으로 나타났다.[126] 264명의 성인 병원 밖 심장정지 환자를 등록한 연구에서 체외순환심폐소생술은 표준치료 대비 30일 생존율, 180일 생존율, 180일 양호한 신경학적 결과에서 이점이 없는 것으로 나타났다. 하지만 체외순환심폐소생술은 표준치료 대비 30일 양호한 신경학적 결과에서 이점이 있는 것으로 나타났다.[13] 134명의 성인 병원 밖 심장정지 환자를 등록한 연구에서 체외순환심폐소생술은 표준치료 대비 퇴원 시 생존율, 30일 양호한 신경학적 결과, 6개월 양호한 신경학적 결과에서 이점이 없는 것으로 나타났다.[127]

2) 체외순환심폐소생술의 적응증

체외순환심폐소생술은 심폐소생술로는 자발순환이 회복되지 않았으나 자발순환이 회복된다면 신경학적 회복을 기대할 수 있는 가역적 원인에 의한 심장정지 환자에게 적용해 볼 수 있다. 따라서 일정 시간 동안의 심폐소생술에도 불구하고 자발순환이 회복되지 않거나 반복적인 심장정지가 발생하는 환자 중 비가역적 신경학적 손상이 발생하지 않는 환자에게 체외순환심폐소생술을 적용해야 한다. 하지만, 신경학적 회복과 가역적 심장정지의 여부를 판단하기는 쉽지 않으며, 이를 판단하기 위한 일률적 기준을 제시하기도 어렵다.

체외순환심폐소생술의 효과를 검증하기 위한 기존 연구들은 다양한 기준으로 연구 대상 환자를 제한하였는데, 이러한 기준을 차용하면 체외순환심폐소생술의 잠재적 적응증을 제시할 수 있다. 많은 연구들이 대상 환자의 연령을 75세 미만, 초기 심전도 리듬이 충격필요리듬인 경우, 교정 가능한 원인 또는 심인성 원인에 의한 심장정지, 목격된 심장정지, 심장정지로부터 심폐소생술 시작까지의 시간(no flow time)이 5분 이내인 경우, 10분 이상의 전문소생술에 반응이 없는 경우, 심장정지 시간이 총 60분 이내인 경우를 체외순환심폐소생술이 효과적일 수 있는 환자군으로 제시하였다.[128-147]

3) 적용 시 고려 사항

체외순환심폐소생술을 시행하려면 즉시 반응할 수 있는 숙련된 의료진과 장비, 시설이 준비되어야 한다. 심폐소생술 시간이 길어질수록 환자 회복을 기대하기 어렵기 때문에 체외순환심폐소생술을 결정하고 환자에게 체외순환장치를 연결하기까지의 시간이 짧아야 한다. 체외순환심폐소생술을 심장정지의 치료에 이용하려는 의료인이나 기관은 적절한 프로토콜과 훈련, 모니터를 시행하여 회복 가능성이 높은 심장정지 환자에게 체외순환심폐소생술이 조기에 사용될 수 있도록 준비해야 한다.

따라서 병원 밖 심장정지 성인 환자가 기존의 심폐소생술로 자발순환회복이 되지 않을 때, 가능한 기관에서는 선택적 구조 치료로 체외순환심폐소생술(ECPR)을 고려해 볼 것을 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도). 병원 내 심장정지 성인 환자가 기존의 심폐소생술로 자발순환회복이 되지 않을 때, 가능한 기관에서는 선택적 구조 치료로 체외순환심폐소생술(ECPR)을 고려해 볼 것을 권고한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

9. 전문소생술 중 고려사항

1) 심폐소생술 중 산소 투여

병원 밖 심장정지 환자의 심폐소생술 중 동맥혈산소분압과 생존입원율을 비교한 전향적 다기관 관찰 연구에서 생존입원군의 산소분압이 더 높았다.[148] 현재까지 통상적으로 높은 농도의 산소를 투여하도록 권고되고 있던 점과 순환회복된 환자에게 높은 동맥혈 산소분압이 관찰된 점을 고려해서 심폐소생술 중에는 가능한 한 가장 높은 농도(100%)의 산소 투여를 제안한다. 하지만 자발순환회복 후에는 적정한 산소포화도(94-98%)를 유지할 수 있도록 흡입 산소의 농도를 조절하는 것이 필요하다.

2) 심폐소생술 중 예후 예측 인자

심장정지 상황에서 호기말 이산화탄소분압은 가슴압박으로 유발되는 심박출량을 반영하는 수치로서 환자의 예후를 예측하는 데 활용할 수 있다. 병원 내 및 병원 밖 성인 심장정지 환자에게 기관내삽관이 되어 있다면, 소생술 시작 후 20분이 경과되어도 파형 호기말 이산화탄소분압 측정 장치에서 호기말 이산화탄소분압이 10mmHg 이하로 측정되는 경우에는 예후가 매우 불량하다.[20,107] 이를 토대로 적절한 전문소생술을 하고 있음에도 불구하고 20분 경과 후 측정된 호기말 이산화탄소

분압이 지속적으로 10mmHg 이하인 경우, 다른 여러 인자들을 함께 고려하여 소생술 중단을 고려할 수 있다. 하지만, 호기말 이산화탄소분압만을 단독으로 판단하여 생존 예측 기준을 삼아서는 안 되며, 기관내삽관이 되지 않은 환자에게 적용해서는 안 된다. 또한, 병원 전 단계에서 사용되는 비연속형 단순 호기말 이산화탄소분압 측정기인 경우 기관내삽관의 확인 지표로는 사용이 가능하지만, 현장에서 생존 예측이나 심폐소생술 중단 근거로 사용하는 것은 권고되지 않는다. 또한, 심폐소생술 중 근접적외선분광법을 사용한 국소뇌산소포화도 감시는 뇌 관류 상태를 나타내는 지표로 사용될 수 있으며 비침습적으로 쉽게 적용하여 환자의 예후 평가와 치료 중단 의사결정에 도움을 줄 수도 있다. 그러므로 제한된 데이터이지만, 성인 심장정지 환자에서 심폐소생술 중 자발순환회복의 예측과 임상 의사의 치료 결정에 참조할 수 있도록 국소뇌산소포화도를 측정할 것을 제안한다.[3-5,22,23,149]

3) 소생술 중 초음파 적용

현재 성인 심폐소생술 중 초음파(심초음파 포함) 사용에 대한 유용성은 확립되지 않았다. 제한된 자료이지만 숙련된 초음파 사용자가 있고, 심폐소생술을 방해하지 않는다면 심장눌림증 또는 잠재적, 가역적 심장정지 원인을 진단하고, 무맥성전기활동 상태에서 심장 운동을 감별하는 데 도움을 줄 수 있다.[150,151] 또한, 소생술 중 기관내삽관 위치 확인을 위해 호기말 이산화탄소분압 연속 측정기 대체방법으로 시도할 수 있다.[152] 하지만, 최근의 체계적 문헌 고찰에서는 어떤 초음파 검사 결과도 소생술 종료를 위한 유일한 기준으로 사용해서는 안 된다고 보고되었다.[153,154]

따라서 심폐소생술 중 가역적인 심장정지 원인을 진단하기 위해 현장초음파를 일상적으로 시행하지 않도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 숙련된 현장초음파 시술자가 심폐소생술을 방해하지 않고 초음파를 시행할 수 있다면, 가역적인 심장정지 원인의 여부가 임상적으로 의심될 때 추가적인 진단의 도구로 사용하도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 심폐소생술 중에 현장초음파의 적용은 신중하게 고려되어야 하며, 가슴압박을 방해할 위험이 높고 초음파 소견을 잘못 해석할 가능성이 있음을 유념해야 한다(보편타당한 권고).

10. 특수 상황의 심장정지

1) 천식과 관련된 심장정지

(1) 산소 투여

천식이나 만성폐쇄폐질환으로 인한 심장정지에서 산소와 다른 가스와 효과를 비교한 연구는 없다. 천식이나 만성폐쇄폐질환으로 인한 심장정지의 원인은 저산소증이므로 인공호흡 시 고농도의 산소를 투여할 것을 권고한다.

(2) 심폐소생술 중 기관내삽관

중증의 천식 환자에게 측정한 최고 기도압이 하부식도괄약근압에 비해 훨씬 높다는 연구가 있다.[155] 심장정지 상태에서는 하부식도괄약근압이 정상보다 더 낮기 때문에 천식이나 만성폐쇄폐질환으로 인한 심장정지는 위 팽창 및 위 역류의 가능성이 매우 높다. 따라서, 천식이나 만성폐쇄폐질환에 의한 심장정지 시 심폐소생술 중 가능한 빨리 기관내삽관을 하도록 권고한다.

(3) 호흡 보조

천식이나 만성폐쇄성폐질환으로 심장정지가 발생한 경우 환기가 잘 되지 않는다면 긴장성기흉의 가능성을 반드시 염두에 두어야 한다. 단순 바늘감압술로 긴장성기흉이 호전되지 않을 수 있으므로 흉관삽입술이 필요할 수 있다.[156,157] 심폐소생술 중 역동적 과팽창(dynamic hyperinflation)이 의심되는 경우 백마스크를 분리하고 가슴압박만 시행함으로써 공기걸림증(air-trapping)을 해결할 수도 있다.[158,159] 심장정지가 발생한 천식 환자 또는 만성폐쇄폐질환자의 경우에도 자가호기말 양압의 유해 효과는 계속되므로 인공호흡기를 사용할 때에는 정상인보다 적은 호흡수와 일회 호흡량(6-8ml/kg)을 설정한다.[153]

(4) 순환 보조

천식이나 만성폐쇄폐질환으로 인한 심장정지 환자에 대한 수액 치료가 예후에 미치는 영향에 대한 연구는 없으나, 이 환자들은 식이 섭취가 부족하고 불감상실(insensible loss)이 많기 때문에 수액 치료를 고려하는 것이 좋다. 에피네프린은 표준 심폐소생술과 같은 용량인 3-5분마다 1mg을 정맥주사한다. 표준심폐소생술에도 소생되지 않는 환자에게 체외막산소공급장치를 이용한 체외순환심폐소생술을 고려할 수 있다.[154]

2) 아나필락시스와 관련된 심장정지

(1) 기도유지

초기에 신속한 전문기도유지술을 하는 것이 매우 중요하다. 구인두 및 후두 부종이 발생할 수 있으므로, 전문기도유지술이 가능한 의료기관으로 환자를 즉시 이송한다. 목 쉰 소리, 혀 부종, 협착음, 구인두 부종 등이 있을 때에는 어려운 기도(difficult airway)로 진행할 가능성이 있으므로, 수술적 기도유지 방법을 포함한 전문기도유지술 계획을 세워야 한다.

(2) 순환

에피네프린은 저혈압과 기도 부종, 호흡곤란 등 전신알레르기반응의 징후를 보이는 모든 환자에게 조기 투여하여야 한다. 에피네프린의 추천 투여 용량은 0.2 – 0.5 mg (1:1,000)로서 근육주사하며, 임상적 호전이 없을 때는 5분마다 반복 투여한다.[160,161] 정맥주사가 가능한 경우 0.05 – 0.1 mg을 정주할 수 있다. 피하주사는 근육주사보다 흡수와 최대 혈중 농도 도달까지의 시간이 더 길고, 특히 쇼크 상태에서는 더욱 지연될 수 있다. 반복적인 아나필락시스 병력이 있어 주치의에게 에피네프린 자동주입펜을 처방 받아 환자가 소지하고 있다면, 현장에서 에피네프린 자동주입펜을 사용하여 허벅지의 중간 1/3 부위의 전외측면에 에피네프린을 근육주사(성인 0.3mg, 소아 0.15mg)한다.[162]

(3) 수액 치료

아나필락시스는 혈관확장 및 혈액의 재분배를 일으키기 때문에 패혈증과 비슷한 쇼크 상태를 유발할 수 있다. 따라서 아나필락시스에 의한 쇼크 상태의 환자에게 5-10분 안에 500 mL 이상의 균형 정질액(balanced crystalloid)이나 생리식염수를 투여할 것을 권고한다.[163] 경우에 따라서는 추가 수액의 투여가 필요할 수 있다.[159]

(4) 산소 투여

저산소혈증이 동반되는 경우 산소포화도가 94-98%로 유지될 수 있도록 산소 투여를 고려해야 한다.

(5) 혈관수축제

심장정지가 아닌 상황에서 에피네프린의 정맥주사를 시행한 경험이 있는 경우, 에피네프린의 정맥주사를 시도할 수 있다. 초기에 20-50 mcg을 정맥주사하고 향후 용량을 조절하며 사용하도록 한다.[159] 과용량 투여로 인한 치명적인 사례도 보고되었으므로, 혈압, 산소포화도 및 심전도 감시가 필요하다.

(6) 기타 치료 약제

에피네프린 투여에도 쇼크가 지속될 경우 노르에피네프린, 바소프레신, 페닐에프린 등을 추가로 사용할 수 있다.

(7) 아나필락시스에서 항히스타민제와 스테로이드의 효과

아나필락시스의 초기 치료에서 항히스타민과 스테로이드를 일상적으로 사용하는 것은 뚜렷한 효과가 없는 것으로 알려져 있다. 스테로이드는 초기 치료에도 천식과 같은 증상이 지속되거나 쇼크가 호전되지 않을 때 고려할 수 있다.[164-166]

(8) 체외 순환 보조

아나필락시스로 인한 심장정지 환자에서 표준심폐소생술로 소생되지 못한 경우 체외막산소공급장치를 이용한 체외순환심폐소생술을 고려할 수 있다.

3) 임신부 심장정지

(1) 대동정맥 압박(aortocaval compression)

20주 이상의 산모는 자궁이 하대정맥과 대동맥을 눌러서 정맥 환류가 감소함으로써 심박출량이 30-40%까지 감소하는 것으로 알려져 있다.[167] 이러한 현상은 심장정지 전에 저혈압이나 쇼크를 유발할 수 있고 심장정지의 원인이 되기도 한다.[168,169] 이 경우 고품질의 가슴압박을 시행하더라도 심폐소생술의 효율이 감소할 수밖에 없다. 산모의 자궁을 왼쪽으로 밀어 이동시키는 것은 대동맥과 대정맥 압박을 피할 수 있는 가장 쉬운 방법이며, 산모가 바로 누운 상태에서 가슴압박을 시행할 수 있으므로 산모를 왼쪽으로 비스듬히 눕게 하는 것보다 더 효율적일 수 있다.[170,171]

(2) 가슴압박

가슴압박 위치와 속도 및 깊이는 표준심폐소생술 지침을 따른다. 다만, 기계심폐소생술은 권고하지 않는다. 최근 연구에서 자궁이 커져 있을 경우 횡격막을 압박하여 심장이 위쪽으로 이동한다고 보고하였으나, 적절한 손의 위치에 대한 연구는 부족하다.[172,173]

(3) 임신부 심장정지 시 태아 출산

임신부에게 심장정지가 임박하거나, 발생한 경우 가능한 빨리 자궁적출술이나 제왕절개술을 시행해야 한다. 조기 출산은 대동맥과 대정맥 압박을 해소하여 소생술 예후를 호전시킬 수 있다.[174] 심장정지 임신부에서 제왕절개를 시행한 몇 가지 연구에서 5분 이내에 성공적인 제왕절개를

수행한 경우 태아의 생존율이 높았다.[175] 따라서, 20주 이상의 임신부 또는 배꼽 상부에서 자궁이 만져지는 임신부에게 초기 4분 동안 심폐소생술을 시행했음에도 소생이 되지 않는 경우에는 가능한 한 빨리 제왕절개를 시행할 것을 권고한다.

(4) 제세동

임신 중 경흉저항에 변화는 없고 제세동이 태아 심장에 영향을 준다는 보고도 없으므로 표준 심폐소생술 지침에 따라 제세동을 시행한다.

(5) 기도 관리

임신부는 저산소증의 발생 위험이 높고 위 역류와 흡인의 가능성이 높고 기관내삽관이 실패할 확률 역시 높다.[176,177] 전문소생술 가이드라인에서는 구조자의 실력에 따라 백마스크, 성문상 기도기, 기관내삽관 중 한 가지 방법을 선택하여 기도를 유지하도록 권장하고 있으나, 가능한 한 조기에 기관내삽관을 시행할 경우 산소화 및 환기가 용이하고 흡인을 방지할 수 있다.

(6) 임신부 심장정지에 대한 의료기관의 대비

임신부의 심폐소생술 과정에서 중요한 요소는 응급 제왕절개팀을 호출하는 것이다. 소생술을 제공하는 의료종사자는 자기 근무 환경에서 가장 빠르게 제왕절개팀을 활성화하는 방법에 대해 명확히 인지하고 있어야 한다. 또한 산부인과 의사, 분만실, 마취의사 등 관련 부서 및 인력에 의한 팀 구성과 팀의 각 구성원에게 역할을 명확히 부여함으로써 응급상황에서 실행할 수 있도록 교육해야 한다. 임신부 심장정지에서 저체온요법은 일반 성인에게 적용되는 기준에 준하여 적용한다. 단, 저체온 기간에는 태아 감시 장치를 붙이고 산부인과 및 신생아 전문가와 긴밀한 협조가 필요할 것이다.[178,179]

4) 폐색전증으로 인한 심장정지

폐색전증에 의한 심장정지는 정맥 혈전색전증의 가장 위험한 합병증이며, 대부분 심부정맥혈전에서 생긴다.[180] 2020년 ILCOR의 체계적 문헌 고찰에서 폐색전증에 의한 심장정지에서 치료 방법별 예후를 평가하였다. 이에 따른 결과와 권고 사항은 아래와 같다.

(1) 혈전용해제

30일째 좋은 신경학적 예후를 가진 생존에 대하여 매우 낮은 확신도를 가진 근거가 있었다. Böttiger 등이 시행한 1개의 무작위대조연구에 의하면, 폐색전증이 확인된 37명의 심장정지 환자를

대상으로 혈전용해제를 사용한 군과 사용하지 않은 군 사이에 유의한 치료 결과의 차이가 없었다.[181] Javaudin 등이 시행한 1개의 관찰 연구에서도 두 군 간의 유의한 차이는 없었다.[182] 30일 생존 여부에 대하여 매우 낮은 확신도를 가진 근거가 있었다. Javaudin 등이 시행한 1개의 관찰 연구와 Henriksson 등이 시행한 후향적 연구에 의하면 중재군이 대조군에 비하여 생존율이 향상되었다.[182,183] 퇴원 시 생존 여부에 대하여 매우 낮은 확실성을 가진 근거가 있었다. 3개의 후향적 관찰 연구가 있었고 중재군과 대조군 사이에 유의한 결과의 차이는 없었다.[184-186]

자발순환회복 여부에 대하여 매우 낮은 확신도를 가진 근거가 있었다. 3개의 연구 중 1개의 연구에서 혈전용해제 사용이 대조군에 비하여 이득이 있음을 보여 주었다.[184-186] 24시간 생존 여부에 대하여 매우 낮은 확신도를 가진 근거가 있었다. 1개의 관찰 연구에서는 두 군 간에 유의한 차이는 있으나, Janata 등의 연구에서는 중재군이 대조군에 비하여 더 좋은 치료 결과를 보여 주었다.[182]

(2) 수술적 색전제거술, 경피적 기계 혈전제거술

폐색전증에 의한 심장정지의 치료 수단으로서 수술적 색전제거술과 경피적 기계 혈전제거술에 대한 무작위대조연구는 없으며, 매우 낮은 확신도를 가진 근거가 있다. 관찰 연구에서 표준 심폐소생술을 시행 받은 환자에 비해 수술적 색전제거술을 받은 환자의 30일 생존율이 높았다. 1개의 증례 연구에서 경피적 기계적 혈전제거술을 시행 받은 7명의 환자 중 6명(85.7%)이 자발순환회복에 성공하였다.[187]

(3) 한국 치료 지침

- 폐색전증이 심장정지의 원인으로 의심되는 경우 혈전용해제를 투여할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 폐색전증이 심장정지의 원인으로 판명된 환자에서 혈전용해제, 수술적 색전제거술 또는 경피적 기계 혈전제거술(percutaneous mechanical thrombectomy)을 고려할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 폐색전증이 진단된 후 심장정지가 발생한 환자에게 이 지침을 적용하는 과정에 고려해야 할 사항이나 문제점은 없다. 반면, 심폐소생술 중인 환자에서는 폐색전증의 진단이 용이하지 않으므로, 심장정지 상태인 환자에서 폐색전증의 진단 기준에 대한 추가 논의가 필요하다. 심폐소생술 중 초음파 상 단순히 우심방, 우심실의 팽대가 관찰되는 것만으로 폐색전증을 진단할 수는 없다.

5) 전해질 이상으로 인한 심장정지

전해질 이상은 심혈관계 응급상황과 관련이 있으며, 심장정지의 직접 원인이 되거나 심장정지의 발생에 영향을 미칠 수 있다. 또한 자발순환회복의 장애요인으로 작용할 수 있으며, 심장정지 후 혈역학적 안정상태를 회복하는 데 부정적 영향을 미칠 수 있다. 불안정한 심혈관계 응급환자에서는 일반적인 전문소생술 가이드라인에 추가하여 다음에서 언급하는 전해질 이상에 대한 치료 방법을 조기에 사용하는 것을 고려해야 한다.

(1) 고칼륨혈증

고칼륨혈증은 심장 불안정성, 부정맥, 심장정지를 초래할 수 있는 잠재적으로 생명을 위협하는 상태이다. 고칼륨혈증에서 발생하는 치명적 부정맥의 표준 치료에는 일반적으로 칼슘제, 베타 작용제, 고용량 인슐린 요법의 투여가 포함된다. 그러나, 이러한 치료 방법은 심장정지 환자를 대상으로 연구된 적이 없다. 이에 ILCOR의 체계적 문헌 고찰에서 고칼륨혈증에 의한 심장정지에서 치료 방법별 예후를 평가하였고 2025년에 보고된 결과와 권고 사항은 아래와 같다.[188] 다만 사망률과 같은 환자 중심 결과를 보고한 연구가 매우 부족하여, 본 근거 요약은 칼륨 농도 변화 및 심전도 변화를 보고한 연구를 바탕으로 정리하였다.

(가) 근거 요약

① 인슐린: 645명의 환자가 포함된 8개의 연구(병렬 그룹 연구, 교차 연구, 전후 연구, 관찰 연구)에서, 8-12 IU의 인슐린을 포도당과 함께 정맥 투여 시 칼륨 농도가 평균 -0.7 mmol/L 변화하였다(95% 신뢰구간: -0.9, -0.6). 확신도는 비뚤림 위험으로 인해 낮다.

② 베타 2 작용제: 87명의 환자가 포함된 7개의 연구(병렬 그룹 연구, 교차 연구, 전후 연구)에서, 10-20 mg 살부타몰을 흡입 투여하면 칼륨 농도가 평균 -0.9 mmol/L 변화하였다(95% 신뢰구간: -1.2, -0.7). 확신도는 비뚤림 위험으로 인해 매우 낮다.
100명의 환자가 포함된 6개의 연구(병렬 그룹 연구, 전후 연구)에서, 포도당/덱스트로스에 용해시킨 0.5 mg 살부타몰 정맥 투여 시 칼륨 농도가 평균 -1.0 mmol/L 변화하였다(95% 신뢰구간: -1.4, -0.6). 확신도는 비뚤림 위험 및 비정밀성으로 인해 매우 낮다.

③ 베타 2 작용제와 인슐린 비교: 64명의 환자가 포함된 3개의 병렬 그룹 연구에서, 0.5 mg 살부타몰 정맥 투여는 10 IU의 인슐린 투여와 비교 시 칼륨 농도를 평균 -0.3 mmol/L 변화시켰다(95% 신뢰구간: -0.5, 0.0). 확신도는 비뚤림 위험과 비정밀성으로 인해 매우 낮다.

④ 중탄산염: 44명이 포함된 5개의 연구(전후 연구, 병렬 그룹 연구, 교차 연구)에서, 50-390 mmol의 중탄산염 정맥 투여 시 칼륨 농도가 평균 -0.1 mmol/L 변화하였다(95% 신뢰구간: -0.3, 0.1). 확신도는 비뚤림 위험으로 인해 매우 낮다.

⑤ 인슐린과 베타 2 작용제의 조합: 25명의 환자가 포함된 3개의 병렬 그룹 연구에서, 0.5 mg 살부타몰, 10 IU 인슐린, 25 g 또는 40 g 포도당의 정맥 투여 조합은 칼륨 농도를 평균 -1.2 mmol/L 변화

시켰다(95% 신뢰구간: -1.5, -0.8). 확신도는 비뚤림 위험과 비정밀성으로 인해 매우 낮다.
64명의 환자가 포함된 3개의 병렬 그룹 연구에서, 10 IU 인슐린과 0.5 mg 살부타몰의 정맥 투여의 조합은 0.5 mg 살부타몰 단독 투여에 비해 칼륨 농도를 평균 -0.22 mmol/L 변화시켰다(95% 신뢰구간: -0.5, 0.1). 확신도는 비뚤림 위험 및 비정밀성으로 인해 매우 낮다.
50명의 환자가 포함된 3개의 병렬 그룹 연구에서, 10 IU 인슐린과 0.5 mg 살부타몰의 정맥 투여 조합은 10 IU 인슐린 단독 투여에 비해 칼륨 농도를 평균 -0.5 mmol/L 변화시켰다(95% 신뢰구간: -0.7, -0.2). 확신도는 비뚤림 위험 및 비정밀성으로 인해 매우 낮다.

⑥ 심전도 변화에 대한 칼슘 효과: 111명의 환자가 포함된 1개의 후향적 관찰 연구에 따르면, 칼슘 투여는 부정맥에 대한 통계적으로 유의미한 개선을 보이지 않았다.[189] 확신도는 비뚤림 위험 및 비정밀성으로 인해 매우 낮다.

⑦ 심장정지와 칼슘: 109명의 성인이 포함된 1개의 후향적 관찰 연구에 따르면, 칼슘 투여는 더 높은 사망률과 연관이 있었다.[190] 확신도는 비뚤림 위험 및 비정밀성으로 인해 매우 낮다.

(나) 한국 권고 사항

급성 고칼륨혈증에 의한 심장정지 환자에게 인슐린과 포도당을 정맥투여 할 것을 권고한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 급성 고칼륨혈증에 의한 심장정지 환자에게 정맥내 중탄산염 투여를 권고하거나 금기할 근거가 부족하다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 급성 고칼륨혈증에 의한 심장정지 환자에게 정맥내 칼슘 투여를 권고하거나 금기할 근거가 부족하다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

(2) 저칼륨혈증

저칼륨혈증(혈청칼륨농도<3.5 mmol/L)의 빈도는 낮지만 위장관과 신장을 통한 칼륨 이온의 소실로 발생할 수 있으며, 저마그네슘혈증과 관련이 있다. 아주 심한 저칼륨혈증은 심근세포의 흥분성과 전도성에 변화를 줄 수 있고, 심전도 상에서 U파의 출현, 편평해진 T파가 나타날 수 있다. 디곡신(digoxin)을 복용하고 있는 환자에게는 부정맥(특히 심실부정맥)을 유발하여 만약 치료를 하지 않는 경우 무맥성전기활동 또는 무수축을 야기할 수 있다. 심장독성, 특히 비틀림 심실빈맥 상황에서 저칼륨혈증의 치료는 칼륨을 수 시간에 거쳐 천천히 정주하는 것이며, 급속한 칼륨 투여는 추천하지 않는다.[191,192] 일반적으로 시간당 10 mmol의 속도로 정주하지만, 불안정한 부정맥이나 심장정지가 임박한 상황에서는 10분간 분당 2 mmol의 속도로 주입하고 이후 5-10분간 10 mmol을 투여할 수 있다. 저칼륨혈증과 저마그네슘혈증이 동반된 경우에는 50% 마그네슘 황산염(magnesium sulfate) 4 mL를 10 mL의 생리식염수에 섞어서 20분간 투여한 후 칼륨을 투여하도록 한다.[193]

(3) 고마그네슘혈증

고마그네슘혈증은 마그네슘 혈청농도가 2.2 mEq/L (1.1 mmol/L)를 초과할 때로 정의하며, 신경학적 증상으로는 근약화 또는 마비, 운동실조, 기면, 혼돈 등 의식변화가 있다. 고마그네슘혈증은 혈관확장을 통해 저혈압을 가져올 수 있으며, 혈청 마그네슘 농도가 아주 높은 경우에서는 의식 저하, 서맥, 부정맥, 호흡 감소, 심폐정지를 나타낼 수 있다.[194,195] 심전도에서 PR과 QT 간격이 길어지고 T파가 뾰족해지며, 방실차단 등이 나타날 수 있다. 고마그네슘혈증으로 인한 심장정지 환자의 경우, 5-10 mL의 10% 염화칼슘 또는 15-30 mL의 10% 글루콘산칼슘을 2-5분간에 걸쳐 정맥주사하는 것이 권장된다.

(4) 저마그네슘혈증

저마그네슘혈증은 마그네슘 혈청농도가 1.3 mEq/L (0.6 mmol/L) 미만일 때로 정의하며 고마그네슘혈증보다 훨씬 발생 빈도가 높다. 저마그네슘혈증은 주로 흡수가 감소하거나, 신장 또는 설사를 통한 장관에서의 소실에 기인하며, 갑상선 기능 이상, 약물복용(펜타미딘, 이뇨제, 알코올), 영양결핍, 알코올 중독 등이 원인이 될 수 있다. 저마그네슘혈증은 비틀림 심실빈맥, 무맥성(다형) 심실빈맥을 포함한 다형심실빈맥의 발생과 관련이 있으며, 심전도에서 PR 및 QT 간격이 길어지고 ST 분절의 저하와 T파의 역전, 편평 P파 등이 나타날 수 있다. 중증의 저마그네슘혈증이나 경련 시에는 50% 마그네슘 황산염 2 g (4 mL; 8 mmol)을 10-15분간 정주하며, 비틀림심실빈맥이 발생했을 경우에는 같은 용량을 1-2분간 투여한다.

(5) 칼슘

칼슘 전해질 이상이 심장정지의 원인으로 작용하는 것은 매우 드물다. 심장정지 상태에서 저칼슘혈증 또는 고칼슘혈증 치료의 효용성에 대한 연구는 아직 없지만, 고칼륨혈증이나 고마그네슘혈증이 심장정지의 원인으로 추정될 때 경험적으로 칼슘(10% 염화칼슘 5-10 mL, 10% 글루콘산칼슘 15-30 mL)을 2-5분에 걸쳐 정맥으로 투여할 수 있다.

6) 독성물질 중독에 의한 심장정지

일반적으로 중독에 의한 심장정지나 사망의 빈도는 높지 않으나, 2000년도 이후 중등도 이상의 위험한 예후를 보이는 경우가 증가하였다.[196,197] 2018년도 기준 주요 중독 물질은 진통제, 가정용 세척제, 개인 미용 용품, 진정제, 수면제, 항정신병약, 항우울제 등이다.[197] 자살시도 또는 사고에 의한 살충제 중독에서 특히 사망률이 높으며, 젊은 연령에서 병원 밖 심장정지가 발생했을 경우 중독이 원인인 경우가 많다.[198,199] 중독에 의한 심장정지의 소생술은 일반적인 기본소생술과 전문소생술에 따라 진행한다.

(1) 급성 중독에서 심혈관계 응급

중독 물질은 직간접적으로 심혈관계 응급 상황을 초래할 수 있으며, 특히 직접적으로 작용했을 경우 혈압과 심근 수축 및 전도에 영향을 끼칠 수 있다. 코카인이나 암페타민과 같은 아드레날린 길항제는 심각한 고혈압을 유발할 수 있고 벤조디아제핀, 혈관확장제 및 알파 길항제로 치료해야 한다.

살충제, 버섯, 리튬, 이뇨제, 콜린유사약물(cholinomimetics) 등 급격한 체액량 손실을 유발하는 물질이나 알코올, 항고혈압약, 항콜린성 약물, 삼환계 우울증약, 칼슘통로 길항제, 마약 등 혈관 확장의 원인이 되는 물질들은 저혈압을 유발할 수 있다. 또한 항콜린성 약물, 교감신경흥분제, 항부정맥제, 할로겐계 탄화수소 등은 빈맥이나 서맥을 유발할 수도 있다.

(2) 급성 중독에서 신경계 응급

중독 물질은 의식 저하, 경련, 운동 장애 등의 신경계 응급 상황을 초래할 수도 있다. 일반적으로 대사성 혼수의 경우 눈머리반사와 안구진정반사가 정상이며, 대칭적인 운동 반응을 보인다. 경우에 따라 동공의 크기(마약 중독: 축동, 항콜린성 약물: 산동)가 진단에 도움이 될 수도 있다. 항히스타민제, 항우울제, 항정신병제, 항생제, 리튬, 카페인, 코카인, 암페타민, 살충제, 일산화탄소 중독의 경우 경련을 유발할 수도 있다.

(3) 소생술의 변경

중독에 의한 심장정지 환자의 소생술은 해독제, 제독, 배출 등의 치료를 함께 고려해야 하며, 특히 의료진의 안전을 최우선에 두어야 한다. 원인 미상의 심장정지나 다량의 사상자가 발생한 경우 중독에 의한 심장정지를 의심해야 하며, 시안화물, 황화수소, 부식제, 유기인제 등에 의한 중독 환자는 입대입 인공호흡을 시행하지 않도록 한다.

가능한 한 빨리 가족, 주변인, 친구, 구급대원들에게 독성 물질에 대한 정보를 입수하고 냄새, 바늘 자국, 동공 크기, 입 주변의 부식 상태 등 진단에 단서가 될 수 있는 소견을 찾도록 한다. 젊은 성인의 경우 시간이 지남에 따라 독성 물질이 대사되거나 배출될 수 있으므로 일반적인 심폐소생술보다 더 오랜 시간 심폐소생술을 시행해야 할 수도 있다. 중독 물질에 따라 지질 유탁액(lipid emulsion), 체외순환보조, 투석 등의 추가 치료도 고려해야 한다.[200-203]

(4) 중독 물질

(가) 아편계(opioid) 중독

몇몇 국가에서는 심장정지를 비롯한 아편계 약물 관련 응급 상황이 여전히 중대한 공중보건 위기로 남아 있다. 아편계 약물 길항제(예: 날록손)는 아편계 약물 과량복용으로 인한 호흡억제를 역전시키는 데 효과적이며, 이를 통해 심장정지를 예방할 수 있다. 그러나 아편계 약물 과량복용으로 인해 심장정지가 발생한 경우, 표준 소생술 외에 날록손과 같은 특정 치료를 추가로 시행해야 하는지에 대해서는 알려진 바가 없다. 이 주제는 2015년에 검토되었으며, 이후 2020년의 근거 업데이트 이후에도 치료 권고는 변경되지 않았다.[5,204] 이에 ILCOR는 2025년에 체계적 문헌 고찰을 시행하였다.

① 퇴원 시 양호한 신경학적 결과에 대해, 3개의 관찰 연구에서 매우 낮은 확신도가 확인되었다. 218명의 아편계 약물을 포함한 약물 과다복용 추정 병원 밖 성인 심장정지 환자를 등록한 연구에서 자발순환 회복 이전 투여된 날록손은 양호한 신경학적 결과와 관련이 없었다(adjusted odds ration [AOR] 1.99, 95% CI 0.34-11.55).[205] 동일한 데이터의 후속 분석에서는 1,807명의 초기 제세동 불필요 리듬의 환자 중 응급의료종사자가 목격하지 않은 사례들을 검증했으며, 혈관 접근 전 투여된 날록손이 양호한 신경학적 결과(AOR 4.61, 95% CI 1.74-12.19)와 관련이 있는 것으로 나타났다.[206] 164명의 아편계 약물을 포함한 약물 중독 또는 사용 이력이 있는 병원 밖 성인 심장정지 환자를 등록한 연구에서 날록손 치료 유무는 양호한 신경학적 결과와 관련이 없었다(26% vs 27%, p=0.915).[207]

② 퇴원 시 생존율에 대해, 4개의 관찰 연구에서 매우 낮은 확신도가 확인되었다. 8,195명의 병원 밖 심장정지 환자를 등록한 연구에서 날록손이 퇴원 시 생존율 증가와 관련이 있었다(risk difference 6.2%, 95% CI 2.3-10.0%).[208] 또 다른 병원 밖 심장정지 환자 등록 연구에서는 날록손으로 치료한 159명과 그렇지 않은 159명을 비교했을 때 날록손과 퇴원 시 생존율은 관련이 없었다(AOR 1.01, 95% CI 0.46-2.21).[209] 양호한 신경학적 결과와 유사하게, 초기 제세동 불필요 리듬의 환자 중 응급의료종사자가 목격하지 않은 병원 밖 심장정지 환자는 날록손과 생존율 향상 간의 연관성(AOR 4.41, 95% CI 1.78-10.97)이 보고되었다. 반면, 약물 과다복용 추정 병원 밖 심장정지 환자의 경우에는 연관성을 발견하지 못했다(AOR 1.99, 95% CI 0.39-10.30).[205]

③ 자발순환회복에 대해, 3개의 관찰 연구에서 매우 낮은 확신도가 확인되었다. 위에서 언급한 연구 결과들과 유사하게, 병원 밖 심장정지 환자(risk difference 15.2%, 95% CI 9.9-20.6%)와 초기 제세동 불필요 리듬의 환자 중 응급의료종사자가 목격하지 않은 환자는(AOR 2.14, 95% CI 1.20-3.81) 각각 날록손이 자발순환회복 증가와 관련이 있었다. 하지만 다른 연구에서는 병원 밖 심장정지 환자가 자발순환회복의 증가와 관련이 없었다(AOR 0.43, 95% CI 0.16-1.2).[209]

국내 권고 사항

아편계 약물 중독에 의한 심장정지 환자에 대한 전문소생술 중 표준 소생술 치료 외에 날록손 등 아편계 약물 특이 치료제(opioid-specific therapies) 추가 투여의 효과는 근거가 부족하다. 만약 구조자가 아편계 약물 중독이 의심되는 환자가 실제 심장정지 상태인지 확실하지 않은 경우, 아편류 길항제(예: 날록손)를 투여할 수 있다(보편타당한 권고).

(나) 벤조디아제핀

벤조디아제핀 중독에 의한 심장정지 상황에서 해독제 사용의 유효성에 대한 과학적 근거는 없다. 심장정지의 소생술은 일반적인 기본소생술과 전문소생술에 따라 진행한다. 플루마제닐(flumazenil)은 중추신경계의 벤조디아제핀 수용체에 작용하는 강력한 길항제이다. 플루마제닐의 투여는 벤조디아제핀 과용에 의해 저하된 호흡과 중추신경계 기능을 회복시킨다. 심장정지의 처치에는 플루마제닐을 사용하지 않는다. 원인불명의 의식저하 환자에게 플루마제닐의 투여는 위험할 수 있으므로 권장하지 않는다. 벤조디아제핀 의존환자에게 플루마제닐을 투여하는 경우, 경련을 일으킬 수 있고 삼환계항우울제 약물을 함께 복용한 환자는 경련, 부정맥, 저혈압이 유발될 수 있다.[210,211]

(다) 베타차단제

베타차단제 중독에 의한 심장정지 상황에서 해독제 사용의 유효성에 대한 과학적 근거는 없다. 심장정지의 소생술은 일반적인 기본소생술과 전문소생술에 따라 진행한다. 베타차단제 약물과용은 베타수용체의 심각한 억제를 일으켜 고용량 혈관수축제를 투여해도 혈압저하와 심장박출량 저하, 관류장애 등이 효과적으로 개선되지 않을 수 있다. 베타차단제 약물과용에 의하여 혈역학적으로 불안정한 환자가 일반치료에 반응하지 않을 때에는 글루카곤, 고용량 인슐린, 칼슘염 정맥 투여 등으로 치료한다.

① 글루카곤: 베타차단제 중독과 관련해서 심각한 심혈관계 증상이 나타날 때 혈관수축제 등의 일반적 치료에 반응이 없다면 글루카곤 투여가 도움이 될 수도 있다. 추천되는 용법은 3-5분에 걸쳐 서서히 3~10 mg을 일시 주사하고 이어서 3~5 mg/h로 점적 투여한다(0.05~0.15 mg/kg 일시주사 후, 0.05~0.10 mg/kg/h로 점적투여).[212] 점적투여량은 적절한 혈역학적 반응을 관찰하면서 증감한다. 글루카곤은 구토를 유발하기 때문에 중추신경계 기능저하가 있는 환자에게 투여할 경우에는 투여 전에 기도를 확보한다.

② 인슐린: 동물실험에서 고용량 인슐린과 포도당을 정맥주사하고 전해질을 감시하는 것이 심근의 에너지 사용을 개선하여 베타차단제 중독에 의한 혈역학적 불안정을 개선하고 생존율을 높일 수 있었다는 보고가 있다. 고용량 인슐린 투여는 베타차단제 중독에 의한 쇼크 상태가 다른 치료에 반응하지 않을 때 고려해 볼 수 있다. 아직 이상적인 용량은 정해지지 않았으나 일반적인 용법은 1 U/kg의 속효 인슐린을 0.5 g/kg의 포도당과 함께 일시 주사하고 이어서 각각 0.5~1 U/kg/hr와 0.5 g/kg/hr로 지속적으로 점적 주사한다.[213] 인슐린의 점적투여량은 적절한 혈역학적 반응에 따라 증감하고 포도당은 혈당을 100~250 mg/dl (5.5~14 mmol/L)로 유지시키도록 투여한다. 포도당을 투여하는 동안에는 혈당을 지속적(또는 매 15분마다)으로 감시해야 한다. 인슐린과 포도당 투여로 인한 칼륨 감소를 방지하기 위해 혈장 칼륨 농도를 함께 감시한다.

③ 칼슘: 일부 연구에 의하면 칼슘 투여가 베타차단제중독에 도움이 될 수도 있다고 한다. 칼슘 투여는 베타차단제중독으로 발생한 쇼크 상태가 다른 치료에 반응이 없을 때 고려해 볼 수 있다. 5-10분에 걸쳐 0.3 mEq/kg의 칼슘(10% 글루콘산칼슘 용액 0.6 mL/kg 또는 10% 염화칼슘 용액 0.2 mL/kg)을 정맥투여하고 이어서 0.3 mEq/kg/hr로 점적 투여한다.[214]

④ 기타 치료: 베타차단제중독을 혈관수축제를 포함한 모든 치료방법으로 치료하였으나 심각한 저혈압이 해결되지 않는 경우에는 침습적 방법(대동맥내 풍선펌프, 심실보조 기구, 체외순환보조)을 사용할 수도 있다.

(라) 칼슘통로차단제

칼슘통로차단제 중독은 일반적인 치료에 반응하지 않는 치명적인 저혈압과 서맥을 일으킬 수 있다. 2017년에 발표된 칼슘통로차단제 치료 지침에서는 칼슘 투여를 우선 치료 방법으로 권고하고 있다.[215] 베타차단제 중독에서와 마찬가지로 고용량 인슐린이 효과적이라는 증례 보고들이 있으며 1 U/kg의 인슐린을 우선 주사하고 시간 당 1 U/kg의 용량으로 정맥주사하면서 치료 반응에 따라 용량을 조절하도록 권고하고 있다.[216] 또한 칼슘통로차단제 중독으로 인한 쇼크 상태가 다른 치료에 반응이 없을 때 글루카곤 투여나 체외순환보조를 고려할 수도 있다.

(마) 국소마취제

국소마취제 중독(local anesthetic systematic toxicity)은 신경독성이나 심각한 심혈관계 허탈을 유발할 수 있다.[217,218] 합병증을 주로 일으키는 약물은 부피바카인, 리도카인, 로피바카인으로 알려져 있다.[218] 국소마취제 투여 후 심장정지가 발생한 경우 심폐소생술 중 지질 유탁액을 투여하는 것을 고려할 수 있다.[201,219]

(바) 일산화탄소

일산화탄소는 무색, 무취, 무미, 비자극성 가스로 모든 탄소가 포함된 물질의 불완전 연소 시에 발생할 수 있다. 일산화탄소 중독은 혈색소의 산소 운반 능력을 저하시키고 뇌와 심근에 직접적인 세포독성을 나타낸다. 일산화탄소 중독에 의한 심장정지 상황에서는 일반적인 기본소생술과 전문소생술에 따라 치료한다. 고압산소치료는 심각한 부작용의 발생률이 낮기 때문에 심각한 중독증상을 보이는 급성 일산화탄소 중독환자의 치료로 유용하다. 고압산소치료는 일산화탄소 노출 후 6시간 이내에 치료 효과가 가장 좋다. 임신 중인 환자의 경우 일산화탄소 혈색소 농도만으로 고압산소치료의 필요성을 결정하기 어렵다. 대개 일산화탄소 혈색소 농도가 20% 이상이거나 태아의 심박동수에 이상이 있거나 태아부전이 발생할 때 고압산소치료를 한다. 심근손상이 발생한 일산화탄소 중독환자는 고압산소치료에도 불구하고 손상 후 7년 이내 심혈관계뿐 아니라 다른 모든 원인에 의한 사망률이 증가하는 것으로 알려졌다.[220]

(사) 시안화물(cyanide)

청산가리라고 불리는 시안화물은 치명적인 독성물질 중 하나이나 놀랍게도 주변에서 흔히 볼 수 있다. 공장 지역에서 흔한 물질이며 보석세정제, 전기도금액, 항간에 제암제로 알려진 아미그달린(살구 씨 등의 핵산물)에서 발견된다. 또한 시안화물은 화재현장 연기의 주요성분이므로, 저혈압, 중추신경기능저하, 대사성산증이 발생하거나 호흡기관과 분비물에 검댕과 숯이 보이는 화재 현장의 흡인 환자는 시안화물 중독 가능성에 대해 고려해야 한다.[221] 시안화물 중독은 신속하게 심혈관계 기능을 떨어뜨려 저혈압, 젖산 산증, 중추성무호흡, 경련 등을 일으킨다.

시안화물에 의해 심장정지가 발생하거나 심혈관계 불안정성이 발생한 환자에게는 시안화물 제거제로 알려진 히드록소코발라민(hydroxocobalamin)를 정맥 주사한다. 또는 아질산나트륨(sodium nitrite)을 정맥 주사하거나 아밀아질산염(amyl nitrite)을 흡인하고, 가능한 빨리 티오황산나트륨(sodium thiosulfate)을 정맥주사한다.[222] 아질산나트륨이나 아밀아질산염은 메트헤모글로빈혈증(methemoglobinemia)과 저혈압을 유발시키기 때문에 적절한 감시가 필요하므로 히드록소코발라민이 특히 소아에게 안전한 해독제로 알려져 있다.[223]

(아) 농약

국내 농약 중독 환자의 수를 추정하기가 쉽지 않을 정도로 농약은 매우 흔한 중독물질이다. 독성이 강하고 흔히 음독하는 농약제제로는 유기인계 살충제, 카바메이트(carbamate)계, 피레스로이드(pyrethroid)계 등이 있다. 대부분의 유기인계 농약의 독성작용은 신경계 시냅스에서 콜린에스테라아제(cholinesterase) 기능을 저하시켜 아세틸콜린(acetylcholine)의 대사를 억제함으로서 일어난다. 아세틸콜린은 말초신경뿐 아니라 뇌, 척수, 심근 등의 신경말단에서 신경전달물질로 작용하기 때문에 유기인계 농약은 중추신경과 심근에도 강한 독성을 나타낸다. 중추신경계 증상으로 불안, 진전, 현훈, 두통, 섬망, 경련, 혼수 등이 나타날 수 있고 호흡중추를 마비시켜 호흡성 심장정지를 유발할 수 있다. DUMBEL (Diarrhea, Urinary Incontinence, Miosis, Bronchorrhea, Bradycardia, Bronchspasm, Emesis, Lacrimation) 등의 부교감신경 항진 증상이 나타날 수 있고 기관지 경축이나 기관분비물 과다로 인한 호흡부전이 나타나기도 한다. 니코틴수용체 연관증상으로 빈맥, 고혈압, 골격근 속상수축이나 근무력 등이 동반될 수 있다.

유기인계 중독 치료의 해독제는 2-PAM (pralidoxime)과 아트로핀(atropine)이 있다. 2-PAM은 초기 성인에게 1 g, 소아에게는 20-40 mg을 생리식염수에 희석하여 30분에 걸쳐 천천히 투여하고 1시간 이내 반복 투여하거나 보통 24~48시간 동안 500 mg/hr (400~1,000 mg/hr) 정도 점적 투여하며, 증상이나 징후가 회복될 때까지 사용한다. 아트로핀은 중등도 이상의 독성 증상을 보이는 성인에게 2-4 mg, 소아에게 0.05 mg/kg를 일시 주사하고 증상이 호전될 때까지 10~30분마다 반복 투여하거나 증량한다. 아트로핀 과다 투여 시에는 흥분, 환각, 정신착란, 경련 등의 중추신경계 부작용이 나타날 수 있다. 카바메이트계 농약중독에서는 해독제로 아트로핀 투여를 권장하나 2-PAM의 사용에 대해서는 논란이 있다. 피레스로이드계 농약중독의 특정해독제는 알려진 바가 없다.

농약중독에 의한 심장정지 상황에서의 소생술은 해독제 사용과 함께 일반적인 기본소생술과 전문소생술을 한다.

(자) 테트로도톡신

테트로도톡신(Tetrodotoxin)은 복어에서 발견되는 독성물질로 주로 복어의 피부, 간, 난소, 장에 분포한다. 특히 난소에 고농도의 독이 있으며 산란기 때 독성이 강하다. 중독 증상의 지속 시간, 발현 속도, 중증도는 섭취한 테트로도톡신의 양에 의해 좌우된다. 테트로도톡신은 전압의존성 나트륨 채널에 가역적으로 결합하여 나트륨의 유입을 차단함으로써, 신경조직의 탈분극을 막고 신경근 전달을 차단하여 신경독성을 나타낸다. 중추신경계와 말초신경계에 모두 작용하며 안면부와 사지의 감각이상, 오심과 구토, 복통, 설사 등의 위장관 증상, 두통, 어지러움을 일으키고 호흡중추를 직접 억제하거나 호흡근을 마비시켜 호흡마비를 유발한다. 저혈압, 서맥, 부정맥과 같은 순환기계 중독 증상과 혼수나 경련과 같은 중추신경계 중독 증상도 발생할 수 있다. 테트로도톡신에 대한 해독제는 없고 보존적 치료가 중요하며 호흡마비가 주요 사망원인이므로 호흡을 주의 깊게 관찰해야 한다. 호흡부전의 증상이나 징후를 보이면 조기에 기관내삽관과 기계호흡을 통한 호흡보조가 필수적이다. 테트로도톡신 중독에 의한 심장정지 상황에서의 소생술은 일반적인 기본소생술과 전문소생술을 한다.

7) 익수

익수 환자는 가능한 병원으로 이송하여 평가하여야 한다. 특히, 소생술(구조호흡만이라도 했던 경우)이 필요했던 환자는 의식이 명료하고 심폐기능이 정상적으로 유지된다고 하더라도 병원으로 이송하여 평가와 모니터링을 하여야 한다. 차가운 물에 오랫동안 익수 상태에서 성공적으로 소생되거나 의식이 완전히 회복된 경우가 드물게 있기 때문에 사망이 분명한 경우가 아니면 현장에서 소생술을 시행하고 응급실로 이송해야 한다. 병원으로 이송하는 도중 저산소증이 발생하는 환자는 94% 이상의 산소포화도를 유지하도록 산소를 투여하고 필요에 따라 기관내삽관을 시행할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 익수 후 중등도 또는 중증의 급성 폐손상이 발생했을 경우 기계환기를 대신하여 비침습적 환기(non-invasive ventilation)를 고려할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[224,225] 단, 비침습 환기는 글래스고 혼수척도가 12점 이상이거나, 혈역학적으로 안정적인 환자만을 대상으로 연구되었으므로 모든 익수 환자에게 적용하기에는 부적절할 수 있다.

8) 중증 저체온증

체온이 30℃ 미만의 중증 저체온증은 심박수와 호흡수를 급격히 감소시키기 때문에 심장정지 여부를 판단하기 어렵다. 따라서, 시반이나 소생이 불가능한 외상의 경우가 아니라면 체온이 정상으로 회복될 때까지 기본소생술 및 전문소생술을 지속해야 한다. 침습적 방법을 포함한 적극적인 가온이 필요하며 일반적인 병원 밖 심장정지 상황보다 조기에 병원으로 이송해야 할 필요가 있다.[226] 젖은 옷을 벗겨서 열 손실을 방지하고 가온가습한 산소와 수액의 투여 및 온수를 이용한 흉강 또는 복강세척술이 필요할 수도 있다.[227-229] 체외순환장비를 이용하면 가온 속도를 높일 수도 있다.[230-232] 중증 저체온 환자의 경우 약물 중독, 알코올 중독, 외상 등의 다른 질환이 동반될 수 있으므로 가온 치료를 하면서 원인 감별을 해야 한다. 중증 저체온으로 인한 심장정지가 발생했을 경우 기본소생술 및 전문소생술은 표준 가이드라인에 따라 시행하도록 한다.

9) 전기충격과 낙뢰와 관련된 심장정지

집이나 사업장에서 사용하는 교류 전기에 의한 감전은 강직성 골격근 연축을 유발하여 감전 부위로부터 피해자가 떨어지지 않아서 장시간 감전에 노출된다. 낙뢰로 인해 다수의 환자가 동시 다발적으로 발생할 수 있다. 감전환자를 구조할 때에는 구조자의 안전이 가장 중요하고 안전성을 반드시 확보한 후 구조에 임해야 한다.

낙뢰로 인한 사망의 중요한 원인은 심장정지이며, 심실세동 또는 무수축과 관련이 있다. 낙뢰로 인한 손상 후에 보통 심장의 자동능으로 심장의 기능은 자발적으로 회복되지만, 자발순환이 회복된 후에도 흉부근육연축과 호흡중추 억제로 호흡정지가 지속될 수 있다. 이때 호흡에 대한 치료가 이루어지지 않으면 호흡정지로 인한 저산소성 심장정지가 이차적으로 발생할 수 있다. 낙뢰로 인한 환자 중 호흡정지나 심장정지가 발생하지 않았거나 즉각적인 처치로 호전된 경우 완전히 회복될 가능성이 높다. 따라서 다발성 낙뢰환자가 발생한 경우 호흡정지 또는 심장정지 환자를 가장 우선적으로 치료해야 한다.

만약 호흡이나 순환의 징후가 없다면 즉시 기본소생술을 시작하고 자동제세동기를 사용하여 심실빈맥 또는 심실세동을 치료해야 한다. 두개 및 경추 손상의 가능성이 있으므로 경추고정을 유지해야 한다. 과도한 연조직 부종이 발생할 수 있으므로 기도유지에 문제가 발생할 가능성이 있을 때는 조기에 기관내삽관을 한다. 과도한 조직 손상 및 괴사로 인한 저혈량 쇼크와 지속적인 수액의 손실 등이 유발되므로 수액 공급을 충분히 유지해야 한다.

10) 경피관상동맥중재술 중 발생한 심장정지

경피관상동맥중재술 중 심장정지가 발생하면 기계심폐소생술장치를 사용하는 것이 권장된다.[233] 대동맥내 풍선펌프나, Impella®, TandemHeart® 등의 경피심실보조장치를 사용할 수 있으나, 이들의 유용성은 아직 확립되지 않았다.[234] 최근 여러 체계적 문헌 고찰에서 체외순환심폐소생술의 유용성에 대해 보고하였으나, 명확한 권고 사항을 도출하지는 못하였다. 따라서, 경피관상동맥중재술 중 발생한 심장정지 환자에 대한 체외순환심폐소생술이나 기타 보조장치의 사용은 환자의 상태와 전문 시술팀의 숙련도를 고려하여 결정한다.

11) 심장눌림증으로 인한 심장정지

심장눌림증(cardiac tamponade)으로 심장정지가 발생했을 경우 응급개흉술을 시행하는 것이 최선의 치료이나, 초음파를 이용한 심장막천자를 시도할 수 있다. 만약 초음파를 사용할 수 없는 경우라면 초음파를 사용하지 않고 심장막천자를 시도해 볼 수도 있다.[235]

12) 심장 수술에 따른 심장정지

심장 수술 후 환자의 1-8% 정도에서 심장정지가 발생하며, 심실세동, 혈량저하증, 심장눌림증, 긴장성기흉 등이 원인이다. 가슴이나 배가 절개되어 있는 수술실에서 심장정지가 발생했을 때나 심장 수술 직후에는 개흉심폐소생술(open-chest CPR)을 시도할 수 있다.[236,237] 심장수술 후에 심장정지가 발생하였을 때 심장수술 의료진이 곁에 있고, 적절한 장비를 갖춘 중환자실이라면 흉골 재절개술(emergency resternotomy)을 시행한 후 직접 심장압박을 할 수 있다. 그러나, 흉골 재절개술이 불가능한 상황이라면 우선 표준심폐소생술을 시행해야 한다. 심장 수술 후 박동조율기를 삽입하고 중환자실에서 치료 중인 환자에게 무수축이나 무맥성전기활동이 발생할 경우 즉시 심박조율을 시도할 수 있다. 이때 혈역학적 상태와 심전도 감시가 반드시 필요하며, 심박조율이 효과적이지 않을 경우 전문소생술을 시행해야 한다.[238] 심장 수술 후에 심장정지가 발생하였을 때 전문소생술에 반응이 없다면 기계적 순환 보조 방법이 도움이 될 수 있다.[239,240]

13) 심폐소생술 중 의식 회복

심폐소생술 중 의식 회복 현상은 점차 자주 보고되고 있다. 구조자와 생존자의 경험은 심장정지, 심폐소생술, 회복 시점을 기준으로 다양한 주제를 포함하며, 보고된 경험에는 초월적·신비적 체험, 시청각적 인식과 신체로부터 분리된 감각, 꿈과 유사한 상태, 심폐소생술 중 의식 회복, 그리고 혼수상태에서 깨어나는 과정에서의 의식적 경험 등이 포함된다. ILCOR는 2021년에 보고된

경험들을 기술하고, 이를 예방할 수 있는 중재(예: 진정제 사용)가 있었는지를 평가하기 위한 범위 고찰(scoping review)을 시행하였다.

(1) 근거검토

의식과 진정(sedation)에 관한 다양한 측면을 다룬 관찰 연구들을 확인하였다. 미국에서 시행된 병원 내 심장정지 또는 병원 밖 심장정지 생존자 143명을 대상으로 한 연구에서는 심폐소생술 직전, 시행 중, 또는 직후에 진정제나 진통제를 투여한 것과 외상후 스트레스장애(posttraumatic stress disorder, PTSD) 발생 사이에 유의한 연관성이 없었다.[241] 영국에서 병원 내 심장정지 생존자 140명을 대상으로 시행된 심폐소생술 중 의식에 대한 연구에서는, 2명이 소생 중 본 것과 들은 것을 명확하게 기억하는 의식 경험을 보고하였다.[242] 호주의 의사, 간호사, 구급대원 등 의료종사자 67명을 대상으로 한 면담에서는 59명이 심폐소생술 중 환자의 의식 회복을 목격했다고 보고하였으며, 이 중 환자가 심폐소생술을 방해하지 않았던 사례가 다수였다. 그중 10명은 심폐소생술을 일시 중단했고, 7명은 환자를 안심시켰으며, 16명은 진정제 또는 근이완제를 사용하였고, 2명은 신체적 억제를 시행했다고 보고하였다.[243] 심폐소생술 도중 환자의 의식으로 인해 소생술이 방해받은 사례(예: 흉부 압박을 막거나 튜브나 라인을 제거하려는 행동)는 63명 중 51명이 경험하였으며, 7명은 심폐소생술을 일시 중단, 23명은 진정제 또는 마비제를 사용, 7명은 물리적 억제를 시행했다고 응답하였다. 이 면담 결과는 이 문제에 대한 보다 명확한 지침의 필요성을 강조하였다.

호주 빅토리아주에서 2008년부터 2014년까지 시행된 병원 밖 심장정지 16,558건을 분석한 관찰 연구에서는 심폐소생술 중 의식 회복 사례가 112건(0.7%)이 보고되었으며, 이 중 눈을 뜸(20.5%), 말을 함(29.5%), 신체 움직임(87.5%) 또는 이들의 복합 반응이 관찰되었다.[244] 환자 42명(37.5%)에게는 미다졸람, 마약성 진통제(opioid), 또는 근이완제가 투여되었다. 심폐소생술 중 의식 회복은 목격된 심장정지와 관련이 있었으며, 약물을 투여하지 않은 경우 예후가 더 좋았다. 호주 퀸즐랜드주에서 2007년부터 2018년까지 시행된 병원 밖 심장정지 23,011건을 분석한 또 다른 연구에서는 심폐소생술 중 의식 회복 사례가 52건(0.23%) 보고되었으며, 이 중 34.6%에서 환자의 과격하거나 초조한 행동이 가장 흔한 징후로 나타났다.[245] 심폐소생술 중 의식 회복은 목격된 심장정지, 응급의료서비스(EMS)에 의해 목격된 심장정지, 공공장소에서의 심장정지, 그리고 초기 제세동 가능 리듬과 관련이 있었으며, 이는 모두 자발순환회복 및 생존 향상과 연관되었다. 1962년 이후 발표된 총 24편의 증례보고 및 시리즈에서는 31명의 심폐소생술 중 의식 회복 사례가 기술되었으며, 이 중 약 30%에서 진정제가 사용되었다. 사용된 약물은 케타민, 미다졸람, 펜타닐 단독 또는 병용요법 등이 포함되었다.[246-269]

(2) 권고 사항

- 심폐소생술 중 자발순환이 회복되지 않았으나 가슴압박에 의해 일시적으로 환자의 의식이 회복되어 고품질의 심폐소생술에 방해가 되거나 환자 및 구조자에게 위해를 초래할 경우 구조자는 환자의 통증과 고통을 줄이기 위해 진정제(sedative)나 진통제(analgesic)(또는 이들의 병용)를 가능한 한 최소 용량으로 사용할 것을 고려할 수 있다(보편타당한 권고).
- 의식이 있는 환자에게 신경근차단제(neuromuscular-blocking drug)를 단독으로 투여하는 것은 권고하지 않는다(보편타당한 권고).
- 심폐소생술 중 진정 및 진통을 위한 최적의 약물 조합(optimal drug regimen)은 아직 명확하지 않으며, 중환자 치료에서 사용되는 약물 조합 및 각 기관의 지침(local protocols)을 근거로 결정할 수 있다(보편타당한 권고).

14) 엎드린 자세 심폐소생술

(1) 근거 요약

12개의 성인 증례보고에서 12명은 엎드린 자세로 심폐소생술을 시행받았고[270-281] 8명은 눕힌 자세로 변경한 후 심폐소생술을 시행받았다.[282-288]

12개의 소아 증례보고에서 11명은 엎드린 자세로 심폐소생술을 받았고[280,289-297] 1명은 눕힌 자세로 변경한 후 심폐소생술을 시행받았다.[298]

32개의 증례보고(성인 20개, 소아 12개)에서 31명(성인 19명, 소아 12명)은 수술실에서 머리를 고정하거나 다른 장비를 적용하고 있어서 눕힌 자세로 체위를 변경하기 어려웠기 때문에 엎드린 자세로 심폐소생술을 받았을 것으로 추정된다. 중환자실에 있던 1명의 성인 환자만 엎드린 자세로 심폐소생술을 받았다.[274]

좋은 신경학적 예후로 생존 퇴원한 환자에 대한 객관적 평가는 시행되지 않았으나 8개의 성인 증례에서 신경학적 손상 없음 ['without neurologic deficit'],[272] 뇌 손상 없음 ['no cerebral injury'],[271] 무사 회복 ['recovered uneventfully'],[275] 손상 없음 ['without deficits'],[284] 7일째 깨어 있고 지남력이 있음 ['awake and well oriented at 7 days'],[274] 후유증 없음 ['without sequelae'],[273] 간단한 작업 수행 가능 ['could carry out simple tasks'],[276] 안정적인 신경학적 상태로 퇴원 ['discharged from hospital in a stable neurological condition'][281] 등의 표현으로 기술되었고 7개의 소아 증례에서 심각한 뇌 기능 장애의 근거 없음 ['no evidence of significant cerebral dysfunction'],[289] 2주 후 기저 상태로 회복 ['returned to baseline over two

weeks'],[290] 후유증 없이 회복 ['recovered without sequelae'],[291] 신경학적 후유증 없음 ['no adverse neurological sequelae'],[292] 양호한 상태 ['in good condition'],[298] 특별한 문제 없이 회복 ['made an uneventful recovery'],[280] 수술 전 상태와 변화 없음 ['unchanged from preoperative status'][293] 등으로 기술되었다.

생존 퇴원 후 30일 이상 소요된 시점에서 좋은 신경학적 예후에 대한 객관적 평가는 보고되지 않았으나 2개의 성인 증례에서 손상 없음 ['without deficits'],[284] 독립적으로 작업과 ADL을 수행할 수 있음 ['able to perform his work and ADLs independently'][286]로 기술되었고 2개의 소아 증례에서 비정상적인 신경학적 징후 없음…무형성증에 대한 허용 한계 내 ['no abnormal neurological signs … within accepted limits for achondroplasia'],[289] 후유증 없이 회복 ['recovered without sequelae'][291] 등으로 기술되었다.

생존 퇴원은 13개의 성인 증례, 11개의 소아 증례에서 보고되었다.

30일 이상 생존에 대해 엎드린 자세 심폐소생술은 1개의 성인 증례에서 보고되었고[276] 눕힌 자세 심폐소생술은 6개의 증례에서 보고되었다. 5개의 소아 증례에서 30일 이상의 생존을 보고하였다.[289,291,294,295]

심폐소생술 시작에 소요된 시간에 대한 보고는 8개의 성인 증례 [270,273,274,279-281,283,286]와 7개의 소아 증례[280,289-291,294,295]에서 기술되었다. 즉시 엎드린 자세 심폐소생술을 시행한 경우는 성인에서 6건,[270,273,274,279-281] 소아에서 7건[270,273,274,279-281,283,286]이 있었다. 한 성인 증례에서는 즉시 눕힌 자세로 변경하여 심폐소생술을 시행하였고,[283] 또 다른 성인 증례에서는 심장정지 6분 후 눕힌 자세로 변경 후 심폐소생술을 시행하였다.[286]

두 개의 시뮬레이션 연구에서 심폐소생술을 위해 눕힌 자세로 변경하는데 소요된 시간은 50±34초[299]에서 110초[272]로 보고하였다. 이 중 한 연구에서 보고된, 심폐소생술까지 소요된 시간은 77±31초였다.[299]

제세동까지 소요된 시간은 한 시뮬레이션 연구에서 보고되었는데 엎드린 자세에서 가슴압박이나 체위 변경 없이 제세동을 하는 데 소요된 시간은 22초였고 환자를 눕힌 자세로 변경하고 심폐소생술 및 제세동을 하는 데 소요된 시간은 108±61초였다.[299] 관련된 실제 성인이나 소아 증례는 없었다.

자발순환회복까지 소요된 시간은 모든 연구에서 보고되었다. 17명을 대상으로 심폐소생술 중 동맥압을 측정한 매우 낮은 근거 수준의 비무작위 연구가 보고되었다. 이 연구에서 연구자들은 눕힌 자세로 심폐소생술을 시행한 후 이미 사망 선언을 한 환자를 대상으로 엎드린 자세 심폐소생술을

시행하여 두 군에서 동맥압을 비교하였다.[300,301] 두 연구 모두 엎드린 자세 심폐소생술의 수축기혈압이 높게 측정되었으나(72 mmHg vs 48 mmHg, p<0.005 [300]; 79±20 mmHg vs 55±20 mmHg, p=0.028 [301]) 이완기혈압은 한 연구에서만 높게 측정되었다(34 mmHg vs 24 mmHg, NS [300]; 17±10 mmHg vs 13±7 mmHg, p=0.028 [301]). 다만 두 번째 연구에서 눕힌 자세에서 측정한 11명 중 3명의 데이터가 누락되었다.[301]

심폐소생술 중 호기말 이산화탄소분압에 대한 결과는 5개의 성인 증례에서 보고되었고[273,275,276,281,285] 이 중 수치를 기술한 두 개의 연구는 15 mmHg[281]에서 33 mmHg[276]로 보고하였다. 두 개의 소아 증례는 엎드린 자세 심폐소생술에서 모두 10 mmHg 이상의 호기말 이산화탄소분압을 보였다.[295,297]

(2) 권고 사항

엎드린 자세에서 심장정지가 발생한 환자에게 기관내삽관이 되어 있고 환자를 즉시 누운 자세로 변경하기 어렵거나 관련된 위험이 있을 때 엎드린 자세 심폐소생술을 시도해 볼 수 있다(보편타당한 권고). 침습적 동맥압이나 호기말이산화탄소분압 감시는 엎드린 자세 심폐소생술의 관류압을 감시하는 데 유용한 지표가 될 수 있으며 환자를 누운 자세로 변경하여 심폐소생술을 시행할 시기를 결정하는 데 도움을 줄 수 있다(보편타당한 권고). 엎드린 자세에서 심장정지 환자가 전문 기관내삽관이 되어 있지 않다면, 즉시 누운 자세로 돌려 심폐소생술을 실시하는 것이 좋다(강한 권고, 낮은 확신도). 심장 충격이 필요한 심장정지 환자가 엎드린 자세이고 즉시 눕힐 수 없다면, 엎드린 자세에서의 제세동을 실시할 수 있다(보편타당한 권고).

15) 생리학적 지표 기반 심폐소생술(physiology-guided CPR)

생리학적 지표 기반 심폐소생술에 대한 임상 연구 대부분은 소아를 대상으로 수행되었다. 18개 소아 중환자실에서 단계적 전환(cluster) 무작위대조연구에서, 현장에서의 생리학적 지표 기반 심폐소생술 교육과 구조화된 임상 사건 디브리핑으로 구성된 묶음 중재는 양호한 기능적 상태로의 병원퇴원 생존율을 향상시키지 못했다.[302] 이 연구에서 침습적 동맥압 또는 호기말이산화탄소분압 감시가 가능한 경우, 의료진은 나이가 더 많은 소아(신생아 및 영아 제외)의 수축기혈압 100 mmHg 이상과 호기말이산화탄소분압 25 mmHg 이상을 목표로 하도록 교육받았다. 이 연구의 관찰 자료에 따르면, 심폐소생술 동안 평균 이완기혈압이 30 mmHg를 초과한 경우, 나이가 많은 소아의 병원퇴원 생존율이 더 높았다.[303]

초기 성인 대상 연구에서 심폐소생술(CPR) 시행 중 104명 환자의 침습적 혈압을 측정한 결과, 분당 100–120회의 가슴압박 속도와 6 cm의 압박 깊이는 대퇴동맥 및 요골동맥에서 공통적으로 이완기 혈압 30 mmHg 수준과 비례하였다.[304] 개별 환자에게서는 압박 깊이가 증가함에 따라 혈압이 상승하는 미약한 경향이 관찰되었으나, 압박 깊이 증가가 모든 대상자에게서 일관된 혈압 상승으로 이어지지는 않았다. 최근의 연구에서는 헬리콥터 응급의료서비스팀에 의해 CPR을 받은 성인 병원 밖 심장정지 환자 80명을 대상으로 침습적 혈압 모니터링을 수행하였다.[305] 분석 결과, 최대, 평균, 초기 이완기 혈압 대비 최대 이완기 혈압 변화는 모두 자발순환회복과 유의한 양의 연관성을 보였다. 특히, 최대 이완기 혈압의 자발순환회복 예측을 위한 최적 임곗값이 35 mmHg(민감도 94.1%, 특이도 58.7%)로 확인되었으며, 최대 이완기 혈압이 1 mmHg 증가할 때마다 ROSC 가능성은 오즈비 1.05(95% CI 1.03–1.08)로 증가하였다.

위와 같은 연구 결과를 근거로 미국심장협회(American Heart Association)는 전문가 합의로 심폐소생술 중 몇 가지 생리학적 목표를 제시하였으며, 한국 전문소생술 가이드라인에도 같은 수준의 목표를 제안한다(전문가합의 권고).[306]

① 심장정지 상황에서 침습적 동맥압 감시 장비와 중심정맥관이 모두 확보되어 있는 경우, 관상동맥 관류압을 20 mmHg 초과하도록 유지하는 것을 목표로 한다.
② 심장정지 상황에서 동맥압만 측정 가능한 경우, 이완기 혈압을 25 mmHg 이상 유지하는 것을 목표로 한다.
③ 심장정지 동안 호기말이산화탄소분압 감시 장치만 이용 가능한 경우, 호기말이산화탄소분압을 20 mmHg 이상 달성하는 것을 목표로 한다.

11. 병원 내 심장정지

병원 내 심장정지는 병원 내에서 발생하는 모든 심장정지로 정의할 수 있다. 여기에는 다양한 병원 환경에서 환자나 병원 방문자, 또는 병원 직원의 심장정지가 포함된다. 따라서 병원 내 심장정지는 기본소생술 및 전문소생술이 종종 동시에 시작되고 적용될 수 있다.

이전 심폐소생술 가이드라인에서 병원 내 심장정지 생존 사슬의 첫 번째 고리로 제시된 '심장정지의 예방과 조기 인지'의 중요성은 2025년 심폐소생술 가이드라인에서도 동일하게 강조된다. 2025년 생존 사슬의 첫 번째 고리인 '심장정지의 조기 인지와 구조요청'에서 구조요청은 병원 내 심장정지의 경우 심폐소생팀 호출을 의미한다. 뒤이어 '고품질의 심폐소생술', '제세동', '전문소생술'과 '소생 후 치료'가 이어지며 이를 통해 병원 내 심장정지 환자의 예후 향상을 기대한다. 병원 내 심장정지의 생존을 위해서는 신속대응팀 운영, 전문소생술 교육, 심장정지 치료 체계 확립, 질 향상 활동 등 적절한 생존 환경이 구축되어야 한다. 병원 내 심장정지 환자에게 조기에 제세동과 심폐소생술이 이루어진 경우 뇌기능회복률이 높았다고 보고되었다.[307–309]

병원에 입원하였지만 상태가 좋지 않은 환자는 언제든 심장정지가 발생할 가능성이 있다. 이러한 환자들은 일반적으로 심장정지 이전 몇 시간 또는 며칠 동안 악화된 증상과 징후를 보이게 된다.[310] 이전 보고들에 의하면, 성인 환자의 병원 내 심장정지가 발생하는 시기는 주로 2일 이내라고 하며, 1,000명의 입원 환자 당 약 1.5-2.8명 가량의 빈도로 심장정지가 발생하는 것으로 알려져 있다.[311-316]

사실 성인의 병원 내 심장정지로 인한 생존은 상당히 가변적이다.[317] 그 이유는 해당 병원마다 의료 제공의 수준과 의료인력 배치의 적정성이 다양하기 때문이다. 따라서 병원 내 심장정지 환자의 치료 결과는 여러 가지 요인에 따라 결정된다. 이러한 요인 중 일부는 교정 가능하지만 교정이 불가한 요인도 존재한다. 교정 불가한 요인으로는 환자의 연령, 성별, 동반 질환, 그리고 심장정지의 원인 등이 있다.[318,319] 그러나 교정 가능한 요소의 가장 좋은 예는 심장정지가 발생한 장소이다. 일반 병동에서 심장정지가 발생하는 경우 일반적으로 환자가 적절히 모니터링되지 않으며, 심장정지가 목격되지 않을 수 있으므로, 일반 병동에서의 심장정지는 결과가 좋지 않을 수 있다.[314,320] 만일 적절한 모니터링이 이루어지고 대응 가능한 인력이 상주하는 중환자실이나 집중관찰실 등에서 심장정지 환자가 발견된 경우, 그 대처와 예후가 더욱 좋아질 수 있다. 따라서 각 기관별로 병원 내 심장정지에 적절히 대응할 수 있는 신속대응팀을 구성하여야 하고, 조기 예측 점수를 통한 환자 선별 관리 시스템을 도입하는 것이 중요하다.

1) 신속대응시스템(rapid response system)

신속대응시스템은 상태가 빠르게 악화되는 입원 환자를 조기에 발견하여 적절한 대응을 하기 위해 고안된 체계이다.[321] 신속대응팀 개입에는 산소 치료 및 정맥 수액 주입 시작과 같은 비교적 간단한 치료뿐만 아니라 환자를 중환자실로 이송하거나 심폐소생술 거부 결정(do-not-resuscitate), 심폐소생술을 포함한 추가적 치료를 단계적 확대하여 적극적으로 치료할 것인가에 대한 결정, 말기 환자의 돌봄 계획과 임종에 관한 논의 등 복잡한 의사 결정도 포함된다.

국내외 여러 기관에서 신속대응시스템을 시행하는 팀의 명칭은 신속대응팀(rapid response team; RRT)을 비롯하여 medical alert team (MAT), medical emergency team (MET) 등 다양하다. 다만, 그 역할이 증상이 악화될 위험이나 징후가 높은 환자를 미리 찾아내고 처치하여 심장정지를 미리 예방하는 데에 있다는 점에서 모두 동일한 기능을 한다고 볼 수 있다. 아직은 신속대응시스템이 환자의 생존 개선과 심장정지 빈도 감소 등 긍정적 치료 결과를 가져오는 데 확실한 효과가 있는지에 대해서는 논란의 여지가 있다. 그럼에도 불구하고, 성공적인 신속대응시스템을 위해서는 입원 환자에 대한 적절한 관찰, 상태 악화 감지 및 맞춤형 대응을 보증할 수 있는 환경 구축이 필요하다.[322]

최근 국내외 여러 연구에서 신속대응시스템의 운영은 병원 내 심장정지 발생률을 줄이고, 사망률의 감소와 연관이 있다고 발표하였다.[323-325] 다만 신속대응팀을 운영하는 것이 병원 내 환자들의 심장정지를 예방할 수 있지만, 이 시스템의 어떤 구성 요소가 심장정지의 예방과 치료에 영향을 주는지에 대해서는 다양한 의견들이 있어 향후 추가적 논의와 연구가 필요하다.

신속대응팀은 일반적으로 환자 위험에 대한 특정한 호출 기준에 응답하는 의사와 간호사 등 중환자치료 전담 의료진으로 구성된다. 기존에 심장정지 시 호출되는 팀을 완전히 대체할 수도 있으나 공조하여 그 역할을 수행할 수도 있다. 신속대응시스템에서 중요한 요소는 입원환자를 돌보는 모든 구성원의 역할이다. 악화된 환자에 대해 도움을 요청할 수 있는 권한을 부여받아야 하며, 효과적인 의사소통을 위해 구조화된 의사 소통에 관한 교육을 받아야 한다.[326-328] 교육에는 활력 징후 측정, 평가 및 초기 치료 개입을 포함하는 구조화된 A-B-C-D-E 접근, 상황-배경-평가-권고와 같은 구조화된 의사 소통, 그리고 도움을 요청하는 적절한 방법이 포함되어야 한다.[329] 이를 통해 어떤 상황이나 배경의 환자가 위험에 처했고 어떤 평가와 권고 사항이 필요한지를 파악하여 신속하게 대응할 수 있다. 환자를 돌보는 구성원에는 의료진뿐만 아니라 환자 자신과 가족이나 친지 등의 보호자도 포함될 수 있으며 이들에게도 팀을 활성화하도록 권장할 수 있다.[330-332]

신속대응팀의 효과적인 대응을 위해서는 장비의 준비도 중요하다. 평소에 병원은 신속한 소생술을 진행하기 위해 소생 관련 장비 및 약물에 즉시 접근할 수 있도록 정기적으로 관리 감독하여야 한다. 특정 장비의 누락 또는 오작동은 치료 지연의 원인이 된다.[333,334]

2) 조기 경고 점수(early warning score)

신속대응시스템과 조기 경고 점수는 일반 병동에 입원한 환자의 심장정지에 적절한 대응을 위한 수단으로서 효과적일 수 있다. 대부분의 병원 내 심장정지 발생 사례는 심전도상 초기에 충격불필요리듬을 보이며, 호흡 부전이나 쇼크 등의 징후가 일반적으로 선행한다.[90,314,316] 따라서 조기경고점수는 신속대응팀의 중증 환자 인지에 도움을 줄 수 있다.

임상 상황의 악화 및 중증 질환 발생을 조기에 발견하기 위해 의료진은 환자의 생리적 기록을 측정할 필요가 있고 얼마나 자주 기록해야 하는지를 포함하는 활력 징후 모니터링 계획을 문서화해야 한다. 이를 위해 표준화된 조기 경고 점수를 사용하여 해결할 수 있다. 기존에 알려진 조기 경고 점수의 종류는 National Early Warning Score (NEWS), Modified Early Warning Score (MEWS) 등이 있지만 어떤 종류의 조기 경고 점수 시스템을 구축하고 선택할지는 각 병원별 상황에 따라 다를 수 있다. 다만 일반적으로는 국가의 지침과 일치해야 할 것이다. 예를 들어 영국에서는 National Early Warning Score (NEWS)가 National Institute for Health and Care Excellence (NICE) 지침에 의해 승인되어 사용 중이다.[329,335]

조기 경고 점수를 구성하는 항목으로는 분당 호흡수, 산소포화도, 산소 투여 여부, 체온, 수축기 혈압, 분당 심박동수, AVPU로 구분한 의식의 수준 평가 등 7가지 항목이 포함된다. 예를 들면 National Early Warning Score (NEWS)의 경우는 7개 항목을 모두 포함하지만, 국내에서 흔히 사용되는 Modified Early Warning Score (MEWS)는 수축기 혈압, 분당 심박동수, 분당 호흡수, 체온, AVPU로 구분한 의식의 수준 평가 등 5개 항목으로 구성하고, 각 항목당 0~3점 사이의 점수를 부여하게 된다.[336] MEWS 합산 점수 4점 이하 시 저위험군으로 분류하여 경과를 관찰하고, 5점 이상을 중등도 위험군으로 분류하여 신속대응팀과 향후 진료에 대해 상의하도록 하며, 7점 이상은 고위험군으로 집중치료가 필요할 수 있는 환자로 판단하고 적극 개입하여 향후 진료 계획을 수립하여야 한다.

성인 병원 내 심장정지 발생을 감소시키고자 하는 특정 목표를 가진 연구로서 조기 경고 점수 시스템의 사용에 대한 무작위대조연구는 아직 확인된 바 없다. 그러나 일부 관찰 연구에서 수정 조기 경고 점수가 병원 내 심장정지 발생의 예측과 관련이 있음이 보고된 바 있다.[337,338] 조기 경고 점수와 관련하여 최근에는 환자의 상태 악화를 조기 발견하기 위해 기계학습방법을 포함한 다양한 방법들에 대해 관심이 집중되고 있다.

참고 문헌

1. Drennan IR, Berg KM, Böttiger BW, et al. Advanced Life Support: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2025;215 Suppl 2:110806.
2. Chalumeau M, Bidet P, Lina G, et al. Transmission of Panton-Valentine leukocidin-producing Staphylococcus aureus to a physician during resuscitation of a child. Clin Infect Dis 2005;41(3):e29-30.
3. Nam HS, Yeon MY, Park JW, Hong JY, Son JW. Healthcare worker infected with Middle East Respiratory Syndrome during cardiopulmonary resuscitation in Korea, 2015. Epidemiol Health 2017;39:e2017052.
4. 대한응급의학회. 코로나19 감염이 의심되는 경우에서의 병원 내 심폐소생술 권고안. 2020.
5. Soar J, Lott C, Böttiger BW, et al. [Advanced life support in adults European Resuscitation Council COVID-19 Guidelines]. Notf Rett Med 2020;23(4): 248-250.
6. Edelson DP, Sasson C, Chan PS, 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;141(25):e933-e943.
7. Ko YC, Lin HY, Huang EP, et al. Intraosseous versus intravenous vascular access in upper extremity among adults with out-of-hospital cardiac arrest: cluster randomised clinical trial (VICTOR trial). BMJ 2024;386:e079878.
8. Vallentin MF, Granfeldt A, Klitgaard TL, et al. Intraosseous or Intravenous Vascular Access for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2025;392(4):349-60.
9. Couper K, Ji C, Deakin CD, et al. A Randomized Trial of Drug Route in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2025;392(4):336-348.
10. Andersen LW, Isbye D, Kjærgaard J, et al. Effect of Vasopressin and Methylprednisolone vs Placebo on Return of Spontaneous Circulation in Patients With In-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2021;326(16):1586-1594.
11. Vallentin MF, Granfeldt A, Meilandt C, et al. Effect of Intravenous or Intraosseous

Calcium vs Saline on Return of Spontaneous Circulation in Adults With Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2021;326(22):2268-76.
12. Cheskes S, Verbeek PR, Drennan IR, et al. Defibrillation Strategies for Refractory Ventricular Fibrillation. N Engl J Med 2022;387(21):1947-1956.
13. Belohlavek J, Smalcova J, Rob D, et al. Effect of Intra-arrest Transport, Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation, and Immediate Invasive Assessment and Treatment on Functional Neurologic Outcome in Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2022;327(8):737-747.
14. Crowe C, Bobrow BJ, Vadeboncoeur TF, et al. Measuring and improving cardiopulmonary resuscitation quality inside the emergency department. Resuscitation 2015;93:8-13.
15. Levine RL, Wayne MA, Miller CC. End-tidal carbon dioxide and outcome of out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 1997;337(5):301-6.
16. Pearce AK, Davis DP, Minokadeh A, Sell RE. Initial end-tidal carbon dioxide as a prognostic indicator for inpatient PEA arrest. Resuscitation 2015;92:77-81.
17. Grmec S. Comparison of three different methods to confirm tracheal tube placement in emergency intubation. Intensive Care Med 2002;28(6):701-4.
18. Smereka J, Szarpak L, Czekajlo M, et al. The TrueCPR device in the process of teaching cardiopulmonary resuscitation: A randomized simulation trial. Medicine (Baltimore) 2019;98(27):e15995.
19. Zhou XL, Wang J, Jin XQ, Zhao Y, Liu RL, Jiang C. Quality retention of chest compression after repetitive practices with or without feedback devices: A randomized manikin study. Am J Emerg Med 2020;38(1):73-78.
20. Ahrens T, Schallom L, Bettorf K, et al. End-tidal carbon dioxide measurements as a prognostic indicator of outcome in cardiac arrest. Am J Crit Care 2001;10(6):391-8.
21. Apel J, Reutrakul S, Baldwin D. Hypoglycemia in the treatment of hyperkalemia with insulin in patients with end-stage renal disease. Clin Kidney J 2014;7(3): 248-50.
22. Cournoyer A, Iseppon M, Chauny JM, Denault A, Cossette S, Notebaert E. Near-infrared Spectroscopy Monitoring During Cardiac Arrest: A Systematic Review and Meta-analysis. Acad Emerg Med 2016;23(8):851-62.

23. Engel II TW, Thomas C, Medado P, et al. End tidal CO2 and cerebral oximetry for the prediction of return of spontaneous circulation during cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2019;139:174-181.
24. Koscik C, Pinawin A, McGovern H, et al. Rapid epinephrine administration improves early outcomes in out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2013;84(7):915-20.
25. Qin H, Wang L, Yu B, Xing D, Su J, Bai Z. Effect of other venous access on cardiopulmonary resuscitation quality: A prospective, randomized, controlled trial. Biotechnol Genet Eng Rev 2024;40(3):2262-2272.
26. Perkins GD, Ji C, Deakin CD, et al. A Randomized Trial of Epinephrine in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2018;379(8):711-721.
27. Haywood KL, Ji C, Quinn T, et al. Long term outcomes of participants in the PARAMEDIC2 randomised trial of adrenaline in out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2021;160:84-93.
28. Callaham M, Madsen CD, Barton CW, Saunders CE, Pointer J. A randomized clinical trial of high-dose epinephrine and norepinephrine vs standard-dose epinephrine in prehospital cardiac arrest. JAMA 1992;268(19):2667-72.
29. Moreira ME, Hernandez C, Stevens AD, et al. Color-Coded Prefilled Medication Syringes Decrease Time to Delivery and Dosing Error in Simulated Emergency Department Pediatric Resuscitations. Ann Emerg Med 2015;66(2):97-106 e3.
30. Donnino MW, Salciccioli JD, Howell MD, et al. Time to administration of epinephrine and outcome after in-hospital cardiac arrest with non-shockable rhythms: retrospective analysis of large in-hospital data registry. BMJ 2014;348: g3028.
31. Fernando SM, Mathew R, Sadeghirad B, et al. Epinephrine in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Network Meta-analysis and Subgroup Analyses of Shockable and Nonshockable Rhythms. Chest 2023;164(2):381-393.
32. Elbadawi A, Tan BE, Assaf Y, et al. Meta-Analysis of Efficacy of Vasopressin During Cardiopulmonary Resuscitation. Am J Cardiol 2022;181:122-129.
33. An HR, Han YR, Wang TH, et al. Meta-Analysis of the Factors Influencing the Restoration of Spontaneous Circulation After Cardiopulmonary Resuscitation. Front Physiol 2022;13:834352.

34. Holmberg MJ, Granfeldt A, Mentzelopoulos SD, Andersen LW. Vasopressin and glucocorticoids for in-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis of individual participant data. Resuscitation 2022;171:48-56.
35. Andersen LW, Holmberg MJ, Høybye M, et al. Vasopressin and methylprednisolone and hemodynamics after in-hospital cardiac arrest - A post hoc analysis of the VAM-IHCA trial. Resuscitation 2023;191:109922.
36. Granfeldt A, Sindberg B, Isbye D, et al. Effect of vasopressin and methylprednisolone vs. placebo on long-term outcomes in patients with in-hospital cardiac arrest a randomized clinical trial. Resuscitation 2022;175: 67-71.
37. Perkins GD, Ji C, Deakin CD, et al. A randomized trial of epinephrine in out-of-hospital cardiac arrest. New Engl J Med 2018; 379(8):711-721.
38. Kawano T, Grunau B, Scheuermeyer FX, et al. Prehospital sodium bicarbonate use could worsen long term survival with favorable neurological recovery among patients with out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2017;119: 63-69.
39. Niederberger SM, Crowe RP, Salcido DD, Menegazzi JJ. Sodium bicarbonate administration is associated with improved survival in asystolic and PEA Out-of-Hospital cardiac arrest. Resuscitation 2023;182:109641.
40. Morrison LJ, Deakin CD, Morley PT, et al. Part 8: Advanced life support: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2010;122(16 Suppl 2):S345-421.
41. Vallentin MF, Granfeldt A, Meilandt C, et al. Effect of calcium vs. placebo on long-term outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2022;179:21-24.
42. Kudenchuk PJ, Brown SP, Daya M, et al. Amiodarone, Lidocaine, or Placebo in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2016;374(18):1711-22.
43. Thel MC, Armstrong AL, McNulty SE, Califf RM, O'Connor CM. Randomised trial of magnesium in in-hospital cardiac arrest. Duke Internal Medicine Housestaff. Lancet 1997;350(9087):1272-6.
44. Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, et al. European Resuscitation Council Guidelines

for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. Resuscitation 2015;95:100-47.
45. Skrifvars MB, Pettila V, Rosenberg PH, Castren M. A multiple logistic regression analysis of in-hospital factors related to survival at six months in patients resuscitated from out-of-hospital ventricular fibrillation. Resuscitation 2003;59(3):319-28.
46. Kudenchuk PJ, Newell C, White L, Fahrenbruch C, Rea T, Eisenberg M. Prophylactic lidocaine for post resuscitation care of patients with out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. Resuscitation 2013;84(11):1512-8.
47. Meier P, Baker P, Jost D, et al. Chest compressions before defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. BMC Med 2010;8:52.
48. Huang Y, He Q, Yang LJ, Liu GJ, Jones A. Cardiopulmonary resuscitation (CPR) plus delayed defibrillation versus immediate defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest. Cochrane Database Syst Rev 2014;2014(9): Cd009803.
49. Berdowski J, Tijssen JG, Koster RW. Chest compressions cause recurrence of ventricular fibrillation after the first successful conversion by defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. Circ Arrhythm Electrophysiol 2010;3(1):72-8.
50. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. Resuscitation 2010;81(11):1479-87.
51. Hanisch JR, Counts CR, Latimer AJ, Rea TD, Yin L, Sayre MR. Causes of Chest Compression Interruptions During Out-of-Hospital Cardiac Arrest Resuscitation. J Am Heart Assoc 2020;9(6):e015599.
52. Valenzuela TD, Kern KB, Clark LL, et al. Interruptions of chest compressions during emergency medical systems resuscitation. Circulation 2005;112(9): 1259-65.
53. Brouwer TF, Walker RG, Chapman FW, Koster RW. Association Between Chest Compression Interruptions and Clinical Outcomes of Ventricular Fibrillation Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Circulation 2015;132(11):1030-7.
54. Jost D, Degrange H, Verret C, et al. DEFI 2005: a randomized controlled trial of the effect of automated external defibrillator cardiopulmonary resuscitation

protocol on outcome from out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2010; 121(14):1614-22.
55. Berdowski J, ten Haaf M, Tijssen JG, Chapman FW, Koster RW. Time in recurrent ventricular fibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2010;122(11):1101-8.
56. White RD, Blanton DM. Biphasic truncated exponential waveform defibrillation. Prehosp Emerg Care 1999;3(4): 283-9.
57. Carpenter J, Rea TD, Murray JA, Kudenchuk PJ, Eisenberg MS. Defibrillation waveform and post-shock rhythm in out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. Resuscitation 2003;59(2):189-96.
58. Stothert JC, Hatcher TS, Gupton CL, Love JE, Brewer JE. Rectilinear biphasic waveform defibrillation of out-of-hospital cardiac arrest. Prehosp Emerg Care 2004;8(4):388-92.
59. Tanabe S, Yasunaga H, Ogawa T, et al. Comparison of outcomes after use of biphasic or monophasic defibrillators among out-of-hospital cardiac arrest patients: a nationwide population-based observational study. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2012;5(5):689-96.
60. Schneider T, Martens PR, Paschen H, et al. Multicenter, randomized, controlled trial of 150-J biphasic shocks compared with 200- to 360-J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. Optimized Response to Cardiac Arrest (ORCA) Investigators. Circulation 2000;102(15): 1780-7.
61. van Alem AP, Chapman FW, Lank P, Hart AA, Koster RW. A prospective, randomised and blinded comparison of first shock success of monophasic and biphasic waveforms in out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2003;58(1):17-24.
62. Morrison LJ, Dorian P, Long J, et al. Out-of-hospital cardiac arrest rectilinear biphasic to monophasic damped sine defibrillation waveforms with advanced life support intervention trial (ORBIT). Resuscitation 2005;66(2):149-57.
63. Kudenchuk PJ, Cobb LA, Copass MK, Olsufka M, Maynard C, Nichol G. Transthoracic incremental monophasic versus biphasic defibrillation by emergency responders (TIMBER): a randomized comparison of monophasic with biphasic waveform ascending energy defibrillation for the resuscitation of out-of-hospital

cardiac arrest due to ventricular fibrillation. Circulation 2006;114(19):2010-8.
64. Martens PR, Russell JK, Wolcke B, et al. Optimal Response to Cardiac Arrest study: defibrillation waveform effects. Resuscitation 2001;49(3):233-43.
65. Wang CH, Huang CH, Chang WT, et al. Biphasic versus monophasic defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta- analysis. Am J Emerg Med 2013;31(10):1472-8.
66. Walsh SJ, McClelland AJ, Owens CG, et al. Efficacy of distinct energy delivery protocols comparing two biphasic defibrillators for cardiac arrest. Am J Cardiol 2004;94(3):378-80.
67. Stiell IG, Walker RG, Nesbitt LP, et al. BIPHASIC Trial: a randomized comparison of fixed lower versus escalating higher energy levels for defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2007;115(12):1511-7.
68. Koster RW, Walker RG, Chapman FW. Recurrent ventricular fibrillation during advanced life support care of patients with prehospital cardiac arrest. Resuscitation 2008;78(3):252-7.
69. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2015;132(18 Suppl 2):S444-64.
70. Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, et al. Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. Resuscitation 2006;71(2):137-45.
71. Cheskes S, Schmicker RH, Christenson J, et al. Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. Circulation 2011;124(1):58-66.
72. Cheskes S, Schmicker RH, Verbeek PR, et al. The impact of peri-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. Resuscitation 2014;85(3): 336-42.
73. Sell RE, Sarno R, Lawrence B, et al. Minimizing pre- and post-defibrillation pauses increases the likelihood of return of spontaneous circulation (ROSC). Resuscitation 2010;81(7):822-5.
74. Edelson DP, Robertson-Dick BJ, Yuen TC, et al. Safety and efficacy of

defibrillator charging during ongoing chest compressions: a multi-center study. Resuscitation 2010;81(11):1521-6.
75. Perkins GD, Davies RP, Soar J, Thickett DR. The impact of manual defibrillation technique on no-flow time during simulated cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2007;73(1):109-14.
76. Hummel RS, 3rd, Ornato JP, Weinberg SM, Clarke AM. Spark-generating properties of electrode gels used during defibrillation. A potential fire hazard. JAMA 1988;260(20):3021-4.
77. Ward ME. Risk of fires when using defibrillators in an oxygen enriched atmosphere. Resuscitation 1996;31(2):173.
78. Theodorou AA, Gutierrez JA, Berg RA. Fire attributable to a defibrillation attempt in a neonate. Pediatrics 2003;112(3 Pt 1):677-9.
79. Pagan-Carlo LA, Spencer KT, Robertson CE, Dengler A, Birkett C, Kerber RE. Transthoracic defibrillation: importance of avoiding electrode placement directly on the female breast. J Am Coll Cardiol 1996; 27(2):449-52.
80. Deakin CD, Sado DM, Petley GW, Clewlow F. Is the orientation of the apical defibrillation paddle of importance during manual external defibrillation? Resuscitation 2003;56(1):15-8.
81. Deakin CD, McLaren RM, Petley GW, Clewlow F, Dalrymple-Hay MJ. Effects of positive end-expiratory pressure on transthoracic impedance--implications for defibrillation. Resuscitation 1998;37(1):9-12.
82. Cabañas JG, Myers JB, Williams JG, De Maio VJ, Bachman MW. Double Sequential External Defibrillation in Out-of-Hospital Refractory Ventricular Fibrillation: A Report of Ten Cases. Prehosp Emerg Care 2015;19(1):126-130.
83. Cheskes S, Dorian P, Feldman M, et al. Double sequential external defibrillation for refractory ventricular fibrillation: The DOSE VF pilot randomized controlled trial. Resuscitation 2020;150:178-184.
84. Cortez E, Krebs W, Davis J, Keseg DP, Panchal AR. Use of double sequential external defibrillation for refractory ventricular fibrillation during out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2016;108:82-86.
85. Emmerson AC, Whitbread M, Fothergill RT. Double sequential defibrillation

therapy for out-of-hospital cardiac arrests: The London experience. Resuscitation 2017;117:97-101.
86. Chung SP, Sakamoto T, Lim SH, et al. The 2015 Resuscitation Council of Asia (RCA) guidelines on adult basic life support for lay rescuers. Resuscitation 2016;105:145-8.
87. Wang HE, Schmicker RH, Daya MR, et al. Effect of a Strategy of Initial Laryngeal Tube Insertion vs Endotracheal Intubation on 72-Hour Survival in Adults With Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2018;320(8):769-778.
88. Benger JR, Kirby K, Black S, et al. Effect of a Strategy of a Supraglottic Airway Device vs Tracheal Intubation During Out-of-Hospital Cardiac Arrest on Functional Outcome: The AIRWAYS-2 Randomized Clinical Trial. JAMA 2018;320(8):779-91.
89. Jabre P, Penaloza A, Pinero D, et al. Effect of Bag-Mask Ventilation vs Endotracheal Intubation During Cardiopulmonary Resuscitation on Neurological Outcome After Out-of-Hospital Cardiorespiratory Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2018;319(8):779-787.
90. Andersen LW, Holmberg MJ, Berg KM, Donnino MW, Granfeldt A. In-Hospital Cardiac Arrest: A Review. JAMA 2019;321(12):1200-1210.
91. Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. Circulation 2019;140(24):e826-e880.
92. Andersen LW, Granfeldt A, Callaway CW, et al. Association Between Tracheal Intubation During Adult In-Hospital Cardiac Arrest and Survival. JAMA 2017;317(5):494-506.
93. Cook TM, Kelly FE. Time to abandon the 'vintage' laryngeal mask airway and adopt second-generation supraglottic airway devices as first choice. Br J Anaesth 2015;115(4):497-9.
94. Duckett J, Fell P, Han K, Kimber C, Taylor C. Introduction of the I-gel supraglottic airway device for prehospital airway management in a UK ambulance service. Emerg Med J 2014;31(6):505-7.
95. Larkin C, King B, D'Agapeyeff A, Gabbott D. iGel supraglottic airway use during

hospital cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2012;83(6):e141.
96. Kette F, Reffo I, Giordani G, et al. The use of laryngeal tube by nurses in out-of-hospital emergencies: preliminary experience. Resuscitation 2005;66(1):21-5.
97. Martin-Gill C, Prunty HA, Ritter SC, Carlson JN, Guyette FX. Risk factors for unsuccessful prehospital laryngeal tube placement. Resuscitation 2015;86:25-30.
98. Sunde GA, Brattebø G, Odegården T, Kjernlie DF, Rødne E, Heltne JK. Laryngeal tube use in out-of-hospital cardiac arrest by paramedics in Norway. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2012;20:84.
99. Benoit JL, Gerecht RB, Steuerwald MT, McMullan JT. Endotracheal intubation versus supraglottic airway placement in out-of-hospital cardiac arrest: A meta-analysis. Resuscitation 2015;93:20-6.
100. Kramer-Johansen J, Wik L, Steen PA. Advanced cardiac life support before and after tracheal intubation--direct measurements of quality. Resuscitation 2006;68(1):61-9.
101. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. Ann Emerg Med 2001;37(1):32-7.
102. Wang HE, Simeone SJ, Weaver MD, Callaway CW. Interruptions in cardiopulmonary resuscitation from paramedic endotracheal intubation. Ann Emerg Med 2009;54(5):645-652.e1.
103. Sayre MR, Sakles JC, Mistler AF, Evans JL, Kramer AT, Pancioli AM. Field trial of endotracheal intubation by basic EMTs. Ann Emerg Med 1998;31(2): 228-33.
104. Bernhard M, Mohr S, Weigand MA, Martin E, Walther A. Developing the skill of endotracheal intubation: implication for emergency medicine. Acta Anaesthesiol Scand 2012;56(2):164-71.
105. Callaham M, Barton C. Prediction of outcome of cardiopulmonary resuscitation from end-tidal carbon dioxide concentration. Crit Care Med 1990;18(4): 358-62.
106. Cantineau JP, Lambert Y, Merckx P, et al. End-tidal carbon dioxide during cardiopulmonary resuscitation in humans presenting mostly with asystole: a predictor of outcome. Crit Care Med 1996;24(5):791-6.
107. Levin PD, Pizov R. End-tidal carbon dioxide and outcome of out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 1997;337(23):1694-5.

108. Wayne MA, Levine RL, Miller CC. Use of end-tidal carbon dioxide to predict outcome in prehospital cardiac arrest. Ann Emerg Med 1995;25(6):762-7.
109. Shin J, Lee HJ, Jin KN, et al. Automatic Mechanical Ventilation vs Manual Bag Ventilation During CPR: A Pilot Randomized Controlled Trial. Chest 2024; 166(2):311-320.
110. Tangpaisarn T, Tosibphanom J, Sata R, Kotruchin P, Drumheller B, Phungoen P. The effects of mechanical versus bag-valve ventilation on gas exchange during cardiopulmonary resuscitation in emergency department patients: A randomized controlled trial (CPR-VENT). Resuscitation 2023;193:109966.
111. Hernández-Tejedor A, González Puebla V, Corral Torres E, Benito Sánchez A, Pinilla López R, Galán Calategui MD. Ventilatory improvement with mechanical ventilator versus bag in non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest: SYMEVECA study, phase 1. Resuscitation 2023;192:109965.
112. Malinverni S, Wilmin S, de Longueville D, et al. A retrospective comparison of mechanical cardio-pulmonary ventilation and manual bag valve ventilation in non-traumatic out-of-hospital cardiac arrests: A study from the Belgian cardiac arrest registry. Resuscitation 2024;199:110203.
113. Hallstrom A, Rea TD, Sayre MR, et al. Manual chest compression vs use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. JAMA 2006;295(22):2620-8.
114. Wik L, Olsen JA, Persse D, et al. Manual vs. integrated automatic load-distributing band CPR with equal survival after out of hospital cardiac arrest. The randomized CIRC trial. Resuscitation 2014;85(6):741-8.
115. Gao C, Chen Y, Peng H, Chen Y, Zhuang Y, Zhou S. Clinical evaluation of the AutoPulse automated chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest in the northern district of Shanghai, China. Arch Med Sci 2016;12(3): 563-70.
116. Koster RW, Beenen LF, van der Boom EB, et al. Safety of mechanical chest compression devices AutoPulse and LUCAS in cardiac arrest: a randomized clinical trial for non-inferiority. Eur Heart J 2017;38(40):3006-3013.
117. Rubertsson S, Lindgren E, Smekal D, et al. Mechanical chest compressions

and simultaneous defibrillation vs conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: the LINC randomized trial. JAMA 2014; 311(1):53-61.

118. Perkins GD, Lall R, Quinn T, et al. Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial. Lancet 2015;385(9972):947-55.
119. Anantharaman V, Ng BL, Ang SH, et al. Prompt use of mechanical cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: the MECCA study report. Singapore Med J 2017;58(7):424-431.
120. Smekal D, Johansson J, Huzevka T, Rubertsson S. A pilot study of mechanical chest compressions with the LUCAS device in cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2011;82(6):702-6.
121. Couper K, Quinn T, Booth K, et al. Mechanical versus manual chest compressions in the treatment of in-hospital cardiac arrest patients in a non-shockable rhythm: A multi-centre feasibility randomised controlled trial (COMPRESS-RCT). Resuscitation 2021;158:228-235.
122. Lu XG, Kang X, Gong DB. The clinical efficacy of Thumper modal 1007 cardiopulmonary resuscitation: a prospective randomized control trial. Zhongguo Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue 2010;22(8):496-7.
123. Baloglu Kaya F, Acar N, Ozakin E, Canakci ME, Kuas C, Bilgin M. Comparison of manual and mechanical chest compression techniques using cerebral oximetry in witnessed cardiac arrests at the emergency department: A prospective, randomized clinical study. Am J Emerg Med 2021;41:163-169.
124. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, et al. Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2020;142(16_Suppl_2): S366-S468.
125. Yannopoulos D, Bartos J, Raveendran G, et al. Advanced reperfusion strategies for patients with out-of-hospital cardiac arrest and refractory ventricular fibrillation (ARREST): a phase 2, single centre, open-label, randomised controlled trial. Lancet 2020;396(10265):1807-1816.

126. Hsu CH, Meurer WJ, Domeier R, et al. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation for Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest (EROCA): Results of a Randomized Feasibility Trial of Expedited Out-of-Hospital Transport. Ann Emerg Med 2021;78(1):92-101.
127. Suverein MM, Delnoij TSR, Lorusso R, et al. Early Extracorporeal CPR for Refractory Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2023;388(4):299-309.
128. Bartos JA, Grunau B, Carlson C, et al. Improved Survival With Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Despite Progressive Metabolic Derangement Associated With Prolonged Resuscitation. Circulation 2020;141(11):877-886.
129. Cesana F, Avalli L, Garatti L, et al. Effects of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation on neurological and cardiac outcome after ischaemic refractory cardiac arrest. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care 2018;7(5):432-441.
130. Chen YS, Lin JW, Yu HY, et al. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. Lancet 2008;372(9638):554-61.
131. Choi DH, Kim YJ, Ryoo SM, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation among patients with out-of-hospital cardiac arrest. Clin Exp Emerg Med 2016;3(3):132-138.
132. Lin JW, Wang MJ, Yu HY, et al. Comparing the survival between extracorporeal rescue and conventional resuscitation in adult in-hospital cardiac arrests: propensity analysis of three-year data. Resuscitation 2010; 81(7):796-803.
133. Siao F-Y, Chiu C-C, Chiu C-W, et al. Managing cardiac arrest with refractory ventricular fibrillation in the emergency department: conventional cardiopulmonary resuscitation versus extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2015;92:70-76.
134. Yannopoulos D, Bartos JA, Martin C, et al. Minnesota resuscitation consortium's advanced perfusion and reperfusion cardiac life support strategy for out-of-hospital refractory ventricular fibrillation. J Am Heart Assoc 2016;5(6):e003732.

135. Yannopoulos D, Bartos JA, Raveendran G, et al. Coronary artery disease in patients with out-of-hospital refractory ventricular fibrillation cardiac arrest. J Am Coll Cardiol 2017;70(9):1109-17.
136. Matsuoka Y, Ikenoue T, Hata N, et al. Hospitals' extracorporeal cardiopulmonary resuscitation capabilities and outcomes in out-of-hospital cardiac arrest: A population-based study. Resuscitation 2019;136:85-92.
137. Sakamoto T, Morimura N, Nagao K, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with out-of-hospital cardiac arrest: a prospective observational study. Resuscitation 2014;85(6):762-768.
138. Chou TH, Fang CC, Yen ZS, et al. An observational study of extracorporeal CPR for in-hospital cardiac arrest secondary to myocardial infarction. Emerg Med J 2014;31(6):441-7.
139. Hase M, Tsuchihashi K, Fujii N, et al. Early defibrillation and circulatory support can provide better long-term outcomes through favorable neurological recovery in patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin. Circ J 2005;69(11):1302-1307.
140. Maekawa K, Tanno K, Hase M, Mori K, Asai Y. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin: a propensity-matched study and predictor analysis. Crit Care Med 2013;41(5):1186-96.
141. Schober A, Sterz F, Herkner H, et al. Emergency extracorporeal life support and ongoing resuscitation: a retrospective comparison for refractory out-of-hospital cardiac arrest. Emerg Med J 2017;34(5):277-81.
142. Cho YH, Kim WS, Sung K, et al. Management of cardiac arrest caused by acute massive pulmonary thromboembolism: importance of percutaneous cardiopulmonary support. ASAIO J 2014;60(3):280-3.
143. Han KS, Kim SJ, Lee EJ, Lee SW. The effect of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in re-arrest after survival event: a retrospective analysis. Perfusion 2020;35(1):39-47.
144. Mandigers L, Scholten E, Rietdijk WJR, et al. Survival and neurological outcome with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory

cardiac arrest caused by massive pulmonary embolism: A two center observational study. Resuscitation 2019;136:8-13.
145. Tanno K, Itoh Y, Takeyama Y, Nara S, Mori K, Asai Y. Utstein style study of cardiopulmonary bypass after cardiac arrest. Am J Emerg Med 2008;26(6):649-654.
146. Venturini JM, Retzer E, Estrada JR, et al. Mechanical chest compressions improve rate of return of spontaneous circulation and allow for initiation of percutaneous circulatory support during cardiac arrest in the cardiac catheterization laboratory. Resuscitation 2017;115:56-60.
147. Shin TG, Jo IJ, Sim MS, et al. Two-year survival and neurological outcome of in-hospital cardiac arrest patients rescued by extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. Int J Cardiol 2013;168(4):3424-3430.
148. Spindelboeck W, Gemes G, Strasser C, et al. Arterial blood gases during and their dynamic changes after cardiopulmonary resuscitation: A prospective clinical study. Resuscitation 2016;106:24-9.
149. Singer AJ, Nguyen RT, Ravishankar ST, et al. Cerebral oximetry versus end tidal CO(2) in predicting ROSC after cardiac arrest. Am J Emerg Med 2018;36(3):403-407.
150. Breitkreutz R, Price S, Steiger HV, et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. Resuscitation 2010;81(11):1527-33.
151. Gaspari R, Weekes A, Adhikari S, et al. Emergency department point-of-care ultrasound in out-of-hospital and in-ED cardiac arrest. Resuscitation 2016; 109:33-39.
152. Chou HC, Chong KM, Sim SS, et al. Real-time tracheal ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement during cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2013;84(12):1708-12.
153. Olasveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, et al. Adult Basic Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2020;142(16_suppl_1):S41-S91.
154. Soar J, Berg KM, Andersen LW, et al. Adult Advanced Life Support: 2020

International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Resuscitation 2020;156:A80-a119.

155. Leatherman JW, McArthur C, Shapiro RS. Effect of prolongation of expiratory time on dynamic hyperinflation in mechanically ventilated patients with severe asthma. Crit Care Med 2004;32(7):1542-5.
156. Hostetler MA, Davis CO. Bilateral localized tension pneumothoraces refractory to needle decompression. Pediatr Emerg Care 1999;15(5):322-4.
157. Castle N, Tagg A, Owen R. Bilateral tension pneumothorax. Resuscitation 2005;65(1):103-5.
158. Harrison R. Chest compression first aid for respiratory arrest due to acute asphyxic asthma. Emerg Med J 2010;27(1):59-61.
159. Garvey LH, Dewachter P, Hepner DL, et al. Management of suspected immediate perioperative allergic reactions: an international overview and consensus recommendations. Br J Anaesth 2019;123(1):e50-e64.
160. Dhami S, Panesar SS, Roberts G, et al. Management of anaphylaxis: a systematic review. Allergy 2014;69(2):168-75.
161. Sheikh A, Shehata YA, Brown SG, Simons FE. Adrenaline for the treatment of anaphylaxis: cochrane systematic review. Allergy 2009;64(2):204-12.
162. Song TT, Nelson MR, Chang JH, Engler RJ, Chowdhury BA. Adequacy of the epinephrine autoinjector needle length in delivering epinephrine to the intramuscular tissues. Ann Allergy Asthma Immunol 2005;94(5):539-42.
163. Padhi S, Bullock I, Li L, Stroud M. Intravenous fluid therapy for adults in hospital: summary of NICE guidance. BMJ 2013;347:f7073.
164. Liyanage CK, Galappatthy P, Seneviratne SL. Corticosteroids in management of anaphylaxis; a systematic review of evidence. Eur Ann Allergy Clin Immunol 2017;49(5):196-207.
165. Nurmatov UB, Rhatigan E, Simons FE, Sheikh A. H2-antihistamines for the treatment of anaphylaxis with and without shock: a systematic review. Ann Allergy Asthma Immunol 2014;112(2):126-31.
166. Choo KJ, Simons E, Sheikh A. Glucocorticoids for the treatment of

anaphylaxis: Cochrane systematic review. Allergy 2010;65(10):1205-11.
167. Chesnutt AN. Physiology of normal pregnancy. Crit Care Clin 2004;20(4): 609-15.
168. Page-Rodriguez A, Gonzalez-Sanchez JA. Perimortem cesarean section of twin pregnancy: case report and review of the literature. Acad Emerg Med 1999;6(10):1072-4.
169. Cardosi RJ, Porter KB. Cesarean delivery of twins during maternal cardiopulmonary arrest. Obstet Gynecol 1998;92(4 Pt 2):695-7.
170. Humphries A, Mirjalili SA, Tarr GP, Thompson JMD, Stone P. The effect of supine positioning on maternal hemodynamics during late pregnancy. J Matern Fetal Neonatal Med 2019;32(23):3923-3930.
171. Kundra P, Khanna S, Habeebullah S, Ravishankar M. Manual displacement of the uterus during Caesarean section. Anaesthesia 2007;62(5):460-5.
172. Holmes S, Kirkpatrick ID, Zelop CM, Jassal DS. MRI evaluation of maternal cardiac displacement in pregnancy: implications for cardiopulmonary resuscitation. Am J Obstet Gynecol 2015;213(3):401 e1-5.
173. Delgado C, Dawson K, Schwaegler B, Zachariah R, Einav S, Bollag L. Hand placement during chest compressions in parturients: a pilot study to identify the location of the left ventricle using transthoracic echocardiography. Int J Obstet Anesth 2020;43:31-35.
174. Einav S, Kaufman N, Sela HY. Maternal cardiac arrest and perimortem caesarean delivery: evidence or expert-based? Resuscitation 2012;83(10):1191-200.
175. Beckett VA, Knight M, Sharpe P. The CAPS Study: incidence, management and outcomes of cardiac arrest in pregnancy in the UK: a prospective, descriptive study. BJOG 2017;124(9):1374-1381.
176. Mushambi MC, Athanassoglou V, Kinsella SM. Anticipated difficult airway during obstetric general anaesthesia: narrative literature review and management recommendations. Anaesthesia 2020;75(7):945-961.
177. Kinsella SM, Winton AL, Mushambi MC, et al. Failed tracheal intubation during obstetric general anaesthesia: a literature review. Int J Obstet Anesth 2015;24(4):356-74.
178. Rittenberger JC, Kelly E, Jang D, Greer K, Heffner A. Successful outcome

utilizing hypothermia after cardiac arrest in pregnancy: a case report. Crit Care Med 2008;36(4):1354-6.
179. Song KH, Lee BK, Jeung KW, Lee SM. Safely completed therapeutic hypothermia in postpartum cardiac arrest survivors. Am J Emerg Med 2015;33(6):861 e5-6.
180. Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS): The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Respir J 2019;54(3):1901647.
181. Bottiger BW, Arntz HR, Chamberlain DA, et al. Thrombolysis during resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 2008;359(25): 2651-62.
182. Javaudin F, Lascarrou JB, Le Bastard Q, et al. Thrombolysis During Resuscitation for Out-of-Hospital Cardiac Arrest Caused by Pulmonary Embolism Increases 30-Day Survival: Findings From the French National Cardiac Arrest Registry. Chest 2019;156(6):1167-1175.
183. Henriksson CE, Frithiofsson J, Bruchfeld S, Bendz E, Bruzelius M, Djärv T. In-hospital cardiac arrest due to pulmonary embolism - Treatment and outcomes in a Swedish cohort study. Resusc Plus 2021;8:100178.
184. Yousuf T, Brinton T, Ahmed K, et al. Tissue Plasminogen Activator Use in Cardiac Arrest Secondary to Fulminant Pulmonary Embolism. J Clin Med Res 2016;8(3):190-5.
185. Kürkciyan I, Meron G, Sterz F, et al. Pulmonary embolism as a cause of cardiac arrest: presentation and outcome. Arch Intern Med 2000;160(10):1529-35.
186. Janata K, Holzer M, Kürkciyan I, et al. Major bleeding complications in cardiopulmonary resuscitation: the place of thrombolytic therapy in cardiac arrest due to massive pulmonary embolism. Resuscitation 2003;57(1):49-55.
187. Fava M, Loyola S, Bertoni H, Dougnac A. Massive pulmonary embolism: percutaneous mechanical thrombectomy during cardiopulmonary resuscitation. J Vasc Interv Radiol 2005;16(1):119-23.
188. Jessen MK, Andersen LW, Djakow J, et al. Pharmacological interventions for

the acute treatment of hyperkalaemia: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2025;208:110489.
189. Celebi Yamanoglu NG, Yamanoglu A. The effect of calcium gluconate in the treatment of hyperkalemia. Turk J Emerg Med 2022;22(2):75-82.
190. Wang CH, Huang CH, Chang WT, et al. The effects of calcium and sodium bicarbonate on severe hyperkalaemia during cardiopulmonary resuscitation: A retrospective cohort study of adult in-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2016;98:105-11.
191. Curry P, Fitchett D, Stubbs W, Krikler D. Ventricular arrhythmias and hypokalaemia. Lancet 1976;2(7979):231-3.
192. McCall BB, Mazzei WJ, Scheller MS, Thomas TC. Effects of central bolus injections of potassium chloride on arterial potassium concentration in patients undergoing cardiopulmonary bypass. J Cardiothorac Anesth 1990; 4(5):571-6.
193. Kardalas E, Paschou SA, Anagnostis P, Muscogiuri G, Siasos G, Vryonidou A. Hypokalemia: a clinical update. Endocr Connect 2018;7(4):R135-R146.
194. Higham PD, Adams PC, Murray A, Campbell RW. Plasma potassium, serum magnesium and ventricular fibrillation: a prospective study. Q J Med 1993;86(9):609-17.
195. Mordes JP, Swartz R, Arky RA. Extreme hypermagnesemia as a cause of refractory hypotension. Ann Intern Med 1975;83(5):657-8.
196. Mowry JB, Spyker DA, Cantilena LR, Jr., McMillan N, Ford M. 2013 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 31st Annual Report. Clin Toxicol (Phila) 2014;52(10):1032-283.
197. Gummin DD, Mowry JB, Spyker DA, et al. 2018 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 36th Annual Report. Clin Toxicol (Phila) 2019;57(12):1220-1413.
198. Park JH, Shin SD, Song KJ, Park CB, Ro YS, Kwak YH. Epidemiology and outcomes of poisoning-induced out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2012;83(1):51-7.
199. Engdahl J, Axelsson A, Bang A, Karlson BW, Herlitz J. The epidemiology of

cardiac arrest in children and young adults. Resuscitation 2003;58(2):131-8.
200. Graudins A, Lee HM, Druda D. Calcium channel antagonist and beta-blocker overdose: antidotes and adjunct therapies. Br J Clin Pharmacol 2016;81(3): 453-61.
201. Gosselin S, Hoegberg LC, Hoffman RS, et al. Evidence-based recommendations on the use of intravenous lipid emulsion therapy in poisoning. Clin Toxicol (Phila) 2016;54(10):899-923.
202. Lam SH, Majlesi N, Vilke GM. Use of Intravenous Fat Emulsion in the Emergency Department for the Critically Ill Poisoned Patient. J Emerg Med 2016;51(2):203-14.
203. de Lange DW, Sikma MA, Meulenbelt J. Extracorporeal membrane oxygenation in the treatment of poisoned patients. Clin Toxicol (Phila) 2013; 51(5):385-93.
204. Callaway CW, Soar J, Aibiki M, et al. Part 4: Advanced Life Support: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2015;132(16 Suppl 1):S84-145.
205. Quinn E, Murphy E, Du Pont D, Comber P, Blood M, Shah A, et al. Outcomes of Out-of-Hospital Cardiac Arrest Patients Who Received Naloxone in an Emergency Medical Services System With a High Prevalence Of Opioid Overdose. J Emerg Med. 2024 Sep;67(3):e249-e258.
206. Strong NH, Daya MR, Neth MR, et al. The association of early naloxone use with outcomes in non-shockable out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2024;201:110263.
207. Love C BZ, Doko D, Duignan K, She T. Naloxone Improve Outcomes in Cardiac Arrests Related to Opiate Overdose? Acad Emerg Med 2023;Suppl 1(30).
208. Dillon DG, Montoy JCC, Nishijima DK, et al. Naloxone and Patient Outcomes in Out-of-Hospital Cardiac Arrests in California. JAMA Netw Open 2024; 7(8):e2429154.
209. Quinn E, Murphy E, Du Pont D, et al. Outcomes of Out-of-Hospital Cardiac Arrest Patients Who Received Naloxone in an Emergency Medical Services System With a High Prevalence Of Opioid Overdose. J Emerg Med 2024;67(3):e249-e258.

210. Treatment of benzodiazepine overdose with flumazenil. The Flumazenil in Benzodiazepine Intoxication Multicenter Study Group. Clin Ther 1992;14(6):978-95.
211. Pitetti RD, Singh S, Pierce MC. Safe and efficacious use of procedural sedation and analgesia by nonanesthesiologists in a pediatric emergency department. Arch Pediatr Adolesc Med 2003;157(11):1090-6.
212. Fahed S, Grum DF, Papadimos TJ. Labetalol infusion for refractory hypertension causing severe hypotension and bradycardia: an issue of patient safety. Patient Saf Surg 2008;2:13.
213. Kerns W, 2nd. Management of beta-adrenergic blocker and calcium channel antagonist toxicity. Emerg Med Clin North Am 2007;25(2):309-31.
214. Holger JS, Engebretsen KM, Stellpflug SJ, Cole JB, Kerns W, 2nd. Critical care management of verapamil and diltiazem overdose with a focus on vasopressors: a 25-year experience at a single center. Ann Emerg Med 2014;63(1):91-2.
215. St-Onge M, Anseeuw K, Cantrell FL, et al. Experts Consensus Recommendations for the Management of Calcium Channel Blocker Poisoning in Adults. Crit Care Med 2017;45(3):e306-e315.
216. Cohen E, Du D, Joyce D, et al. Temporal requirements of insulin/IGF-1 signaling for proteotoxicity protection. Aging Cell 2010;9(2):126-34.
217. Neal JM, Barrington MJ, Fettiplace MR, et al. The Third American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Practice Advisory on Local Anesthetic Systemic Toxicity: Executive Summary 2017. Reg Anesth Pain Med 2018;43(2):113-123.
218. Gitman M, Barrington MJ. Local Anesthetic Systemic Toxicity: A Review of Recent Case Reports and Registries. Reg Anesth Pain Med 2018;43(2):124-130.
219. Cao D, Heard K, Foran M, Koyfman A. Intravenous lipid emulsion in the emergency department: a systematic review of recent literature. J Emerg Med 2015;48(3):387-97.
220. Henry CR, Satran D, Lindgren B, Adkinson C, Nicholson CI, Henry TD. Myocardial injury and long-term mortality following moderate to severe carbon monoxide poisoning. JAMA 2006;295(4):398-402.

221. Baud FJ, Barriot P, Toffis V, et al. Elevated blood cyanide concentrations in victims of smoke inhalation. N Engl J Med 1991;325(25):1761-6.
222. Kirk MA, Gerace R, Kulig KW. Cyanide and methemoglobin kinetics in smoke inhalation victims treated with the cyanide antidote kit. Ann Emerg Med 1993;22(9):1413-8.
223. Kiese M, Weger N. Formation of ferrihaemoglobin with aminophenols in the human for the treatment of cyanide poisoning. Eur J Pharmacol 1969;7(1): 97-105.
224. Çb lar A, Er A, Özden Ö, et al. Efficacy of Early Noninvasive Ventilation in Three Cases of Nonfatal Drowning with Pulmonary Oedema in the Paediatric Emergency Department. Hong Kong J Emerg Med 2016;23: 42-46.
225. Hwang V, Shofer FS, Durbin DR, Baren JM. Prevalence of traumatic injuries in drowning and near drowning in children and adolescents. Arch Pediatr Adolesc Med 2003;157(1):50-3.
226. Vanden Hoek TL, Morrison LJ, Shuster M, et al. Part 12: cardiac arrest in special situations: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2010;122(18 Suppl 3):S829-61.
227. Kangas E, Niemelä H, Kojo N. Treatment of hypothermic circulatory arrest with thoracotomy and pleural lavage. Ann Chir Gynaecol 1994;83(3):258-60.
228. Walters DT. Closed thoracic cavity lavage for hypothermia with cardiac arrest. Ann Emerg Med 1991;20(4):439-40.
229. Plaisier BR. Thoracic lavage in accidental hypothermia with cardiac arrest--report of a case and review of the literature. Resuscitation 2005;66(1): 99-104.
230. Farstad M, Andersen KS, Koller ME, Grong K, Segadal L, Husby P. Rewarming from accidental hypothermia by extracorporeal circulation. A retrospective study. Eur J Cardiothorac Surg 2001;20(1):58-64.
231. Sheridan RL, Goldstein MA, Stoddard FJ, Jr., Walker TG. Case records of the Massachusetts General Hospital. Case 41-2009. A 16-year-old boy with hypothermia and frostbite. N Engl J Med 2009;361(27):2654-62.
232. Gilbert M, Busund R, Skagseth A, Nilsen PA, Solbø JP. Resuscitation from

accidental hypothermia of 13.7 degrees C with circulatory arrest. Lancet 2000;355(9201):375-6.

233. Wang PL, Brooks SC. Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest. Cochrane Database Syst Rev 2018;8:CD007260.
234. Vase H, Christensen S, Christiansen A, et al. The Impella CP device for acute mechanical circulatory support in refractory cardiac arrest. Resuscitation 2017;112:70-74.
235. Truhlar A, Deakin CD, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. Resuscitation 2015;95:148-201.
236. Pottle A, Bullock I, Thomas J, Scott L. Survival to discharge following open chest cardiac compression (OCCC). A 4-year retrospective audit in a cardiothoracic specialist centre--Royal Brompton and Harefield NHS Trust, United Kingdom. Resuscitation 2002;52(3):269-72.
237. Anthi A, Tzelepis GE, Alivizatos P, Michalis A, Palatianos GM, Geroulanos S. Unexpected cardiac arrest after cardiac surgery: incidence, predisposing causes, and outcome of open chest cardiopulmonary resuscitation. Chest 1998;113(1):15-9.
238. The Society of Thoracic Surgeons Expert Consensus for the Resuscitation of Patients Who Arrest After Cardiac Surgery. Ann Thorac Surg 2017;103(3): 1005-1020.
239. Feng WC, Bert AA, Browning RA, Singh AK. Open cardiac massage and periresuscitative cardiopulmonary bypass for cardiac arrest following cardiac surgery. J Cardiovasc Surg (Torino) 1995;36(4):319-21.
240. Ghez O, Feier H, Ughetto F, Fraisse A, Kreitmann B, Metras D. Postoperative extracorporeal life support in pediatric cardiac surgery: recent results. ASAIO J 2005;51(5):513-6.
241. Gamper G, Willeit M, Sterz F, et al. Life after death: posttraumatic stress disorder in survivors of cardiac arrest--prevalence, associated factors, and the influence of sedation and analgesia. Crit Care Med 2004;32(2):378-83.
242. Parnia S, Spearpoint K, de Vos G, et al. AWARE-AWAreness during

REsuscitation-a prospective study. Resuscitation 2014;85(12):1799-805.
243. Olaussen A, Shepherd M, Nehme Z, et al. CPR-induced consciousness: A cross-sectional study of healthcare practitioners' experience. Australas Emerg Nurs J 2016;19(4):186-190.
244. Olaussen A, Nehme Z, Shepherd M, et al. Consciousness induced during cardiopulmonary resuscitation: An observational study. Resuscitation 2017; 113:44-50.
245. Doan TN, Adams L, Schultz BV, et al. Insights into the epidemiology of cardiopulmonary resuscitation-induced consciousness in out-of-hospital cardiac arrest. Emerg Med Australas 2020;32(5):769-776.
246. Bernier GM. Maintenance of consciousness during closed-chest massage. JAMA 1962;181:446-7.
247. Miller JB, Davie RD, Douglas DM. The efficiency of cardiac massage in ventricular fibrillation. Description of an instance of recovery of consciousness without spontaneous heart beat. Br J Anaesth 1961;33:22-3.
248. Lewinter JR, Carden DL, Nowak RM, Enriquez E, Martin GB. CPR-dependent consciousness: evidence for cardiac compression causing forward flow. Ann Emerg Med 1989;18(10):1111-5.
249. Quinn JV, Hebert PC, Stiell IG. Need for sedation in a patient undergoing active compression--decompression cardiopulmonary resuscitation. Acad Emerg Med 1994;1(5):463-6, discussion 466-7.
250. McDonald G. Code blue stories. Hosp Physician 2005;41:12.
251. Yu HY, Yeh HL, Wang SS, et al. Ultra long cardiopulmonary resuscitation with intact cerebral performance for an asystolic patient with acute myocarditis. Resuscitation 2007;73(2):307-8.
252. Bihari S, Rajajee V. Prolonged retention of awareness during cardiopulmonary resuscitation for asystolic cardiac arrest. Neurocrit Care 2008;9(3):382-6.
253. Tobin JM, Mihm FG. A hemodynamic profile for consciousness during cardiopulmonary resuscitation. Anesth Analg 2009;109(5):1598-9.
254. Ulrichs CJ, Böttiger BW, Padosch SA. Total recall--is it ethical not to sedate people during successful resuscitation? Resuscitation 2014;85(4):e49.

255. Fauber J. New CPR devices save lives, medical college study finds. 2011 (https://archive.jsonline.com/news/health/114171424.html/).
256. Greb CH, A.J. Mechanical CPR helps save the day–and the patient. JEMS: J Emerg Med Serv 2014 (https://www.jems.com/patient-care/mechanicalcpr-helps-save-day-and-patien/).
257. Gwinnutt C. Awareness during resuscitation. Resuscitation 2015;97:e17.
258. Hoppenfeld MS, Kotov A, Ortega R. Ventricular fibrillation and consciousness are not mutually exclusive. Resuscitation 2016;100:e1-2.
259. Oksar M, Turhanoglu S. Is It Possible to Maintain Consciousness and Spontaneous Ventilation with Chest Compression in the Early Phase of Cardiac Arrest? Case Rep Anesthesiol 2016;2016:3158015.
260. Pound J, Verbeek PR, Cheskes S. CPR Induced Consciousness During Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Case Report on an Emerging Phenomenon. Prehosp Emerg Care 2017;21(2):252-256.
261. Rice DT, Nudell NG, Habrat DA, Smith JE, Ernest EV. CPR induced consciousness: It's time for sedation protocols for this growing population. Resuscitation 2016;103:e15-e16.
262. Grandi TD, Carlo S, Carosi V, Visentin A, Fanton N, Baldo D, et al. Six cases of CPR-induced consciousness in witnessed cardiac arrest. Italian J Emerg Med 2017 (https://www.itjem.org/2017/03/01/six-cases-of-cpr-induced-consciousness-in-witnessed-cardiac-arrest/).
263. Gray R. Consciousness with cardiopulmonary resuscitation. Can Fam Physician 2018;64(7):514-517.
264. Wacht O, Huri R, Strugo R. Case Study: Combative Cardiac Patient. What do you do when a patient regains consciousness during mechanical CPR? EMS World 2015;44(8):29-33.
265. Pinto J, Almeida P, Ribeiro F, Simões R. Cardiopulmonary Resuscitation Induced Consciousness A Case Report in an Elderly Patient. Eur J Case Rep Intern Med 2020;7(2):001409.
266. Sukumar V. Having a Conscious Patient During Cardiopulmonary Resuscitation: Is It Not Time to Consider Sedation Protocol?: A Case Report. A A Pract

2019;13(7):250-252.
267. Asghar A, Salim B, Tahir S, Islam F, Khan MF. Awareness during Cardiopulmonary Resuscitation. Indian J Crit Care Med 2020;24(2):136-137.
268. Chin KC, Yang SC, Chiang WC. Video of cardiopulmonary resuscitation induced consciousness during ventricular fibrillation. Resuscitation 2020;155:22-23.
269. Lapostolle F, Petrovic T, Alhéritière A, Agostinucci JM, Adnet F. Life signs in "dead" patients. Resuscitation 2012;83(7):e164.
270. Al Harbi MK, Alattas KA, Alnajar M, Albuthi MF. Prone cardiopulmonary resuscitation in elderly undergoing posterior spinal fusion with laminectomy. Saudi J Anaesth 2020;14(1):123-126.
271. Brown J, Rogers J, Soar J. Cardiac arrest during surgery and ventilation in the prone position: a case report and systematic review. Resuscitation 2001; 50(2):233-8.
272. Bustillo MA, Lien CA, Mack PF, et al. Optimizing Patient Access During an Emergency While Using Intraoperative Computed Tomography. World Neurosurg 2019;121:274-278 e1.
273. Daiana de Souza Gomes CDAB. Cardiopulmonary Resuscitation in the Prone Position. Open Journal of Anesthesiology 2012;2(5):199-201.
274. Dequin PF, Hazouard E, Legras A, Lanotte R, Perrotin D. Cardiopulmonary resuscitation in the prone position: Kouwenhoven revisited. Intensive Care Med 1996;22(11):1272.
275. Dooney N. Prone CPR for transient asystole during lumbosacral spinal surgery. Anaesth Intensive Care 2010;38(1):212-3.
276. Haffner E, Sostarich AM, Fosel T. [Successful cardiopulmonary resuscitation in prone position]. Anaesthesist 2010;59(12):1099-101.
277. Loewenthal A, De Albuquerque AM, Lehmann-Meurice C, Otteni JC. [Efficacy of external cardiac massage in a patient in the prone position]. Ann Fr Anesth Reanim 1993;12(6):587-9.
278. Miranda CC, Newton MC. Successful defibrillation in the prone position. Br J Anaesth 2001;87(6):937-8.
279. Mishra N, Singh S, Elayat A, Kaushal A. Cardiac arrest in the prone position caused by central venous cannulation-induced cardiac tamponade. Korean J

Anesthesiol 2019;72(4):394-395.
280. Sun WZ, Huang FY, Kung KL, Fan SZ, Chen TL. Successful cardiopulmonary resuscitation of two patients in the prone position using reversed precordial compression. Anesthesiology 1992;77(1):202-4.
281. Taylor JCL, Buchanan CCR, Rumball MJ. Cardiac arrest during craniotomy in prone position. Trends in Anaesthesia Crit Care 2013;3(4):224-6.
282. Albin MS, Ritter RR, Pruett CE, Kalff K. Venous air embolism during lumbar laminectomy in the prone position: report of three cases. Anesth Analg 1991;73(3):346-9.
283. Chen HL, Wong CS, Ho ST, Chang FL, Hsu CH, Wu CT. A lethal pulmonary embolism during percutaneous vertebroplasty. Anesth Analg 2002;95(4):1060-2.
284. Dumont TM, Stockwell DW, Horgan MA. Venous air embolism: an unusual complication of atlantoaxial arthrodesis: case report. Spine 2010;35(22):E1238-40.
285. Ewah B, Calder I. Intraoperative death during lumbar discectomy. Br J Anaesth 1991;66(6):721-3.
286. Miyakoshi N, Hongo M, Kasukawa Y, Ishikawa Y, Kudo D, Shimada Y. Intraoperative Visible Air Bubbling Recorded as a Sign of Massive Venous Air Embolism During Prone Position Surgery for Extensive Ossification of Spinal Ligaments: A Case Report with a Video Clip. World Neurosurg 2019;131: 38-42.
287. Pan Y, Qiu B, Yu F, Hu B. Fatal air embolism during endoscopic retrograde cholangio-pancreatography (ERCP): a case report. Journal of Medical Colleges of PLA 2012;27(4):239-243.
288. Pinheiro LC, Carmona BM, de Nazareth Chaves Fascio M, de Souza IS, de Azevedo RAA, Barbosa FT. [Cardiac arrest after epidural anesthesia for a esthetic plastic surgery: a case report]. Rev Bras Anestesiol 2017;67(5):544-547.
289. Kelleher A, Mackersie A. Cardiac arrest and resuscitation of a 6-month old achondroplastic baby undergoing neurosurgery in the prone position. Anaesthesia 1995;50(4):348-50.
290. Lee-Archer PF, Chaseling B. Air Embolism During Posterior Spinal Fusion in a 10-Year-Old Girl: A Case Report. A A Case Rep 2017;8(11):307-309.
291. Mayorga-Buiza MJ, Rivero-Garvia M, Gomez-Gonzalez E, Marquez-Rivas J.

Cardiac pulmonary resuscitation in prone position. The best option for posterior fossa neurosurgical patients. Paediatr Anaesth 2018;28(8):746-747.
292. Reid JM, Appleton PJ. A case of ventricular fibrillation in the prone position during back stabilisation surgery in a boy with Duchenne's muscular dystrophy. Anaesthesia 1999;54(4):364-7.
293. Tobias JD, Mencio GA, Atwood R, Gurwitz GS. Intraoperative cardiopulmonary resuscitation in the prone position. J Pediatr Surg 1994;29(12):1537-8.
294. Sutherland RW, Winter RJ. Two cases of fatal air embolism in children undergoing scoliosis surgery. Acta Anaesthesiol Scand 1997;41(8):1073-6.
295. Burki AM. CPR in prone position during neurosurgery. Anaesthesia Pain Intensive Care 2017;21(2):275-278.
296. Kaloria N, Bhagat H, Singla N. Venous Air Embolism During Removal of Bony Spur in a Child of Split Cord Malformation. J Neurosci Rural Pract 2017; 8(3):483-484.
297. Gueugniaud PY, Muchada R, Bertin-Maghit M, Griffith N, Petit P. Non-invasive continuous haemodynamic and PetCO2 monitoring during peroperative cardiac arrest. Can J Anaesth 1995;42(10):910-3.
298. Smelt WL. Cardiac arrest during desflurane anaesthesia in a patient with Duchenne's muscular dystrophy. Acta Anaesthesiol Scand 2005;49(2):267-9.
299. Tofil NM, Dollar J, Zinkan L, et al. Performance of anesthesia residents during a simulated prone ventricular fibrillation arrest in an anesthetized pediatric patient. Pediatric Anesthesia 2014;24(9):940-944.
300. Mazer SP, Weisfeldt M, Bai D, et al. Reverse CPR: a pilot study of CPR in the prone position. Resuscitation 2003;57(3):279-85.
301. Wei J, Tung D, Sue SH, Wu SV, Chuang YC, Chang CY. Cardiopulmonary resuscitation in prone position: a simplified method for outpatients. J Chin Med Assoc 2006;69(5):202-6.
302. Icu R, Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child H, Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network Investigator G, et al. Effect of Physiologic Point-of-Care Cardiopulmonary Resuscitation Training on Survival With Favorable Neurologic Outcome in Cardiac Arrest in Pediatric ICUs: A

Randomized Clinical Trial. JAMA 2022;327(10):934-945.
303. Berg RA, Morgan RW, Reeder RW, et al. Diastolic Blood Pressure Threshold During Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation and Survival Outcomes: A Multicenter Validation Study. Crit Care Med 2023;51(1):91-102.
304. Sainio M, Hoppu S, Huhtala H, Eilevstjonn J, Olkkola KT, Tenhunen J. Simultaneous beat-to-beat assessment of arterial blood pressure and quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital and in-hospital settings. Resuscitation 2015;96:163-9.
305. Aziz S, Barratt J, Starr Z, et al. The association between intra-arrest arterial blood pressure and return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2024;205:110426.
306. Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality: [corrected] improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association. Circulation 2013;128(4):417-35.
307. Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK. Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. N Engl J Med 2008;358(1):9-17.
308. Kang JY, Kim YJ, Shin YJ, Huh JW, Hong SB, Kim WY. Association Between Time to Defibrillation and Neurologic Outcome in Patients With In-Hospital Cardiac Arrest. Am J Med Sci 2019;358(2):143-148.
309. Patel KK, Spertus JA, Khariton Y, Tang Y, Curtis LH, Chan PS. Association Between Prompt Defibrillation and Epinephrine Treatment With Long-Term Survival After In-Hospital Cardiac Arrest. Circulation 2018;137(19):2041-2051.
310. Andersen LW, Kim WY, Chase M, et al. The prevalence and significance of abnormal vital signs prior to in-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2016; 98:112-7.
311. Neumar RW, Eigel B, Callaway CW, et al. American Heart Association Response to the 2015 Institute of Medicine Report on Strategies to Improve Cardiac Arrest Survival. Circulation 2015;132(11):1049-70.
312. Adamski J, Nowakowski P, Goryński P, Onichimowski D, Weigl W. Incidence of in-hospital cardiac arrest in Poland. Anaesthesiology Intensive Therapy

2016;48(5):288-293.
313. Andersen LW, Holmberg MJ, Løfgren B, Kirkegaard H, Granfeldt A. Adult in-hospital cardiac arrest in Denmark. Resuscitation 2019;140:31-36.
314. Hessulf F, Karlsson T, Lundgren P, et al. Factors of importance to 30-day survival after in-hospital cardiac arrest in Sweden - A population-based register study of more than 18,000 cases. Int J Cardiol 2018;255:237-242.
315. Radeschi G, Mina A, Berta G, et al. Incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest in Italy: a multicentre observational study in the Piedmont Region. Resuscitation 2017;119:48-55.
316. Nolan JP, Soar J, Smith GB, et al. Incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest in the United Kingdom National Cardiac Arrest Audit. Resuscitation 2014;85(8):987-92.
317. Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2020 Update: A Report From the American Heart Association. Circulation 2020;141(9):e139-e596.
318. Al-Dury N, Rawshani A, Israelsson J, et al. Characteristics and outcome among 14,933 adult cases of in-hospital cardiac arrest: A nationwide study with the emphasis on gender and age. Am J Emerg Med 2017;35(12):1839-1844.
319. Hirlekar G, Karlsson T, Aune S, et al. Survival and neurological outcome in the elderly after in-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2017;118:101-106.
320. Adielsson A, Karlsson T, Aune S, et al. A 20-year perspective of in hospital cardiac arrest: Experiences from a university hospital with focus on wards with and without monitoring facilities. Int J Cardiol 2016;216:194-9.
321. Maharaj R, Raffaele I, Wendon J. Rapid response systems: a systematic review and meta-analysis. Crit Care 2015;19(1):254.
322. Winters BD, Weaver SJ, Pfoh ER, Yang T, Pham JC, Dy SM. Rapid-response systems as a patient safety strategy: a systematic review. Ann Intern Med 2013;158(5 Pt 2):417-25.
323. Park Y, Ahn JJ, Kang BJ, et al. Rapid Response Systems Reduce In-Hospital Cardiopulmonary Arrest: A Pilot Study and Motivation for a Nationwide Survey. Korean J Crit Care Med 2017;32(3):231-239.
324. Kwak HJ, Yun I, Kim SH, et al. The extended rapid response system: 1-year experience in a university hospital. J Korean Med Sci 2014;29(3):423-30.

325. Chen J, Ou L, Hillman K, et al. The impact of implementing a rapid response system: a comparison of cardiopulmonary arrests and mortality among four teaching hospitals in Australia. Resuscitation 2014;85(9):1275-81.
326. Müller M, Jürgens J, Redaèlli M, Klingberg K, Hautz WE, Stock S. Impact of the communication and patient hand-off tool SBAR on patient safety: a systematic review. BMJ Open 2018;8(8):e022202.
327. Buljac-Samardzic M, Doekhie KD, van Wijngaarden JDH. Interventions to improve team effectiveness within health care: a systematic review of the past decade. Human Res Health 2020;18(1):2.
328. Marshall S, Harrison J, Flanagan B. The teaching of a structured tool improves the clarity and content of interprofessional clinical communication. Qual Saf Health Care 2009;18(2):137-40.
329. NICE clinical guideline 50 Acutely ill patients in hospital: recognition of and response to acute illness in adults in hospital. London: National Institute for Health and Clinical Excellence 2007.
330. McKinney A, Fitzsimons D, Blackwood B, McGaughey J. Patient and family-initiated escalation of care: a qualitative systematic review protocol. Syst Rev 2019;8(1):91.
331. Albutt AK, O'Hara JK, Conner MT, Fletcher SJ, Lawton RJ. Is there a role for patients and their relatives in escalating clinical deterioration in hospital? A systematic review. Health Expect 2017;20(5):818-825.
332. Brady PW, Zix J, Brilli R, et al. Developing and evaluating the success of a family activated medical emergency team: a quality improvement report. BMJ Qual Saf 2015;24(3):203-11.
333. Ornato JP, Peberdy MA, Reid RD, Feeser VR, Dhindsa HS. Impact of resuscitation system errors on survival from in-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2012;83(1):63-9.
334. Panesar SS, Ignatowicz AM, Donaldson LJ. Errors in the management of cardiac arrests: an observational study of patient safety incidents in England. Resuscitation 2014;85(12):1759-63.
335. Smith GB, Prytherch DR, Meredith P, Schmidt PE, Featherstone PI. The

ability of the National Early Warning Score (NEWS) to discriminate patients at risk of early cardiac arrest, unanticipated intensive care unit admission, and death. Resuscitation 2013;84(4):465-70.

336. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. QJM 2001;94(10):521-6.
337. Greif R, Bhanji F, Bigham BL, et al. Education, Implementation, and Teams: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2020;142(16_suppl_1):S222-83.
338. Subbe CP, Davies RG, Williams E, Rutherford P, Gemmell L. Effect of introducing the Modified Early Warning score on clinical outcomes, cardio-pulmonary arrests and intensive care utilisation in acute medical admissions. Anaesthesia 2003;58(8):797-802.

제5장

소생 후 치료

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제5장

소생 후 치료

윤준성[1], 방효진[1], 김민철[2], 임용환[2], 조영재[3], 추빛나[4], 김준성[5], 김윤정[5], 윤병길[6], 박진[7], 강민주[8], 정경운[9], 김수현[1], 오제혁[10], 김태균[11], 오상훈[1], 김용수[12], 강창신[13], 이동훈[10], 민진홍[13], 김효준[1], 김도균[14], 김태윤[15], 손유동[16], 심규홍[17], 정영화[18], 오윤희[19], 이미진[20], 이지숙[21], 이창희[22], 장영빈[23], 장용수[16], 정성필[23], 조규종[16], 차경철[24], 허주선[18], 황성오[24], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 소생후치료 위원회

가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[1], 전남대학교 의과대학 내과학교실[2], 서울대학교 의과대학 내과학교실[3], 강남세브란스병원 신속대응팀[4], 울산대학교 의과대학 응급의학교실[5], 건양대학교 응급구조학과[6], 울산대학교 의과대학 신경과학교실[7], 대구대학교 응급구조학과[8], 전남대학교 의과대학 응급의학교실[9], 성애병원 응급의학과[10], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[11], 서울대학교 의과대학 신경과학교실[12], 충남대학교 의과대학 응급의학교실[13], 서울대학교 의과대학 응급의학교실,[14] 인하대학교 의과대학 응급의학교실[15], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[16], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[17], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[18], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[19], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[20], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[21], 남서울대학교 응급구조학과[22], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[23], 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[24]

I 2025년 소생 후 치료 가이드라인 주요 권고와 소생 후 치료 순서

2025년 한국 전문소생술 가이드라인은 전문소생술에 관한 과학적 근거를 바탕으로 도출된 의학적 권고이다. 심폐소생술 가이드라인을 제정하는 국제소생술교류위원회(International Liaison Committee on Resuscitation: ILCOR)의 2025년 과학적 합의와 치료 권고에 기반을 두었다.[1]

1. 2025년 소생 후 치료 가이드라인 주요 권고 사항

1.1. 소생 후 환자의 치료

1) 심장정지 환자의 진단

- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인에게 12유도 심전도 검사를 시행할 것을 강하게 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인에게 전신 전산화단층촬영을 시행할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인에게 심초음파를 시행할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).

2) 기도 확보 및 호흡 유지

(1) 혈중 산소 목표

- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인의 저산소혈증을 피하는 것을 강하게 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인의 산소포화도 또는 동맥혈 산소분압을 정확하게 측정할 수 있을 때까지 100% 산소를 투여하는 것을 강하게 권고한다(병원 전 단계: 강한 권고, 중간 확신도/병원 단계: 강한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인의 고산소혈증을 피하기 위해 동맥혈 산소포화도를 94-98% 로 유지할 수 있도록 흡입산소농도를 조절할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).

(2) 혈중 이산화탄소 목표

- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인에게 동맥혈 이산화탄소 분압을 정상 범위인 35-45 mmHg로 유지할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).

3) 순환 유지

- 심장정지 환자에게 평균 동맥압을 최소 60-65 mmHg로 유지할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).

4) 관상동맥조영술

- 심장정지 후 자발순환회복이 이루어진 ST 분절의 상승을 보이지 않는 무반응의 성인 환자에 대한 심장혈관조영술을 일률적으로 조기에 시행하는 것은 권고하지 않으며, 안정 후 또는 신경학적 회복 후 지연성으로 시행할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 자발순환회복이 이루어진 무반응의 성인환자에게 ST 분절의 상승 또는 심인성 쇼크의 근거가 있을 때에는 응급 심장조영술을 시행하는 것을 권고한다(강한 권고, 낮은 확신도).

5) 목표체온조절치료

- 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자에게 목표체온유지치료를 시행할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
- 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자에게 33-37.5°C 사이의 목표온도를 권고하고(강한 권고, 중간 확신도), 최소 24시간 일정하게 유지할 것을 제안한다(약한 권고, 중간 확신도).
- 32-34°C를 목표로 하는 것이 이득이 되는 심장정지 환자 하위집단은 불분명하지만, 충격불필요리듬인 병원 밖 심장정지 환자에게 33°C 목표체온유지치료를 시행할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자가 저체온인 경우 정상 체온으로 가온하지 않는 것을 제안한다(보편타당한 권고).
- 심장정지로부터 자발순환회복 후 병원 도착 전에 대량의 차가운 수액을 정맥투여하여 냉각하는 것을 일상적으로 사용하는 것은 권고하지 않는다(강한 권고, 중간 확신도).
- 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자에게 체온 조절을 하는 경우 표면 또는 혈관내 체온 조절 방법의 사용을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 냉각장치를 사용하는 경우 목표온도를 유지하기 위해 지속적인 온도 모니터링을 기반의 피드백 시스템을 포함한 온도 조절장치를 사용하는 것을 권고한다(보편타당한 권고).
- 혼수상태가 지속되는 심장정지 환자의 경우 36-72시간 동안 발열을 적극적으로 예방하는 것을 권장한다(전문가합의 권고).

6) 혈당 조절

- 자발순환이 회복된 환자의 혈당을 144-180 mg/dL의 목표 범위로 적용할 것을 제안한다(약한 권고, 중간 확신도).
- 저혈당이 발생하면 즉시 포도당액으로 교정할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).

7) 발작 조절

- 심장정지 후 소생된 성인에게 예방을 목적으로 항발작약 사용을 하지 않을 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 소생된 성인에게 나타나는 임상적으로 명확한 발작 또는 뇌파발작에 대해 치료를 제안한다(전문가합의 권고).
- 심장정지 후 소생된 혼수상태인 성인에게 뇌파검사 상 발작-발작사이연속체(ictal-interictal continuum)에 해당하는 율동주기패턴(rhythmic and periodic pattern)에 대한 치료를 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).

8) 예방적 항생제 사용

- 심장정지 후 혼수상태인 환자에게 예방적 항생제의 일상적 사용을 권고하지 않는다(약한 권고, 중간 확신도).

9) 스테로이드

- 심장정지 후 혼수상태인 환자에게 스테로이드의 일상적 사용은 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도).

1.2. 소생 후 환자의 나쁜 신경학적 예후 예측

1) 신경학적 진찰

- 심장정지 후 혼수 환자의 자발순환회복 72시간 이후에 신경학적 예후를 예측하기 위해 양측 동공반사 소실을 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 환자의 자발순환회복 72시간 이후에 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 양측 각막반사 소실을 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 환자의 자발순환회복 후 72시간 이후에 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 정량적 동공측정법(quantitative pupillometry)을 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태인 환자의 신경학적 결과를 예측하기 위해 자발순환회복 후 96시간 이내에 다른 검사와 함께 근간대경련 또는 근간대경련 지속상태를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 또한, 관련된 뇌전증양 활동(epileptiform discharges)을 찾기 위해 근간대경련이 있으면 뇌파 기록을 할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

2) 전기생리학적 검사

- 심장정지 후 혼수 환자의 나쁜 예후를 예측하기 위해, 자발순환 이후 24시간 이상 경과한 시점에서 체성감각유발전위(somatosensory evoked potential, SSEP)의 N20 양측 소실을 다른 예측인자들과 함께 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 환자의 뇌파(electroencephalography, EEG) 반응성(reactivity) 소실을 나쁜 예후 예측을 위해 단독으로 사용하는 것은 권고하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태인 성인 환자의 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 뇌파에서 억제 또는 주기성 방전을 동반한 억제를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태이며 진정제 투여가 중단된 성인 환자의 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 돌발 억제(burst suppression)를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태이며 진정제 투여가 중단된 성인 환자의 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 고도 악성(highly malignant) 뇌파 패턴을 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 진폭통합뇌파 감시에서 36시간 이내에 정상 파형이 발견되지 않음을 나쁜 예후를 예측하는 근거로 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

3) 생물학적 표지자

- 심장정지 후 혼수 상태인 성인 환자의 신경학적 예후 예측을 위해 자발순환회복 후 72시간 이내에 신경특이에놀라아제(NSE)를 다른 검사들과 결합하여 사용하도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 상태인 성인 환자의 신경학적 예후 예측을 위해 S-100B 단백질을 사용하지 않을 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 상태인 성인 환자의 불량한 신경학적 예후를 예측하기 위해 혈청 Glial fibrillary acidic protein (GFAP), 혈청 타우 단백질(serum Tau protein), 또는 Neurofillament protein (NFL)을 사용하지 않을 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

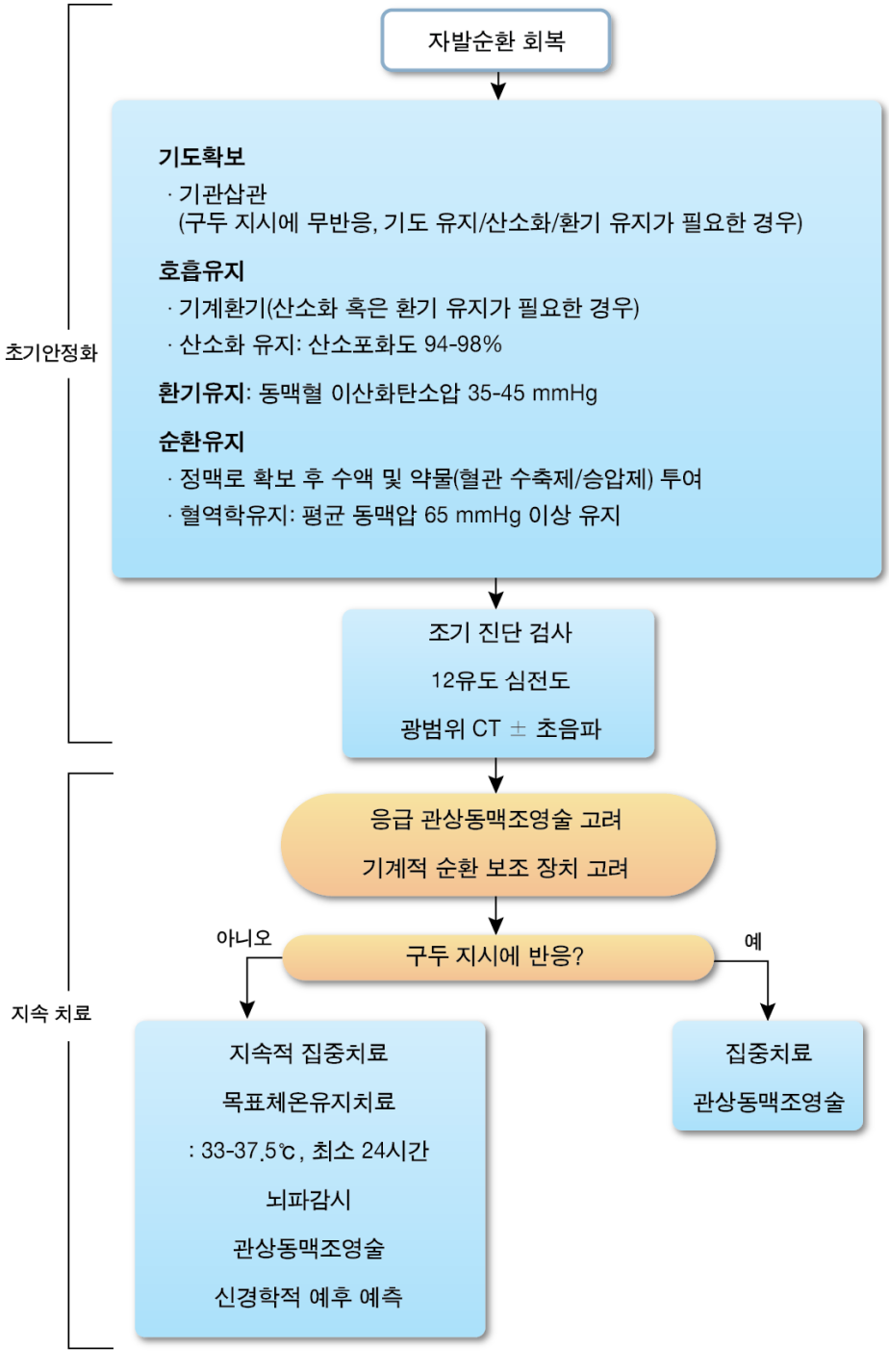
4) 신경영상검사

- 심장정지 후 혼수 상태에 있는 성인의 나쁜 신경학적 결과를 예측하기 위해 뇌 CT에서 회백질/백질 비율(GWR)을 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 그러나 100% 특이도에 대한 GWR 임곗값은 권고할 수 없다.
- 심장정지 후 혼수 상태에 있는 성인의 나쁜 신경학적 결과를 예측하기 위해 뇌 MRI에서 확산강조영상(DWI)을 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 상태에 있는 성인의 나쁜 신경학적 결과를 예측하기 위해 뇌 MRI에서 확산 계수(ADC)를 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

1.3. 소생 후 환자의 좋은 신경학적 예후 예측

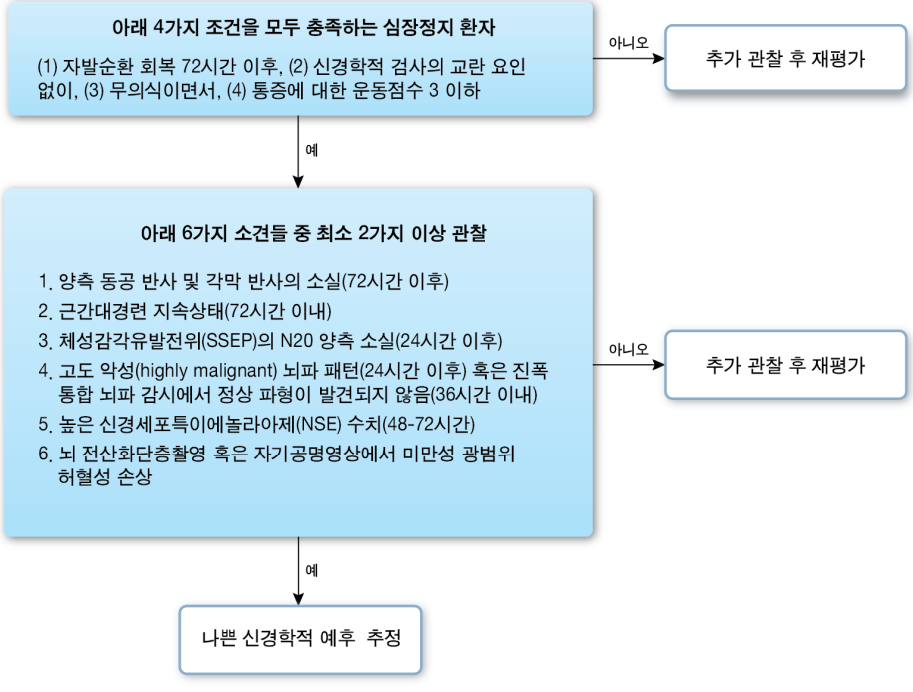
- 자발순환회복 후 4일 이내에 글라스고우 운동 반응 4점 이상(약한 권고, 낮은 확신도).
- 자발순환회복 후 72시간 이내에 정상 혈중 NSE 농도(〈17 mcg/L) (약한 권고, 낮은 확신도).
- 자발순환회복 후 2일에서 7일 사이에 촬영된 MRI에서 확산 제한이 관찰되지 않음(약한 권고, 낮은 확신도).
- 자발순환회복 후 72시간 이내에 주기적 방전이나 발작 없이 연속적이거나 거의 연속적인 정상 전압 배경 뇌파(약한 권고, 낮은 확신도).

2. 소생 후 치료 과정([그림 5-1])



[그림 5-1] 소생 후 치료 과정 흐름도

3. 신경학적 예후 예측 과정([그림 5-2])



[그림 5-2] 신경학적 예후 예측 과정 흐름도

Ⅱ 소생 후 치료

1. 소생 후 증후군

심장정지 후 자발순환이 회복된 환자의 저산소성 허혈성 뇌 손상, 심장정지 후 심근 기능 장애, 전신 허혈/재관류 반응, 그리고 지속적인 촉발 원인질환 등으로 인한 복잡한 병태생리적 변화와 동반되는 전신적 손상을 소생 후 증후군이라 한다.[2] 이 증후군의 중증도는 심장정지의 지속 기간과 원인에 따라 달라지며 심장정지가 짧은 경우 전혀 발생하지 않을 수도 있다. 따라서 환자의 중증도에 따라 적절한 집중 치료를 제공함으로써 생존율 및 신경학적 예후를 개선할 수 있다. TTM trial, TTM2 trial 등 유럽을 중심으로 수행된 대규모 무작위대조연구들에 낮은 중증도를 가진 환자들이 대거 포함되었다는 지적이 있어 왔고, 이는 이들의 연구 결과가 국내에 똑같이 적용되기 어려운 이론적 근거가 된다.

심장정지 및 자발순환회복 직후 여러 병태생리학적 기전이 허혈-재관류 손상에 관여한다.[3] 심장정지로 뇌혈류가 중단되면 호기성 대사가 억제되어 아데노신 삼인산(ATP)의 급속한 고갈, 에너지 의존성 Na+/K+ 이온 교환 펌프의 기능 부전, 세포 내 칼슘 축적, 신경 활동의 중단이 초래된다.[4] 자발순환이 회복되어 뇌 혈류가 회복되면 글루타메이트(glutamate) 방출과 프로테아제(protease) 및 인지질분해효소(phospholipase) 활성화로 인해 세포 내 칼슘이 더욱 축적된다.[5] 이로 인해 세포에 에너지 공급이 중단되고 추가적인 신경 손상이 발생한다. 소생 후 증후군에서는 염증 및 응고 연쇄 반응이 활성화되어 사이토카인(cytokine)이 방출되고, 이는 염증 반응을 더욱 증폭시켜 다발성 장기 부전을 일으킨다.[6] 혈역학적 불안정성, 동맥혈 가스 장애(저산소혈증, 고산소혈증, 저탄산혈증, 고탄산혈증), 저혈당/고혈당증, 발열, 뇌 자동조절능 손상, 발작, 뇌부종 등으로 인해 이차적인 뇌 손상이 발생한다.

ILCOR는 저산소성/허혈성 뇌손상(hypoxic-ischemic brain injury, HIBI)을 허혈성 탈분극(ischemic depolarization), 재관류 재분극(reperfusion repolarization), 조절 장애(dysregulation), 회복 및 복구(recovery and repair)의 서로 다르지만 중복되는 4단계로 분류하였다.[7] 이는 임상 전 데이터를 임상 현장에 적용하는 데 실패한 이유를 밝히고, 소생 후 증후군 환자의 중증도에 따른 맞춤화된 접근 방식과, 특정 치료의 이점을 얻을 수 있는 특정 환자군 선별을 목표로 한다. 소생 후 치료의 목표는 HIBI를 완화하는 것이다. 여러 약물이 혼수 상태인 소생 후 증후군 환자의 신경학적 결과를 개선하기 위해 연구되었지만, 지금까지 치료적 이점을 보여 준 약물은 없어 추가 연구가 필요하다.

2. 심장정지 환자의 진단 검사

일반적으로 병원 밖 심장정지의 원인은 대부분 심인성이며 허혈성 심질환이 가장 흔하다. 따라서, 자발순환을 회복한 모든 병원 밖 심장정지 환자에게 12유도 심전도가 필요하다. 하지만, 비심인성 원인이 1/3에 달하여 심장 초음파나 전산화단층촬영을 통해 특별한 치료가 필요한 질환을 찾아낼 수 있다. 뇌출혈등 신경학적 원인에 의한 심장정지는 흔하지는 않지만 나쁜 신경학적 예후와 밀접한 연관이 있어 조기에 뇌영상검사를 시행하는 것이 도움이 된다. 또한, 전산화단층촬영을 통해 흉부 압박과 관련된 합병증(갈비뼈 골절, 폐손상, 기흉, 간 또는 비장 손상 등)을 발견할 수 있다.

전신 전산화단층촬영(머리부터 골반까지)은 뇌출혈, 폐색전증, 심장눌림증, 대동맥 박리, 기흉 등을 포함한 심장정지 원인을 진단할 수 있다. 임상적으로 중요한 진단 및 손상에 대한 전신 전산화단층촬영의 진단률은 8%에서 54% 사이로 보고되었다.[8,9] 또한, 2025년 ILCOR에서는 자발순환을 회복한 병원 밖 심장정지 환자에게 전신 전산화단층촬영을 시행할 것을 권고하고 있다. 하지만, 전산화단층촬영은 조영제 관련 신손상 위험이 있고, 혈역학적으로 불안정한 환자에게 시행되기 어려운 점이 있다.

심초음파로 심낭 삼출액, 심장눌림증, 우심실 확장, 대동맥 박리, 심장 국소벽 운동 이상, 심근병증, 저혈량증 등을 발견할 수 있어 병원 밖 심장정지 환자의 진단 및 치료에 도움이 된다.[10-19]

국내 권고 사항

- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인에게 12유도 심전도 검사를 시행할 것을 강하게 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인에게 전신 전산화단층촬영을 시행할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인에게 심초음파를 시행할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).

3. 기도 확보 및 호흡 유지

1) 기도 확보

자발순환회복 후 의식이 없는 경우, 심폐소생술 동안 기관내삽관이 시행되지 않았다면 신속하게 기관내삽관을 한다. 심장정지 후 자발순환을 회복한 혼수상태 환자의 기관내 삽관은 산소 공급 및 환기의 조절, 위 내용물 흡인으로부터 폐 보호 등의 역할을 하며, 발작 조절, 체온 조절 등 뇌 손상을 최소화하기 위한 소생 후 치료를 용이하게 한다.

2) 산소 조절

심장정지 후 자발순환을 회복한 혼수상태 환자에게 저산소증은 치명적인 뇌손상을 가중시키므로 반드시 교정해야 하며, 이를 위해 대부분의 환자에게 기계환기를 통한 산소 공급이 필수적이다. 하지만, 과도한 산소 공급은 활성 산소종(reactive oxygen species)과 유리기 생성(free radical), 재관류 손상으로 인한 2차 손상 등 다양한 병태생리학적 기전을 통해 환자의 예후에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 저산소증, 고산소증 모두 권장되지 않으나 저산소증, 고산소증의 임계점에 대해서는 명확히 밝혀지지 않았다.

병원 전 단계에서 낮은 산소화 목표 대비 높은 산소화 목표 비교:

병원 전 단계에서 낮은 산소화 목표 대비 높은 산소화 목표를 비교한 4개의 무작위대조연구가 메타 분석에 포함되었다. 각 연구들에서 FiO_2 30% 대비 100%[20], 2-4 L/min의 산소 공급 대비 10 L/min 이상의 산소 공급[21], 산소포화도 94-98% 대비 FiO_2 100%[22], 산소포화도 90-94% 대비 98-100%[23]가 목표로 제시되었다. 심장정지 후 12개월 시점에서 신경학적으로 양호한 생존율에 대해 389명 대상으로 한 연구에서는 낮은 산소포화도 목표가 높은 산소포화도 목표보다 이점이 없었고, 12개월 생존율 역시 산소화 전략에 따른 이점의 차이가 없었다.[23] 심장정지 후 3개월 생존율에 대해 35명의 환자를 포함한 다른 군집 무작위대조연구에서는 낮은 산소화 목표가 높은 산소화 목표 대비 생존율이 높다고 보고되었으나 근거의 확신도는 매우 낮게 평가되었다.[22] 병원 퇴원 시, 신경학적 예후가 좋으면서 생존한 경우를 확인한 451명의 환자를 포함한 2개의 무작위대조연구에서도 모두 낮은 산소화 목표가 높은 산소화 목표 대비 유의미한 이점을 보이지 않았으며, 마찬가지로 중간 수준의 확신도에 해당하는 근거로 평가되었다.[20,23] 마지막으로, 환자 549명을 대상으로 병원 퇴원 시 생존율을 분석한 4개의 연구에서도 낮은 산소화 목표가 높은 산소화 목표 대비 유의미한 이점이 없음을 확인하였으며 마찬가지로 중간 수준의 확신도에 해당하는 근거로 평가되었다.[20-23]

중환자실 입원 후 낮은 산소화 목표 대비 높은 산소화 목표 비교:

중환자실 환경에서 낮은 산소화 산소 목표 대비 높은 산소화 목표를 비교한 5개의 무작위대조연구들이 메타 분석에 포함되었다.[10,24-27] 또한, 이전에 포함된 선행연구의 1년 후 결과를 보고한 추가 연구도 함께 포함되었다.[28] 새롭게 추가된 연구들에서 동맥혈 산소분압(PaO_2)을 10-15 kPa 대 20-25 kPa(약 75-113 mmHg 대 150-188 mmHg)[27], 산소 포화도를 90-97% 대 표준 치료[26], PaO_2 9-10 kPa 대 13-15 kPa(약 68-75 mmHg 대 98-105 mmHg)[28,29], 산소 포화도 88-96% 대 96-100%[25], 동맥혈 산소분압(PaO_2) 60 mmHg 대 90 mmHg[24] 등이 비교할 목표로 제시되었다.

심장정지 후 1년째 신경학적 예후가 양호하면서 생존한 경우를 분석한 결과, 771명의 환자를 포함한 한 무작위대조연구에서 낮은 산소화 목표가 높은 산소화 목표 대비 이점을 보이지 않았으며, 1년 생존율 역시 낮은 동맥혈 산소분압 목표가 높은 동맥혈 산소분압 목표 대비 이점을 보이지 않았다.[28,29] 3개월 또는 6개월째 신경학적 예후가 양호하면서 생존한 결과에 대해, 1,059명의 환자를 포함한 2개의 무작위대조연구[27,29]과 1개의 무작위대조연구 하위 분석[26]에서도 낮은 산소화 목표가 높은 산소화 목표 대비 이점을 보이지 않았다. 또한, 3개월 또는 6개월 생존율 역시 낮은 산소화 목표가 높은 산소화 목표 대비 이점을 보이지 않았다.[26,27,29] 병원 퇴원 시 신경학적 예후가 양호하면서 생존한 경우를 분석한 결과, 789명의 환자를 포함한 한 무작위대조연구에서 낮은 산소화 목표가 높은 산소화 목표 대비 이점을 보이지 않았다.[29] 병원 퇴원 후, 28일 또는 30일 생존율 대해, 1,409명의 환자를 포함한 2개의 무작위대조연구[27,29]과 2개의 무작위대조연구 하위 분석[25,26]에서 낮은 산소화 목표가 높은 산소화 목표 대비 이점을 보이지 않았다.

결론적으로, 중환자실 입원 후 낮은 산소화 수준 대비 높은 산소화 수준을 비교한 연구들에 따르면, 낮은 산소화 수준을 목표로 하는 것이 높은 산소화 수준을 목표로 하는 것보다 명확한 이점을 보이지 않았다. 따라서, 낮은 산소화 목표는 높은 산소화 목표 대비 임상적으로 유의미한 이점을 제공하지 못했다는 결론이 도출되었다.

3) 환기 조절

동맥 이산화탄소 분압($PaCO_2$)은 뇌혈관 긴장도의 주요 생리적 조절 인자이며, 고탄산혈증은 $PaCO_2$가 1mmHg 증가할 때마다 뇌 조직 100g당 최대 2 ml의 뇌혈류를 증가시킨다. 이는 CO_2 반응성 (CO_2 reactivity) 때문이며, PaCO2에 대한 뇌혈관 반응성은 심장정지 후에도 유지되는 것으로 알려져 있다. 따라서, 정상보다 낮은 동맥혈 이산화탄소 분압은 뇌혈류를 감소시켜 이차적인 뇌손상을 가중시킨다. 정상보다 높은 동맥혈 이산화탄소 분압은 이론적으로 뇌혈류를 증가시키나, 이로 인해 심장정지 환자의 신경학적 예후가 개선되었다는 연구는 아직 없다.

심장정지 후 자발순환회복 이후 중등도의 높은 이산화탄소혈증 목표 대비 정상 또는 낮은 이산화탄소혈증 목표 비교:

병원 전 단계에서 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인 환자를 대상으로 중등도의 높은 이산화탄소혈증을 목표로 한 인공호흡기 적용과 정상 이산화탄소혈증을 목표로 하는 3개의 무작위대조연구가 메타 분석에 포함되었다. 새롭게 추가된 연구의 인공호흡기 적용 시 환기 목표는 동맥혈 이산화탄소 분압($PaCO_2$)을 50–55 mmHg 대 35–45 mmHg, $PaCO_2$를 약 44–45 mmHg 대 34–35 mmHg로 설정하였다.[27,30,31]

병원 퇴원 시 생존에 대해, 1,866명의 환자를 포함한 3개의 무작위대조연구에서 중등도의 높은 이산화탄소혈증을 목표로 한 인공호흡기 적용이 정상 수준의 이산화탄소혈증 목표 대비 이점을 보이지 않았다.[27,30,31] 6개월 생존에 대해, 1,648명의 환자를 포함한 1개의 무작위대조연구에서 중등도의 높은 이산화탄소혈증을 목표로 한 환기가 정상 이산화탄소혈증을 목표로 하는 치료에 비해 이점을 보이지 않았다.[30] 6개월 동안 신경학적 예후가 양호하면서 생존한 경우를 확인한 결과, 1,751명의 환자를 포함한 3개의 무작위대조연구에서 중등도의 높은 이산화탄소혈증을 목표로 한 환기가 정상 이산화탄소혈증을 목표로 하는 치료에 비해 이점을 보이지 않았다.[27,30,31]

결론적으로, 심장정지 후 자발순환을 회복한 환자들을 대상으로 중등도의 높은 이산화탄소혈증을 목표로 하는 인공호흡 전략과 정상 수준의 이산화탄소혈증을 목표로 하는 전략을 비교한 연구들에서는, 중등도 높은 이산화탄소혈증 목표가 생존율이나 신경학적 양호한 생존율 면에서 명확한 이점을 보이지 않았다.[27,30,31] 병원 퇴원 시 생존율, 6개월 시점 생존율, 그리고 6개월 시점의 신경학적 양호한 생존율 모두에서 두 그룹 간에 유의미한 차이가 없었다. 따라서, 이산화탄소혈증 목표 설정에서 특정한 목표 전략 간의 임상적 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다.

국내 권고 사항

혈중 산소 목표

- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인의 저산소혈증을 피하는 것을 강하게 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인의 산소포화도 또는 동맥혈 산소분압을 정확하게 측정할 수 있을 때까지 100% 산소를 투여하는 것을 강하게 권고한다(병원 전 단계[강한 권고, 중간 확신도] / 병원 단계[강한 권고, 낮은 확신도]).
- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인의 고산소혈증을 피하기 위해 동맥혈 산소포화도를 94–98%로 유지할 수 있도록 흡입산소농도를 조절할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).

혈중 이산화탄소 목표

- 심장정지 후 자발순환을 회복한 성인에게 동맥혈 이산화탄소 분압을 정상 범위인 35–45 mmHg로 유지할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).

4. 순환 유지

1) 순환회복 후 혈역학적 목표

2020년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 자발순환회복 후 저혈압(수축기 혈압 90mmHg 이하 또는 평균 동맥압 65mmHg 이하)은 신속하게 교정하고 수축기 혈압을 100mmHg 이상 유지할 것을 권고한 바 있다.[32] 2021년 발표된 유럽 심폐소생술 협회 가이드라인에서도 같은 권고를 하고 있으며,[33] 이는 후향적 관찰 연구와 3개의 파일럿 시험 결과를 토대로 하고 있다.[34-36]

이후 발표된 연구들 중 1,000명 이상의 환자들을 포함하여 표준 치료를 통하여 평균 동맥압을 60-65mmHg 이상 유지한 군과 목표지향치료로 71mmHg 이상으로 유지시킨 군을 비교했던 4개의 연구 결과를 바탕으로 시행한 메타 분석 결과가 2024년에 발표되었다.[37] 높은 평균 동맥압을 유지시켰던 환자군에서 생존율이나 신경학적 회복의 개선이 이루어지지 않았으며, 심장정지 재발과 부정맥 발생 등의 위험 또한 낮추지 못하였다. 이 결과를 바탕으로 2024년 발표된 유럽소생위원회(ERC)에서 발표된 권고에서는 평균 동맥압을 60-65mmHg보다 더 높게 유지하는 것에 대한 근거가 낮다고 판단하였다.

이와 별개로 최근 미국심장협회(AHA)와 신경중환자학회에서 발표한 학회 성명에서 심장정지 환자의 자발순환회복 후 평균 동맥압을 80mmHg 이상 유지할 것을 권고하였다. 이는 생리학적으로 심장정지 후에는 뇌내압력이 올라가므로 평균 동맥압 60-65mmHg로 적절한 대뇌관류를 유지할 수 없기 때문이다. 그러나 아직 심장정지 환자의 뇌압에 관한 측정 데이터가 충분하지 않아 어느 정도의 평균 동맥압이 유지되어야 충분한 대뇌관류가 유지되는지에 대한 구체적인 수치를 제시하기는 힘든 실정이다.

작은 규모의 관찰 연구와 후향적 연구에서 뇌 산소 포화도와 압력을 측정하여 자가 조절 능력(cerebral autoregulation)의 소실 여부에 따른 적절한 평균 동맥압에 관한 환자 맞춤형 접근을 시도하였다. 자가 조절 능력이 남아 있는 환자군에서는 85mmHg 이상이, 조절 능력이 남아 있지 않은 환자군에서는 100mmHg 이상의 평균 동맥압이 유지되어야 한다고 발표하였다.[38] 다른 소규모 관찰 연구에서는 평균 동맥압이 두 군 모두에서 89mmHg 이상 유지할 것을 주장하였다.[39] 하지만 아직까지 자가 조절 능력 여부를 바탕으로 한 평균 동맥압 설정이 신경학적 회복에 어떠한 직접적인 영향을 줄 수 있는지에 관한 전향적인 연구 결과는 없다. 뇌 조직 산소 포화도와 경두개 도플러 초음파를 활용하여 개별화된 맞춤 치료를 시도하려는 연구도 진행 중이나 아직까지는 기술과 결과 해석이 시술자의 영향을 많이 받고, 연속적인 측정보다는 특정 시점의 데이터만 획득할 수 있다는 단점을 가지고 있어 임상 현장에 폭넓게 적용되기에는 한계가 있다.[40,41]

이와 같은 근거를 바탕으로 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 병원 밖 심장정지 후 자발순환회복이 이루어진 성인 환자를 대상으로 저혈압을 피하고 목표 평균 동맥압을 60-65mmHg 이상 유지할 것을 제안한다. 특정환자군, 예를 들어 만성 고혈압이 있는 환자나 말초 저관류 소견이 보이는 환자(무뇨, 지속적으로 높은 전산 수치)에게는 더 높은 평균 동맥압이 필요할 수 있다.

국내 권고 사항

- 병원 밖 심장정지 환자에게 평균 동맥압을 최소 60-65mmHg로 유지할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
- 병원 내 심장정지 환자에게 평균 동맥압을 최소 60-65mmHg로 유지할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).

5. 관상동맥조영술

과거 주요 연구에서 병원 밖 심장정지 환자에 대한 심장혈관조영술을 유의한 심장혈관 병변은 40-60%의 환자에게 관찰되었으며,[42-45] 해당 연구에서 심장혈관에 대한 재관류 치료를 받는 환자의 비율은 30-40%에 이른다. 이는 상당수의 병원 밖 심장정지가 심장혈관의 이상으로 발생할 수 있음을 시사하며, 이에 따라 병원 밖 심장정지 환자에게 심장혈관조영술을 시행하는 적응증이나 시기에 대한 논란이 있어 왔다.

2020년 발표된 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 심장정지에서 회복한 성인 환자에게 ST 분절의 상승이 관찰되거나, ST 분절의 상승이 없더라도 혈역학적 또는 전기적인 불안정성이 있는 경우 응급심장혈관조영술을 권고하였다.[32] 반면에 ST분절의 상승이 없으며 혈역학적으로 안정된 경우는 응급심장혈관조영술을 시행하기보다는 신경학적인 회복 이후 심장혈관조영술을 시행할 것을 권고한 바 있다. 2021년 발표된 유럽 심폐소생술 가이드라인에서도 같은 권고를 하고 있으며[33] 이러한 권고는 당시까지 발표되었던 제한된 숫자의 전향적 무작위대조연구 및 관찰 연구를 근거로 하였다.

병원 밖 심장정지가 있었던 성인 환자가 자발순환회복 후 심장혈관조영술을 즉시(immediate or early) 시행하는 것과 지연하여 시행하는 것을 비교한 전향적 무작위대조연구는 2019년 COACT[46] 연구를 시작으로 하여 DISCO pilot[47] (2019), PEARL[42] (2020), TOMAHAWK[45] (2021), EMERGE[44] (2022), COUPE[48] (2023) 연구까지 그 결과가 발표되었다. 언급된 연구들은 모두 병원 밖 심장정지 회복 후 심전도 상 ST 분절 상승을 보이지 않는 환자를 대상으로 하였으며, 일부는 충격필요리듬인 환자만을 대상으로 하였지만(COACT), 나머지 연구는 충격필요 또는 충격불필요리듬을 가진 모든 환자를 대상으로 하였다. 또한 일부 연구는 환자 모집 기준에서

환자의 의식 상태를 명시하지 않았으나(TOMAHAWK, EMERGE) 두 연구 모두 모집된 환자의 글래스고 혼수척도의 중위값은 3점으로, 대부분의 환자들이 무반응 상태였을 것으로 생각된다.

위에 언급된 모든 연구 및 이들 연구의 1년 추적 관찰의 결과[43,49]들은 해당 환자군, 즉 자발순환회복 후 ST 분절 상승이 없는 무반응의 성인 환자에게 심장정지 시 리듬에 관계없이 즉시 심장혈관조영술을 시행하는 것이 단기 예후(원내 또는 30일 사망률, 뇌활동수행척도) 및 중장기 예후(90일, 180일, 1년)의 개선에 이점이 없음을 보여 주었으며, 이는 이들 연구를 기반으로 수행된 메타 분석에서도 확인 되었다.[50]

이와 같은 근거를 바탕으로 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 병원 밖 심장정지 후 자발순환회복이 이루어진 ST 분절의 상승을 보이지 않는 무반응의 성인 환자에 대한 심장혈관조영술을 일률적으로 조기에 시행하는 것은 권고하지 않으며 심장혈관조영술의 시점은 유동적일 수 있으나 안정 후 또는 신경학적 회복 후 시행하는 것을 제안한다. 하지만 자발순환회복 직후 ST 분절의 상승이 없더라도 새롭게 ST 분절의 상승 또는 이에 준하는 새롭게 발생한 좌각차단의 심전도 변화나, 심장성쇼크의 발생 및 진행, 반복되는 심실세동이나 심실성빈맥으로 인한 전기적 불안전성이 보일 때에는 심장혈관조영술을 고려하여야 하며, 이는 앞서 언급된 연구들의 환자 모집에서의 제외 기준이나 지연 심장혈관조영술군의 응급 심장혈관조영술 기준에 해당한다.

심장정지 후 자발순환회복이 이루어진 무반응의 성인환자에게 ST 분절의 상승 또는 심장성 쇼크의 근거가 있을 때, 심장혈관조영술의 시점에 대한 전향적 무작위대조연구의 결과는 현재까지 존재하지 않으며, 높은 확실성 정도를 갖는 관찰 연구 결과 역시 존재하지 않는다. 하지만 ST 분절 상승 급성심근경색이나 급성관상동맥증후군으로 인한 심장성쇼크에서 알려진 조기 혈관재개통의 중요성[51,52]을 고려할 때 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 심장정지 후 자발순환회복이 이루어진 무반응의 성인환자에게 ST 분절의 상승 또는 심장성 쇼크의 근거가 있을 때에는 응급 심장혈관조영술을 시행하는 것을 권고한다. 이는 최근 발표된 2025년 ACC/AHA 급성관상동맥증후군 가이드라인[53]에서 심장정지에서 회복 후 ST 분절 상승이 있는 경우 의식이 회복되거나 양호한 예후가 예상되는 무반응의 환자에게 일차경피관상동맥중재술(class 1, level B-NR)을, 그리고 심장성 쇼크가 동반된 경우 ST 분절 상승 유무에 관계없이 응급 혈관재개통을 권고(class 1, level B-R)하는 것과 맥락을 같이 한다.

결론적으로, 2025년 가이드라인에서도 과거의 권고 사항을 유지하여, 병원 밖 심장정지로부터 자발순환을 회복한 무반응의 성인 환자가 ST 분절의 상승을 보이지 않을 경우 일률적인 조기 심장혈관조영술을 시행하는 것을 권고하지 않는다. 단 ST 분절의 상승 또는 심장성 쇼크의 근거가 있을 때에는 응급 심장혈관조영술을 시행하는 것을 권고한다.

국내 권고 사항

- 심장정지 후 자발순환회복이 이루어진 ST 분절의 상승을 보이지 않는 무반응의 성인 환자에 대한 심장혈관조영술을 일률적으로 조기에 시행하는 것은 권고하지 않으며, 안정 후 또는 신경학적 회복 후 지연성으로 시행할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 자발순환회복이 이루어진 무반응의 성인환자에게 ST 분절의 상승 또는 심인성 쇼크의 근거가 있을 때에는 응급 심장조영술을 시행할 것을 권고한다(강한 권고, 낮은 확신도).

6. 목표체온조절치료

1) 체온 조절

자발순환회복 후 혼수인 심장정지 환자에서의 체온 조절에 대한 ILCOR의 최근 체계적 문헌 고찰에서 저체온 치료 여부, 체온 조절 시작 시기, 목표체온, 목표체온 유지기간, 목표체온유지치료 방법 및 재가온 속도 사이 생존율이나 신경학적 결과에 있어 차이가 없었다.[54] 이번 가이드라인에서는 ILCOR의 체계적 문헌 고찰 결과와 함께 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인의 권고 사항[32] 및 우리나라의 상황과 전문가 판단을 종합하여 권고 사항을 결정하였다.

(1) 목표체온유지치료

2020년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 자발순환회복 후 혼수인 성인 심장정지 환자에게 32-36도 사이의 목표 체온을 일정하게 유지하는 목표체온유지치료를 권고하였다.[32] ILCOR의 최근 체계적 문헌 고찰에서 정상 범위 미만의 목표 체온으로 하는 목표체온유지치료와 정상 범위의 목표 체온으로 하는 목표체온유지치료나 발열 예방 치료(체온을 지속적으로 감시하고, 정상 범위를 초과하는 체온을 적극적으로 예방하고 치료)를 비교한 임상 시험들을 분석한 결과, 생존율이나 신경학적 결과에 있어 저체온 치료와 정상체온 치료나 발열 예방 치료 사이에 차이가 없었다.[55-61] 이를 근거로 ILCOR는 심장정지로부터 자발순환을 회복한 후 혼수인 환자의 체온을 37.5°C 이하로 유지하는 것을 목표로 하는 발열 예방 치료를 제안하고 있다. 하지만, 우리나라 심장정지 환자들은 외국에서 실시된 주요 임상시험에 포함된 환자들과는 다른 심장정지 특성을 보인다는 점을 고려할 때, 우리나라 환자에게 목표체온유지치료가 생존율이나 신경학적 결과에 미치는 영향은 아직 알 수 없다. 목표체온유지치료가 신경학적 결과를 개선시킬 수 있음을 시사하는 개별 임상시험들과 체계적 문헌 고찰 결과가 존재한다는 점과[58,60-62] ILCOR의 발열 예방 치료 제안은 목표체온유지치료가 필요하지 않다는 인식을 줄 수 있다는 점을 고려해 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 자발순환회복 후 혼수인 성인 심장정지 환자에게 목표체온유지치료를 실시할 것을 권고한다. 다만, 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자가 저체온인 경우 정상 체온으로 가온하지 않는 것을 권장한다.

(가) 목표체온

2020년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 목표체온유지치료 시 32-36°C 사이의 목표체온을 사용할 것을 권고하였다.[32] ILCOR의 최근 체계적 문헌 고찰에서 임상 시험 결과들을 가지고 목표체온 33°C와 36°C 사이, 32°C와 34°C 사이, 33°C와 34°C 사이, 32°C와 33°C 사이, 31°C와 34°C 사이 생존율이나 신경학적 결과가 차이가 있는지 분석했는데,[63-67] 생존율이나 신경학적 결과가 어떤 목표체온 사이에서도 차이가 없었다. ILCOR의 체온을 37.5°C 이하로 유지하도록 하는 발열 예방 치료 제안과 함께 심장정지 환자의 목표체온유지치료에 대한 임상 시험들에서 사용된 목표체온 및 한국저체온치료학회 자료로 볼 때 우리나라에서는 32°C가 목표체온으로 사용되지 않는 점을 고려해 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 심장정지 환자에서 목표체온유지치료를 할 때 33-37.5°C 사이의 온도를 목표온도로 선택할 것을 권고한다. 초기 심장리듬이 충격불필요리듬인 경우 37°C보다 33°C를 목표체온으로 하는 것이 이득임을 시사한 임상 시험 연구가 있었다.[58] 정상 범위 미만의 목표체온을 사용하는 것이 이득이 되는 특정 심장정지 환자군이 있는지 불분명하지만, 충격불필요리듬인 병원 밖 심장정지 환자에게 목표체온유지치료를 하는 경우 33°C를 선택할 것을 제안한다.

결론적으로 33-37.5°C의 목표체온을 권고한 이유는 다음과 같다.

① HACA Trial, TTM Trial, TTM2 Trial, Hyperion Trial, TTH48 Trial 등 무작위대조연구에서 실험군 및 대조군으로 연구된 목표체온을 선택하였다.
② 냉각장치의 발달로 설정한 목표체온을 유지하기가 쉬워졌고, 32°C의 목표체온으로 무작위대조연구가 시행된 적이 없고, 한국저체온치료학회등의 국내 자료에서 32°C의 목표체온을 임상에 적용한 사례가 발견되지 않아 32°C의 목표체온은 삭제하였다.
③ 목표 체온 33°C로 이익을 얻을 수 있는 환자군이 불확실하지만 있을 수 있어서 전문가의 판단이나 연구 목적으로 33-37.5°C 중에서 선택하게 할 필요가 있다.
④ 위 내용들을 종합하였을 때 ILCOR 지침을 국내에 그대로 적용하기에는 부적절하다고 판단되어 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인을 업데이트하여 목표체온을 권고하였고, 권고등급과 근거 수준은 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인을 준용하였다.

(나) 목표체온 유지기간

ILCOR의 최근 체계적 문헌 고찰에서 임상 시험 결과들을 가지고 목표체온유지치료의 유지기간 사이 생존율이나 신경학적 결과가 차이가 있는지 분석한 결과 생존율이나 신경학적 결과에 있어 12-24시간과 36시간 사이 및 24시간과 48시간 사이에 차이가 없었다.[68,69] 목표체온유지치료를 최소 24시간 유지할 것을 권장한 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인과 동일하게 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서도 최소 24시간 목표체온을 유지할 것을 제안한다.

(다) 목표체온유지치료 방법

ILCOR의 최근 체계적 문헌 고찰에서 임상 시험 결과들을 통해 혈관 내 냉각 카테터를 이용한 온도 조절과 표면 온도 조절 사이 생존율이나 신경학적 결과의 차이가 존재하는지를 분석한 결과, 생존율이나 신경학적 결과에 있어 두 방법 간 차이가 없었다.[70-72] 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자에게 목표온도유지치료를 하는 경우 표면 온도 조절이나 혈관 내 냉각 카테터를 이용한 온도 조절의 사용을 제안하며, 온도 조절 장치를 사용하는 경우 중심 체온을 지속적으로 일정하게 유지할 수 있는 온도 피드백 시스템을 갖춘 장치 사용을 권장한다.

(라) 재가온 속도

2020년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 적정 재가온 속도에 관한 연구가 부족해 이전 임상 시험에서 적용된 시간당 0.25-0.5℃의 속도를 적용할 것을 제안하였다.[32] 병원 밖 심장정지 환자를 대상으로 시간당 0.25℃와 시간당 0.5℃의 재가온 속도를 비교한 임상 시험에서 두 속도 간 90일째 생존과 양호한 신경학적 결과에 차이가 없었다.[73] 적정 재가온 속도를 알기 위해서는 여전히 추가 연구가 필요하다.

(마) 목표체온유지치료 후 발열 예방 기간

789명의 성인 병원 밖 심장정지 환자를 대상으로 24시간 동안 36°C로 체온을 조절한 다음 48시간 동안 또는 의식 회복까지(총 72시간) 37°C를 목표로 체온을 조절하는 치료와 24시간 동안 36°C로 체온을 조절한 다음 12시간 동안 또는 의식 회복까지(총 36시간) 37°C를 목표로 체온을 조절하는 치료를 비교한 임상 시험에서 두 치료 사이에 90일 생존과 양호한 신경학적 결과에 있어 차이가 없었다.[74] 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 혼수상태가 지속되는 심장정지 환자의 경우 36-72시간 동안 발열을 적극적으로 예방하는 것을 권장한다.

(바) 병원 전 냉각

ILCOR의 최근 체계적 문헌 고찰에서 임상 시험 결과들을 통해 병원 전 냉각을 하는 것과 하지 않는 것 사이 생존율이나 신경학적 결과가 차이가 있는지 분석한 결과 병원 전 냉각이 생존율이나 신경학적 결과에 영향을 미치지 않았다.[75-84] 현재까지 병원 전 냉각이 심장정지 환자의 예후를 개선시킨다는 증거는 없으며, 병원 전 환경에서 냉각을 위해 다량의 차가운 수액을 빠르게 주입하는 것은 자발순환회복을 저해하거나 심장정지 재발 위험을 증가시킬 수 있음을 시사하는 연구들이 있다.[77,78] 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인에서는 병원 도착 전 대량의 차가운 수액을 정맥투여하여 냉각하는 것의 일상적인 사용은 권고하지 않는다.

국내 권고 사항

- 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자에게 목표체온유지치료를 시행할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).
- 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자에게 33-37.5˚C 사이의 목표온도를 권고하고(강한 권고, 중간 확신도), 최소 24시간 일정하게 유지할 것을 제안한다(약한 권고, 중간 확신도).
- 32-34˚C를 목표로 하는 것이 이득이 되는 심장정지 환자 하위집단은 불분명하지만, 충격불필요리듬인 병원 밖 심장정지 환자에게 33˚C 목표체온유지치료를 시행할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자가 저체온인 경우 정상 체온으로 가온하지 않는 것을 제안한다(보편타당한 권고).
- 심장정지로부터 자발순환회복 후 병원 도착 전 대량의 차가운 수액을 정맥투여하여 냉각하는 것의 일상적인 사용은 권고하지 않는다(강한 권고, 중간 확신도).
- 심장정지로부터 자발순환회복 후 혼수인 환자의 체온을 조절하는 경우 표면 또는 혈관내 체온 조절 방법의 사용을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 냉각장치를 사용하는 경우 목표온도를 유지하기 위해 지속적인 온도 모니터링을 기반으로 하는 피드백 시스템을 포함하는 온도 조절 장치를 사용하는 것을 권고한다(보편타당한 권고).
- 혼수상태가 지속되는 심장정지 환자의 경우 36-72시간 동안 발열을 적극적으로 예방하는 것을 권장한다(전문가합의 권고).

7. 기타 중환자 치료

1) 혈당 조절

자발순환을 회복한 병원 밖 심장정지 환자에게 고혈당은 매우 흔히 관찰된다. 또한, 환자의 사망률과 나쁜 신경학적 예후와 연관이 있는 것으로 알려져 있다. 고혈당을 조절하는 가장 좋은 방법은 인슐린의 지속적인 주입이다. 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인 이후 심장정지 후 혈당 조절에 관련한 연구는 없었다. 따라서, 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인 지침을 유지한다.

국내 권고 사항

- 자발순환이 회복된 환자의 혈당을 144-180 mg/dL의 목표 범위로 적용할 것을 제안한다(약한 권고, 중간 확신도).
- 저혈당이 발생하면 즉시 포도당액으로 교정할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).

2) 발작 조절

심장정지 후 혼수 환자의 발작, 비발작성 경련지속증(nonconvulsive status epilepticus), 그리고 기타 유사발작은 대략 20-30% 정도 발생한다.[85] 발작은 임상적 경련으로 관찰되거나 뇌파(EEG)에서 관찰될 수 있다. 미국 임상신경생리 학회(American Clinical Neurophysiology Society)는 2021년 가능한 또는 확실한 전기적 발작 활동(electrographic seizure activity)에 대한 표준화된 기준을 발표하였다.[86] 전기적 발작 활동은 전기적 발작(electrographic seizure), 전기적 간질 지속 상태(electrographic status epilepticus), 전기 임상적 발작(electroclinical seizure), 전기 임상적 간질 지속 상태(electroclinical status epilepticus)로 구분하여 정의하였다. 향후 소생 후 증후군 환자의 발작에 대한 연구는 이 정의를 따르도록 권고한다.

심장정지 후 혼수 환자의 발작을 치료하는 데 특정 항경련제나 항경련제들의 혼합이 효과적이라는 근거는 아직 없다. 그러나 지속적이고 치료에 반응하지 않는 발작은 뇌대사율(cerebral metabolic rate)을 증가시켜 이차적인 뇌 손상과 연관이 있는 것으로 알려져 있으므로, 심장정지 후 발작이 발생할 때도 적극적으로 치료하여 이차 뇌 손상이 발생하지 않도록 하는 것을 권고한다. 발작이 발생하거나 의심될 때는 뇌파검사를 시행한다. 또한, 심장정지 후 혼수 환자에게 비발작성 경련 발생률이 높고, 진정 치료나 목표체온유지치료 시행 중에 근이완제 등을 사용하기 때문에 환자의 발작 여부를 임상적으로 확인하기 어려운 경우가 많으므로 지속 뇌파검사를 사용하여 감시하는 것을 권고한다.

발작을 조절하기 위해 일반적으로 사용하는 항경련제를 신속 주사하는데, 포스페니토인, 발프로산 나트륨, 레비티라세탐 등이 사용될 수 있다. 프로포폴, 또는 미다졸람과 같은 진정제 역시 심장정지 후 발작 파를 억제하는 데에 효과가 있다. 특정 환자군에서 티오펜탈, 페노바비탈 같은 약제가 고려될 수 있다. 임상적 발작을 치료하는 무작위대조연구는 아직까지 없다.

한 무작위대조연구에서 심장정지 후 혼수상태의 환자에게서 뇌파검사 상 율동주기패턴(rhythmic and periodic patterns, RPP)이 보이는 경우 항발작약 치료군과 치료하지 않은 대조군을 비교하였을 때, 3개월간 양호한 신경학적 예후에 차이가 없음을 낮은 근거 수준으로 보여주었다. 또한 생존율에서도 차이가 없었다.[87] 하지만, 심장정지 후 혼수환자에게 율동주기패턴은 손상의 지표인지, 치료로 개선이 가능한 소견인지 아직 불분명하나, 발작-발작사이연속체와 관련된 발작은 2차 뇌손상 위험으로 치료가 권장된다. 몇몇 관찰 연구에서 간질 지속상태 환자 중 4-44%의 환자에게 좋은 신경학적 예후를 보였다고 보고하였다.[88-91] 이 환자들은 대부분 여러 가지 항경련제가 투여되었고, 뒤늦게 의식을 회복하였다. 따라서, 임상적 소견이나 뇌파에서 발작 또는 간질 지속 상태가 관찰될 경우 여러가지 항경련제를 사용하여 적극적으로 치료할 필요가 있다.

2020년 한국 심폐소생술 가이드라인 이후 심장정지 후 발작 예방에 관련한 연구는 없었다. 따라서, 기존 근거대로 심장정지 후 뇌전증발작 예방을 목적으로 하는 항발작약 투여는 이득이 없으므로 권고하지 않는다.

국내 권고 사항

- 심장정지 후 소생된 성인에게 예방을 목적으로 항발작약 사용을 하지 않을 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 소생된 성인에게 나타나는 임상적으로 명확한 발작 또는 뇌파발작에 대해 치료를 제안한다(전문가합의 권고).
- 심장정지 후 소생된 혼수상태인 성인에게 뇌파검사 상 발작-발작사이연속체(ictal-interictal continuum)에 해당하는 율동주기패턴(rhythmic and periodic pattern)에 대한 치료를 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).

3) 진정 요법

자발순환회복 직후에는 기계환기를 유지해야 할 경우가 많으므로, 일시적 또는 지속적으로 진정제나 진통제를 주사하게 된다. 또한, 목표체온유지치료를 하는 동안에는 진정요법을 하여 떨림을 예방하거나 감소시킴으로써 목표체온에 도달하는 시간을 줄일 수 있다. 이러한 경우에는 적절한 진정 정도를 평가하고(ex. Richmond Agitation Sedation Scale, RASS) 유지하기 위한 진정 프로토콜을 사용하는 것이 도움이 된다.

프로포폴, 프리세덱스, 레미펜타닐과 같은 단기작용 약물은 신경학적 상태 평가와 예후 판정을 믿을 수 있도록 한다. 한 무작위대조연구에서 프로포폴, 레미펜타닐 동시 사용과 미다졸람, 펜타닐 동시 사용을 비교하였다. 프로포폴, 레미펜타닐 사용군에서 깨어나는 데 걸리는 시간이 더 짧았으나 노르에피네프린 요구량이 더 많았다.[92] 이러한 연구 결과는 여러 관찰 연구에서 비슷하게 보고되었다. 따라서, 작용 기간이 짧은 약물로 진정효과와 진통효과를 유지하는 것이 권고된다.

한 체계적 문헌 고찰에서 예방적 신경근 차단제 지속적 주입이 신경근 차단제를 사용하지 않은 환자보다 생존율이 높다고 보고하였으나, 대부분 후향적 연구라는 제한점이 있다.[93] 따라서, 예방적 신경근 차단제의 일상적 사용은 권고하지 않는다.

4) 예방적 항생제 사용

소생 후 증후군 환자의 대부분은 흡인의 위험성이 높고 기계환기 관련 폐렴이 발생할 가능성이 높아 기관에 따라 예방적 항생제를 일상적으로 사용하기도 한다. 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인에서 몇몇 무작위대조연구와 관찰 연구를 분석하여 예방적 항생제의 일상적 사용은 권고하지 않은 바 있다. 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인 이후 심장정지 후 예방적 항생제와 관련한 연구는 없었다. 따라서 2020년 한국 심폐소생술 가이드라인 지침을 유지한다.

국내 권고 사항

- 심장정지 후 혼수상태인 환자에게 예방적 항생제의 일상적 사용을 권고하지 않는다(약한 권고, 중간 확신도).

5) 스테로이드

심장정지 후 자발순환이 되면 체내에서 전신 허혈-재관류 손상, 심근 기능부전, 전신 염증 반응 등이 발생하며, 이로 인한 다장기 부전과 신경학적 손상이 이차적으로 발생한다. 스테로이드는 이러한 병태생리에 대응하는 약제로, 항염증 작용, 혈역학 안정화, 부신 기능 대체 등의 효과가 기대되어 다양한 임상시험이 수행되었다.

자발순환회복 후 혼수 상태에 있는 성인 환자를 대상으로 스테로이드의 유용성을 평가한 연구 결과는 다음과 같다. 2009년 그리스의 단일 연구기관에서 병원 내 심장정지 환자에 대해 심폐소생술 중 바소프레신과 메틸프레드니솔론, 에피네프린을 투약하고 자발순환회복 후 하이드로코르티손을 지속 투약한 군과 위약군의 생존퇴원율을 비교하였을 때 유의하게 치료결과의 향상이 확인되었고(19% vs. 4%, 상대 위험도, 4.87; 95% 신뢰구간 1.17-13.79),[94] 이후 수행한 그리스의 다기관 연구에서도 유의하게 생존율이 개선(13.9% vs. 5.1%, 상대위험도 2.94; 95% 신뢰구간 1.16-6.50) 되었다.[95] 그러나 병원 내 및 병원 밖 심장정지 후 쇼크 상태인 환자들을 대상으로 하이드로코르티손을 지속 투약한 미국의 무작위대조연구에서는 스테로이드 투여의 이점은 없었다.[96] 상기 세 무작위대조연구의 병원 내 심장정지 환자를 대상으로 메타 분석을 시행하였을 때 자발순환회복에서는 유의한 향상률(위험비, 2.09, 95% 신뢰구간 1.54-2.84)을 보였으나, 생존율이나 신경학적 예후의 개선은 관찰되지 않았다.[97] 이후 그리스의 두 기관에서 심폐소생술 중 메틸프레드니솔론 투약을 시작하여 자발순환회복 후 혈관수축제가 필요한 병원 내 심장정지 환자들을 대상으로 저용량 하이드로코르티손을 사용하는 이중맹검 무작위대조연구(CORTICA trial)을 시행하였고, 시험군과 대조군의 치료 결과에서 양 군간 유의한 차이가 없었다.[98]

결론적으로 현재까지 밝혀진 임상 시험 결과를 토대로 심장정지로 인해 혼수 상태에 빠진 생존자들에게 스테로이드를 권장할 만한 충분한 증거가 없어, 심장정지로 인해 혼수 상태에 빠진 생존자들에게 무분별한 스테로이드 사용을 권장하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도). 그러나 현재 진행 중인 임상 연구들(VAST-A: NCT05139849, HYVAPRESS: NCT04591990, DANOCHA: NCT05895838)의 결과를 주시할 필요가 있다.

국내 권고 사항

- 심장정지 후 혼수상태인 환자에게 스테로이드의 일상적 사용을 권고하지 않는다(약한 권고, 낮은 확신도).

8. 나쁜 신경학적 예후 예측

자발순환을 회복한 병원 밖 심장정지 환자의 2/3은 저산소성/허혈성 뇌손상(hypoxic-ischemic brain injury, HIBI)으로 사망한다. HIBI의 직접적인 결과인 비가역적 뇌손상, 즉 뇌사로 사망하는 경우가 일부 있으나 대부분은 HIBI로 인해 나쁜 신경학적 예후가 예측되어 생명 유지 치료 중단(withdrawal of life sustaining treatment, WLST)으로 사망한다. 따라서, 정확한 신경학적 예후 예측은 소생 가능한 환자에 대한 부적절한 치료 중단을 방지하고, 소생 가능성이 없는 환자에 대한 불필요한 치료를 줄이기 위해 중요하다. 2025년 가이드라인에서는 다음과 같은 신경학적 예후 예측 과정으로 접근할 것을 제안한다.

1) 신경학적 진찰

(1) 동공 반사(pupillary light reflex, PLR)

동공 반사는 환자의 침상에서 누구나 쉽게 행할 수 있는 장점이 있으나 진정제, 근이완제등 약물의 영향을 받는다는 단점이 있다. 자발순환회복 직후, 자발순환회복 후 24시간째 동공 반사의 부재는 나쁜 신경학적 예후를 예측하는 특이도가 낮아 권고되지 않는다. 대부분의 관찰 연구에서 72시간째 동공 반사의 부재는 100% 또는 100%에 가까운 특이도를 보고하고 있어 신경학적 예후 예측 도구로 사용될 수 있음을 권고한다.[99-126]

(2) 동공 측정법(pupillometry)

빛에 대한 자동 동공 반사 평가(PLR)는 동공 크기 감소의 백분율(qPLR)과 동공 크기, 수축 비율, 수축 속도 및 지연 시간과 같은 여러 변수를 기반으로 하는 신경학적 동공 지수(NPi)의 두 가지 변수를 측정하여 이루어진다.

(3) 자동 동공 측정법: qPLR

여러 관찰 연구에서 정량적 동공 빛 반사의 신경학적 예후 예측에 관해 보고하였다.[104,109,127-129] 24시간 내 qPLR이 0%에서 13%인 경우 3개월에서 12개월 후에 나쁜 신경학적 예후 예측은 특이도 77.8% - 98.9%, 민감도 17% - 66%로 보고되었다.[104,109,127] 48시간 내 qPLR이 0%에서 13%인 경우 3개월에서 12개월 후에 나쁜 신경학적 예후를 예측은 특이도 95.7% - 100%, 민감도 18.1% - 58.5%로 보고되었다.[104,109,127] 72시간 내 qPLR이 0%인 경우 3개월 후에 나쁜 신경학적 예후를 예측했으며, 특이도 100%, 민감도 4.9%로 보고되었다.[109] 또 다른 두 개의 관찰 연구에서[128,129] 내원 1일에서 3일 사이의 qPLR이 90일째 나쁜 신경학적 예후를 예측했으며, 특이도 100%, 민감도 19% - 28%로 보고되었다.

(4) 자동 동공계측: NPi

여러 관찰 연구에서 신경학적 동공 지수(NPi)의 신경학적 예후 예측에 관해 보고하였다.[109,128-132] 24시간 내 NPi가 0에서 2.40인 경우 병원 퇴원 시부터 3개월 후까지 나쁜 신경학적 예후를 예측했으며, 특이도 100%, 민감도 22% - 43.9%로 보고되었다. [109,130,131] 48시간 내 NPi≤2인 경우 3개월 후에 나쁜 신경학적 예후를 예측했으며, 특이도 100%, 민감도 18.8%로 보고되었다.[109] 72시간 내 NPi≤2인 경우 3개월 후에 나쁜 신경학적 예후를 예측했으며, 특이도 100%, 민감도 16.9%로 보고되었다.[109] 또 다른 세 개의 관찰 연구에서 내원 1일에서 3일 사이의 NPi가 90일에서 3개월 사이의 나쁜 신경학적 예후를 예측했으며, 특이도 100%, 민감도 9% - 17%로 보고되었다.[128,129,132]

(5) 운동 반응(motor response)

통증의 부재 또는 신전 반응(글래스고 혼수척도에서 운동반응 1, 2점)은 나쁜 신경학적 예후와 연관이 있다. 하지만, 특이도가 너무 낮고, 자발순환회복 96시간째에서도 100%로 나쁜 신경학적 예후를 예측하지 못한다. 또한, 신경근차단제에 영향을 받는다는 단점이 있어 예후 예측 도구로 사용하는 것을 권고하지 않는다.

(6) 각막 반사(corneal reflex)

각막 반사는 동공 반사와 마찬가지로 환자의 침상에서 누구나 쉽게 행할 수 있는 장점이 있으나, 진정제, 근이완제등 약물의 영향을 받는다는 단점이 있다. 자발순환회복 직후, 자발순환회복 후 24시간째 각막반사의 부재는 나쁜 신경학적 예후를 예측하는 특이도가 낮아 권고되지 않는다. 대부분의 관찰 연구에서 72시간째 각막 반사의 부재는 100%에 가까운 특이도를 보고하고 있으므로, 신경학적 예후 예측 도구로 사용할 것을 권고한다.[99,100,102,104,105,110-112,115-118,120,121,123-126]

(7) 근간대경련(myoclonus)

근간대경련은 근육의 수축이나 억제로 인해 발생하는 갑작스럽고 짧고 비자발적인 움직임이며 국소적, 다발적 또는 전신적으로 나타날 수 있다. 대부분의 관찰 연구에서 자발순환회복 후 96시간 안에 근간대경련이 나타날 경우 나쁜 신경학적 예후를 보였으나 위양성률이 최대 22%까지 보고되었다는 단점이 있다.[100,107,111,117,125,133-136] 또한, 근간대경련의 정의가 제시되지 않았거나, 서로 다른 정의를 연구마다 사용했다는 단점이 있다. 의식을 회복한 환자에게 자발적 움직임에 촉발되는 행동성 근간대경련(action myoclonus)이 만성적으로 나타날 수 있는데 이를 Lance-Adams syndrome이라 한다. 임상적으로 근간대경련이 나타날 경우 이는 전기적 발작과 연관될 수도 있고, 그렇지 않을 수도 있다. 따라서, 뇌파 기록이 필요하다.

(8) 지속 근간대경련(status myoclonus)

지속 근간대경련은 지속적이고 전신적인 근간대경련이 30분 이상 지속될 때로 정의된다. 72시간 내에 지속 근간대경련의 존재는 병원 퇴원 시부터 6개월 후까지 나쁜 신경학적 예후를 예측했으며, 특이도 94-100%, 민감도 30.6-56.0%로 보고되었다.[102,137,138]

국내 권고 사항

- 심장정지 후 혼수 환자의 자발순환회복 72시간 이후에 신경학적 예후를 예측하기 위해 양측 동공반사 소실을 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 환자의 자발순환회복 72시간 이후에 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 양측 각막반사 소실을 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 환자의 자발순환회복 후 72시간 이후에 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 정량적 동공 측정법(quantitative pupillometry)을 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태인 환자의 신경학적 결과를 예측하기 위해 자발순환회복 후 96시간 이내에 다른 검사와 함께 근간대경련 또는 근간대경련 지속상태를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 또한, 관련된 뇌전증양 활동(epileptiform discharges)을 찾기 위해 근간대경련이 있으면 뇌파 기록을 할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

2) 전기생리학적 검사

전기생리학적 검사는 심장정지 후 혼수상태에 있는 성인 환자의 나쁜 신경학적 예후를 높은 특이도로 예측할 수 있는 도구이다. 그러나 검사의 품질과 사용된 용어의 정의, 진정제의 사용, 평가자에 따른 판독의 다양성 등이 예후 예측에 영향을 미칠 수 있다. 단일 검사만으로 위양성을 완전히 배제할 수 없으므로, 다각적 접근(multimodal approach)을 통해 신경학적 예후를 평가할 것을 권고한다.

(1) 유발전위(evoked potential)

▶ **체성감각유발전위**: 정중신경에 전기자극을 가하면 상완신경총, 경수를 거쳐 20 msec 후에 대뇌의 감각피질에서 신호(N20)가 검출된다. 체성감각유발전위는 바르비투르염(barbiturate)에 의해 억제될 수 있지만, 일반적인 진정제 사용 시에는 유지된다.[139] N20의 양측성 소실은 측정 시기에 관계없이 높은 특이도를 갖는 신뢰할 만한 나쁜 예후 예측 인자이다.[99,109,117-119,121,140-150] 교란요인의 존재 가능성을 고려하여, 심장정지 후 24시간 이후 N20의 양측성 소실을 예후 예측의 도구로 사용할 것을 제안한다. N20의 양측 소실이 나쁜 예후에 위양성인 경우가 간간히 보고된다.[151] 체성감각유발전위의 판독에 대한 평가자 간 신뢰도는 중간에서 높음 수준이며,[152,153] 기록 품질이 중요하여 근육 움직임에 의한 간섭을 신경근육차단제를 통해 적절히 제거하는 것이 중요하다.[139,153] 낮은 진폭의 N20이 N20의 양측성 소실보다 높은 민감도와 유사한 특이도로 나쁜 예후를 예측할 수 있음이 보고되고 있으며,[145,154-159] 특이도 100%를 나타내는 N20의 진폭 임곗값은 0.5 μV으로 보고되었다. 그러나 다양한 임곗값이 제시되고 있으며, 측정 몽타주(montage)의 차이 및 진정제 투여의 효과 등을 고려할 때 낮은 진폭의 N20을 예후 예측인자로 권고하지 않는다.

(2) 뇌파

뇌파검사는 심장정지 후 뇌 기능과 예후를 평가하고 발작을 진단하는 데 중요한 검사 도구이다. 신경학적 예후 평가를 위한 뇌파의 주요 요소는 배경 활동(background activity), 중첩된 방전(superimposed discharge), 그리고 반응성(reactivity)이다. 이 중에서 배경의 연속성(continuity)이 예후에 가장 중요하며, 일반적으로 연속적(continuous, 배경파의 90% 이상에서 진폭 ≥ 20 μV), 불연속적(discontinuous, 배경파의 10-49%에서 감쇠[< 20 μV] 또는 억제[< 10 μV]), 돌발억제(50-99%에서 < 10 μV) 또는 억제(99% 이상 < 10 μV)로 분류된다.[160] 심장정지 직후 많은 환자의 경우 배경 뇌파가 억제되고, 불연속적이며 저주파인 경우가 많다.[161,162] 좋은 예후를 보이는 대부분의 환자는 첫 24시간 내에 연속적이고 정상 전압을 가진 뇌파로 회복되며, 회복 시점은 예후와 연관이 있다.[160,162-164] 진정제는 배경 뇌파의 연속성에 영향을 미치며, 용량 의존적으로 불연속적 또는 돌발억제 배경을 유도할 수 있다.[165,166]

(가) 배경 뇌파 패턴(background EEG pattern)

① 억제(suppression)

억제(< 10 μV) 또는 저전압(< 20 μV) 배경은 심장정지 이후 하루 동안 비교적 흔하게 나타난다.[86,162,163] 그러나 24시간이 지난 시점에서 배경 뇌파가 10 μV 미만으로 억제되어 있는 경우,

나쁜 예후를 나타내는 신뢰할 수 있는 지표로 간주되며, 위양성률은 0.4% (95% 신뢰구간 0.04-1.46%)이다.[146,167-171] 주기적 방전(periodic discharges)을 동반한 억제는 단순 억제보다 좀 더 나쁜 예후와 관련 있고 발생 시간에도 덜 민감하다. 숙련된 신경생리학자들 간에는 억제된 배경에 대한 평가자 간 일치도는 중간 정도이다.[169]

② 돌발억제(burst suppression)

돌발억제는 전체 뇌파의 50-99%가 억제 뇌파이고, 그 사이에 간헐적인 돌발파가 나타나는 패턴으로 정의된다.[86] 돌발억제는 나쁜 예후의 특이도가 높으며, 특히 24시간 이후 발생 시 더욱 불량한 예후를 시사한다.[101,170-172] 돌발파의 모양에 따라 뇌전증모양의 가능성이 높은 돌발(highly epileptiform bursts)이나 동일한 돌발(identical bursts)로 추가 정의될 수 있으며, 이러한 돌발억제 패턴은 다양한 형태의 돌발을 보이는 돌발억제보다 나쁜 예후에 더 특이적이며, 발생시간에도 덜 민감하다.[173] 돌발억제를 보였음에도 좋은 신경학적 예후를 보인 사례들이 보고되고 있으나, 이는 진정제의 영향이나 부적절한 판독에 기인했을 가능성이 있다.[162,169-171,174] 숙련된 신경생리학자들 간에는 돌발억제에 대해 높은 평가자 간 일치도가 보고되고 있다.[169]

③ 반응성(reactivity)

뇌파의 반응성이란 소리, 통증과 같은 외부 자극에 대해 뇌파의 진폭 또는 주파수가 유의하게 변화하는 것을 의미한다. 뇌파의 반응성에 대한 평가자 간 일치도는 상당히 다양하게 보고된다.[169,175] 반응성 평가법에 대한 국제적 합의안이 제안되어 있으나,[176] 불명확하거나 다양한 기준으로 적용되고 있으며, 제시된 예후 예측도 또한 연구들 간 상당한 차이를 보인다.[177,178] 심장정지 후 24시간 이내에 뇌파 반응성이 없는 경우 나쁜 예후에 대한 높은 민감도와 낮은 특이도(41.7-87.5%)를 가지며,[142,179-181] 24시간 이후에는 민감도는 여전히 높지만, 특이도는 50%에서 100% 사이로 다양하게 보고된다.[100,117,142,169,171,179,181-183]

(나) 중첩 패턴(superimposed patterns)

① 주기성 방전(periodic discharges)

주기성(periodic) 패턴이란 일정한 간격을 두고 방전(discharge)이 반복적으로 나타나는 파형이다.[86] 주기성 방전은 다양한 뇌파 배경 위에 중첩되어 나타날 수 있으며, 나쁜 예후와 관련될 수 있다. 전반적(generalized) 주기성 방전은 나쁜 예후의 지표이긴 하나, 특이도는 제한적이다.[167,170,171,182] 일반적으로, 주기성 방전이 나타나는 배경 뇌파의 상태가 신경학적 예후와 더 관련이 있어,[160] 연속적이고 반응성이 있는 배경에서 나타나는 주기성 방전은 불량한 예후의 지표로 사용해서는 안 된다.[164,184]

② 산발 뇌전증모양 방전(sporadic epileptiform discharges)

산발 뇌전증모양 방전은 뇌전증 환자에게 관찰되는 것과 유사한 예파(sharp waves)나 극파(spike)가 규칙성 없이 나타나는 것을 의미한다. 이러한 방전은 드물게 나타나거나 매우 빈번한 경우(abundant, 10초당 1회 이상)까지 다양한 빈도로 나타날 수 있다. 산발 뇌전증모양 방전은 일반적으로 나쁜 예후와 연관되지만, 특이도는 66.7-100%로 다양하게 보고되며,[177] 방전의 빈도나 횟수에 대한 보고도 부족하다.[146,167,169] 따라서, 신뢰할 만한 나쁜 예후의 지표는 아니다.

③ 뇌파발작(electrographic seizures)

미국 임상신경생리 학회(American Clinical Neurophysiology Society, ACNS)는 명확한 발작(unequivocal seizures)을 2.5 Hz 초과하는 뇌전증모양 방전(epileptiform discharges)이 10초 이상 지속되는 경우이거나, 10초 이상 지속되는 주파수, 형태, 또는 위치의 명확한 진화(definite evolution)를 보이는 경우로 정의한다.[86] 발생 시기와 관계없이 나쁜 예후 예측에 대해 낮은 민감도와 높은 특이도를 보이나, 연구마다 일관된 정의가 사용되지 않았으며, 뇌파 배경을 함께 고려하는 것이 중요하다.[133,167,169,171,182]

④ 뇌파뇌전증지속상태(electrographic status epilepticus)

2021년 ACNS 용어 업데이트에 따르면 뇌파뇌전증지속상태는 연속적으로 10분 이상 지속되거나, 60분 구간에서 20% 이상 유지되는 뇌파발작으로 정의된다. 여러 연구에서 뇌파뇌전증지속상태를 평가할 때 적용한 기준은 일관되지 않았으며, 일부 연구에서는 정의 자체를 명시하지 않았다.[90,102,106,164,179,182] 뇌전증지속상태는 심장정지 후 저산소성 허혈성 뇌손상과 연관되지만, 억제나 돌발억제만큼 특이적이거나 일관되지는 않는다.[88,90,91] 이는 문헌마다 불일치한 정의가 원인일 수 있다. 주기성 방전과 마찬가지로, 뇌파 배경이 연속적인지와 반응성이 있는지를 고려하는 것이 중요하다. 여러 관찰 연구에서 5일 이내의 뇌파뇌전증지속상태가 퇴원 후 6개월까지 불량한 신경학적 예후를 예측하는 것으로 나타났으며, 특이도 82.6-100%, 민감도 1.8-50%로 보고되었다.[90,102,106,164,179,182] 한 연구에서는 뇌파뇌전증지속상태가 불연속적(discontinuous) 또는 돌발 억제(burst suppression) 배경에서 발생한 경우에만 특이도가 100%였다.[90] 표준화된 분류가 부족하기 때문에, 예후 평가 시 뇌전증지속상태라는 용어를 사용하는 대신 ACNS 표준 용어에 따라 뇌파 배경, 중첩된 방전, 명확한 발작으로 구분할 것을 권고한다.[86]

⑤ 고도 악성 뇌파 패턴(highly malignant EEG pattern)

여러 관찰 연구에서 고도 악성 뇌파 패턴과 신경학적 예후와의 연관성에 대해 보고하였으며, 발생시기에 따라 조금씩 차이는 있으나 대략 특이도 90.6-100%로 보고되었다.[100,142,147,165,170,171,180,181] 하지만, 고도 악성 뇌파 패턴의 정의가 연구마다 다르게 적용되었다는 심각한 단점이 있었다.

Westhall은 미국 임상신경생리학회의 표준화된 뇌파 용어 체계에 따라 다음과 같은 분류를 제시하였고([그림 5-3]), 현재 여러 연구에 가장 흔하게 사용되고 있어 국내에서도 이 같은 사용을 제안한다.[171]

a) 고도 악성 뇌파 패턴(highly malignant EEG)
- 억제 배경 뇌파(suppressed background without discharges)
- 주기성 방전을 동반한 억제 배경 뇌파(suppressed background with continuous periodic discharges)
- 돌발억제 배경 뇌파(burst-suppression background with or without discharges)

b) 악성 뇌파 패턴(malignant EEG)
- 악성 주기성 또는 율동성 패턴(malignant periodic or rhythmic patterns: abundant periodic discharges; abundant rhythmic polyspike-/spike-/sharp-and-wave; unequivocal electrographic seizure)
- 악성 배경 뇌파(malignant background: discontinuous background; low-voltage background; reversed anterior-posterior gradient)
- 무반응성 뇌파(unreactive EEG: absence of background reactivity or only stimulus-induced discharges)

c) 양성 뇌파 패턴(benign EEG)
- 위에 언급된 악성 패턴이 없는 경우

[그림 5-3] 미국 임상신경생리학회의 표준화된 뇌파 용어 체계에 따른 고도 악성 뇌파 패턴(A, B, C)과 양성 뇌파 패턴(D).

(A) 방전이 동반되지 않은 억제 배경 뇌파(진폭 〈10 μV). (B) 주기성 방전을 동반한 억제 배경 뇌파. (C) 방전이 동반되지 않은 돌발억제 배경 뇌파(진폭 〈10 μV의 억제 구간이 전체 기록의 50% 초과). (D) 자극에 대한 반응성을 보이는 연속 정상 진폭 뇌파(〉20μV)

(3) 정량적 뇌파 지표(quantitative EEG-indices)

다양한 정량적 뇌파 지표들이 연구되었다.[185,186] 비록 근거는 제한적이지만, 적용 및 해석의 용이성 등을 고려하여, 진폭통합뇌파(amplitude-integrated EEG) 감시에서 36시간 이내에 연속 정상 진폭 패턴이 회복되지 않는 것을 다른 나쁜 예후 예측인자와 함께 예후 예측에 사용할 것을 제안한다.[164,187-189] 뇌파의 다양한 요소를 통합한 정량적 지표인 이중분광 지수(Bispectral Index, BIS)의 나쁜 예후 예측을 위한 임곗값과 특이도는 연구마다 큰 차이를 보여 예후 예측 도구로 권고하지 않는다.[190-192]

국내 권고 사항

- 심장정지 후 혼수 환자의 나쁜 예후를 예측하기 위해, 자발순환 이후 24시간 이상 경과한 시점에서 체성감각유발전위(SSEP)의 N20 양측 소실을 다른 예측인자들과 함께 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태 환자에게 나쁜 예후를 예측할 때, 뇌파 반응성(reactivity) 소실을 단독으로 사용하는 것은 권고되지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태인 성인 환자의 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 뇌파에서 억제 또는 주기성 방전을 동반한 억제를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태이며 진정제 투여가 중단된 성인 환자의 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 돌발 억제(burst suppression)를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수상태이며 진정제 투여가 중단된 성인 환자의 나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해 고도 악성(highly malignant) 뇌파 패턴을 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 진폭통합뇌파 감시에서 36시간 이내에 정상 파형이 발견되지 않음을 나쁜 예후를 예측하는 근거로 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

(4) 생물학적 표지자

신경세포(neurons)와 신경아교 세포(glial cell)가 손상될 때 방출되는 단백질 바이오마커는 혈액에서 측정할 수 있으며, 뇌 손상의 정도와 신경학적 결과와 상관관계를 보일 가능성이 높다. 신경 세포 특이적 바이오마커에는 NSE, NfL 및 타우 단백질이 포함되고, S-100B 및 신경아교 섬유 산성 단백(glial fibrillary acidic protein)은 성상세포(astrocyte)에서 유래한다. 바이오마커는 정량적 결과가 가능하고, 샘플링 및 해석이 상대적으로 용이하며, 진정제로부터 영향을 받지 않는다는 장점이 있다. 한편, 임상적 유효성이 떨어지고, 분석 방법이 아직 표준화되지 않았다는 단점이 있다.

① 신경특이에놀라아제(NSE)

바이오마커 중 NSE가 가장 광범위하게 연구되었다.[137,193-209] 특정 시점에서 특정 임곗값 이상의 NSE를 예후 예측에 사용하거나 24시간 NSE 대비 48시간 또는 72시간째에 감소하거나 증가하는 양상을 예후 예측에 사용할 수 있다. 2021년 ERC/ESICM 가이드라인에서 48시간 또는 72시간에 NSE값 60㎍/L을 임곗값으로 제안한 바 있다.[33] 이를 검증한 연구에서, 자발순환회복 후 72시간째 GCS-M score 1-3인 환자 660명을 대상으로 분석한 결과 NSE 〉 60㎍/L은 100% 특이도로 불량한 신경학적 예후를 예측하였다.[210] 하지만, 아직까지 나쁜 예후를 예측할 수 있는 임곗값은 연구마다 다르게 보고되어, 명확히 제시할 수 없다. 따라서, NSE의 임곗값은 분석 방법을 고려하여 각 기관에서 설정함이 바람직하다.

좋은 신경학적 예후의 환자들은 24시간 이후 NSE가 감소하며 나쁜 신경학적 예후 환자들의 경우 48-72시간에 정점을 보이는 경향이 있다. 48-72시간에 비해 24시간째 NSE의 예후 예측력이 떨어진다고 알려져 있으나, 24시간째 NSE를 측정함으로써 48-72시간째 NSE의 변화 양상을 알 수 있고, 이를 예후 예측에 활용할 수 있다.

② S-100B 단백질

2020년 가이드라인 이후 2개의 연구에서 S-100B 단백질의 예후 예측 능력을 평가하였다.[193,211] 2개의 연구에서 임곗값이 다양하고, 민감도가 낮은 특징을 보였다. 또한, S-100B 단백질 단독 연구가 아니라 NSE 등 다른 바이오마커 연구에서 같이 조사된 연구이다. 결론적으로, S-100B는 NSE에 비해 예후 예측력이 우수하지 않고, 예측 모델을 제시하는 데 추가적인 이득이 없다. 따라서, 예후 예측 도구로 사용하는 것을 권고하지 않는다.

③ 신경아교 섬유 산성 단백(glial fibrillary acidic protein, GFAP)

2020년 한국 심폐소생술 가이드라인 이후 5개의 연구에서 심장정지 후 혼수 상태인 환자의 신경학적 예후를 예측하기 위해 자발순환회복으로부터 12시간에서 72시간 사이의 GFAP 농도를 측정하였다.[194,196,211-214] 이 연구들에서 높은 GFAP는 나쁜 신경학적 예후와 연관이 있었으며, 98-100%의 특이도를 보였다. 하지만, 임곗값이 매우 다양하다는 단점이 있다.

④ 혈청 타우 단백질(serum Tau protein)

2020년 한국 심폐소생술 가이드라인 이후 3개 연구에서 심장정지 후 혼수 상태인 환자의 신경학적 예후를 예측하기 위해 자발순환회복으로부터 12시간에서 72시간 사이의 혈청 타우 단백질 농도를 측정하였다.[194,211,213] GFAP와 마찬가지로, 높은 타우 단백질은 나쁜 신경학적 예후와 연관이 있었으며, 99-100%의 특이도를 보였으나 임곗값이 매우 다양하다는 단점이 있다.

⑤ 신경필라멘트 경쇄(neurofilament light chain, NfL)

새로운 바이오마커 중 가장 많은 관심을 받고 있고, 가장 많이 연구되어 2020년 가이드라인 이후 7개 연구에서 심장정지 후 혼수 상태인 환자의 신경학적 결과를 예측하기 위해 자발순환 회복으로부터 12시간에서 72시간 사이의 NfL 농도를 측정하였다.[203,206,211,214-217]

자발순환회복 후 12시간에 측정한 NfL은 병원 밖 심장정지 환자의 경우 90 pg/mL, 병원 내 심장정지 환자는 207 pg/mL의 임곗값으로 100% 특이도, 53% (95% CI, 48-59%) 및 29% (95% CI, 20-39%)의 민감도를 보였다.[216] 자발순환회복 후 24시간에 측정한 NfL은 242-609 pg/mL의 임곗값으로 100% 특이도, 54-66%의 민감도를 보였다.[206,211,214,215,217] 자발순환회복 후 48시간에 측정한 NfL은 330-4660 pg/mL의 임곗값으로 100% 특이도, 35-83%의 민감도를 보였다.[203,206,211,214-217] 자발순환회복 후 72시간에 측정한 NfL은 244-970 pg/mL의 임곗값으로 99-100% 특이도, 74-85%의 민감도를 보였다.[211,214,217]

⑥ 새로운 바이오마커(GFAP, NfL, Tau protein)

최근의 여러 관찰 연구들에서 새로운 바이오마커는 NSE와 비교하여 동등하거나 우수한 예후 예측력을 보였다. 특히 NfL의 경우, 일부 연구에서 곡선하면적(area under the curve, AUC) 0.9 이상을 보이기도 한다. 하지만, 전통적 바이오마커인 NSE에 비해 새로운 바이오마커인 NfL, GFAP, 타우단백질 등은 정상인에서 매우 극소량 존재하여 피코그램 단위의 단백질을 검출할 수 있는 분석 방법이 필요하다. 이에 최근 연구들에서는 단일분자어레이(single molecule array) 방법을 사용하였으나 이는 매우 비싸고 국내에서는 실험실 영역에서만 분석 가능하다는 단점이 있어 아직 임상에서 사용되기에는 제약이 있다. 이러한 이유로 본 가이드라인에서 새로운 바이오마커를 신경학적 예후 예측 도구로 권고하지 않는다.

국내 권고 사항

- 심장정지 후 혼수 상태인 성인 환자의 신경학적 예후 예측을 위해 자발순환회복 후 72시간 이내에 신경특이에놀라아제(NSE)를 다른 검사들과 결합하여 사용하도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 상태인 성인 환자의 신경학적 예후 예측을 위해 S-100B 단백질을 사용하지 않을 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 상태인 성인 환자의 불량한 신경학적 예후를 예측하기 위해 혈청 신경아교 섬유산성 단백(GFAP), 혈청 타우 단백질(Tau protein), 또는 신경필라멘트 경쇄 (NFL)을 사용하지 않을 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

(5) 신경영상검사

심장정지 후 자발순환회복(ROSC)에 성공한 환자에 대한 영상검사는 중추신경계 손상의 정도를 파악하고 향후 회복 가능성을 평가하는 데 유용한 보조 도구로 활용될 수 있다. 뇌 전산화단층촬영(CT)과 자기공명영상(MRI)은 각각 시점별로 다른 정보를 제공하며, 다양한 예후 인자들과 함께 통합적으로 해석해야 한다. 본 가이드라인은 국내 권고 사항과 근거 기반 문헌을 바탕으로 신경영상검사의 임상 적용 기준을 다음과 같이 제시한다.

① 좋은 신경학적 예후 예측을 위한 영상검사 활용

자발순환회복 후 72시간에서 7일 사이에 시행한 뇌 자기공명영상(brain magnetic resonance imaging)의 확산 강조영상(diffusion weighted image, DWI)에서 확산 제한(restricted diffusion)이 관찰되지 않는 경우, 좋은 신경학적 예후를 시사할 수 있다. 병변이 없거나 국한된 경우 양호한 회복 가능성을 고려할 수 있으며, 영상소견은 뇌파(EEG), 신경학적 진찰, 생화학적 지표와 함께 종합적으로 해석해야 한다.[99,218-220]

② 나쁜 신경학적 예후 예측을 위한 영상검사 활용

불량한 예후를 시사하는 영상소견에는 뇌 CT에서 회백질/백질 밀도비(grey matter to white matter ratio, GWR)의 현저한 감소, MRI의 DWI에서 광범위한 확산 제한, 그리고 확산계수(apparent diffusion coefficient, ADC) 정량 분석에서 저값 영역의 높은 부피 비율이 포함된다. [105,116,221-234]

GWR ≤1.23은 여러 연구에서 나쁜 예후(CPC 3-5)를 강하게 시사하는 지표로 사용되었으며, 대부분 특이도 100%를 보였지만 민감도는 13-84%로 다양하였다.[221,223-225]

DWI에서 확산 제한이 피질 및 심부 회백질을 포함하여 광범위하게 확산된 경우(diffuse and extensive anoxic brain injury)에는 나쁜 신경학적 예후를 강하게 시사하는 소견으로 간주된다. 이와 같은 병변은 대부분 회복이 어려운 중증 저산소성 뇌손상의 영상 표현으로 해석된다.[105,228]

③ 영상 촬영 시점에 따른 GWR 해석 지침

GWR은 뇌부종의 간접 지표로 활용되며, 촬영 시점에 따라 해석에 주의가 필요하다. ROSC 직후보다는 48시간에서 96시간 사이에 시행한 CT에서 예후 예측력이 더욱 높아진다. 초기 CT에서 판단이 모호한 경우, 추적 CT를 통해 GWR의 변화를 관찰하는 것이 유익하다.[230]

④ 정량적 뇌 CT 분석의 임상적 활용

정량 분석은 주관적 편차를 줄이고, 다양한 영상 기기 간 결과 해석의 일관성을 확보할 수 있다. 자동화된 알고리즘을 이용한 GWR 계산은 수동 측정보다 AUC, 민감도, 특이도 모두에서 우수한 성능을 보였다.[99,230-233] CT 영상의 특정 하운스필드 단위(Hounsfield unit) 밀도 분포 분석은 뇌부종의 정량화에 유용하며, 일부 분석에서는 혈중 NSE 수치보다 예후 예측력이 높게 나타나기도 한다. 정량 분석 기법은 특히 표준화가 필요한 다기관 환경에서 사용이 권장된다.[230-233]

⑤ 확산강조영상(DWI)의 임상 활용 지침

DWI는 허혈성 손상에 민감하게 반응하는 영상 기법으로, 예후 예측에서 핵심적인 역할을 한다. 병변이 양측 대칭적이고 광범위하게 나타나는 경우, 특히 피질·시상·기저핵 등에서 확산 제한이 광범위하게 관찰되는 경우는 예후가 불량할 가능성이 높다.[105,116,226-228]

⑥ 확산계수(ADC)의 정량 분석 활용 지침

ADC 분석은 평균 수치보다는 cut-off 기준 이하 복셀(voxel)의 부피 비율을 기준으로 해석하는 것이 일반적이다. 전체 뇌에서 ADC가 600 × 10^{-6} mm^2/s 이하인 복셀의 비율이 13% 이상이거나, 420 × 10^{-6} mm^2/s 이하인 복셀의 비율이 3% 이상일 경우 예후가 불량할 가능성이 높다.[228,229,234,235]

DWI에서 확산제한이 관찰되거나 ADC가 낮은 영역은 주로 양측 두정엽, 후두엽, 중심고랑 주변에서 관찰되며, 해부학적 분포 분석도 예후 판단에 도움이 된다.[116,227,236]

⑦ DWI 촬영 시점에 대한 권고

DWI는 촬영 시점에 따라 민감도와 특이도가 달라질 수 있다. 72시간에서 7일 사이에 촬영한 뇌 MRI에서 확산 제한이 피질 및 심부 회백질을 포함하여 광범위하게 확산된 소견이 관찰되지 않는 경우, 예후가 양호할 가능성이 높지만 일부에서는 불량한 신경학적 예후를 보이는 경우도 있다.[228,229,234,235,237]

자발순환회복 후 6시간 이내에 촬영한 DWI도 병변 발생 초기의 변화를 민감하게 반영할 수 있는 영상 도구로서 사용할 수 있다. 이 시점에서 피질 또는 심부 회백질에 확산제한이 관찰되는 경우, 확산제한의 크기와 관계없이 이는 불량한 예후를 시사하는 소견으로 해석된다. 반면, 병변이 보이지 않더라도 반드시 좋은 예후를 의미하지는 않으며, 일부 환자에서는 병변이 시간 경과 후 형성될 수 있으므로 72시간에서 96시간에서의 재촬영을 통하여 확산 제한이 피질 및 심부 회백질을 포함하여 광범위하게 확산된 소견을 확인하는 것이 필요하다.[228,234,235,237]

국내 권고 사항

- 심장정지 후 혼수 상태에 있는 성인의 나쁜 신경학적 결과를 예측하기 위해 뇌 CT에서 회백질/백질 비율(GWR)을 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 그러나 100% 특이도에 대한 GWR 임곗값은 권고할 수 없다.
- 심장정지 후 혼수상태에 있는 성인의 나쁜 신경학적 결과를 예측하기 위해 뇌 확산강조 자기공명영상을 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).
- 심장정지 후 혼수 상태에 있는 성인의 나쁜 신경학적 결과를 예측하기 위해 뇌 MRI에서 확산 계수(ADC)를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

9. 좋은 신경학적 예후 예측

좋은 신경학적 예후를 예측하는 것은 몇 가지 장점이 있다. 첫째, 예후의 불확실성을 줄일 수 있다. 둘째, 회복 가능성이 높다는 것을 감지하면 환자 가족에게 안심을 줄 수 있다. 셋째, 좋은 신경학적 예후가 예측되면 지속적인 중환자 치료 유지 결정에 도움이 된다. 마지막으로, 신경학적 예후가 좋지 않다는 예측 요인에서 나오는 거짓된 비관적 신호를 상쇄할 수 있다.[177,238]

좋은 신경학적 예후가 예측되는 신호는 다음과 같은 것들이 있다.

① 자발순환회복 후 4일 이내에 글라스고우 운동 반응 4점 이상
② 자발순환회복 후 72시간 이내에 정상 혈중 NSE 농도(〈17 mcg/L)
③ 자발순환회복 후 2일에서 7일 사이에 촬영된 MRI에서 확산 제한이 관찰되지 않음
④ 자발순환회복 후 72시간 이내에 주기적 방전이나 발작 없이 연속적이거나 거의 연속적인 정상 전압 배경 뇌파
⑤ 체성감각유발전위에서 높은 진폭의 N20 (〉4 uV)
⑥ 자발순환회복 후 24-72시간 사이에 정상 혈중 Nfl 농도(〈 55 pg/ml)

이들 중 비교적 연구가 많이 되고, 진정제 등 약물의 영향을 최대한 배제할 수 있는 4가지 인자를 좋은 신경학적 예후 예측인자로 사용할 것을 제안한다.

- 자발순환회복 후 4일 이내에 글라스고우 운동 반응 4점 이상(약한 권고, 낮은 확신도).
- 자발순환회복 후 72시간 이내에 정상 혈중 NSE 농도(〈17 mcg/L) (약한 권고, 낮은 확신도).
- 자발순환회복 후 2일에서 7일 사이에 촬영된 MRI에서 확산 제한이 관찰되지 않음(약한 권고, 낮은 확신도).
- 자발순환회복 후 72시간 이내에 주기적 방전이나 발작 없이 연속적이거나 거의 연속적인 정상 전압 배경 뇌파(약한 권고, 낮은 확신도).

10. 신경학적 예후 예측 과정 흐름도

심장정지 후 혼수상태에서 깨어나는 것은 일반적으로 자발순환회복 후 3-4일 이내에 이루어진다. 이런 환자들에게는 체온 조절, 인공호흡 및 기타 생명 유지 조치를 위해 일반적으로 진정제와 신경근 차단제가 투여된다. 이러한 약물은 신경학적 검사의 교란 요인으로 작용하므로 신경학적 예측 시 주의해야 한다. 2025년 신경학적 예후 예측 알고리즘은 ① 자발순환회복 72시간 이후, ② 신경학적 교란요인이 없고, ③ 무의식 상태이며, ④ 통증에 대한 운동점수가 3 이하인 환자를 대상으로 한다.

자발순환회복 후 72시간째 의식이 없는 환자에게 교란인자가 없는 경우, 다음 예측 인자 중 두 가지 이상이 존재할 경우 나쁜 신경학적 예후일 가능성이 매우 높다. 72시간째 동공반사 및 각막반사가 없거나, 24시간 이후 체성감각유발전위의 양측 N20파가 없거나, 24시간 이후 고도 악성 뇌파패턴 또는 36시간 이내 진폭 뇌파 감시에서 정상파형이 발견되지 않거나, 48-72시간째 NSE가 높거나, 72시간 이내에 근간대경련 지속상태이거나, 뇌 전산화단층촬영 또는 자기공명영상에서 미만성 광범위 허혈성 손상을 보이는 경우이다. 이러한 징후의 대부분은 자발순환회복 후 72시간 이전에 측정할 수 있다.

나쁜 신경학적 예후를 예측하기 위해서는 평가 시점에 동공 반사와 각막 반사가 모두 없어야 한다. 안구 반사는 진정제 및 신경근 차단제의 간섭을 받기 쉽다. 자동 동공계측기가 빛에 대한 동공 반응을 감지하는 데 있어 표준 동공 반사보다 더 민감하다. 특히 동공 크기가 작을 때 위양성 결과의 위험을 줄이며, 동공 반응을 정량적으로 측정하고, 재현성이 높아 가능하다면 동공계측기를 사용하여 동공 반사의 부재를 감지할 것을 제안한다. 근간대경련 지속상태는 장기간 지속되는 근간대경련이다. 근간대경련 지속상태에 대한 보편적인 정의는 없지만, 30분 이상 지속되는 지속적이고 전신적인 근간대경련으로 정의할 것을 제안한다. 체성감각유발전위의 양측 N20파 소실은 불량한 예후를 예측하는 가장 널리 알려진 인자이며, 100% 특이도와 가장 일관되게 연관되어 있다. 몇몇 연구에서 위양성을 보고하였으나 이는 체성감각유발전위 기록을 잘못 판독한 것이 원인으로 밝혀졌다. 따라서, 체성감각유발전위 검사의 기록 및 판독에 주의해야 한다. 신경근 차단제 사용은 체성감각유발전위의 가독성을 향상시키므로 고려할 수 있다. 여러 뇌파 파형 중, 나쁜 신경학적 예후와 일관되게 관련된 패턴은 억제 및 돌발 억제(고도 악성 뇌파 패턴)이다. 이는 자발순환회복 후 12-24시간 동안 흔히 나타나지만, 이 시기에는 위양성 예측 위험이 높아 24시간 이후에만 이러한 뇌파 패턴을 예후 판단에 사용할 것을 제안한다.

높은 혈중 NSE 값은 신경 세포 손상의 징후이며 오랫동안 심장정지 후 나쁜 신경학적 예후의 예측 인자로 사용되어 왔다. 그러나 매우 높은 NSE 값에도 불구하고 신경학적 예후가 양호한 환자가 소수 있어 0% 위양성에 대한 NSE 임곗값은 일관되지 않다. 따라서, NSE의 임곗값은 분석 방법을 고려하여 각 기관에서 설정할 것을 제안한다. 뇌 전산화단층 촬영에서 미만성 및 광범위한 저산소성 허혈성 손상은 자발순환회복 직후에도 나타날 수 있지만, 민감도가 낮아 예후 판정 시점에 환자가 의식이 없고 첫 번째 뇌 전산화단층 촬영에서 뇌 손상 징후가 없는 경우 재검사를 시행할 수 있다. 뇌 자기공명영상에서 확산계수 값을 신경학적 예후 예측에 이용할 수 있다. 하지만, 측정 방법이 표준화되어 있지 않고 다기관 연구가 부족하기 때문에, 관련 경험이 있는 기관에서만 사용할 것을 제안한다. 또한 기관별 자체적인 정상 및 임곗값을 사용할 것을 제안한다.

위에서 설명한 나쁜 신경학적 예후 기준에 충족되지 않는 경우, 추가 관찰 후 재평가한다. 이 시점에서 좋은 신경학적 예후를 나타내는 소견이 예후 판정에 도움이 될 수 있다. 좋은 신경학적 예후를 나타내는 소견이 있는 경우 적극적인 중환자 치료를 지속하여야 한다. 최근 연구에서 좋은 신경학적 예후를 나타내는 소견이 하나 이상인 경우 환자의 60% 이상이 6개월 후에 좋은 예후를 보였고, 두 가지 이상인 경우 신경학적 회복률은 80% 이상이었다.[239]

11. 심장정지 후 장기 기증

심폐소생술 시행 여부는 장기 기증의 걸림돌이 되지 않는다. 심폐소생술을 시행받은 기증자의 장기와 심폐소생술을 시행받지 않은 기증자의 장기를 비교했을 때 이식 후 장기 기능이나 수혜자 생존율에 유의미한 차이는 없는 것으로 보고되었다.[240] 따라서, 심장정지 후 자발순환을 회복하였으나 사망한 환자는 장기 기증의 잠재적 대상자가 되며, 장기 기증 프로토콜을 개발하여 임상에 적용하여야 한다.

최근 들어 유럽을 중심으로 심장정지 환자의 장기 기증을 위한 노력이 활발히 이루어지고 있고, 마스트리히트(Maastricht) 분류법에 따라 다양한 논의가 이루어지고 있다.[241]

① Category I: 도착 시 사망. 목 골절 등 명확한 이유로 심폐소생술이 시행되지 않은 병원 밖 심장정지 환자
② Category II: 성공하지 못한 소생술. 심폐소생술을 받으며 응급실로 이송되었지만, 자발순환을 회복하지 못한 병원 밖 심장정지 환자
③ Category III: 사망대기. 생명 유지 요법의 계획된 중단 후 사망한 환자
④ Category IV: 뇌사 기증자의 심장마비. 뇌사 진단 후 기증자 관리 중이지만 계획된 장기 적출 전에 예상치 못한 심장마비가 발생한 환자

유럽소생위원회(European Resuscitation Council, ERC)는 Category III 환자의 장기 기증을 강조하고 있으나 우리나라와 윤리적, 법적 기준이 달라 국내에 적용할 수는 없다. 따라서, 본 가이드라인에서는 심폐소생술 후 자발순환이 회복된 후 뇌사 판정을 받은 환자의 장기 기증만을 적극적으로 고려할 것을 제안한다.

12. 심장정지 후 재활 및 회복

심장정지 생존자는 정서적, 사회적, 신체적, 신경학적, 인지적 후유증을 경험한다.[242,243] 넓은 의미에서 생존(survivorship)은 안정화 단계부터 재활, 회복, 그리고 사회로의 복귀를 의미한다. 이를 위해 가족, 의료진, 지역 사회의 참여가 필요하다. 심장정지 생존자의 가족 또한 정서적, 사회적 어려움을 겪을 수 있다. 이러한 문제들은 심장정지 환자의 삶의 질에 큰 영향을 미치므로 불안, 우울, 외상 후 스트레스, 피로감 등에 대한 구조화된 선별 평가를 시행할 것을 권고한다. 심장정지 후 기억력, 집중력, 실행력 등 다양한 영역에서의 인지 장애(cognitive impairment)가 흔히 관찰된다.[244-249] 따라서 심장정지 생존자에 대해 퇴원 전 신체, 신경, 심폐, 인지 장애에 대한 다각적인 재활의학적 평가를 시행하고 이에 따른 치료 계획을 수립할 것을 권고한다. 또한, 심장정지 생존자와 보호자에게 재활 치료와 사회로의 복귀를 포함하는 다학제적 퇴원 계획을 수립하는 것이 권장된다.

심장정지 생존자와 그 보호자의 정서적 문제는 입원 중에 나타나기 시작하여 수개월에서 수년까지 지속될 수 있다. 심리사회적 중재를 생존자에게만 실시한 군과 생존자와 보호자 모두에게 실시한 군의 비교 연구에서 생존자-보호자 군이 더 효과적이었다.[250,251] 생존자-보호자 군의 보호자는 생존자 단독 개입 군의 보호자에 비해 보호자 부담이 더 많이 개선되었다. 또 다른 무작위대조연구에서는 조기에 인지기능 선별 검사를 시행하고 자가 관리 및 의뢰 프로그램에 참여한 생존자의 삶의 질이 일반적인 치료를 받은 생존자와 비교하여 향상되었다고 보고하였다.[252]

참고 문헌

1. Drennan IR, Berg KM, Bottiger BW, et al. Advanced Life Support: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2025;215 Suppl 2:110806.
2. Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, et al. Post-cardiac arrest syndrome: epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. Resuscitation 2008;79(3):350-79.
3. Sekhon MS, Ainslie PN, Griesdale DE. Clinical pathophysiology of hypoxic ischemic brain injury after cardiac arrest: a "two-hit" model. Crit Care 2017;21(1):90.
4. Sandroni C, Cronberg T, Sekhon M. Brain injury after cardiac arrest: pathophysiology, treatment, and prognosis. Intensive Care Med 2021;47(12): 1393-1414.
5. Hoiland RL, Robba C, Menon DK, Citerio G, Sandroni C, Sekhon MS. Clinical targeting of the cerebral oxygen cascade to improve brain oxygenation in patients with hypoxic-ischaemic brain injury after cardiac arrest. Intensive Care Med 2023;49(9):1062-1078.
6. Sekhon MS, Stukas S, Hirsch-Reinshagen V, et al. Neuroinflammation and the immune system in hypoxic ischaemic brain injury pathophysiology after cardiac arrest. J Physiol 2024;602(21):5731-5744.
7. Perkins GD, Neumar R, Hsu CH, et al. Improving Outcomes After Post-Cardiac Arrest Brain Injury: A Scientific Statement From the International Liaison Committee on Resuscitation. Resuscitation 2024;201:110196.
8. Petek BJ, Erley CL, Kudenchuk PJ, et al. Diagnostic yield of non-invasive imaging in patients following non-traumatic out-of-hospital sudden cardiac arrest: A systematic review. Resuscitation 2019;135:183-190.

9. Branch KR, Nguyen ML, Kudenchuk PJ, Johnson NJ. Head-to-pelvis CT imaging after sudden cardiac arrest: Current status and future directions. Resuscitation 2023;191:109916.
10. Marstrand P, Corell P, Henriksen FL, Pehrson S, Bundgaard H, Theilade J. Clinical evaluation of unselected cardiac arrest survivors in a tertiary center over a 1-year period (the LAZARUZ study). J Electrocardiol 2016;49(5):707-13.
11. Jung WJ, Cha KC, Kim YW, et al. Intra-arrest transoesophageal echocardiographic findings and resuscitation outcomes. Resuscitation 2020;154:31-37.
12. Hafner C, Manschein V, Klaus DA, et al. Live stream of prehospital point-of-care ultrasound during cardiopulmonary resuscitation - A feasibility trial. Resuscitation 2024;194:110089.
13. Ho YJ, Sung CW, Chen YC, Lien WC, Chang WT, Huang CH. Performance of Intra-arrest Echocardiography: A Systematic Review. West J Emerg Med 2024;25(2):166-174.
14. Lien WC, Hsu SH, Chong KM, et al. US-CAB protocol for ultrasonographic evaluation during cardiopulmonary resuscitation: Validation and potential impact. Resuscitation 2018;127:125-131.
15. Kim YW, Jung WJ, Cha KC, et al. Diagnosis of aortic dissection by transesophageal echocardiography during cardiopulmonary resuscitation. Am J Emerg Med 2021;39:92-95.
16. Kim J, Cho YS, Lee BK, et al. Diagnostic value of transthoracic echocardiography compared to electrocardiogram in predicting coronary artery stenosis among patients after cardiac arrest. Am J Emerg Med 2021;46:97-101.
17. Chardoli M, Heidari F, Rabiee H, Sharif-Alhoseini M, Shokoohi H, Rahimi-Movaghar V. Echocardiography integrated ACLS protocol versus conventional cardiopulmonary resuscitation in patients with pulseless electrical activity cardiac arrest. Chin J Traumatol 2012;15(5):284-7.
18. Breitkreutz R, Price S, Steiger HV, et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. Resuscitation 2010;81(11):1527-33.
19. Elfwen L, Hildebrand K, Schierbeck S, et al. Focused cardiac ultrasound after

return of spontaneous circulation in cardiac-arrest patients. Resuscitation 2019;142:16-22.
20. Kuisma M, Boyd J, Voipio V, Alaspaa A, Roine RO, Rosenberg P. Comparison of 30 and the 100% inspired oxygen concentrations during early post-resuscitation period: a randomised controlled pilot study. Resuscitation 2006;69(2):199-206.
21. Bray JE, Hein C, Smith K, et al. Oxygen titration after resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest: A multi-centre, randomised controlled pilot study (the EXACT pilot trial). Resuscitation 2018;128:211-215.
22. Thomas M, Voss S, Benger J, Kirby K, Nolan JP. Cluster randomised comparison of the effectiveness of 100% oxygen versus titrated oxygen in patients with a sustained return of spontaneous circulation following out of hospital cardiac arrest: a feasibility study. PROXY: post ROSC OXYgenation study. BMC Emerg Med 2019;19(1):16.
23. Bernard SA, Bray JE, Smith K, et al. Effect of Lower vs Higher Oxygen Saturation Targets on Survival to Hospital Discharge Among Patients Resuscitated After Out-of-Hospital Cardiac Arrest: The EXACT Randomized Clinical Trial. JAMA 2022;328(18):1818-1826.
24. Crescioli E, Lass Klitgaard T, Perner A, Lilleholt Schjorring O, Steen Rasmussen B. Lower versus higher oxygenation targets in hypoxaemic ICU patients after cardiac arrest. Resuscitation 2023;188:109838.
25. Semler MW, Casey JD, Lloyd BD, et al. Oxygen-Saturation Targets for Critically Ill Adults Receiving Mechanical Ventilation. N Engl J Med 2022;387(19):1759-1769.
26. Young P, Mackle D, Bellomo R, et al. Conservative oxygen therapy for mechanically ventilated adults with suspected hypoxic ischaemic encephalopathy. Intensive Care Med 2020;46(12):2411-2422.
27. Jakkula P, Reinikainen M, Hastbacka J, et al. Targeting two different levels of both arterial carbon dioxide and arterial oxygen after cardiac arrest and resuscitation: a randomised pilot trial. Intensive Care Med 2018;44(12):2112-2121.
28. Meyer MAS, Hassager C, Molstrom S, et al. Combined effects of targeted blood pressure, oxygenation, and duration of device-based fever prevention after out-of-hospital cardiac arrest on 1-year survival: post hoc analysis of a

randomized controlled trial. Crit Care 2024;28(1):20.
29. Schmidt H, Kjaergaard J, Hassager C, et al. Oxygen Targets in Comatose Survivors of Cardiac Arrest. N Engl J Med 2022;387(16):1467-1476.
30. Eastwood G, Nichol AD, Hodgson C, et al. Mild Hypercapnia or Normocapnia after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2023;389(1):45-57.
31. Eastwood GM, Tanaka A, Espinoza ED, et al. Conservative oxygen therapy in mechanically ventilated patients following cardiac arrest: A retrospective nested cohort study. Resuscitation 2016;101:108-14.
32. Kim YM, Jeung KW, Kim WY, et al. 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 5. Post-cardiac arrest care. Clin Exp Emerg Med 2021;8(S):S41-S64.
33. Nolan JP, Sandroni C, Bottiger BW, et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines 2021: Post-resuscitation care. Resuscitation 2021;161:220-269.
34. Grand J, Meyer AS, Kjaergaard J, et al. A randomised double-blind pilot trial comparing a mean arterial pressure target of 65 mmHg versus 72 mmHg after out-of-hospital cardiac arrest. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care 2020;9(4_suppl):S100-S109.
35. Jakkula P, Pettila V, Skrifvars MB, et al. Targeting low-normal or high-normal mean arterial pressure after cardiac arrest and resuscitation: a randomised pilot trial. Intensive Care Med 2018;44(12):2091-2101.
36. Ameloot K, De Deyne C, Eertmans W, et al. Early goal-directed haemodynamic optimization of cerebral oxygenation in comatose survivors after cardiac arrest: the Neuroprotect post-cardiac arrest trial. Eur Heart J 2019;40(22):1804-1814.
37. Niemela V, Siddiqui F, Ameloot K, et al. Higher versus lower blood pressure targets after cardiac arrest: Systematic review with individual patient data meta-analysis. Resuscitation 2023;189:109862.
38. Ameloot K, Genbrugge C, Meex I, et al. An observational near-infrared spectroscopy study on cerebral autoregulation in post-cardiac arrest patients: time to drop 'one-size-fits-all' hemodynamic targets? Resuscitation 2015;90:121-6.
39. Sekhon MS, Gooderham P, Menon DK, et al. The Burden of Brain Hypoxia and Optimal Mean Arterial Pressure in Patients With Hypoxic Ischemic Brain Injury

After Cardiac Arrest. Crit Care Med 2019;47(7):960-969.
40. Rafi S, Tadie JM, Gacouin A, et al. Doppler sonography of cerebral blood flow for early prognostication after out-of-hospital cardiac arrest: DOTAC study. Resuscitation 2019;141:188-194.
41. Lemiale V, Huet O, Vigue B, et al. Changes in cerebral blood flow and oxygen extraction during post-resuscitation syndrome. Resuscitation 2008;76(1):17-24.
42. Kern KB, Radsel P, Jentzer JC, et al. Randomized Pilot Clinical Trial of Early Coronary Angiography Versus No Early Coronary Angiography After Cardiac Arrest Without ST-Segment Elevation: The PEARL Study. Circulation 2020; 142(21):2002-2012.
43. Lemkes JS, Janssens GN, van der Hoeven NW, et al. Coronary Angiography After Cardiac Arrest Without ST Segment Elevation: One-Year Outcomes of the COACT Randomized Clinical Trial. JAMA Cardiol 2020;5(12):1358-65.
44. Hauw-Berlemont C, Lamhaut L, Diehl JL, et al. Emergency vs Delayed Coronary Angiogram in Survivors of Out-of-Hospital Cardiac Arrest: Results of the Randomized, Multicentric EMERGE Trial. JAMA Cardiol 2022;7(7):700-7.
45. Desch S, Freund A, Akin I, et al. Angiography after Out-of-Hospital Cardiac Arrest without ST-Segment Elevation. N Engl J Med 2021;385(27):2544-53.
46. Lemkes JS, Janssens GN, van der Hoeven NW, et al. Coronary Angiography after Cardiac Arrest without ST-Segment Elevation. N Engl J Med 2019;380(15):1397-1407.
47. Elfwen L, Lagedal R, Nordberg P, et al. Direct or subacute coronary angiography in out-of-hospital cardiac arrest (DISCO)-An initial pilot-study of a randomized clinical trial. Resuscitation 2019;139:253-261.
48. Viana-Tejedor A, Andrea-Riba R, Scardino C, et al. Coronary angiography in patients without ST-segment elevation following out-of-hospital cardiac arrest. COUPE clinical trial. Rev Esp Cardiol (Engl Ed) 2023;76(2):94-102.
49. Desch S, Freund A, Akin I, et al. Coronary Angiography After Out-of-Hospital Cardiac Arrest Without ST-Segment Elevation: One-Year Outcomes of a Randomized Clinical Trial. JAMA Cardiol 2023;8(9):827-834.
50. Heyne S, Macherey S, Meertens MM, et al. Coronary angiography after cardiac arrest without ST-elevation myocardial infarction: a network meta-analysis. Eur

Heart J 2023;44(12):1040-1054.
51. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. SHOCK Investigators. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock. N Engl J Med 1999;341(9):625-34.
52. McNamara RL, Wang Y, Herrin J, et al. Effect of door-to-balloon time on mortality in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. J Am Coll Cardiol 2006;47(11):2180-6.
53. Rao SV, O'Donoghue ML, Ruel M, et al. 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for the Management of Patients With Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. Circulation 2025;151(13):e771-e862.
54. ILCOR website. Temperature Control in Adult Cardiac Arrest Consensus on Science with Treatment Recommendations. (https://costr.ilcor.org/document/temperature-control-in-adult-cardiac-arrest-als-tf-sr).
55. Hachimi-Idrissi S, Zizi M, Nguyen DN, et al. The evolution of serum astroglial S-100 beta protein in patients with cardiac arrest treated with mild hypothermia. Resuscitation 2005;64(2):187-92.
56. Wolfrum S, Roedl K, Hanebutte A, et al. Temperature Control After In-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. Circulation 2022;146(18):1357-66.
57. Dankiewicz J, Cronberg T, Lilja G, et al. Hypothermia versus Normothermia after Out-of-Hospital Cardiac Arrest. N Engl J Med 2021;384(24):2283-94.
58. Lascarrou JB, Merdji H, Le Gouge A, et al. Targeted Temperature Management for Cardiac Arrest with Nonshockable Rhythm. N Engl J Med 2019;381(24):2327-37.
59. Laurent I, Adrie C, Vinsonneau C, et al. High-volume hemofiltration after out-of-hospital cardiac arrest: a randomized study. J Am Coll Cardiol 2005;46(3): 432-7.
60. Hypothermia after Cardiac Arrest Study G. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. N Engl J Med 2002; 346(8):549-56.
61. Bernard SA, Gray TW, Buist MD, et al. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. N Engl J Med 2002;

346(8):557-63.
62. Arrich J, Schutz N, Oppenauer J, et al. Hypothermia for neuroprotection in adults after cardiac arrest. Cochrane Database Syst Rev 2023;5(5):CD004128.
63. Le May M, Osborne C, Russo J, et al. Effect of Moderate vs Mild Therapeutic Hypothermia on Mortality and Neurologic Outcomes in Comatose Survivors of Out-of-Hospital Cardiac Arrest: The CAPITAL CHILL Randomized Clinical Trial. JAMA 2021;326(15):1494-1503.
64. Lopez-de-Sa E, Rey JR, Armada E, et al. Hypothermia in comatose survivors from out-of-hospital cardiac arrest: pilot trial comparing 2 levels of target temperature. Circulation 2012;126(24):2826-33.
65. Lopez-de-Sa E, Juarez M, Armada E, et al. A multicentre randomized pilot trial on the effectiveness of different levels of cooling in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest: the FROST-I trial. Intensive Care Med 2018;44(11):1807-1815.
66. Kwon WY, Jung YS, Suh GJ, et al. Regional cerebral oxygen saturation in cardiac arrest survivors undergoing targeted temperature management 36 degrees C versus 33 degrees C: A randomized clinical trial. Resuscitation 2021;167:362-371.
67. Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T, et al. Targeted temperature management at 33 degrees C versus 36 degrees C after cardiac arrest. N Engl J Med 2013;369(23):2197-206.
68. Kirkegaard H, Soreide E, de Haas I, et al. Targeted Temperature Management for 48 vs 24 Hours and Neurologic Outcome After Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2017;318(4):341-350.
69. Tahara Y, Noguchi T, Yonemoto N, et al. Cluster Randomized Trial of Duration of Cooling in Targeted Temperature Management After Resuscitation for Cardiac Arrest. Circ Rep 2021;3(7):368-374.
70. Look X, Li H, Ng M, et al. Randomized controlled trial of internal and external targeted temperature management methods in post- cardiac arrest patients. Am J Emerg Med 2018;36(1):66-72.
71. Deye N, Cariou A, Girardie P, et al. Endovascular Versus External Targeted

Temperature Management for Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized, Controlled Study. Circulation 2015;132(3):182-93.
72. Pittl U, Schratter A, Desch S, et al. Invasive versus non-invasive cooling after in- and out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. Clin Res Cardiol 2013;102(8):607-14.
73. Lascarrou JB, Guichard E, Reignier J, et al. Impact of rewarming rate on interleukin-6 levels in patients with shockable cardiac arrest receiving targeted temperature management at 33 degrees C: the ISOCRATE pilot randomized controlled trial. Crit Care 2021;25(1):434.
74. Hassager C, Schmidt H, Moller JE, et al. Duration of Device-Based Fever Prevention after Cardiac Arrest. N Engl J Med 2023;388(10):888-897.
75. Nordberg P, Taccone FS, Truhlar A, et al. Effect of Trans-Nasal Evaporative Intra-arrest Cooling on Functional Neurologic Outcome in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: The PRINCESS Randomized Clinical Trial. JAMA 2019;321(17):1677-85.
76. Scales DC, Cheskes S, Verbeek PR, et al. Prehospital cooling to improve successful targeted temperature management after cardiac arrest: A randomized controlled trial. Resuscitation 2017;121:187-194.
77. Bernard SA, Smith K, Finn J, et al. Induction of Therapeutic Hypothermia During Out-of-Hospital Cardiac Arrest Using a Rapid Infusion of Cold Saline: The RINSE Trial (Rapid Infusion of Cold Normal Saline). Circulation 2016; 134(11):797-805.
78. Kim F, Nichol G, Maynard C, et al. Effect of prehospital induction of mild hypothermia on survival and neurological status among adults with cardiac arrest: a randomized clinical trial. JAMA 2014;311(1):45-52.
79. Debaty G, Maignan M, Savary D, et al. Impact of intra-arrest therapeutic hypothermia in outcomes of prehospital cardiac arrest: a randomized controlled trial. Intensive Care Med 2014;40(12):1832-42.
80. Bernard SA, Smith K, Cameron P, et al. Induction of prehospital therapeutic hypothermia after resuscitation from nonventricular fibrillation cardiac arrest. Crit Care Med 2012;40(3):747-53.
81. Castren M, Nordberg P, Svensson L, et al. Intra-arrest transnasal evaporative

cooling: a randomized, prehospital, multicenter study (PRINCE: Pre-ROSC IntraNasal Cooling Effectiveness). Circulation 2010;122(7):729-36.
82. Bernard SA, Smith K, Cameron P, et al. Induction of therapeutic hypothermia by paramedics after resuscitation from out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest: a randomized controlled trial. Circulation 2010;122(7):737-42.
83. Kamarainen A, Virkkunen I, Tenhunen J, Yli-Hankala A, Silfvast T. Prehospital therapeutic hypothermia for comatose survivors of cardiac arrest: a randomized controlled trial. Acta Anaesthesiol Scand 2009;53(7):900-7.
84. Kim F, Olsufka M, Longstreth WT, Jr., et al. Pilot randomized clinical trial of prehospital induction of mild hypothermia in out-of-hospital cardiac arrest patients with a rapid infusion of 4 degrees C normal saline. Circulation 2007;115(24):3064-70.
85. Backman S, Westhall E, Dragancea I, et al. Electroencephalographic characteristics of status epilepticus after cardiac arrest. Clin Neurophysiol 2017;128(4): 681-688.
86. Hirsch LJ, Fong MWK, Leitinger M, et al. American Clinical Neurophysiology Society's Standardized Critical Care EEG Terminology: 2021 Version. J Clin Neurophysiol 2021;38(1):1-29.
87. Ruijter BJ, Keijzer HM, Tjepkema-Cloostermans MC, et al. Treating Rhythmic and Periodic EEG Patterns in Comatose Survivors of Cardiac Arrest. N Engl J Med 2022;386(8):724-734.
88. Rossetti AO, Oddo M, Liaudet L, Kaplan PW. Predictors of awakening from postanoxic status epilepticus after therapeutic hypothermia. Neurology 2009;72(8):744-9.
89. Hofmeijer J, Tjepkema-Cloostermans MC, Blans MJ, Beishuizen A, van Putten MJ. Unstandardized treatment of electroencephalographic status epilepticus does not improve outcome of comatose patients after cardiac arrest. Front Neurol 2014;5:39.
90. Dragancea I, Backman S, Westhall E, Rundgren M, Friberg H, Cronberg T. Outcome following postanoxic status epilepticus in patients with targeted temperature management after cardiac arrest. Epilepsy Behav 2015;49:173-7.
91. Beretta S, Coppo A, Bianchi E, et al. Neurologic outcome of postanoxic

refractory status epilepticus after aggressive treatment. Neurology 2018; 91(23):e2153-e2162.

92. Bjelland TW, Dale O, Kaisen K, et al. Propofol and remifentanil versus midazolam and fentanyl for sedation during therapeutic hypothermia after cardiac arrest: a randomised trial. Intensive Care Med 2012;38(6):959-67.
93. Lin T, Yao Y, Xu Y, Huang HB. Neuromuscular Blockade for Cardiac Arrest Patients Treated With Targeted Temperature Management: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Pharmacol 2022;13:780370.
94. Mentzelopoulos SD, Zakynthinos SG, Tzoufi M, et al. Vasopressin, epinephrine, and corticosteroids for in-hospital cardiac arrest. Arch Intern Med 2009;169(1):15-24.
95. Mentzelopoulos SD, Malachias S, Chamos C, et al. Vasopressin, steroids, and epinephrine and neurologically favorable survival after in-hospital cardiac arrest: a randomized clinical trial. JAMA 2013;310(3):270-9.
96. Donnino MW, Andersen LW, Berg KM, et al. Corticosteroid therapy in refractory shock following cardiac arrest: a randomized, double-blind, placebo-controlled, trial. Crit Care 2016;20:82.
97. Holmberg MJ, Granfeldt A, Mentzelopoulos SD, Andersen LW. Vasopressin and glucocorticoids for in-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis of individual participant data. Resuscitation 2022;171:48-56.
98. Mentzelopoulos SD, Pappa E, Malachias S, et al. Physiologic effects of stress dose corticosteroids in in-hospital cardiac arrest (CORTICA): A randomized clinical trial. Resusc Plus 2022;10:100252.
99. Kim JH, Kim MJ, You JS, et al. Multimodal approach for neurologic prognostication of out-of-hospital cardiac arrest patients undergoing targeted temperature management. Resuscitation 2019;134:33-40.
100. Sivaraju A, Gilmore EJ, Wira CR, et al. Prognostication of post-cardiac arrest coma: early clinical and electroencephalographic predictors of outcome. Intensive Care Med 2015;41(7):1264-72.
101. Scarpino M, Lolli F, Lanzo G, et al. Neurophysiology and neuroimaging accurately predict poor neurological outcome within 24 hours after cardiac arrest: The ProNeCA prospective multicentre prognostication study. Resuscitation 2019; 143:115-123.

102. Zhou SE, Maciel CB, Ormseth CH, Beekman R, Gilmore EJ, Greer DM. Distinct predictive values of current neuroprognostic guidelines in post-cardiac arrest patients. Resuscitation 2019;139:343-350.
103. Tsetsou S, Novy J, Pfeiffer C, Oddo M, Rossetti AO. Multimodal Outcome Prognostication After Cardiac Arrest and Targeted Temperature Management: Analysis at 36 degrees C. Neurocrit Care 2018;28(1):104-109.
104. Solari D, Rossetti AO, Carteron L, et al. Early prediction of coma recovery after cardiac arrest with blinded pupillometry. Ann Neurol 2017;81(6):804-810.
105. Ryoo SM, Jeon SB, Sohn CH, et al. Predicting Outcome With Diffusion-Weighted Imaging in Cardiac Arrest Patients Receiving Hypothermia Therapy: Multicenter Retrospective Cohort Study. Crit Care Med 2015;43(11):2370-7.
106. Ruijter BJ, van Putten MJ, Hofmeijer J. Generalized epileptiform discharges in postanoxic encephalopathy: Quantitative characterization in relation to outcome. Epilepsia 2015;56(11):1845-54.
107. Rossetti AO, Tovar Quiroga DF, Juan E, et al. Electroencephalography Predicts Poor and Good Outcomes After Cardiac Arrest: A Two-Center Study. Crit Care Med 2017;45(7):e674-e682.
108. Roger C, Palmier L, Louart B, et al. Neuron specific enolase and Glasgow motor score remain useful tools for assessing neurological prognosis after out-of-hospital cardiac arrest treated with therapeutic hypothermia. Anaesth Crit Care Pain Med 2015;34(4):231-7.
109. Oddo M, Sandroni C, Citerio G, et al. Quantitative versus standard pupillary light reflex for early prognostication in comatose cardiac arrest patients: an international prospective multicenter double-blinded study. Intensive Care Med 2018;44(12):2102-2111.
110. Matthews EA, Magid-Bernstein J, Sobczak E, et al. Prognostic Value of the Neurological Examination in Cardiac Arrest Patients After Therapeutic Hypothermia. Neurohospitalist 2018;8(2):66-73.
111. Kongpolprom N, Cholkraisuwat J. Neurological Prognostications for the Therapeutic Hypothermia among Comatose Survivors of Cardiac Arrest. Indian J Crit Care Med 2018;22(7):509-518.

112. Kim SH, Choi SP, Park KN, Youn CS, Oh SH, Choi SM. Early brain computed tomography findings are associated with outcome in patients treated with therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2013;21:57.
113. Javaudin F, Leclere B, Segard J, et al. Prognostic performance of early absence of pupillary light reaction after recovery of out of hospital cardiac arrest. Resuscitation 2018;127:8-13.
114. Hofmeijer J, Beernink TM, Bosch FH, Beishuizen A, Tjepkema-Cloostermans MC, van Putten MJ. Early EEG contributes to multimodal outcome prediction of postanoxic coma. Neurology 2015;85(2):137-43.
115. Greer DM, Yang J, Scripko PD, et al. Clinical examination for prognostication in comatose cardiac arrest patients. Resuscitation 2013;84(11):1546-51.
116. Greer DM, Scripko PD, Wu O, et al. Hippocampal magnetic resonance imaging abnormalities in cardiac arrest are associated with poor outcome. J Stroke Cerebrovasc Dis 2013;22(7):899-905.
117. Fatuzzo D, Beuchat I, Alvarez V, Novy J, Oddo M, Rossetti AO. Does continuous EEG influence prognosis in patients after cardiac arrest? Resuscitation 2018;132:29-32.
118. Dragancea I, Horn J, Kuiper M, et al. Neurological prognostication after cardiac arrest and targeted temperature management 33 degrees C versus 36 degrees C: Results from a randomised controlled clinical trial. Resuscitation 2015;93:164-70.
119. Dhakal LP, Sen A, Stanko CM, et al. Early Absent Pupillary Light Reflexes After Cardiac Arrest in Patients Treated with Therapeutic Hypothermia. Ther Hypothermia Temp Manag 2016;6(3):116-21.
120. Chung-Esaki HM, Mui G, Mlynash M, Eyngorn I, Catabay K, Hirsch KG. The neuron specific enolase (NSE) ratio offers benefits over absolute value thresholds in post-cardiac arrest coma prognosis. J Clin Neurosci 2018;57:99-104.
121. Choi SP, Park KN, Wee JH, et al. Can somatosensory and visual evoked potentials predict neurological outcome during targeted temperature management in post cardiac arrest patients? Resuscitation 2017;119:70-75.
122. Qing KY, Forgacs PB, Schiff ND. EEG Pattern With Spectral Analysis Can

Prognosticate Good and Poor Neurologic Outcomes After Cardiac Arrest. J Clin Neurophysiol 2024;41(3):236-244.
123. Kim YJ, Kim MJ, Kim YH, et al. Background frequency can enhance the prognostication power of EEG patterns categories in comatose cardiac arrest survivors: a prospective, multicenter, observational cohort study. Crit Care 2021;25(1):398.
124. Keijzer HM, Verhulst M, Meijer FJA, et al. Prognosis After Cardiac Arrest: The Additional Value of DWI and FLAIR to EEG. Neurocrit Care 2022;37(1):302-313.
125. Caroyer S, Depondt C, Rikir E, et al. Assessment of a standardized EEG reactivity protocol after cardiac arrest. Clin Neurophysiol 2021;132(7):1687-1693.
126. Bae SJ, Choi YH, Ryu SJ, et al. Prognostic value of gray-white matter ratio measured by brain MRI-based CT structures in comatose patients after cardiac arrest. Am J Emerg Med 2025;87:123-129.
127. Heimburger D, Durand M, Gaide-Chevronnay L, et al. Quantitative pupillometry and transcranial Doppler measurements in patients treated with hypothermia after cardiac arrest. Resuscitation 2016;103:88-93.
128. Nyholm B, Obling LER, Hassager C, et al. Specific thresholds of quantitative pupillometry parameters predict unfavorable outcome in comatose survivors early after cardiac arrest. Resusc Plus 2023;14:100399.
129. Nyholm B, Grand J, Obling LER, et al. Validating quantitative pupillometry thresholds for neuroprognostication after out-of-hospital cardiac arrest. A predefined substudy of the Blood Pressure and Oxygenations Targets After Cardiac Arrest (BOX)-trial. Intensive Care Med 2024;50(9):1484-1495.
130. Riker RR, Sawyer ME, Fischman VG, et al. Neurological Pupil Index and Pupillary Light Reflex by Pupillometry Predict Outcome Early After Cardiac Arrest. Neurocrit Care 2020;32(1):152-161.
131. Obling L, Hassager C, Illum C, et al. Prognostic value of automated pupillometry: an unselected cohort from a cardiac intensive care unit. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care 2020;9(7):779-787.
132. Macchini E, Bertelli A, Bogossian EG, et al. Pain pupillary index to prognosticate unfavorable outcome in comatose cardiac arrest patients. Resuscitation 2022;176:125-131.

133. Sadaka F, Doerr D, Hindia J, Lee KP, Logan W. Continuous Electroencephalogram in Comatose Postcardiac Arrest Syndrome Patients Treated With Therapeutic Hypothermia: Outcome Prediction Study. J Intensive Care Med 2015;30(5):292-6.
134. Reynolds AS, Rohaut B, Holmes MG, et al. Early myoclonus following anoxic brain injury. Neurol Clin Pract 2018;8(3):249-256.
135. Lybeck A, Friberg H, Aneman A, et al. Prognostic significance of clinical seizures after cardiac arrest and target temperature management. Resuscitation 2017;114:146-151.
136. Dhakar MB, Sivaraju A, Maciel CB, et al. Electro-clinical characteristics and prognostic significance of post anoxic myoclonus. Resuscitation 2018;131:114-20.
137. Benghanem S, Nguyen LS, Gavaret M, et al. SSEP N20 and P25 amplitudes predict poor and good neurologic outcomes after cardiac arrest. Ann Intensive Care 2022;12(1):25.
138. Ruknuddeen MI, Ramadoss R, Rajajee V, Grzeskowiak LE, Rajagopalan RE. Early clinical prediction of neurological outcome following out of hospital cardiac arrest managed with therapeutic hypothermia. Indian J Crit Care Med 2015;19(6):304-10.
139. Horn J, Tjepkema-Cloostermans MC. Somatosensory Evoked Potentials in Patients with Hypoxic-Ischemic Brain Injury. Semin Neurol 2017;37(1):60-65.
140. Leao RN, Avila P, Cavaco R, Germano N, Bento L. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest: outcome predictors. Rev Bras Ter Intensiva 2015;27(4):322-32.
141. De Santis P, Lamanna I, Mavroudakis N, et al. The potential role of auditory evoked potentials to assess prognosis in comatose survivors from cardiac arrest. Resuscitation 2017;120:119-124.
142. Grippo A, Carrai R, Scarpino M, et al. Neurophysiological prediction of neurological good and poor outcome in post-anoxic coma. Acta Neurol Scand 2017;135(6):641-648.
143. Maciel CB, Morawo AO, Tsao CY, et al. SSEP in Therapeutic Hypothermia Era. J Clin Neurophysiol 2017;34(5):469-475.
144. Kim SW, Oh JS, Park J, et al. Short-Latency Positive Peak Following N20 Somatosensory Evoked Potential Is Superior to N20 in Predicting Neurologic

Outcome After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Crit Care Med 2018;46(6):e545-e551.
145. Oh SH, Park KN, Choi SP, et al. Beyond dichotomy: patterns and amplitudes of SSEPs and neurological outcomes after cardiac arrest. Crit Care 2019;23(1):224.
146. Ruijter BJ, Tjepkema-Cloostermans MC, Tromp SC, et al. Early electroen cephalography for outcome prediction of postanoxic coma: A prospective cohort study. Ann Neurol 2019;86(2):203-214.
147. Scarpino M, Lolli F, Lanzo G, et al. Neurophysiological and neuroradiological test for early poor outcome (Cerebral Performance Categories 3-5) prediction after cardiac arrest: Prospective multicentre prognostication data. Data Brief 2019;27:104755.
148. Oh SH, Park KN, Choi SP, et al. Prognostic value of somatosensory evoked potential in cardiac arrest patients without withdrawal of life-sustaining therapy. Resuscitation 2020;150:154-161.
149. Scarpino M, Carrai R, Lolli F, et al. Neurophysiology for predicting good and poor neurological outcome at 12 and 72 h after cardiac arrest: The ProNeCA multicentre prospective study. Resuscitation 2020;147:95-103.
150. Lim JY, Oh SH, Park KN, et al. Prognostic value of brainstem auditory and visual evoked potentials in cardiac arrest patients with targeted temperature management. Resuscitation 2021;164:12-19.
151. Amorim E, Ghassemi MM, Lee JW, et al. Estimating the False Positive Rate of Absent Somatosensory Evoked Potentials in Cardiac Arrest Prognostication. Crit Care Med 2018;46(12):e1213-e1221.
152. Zandbergen EG, Hijdra A, de Haan RJ, et al. Interobserver variation in the interpretation of SSEPs in anoxic-ischaemic coma. Clin Neurophysiol 2006; 117(7):1529-35.
153. Pfeifer R, Weitzel S, Gunther A, et al. Investigation of the inter-observer variability effect on the prognostic value of somatosensory evoked potentials of the median nerve (SSEP) in cardiac arrest survivors using an SSEP classification. Resuscitation 2013;84(10):1375-81.
154. Carrai R, Scarpino M, Lolli F, et al. Early-SEPs' amplitude reduction is reliable for poor-outcome prediction after cardiac arrest? Acta Neurol Scand 2019;139(2):158-165.

155. Glimmerveen AB, Keijzer HM, Ruijter BJ, Tjepkema-Cloostermans MC, van Putten M, Hofmeijer J. Relevance of Somatosensory Evoked Potential Amplitude After Cardiac Arrest. Front Neurol 2020;11:335.
156. Scarpino M, Lolli F, Lanzo G, et al. SSEP amplitude accurately predicts both good and poor neurological outcome early after cardiac arrest; a post-hoc analysis of the ProNeCA multicentre study. Resuscitation 2021;163:162-171.
157. van Soest TM, van Rootselaar AF, Admiraal MM, Potters WV, Koelman J, Horn J. SSEP amplitudes add information for prognostication in postanoxic coma. Resuscitation 2021;163:172-175.
158. Oh SH, Oh JS, Jung HH, et al. Prognostic Value of P25/30 Cortical Somatosensory Evoked Potential Amplitude After Cardiac Arrest. Crit Care Med 2020;48(9): 1304-1311.
159. Endisch C, Storm C, Ploner CJ, Leithner C. Amplitudes of SSEP and outcome in cardiac arrest survivors: A prospective cohort study. Neurology 2015;85(20):1752-60.
160. Westhall E, Rosen I, Rundgren M, et al. Time to epileptiform activity and EEG background recovery are independent predictors after cardiac arrest. Clin Neurophysiol 2018;129(8):1660-1668.
161. Jorgensen EO, Holm S. The natural course of neurological recovery following cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 1998;36(2):111-22.
162. Cloostermans MC, van Meulen FB, Eertman CJ, Hom HW, van Putten MJ. Continuous electroencephalography monitoring for early prediction of neurological outcome in postanoxic patients after cardiac arrest: a prospective cohort study. Crit Care Med 2012;40(10):2867-75.
163. Rundgren M, Westhall E, Cronberg T, Rosen I, Friberg H. Continuous amplitude-integrated electroencephalogram predicts outcome in hypothermia-treated cardiac arrest patients. Crit Care Med 2010;38(9):1838-44.
164. Oh SH, Park KN, Shon YM, et al. Continuous Amplitude-Integrated Electroencephalographic Monitoring Is a Useful Prognostic Tool for Hypothermia-Treated Cardiac Arrest Patients. Circulation 2015;132(12):1094-103.
165. Ruijter BJ, van Putten M, van den Bergh WM, Tromp SC, Hofmeijer J. Propofol does not affect the reliability of early EEG for outcome prediction of

comatose patients after cardiac arrest. Clin Neurophysiol 2019;130(8):1263-1270.
166. Drohan CM, Cardi AI, Rittenberger JC, et al. Effect of sedation on quantitative electroencephalography after cardiac arrest. Resuscitation 2018;124:132-137.
167. Lamartine Monteiro M, Taccone FS, Depondt C, et al. The Prognostic Value of 48-h Continuous EEG During Therapeutic Hypothermia After Cardiac Arrest. Neurocrit Care 2016;24(2):153-62.
168. Caporro M, Rossetti AO, Seiler A, et al. Electromyographic reactivity measured with scalp-EEG contributes to prognostication after cardiac arrest. Resuscitation 2019;138:146-152.
169. Benarous L, Gavaret M, Soda Diop M, et al. Sources of interrater variability and prognostic value of standardized EEG features in post-anoxic coma after resuscitated cardiac arrest. Clin Neurophysiol Pract 2019;4:20-26.
170. Backman S, Cronberg T, Friberg H, et al. Highly malignant routine EEG predicts poor prognosis after cardiac arrest in the Target Temperature Management trial. Resuscitation 2018;131:24-28.
171. Westhall E, Rossetti AO, van Rootselaar AF, et al. Standardized EEG interpretation accurately predicts prognosis after cardiac arrest. Neurology 2016;86(16):1482-90.
172. Misirocchi F, Bernabe G, Zinno L, et al. Epileptiform patterns predicting unfavorable outcome in postanoxic patients: A matter of time? Neurophysiol Clin 2023;53(1):102860.
173. Tjepkema-Cloostermans MC, Hofmeijer J, Trof RJ, Blans MJ, Beishuizen A, van Putten MJ. Electroencephalogram predicts outcome in patients with postanoxic coma during mild therapeutic hypothermia. Crit Care Med 2015;43(1):159-67.
174. Turella S, Dankiewicz J, Friberg H, et al. The predictive value of highly malignant EEG patterns after cardiac arrest: evaluation of the ERC-ESICM recommendations. Intensive Care Med 2024;50(1):90-102.
175. Westhall E, Rosen I, Rossetti AO, et al. Interrater variability of EEG interpretation in comatose cardiac arrest patients. Clin Neurophysiol 2015;126(12):2397-404.
176. Admiraal MM, van Rootselaar AF, Horn J. International consensus on EEG reactivity testing after cardiac arrest: Towards standardization. Resuscitation 2018;131:36-41.

177. Sandroni C, D'Arrigo S, Cacciola S, et al. Prediction of poor neurological outcome in comatose survivors of cardiac arrest: a systematic review. Intensive Care Med 2020;46(10):1803-1851.
178. Admiraal MM, van Rootselaar AF, Horn J. Electroencephalographic reactivity testing in unconscious patients: a systematic review of methods and definitions. Eur J Neurol 2017;24(2):245-254.
179. Alvarez V, Reinsberger C, Scirica B, et al. Continuous electrodermal activity as a potential novel neurophysiological biomarker of prognosis after cardiac arrest--A pilot study. Resuscitation 2015;93:128-35.
180. Admiraal MM, van Rootselaar AF, Hofmeijer J, et al. Electroencephalographic reactivity as predictor of neurological outcome in postanoxic coma: A multicenter prospective cohort study. Ann Neurol 2019;86(1):17-27.
181. Duez CHV, Johnsen B, Ebbesen MQ, et al. Post resuscitation prognostication by EEG in 24 vs 48 h of targeted temperature management. Resuscitation 2019;135:145-152.
182. Amorim E, Rittenberger JC, Zheng JJ, et al. Continuous EEG monitoring enhances multimodal outcome prediction in hypoxic-ischemic brain injury. Resuscitation 2016;109:121-126.
183. Liu G, Su Y, Liu Y, et al. Predicting Outcome in Comatose Patients: The Role of EEG Reactivity to Quantifiable Electrical Stimuli. Evid Based Complement Alternat Med 2016;2016:8273716.
184. Elmer J, Rittenberger JC, Faro J, et al. Clinically distinct electroencephalographic phenotypes of early myoclonus after cardiac arrest. Ann Neurol 2016;80(2):175-84.
185. Amorim E, van der Stoel M, Nagaraj SB, et al. Quantitative EEG reactivity and machine learning for prognostication in hypoxic-ischemic brain injury. Clin Neurophysiol 2019;130(10):1908-1916.
186. Ruijter BJ, Hofmeijer J, Tjepkema-Cloostermans MC, van Putten M. The prognostic value of discontinuous EEG patterns in postanoxic coma. Clin Neurophysiol 2018;129(8):1534-1543.
187. Oh SH, Park KN, Kim YM, et al. The prognostic value of continuous amplitude-integrated electroencephalogram applied immediately after

return of spontaneous circulation in therapeutic hypothermia-treated cardiac arrest patients. Resuscitation 2013;84(2):200-5.
188. Ihara S, Sakurai A, Kinoshita K, Yamaguchi J, Sugita A. Amplitude-Integrated Electroencephalography and Brain Oxygenation for Postcardiac Arrest Patients with Targeted Temperature Management. Ther Hypothermia Temp Manag 2019;9(3):209-215.
189. Sugiyama K, Kashiura M, Akashi A, Tanabe T, Hamabe Y. Prognostic value of the recovery time of continuous normal voltage in amplitude-integrated electroencephalography in out-of-hospital cardiac arrest patients treated with therapeutic hypothermia: a retrospective study. J Intensive Care 2016;4:25.
190. Eertmans W, Genbrugge C, Haesevoets G, et al. Recorded time periods of bispectral index values equal to zero predict neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest. Crit Care 2017;21(1):221.
191. Park JH, Oh JH, Choi SP, Wee JH. Neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest could be predicted with the help of bispectral-index during early targeted temperature management. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2018;26(1):59.
192. Stammet P, Collignon O, Werer C, Sertznig C, Devaux Y. Bispectral index to predict neurological outcome early after cardiac arrest. Resuscitation 2014; 85(12):1674-80.
193. Akin M, Garcheva V, Sieweke JT, et al. Neuromarkers and neurological outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients treated with therapeutic hypothermia-experience from the HAnnover COoling REgistry (HACORE). PLoS One 2021;16(1):e0245210.
194. Arctaedius I, Levin H, Thorgeirsdottir B, et al. Plasma glial fibrillary acidic protein and tau: predictors of neurological outcome after cardiac arrest. Crit Care 2024;28(1):116.
195. Czimmeck C, Kenda M, Aalberts N, et al. Confounders for prognostic accuracy of neuron-specific enolase after cardiac arrest: A retrospective cohort study. Resuscitation 2023;192:109964.
196. Kang C, In YN, Park JS, et al. Prognostic role of serum neutrophil gelatinase-

associated lipocalin in cardiac arrest patients: A prospective observational study. Medicine (Baltimore) 2021;100(40):e27463.

197. Kim SH, Kim HJ, Park KN, et al. Neuron-specific enolase and neuroimaging for prognostication after cardiac arrest treated with targeted temperature management. PLoS One 2020;15(10):e0239979.
198. Kim YJ, Kim YH, Youn CS, et al. Different neuroprognostication thresholds of neuron-specific enolase in shockable and non-shockable out-of-hospital cardiac arrest: a prospective multicenter observational study in Korea (the KORHN-PRO registry). Crit Care 2023;27(1):313.
199. Lee JH, Kim YH, Lee JH, et al. Combination of neuron-specific enolase measurement and initial neurological examination for the prediction of neurological outcomes after cardiac arrest. Sci Rep 2021;11(1):15067.
200. Martinez-Losas P, Lopez de Sa E, Armada E, et al. Neuron-specific enolase kinetics: an additional tool for neurological prognostication after cardiac arrest. Rev Esp Cardiol (Engl Ed) 2020;73(2):123-130.
201. Peluso L, Boisdenghien T, Attanasio L, et al. Multimodal Approach to Predict Neurological Outcome after Cardiac Arrest: A Single-Center Experience. Brain Sci 2021;11(7).
202. Peluso L, Oddo M, Minini A, et al. Neurological pupil index and its association with other prognostic tools after cardiac arrest: A post hoc analysis. Resuscitation 2022;179:259-266.
203. Pouplet C, Colin G, Guichard E, et al. The accuracy of various neuro-prognostication algorithms and the added value of neurofilament light chain dosage for patients resuscitated from shockable cardiac arrest: An ancillary analysis of the ISOCRATE study. Resuscitation 2022;171:1-7.
204. Ryczek R, Kwasiborski PJ, Dymus J, et al. Neuron-specific enolase concentrations for the prediction of poor prognosis of comatose patients after out-of-hospital cardiac arrest: an observational cohort study. Kardiol Pol 2021;79(5):546-553.
205. Ryoo SM, Kim YJ, Sohn CH, Ahn S, Seo DW, Kim WY. Prognostic Abilities of Serial Neuron-Specific Enolase and Lactate and their Combination in

Cardiac Arrest Survivors During Targeted Temperature Management. J Clin Med 2020;9(1):159.

206. Wihersaari L, Reinikainen M, Furlan R, et al. Neurofilament light compared to neuron-specific enolase as a predictor of unfavourable outcome after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2022;174:1-8.
207. Moseby-Knappe M, Mattsson-Carlgren N, Stammet P, et al. Serum markers of brain injury can predict good neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest. Intensive Care Med 2021;47(9):984-994.
208. Streitberger KJ, Leithner C, Wattenberg M, et al. Neuron-Specific Enolase Predicts Poor Outcome After Cardiac Arrest and Targeted Temperature Management: A Multicenter Study on 1,053 Patients. Crit Care Med 2017;45(7):1145-1151.
209. Zellner T, Gartner R, Schopohl J, Angstwurm M. NSE and S-100B are not sufficiently predictive of neurologic outcome after therapeutic hypothermia for cardiac arrest. Resuscitation 2013;84(10):1382-6.
210. Youn CS, Park KN, Kim SH, et al. External validation of the 2020 ERC/ESICM prognostication strategy algorithm after cardiac arrest. Crit Care 2022;26(1):95.
211. Song H, Bang HJ, You Y, et al. Novel serum biomarkers for predicting neurological outcomes in postcardiac arrest patients treated with targeted temperature management. Crit Care 2023;27(1):113.
212. Ebner F, Moseby-Knappe M, Mattsson-Carlgren N, et al. Serum GFAP and UCH-L1 for the prediction of neurological outcome in comatose cardiac arrest patients. Resuscitation 2020;154:61-68.
213. Humaloja J, Lahde M, Ashton NJ, et al. GFAp and tau protein as predictors of neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest: A post hoc analysis of the COMACARE trial. Resuscitation 2022;170:141-149.
214. Klitholm M, Jeppesen AN, Christensen S, et al. Neurofilament Light Chain and Glial Fibrillary Acidic Protein as early prognostic biomarkers after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2023;193:109983.
215. Adler C, Onur OA, Braumann S, et al. Absolute serum neurofilament light chain levels and its early kinetics predict brain injury after out-of-hospital cardiac arrest. J Neurol 2022;269(3):1530-1537.

216. Levin H, Lybeck A, Frigyesi A, et al. Plasma neurofilament light is a predictor of neurological outcome 12 h after cardiac arrest. Crit Care 2023;27(1):74.
217. Wihersaari L, Ashton NJ, Reinikainen M, et al. Neurofilament light as an outcome predictor after cardiac arrest: a post hoc analysis of the COMACARE trial. Intensive Care Med 2021;47(1):39-48.
218. Steinberg A, Callaway CW, Arnold RM, et al. Prognostication after cardiac arrest: Results of an international, multi-professional survey. Resuscitation 2019;138:190-197.
219. Youn CS, Callaway CW, Rittenberger JC, Post Cardiac Arrest S. Combination of initial neurologic examination, quantitative brain imaging and electroencephalography to predict outcome after cardiac arrest. Resuscitation 2017;110:120-125.
220. Lee BK, Jeung KW, Lee HY, Jung YH, Lee DH. Combining brain computed tomography and serum neuron specific enolase improves the prognostic performance compared to either alone in comatose cardiac arrest survivors treated with therapeutic hypothermia. Resuscitation 2013;84(10):1387-92.
221. Lee KS, Lee SE, Choi JY, et al. Useful Computed Tomography Score for Estimation of Early Neurologic Outcome in Post-Cardiac Arrest Patients With Therapeutic Hypothermia. Circ J 2017;81(11):1628-1635.
222. Jeon CH, Park JS, Lee JH, et al. Comparison of brain computed tomography and diffusion-weighted magnetic resonance imaging to predict early neurologic outcome before target temperature management comatose cardiac arrest survivors. Resuscitation 2017;118:21-26.
223. Wang GN, Chen XF, Lv JR, Sun NN, Xu XQ, Zhang JS. The prognostic value of gray-white matter ratio on brain computed tomography in adult comatose cardiac arrest survivors. J Chin Med Assoc 2018;81(7):599-604.
224. Lee BK, Jeung KW, Song KH, et al. Prognostic values of gray matter to white matter ratios on early brain computed tomography in adult comatose patients after out-of-hospital cardiac arrest of cardiac etiology. Resuscitation 2015;96:46-52.
225. Lee BK, Kim WY, Shin J, et al. Prognostic value of gray matter to white matter ratio in hypoxic and non-hypoxic cardiac arrest with non-cardiac etiology. Am J Emerg Med 2016;34(8):1583-8.

226. Hirsch KG, Fischbein N, Mlynash M, et al. Prognostic value of diffusion-weighted MRI for post-cardiac arrest coma. Neurology 2020;94(16):e1684-e1692.
227. Calabrese E, Gandhi S, Shih J, et al. Parieto-Occipital Injury on Diffusion MRI Correlates with Poor Neurologic Outcome following Cardiac Arrest. AJNR Am J Neuroradiol 2023;44(3):254-260.
228. Park JS, In YN, You YH, et al. Ultra-early neurologic outcome prediction of out-of-hospital cardiac arrest survivors using combined diffusion-weighted imaging findings and quantitative analysis of apparent diffusion coefficient. Resuscitation 2020;148:39-48.
229. Moon HK, Jang J, Park KN, et al. Quantitative analysis of relative volume of low apparent diffusion coefficient value can predict neurologic outcome after cardiac arrest. Resuscitation 2018;126:36-42.
230. In YN, Lee IH, Park JS, et al. Delayed head CT in out-of-hospital cardiac arrest survivors: Does this improve predictive performance of neurological outcome? Resuscitation 2022;172:1-8.
231. Lang M, Kenda M, Scheel M, et al. Standardised and automated assessment of head computed tomography reliably predicts poor functional outcome after cardiac arrest: a prospective multicentre study. Intensive Care Med 2024;50(7):1096-1107.
232. In YN, Kim HI, Park JS, et al. Association between quantitative analysis of cerebral edema using CT imaging and neurological outcomes in cardiac arrest survivors. Am J Emerg Med 2024;78:22-28.
233. Tsai H, Chi CY, Wang LW, et al. Outcome prediction of cardiac arrest with automatically computed gray-white matter ratio on computed tomography images. Crit Care 2024;28(1):118.
234. Kang C, Min JH, Park JS, et al. Association of ultra-early diffusion-weighted magnetic resonance imaging with neurological outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. Crit Care 2023;27(1):16.
235. Yoon JA, Kang C, Park JS, et al. Quantitative analysis of apparent diffusion coefficients to predict neurological prognosis in cardiac arrest survivors: an observational derivation and internal-external validation study. Crit Care 2024; 28(1):138.

236. Kim J, Kim K, Hong S, et al. Low apparent diffusion coefficient cluster-based analysis of diffusion-weighted MRI for prognostication of out-of-hospital cardiac arrest survivors. Resuscitation 2013;84(10):1393-9.
237. Park JS, Kang C, Min JH, et al. Optimal timing of ultra-early diffusion-weighted MRI in out-of-hospital cardiac arrest patients based on a retrospective multicenter cohort study. Sci Rep 2024;14(1):25284.
238. Sandroni C, Grippo A, Nolan JP. ERC-ESICM guidelines for prognostication after cardiac arrest: time for an update. Intensive Care Med 2020;46(10):1901-1903.
239. Lagebrant A, Sandroni C, Nolan JP, et al. Prediction of good functional outcome decreases diagnostic uncertainty in unconscious survivors after out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2025;214:110686.
240. McCulloch MA, Zuckerman WA, Moller T, et al. Effects of donor cause of death, ischemia time, inotrope exposure, troponin values, cardiopulmonary resuscitation, electrocardiographic and echocardiographic data on recipient outcomes: A review of the literature. Pediatr Transplant 2020;24(3):e13676.
241. Thuong M, Ruiz A, Evrard P, et al. New classification of donation after circulatory death donors definitions and terminology. Transpl Int 2016;29(7): 749-59.
242. Sawyer KN, Camp-Rogers TR, Kotini-Shah P, et al. Sudden Cardiac Arrest Survivorship: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation 2020;141(12):e654-e685.
243. Douma MJ, Myhre C, Ali S, et al. What Are the Care Needs of Families Experiencing Sudden Cardiac Arrest? A Survivor- and Family-Performed Systematic Review, Qualitative Meta-Synthesis, and Clinical Practice Recommendations. J Emerg Nurs 2023;49(6):912-950.
244. Moulaert VR, Verbunt JA, van Heugten CM, Wade DT. Cognitive impairments in survivors of out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review. Resuscitation 2009;80(3):297-305.
245. Buanes EA, Gramstad A, Sovig KK, et al. Cognitive function and health-related quality of life four years after cardiac arrest. Resuscitation 2015;89:13-8.
246. Lilja G, Nielsen N, Friberg H, et al. Cognitive function in survivors of out-

of-hospital cardiac arrest after target temperature management at 33 degrees C versus 36 degrees C. Circulation 2015;131(15):1340-9.

247. Mateen FJ, Josephs KA, Trenerry MR, et al. Long-term cognitive outcomes following out-of-hospital cardiac arrest: a population-based study. Neurology 2011;77(15):1438-45.
248. Steinbusch CVM, van Heugten CM, Rasquin SMC, Verbunt JA, Moulaert VRM. Cognitive impairments and subjective cognitive complaints after survival of cardiac arrest: A prospective longitudinal cohort study. Resuscitation 2017; 120:132-137.
249. Tiainen M, Poutiainen E, Oksanen T, et al. Functional outcome, cognition and quality of life after out-of-hospital cardiac arrest and therapeutic hypothermia: data from a randomized controlled trial. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2015;23:12.
250. Dougherty CM, Thompson EA, Kudenchuk PJ. Patient plus partner trial: A randomized controlled trial of 2 interventions to improve outcomes after an initial implantable cardioverter-defibrillator. Heart Rhythm 2019;16(3):453-459.
251. Auld JP, Thompson EA, Dougherty CM. Social cognitive intervention following an initial implantable cardioverter defibrillator: Better treatment response for secondary versus primary prevention. Pacing Clin Electrophysiol 2020;43(9):974-982.
252. Moulaert VR, van Heugten CM, Winkens B, et al. Early neurologically-focused follow-up after cardiac arrest improves quality of life at one year: A randomised controlled trial. Int J Cardiol 2015;193:8-16.

제6장

소아 기본소생술

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제6장

소아 기본소생술

김도균[1], 이지숙[2], 나재윤[3], 정수인[4], 김진태[5], 박보배[6], 김경훈[7], 정성필[8], 김태윤[9], 손유동[10], 심규홍[11], 정영화[7], 오윤희[12], 윤준성[13], 이미진[14], 이창희[15], 장영빈[8], 장용수[10], 조규종[10], 차경철[16], 허주선[7], 황성오[16], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 소아소생술 위원회

서울대학교 의과대학 응급의학교실[1], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[2], 한양대학교 의과대학 소아과학교실[3], 아주대학교 의과대학 소아청소년과학교실[4], 서울대학교 의과대학 마취통증의학교실[5], 서울대학교병원 진료지원팀[6], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[7], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[8], 인하대학교 의과대학 응급의학교실[9], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[10], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[11], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[12], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[13], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[14], 남서울대학교 응급구조학과[15], 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[16]

I 2025년 소아 기본소생술 가이드라인 주요 변경 사항과 소아 기본소생술 순서

1. 2025년 소아 기본소생술 가이드라인 주요 변경 사항

2025년 소아 기본소생술 가이드라인 중 2020년 가이드라인에 비하여 변경된 내용은 다음과 같다.

1) 영아의 가슴압박법

영아 가슴압박의 경우 일반인 구조자와 의료제공자 모두, 구조자 수에 상관없이 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 사용한다(강한 권고, 매우 낮은 확신도). 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 시행할 수 없거나 영아의 체형과 몸무게가 1세에 가까울 경우 한 손 손꿈치 가슴압박법을 고려할 수 있으나 우선적으로 권장하지 않는다(전문가합의 권고).

2) 병원 밖 심장정지 소아의 자동심장충격기 사용

비외상성 병원 밖 심장정지인 1세 이상의 모든 소아에 대해 일반인의 자동심장충격기 사용을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

비외상성 병원 밖 심장정지인 1세 미만 영아의 경우 일반인의 자동심장충격기 사용에 대해서는 권장하거나 반대할만한 충분한 근거가 부족하다.

3) 영아의 기도이물 처치

영아 기도이물의 경우 5회의 등 두드리기와 5회의 가슴 밀어내기 방법을 이물이 나올 때까지 또는 의식이 없어질 때까지 교대로 반복 시행한다. 가슴 밀어내기는 한 손 손꿈치 압박법으로 시행한다(전문가합의 권고).

4) 조기경보체계

소아 조기경보체계를 활용하여 입원 중인 아동의 상태 악화를 조기에 발견하고자 노력할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).

2. 소아 기본소생술 순서

1) 소아 심장정지에서의 생존 사슬

소아 심장정지에서 기본소생술은 자발순환의 회복 및 생존율에 가장 큰 영향을 주며 그 시작은 생존 사슬의 첫 단계인 심장정지의 예방에 있다. 심장정지의 생존 사슬은 심장정지의 인지 및 구조 요청으로 시작하지만, 이에 앞서 심장정지의 예방은 병원 밖에서의 손상 예방과 안전을 위한 여러 제도적 장치부터 출발하고 병원 내에서는 조기경보체계 등을 활용하여 심장정지 상태가 되지 않도록 하는 노력이 중요하다. 생존 사슬의 다섯 가지 요소 중 첫 세 가지 과정이 기본소생술에 해당한다. 성인과 같이 소아에 대해서도 일반인에 의한 신속하고 효과적인 심폐소생술은 성공적인 자발순환회복과 신경학적 회복에 도움이 된다. 소아는 연령과 심장정지의 원인에 따라 생존율의 차이가 있어 연령이 증가하면서 생존율은 높아지며, 병원 내 소아 심장정지의 경우 높게는 40% 이상의 생존 퇴원율을 보이고 있다.[1]

(1) 소아 심장정지에서 예방의 중요성

심장정지는 발생을 예측하기 어렵고 다양한 장소에서 발생할 수 있기 때문에 심장정지로 인한 전체적인 사망을 줄이려면, 심장정지의 예방, 치료, 재활과 연관된 의료적 요소와 더불어 심장정지에 대한 인식, 심폐소생술 교육 등의 비의료적 요소가 심장정지의 생존과 연관되어 있다는 것을 인식해야 한다. 심장정지가 일단 발생한 이후에는 효과적인 소생술을 하더라도 생존율이 낮으므로 심장정지로 인한 사망을 줄이는 중요한 수단은 예방이다.

영아 심장정지의 주원인은 호흡부전, 영아돌연사증후군 등이지만, 1세가 넘은 소아 심장정지의 가장 흔한 원인은 외상이다. 이런 이유로 환경에 대한 적절한 관리 및 생활습관의 변경으로 소아 심장정지의 상당 부분을 예방 할 수 있다는 점은 성인과 다른 큰 특징이라 할 수 있다. 영아돌연사증후군의 경우 아이를 푹신한 바닥에 눕히지 않고, 엎드려 재우지 않으며, 보호자에 대한 금연 교육 등을 통해 예방할 수 있다. 교통사고의 경우 안전띠 착용이나 소아용 카 시트 장착 등을 통해 치명적 손상을 예방할 수 있다. 자동차 안전 시트는 나이에 따라 적절한 유형이 다르다. 9 kg 미만인 1세 미만의 영아는 후면을 향하는 아기용 안전 시트를 사용해야 하고, 1-4세의 소아는 소아용 안전 시트를 사용해야 하며, 4-7세 소아는 안전벨트를 착용할 수 있는 보조 의자가 필요하다. 12세 미만의 소아가 앞 좌석에 앉는 경우 에어백으로 인한 치명상이 발생할 수 있고, 잘못된 안전벨트 착용으로 인한 위험성도 증가한다. 익사는 5세 미만 소아에게 발생하는 불의의 사망원인 중 두 번째로 높은 빈도를 차지하며, 청소년 연령에서는 세 번째로 높은 빈도의 사망원인이다.[2] 대부분 소아들은 보호자가 돌보지 않는 사이에 수영장에 빠져서 익사하며, 청소년들은 호수나 강에 빠지는 경우가 많다. 수영할 때 반드시 구명 장비를 입도록 하여 익사를 예방할 수 있다. 최근 국내 사망원인통계에 따르면 1-9세 사망 원인 중 세 번째는 가해에 의한 타살이다.[3] 아동학대에 대한 관심과 적극적인 신고로 예방을 위해 노력해야 한다. 10세 이후 청소년에서는 고의적 자해(자살)가 첫 번째 사망원인이며 증가 추세에 있다.[3] 이는 청소년을 대상으로 한 정서적 지지와 자살 위험에 대한 적극적인 중재를 통한 예방이 반드시 필요한 이유이다.

(2) 심장정지 인지, 구조 요청 및 목격자 심폐소생술

소아의 경우 질식성 심장정지가 더 흔하기 때문에 심장정지를 인지했을 때 신속한 구조 요청 못지 않게 심폐소생술을 빠르게 시작하는 것이 중요하다. 하지만 휴대전화 보급률이 높은 우리나라의 현실을 고려하여 성인의 기본소생술과 마찬가지로 소아 심장정지 의심 환자를 발견한 즉시 신고하도록 한다. 병원 밖 소아 심장정지에 대한 국내 연구에서 심장정지 발생 이후 심폐소생술의 시작이 빠를수록 자발순환회복이 높게 나타나고 있으며,[4] 현장에서의 신속하고 효과적인 일반인 심폐소생술이 병원 밖 소아 심장정지에서의 자발순환회복률을 높이고 신경학적으로 양호한 생존 퇴원과 연관됨을 보여 주고 있다.[5,6]

2) 일반인을 위한 소아 기본소생술

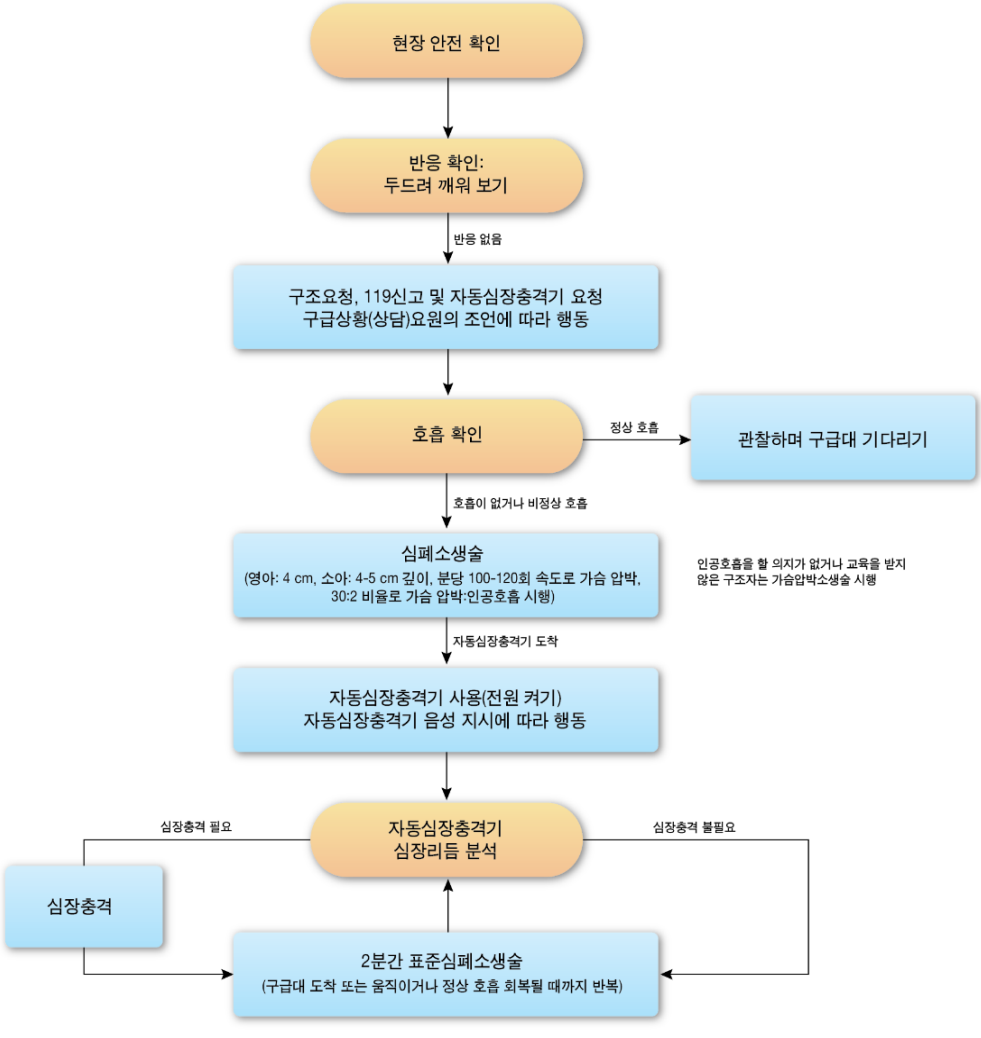
소아와 성인 사이에는 심장정지 원인의 차이뿐 아니라 심폐소생술 방법에도 약간의 차이가 있다. 그러나 한 가지 특징만으로는 소아와 성인을 구분하기 어렵고, 심폐소생술 방법을 다르게 적용해야 하는 연령을 결정하기 위한 과학적 근거가 부족하다. 이 가이드라인에서 연령 구분은 심장정지 현장에서의 적용 가능성과 교육의 용이성을 고려하여 정하였다. 소아의 체구가 커서 성인과의 구분이 어려울 때에는 구조자의 판단에 따라 소아 또는 성인 심폐소생술을 적용하면 된다. 비록 구조자가 심장정지 환자의 연령을 잘못 판단하였더라도 환자에게 중대한 위해를 초래하지는 않는다.

심폐소생술에서 연령 정의는 다음과 같다.

① 신생아: 출생 후 4주까지
② 영아: 만 1세 미만의 아기
③ 소아: 만 1세부터 만 8세 미만까지
④ 성인: 만 8세부터

일반인이나 의료제공자 구분 없이 소아에 대한 기본소생술은 영아와 만 8세 미만의 소아에게 적용한다. 소아 기본소생술 순서는 [그림 6-1]와 같다(〈표 6-1〉). SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome)나 코로나19의 유행과 같은 전염성 질환의 전파 위험성이 있는 경우 표준심폐소생술이 아닌 가슴압박소생술을 시행한다. 감염의 위험성이 있는 영아 또는 소아에게 심폐소생술을 마친 후 구조자는 감염관리수칙에 따라 가능한 빨리 비누와 물로 손을 깨끗이 씻거나 알코올 기반의 손소독제로 손을 소독하여야 하며 옷을 갈아입을 것을 권장한다.

영아와 소아의 경우 심장에서 기인한 심장정지보다 질식성 심장정지가 훨씬 흔하기 때문에 소아 소생술에서는 인공호흡이 매우 중요하다. 그러나 영아 및 소아 심장정지 환자에 대한 심폐소생술의 순서는 교육과 훈련의 표준화와 심폐소생술 가이드라인의 일관성을 위해 성인과 마찬가지로 가슴압박을 먼저 하고 인공호흡을 시행한다.[7-9]



[그림 6-1] 일반인 구조자에 의한 소아 기본소생술 순서

〈표 6-1〉 일반인 구조자를 위한 소아 기본소생술 참고표

치료	내용
소생술이 필요한 호흡	호흡이 없거나 심장정지 호흡(헐떡임)을 보일 경우
가슴압박	• 압박 위치: 영아에서는 젖꼭지 연결선 바로 아래의 흉골, 소아에서는 흉골 아래쪽 1/2 • 압박 깊이: 가슴 전후 두께의 최소 1/3 이상 압박(영아: 4 cm, 소아: 4-5 cm) • 압박 속도: 분당 100-120회

치료	내용
가슴압박과 인공호흡 비율	• 가슴압박:인공호흡=30:2 • 인공호흡을 할 의지가 없거나 교육받지 못한 구조자는 가슴압박소생술 시행 • 감염병 유행 시에는 가슴압박소생술 시행
자동심장충격기	자동심장충격기가 도착하는 즉시 전원을 켜고 사용
심장 리듬 분석	가슴압박을 중단한 상태에서 시행
심장충격 후 심폐소생술	심장충격 후 즉시 가슴압박을 다시 시작

(1) 구조자와 환자의 안전

심폐소생술을 할 때에는 언제나 구조자와 환자가 있는 지역의 안전을 확인해야 한다. 심폐소생술로 실제 구조자가 감염될 위험은 매우 낮지만, 이론적으로는 감염성 질환의 전파 위험이 있으므로, 감염성 질환 유행 상황에서는 반드시 마스크를 쓰고 개인의 보호에 스스로 주의해야 한다.

(2) 심장정지의 인지와 반응의 확인

환자에게 심폐소생술이 필요한 상태인지를 먼저 평가한다. 의식이 없는 환자가 숨을 헐떡이고 있거나 호흡이 없다면 심장정지 상태로 판단하고 심폐소생술을 시행해야 한다.

환자를 가볍게 두드리고 "얘야 괜찮니?"와 같이 소리치거나, 이름을 알면 이름을 불러 본다. 아이가 손상을 입은 상태는 아닌지, 어떤 의학적 처치가 필요한지 등을 신속하게 확인한다.

(3) 응급의료체계 활성화

만약 환자가 자극에 반응이 없고 목격자가 한 명이라면 주위에 소리를 질러 도움을 요청한다. 주변에 도와줄 사람이 있다면 119에 신고하고 자동심장충격기(자동제세동기)를 가져올 것을 요청한다. 주변에 아무도 없을 경우에는 최초 발견자가 즉시 119에 신고한다. 우리나라 개인 휴대전화 보급률을 고려하면 대부분의 구조자가 휴대전화를 가지고 있으므로 환자 곁을 떠나지 말고 현장에서 바로 전화하도록 한다. 의식이 없는 환자의 상태를 알리고 자동심장충격기를 요청하며 구급상황요원의 지시에 따라 다음 단계의 처치를 하도록 한다. 만약 환자가 반응이 없고 두 명 이상의 목격자가 있다면, 첫 번째 구조자는 즉시 심폐소생술을 시작하고, 다른 목격자는 응급의료체계에 신고하고 자동심장충격기를 준비하도록 한다. 구조자가 혼자이고 휴대전화가 없는 상황이라면, 2분간 먼저 심폐소생술을 실시한 후 응급의료체계에 신고하고 근처의 자동심장충격기를 가져온다. 가능한 한 빨리 환자 곁으로 돌아와 자동심장충격기를 사용하고, 자동심장충격기가 없는 경우 가슴압박을 시작으로 심폐소생술을 재개한다.

(4) 환자의 호흡 확인

환자의 윗옷을 제거하고 가슴을 노출시킨 상태에서 호흡을 확인한다. 환자가 규칙적으로 숨을 쉬고 있으면, 환자는 심폐소생술이 필요한 상태가 아니다. 이 경우 외상의 증거가 없다면 옆으로 눕는 회복 자세를 취해 주는 것이 기도유지에 도움을 주면서 흡인 위험을 줄일 수 있다. 응급구조대가 도착할 때까지 반복적으로 환자의 호흡 상태를 확인하도록 한다. 호흡곤란이 있는 소아는 종종 기도가 더 많이 열리고 호흡하기 쉬운 자세를 스스로 취하므로, 만일 호흡곤란이 있는 소아가 편한 자세를 취하려고 하면 그대로 유지하게 한다. 환자가 반응이 없고 숨을 쉬지 않거나 그저 헐떡이는 숨(심장정지 호흡)만 간신히 쉬고 있는 상태라면 심폐소생술을 시작한다. 간혹, 환자가 헐떡이는 숨을 쉬는 것을 정상 호흡을 하는 것으로 오인하여 심폐소생술이 지연될 수 있다. 헐떡이는 숨만 겨우 쉬는 환자는 숨을 쉬지 않는 경우와 마찬가지로 생각하고 심폐소생술을 시작한다.

(5) 가슴압박

심장정지 상태에서 적절한 가슴압박은 주요 장기로 혈류를 유지하고 자발순환회복의 가능성을 높인다. 만약 영아나 소아가 반응이 없고 숨을 쉬지 않는 상태라면, 즉시 30번의 가슴압박을 실시한다. 적절한 가슴압박은 분당 100-120회의 속도로 압박하고, 적어도 흉곽 전후 직경(가슴두께)의 1/3 깊이 또는 영아는 약 4 cm, 소아는 4-5 cm의 깊이를 압박하는 것이다.[10] 가슴압박은 평평하고 딱딱한 바닥에 눕혀서 실시하는 것이 가장 좋다. 가슴압박 시에 피드백장치의 사용에 대한 소아 분야 연구는 아직 부족하다.

영아의 경우 두 손으로 환자의 흉곽을 감싸 쥐고 두 손의 엄지손가락으로 흉골을 압박하는 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 사용하여 누른다(강한 권고, 매우 낮은 확신도)([그림 6-2]). 압박 위치는 젖꼭지 연결선 바로 아래의 흉골이며 이때 칼돌기를 압박하지 않도록 주의해야 한다. 기존 영아 가슴압박법 중 하나였던 두 손가락 압박법은 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법이 관상동맥관류압을 더 높게 유지하고 압박의 깊이 등 가슴압박의 질을 더 잘 유지하는 반면, 압박 시행자의 피로도나 통증 등에서 더 유리한 점이 없음을 고려하여 더 이상 추천하지 않는다.[11,12] 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 시행할 수 없거나 영아의 체형과 몸무게가 1세에 가까울 경우 한 손 손꿈치 가슴압박법을 고려할 수 있으나 우선적으로 권장하지 않는다(전문가합의 권고).

[그림 6-2] 영아의 가슴압박

가슴압박을 위한 손 모양(왼쪽 그림)과 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법(오른쪽 그림)

소아의 경우 한 손 또는 두 손의 손바닥 뒤꿈치를 이용하여 흉골 아래 1/2 부분을 압박한다. 이때 칼돌기와 갈비뼈를 누르지 않도록 한다([그림 6-3]). 매번 압박을 할 때마다 적어도 흉곽 전후 직경의 1/3 깊이(4-5 cm)가 유지되어야 하며, 매 가슴압박을 한 후에는 가슴이 정상 위치로 완전히 이완되도록 하는 것이 중요하다. 흉부가 완전히 이완되어야 심장으로 돌아오는 정맥 환류가 충분히 이루어진다. 소아 심폐소생술 중, 특히 구조자들이 지쳤을 때 흉부 이완이 불완전한 경우가 흔하다. 불완전한 흉부 이완은 흉강 내부의 압력을 증가시키고 정맥 환류, 관상동맥 관류, 심박출량, 뇌동맥으로 가는 관류를 감소시킨다. 두 명 이상의 구조자가 있으면 가슴압박 역할을 2분마다 바꾸어 구조자가 지치는 것을 방지하고 가슴압박의 질과 속도가 떨어지는 것을 막아야 한다. 가슴압박 역할 교대는 가능한 한 빨리(이상적으로 5초 이내) 수행하여 가슴압박의 중단을 최소화해야 한다. 소아 심장정지에서 일반인 구조자는 응급의료체계 전문구조요원이 도착하거나 환자가 스스로 숨을 쉴 때까지 30회의 가슴압박과 2회의 인공호흡 주기를 반복하여 심폐소생술을 시행하도록 권고한다. 질식성 심장정지가 흔한 영아와 소아 소생술의 경우 가슴압박과 인공호흡이 함께 제공되어야 좋은 결과를 얻을 수 있다.[13,14] 병원 내 및 병원 밖 영아 및 소아 심폐소생술 시행자는 인공호흡과 가슴압박을 함께 하는 소생술을 시행해야 하지만, 만약 구조자가 인공호흡에 대한 교육을 받지 않았거나 인공호흡을 할 의지가 없는 경우, 또는 인공호흡을 할 수 없는 상황이라면 구급대가 도착할 때까지 가슴압박 소생술만이라도 계속해야 한다.

[그림 6-3] 소아의 가슴압박

(6) 기도 열기와 인공호흡

반응이 없는 영아 또는 소아는 혀가 기도를 막을 수 있으므로 머리기울임-턱들어올리기 방법을 이용하여 기도를 열어 준다. 외상(특히 경추손상 의심)이 의심되는 경우 턱밀어올리기법으로 기도를 확보하나 이 방법으로 기도확보가 충분하지 않아 생명을 위협하는 상황이면 머리기울임-턱들어올리기 방법을 고려할 수 있다.

영아에게 인공호흡을 하려면 입-입 인공호흡 또는 입-코입 인공호흡 방법을 사용하고 소아는 입-입 인공호흡을 한다. 호흡을 불어넣을 때 가슴이 올라오는 것을 확인해야 하며 각 호흡은 1초에 걸쳐 실시한다. 가슴이 올라오지 않는다면, 머리 위치를 다시 확인하여 기도를 열고 호흡이 밖으로 새지 않게 좀 더 확실하게 막고 인공호흡을 시도해 본다. 머리 기울기 정도를 조절하여 최상의 기도유지와 효과적인 인공호흡이 가능한 위치를 찾아볼 필요도 있다. 영아에게 인공호흡을 할 때 입과 코로 한꺼번에 호흡을 불어넣기 어려운 경우에는 입-입 또는 입-코 인공호흡을 할 수 있다. 입-입 인공호흡을 하는 경우는 환자의 코를 막고, 입-코 인공호흡을 하는 경우는 환자의 입을 막는다.

(7) 가슴압박과 인공호흡의 비율

가슴압박 30회 실시 후 즉시 2회 인공호흡을 시행한다. 1인 구조자가 가슴압박과 인공호흡을 30:2의 비율로 다섯 번의 주기를 시행하는데 약 2분 정도 소요된다. 2인 구조자의 경우 다섯 번의 주기 후에 가슴압박과 인공호흡의 역할을 교대하여 시행한다. 가슴압박과 인공호흡은 연속적으로 시행하여 가슴압박 중단 시간을 최소화하려고 노력해야 한다.

(8) 가슴압박소생술(compression-only CPR)

여러 관찰 연구들에 의하면 영아와 소아에게 인공호흡을 병행하는 기존의 심폐소생술 시행이 인공호흡을 하지 않고 가슴압박 소생술을 시행하는 것보다 전반적으로 좋은 예후를 나타냈다.[13-19] 다만 영아의 경우 심폐소생술의 방법에 상관없이 전반적으로 예후가 낮은 경향을 보인 연구들이 있으며, 8세 이상의 경우에는 가슴압박 소생술도 기존의 심폐소생술과 비슷한 예후를 나타냈다는 보고들도 있었다. 소아의 경우 가슴압박 소생술이라도 시행하는 것이 심폐소생술을 아예 시행하지 않는 것보다는 좋은 예후를 보이나, 영아의 경우에는 가슴압박 소생술을 시행하는 것은 아예 심폐소생술을 시행하지 않는 것과 비슷한 수준의 나쁜 예후를 보였으며 인공호흡을 병행하는 기존의 심폐소생술이 좋은 예후와 연관을 보였다. 종합적으로, 영아와 소아에게는 인공호흡을 병행하는 기존의 심폐소생술을 실시해야 하나 구조자가 인공호흡을 할 수 없거나 꺼려하는 경우에는 일단 가슴압박 소생술을 시작하고 이후 가능한 상황이 되면 인공호흡을 병행해야 한다.

(9) 전화 도움 심폐소생술

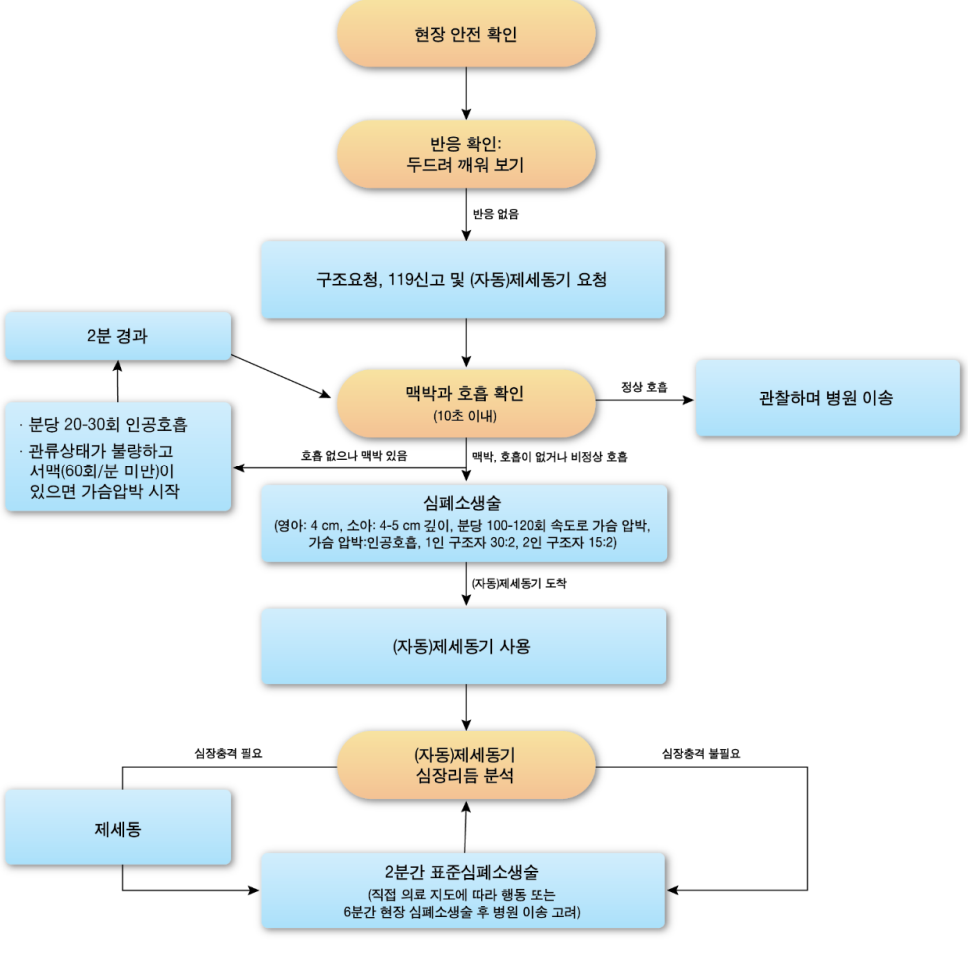
심장정지를 처음 목격하는 일반인은 심장정지 상황에 대해 교육받지 않은 경우가 많기 때문에 심장정지의 확인과 심폐소생술 시행과정에서 시간이 지체되고 어려움을 겪을 수 있다. 구급상황요원은 전화지도를 통해 일반인 구조자가 심장정지를 확인하고 심폐소생술을 할 수 있도록 도와줄 수 있다. 병원 밖 소아 심장정지 환자에서 구급상황요원이 전화로 심폐소생술을 지도하면, 구조자가 심폐소생술을 시행할 확률이 높아지고 심폐소생술을 시작하는 데까지 소요되는 시간이 단축된다.[20-23] 따라서 병원 밖 소아 심장정지에서 전화 도움 심폐소생술을 제공하는 것이 권고되며, 목격자가 심폐소생술을 하고 있지 않은 경우 구급상황요원은 심폐소생술을 시작하는 것을 도울 수 있도록 훈련되어야 한다.

(10) 자동제세동기의 사용

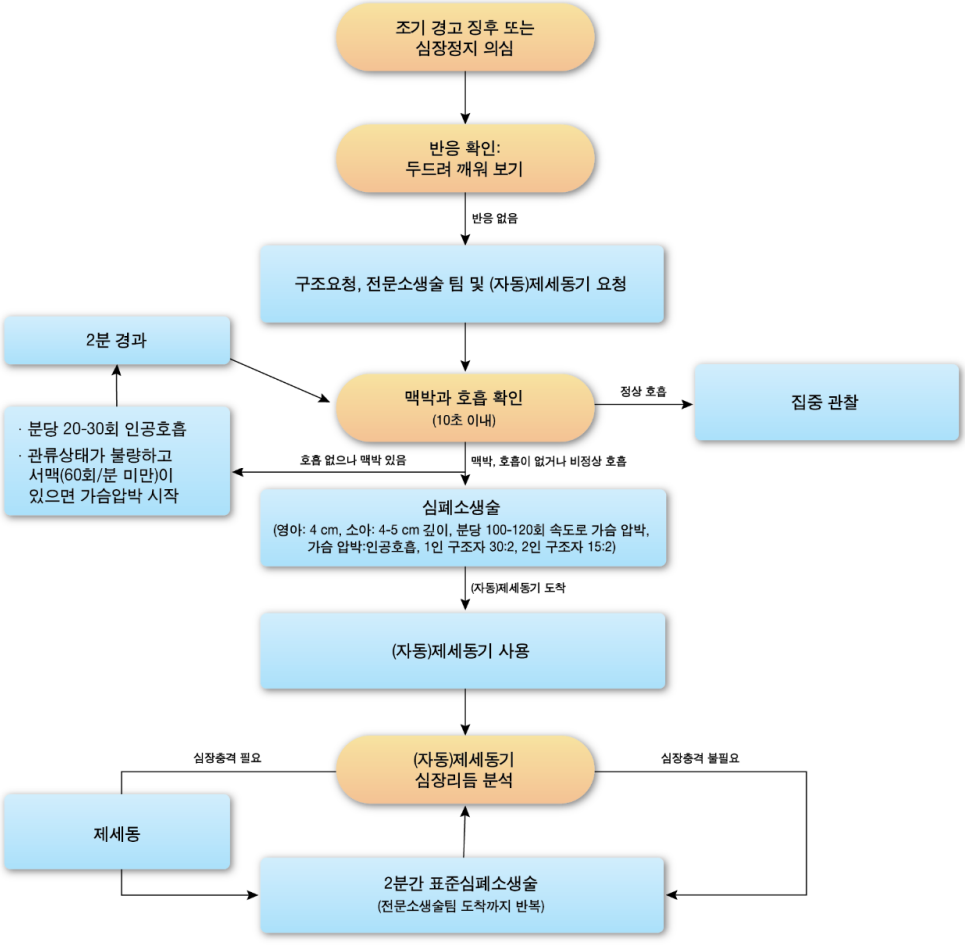
목격자가 있는 갑작스러운 소아의 허탈(예, 운동 중 쓰러진 소아)은 심실세동이나 무맥성 심실빈맥에 의한 것일 수 있어 즉각적인 심폐소생술과 빠른 제세동이 필요하다. 소아 심장정지 환자에게 일반인에 의한 자동제세동기 적용을 분석한 연구들을 분석하였을 때 자동제세동기 적용으로 인한 가슴압박 중단과 심폐소생술 중단 등의 단점을 고려하더라도 1세 이상 소아의 경우 이득이 더 큰 것으로 판단되었다.[17,24-26] 선천성 부정맥 증후군이나 저산소증으로 심실세동 등이 발생되는 일부 영아의 경우를 고려할 때 1세 미만 영아도 가능하면 조기에 자동제세동기를 적용하고, 비외상성 병원 밖 심장정지인 1세 이상의 모든 소아에게는 일반인의 적극적인 자동제세동기 사용이 제안된다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

3) 의료제공자를 위한 소아 기본소생술

의료제공자를 위한 소아 기본소생술은 일반인을 위한 소아 기본소생술과 몇 가지 차이가 있지만 기본적으로 유사하다([그림 6-4], [그림 6-5], 〈표 6-2〉).[27-29] 의료제공자들은 대부분 팀으로 활동하기 때문에 여러 과정이 동시에 이루어지는 경우가 많으므로(예, 가슴압박과 인공호흡 준비) 활동의 우선순위가 상대적으로 덜 강조된다.



[그림 6-4] 병원 밖 의료제공자에 의한 소아 기본소생술 순서



[그림 6-5] 병원 내 소아 기본소생술 순서

〈표 6-2〉 의료제공자를 위한 소아 기본소생술 참고표

치료	내용
소생술이 필요한 호흡	호흡이 없거나 심장정지 호흡(헐떡임)을 보일 경우
호흡과 맥박 확인	10초 이내에 무호흡(또는 비정상 호흡)과 맥박을 동시에 확인
가슴압박법	• 영아에서 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법 • 소아에서 한 손 또는 두 손 손꿈치 가슴압박법
가슴압박	• 압박 위치: 영아에서는 젖꼭지 연결선 바로 아래의 흉골, 소아에서는 흉골 아래쪽 1/2 • 압박 깊이: 가슴 전후 두께의 최소 1/3 이상 압박(영아: 4 cm, 소아: 4-5 cm) • 압박 속도: 분당 100-120회
가슴압박과 인공호흡 비율	• (구조자가 1인인 경우) 가슴압박:인공호흡=30:2 • (구조자가 2인 이상인 경우) 가슴압박:인공호흡=15:2
자발순환회복 후 인공호흡	맥박이 60회 이상이고 관류상태가 양호한 경우 연령에 적합한 인공호흡 제공 (1세 미만 분당 30회, 1-8세 분당 20-30회)
전문기도유지술 시행 후 인공호흡	가슴압박과 무관하게 분당 20-30회(1세 미만 분당 30회, 1-8세 분당 20-30회) 시행
심장 리듬 분석	가슴압박을 중단한 상태에서 시행
제세동 후 심폐소생술	제세동 후 즉시 가슴압박을 다시 시작

(1) 구조자와 환자의 안전

심폐소생술을 할 때에는 언제나 구조자와 환자가 있는 지역의 안전을 확인해야 한다. 심폐소생술이 실제 구조자가 감염될 위험이 매우 낮지만 이론적으로는 감염성 질환의 전파 위험을 가지고 있는 바, 감염성 질환 유행 상황에서는 반드시 마스크 등 적절한 개인보호구를 착용하고 개인의 보호에 스스로 주의해야 한다.

(2) 반응의 확인

환자가 심폐소생술이 필요한 상태인지를 먼저 평가한다. 환자를 가볍게 두드리고 "얘야 괜찮니?"와 같이 소리치거나, 이름을 알면 이름을 불러 본다. 아이가 손상을 입은 상태는 아닌지, 어떤 의학적 처치가 필요한지 등을 신속하게 확인한다.

(3) 응급의료체계 활성화

만일 환자가 반응이 없고 숨을 쉬지 않는다면(또는 헐떡거리는 양상의 비정상적인 호흡) 주변에 있는 사람에게 요청하여 119에 신고하고 자동제세동기를 가져오도록 한다. 병원 내에서는 목격자는 바로 도움을 요청하고, 주변인을 통해 제세동기를 가져오도록 하고 맥박과 호흡을 10초 이내 확인하여 맥박이 없고 호흡이 없으면 심폐소생술을 시작한다.

(4) 환자의 맥박 확인

영아나 소아가 반응이 없고 정상적으로 숨을 쉬고 있지 않다면 의료제공자는 맥박을 확인해야 하는데, 맥박 확인 시간이 10초를 초과하지 않아야 한다. 맥박은 영아는 위팔동맥, 소아는 목동맥이나 대퇴동맥에서 확인한다. 10초 이내에 맥박을 촉지하지 못하거나 맥박이 있는지 불확실하다면 가슴압박을 시작한다.

(가) 맥박이 잘 만져지면서 호흡이 불충분한 경우

맥박이 분당 60회 이상이지만 호흡이 부적절하다면 자발호흡이 회복될 때까지 분당 20-30회(1세 미만 분당 30회, 1-8세 분당 20-30회)의 속도로 구조 호흡을 제공한다. 맥박은 2분마다 재확인하며 맥박 확인에 소요되는 시간은 10초를 초과하지 않도록 한다.

(나) 서맥이 있고 전신 관류 상태가 불량한 경우

맥박이 분당 60회 이하이고 산소와 환기를 제공하여도 관류 상태가 좋지 못하면(즉, 피부가 창백하거나 반점 같은 얼룩이 생기거나, 청색증을 보일 때) 가슴압박을 시작한다. 영아와 소아의 심박출량은 상당 부분 심박수에 의존하기 때문에 관류상태가 좋지 않은 서맥은 가슴압박이 필요함을 나타내는 신호이다. 심장정지가 발생하기 이전에 즉각적으로 심폐소생술을 시행해야 생존율을 향상시킬 수 있다. 가슴압박을 시작해야 하는 심장박동수의 절대 기준은 아직 뚜렷하지 않으나, 교육의 편의성과 술기의 기억을 위해 심박수가 60회 미만이면서 관류 상태가 좋지 않을 때는 가슴압박을 하도록 권장한다.

(5) 가슴압박

영아나 소아가 반응이 없고 호흡과 맥박이 없다면(또는 맥박이 있는지 불확실하다면) 가슴압박을 시작한다. 영아의 경우 두 손으로 환자의 흉곽을 감싸 쥐고 두 손의 엄지손가락으로 흉골을 압박하는 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 시행한다([그림 6-2]). 압박 위치는 젖꼭지 연결선 바로 아래의 흉골이며 이때 칼돌기를 압박하지 않도록 주의해야 한다. 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법이 두 손가락 압박법에 비해 관상동맥관류압을 더 높게 유지하고 적절한 압박 깊이와 힘을 일관되게 유지할 수 있고 수축기압과 이완기압을 더 높게 생성하는 반면, 통증이나 피로도 면에서도 우월하여 두 손가락 압박법은 더 이상 추천되지 않는다.[11,12] 양손 감싼 두 엄지 가슴압박법을 시행할 수 없거나 영아의 체형과 몸무게가 1세에 가까울 경우 한 손 손꿈치 가슴압박법을 고려할 수 있으나 우선적으로 권장하지 않는다(전문가합의 권고).

가슴압박의 위치는 소아의 경우 흉골의 아래쪽 절반, 영아는 젖꼭지 연결선 바로 아래의 흉골이다. 1인 구조자는 가슴압박 대 인공호흡의 비를 30:2로, 2인 구조자는 15:2로 실시한다.

(6) 기도 열기와 인공호흡

30회의 가슴압박 후(구조자가 2인일 경우 15회의 압박 후) 머리기울임-턱들어올리기 방법으로 기도를 열고 인공호흡을 2회 실시한다. 척추 손상을 의심해야 하는 외상의 징후가 있다면 머리 젖히기는 하지 않고 턱밀어올리기 방법으로 기도를 개방한다. 이 방법으로 기도확보가 충분하지 않아 생명을 위협하는 상황이면 머리기울임-턱들어올리기 방법을 적용한다.

영아에게 인공호흡을 할 때 입과 코를 한꺼번에 막기 어려운 경우에는 입-입 또는 입-코 인공호흡을 할 수 있다. 입-입 인공호흡을 하는 경우는 환자의 코를 잡고 입을 통해 호흡시킨다. 양쪽 모두에서 숨을 불어넣을 때 환자의 가슴이 올라오는 것을 확인해야 한다.

(7) 인공호흡 관련 장비 및 방법들

(가) 보호 기구

구조자 중에서 입-입 인공호흡에 의한 직접 접촉을 꺼려서 보호 기구를 사용하려는 경우도 있다. 보호 기구의 사용은 100% 감염의 전파를 막을 수는 없고 공기 흐름에 저항을 가져올 수 있다. 따라서 보호 기구를 사용하기 위하여 인공호흡을 지연해서는 안 된다.

(나) 백마스크 호흡법

대부분의 소아 심장정지 환자는 백마스크 호흡으로 충분한 환기가 가능하나 전문기도기(기관내삽관 또는 성문상 기도기) 삽입에 비해 가슴압박 중단이 잦고 기도 흡인의 위험성이 높다는 단점이 있다. 그러나 기관내삽관이나 성문상 기도기 삽입은 백마스크 호흡법보다 더 많은 숙련 시간이 필요하며 병원 밖 소아 심장정지 환자의 경우 삽관 실패율이나 합병증 빈도가 백마스크 호흡법보다 더 높다. 병원 밖 소아 심장정지 환자에서 전문기도기 삽입이 백마스크 호흡법 적용에 비해 생존 퇴원이나 양호한 신경학적 결과에 의미 있는 차이가 없거나 더 나쁜 결과를 보였다는 현재까지의 연구들을 종합할 때 병원 밖 소아 심장정지 환자의 인공호흡을 위해 기관내삽관 또는 성문상 기도기 적용보다는 백마스크 환기법을 적용하는 것이 합리적이다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[30-32] 효과적인 백마스크 호흡법을 위해서는 알맞은 마스크 크기 고르기, 기도 열기, 마스크와 얼굴의 밀착, 적절한 압력으로 누르기 등의 술기를 익히는 것이 중요하다.

(다) 환기백

자가 팽창백은 적어도 450-500 mL를 공급하는데, 더 적은 용량의 백은 만삭아와 영아에게 충분한 일회호흡량을 공급하지 못할 수도 있다. 큰 소아나 청소년에게는 성인용 자가팽창백(1,000 mL)을 사용한다. 산소가 공급되지 않으면 실내 공기만으로 환기하고, 산소량을

10 L/min을 공급하면 산소 농도는 30%에서 80%까지 유지된다. 더 높은 농도(60-95%)의 산소를 공급하려면 산소 저장소를 백에 연결한다. 소아용 백에 부착된 저장소에는 산소를 10-15 L/min을 공급하고, 성인용 백에는 적어도 15 L/min을 공급할 수 있다.

(라) 과호흡을 예방하기 위한 인공호흡 방법

과호흡은 순환혈류량을 감소시키므로 과호흡을 하지 않는 것이 중요하다.

전문기도유지술(기관내삽관, 식도-기도콤비튜브, 후두마스크 기도기 등의 삽입)이 시행되기 전이면 30회의 가슴압박(1인 구조자) 또는 15회(2인 구조자, 의료제공자)의 가슴압박 후에 두 번의 인공호흡을 시행한다. 자발순환 리듬이 돌아왔으나 호흡이 없으면 인공호흡만 분당 20-30회 (1세 미만 30회/분, 1세 이상 20-30회/분)로 시행한다. 심폐소생술 동안 폐환기가 과도하게 시행되면 정맥환류가 감소되어 심박출량과 뇌혈류를 감소시키고 흉강내압의 증가로 관상동맥 관류가 감소된다. 따라서 구조자는 분당 제시된 인공호흡의 횟수에 맞추어 인공호흡을 하여야 한다. 손으로 압박하는 백은 높은 압력을 줄 수 있으므로 가슴이 올라오는 것이 관찰될 정도로만 환기를 시킨다.

(마) 2인 백마스크 호흡

심한 기도폐쇄가 있거나, 폐 탄력성이 나쁠 경우, 또는 마스크를 얼굴에 단단히 밀착시키기 힘든 경우에 2인의 구조자가 함께 백마스크 호흡을 하면 효과적인 호흡을 제공하는 데 도움이 된다. 한 명은 양손으로 기도를 유지한 채 마스크를 환자의 얼굴에 단단히 붙이고 다른 구조자는 환기백을 누른다. 두 명의 구조자 모두 환자의 가슴이 올라오는 것을 확인해야 한다.

(바) 위 팽창과 윤상연골누르기

위 팽창은 효율적인 환기를 저해하고, 구토를 유발할 수 있으므로 피해야 한다. 호기 시 압력 과다에 의한 위 팽창을 최소화하기위해 매 호흡을 1초에 걸쳐 실시하거나 윤상연골누르기법을 고려할 수 있다. 하지만, 윤상연골누르기법을 통상적으로 시행하는 것은 권장되지 않으며 환자가 의식이 없고, 도와줄 다른 의료제공자가 있는 경우에만 고려해야 하며, 윤상연골을 과도하게 누를 경우 오히려 기관을 막을 수 있으므로 주의해야 한다.

(사) 산소

100% 산소가 해를 준다는 동물 실험 결과가 있으나, 인체를 대상으로 한 연구에서 신생아기 이후에 산소 농도에 따른 해로운 효과에 대한 연구들은 없으므로, 심폐소생술 동안 100% 산소를 공급한다. 환자가 안정화되면 산소 농도를 확인하면서 산소 공급을 한다. 가습화된 산소를 투여하면 점막의 건조와 폐 분비물이 진해지는 것을 막을 수 있다. 산소는 마스크 또는 코산소주입관을

사용하여 투여한다. 마스크는 자발 호흡이 있을 때 30-50%의 산소를 공급한다. 얼굴에 꽉 맞고 저장소가 있는 마스크로 산소를 15 L/min을 공급하면 고농도의 산소를 투여할 수 있다. 자발호흡이 있을 때에는 영아와 소아의 체구에 맞는 코산소주입관을 사용한다. 코산소주입관 사용 시 신생아는 0.5-1 L/min, 영아는 1-2 L/min, 학령전기 소아는 4 L/min, 학령기 소아는 6 L/min까지 투여할 수 있다. 산소의 농도는 소아의 체구, 호흡수, 호흡 노력에 따라 조절한다. 영아에게 2 L/min의 산소를 투여하면 흡기 산소 농도는 55% 정도가 된다.

(8) 제세동

심실세동이나 무맥성 심실빈맥은 갑작스러운 심장정지의 원인일 수도 있고, 소생술 도중에 발생할 수도 있다. 목격자가 있는 갑작스러운 소아의 허탈(예, 운동 중 쓰러진 소아)은 심실세동이나 무맥성 심실빈맥에 의한 것일 수 있어 즉각적인 심폐소생술과 더불어 빠른 제세동이 필요하다. 심실세동과 무맥성 심실빈맥은 제세동에 반응하기 때문에 '충격필요리듬'으로 분류된다.

잘 훈련된 의료제공자가 영아의 충격필요리듬을 확인한 경우 수동제세동기를 사용하는 편이 유익하다. 제세동 시에 첫 에너지는 2 J/kg이고 두 번째는 4 J/kg 이상으로 성인의 최대 용량을 넘지 않도록 한다.[33]

수동제세동기가 없다면 소아용 충격량 감쇠기가 있는 자동제세동기를 영아에게 사용하도록 한다. 8세 미만의 소아에서도 소아용 충격량 감쇠기가 있는 자동제세동기를 사용한다. 그러나 수동제세동기와 충격량 감쇠기가 있는 자동제세동기가 모두 없는 상황이라면, 에너지량을 조절할 수 없는 성인용 자동제세동기라도 영아에게 사용할 수 있다.

구조자들은 가슴압박과 제세동 사이의 시간을 최소화해야 하고, 제세동 후 즉시 가슴압박을 다시 시작하는 것으로 심폐소생술을 재개해야 한다. 자동제세동기는 구조자가 2분마다 리듬을 재분석하도록 유도하고, 제세동은 이상적으로 가슴압박 중단 직후 시행해야 한다.

4) 특수한 상황에서의 심폐소생술

(1) 이물에 의한 기도폐쇄(질식)

이물 흡인에 의한 사망의 90% 이상은 5세 미만에서 발생하며, 이 중 65%는 영아에게 발생한다. 이물에 의한 기도폐쇄의 임상 증상은 갑작스러운 호흡 곤란과 기침, 구역질, 그렁거림이며 천명음이 동반된다. 갑자기 발생하며, 이전에 열이나 호흡기 증상이 없이 일어난다는 것이 다른 원인의 호흡곤란과 감별되는 소견이다. 이물에 의한 기도폐쇄는 경미한 증상부터 심한 기도폐쇄까지 다양하다. 기도폐쇄가 경미하면 소아는 기침을 하거나 소리를 낼 수 있다. 완전 폐쇄가 의심되는 상황은

말을 하지 못하거나, 기침을 할 때 소리가 나지 않거나, 숨을 쉴 수 없거나, 청색증이 있거나 의식이 감소할 경우이므로 이 경우 빠른 처치가 필요하다.

사실 이물에 의한 기도폐쇄에 관한 지침을 결정하는 데 도움이 되는 높은 질의 연구는 많지 않다. 이물에 의한 기도폐쇄는 대부분 환자 스스로 기침을 하게 함으로써 해결된다. 하지만 심한 경우는 복부 압박 등 구조자의 도움이 필요할 수 있다.[34,35]

1세 이상의 소아의 경우 기도폐쇄가 심하다고 판단되면 등두드리기를 이물이 나올 때까지 또는 의식이 없어질 때까지 시행한다.[36] 영아는 5회의 등 두드리기와 5회의 가슴 밀어내기 방법을 이물이 나올 때까지 또는 의식이 없어질 때까지 교대로 반복 시행한다.[37,38] 이때 가슴 밀어내기는 한 손 손꿈치 압박법으로 시행한다(전문가합의 권고, [그림 6-6]).[39] 영아는 갈비뼈가 상복부 장기를 충분히 보호하지 못하고 간이 상대적으로 크기 때문에 복부 밀어내기 방법을 사용할 경우 내부 장기 손상의 위험이 높아 복부 밀어내기는 시행하지 않는다.[38]

[그림 6-6] 영아 가슴 밀어내기

환자의 반응이 없거나 이물 제거 시술 도중 반응이 없어진 경우에 맥박의 유무와 상관없이 심폐소생술을 시작한다.[40] 다만, 가슴압박 후 호흡을 하기 전에 입안을 보아 이물이 보이면 손가락을 사용하여 이물을 꺼낸다. 입안에 이물이 보이지 않는 상황에서 손가락을 넣어 이물을 빼내려고 하면 안 되는데 이러한 행위는 이물을 인두 내로 더 깊게 밀어 넣거나 인두에 손상을 줄 수 있기 때문이다.[41,42] 두 번의 인공호흡 후 이물이 제거될 때까지 가슴압박과 인공호흡 과정을 반복한다.

(2) 외상

의도하지 않는 외상은 소아와 청소년 사망의 주요한 원인이 될 수 있다. 소아에서 주요한 둔상과 관통 손상으로 인한 심장정지는 사망률이 매우 높다.[2,43,44] 긴장성 기흉, 혈흉, 폐손상, 심장눌림증 등은 혈역학적 문제를 야기하거나, 산소화 또는 환기를 방해할 수 있으므로 흉부 복부 외상에서는 흉부 손상을 항상 의심해야 한다. 관통 외상으로 인한 심장정지 후 가역적인 원인에 대한 조기 처치는 생존율을 상승시킬 수 있다.[45,46] 외상으로 인한 심장정지 가이드라인에서는 출혈 조절, 순환 혈액량 회복, 기도 확보, 긴장성 기흉에 대한 처치를 권고하고 있다. 이러한 처치는 일반적인 소생술과 동시에 진행되어야 한다.

외상을 입은 소아의 기본소생술 원칙은 일반 질환이 있는 소아와 같지만 몇 가지 강조되는 부분이 있으며 심폐소생술이 부적절하게 시행될 경우에는 막을 수 있는 사망을 오히려 증가시킬 수 있다. 기도를 열고 유지하는 과정에서의 오류, 내부의 출혈을 인지하지 못함으로 발생하는 오류 등이 소아를 소생시키는 과정에서 흔히 발생한다.

다음은 소아 외상 환자에서 심폐소생술을 할 때 유의해야 하는 점이다.[2]

① 소아 외상환자의 심장정지는 외상에 의한 저혈량증보다 호흡이 원활하게 유지되지 않아 발생하는 경우가 많다. 따라서 외상 환자의 경우 환자의 호흡과 환기가 잘 유지되는지 반드시 확인해야 한다.
② 부러진 치아 조각, 혈액 등으로 기도폐쇄의 가능성이 있으면 흡입 장치를 사용한다.
③ 외부에 출혈이 있으면 눌러 지혈시킨다. 출혈 부위를 확인하기 위해서 옷을 벗기고 몸 전체를 확인해야 한다. 확인 후에는 반드시 따뜻한 천으로 덮어 주어 저체온증이 생기지 않도록 유의해야 한다.
④ 손상의 기전으로 판단할 때 척추 손상을 입었을 가능성이 있으면 경추의 움직임을 최소화하고 머리와 목을 잡아당기거나 움직이지 않도록 주의한다. 턱 밀어올리기로 기도를 열고 머리를 기울이지 않는다. 턱 밀어올리기로 기도가 유지되지 않고 호흡에 심각한 지장이 발생할 경우에는 머리젖히고 턱 들기 방법으로 기도를 확보한다. 두 명의 구조자가 있으면 한 명은 기도를 열고 다른 구조자는 경추 움직임을 막는다. 적어도 넓적다리, 골반과 어깨는 척추교정판에 함께 고정한다. 영아와 소아는 상대적으로 머리가 크기 때문에 경추 굴곡을 피하기 위해서는 후두부를 몸통보다 약간 우묵한 곳에 위치시키거나 몸통을 약간 높인 자세로 눕혀서 척추교정판에 고정해야 한다.[47]
⑤ 다발성 장기 외상을 입은 소아는 가능하면 소아 전문가가 있는 외상 센터로 이송한다.
⑥ 관통 외상을 입은 맥박이 없는 소아는 개흉술을 고려할 수 있다.[48-52] 하지만 둔상으로 인해 맥박이 없는 소아나 영아에게 응급 개흉술을 시행하는 것을 권고하기에는 아직 근거가 부족하다.[50,53]

(3) 익수

익수에서 물에 잠겼던 시간은 예후를 예측하는 중요한 인자이다. 그 외의 나이, 응급처치의 신속성, 물의 형태(담수 또는 해수 등), 수온, 목격자의 유무는 신뢰할 만한 예후인자가 아니다.[54] 얼음물에 익수된 경우는 익수 시간이 길더라도 생존 가능성이 있기 때문에 구조 시간을 연장할

수 있다.[55,56] 익수된 소아는 물에서 꺼낸 후 즉시 심폐소생술을 시작해야 한다. 특수 훈련을 받은 구조자는 물속에서부터 인공호흡을 시작한다. 물속에서의 가슴압박은 효율성이 없으므로 하지 않는다.[57]

물이 기도폐쇄를 일으키는 이물로써 작용한다는 증거는 없으므로, 환자의 폐로부터 물을 빼내기 위하여 시간을 허비하지 않는다.[58] 기도를 열고 2번 인공호흡 후 가슴압박을 하며 심폐소생술을 시작한다. 혼자 있다면 30:2로 가슴압박과 인공호흡을 5회 주기로 시행하고 응급의료체계에 신고하며 자동제세동기를 준비하도록 한다. 두 명의 구조자가 있으면 첫 번째 구조자는 심폐소생술을 계속하고, 두 번째 구조자는 응급의료체계에 신고하고 자동제세동기를 준비하도록 한다.[59]

(4) 특수한 의료 도움이 필요한 소아

만성 질환 상태에서의 합병증(예, 기관절개술의 막힘), 보조 의료기기의 문제(예, 인공호흡기 고장), 기존 질환의 악화 등으로 인하여 특수한 의료 도움이 필요한 소아는 해당 상황에 따른 적절한 도움이 필요하다. 질병 정보, 치료 계획 및 현재 복용 중인 약에 대한 정보가 없을 경우에는 치료를 수행하는 데 곤란을 겪을 수 있다. 부모나 아이를 돌보는 사람은 소아의 의료 정보를 복사해서 집, 학교 또는 보육 시설 등에 미리 비치하도록 한다. 만성 질환 또는 치명적인 질환을 가지고 퇴원하는 경우에 부모, 학교 간호사와 가정 간호 의료제공자는 입원의 이유, 입원 기간 중의 상태, 악화되면 보이는 증후 등에 대한 정보를 알고 있어야 하며, 특수 상황하에서의 심폐소생술에 대한 교육도 받아야 한다.[60]

(가) 사전 지시를 가진 소아

소생술을 제한하거나 포기한다는 결정이 내려졌다면 의료진은 행할 수 있는 모든 소생술의 한계에 대해 자세한 처방 지시로 명기해 놓아야 한다. 병원 밖 상황에 대해서도 따로 의사의 처치 지시가 명기되어야 한다. 보육시설 및 학교 간호사는 소생시도 포기 결정이 내려진 소아에 대한 서식을 복사하고 알기 쉽게 자료를 비치한다.

만성병을 가진 소아나 잠재적으로 생명을 위협할 수 있는 조건을 가진 소아가 병원에서 퇴원하는 경우, 부모와 학교 간호사 및 가정 방문 의료제공자들은 병원에 입원한 이유나 병원에서의 치료 및 경과에 대한 요약, 그리고 악화되는 상황을 어떻게 알 수 있는지 등에 대한 정보를 충분히 제공받아야 한다. 심폐소생술에 대한 안내문뿐만 아니라 긴급 상황 시 연락을 취할 수 있는 사람에 대해서도 정보를 제공받아야 한다.[60]

(나) 기관절개술 또는 기관창을 통한 환기

기관절개술을 한 소아를 돌보는 사람(부모, 학교 간호사, 가정 의료제공자)들은 기도를 유지하는 법, 기도 분비물 제거법, 인공 기도를 통해 심폐소생술을 하는 법을 알아야 한다. 기관절개 창을 통하여 인공호흡을 하고 기도유지를 확인하며 가슴이 올라오는지 확인한다. 흡인을 해도 기관절개 창을 통한 환기가 효과적이지 않으면 기관절개술 튜브가 적절하게 삽입되지 않은 것을 의심하고 기도유지를 다시 확인한다. 환자의 호흡이 적절하지 않은 경우, 기관절개술을 한 환자에게는 입-기관창 인공호흡을 하며, 기관창을 이미 막은 경우에는 코와 입을 통한 백마스크 인공호흡을 한다.[60]

5) 소아 심장정지의 예방

(1) 소아 심장정지의 조기경고 체계와 소아 신속대응팀

신속대응시스템(또는 조기경고체계, rapid response system: RRS)은 병원 내 입원 환자의 생리적 변화를 조기 감지하여 심장정지를 예방하고 중환자실 입실을 줄이기 위해 많은 의료기관에서 적용하고 있다.[61] 이는 병원 내에서 의료진 호출로 인한 시간 지연으로 환자의 임상적 악화를 보완하기 위함이며 혈압, 맥박, 호흡수, 체온, 산소포화도, 의식 수준 등을 점수화하여 상태 변화를 조기 경고하기 위한 적극적인 노력이다.[62]

이러한 소아조기경고체계(pediatric early warning system: PEWS)의 역할에 대한 근거의 양과 질은 성인에 비해 매우 낮다. 그러나 계획되지 않은 임상적 악화 발생의 유의미한 감소가 확인되었으며 소아중환자실로의 비계획적 이동을 감소시키는 것으로 나타났다.[63-65] 이러한 이점을 고려하였을 때 입원 중인 소아 환자의 상태 악화를 조기에 발견하기 위해 소아조기경고체계(PEWS) 적용이 제안되고 있다(약한 권고, 낮은 확신도).

(2) 소아 신속대응팀

신속대응팀은 전문 의료진으로 구성되어 병원 안에서 상태가 악화되는 환자를 모니터링하고 응급 처치를 전담하는 부서로, 심장정지 발생 전에 나타나는 징후들을 빨리 파악하고 대처를 할 수 있다. 신속대응팀은 병원의 자원에 따라 구성, 운영 방법, 활성화 시스템 등을 달리 할 수 있다. 의료기관에서는 신속대응팀(rapid response teams: RRT) 또는 응급대응팀(medical emergency team)을 구성하여 환자의 호흡기계, 심혈관계, 의식변화 등을 민감하게 파악하는데 이때, 신속한 개입 및 효율적인 중환자 관리를 위해 숙련된 의료진으로 구성해야 한다.[64,66]

소아 신속대응팀의 운영이 병원 내 소아 심장정지 소아의 자발순환회복률을 높이고 사망률을 낮추는 근거는 부족하나, 병원 내, 특히 중환자실 밖 환자의 심장정지 발생을 줄인다는 연구들이

보고되어 왔다.[67-70] 한 코호트 연구에서는 소아 신속대응팀의 조기 개입을 통해 비계획적 중환자실 입실 환자의 심폐소생술 감소를 확인하였다.[71] 따라서, 훈련된 전문 인력을 갖춘 의료기관에서는 병원 내 소아 심장정지 발생을 예방하기 위해 소아 신속대응팀(또는 응급대응팀)을 구성하여 운영할 것을 고려할 수 있다.

참고 문헌

1. Holmberg MJ, Wiberg S, Ross CE, et al. Trends in Survival After Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest in the United States. Circulation 2019;140:1398-408.
2. Crewdson K, Lockey D, Davies G. Outcome from paediatric cardiac arrest associated with trauma. Resuscitation 2007;75:29-34.
3. Ministry of data and statistics. Result of 2024 cause of death statistics. https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301060200&act=view&bid=218&list_no=438787. Accessed Jan 17, 2026.
4. Yun SH, Lee KM, Kim JH, et al. Outcome of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest. J Korean Soc Emerg Med 2007;18:202-10.
5. Kelpanides IK, Katzenschlager S, Skogvoll E, et al. Out-of-hospital cardiac arrest in children in Norway: A national cohort study, 2016-2021. Resusc Plus 2024; 18:100662.
6. Kim M, Yu J, Chang H, et al. National Surveillance of Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Korea: The 10-Year Trend From 2009 to 2018. J Korean Med Sci 2022;37(44):e317.
7. Marsch S, Tschan F, Semmer NK, Zobrist R, Hunziker PR, Hunziker S. ABC versus CAB for cardiopulmonary resuscitation: a prospective, randomized simulator-based trial. Swiss Med Wkly 2013;143:w13856.
8. Lubrano R, Cecchetti C, Bellelli E, et al. Comparison of times of intervention during pediatric CPR maneuvers using ABC and CAB sequences: a randomized trial. Resuscitation 2012;83:1473-7.
9. Van Vleet LM, Hubble MW. Time to first compression using Medical Priority Dispatch System compression-first dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation protocols. Prehosp Emerg Care 2012;16:242-50.
10. Sutton RM, Case E, Brown SP, et al. A quantitative analysis of out-of-hospital pediatric and adolescent resuscitation quality--A report from the ROC epistry-cardiac arrest. Resuscitation 2015;93:150-7.
11. Cioccari G, Sica da Rocha T, Piva JP. Two-thumb technique is superior to two-finger technique in cardiopulmonary resuscitation of simulated out-of-

hospital cardiac arrest in infants. J Am Heart Assoc 2021;10:e018050.
12. Millin MG, Bogumil D, Fishe JN, et al. Comparing the two-finger versus two-thumb technique for single person infant CPR: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2020;148:161-72.
13. Ogawa T, Akahane M, Koike S, et al. Outcomes of chest compression only CPR versus conventional CPR conducted by lay people in patients with out of hospital cardiopulmonary arrest witnessed by bystanders: nationwide population based observational study. BMJ 2011;342:c7106.
14. Zhang X, Zhang W, Wang C, et al. Chest-compression-only versus conventional cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children with out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2019; 134:81-90.
15. Fukuda T, Ohashi-Fukuda N, Kobayashi H, et al. Conventional Versus Compression-Only Versus No-Bystander Cardiopulmonary Resuscitation for Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Circulation 2016;134:2060-70.
16. Goto Y, Funada A, Goto Y. Conventional versus chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children with out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2018;122:126-34.
17. Naim MY, Burke RV, McNally BF, et al. Association of Bystander Cardiopulmonary Resuscitation With Overall and Neurologically Favorable Survival After Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the United States: A Report From the Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival Surveillance Registry. JAMA Pediatr 2017;171:133-41.
18. Naim MY, Griffis HM, Berg RA, et al. Compression-Only versus rescue-breathing cardiopulmonary resuscitation after pediatric out-of-hospital cardiac arrest. J Am Coll Cardiol 2021;78(10):1042-52.
19. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, et al. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: A prospective, nationwide, population-based cohort study. Lancet 2010;375:1347-54.
20. Goto Y, Maeda T, Goto Y. Impact of dispatcher-assisted bystander

cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. J Am Heart Assoc 2014;3:e000499.

21. Akahane M OT, Tanabe S, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, Imamura T. Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. Crit Care Med 2012;5:1410-6.
22. Ro YS, Shin SD, Song KJ, Hong SO, Kim YT, Cho SI. Bystander cardiopulmonary resuscitation training experience and self-efficacy of age and gender group: a nationwide community survey. Am J Emerg Med 2016;8: 1331-7.
23. Chang I, Ro YS, Shin SD, Song KJ, Park JH, Kong SY. Association of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation with survival outcomes after pediatric out-of-hospital cardiac arrest by community property value. Resuscitation 2018;132:120-6.
24. Griffis H, Wu L, Naim MY, et al. Characteristics and outcomes of AED use in pediatric cardiac arrest in public settings: The influence of neighborhood characteristics. Resuscitation 2020;146:126-31.
25. Kiyohara K, Nitta M, Sato Y, et al. Ten-year trends of public access defibrillation in Japanese School-aged patients having neurologically favorable survival after out-of-hospital cardiac arrest. Am J Cardiol 2018;122:890-7.
26. Naim MY, Griffis HM, Burke RV, McNally BF, Song L, Berg RA. Race, ethnicity and neighborhood characteristics are associated with bystander cardiopulmonary resuscitation I pediatric out-of-hospital arrest in the United States: A study from CARES. J Am Heart Assoc 2019;8 e012637, 1-12.
27. de Caen AR, Aickin R, Atkins DL, et al. Part 6: Pediatric Basic Life Support and Pediatric Advanced Life Support: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2015;132:S177-203.
28. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, et al. Pediatric Basic and Advanced Life Support Collaborators. Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and

Emergency Cardiovascular Care. Pediatrics 2021;147(Suppl 1):e2020038505D.
29. Lee J, Kim DK, Kang EK, et al. Steering Committee of 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 6. Pediatric basic life support. Clin Exp Emerg Med 2021;8(S):S65-S80.
30. Ishihara, T, Sasaki, R, Enomoto Y, et al. Changes in pre- and in-hospital management and outcomes among children with out-of-hospital cardiac arrest between 2012 and 2017 in Kanto, Japan. Sci Rep 2023;13(1):10092.
31. Amagasa S, Utsumi S, Moriwaki T, et al. Advanced airway management for pediatric out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and network meta-analysis. Am J Emerg Med 2023;68:161-9.
32. Hansen M, Wang H, Le N, et al. Prospective evaluation of airway management in pediatric out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2020;156:53-60.
33. Hoyme DB, Zhou Y, Girotra S, et al. Improved survival to hospital discharge in pediatric in-hospital cardiac arrest using 2 Joules/kilogram as first defibrillation dose for initial pulseless ventricular arrhythmia. Resuscitation 2020;153:88-96.
34. Vilke GM, Smith AM, Ray LU, Steen PJ, Murrin PA, Chan TC. Airway obstruction in children aged less than 5 years: the prehospital experience. Prehosp Emerg Care 2004;8:196-9.
35. Heimlich HJ. A life-saving maneuver to prevent food-choking. JAMA 1975;234:398-401.
36. Igarashi Y, Yokobori S, Yoshino Y, Masuno T, Miyauchi M, Yokota H. Prehospital removal improves neurological outcomes in elderly patient with foreign body airway obstruction. Am J Emerg Med 2017;35:1396-9.
37. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. Resuscitation 2000;44:105-8.
38. Redding JS. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. Crit Care Med 1979;7:475-9.
39. Joyner BL, Dewan M, Bavare A, al. Part 6: Pediatric Basic Life Support: 2025 American Heart Association and American Academy of Pediatrics Guidelines for

Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2025;152:S424-47.

40. Kinoshita K, Azuhata T, Kawano D, Kawahara Y. Relationships between pre-hospital characteristics and outcome in victims of foreign body airway obstruction during meals. Resuscitation 2015;88:63-7.
41. Hartrey R, Bingham RM. Pharyngeal trauma as a result of blind finger sweeps in the choking child. J Accid Emerg Med 1995;12:52-4.
42. Kabbani M, Goodwin SR. Traumatic epiglottis following blind finger sweep to remove a pharyngeal foreign body. Clin Pediatr (Phila) 1995;34:495-7.
43. Calkins CM, Bensard DD, Partrick DA, Karrer FM. A critical analysis of outcome for children sustaining cardiac arrest after blunt trauma. J Pediatr Surg 2002;37:180-4.
44. Perron AD, Sing RF, Branas CC, Huynh T. Predicting survival in pediatric trauma patients receiving cardiopulmonary resuscitation in the prehospital setting. Prehosp Emerg Care 2001;5:6-9.
45. Shibahashi K, Sugiyama K, Hamabe Y. Pediatric Out-of-Hospital Traumatic Cardiopulmonary Arrest After Traffic Accidents and Termination of Resuscitation. Ann Emerg Med 2020;75:57-65.
46. Alqudah Z, Nehme Z, Williams B, Oteir A, Bernard S, Smith K. A descriptive analysis of the epidemiology and management of paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2019;140:127-34.
47. Nypaver M, Treloar D. Neutral cervical spine positioning in children. Ann Emerg Med 1994;23:208-11.
48. Maconochie IK, Bingham R, Eich C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 6. Paediatric life support. Resuscitation 2015;95:223-48.
49. Nevins EJ, Bird NTE, Malik HZ, et al. A systematic review of 3251 emergency department thoracotomies: is it time for a national database? Eur J Trauma Emerg Surg 2019;45:231-43.
50. Moskowitz EE, Burlew CC, Kulungowski AM, Bensard DD. Survival after emergency department thoracotomy in the pediatric trauma population: a

review of published data. Pediatr Surg Int 2018;34:857-60.
51. Seamon MJ, Haut ER, Van Arendonk K, et al. An evidence-based approach to patient selection for emergency department thoracotomy: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg 2015;79:159-73.
52. Moore HB, Moore EE, Bensard DD. Pediatric emergency department thoracotomy: A 40-year review. J Pediatr Surg 2016;51:315-8.
53. Duron V, Burke RV, Bliss D, Ford HR, Upperman JS. Survival of pediatric blunt trauma patients presenting with no signs of life in the field. J Trauma Acute Care Surg 2014;77:422-6.
54. Travers AH, Perkins GD, Berg RA, et al. Part 3: Adult Basic Life Support and Automated External Defibrillation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2015;132:S51-83.
55. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. Resuscitation 2015;95:1-80.
56. Mehta SR, Srinivasan KV, Bindra MS, Kumar MR, Lahiri AK. Near drowning in cold water. J Assoc Physicians India 2000;48: 674-6.
57. Szpilman D, Soares M. In-water resuscitation--is it worthwhile? Resuscitation 2004;63:25-31.
58. Modell JH, Idris AH, Pineda JA, Silverstein JH. Survival after prolonged submersion in freshwater in Florida. Chest 2004;125:1948-51.
59. Graf WD, Cummings P, Quan L, Brutocao D. Predicting outcome in pediatric submersion victims. Ann Emerg Med 1995;26:312-9.
60. Spaite DW, Conroy C, Tibbitts M, et al. Use of emergency medical services by children with special health care needs. Prehosp Emerg Care 2000; 4:19-23.
61. Huh JW, Lim CM, Koh Y, et al. Activation of a medical emergency team using an electronic medical recording-based screening system. Crit Care Med 2014;42:801-8.

62. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. QJM 2001;94:521-6.
63. Agulnik A, Mora Robles LN, Forbes PW, et al. Improved outcomes after successful implementation of a pediatric early warning system (PEWS) in a resource-limited pediatric oncology hospital. Cancer 2017;123:2965-74.
64. Humphreys S, Totapally BR. Rapid Response Team calls and unplanned transfers to the pediatric intensive care unit in a pediatric hospital. Am J Crit Care 2016;25:e9-e13.
65. Lambert V, Matthews A, MacDonell R, Fitzsimons J. Paediatric early warning systems for detecting and responding to clinical deterioration in children: a systematic review. BMJ Open 2017;7:e014497.
66. Gupta RR, Gonzalez C, Wang J, Martillo M, Kohli-Seth R. Rapid response team integration at a quaternary care academic centre: new paradigm for critical care organistions. Postgrad Med J 2021;97(1149):459-63.
67. Maharaj R, Raffaele I, Wendon J. Rapid response systems: a systematic review and meta-analysis. Crit Care 2015;19:254.
68. Bonafide CP, Localio AR, Roberts KE, Nadkarni VM, Weirich CM, Keren R. Impact of rapid response system implementation on critical deterioration events in children. JAMA Pediatr 2014;168:25-33.
69. Lyons PG, Edelson DP, Churpek MM. Rapid response systems. Resuscitation 2018;128:191-7.
70. Kutty S, Jones PG, Karels Q, Joseph N, Spertus JA, Chan PS. Association of Pediatric Medical Emergency Teams With Hospital Mortality. Circulation 2018;137:38-46.
71. Kolovos NS, Gill J, Michelson PH, Doctor A, Hartman ME. Reduction in Mortality Following Pediatric Rapid Response Team Implementation. Pediatr Crit Care Med 2018;19:477-82.

제7장

소아 전문소생술

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제7장

소아 전문소생술

이지숙[1], 나재윤[2], 정수인[3], 김진태[4], 김도균[5], 박보배[6], 김경훈[7], 정성필[8], 김태윤[9], 손유동[10], 심규홍[11], 정영화[7], 오윤희[12], 윤준성[13], 이미진[14], 이창희[15], 장영빈[8], 장용수[10], 조규종[10], 차경철[16], 허주선[7], 황성오[16], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 소아소생술 위원회

아주대학교 의과대학 응급의학교실[1], 한양대학교 의과대학 소아과학교실[2], 아주대학교 의과대학 소아청소년과학교실[3], 서울대학교 의과대학 마취통증의학교실[4], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[5], 서울대학교병원 진료지원팀[6], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[7], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[8], 인하대학교 의과대학 응급의학교실[9], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[10], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[11], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[12], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[13], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[14], 남서울대학교 응급구조학과[15], 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[16]

I 2025년 소아 전문소생술 가이드라인 주요 변경 사항

2025년 소아 전문소생술 가이드라인 중 2020년 가이드라인에 비하여 변경된 내용은 다음과 같다.

1) 소아심장정지에서 전문기도기 삽입

병원 밖 심장정지 상황에서 소아환자의 환기방법으로 기관내삽관 또는 성문상 기도기보다 백마스크 환기를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

병원 내 심장정지 상황에서 소아환자의 환기방법으로 백마스크 환기와 기관내삽관 또는 성문상 기도기를 비교했을 때 백마스크 환기 사용에 대해 권장하거나 반대할 충분한 근거는 없다.

소생팀이 충분한 전문성과 필요한 자원이 확보되어 가슴압박중단을 최소화하면서 기관내삽관 또는 성문상 기도기 삽입이 가능한 경우, 또는 백마스크 환기가 적절한 환기를 제공하지 못하는 경우라면 전문 기도유지기 삽입으로 전환을 고려하도록 권고한다(보편타당한 권고).

2) 전문 기도유지기가 확보된 소아 심장정지 환자의 인공환기율

전문 기도유지기가 확보된 소아의 심폐소생술에서 특정 환기 속도를 권장할 수 있는 충분한 근거가 부족하다.

저환기 또는 과환기의 위험을 피하도록 노력해야 한다. 전문 기도유지기가 확보된 소아 심장정지 환자에게 연령에 적합한 호흡수(1세 미만 30회/분, 1-8세 20-30회/분)에 맞춰 환기를 실시할 것을 제안한다. 소아의 연령이 8세-18세라면, 구조자가 의료인이거나 병원 내 심장정지인 경우 의료진의 판단에 따라 인공환기 수를 분당 10-20회로 설정할 수 있다(전문가합의 권고).

3) 병원 내 심장정지 소아가 침습적 동맥압 측정 중일 경우 동맥이완기 혈압의 목표

병원 내 심장정지 소아 환자가 침습적 동맥압을 측정 중일 경우 동맥이완기 혈압의 목표를 1세 미만 영아에서는 25 mmHg 이상, 1세 이상 소아에서는 30 mmHg 이상으로 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

4) 자발순환회복 후 목표 혈압

심장정지 후 자발순환이 회복된 소아에서 첫 6시간 내 연령별 수축기 혈압이 10백분위수를 초과하도록 목표 혈압을 설정할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

5) 자발순환회복 후 예방적 항경련제 사용 및 경련 치료의 효과

예방적 항경련제 사용을 권장하거나 반대할 충분한 근거가 없다. 심장정지 후 자발순환회복이 된 소아 환자에게 예방적 항경련제를 일상적으로 사용하지 않을 것을 제안한다(보편타당한 권고).

자발순환회복 된 소아 환자에게 발생한 경련 치료를 권장하거나 반대할 충분한 근거는 없다. 자발순환회복 후 경련이 발생한 소아에게는 경련 치료를 시작할 것을 권고한다(보편타당한 권고).

6) 체외막산소공급장치(ECMO)를 이용한 심폐소생술(체외순환 심폐소생술: ECPR)

ECMO를 사용한 심폐소생술은 다양한 자원과 다학제적 협력이 필요하므로, ECPR의 적용은 적절한 시설을 갖춘 병원에서만 사용할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).

기존의 심폐소생술에 반응하지 않는 병원 내 심장정지 소아의 경우, 제한된 환자군을 대상으로 (예. 소아 심질환), 만일 ECMO를 활용한 심폐소생술이 가능한 시설이 마련되어 있다면 (예. ECPR 프로토콜, 훈련된 전문가, 장비 등) ECPR을 고려할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

병원 밖 심장정지의 경우에는 ECPR의 사용 근거가 부족하다.

7) 자발순환회복 이후의 신경학적 결과 예측을 위한 지표

자발순환회복 된 소아의 신경학적 예후를 예측을 위해 다양한 방법들을 이용하여 신중히 평가해야 한다. 반복적인 신경학적 진찰, 혈액학적 검사, 뇌파, CT나 MRI와 같은 영상 검사들을 시행하여 복합적으로 판단해야 한다(강한 권고, 낮은 확신도).

자발순환회복 후 반복적으로 동공반사 반응을 평가하고 그 결과를 양호한 또는 불량한 신경학적 예후를 예측하기 위한 지표로 사용할 것을 권장한다(보편타당한 권고).

자발순환 후 조기에 측정된 젖산 수치를 신경학적 예후를 예측하는 지표로 사용을 권장하며 S-100B나 신경특이 에놀라에제(NSE)와 같은 혈중 바이오마커를 예측 인자로 사용을 권장하거나 제한할 만한 근거는 불충분하다(전문가합의 권고).

자발순환회복 후 최대 72시간까지 뇌파 검사(EEG)를 사용하여 신경학적 예후를 예측할 것을 권장한다(전문가합의 권고).

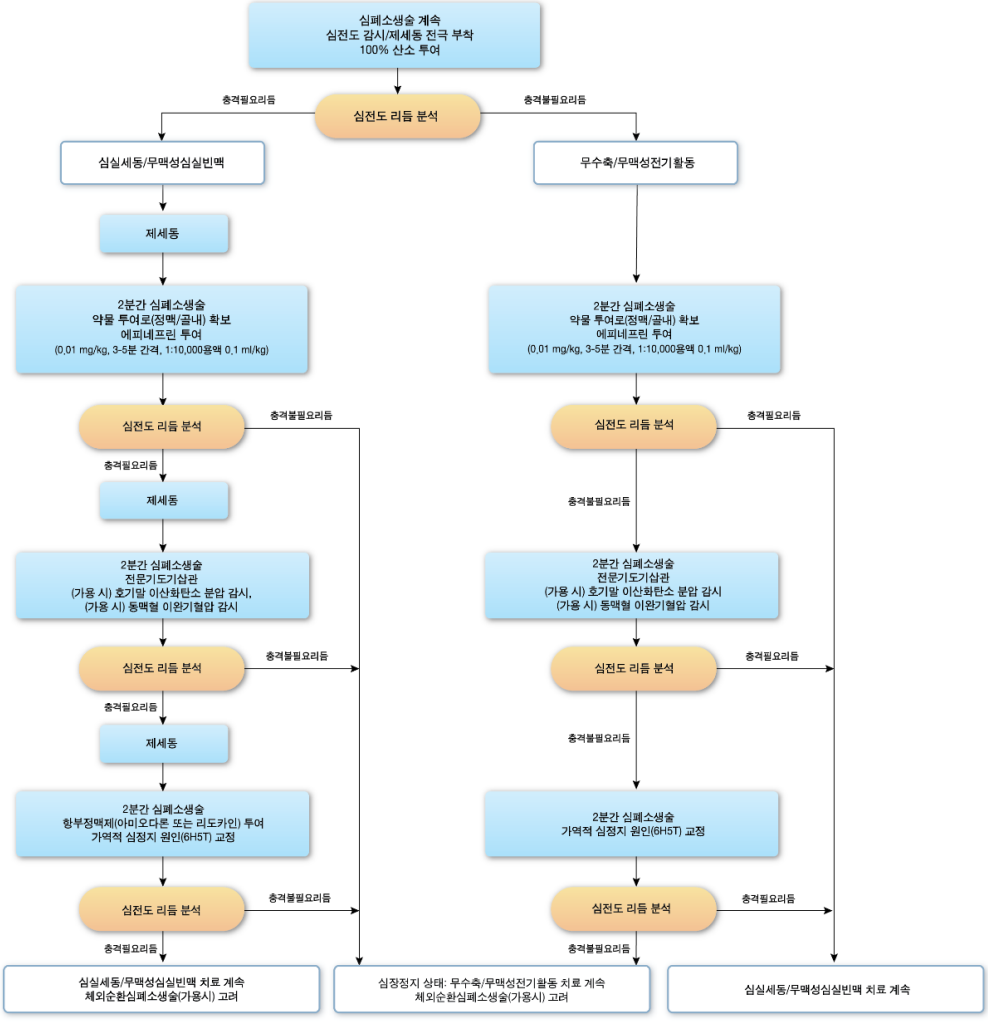
자발순환회복 후 24시간 이내에 시행한 뇌 CT 검사결과와 72시간에서 2주일 이내에 시행한 뇌 MRI 검사 결과를 신경학적 예후를 예측하는 데 지표로서 사용할 것을 권고한다(전문가합의 권고).

Ⅱ 소아 전문소생술 순서

소아 심장정지의 전문소생술 순서는 다음과 같다([그림 7-1], 〈표 7-1〉).

의료종사자의 경우, 소아가 반응이 없고 숨을 쉬지 않는 것(또는 비정상호흡, 심장정지 호흡)을 발견하면 첫 목격자는 바로 도움을 요청하고, 주변인을 통해 제세동기를 가져오도록 요청한다. 목격자는 맥박과 호흡을 10초 이내 확인하고 맥박이 없고 호흡이 없으면 심폐소생술을 시작한다. 이때 산소가 있으면 투여하며 심전도 모니터나 자동제세동기의 패드를 가능하면 빨리 부착한다. 성인과 마찬가지로 고품질의 소생술이 시행되어야 한다. 즉, 가슴압박을 적절한 깊이(가슴 두께의 최소 1/3 이상 또는 영아에서 4 cm, 소아에서 4-5 cm 깊이)와 속도(분당 100-120회/분)으로 하고 매 압박마다 흉곽이 완전하게 이완되도록 하며 과도한 환기를 피하고 가슴압박 중단을 최소화해야 한다. 호흡보조는 구조자의 수에 따라 1인 구조자만 있는 경우 가슴압박:인공호흡을 30:2로 시행하고, 2인 구조자의 경우 가슴압박:인공호흡을 15:2로 시행한다. 전문기도가 확보되면 2명의 구조자는 더 이상 호흡 시 가슴압박을 멈추는 2인 심폐소생술 주기를 계속할 필요가 없다. 대신에 가슴압박을 분당 100-120회 이상의 속도로 지속적으로 한다. 호흡을 담당하는 구조자는 저환기 또는 과환기의 위험을 피하기 위해, 전문기도기가 확보된 소아에게 연령에 적합한 호흡수에 맞춰 환기를 실시하도록 한다. 소아전문소생술의 적용연령을 고려하여 1세 미만의 영아는 분당 30회, 1세에서 8세까지의 소아는 분당 20-30회의 인공환기를 시행하도록 한다. 소아의 연령이 8세-18세라면, 구조자가 의료인이거나 병원 내 심장정지인 경우 의료진의 판단에 따라 인공환기 수를 분당 10-20회로 설정할 수 있다. 심장정지 소아의 연령이 8세 이하인지 초과인지 명확히 확인이 불가한 경우, 구조자의 판단에 따라 인공환기 수를 설정하도록 한다.

심폐소생술을 하는 동안 자동제세동기나 수동제세동기가 도착하면 심장정지 리듬을 즉시 확인하도록 한다. 자동제세동기를 사용하는 경우라면 기계가 자동으로 심전도를 분석하여 충격필요리듬(심실세동 또는 무맥성 심실빈맥)인지 또는 충격불필요리듬(무수축 또는 무맥성 전기활동)인지를 알려 준다.



[그림 7-1] 소아 심장정지 전문소생술 순서(병원 전문소생술팀용)

리듬 분석 및 확인을 위해 잠시 가슴압박을 중단할 수 있다. 질식성 심장정지에서는 무수축이나 넓은 QRS 서맥이 가장 흔하다. 영아나 유아에게 심실세동의 빈도는 흔하지 않지만, 나이가 많은 소아 청소년의 갑작스러운 심장정지는 심실세동에 의한 것일 가능성이 더 높다.

코로나19와 같은 호흡기 감염병이 의심되는 환아의 심장정지인 경우, 구조자가 심폐소생술 참여 전에 개인보호장비를 착용하고, 소생술 참여 인원을 최소화하면서 소생술 필요 여부를 판단한 후에 심폐소생술을 시작한다. 소아에게 적용 가능한 기계 가슴압박 장비가 있는 경우 사용을 고려한다. 개인보호구 착용은 에어로졸 생성처치(가슴압박, 기도확보, 환기)인 경우에는 공기격리용 보호구(airborne-precaution PPE)를 착용해야 하며, 제세동 시에는 비말격리용 보호구(fluid resistant surgical mask, eye protection, short-sleeved apron and gloves) 정도를 착용한 구조자가 시행할 수 있다. 심폐소생술을 시작하고 심전도 리듬을 분석한 후 충격필요리듬인 경우 제세동을 1회 시행하고 조기에 기관내삽관을 시행하며, 충격불필요리듬인 경우에는 리듬 확인 후 바로 기관내삽관을 고려한다. 기관내삽관 시에는 가슴압박을 중지하며 가능한 비디오후두경을 사용하고, 필터가 달린 인공호흡기를 연결한다. 기관내삽관 지연 시에는 성문상 기도기를 삽입하거나 백마스크와 헤파필터를 사용하여 기도를 유지한다.[2] 심폐소생술을 마친 후 구조자는 감염관리수칙에 따라 가능한 빨리 비누와 물로 손을 깨끗이 씻거나 알코올 기반의 손소독제로 손을 소독하여야 하며 옷을 갈아입을 것을 권장한다.

〈표 7-1〉 소아 심장정지 환자의 전문소생술 참고표

치료	내용
심전도 리듬 분석	2분간 가슴압박 후 심전도 리듬 확인과 가슴압박자 교대
제세동	제세동 에너지는 처음에 2 J/kg, 두 번째 4 J/kg, 이후 단계적 증량 (최대 10 J/kg 미만 또는 성인 최대용량)
가슴압박	• 최소 분당 100-120회의 속도로 압박, 전문기도기 삽입 전에는 15:2(가슴압박:인공호흡)의 비율로 시행 • 전후 가슴두께의 최소 1/3 이상 또는 영아 4 cm, 소아 4-5 cm의 깊이로 압박
주사로 확보	전문기도유지술보다 우선하여 정맥 또는 골내 주사로 확보
전문기도기 삽입과 인공호흡	• 전문기도기 삽입이 시행되기 전까지는 백마스크 환기법 • 전문기도기 삽입으로 기도가 확보되면 연령에 맞는 호흡수로 환기수 유지, 과환기 주의 * 〈1세: 30회/분 * 1-8세: 20-30회/분

치료		내용
약물 투여	모든 심장정지 환자	에피네프린: 3-5분(가슴압박 두 번 교대: 약 4분)마다 0.01 mg/kg (1:10,000 용액 0.1 mL/kg)
	제세동 후에도 지속되는 심실세동/무맥성 심실빈맥	• 아미오다론: 5 mg/kg 일시에 투여, 최대용량 300 mg이하, 불응성 심실세동/빈맥의 경우 총 3번 투여 가능(최대 15 mg/kg/d) • 리도카인: 1 mg/kg 정맥 또는 골내 투여 • 아미오다론, 리도카인 동시 사용 금지
심장정지 원인 조사 및 치료 (6H, 5T)		저혈량혈증(hypovolemia), 저산소증(hypoxia), 산증(hydrogen ion), 저/고칼륨혈증(hypo/hyperkalemia), 저혈당증(hypoglycemia), 저체온(hypothermia), 색전증-폐/심장(thrombosis), 긴장성 기흉(tension pneumothorax), 심장눌림증(cardiac tamponade), 약물중독(toxin), 외상(trauma)

1. 소생술 알고리즘 순서

1) 충격불필요리듬(무수축/무맥성 전기활동)

무맥성 전기활동이란 조직화된 전기활동이 있지만 흔히 느리고 넓은 QRS를 보이면서 맥박이 만져지지 않는 경우이다. 조금 드물지만, 갑작스러운 심박출량의 장애가 발생하였을 때 초기에는 정상 심장박동을 보이면서 맥박이 없고 조직 관류가 나쁜 경우가 있다. 이 부류는 이전에 전기기계분리(electromechanical dissociation, EMD)로 알려졌던 것으로 무수축보다는 더 가역적일 수 있다. 가능한 한 가슴압박 중단을 최소화하면서 소생술을 계속한다. 다른 구조자는 혈관로를 확보하고 에피네프린 0.01 mg/kg (1:10,000 용액으로 0.1 mL/kg)을 소생술이 지속되는 동안에 투여한다. 같은 용량을 3-5분마다 반복하여 투여한다. 고용량 에피네프린은 생존율 향상에 이점은 없고 질식에서는 오히려 해로울 수 있다.[3-5] 고용량 에피네프린은 베타차단제 과다 사용과 같은 예외적인 상황에서 고려될 수 있다.

전문기도가 확보되었다면, 첫 번째 구조자는 지속적으로 가슴압박을 최소 분당 100-120회의 속도로 중단 없이 시행한다. 두 번째 구조자는 전문기도가 확보된 소아에게 연령에 적합한 호흡수에 맞춰 환기를 실시하도록 한다. 1세 미만의 영아는 분당 30회, 1세에서 8세까지의 소아는 분당 20-30회의 인공환기를 시행한다. 소아의 연령이 8세-18세라면, 구조자가 의료인이거나 병원 내 심장정지인 경우 의료진의 판단에 따라 인공환기 수를 분당 10-20회로 설정할 수 있다.

저환기 또는 과환기가 되지 않도록 유의한다. 소아 심장정지 환자의 전문기도 확보 후 특정 환기수를 권장하는데 도움이 되는 연구들은 없다. 소아의 경우 성인과 같은 분당 10회 보다는 더 많은 환기수가 필요하다라는 전문가 의견을 토대로 연령에 맞는 호흡수로 환기시킬 것을 권장한다(전문가합의 권고).

가슴압박을 시행하는 구조자의 피로로 인해 압박의 질과 속도가 떨어지지 않도록 가슴압박을 하는 구조자는 2분 간격으로 다른 구조자와 교대한다. 교대 시기에 가슴압박 중단 시간을 최소화할 수 있도록 하면서 심전도 리듬을 확인한다. 만약 리듬이 제세동이 불필요한 경우에 해당된다면 가슴압박과 인공환기를 지속하고 3-5분마다 에피네프린을 혈관로로 투여하며 자발순환회복의 증거가 있거나 소생술 중단을 결정할 때까지 지속한다. 만약 리듬이 제세동이 필요한 경우로 바뀌면 언제든지 제세동을 시행하고 제세동 완료 즉시 가슴압박을 다시 시작한다. 2분간 심폐소생술을 시행 후 리듬을 다시 확인한다. 가슴압박과 제세동 시행 사이의 시간 간격을 최소화하고 제세동 시행 후에 가슴압박을 다시 시작할 때까지의 시간도 최소화하도록 한다.

충격불필요리듬에서는 소아 심장정지의 가역적 원인을 교정하기 위해 6H (Hypothermia, Hypoxia, Hypovolemia, Hypokalemia/hyperkalemia, Hypoglycemia, Hydrogen ion-acidosis)와 5T (Tamponade, Thrombosis-pulmonary or cardiac, Toxin, Tension pneumothorax, Trauma) 여부를 찾아 확인이 되면 교정한다.

2) 충격필요리듬(심실세동/무맥성 심실빈맥)

제세동은 17-20% 정도의 전반적인 생존율을 보이는 심실세동의 최종 치료 방법이다.[6] 생존율은 이차성 심실세동보다 원발성 심실세동에서 더 높다. 성인의 심장정지에서 소생술과 제세동을 하지 않는 경우 생존확률이 1분마다 7-10% 감소하는 것으로 알려져 있다.[7] 심장정지 발생 조기부터 가슴압박 중단을 최소화하면서 고품질의 소생술을 시행한 경우 생존율이 높다. 구조자가 가슴압박과 제세동 사이의 시간을 최소화할 때 제세동의 결과가 가장 좋아진다. 따라서 구조자는 가슴압박을 멈춘 후부터 제세동 시행 사이의 시간이 최소화되도록 미리 철저히 준비해야 하며 제세동 시행 후에는 즉시 가슴압박을 다시 시작해야 한다.

구조자들은 제세동기가 준비되어 제세동이 가능할 때까지 기본 소생술을 시행한다. 가슴압박은 전문기도 확보 전까지는 인공호흡을 할 때, 심전도 리듬을 확인할 때, 제세동을 시행할 경우에만 중단하는 것이 이상적이다. 제세동 필요 리듬이 계속된다면 리듬 확인 후에도 제세동기가 충전될 때까지 바로 가슴압박을 시작하여 계속한다.

충격필요리듬이 확인되면, 첫 번째 제세동을 2 J/kg의 용량으로 가능한 빨리 시행하고 즉시 가슴압박과 함께 소생술을 재개한다. 첫 번째 제세동이 실패한 경우에 바로 연속하여 증량된 에너지로 제세동을 시행하는 것은 장점이 없고 가슴압박의 재개가 즉각적인 추가 제세동보다 더 중요하다. 가슴압박이 관상동맥의 관류를 가능하게 하고 다음 전기 충격으로 제세동이 될 가능성을 높인다. 가슴압박과 제세동 시행 간격 그리고 제세동 시행과 제세동 후 가슴압박 재개까지의

간격을 최소화하는 것이 매우 중요하다. 약 2분간 심폐소생술을 지속한다. 충분한 구조자가 있다면 정맥로(또는 골내 주사로)를 확보한다. 2분의 소생술 후 리듬을 확인하고 충격필요리듬이 지속된다면 4 J/kg으로 제세동 에네지의 용량을 올려 제세동을 시행한다. 만약 충격불필요리듬이라면 무수축/무맥성 전기활동에 대한 흐름도를 따른다. 두 번째 제세동 후에 즉각 가슴압박을 재개한다. 약 2분간 소생술을 계속한다. 소생술 동안에 에피네프린을 0.01mg/kg(1:10,000 용액 0.1mL/kg) 매 3-5분마다 혈관로로 투여한다. 다른 구조자들이 있다면 리듬 확인 전에 미리 에피네프린을 준비를 해서 가능하면 빨리 투여할 수 있도록 한다. 리듬 확인 직전에 제세동기를 담당한 구조자는 제세동기의 충전을 준비한다(4 J/kg 이상 최대 10 J/kg, 또는 성인 최대 용량 중에서 적은 것으로 사용한다). 심전도 리듬을 확인한 후 제세동 필요 리듬이면 제세동을 시행한다. 제세동이 성공하지 않았다면 소생술을 지속하는 동안 아미오다론 또는 리도카인을 투여한다. 언제든 충격불필요리듬이 되면 충격불필요리듬의 심장정지 흐름도를 따른다. 제세동 후 2분 뒤 다시 심전도 리듬을 확인하여 조직화된 리듬이 보인다면 관류리듬인지를 판단하기 위해 맥박을 확인한다. 제세동된 후 다시 심실세동이 재발하면 충격필요리듬의 흐름도에 따라 심폐소생술을 다시 시작하고 재발 직전에 제세동이 성공한 에너지 용량으로 제세동을 다시 시도한다. 6H와 5T 등 다른 가역적인 원인이 있으면 찾아서 적극적으로 교정한다.

비틀림심실빈맥은 다형성 심실빈맥으로 QT간격 연장과 관련이 있다. QT간격 연장은 선천성 또는 약물의 독성에 의해 나타날 수 있고 1A 항부정맥제(프로카인아미드, 퀴니딘, 디소피라미드) 또는 III 항부정맥제(소탈롤, 아미오다론), 삼환계항우울제, 디곡신 또는 약물상호작용과 관련이 있다.[8,9] 비틀림심실빈맥은 전형적으로 빠르게 심실세동이나 무맥성 심실빈맥으로 진행한다. 따라서 심실세동이나 무맥성 심실빈맥 심장정지가 발생하면 구조자는 심폐소생술을 시작하여야 하고 가능한 빨리 제세동을 시행한다. 원인에 상관없이 빠르게(수 분에 걸쳐서) 마그네슘(25-50 mg/kg, 최대 일회 용량 2g)을 정맥내로 투여한다. 가슴압박 동안 호기말 이산화탄소분압이 급격히 증가하거나 관찰 중인 동맥파형에서의 상승이 보인다면 자발순환회복을 예상할 수 있다. 소아 심장정지에서 반드시 호기말 이산화탄소분압을 측정하여 가슴압박의 방법을 조정할 수 있는 특정 수치를 권고할 근거는 부족하다. 다만 호기말 이산화탄소분압을 측정할 수 있는 상황에서는 사용하는 것이 성인 연구를 근거로 자발순환을 예측하는 데 도움이 될 수 있다. 맥박이 확인되어 자발순환회복이 되었다면, 소생술 후 치료를 시작한다.

2. 전문기도유지술

1) 산소

소아 연령에서 산소 투여 시에 적절한 농도에 대한 근거는 아직까지 불충분하지만 소생술 중에는 100% 농도의 산소를 사용하도록 한다. 자발순환이 회복된 후 적절한 장비가 있다면 산소포화도가 94-99%로 유지되도록 산소투여량을 조절한다. 동맥혈 산소분압이 80-500 mmHg 사이 어느 값이라도 산소포화도 수치는 100%로 나올 수 있기 때문에 산소포화도를 100%까지 높이는 것은 좋지 않다. 하지만 저산소혈증은 반드시 피해야 하며 또한 조직에 적절한 산소를 공급하려면 산소포화도 이외에 헤모글로빈 수치와 심박출량도 적절하게 유지되어야 한다.

2) 산소포화도 측정

자발순환이 회복된 후 저산소혈증의 발생 여부를 확인하려면 맥박산소포화도 측정기를 사용하여 산소포화도를 측정한다. 하지만 말초 관류가 나쁘거나 일산화탄소 중독 환자 또는 메트헤모글로빈혈증 환자의 경우 맥박산소측정기에 의한 산소포화도 측정이 정확하지 않을 수 있음을 고려해야 한다.[10]

3) 입인두 기도기와 코인두 기도기

입인두 기도기는 혀와 연구개가 기도를 눌러 폐쇄가 발생했을 때 기도를 유지하는 데 도움을 준다. 입인두 기도기는 구토를 유발할 수 있으므로 의식이 있는 소아에게 사용해서는 안 된다. 입인두 기도기는 모든 나이의 소아환자에게 사용할 수 있으며 환자에 따라 적절한 크기를 선택하여 삽입해야 한다. 적절한 크기의 입인두 기도기는 기도기의 날개부터 끝단까지의 길이가 환자의 앞니부터 아래턱 각까지의 거리와 같다. 부적절한 크기를 선택하게 되면 혀와 인두 후벽이 분리되지 않을 뿐 아니라 오히려 기도폐쇄를 초래할 수도 있으므로 환자에게 맞는 크기를 선택하기 위해서는 훈련과 경험이 요구된다.

코인두기도기는 구역 반사가 있는 환자들의 상기도 폐쇄를 완화해 주고자 사용하는 연재질의 고무나 플라스틱제제의 관이다. 콧구멍에서 귀의 이주(tragus)까지의 길이가 적당하며 환자에 따라 맞는 길이의 제품을 선택하는 것이 중요하다. 작은 지름의 코인두기도기는 분비물로 막힐 수 있으므로 자주 흡인을 해주어야 한다.

4) 백마스크 환기

병원 밖에서 소생술을 할 경우에도 짧은 시간 동안에는 백마스크 환기법이 기관내삽관만큼 효과적이며 경우에 따라 더 안전할 수 있다.[11] 병원 도착 이전, 특히 짧은 이송 동안에는 영아나 소아의 환기와 산소화를 위해 백마스크 환기로 호흡을 유지하는 것이 좋다. 적절한 크기의 마스크를 선택하고 기도를 적절하게 연 후, 마스크와 얼굴이 완전히 밀착되게 한다. 백마스크 환기 중에는 환기의 적절성을 평가하는 등 인공호흡과 연관된 사항을 확인할 수 있도록 교육하는 것이 중요하다. 백마스크 환기 중에는 흉곽이 적절하게 올라올 수 있는 정도의 호흡량과 압력을 유지한다. 과환기는 흉곽 내 압력을 높여 정맥환류를 감소시킴으로써 심박출량이 감소하여 뇌 및 심장으로의 혈류를 감소시킨다.[12] 또한 과환기는 말초기도의 폐색이 있는 환자에게 공기저류를 일으키고 폐에 압력 손상을 일으킬 수 있다. 과도한 흡기압은 위 팽창을 일으켜 위 내용물의 역류와 폐흡인을 일으킬 수 있다. 전문기도기가 삽관되어 있지 않은 영아와 소아의 경우 30회(2인 구조인 경우 15회) 가슴압박 후 2번 백마스크 환기를 시행한다. 환기를 하는 동안에는 가슴압박을 멈추며 호흡은 1회당 약 1초에 걸쳐 실시한다. 만일 자발순환이 유지되지만 호흡이 적절하지 않은 경우에는 연령에 맞게 2-3초에 한 번씩(분당 20-30회) 인공환기만 실시한다. 환자의 나이가 어릴수록 호흡수를 더 빨리 한다.

5) 2인 백마스크 환기

구조자가 2인일 경우에는 2인 백마스크 환기법을 시행한다. 환자가 기도폐색이 있거나 폐의 유순도가 낮거나 또는 구조자가 백과 환자의 얼굴을 완전히 밀착시키지 못할 때에는 2인 백마스크 환기법이 더 도움이 된다.[13] 2인 백마스크 호흡을 할 때에는 한 명의 구조자가 두 손으로 환자의 턱을 들면서 마스크를 얼굴에 밀착시키고 다른 구조자가 환기백을 압박한다. 이때 두 구조자는 환자의 흉곽이 적절히 상승되는지를 확인해야 한다.

6) 위 팽창

위가 팽창되면 적절한 환기를 방해하고 위 내용물의 역류와 폐흡인을 일으켜 호흡부전을 악화시킬 수 있다. 위 팽창을 감소시킬 수 있는 방법은 다음과 같다.

① 백마스크 환기를 천천히 하고 흉곽의 상승이 보이는 정도까지만 일회 호흡량을 제공하여 과도한 흡기압이 발생하지 않게 한다.
② 코위관 또는 입위관을 넣는다. 코위관/입위관 삽입으로 인해 위식도 괄약근이 약해져서 위 내용이 역류할 수 있으므로 가능하면, 기관내삽관 이후에 위관을 넣는다. 만일 환자가 위루관을 가지고 있다면 마개를 열어 놓아 위팽창을 방지한다.

7) 성문상 기도기

성문상 기도기는 성문 위에 위치시켜 환기를 도와주는 장비로, 후두마스크기도기가 대표적이다. 백마스크 호흡이 되지 않거나, 기관내삽관이 되지 않을 경우 경험 많은 시술자에 의해 후두마스크기도기를 사용할 수 있다.[14-22] 후두마스크기도기는 끝부분에 작은 마스크 모양의 관이 후두 위를 덮어 환기를 할 수 있도록 만든 관이다. 시술자는 기도기를 잡고 환자의 연구개의 모양을 따라 삽관을 시작하여 하인두의 저항이 느껴질 때까지 밀어 넣은 후 커프를 확장시킨다. 이 기구는 기관내삽관보다 환자의 움직임에 삽입관의 위치가 훨씬 바뀌기 쉬우므로, 특히 환자를 움직여야 하는 상황에서는 관이 빠지지 않도록 고정할 때 특별히 주의해야 한다. 소아의 경우 심장정지의 원인이 호흡기 문제와 관련이 있을 수 있으므로 반드시 입안 또는 기도에 이물이 있는지 확인해야 한다. 이물을 확인하는 과정 없이 후두마스크기도기의 삽관을 시도하면 여러 가지 합병증을 초래할 수 있다. 영아의 경우는 소아에 비해 합병증의 빈도가 높은 것으로 알려져 있다.

8) 기관내삽관

소아의 기관 구조는 성인과 다르기 때문에 영아와 소아의 기관내삽관을 위해서는 많은 수련이 필요하다. 시술자가 수련을 받은 기간과 기관내삽관의 성공률 및 합병증 발생률은 의미 있는 연관성이 있다. 어린 소아의 기도는 성인과 다르다. 혀가 상대적으로 더 크고 기도가 더 유순하다. 후두개 입구가 좀 더 높으면서 목의 앞쪽에 위치해 있다. 그리고 성인에 비해 비율적으로 기도가 더 작기 때문에 매우 숙련된 시술자가 기관내삽관을 해야 한다.

(1) 소아용 기관 튜브의 크기

특별히 키가 작은 경우까지 포함해서 체중 35kg까지의 소아의 경우 연령에 기초한 공식보다 키에 기초한 기관 튜브의 크기 결정이 더 정확하다(한국 소아소생술 테이프 등).[23, 24] 커프 유무에 관계없이 삽관을 준비할 때는 반드시 계산된 내관 크기보다 0.5 mm 더 큰 튜브와 0.5 mm 더 작은 튜브를 함께 준비해야 한다. 삽관 중 저항이 느껴지면 0.5 mm 더 작은 관으로 바꿔 삽관한다. 삽관된 상태에서 산소화나 환기를 방해할 만큼 성문 부위에서 많이 새면 0.5 mm 더 큰 튜브나 커프가 있는 튜브로 바꿔 삽관한다. 만일 삽관에 실패하게 되면 여러 가지 합병증이 발생할 수 있으므로 반드시 안정된 환경에서 경험 있는 구조자가 시행하여야 한다.

- 커프 없는 기관튜브의 경우 1세 미만 영아는 3.5 mm 내경을, 1-2세 소아는 4.0 mm 내경의 내관을 사용하며 2세 이후에는 다음의 공식에 따른다.
  커프 없는 기관 튜브 내경(mm) = 4 + (연령/4)
- 커프 있는 내관을 사용하는 경우 1세 미만 영아는 3.0 mm 내경을, 1-2세 소아는 3.5 mm 내경을 사용하며 2세 이후에는 다음의 공식에 따른다.[25-28]
  커프 있는 기관 튜브 내경(mm) = 3.5 + (연령/4)

(2) 커프가 있는 기관 튜브

영아나 소아의 기관내삽관에는 커프가 있는 것과 없는 것 모두 사용할 수 있다. 전신마취 수술이나 중환자실 기계 환기에서 기관내삽관 시 커프가 있는 내관을 사용하면 흡인의 위험성을 줄일 수 있다고 보고되고 있다.[29] 커프가 있는 기관 튜브를 사용하는 경우에는 커프압력을 지속적으로 감시하여 권고 수준인 20-25 cmH_2O 이하의 압력을 유지해야 한다. 폐 유순도가 너무 낮거나 기도저항이 높거나 또는 성문 부위에서 공기가 많이 샐 경우에 기관 튜브의 크기, 위치, 커프 압력 등을 고려해서 사용한다면 커프가 있는 기관 튜브가 더 효과적일 수 있다.[30, 31]

(3) 기관내삽관 과정

삽관을 시도하기 전에 흡입카데터, 백마스크, 산소, 소침(stylet) 등을 준비한다. 기관 손상의 위험을 방지하기 위해 소침 끝이 내관 끝으로 나오지 않도록 주의한다. 소침 끝에 수성윤활제나 멸균증류수를 묻히면 삽관 후 소침 제거가 더 용이하다. 전지와 전구기능에 이상이 없는 후두경 날과 손잡이(예비용 전구와 전지도 준비), 호기 이산화탄소 검출기나 식도 확인 검출기, 고정용 테이프, 얼굴 닦기용 거즈 등도 함께 준비한다.

환자가 심장정지 상태가 아니라면 일단 100% 산소부터 투여한 후(전산소화) 기관내삽관을 시행한다. 전산소화 시 보조 환기는 환자의 호흡노력이 부족할 때 실시할 수 있다. 합병증을 최소화하면서 신속순서삽관법을 적용하여 안전하게 기관내삽관을 성공하기 위해서는 충분한 훈련과 경험이 필요하다. 또한 삽관에 실패했을 때 시도할 수 있는 다른 2차적인 기도유지 방법이 삽관 시도 전에 준비되어 있어야 한다. 두경부나 다른 부위의 심한 외상이 있는 경우는 삽관 도중 척수손상을 막기 위해 경추 고정을 유지해야 한다. 삽관 실패나 지연된 시술로 인해 저산소증 또는 허혈 손상이 발생할 수 있으므로 시술 시간은 30초를 넘기지 않도록 한다. 그리고 심박동수 감시와 맥박산소포화도측정기를 이용한 산소포화도 측정은 기관내삽관을 하는 동안 계속한다. 삽관 도중 분당 60회 이하의 서맥이 발생한 경우, 환자의 피부색이나 혈액순환상태가 변화한 경우, 맥박산소포화도 측정기를 이용한 산소포화도가 기준치 이하로 감소한 경우 등에는 삽관 시도를 멈추고 백마스크를 사용하여 100% 산소를 주면서 충분히 상태가 호전될 때까지 기다린다. 응급 기관내관 삽관 과정에서 일상적으로 아트로핀을 미리 투여하는 것은 더 이상 권장되지 않는다.

심장정지가 발생한 소아에게 맥박산소포화도측정기를 설치하기 위하여 기관내삽관이 지연되어서는 안 되며, 맥박이 만져지지 않는 상황에서는 맥박산소포화도측정기가 제 기능을 할 수 없다.

후두경의 날은 직선형이나 곡선형 모두 사용될 수 있다. 직선형 날의 후두경은 직선형 날 끝이 후두덮개를 통과하여 성대 입구 바로 위에 머물도록 하면서 날에 힘을 줘 후두덮개와 혀 기저를 함께 들어 올리면 성문이 드러난다. 곡선형 날을 사용하는 경우 날 끝을 후두덮개 계곡(vallecula)에 위치시켜 혀 기저를 들어올릴 때 후두덮개가 따라 올라오도록 한다. 후두경을 들어올릴 때는 후두경의 날이나 손잡이를 지렛대처럼 쓰면 안 되며 이나 입술, 잇몸에 직접적인 압력을 가해서는 안 된다.

기관 튜브의 삽입 깊이는 삽관깊이(cm)=내관의 내경(mm) X3의 공식으로 구할 수 있다. 2세 이상의 경우에는 삽입깊이(cm)= 소아연령/2 + 12의 공식으로도 구할 수 있다.

(4) 삽관 중 윤상연골누르기

위 내용물의 흡인을 방지하기 위한 삽관 중 윤상연골누르기의 일상적인 적용에 대한 충분한 근거는 없다. 만일 삽관을 방해하거나 호흡에 문제를 일으킬 경우에는 윤상연골누르기를 계속해서는 안 된다.

(5) 적절한 튜브위치의 확인

기관 튜브를 삽입할 때 식도로 들어가거나 기관 튜브 끝이 성대보다 높게 위치하거나 또는 한쪽 기관지에 들어가는 등 잘못 위치해 있을 가능성이 있다. 특히 이송 중인 경우에는 충격에 의해 고정 위치가 바뀌거나 튜브가 막힐 위험성이 있다. 신체 검진 소견이나 튜브 속에 맺히는 증기 등의 증거만으로는 튜브의 적절한 위치를 확인할 수 없다. 삽관 직후, 튜브의 재고정 후, 이송 중, 그리고 환자가 움직인 후에는 신체 검진과 함께 적절한 위치를 확인할 수 있는 아래의 방법들을 이용하여 튜브의 위치를 확인해야 한다.

① 양측 흉곽의 운동을 관찰하고 양 폐야 특히 겨드랑이 부위의 호흡음이 대칭적인지 확인한다.
② 위 팽창소리를 확인한다. 기관내에 튜브가 있으면 위 팽창소리가 나지 않는다.
③ 호기말 이산화탄소분압을 측정한다.
④ 관류가 유지되는 상태에서는 산소포화도를 측정한다.
⑤ 확신이 없는 경우에는 직접 후두경을 사용하여 튜브가 성대 사이에 위치해 있는 것을 확인한다.
⑥ 병원에 있는 경우 가슴방사선 촬영을 한다.

삽관 후에 기관튜브를 고정하는 방법에 대해서는 충분한 비교 자료가 없다. 환자 머리가 숙여질 경우 깊게 밀려 들어갈 수 있고 뒤로 젖혀질 경우 빠져나올 수 있으므로 이를 고려해 중립 위치에서 고정한다.[32] 삽관 상태에서 환자의 상태가 갑자기 나빠지면 튜브의 이동이나 폐색, 기흉, 기계의 오작동과 같은 상태를 고려해야 한다.

(6) 호기말이산화탄소 분압 측정 장치

가능하면 병원 전 단계, 응급실, 중환자실, 병실, 수술장, 또는 이송 중 등 모든 경우에 호기말이산화탄소 측정법을 이용하여 기관 튜브의 위치를 확인한다.[31-33] 하지만 색깔의 변화나 파형으로 적절성을 확인했다 해도 내관이 기관내 위치함을 확인할 수 있을 뿐이지 적절한 위치에 들어가 있는 것을 감별하지는 못한다. 심장정지 상태에서는 기관 튜브가 적절한 위치에 있는 경우에도 호기말이산화탄소 분압이 측정되지 않을 수 있어 필요하다면 직접 후두경을 사용해 튜브가 식도가 아닌 성대 사이에 삽입되어 있음을 확인해야 한다. 색깔 변화를 이용한 호기말이산화탄소 측정법의 결과에 영향을 줄 수 있는 경우는 아래와 같다.

① 측정기가 위 내용물 또는 산성 약물에 오염된 경우. 이 경우에는 호흡에 따라 색깔이 바뀌지 않고 지속적으로 산성 색깔을 나타낸다.
② 에피네프린을 정맥주사했을 때 일시적으로 폐관류가 감소해 호기말이산화탄소 분압값이 임계치 이하로 감소할 수 있다.[33]
③ 중증 천식 등 심한 기도 폐색이 있는 경우와 폐부종이 있는 경우 임계치 이하로 이산화탄소의 배출이 감소할 수 있다.[34]
④ 성문 부위에서 공기유출이 있는 경우 충분한 환기량이 유지되지 않아 이산화탄소가 희석되어 감지되지 않을 수 있다.

(7) 흡입 도구

응급 소생술 상황에서는 흡입을 위한 도구가 준비되어 있어야 한다. 이동용은 기관과 인두 흡입에 부족함이 없게 진공과 유량이 충분히 제공될 수 있는 것이어야 한다. 일반적으로 소아와 영아에게는 80-120mmHg의 최대 흡입력을 가진 도구가 쓰인다. 직경이 크고 음압에도 찌그러지지 않는 흡입 튜브가 흡입 장치에 연결되어야 하며, 인두부의 흡입을 위하여 약간 딱딱한 흡입 카데터도 준비되어 있어야 한다. 또한 다양한 크기의 카데터를 쉽게 사용할 수 있도록 준비하여야 한다. 기관 흡입 카데터는 다양한 연결 장치(Y-piece, T-piece)를 사용하며, 카데터의 측면에 구멍이 있어야 흡입을 조절할 수 있다.

3. 약물의 투여

1) 주사로 확보 및 몸무게 측정

(1) 골내 주사로

골내 주사로는 소아에서 빠르고, 안전하고 효과적인 주사로 확보 방법이며 특히 심장정지 상태에서는 첫 번째 주사로로서 유용하다.[35-37] 선호되는 삽입 부위는 경골 근위부이며 매 약물 투여 후에는 생리식염수 5-10 mL를 덩이주사해야 약물이 신속히 중심 혈류에 도달하는 것을 도울 수 있다. 에피네프린과 같이 소생술에 사용되는 대부분의 정맥 투여 약물, 수액, 혈액 제제들을 투여할 수 있고 약물 발현 시간도 정맥로의 경우와 비슷하다고 알려져 있다.[38] 골내 주사 삽입 직후나 심폐소생술 15분 이내인 경우 전해질, 혈액형 검사, 가스분석 등 혈액 검사도 가능하며 정맥혈 채혈과 비슷한 결과를 보인다.[39] 수액 백을 손으로 압착해 주거나 전동식 주입펌프기를 사용하면 점액성의 약물을 투여하기 용이하고 수액을 빠른 속도로 투여할 수도 있다.

(2) 정맥주사로

말초 정맥주사로를 빨리 확보할 수 있다면 소생술 도중에도 좋은 주사로로 사용할 수 있지만 응급 상황에 처한 소아 환자의 말초 정맥주사로를 확보하기는 매우 어렵다.[39] 중심 정맥은 장기간 안전하게 사용할 수 있지만, 중심 정맥을 확보할 때까지 시간이 더 소요되며 시술자의 경험과 능력이 요구된다는 한계가 있어 응급 상황에서 초기 주사로로 권장되지 않는다. 중심정맥로 확보는 혈액 순환으로의 확실한 주입 경로를 제공하며, 혈관수축제, 중탄산나트륨, 또는 칼슘과 같이 말초 부위로 유출 시 조직 손상을 일으키는 약물을 안전하게 투여할 수 있다는 장점이 있다. 심장정지 때 환자가 이미 중심정맥로를 갖고 있는 경우에는 이를 사용하여야 한다. 신속한 수액 소생술을 하려면 수액 투여에 저항이 적도록 단일 구경과 넓은 직경이면서 길이가 짧은 도관이 유리하다. 다구경이면서 길이가 긴 중심 정맥의 경우 빠른 수액 투여에 있어 말초 정맥로보다도 더 불리할 수 있다.

응급 정맥주사로 확보가 요구되는 심각한 쇼크 또는 심장정지 전단계의 영아 또는 소아의 정맥로를 신속하게 확보할 수 없다면 우선적으로 골내주사로를 확보해야 한다.[37,40]

(3) 기관내 약물투여

소생술 중에는 골내 또는 정맥주사로가 가장 적절한 약물 투여 경로이다. 주사로의 확보가 불가능한 경우에는 지방용해성 약물(리도카인, 에피네프린, 아트로핀, 날록손)에 한하여 기관내

투여가 가능하지만 그 효과는 일정하지 않다.[41] 소생술 중이라면 가슴압박을 중지하고 약물을 투여한 후 적어도 5mL 정도의 식염수를 투여한 후 5번의 양압 호흡을 한다.[42] 기관내로 투여하는 약물의 적절한 용량은 알려진 바 없으며 통상적으로 정맥투여 용량의 약 2-3배를 투여한다. 에피네프린의 경우 정맥 용량의 10배가 권장된다. 중탄산나트륨이나 칼슘 등과 같은 비지방용해성 약물은 기도에 손상을 일으키므로 기관내로 투여해서는 안 된다.[43]

(4) 응급 상황에서 몸무게 측정

응급 상황에서도 소아 환자의 약물 치료는 체중에 따라 용량을 결정해야 한다. 병원 밖에서 발생한 응급 상황에서는 불행히도 환자의 체중을 모르는 경우가 종종 발생한다. 경험 많은 의료진도 외모로 환자의 체중을 정확하게 추정하지 못할 수 있으며, 나이에 따른 체중 추정 공식을 사용하는 방법은 환자의 나이를 모를 수도 있고 특정 나이에 해당하는 정상 체중의 범위가 너무 넓어 실용적이지 못하다.[44] 응급상황에서 키는 쉽게 측정할 수 있으며 키를 통해 비교적 정확하게 환자의 체중을 추정할 수 있다.[45] 키로부터 체중을 추정하고, 추정된 체중에 따라 미리 계산된 약물 용량을 인쇄해 놓은 소생술 줄자를 사용할 수 있다.[46,47] 키를 통해 체중을 추정하는 방법은 실제 체중이 25kg을 넘거나 연장아인 경우 실제보다 체중이 더 적게 추정될 수 있음을 고려해야 한다.[24,46,48]

소생술에 사용되는 약물의 용량 계산은, 환자의 몸무게를 아는 경우라면 몸무게를 이용하고, 몸무게를 모르는 경우라면 추정 체중별로 계산된 약물 용량이 적힌 소생술 줄자를 사용할 수 있다.[44] 2018년 대한심폐소생협회에서 제작한 한국 소아소생술 테이프([그림 7-2])를 사용할 것을 권장한다.

[그림 7-2] 한국 소아소생술 테이프

2) 소아 전문소생술에서 사용되는 약물(〈표 7-2〉)

(1) 에피네프린

에피네프린은 알파 및 베타 교감신경수용체를 강하게 자극하는 성질을 가진 내인성 카테콜아민이다. 에피네프린의 혈역학적 효과는 용량과 연관이 있다. 낮은 용량(〈0.3 μg/kg/min)의 투여는 베타 교감신경 흥분작용의 유발이 두드러져서 맥박수를 올리고 맥압을 증가시킨다. 더 높은 용량(≥0.3 μg/kg/min)의 투여는 베타 및 알파 교감신경 흥분 작용을 매개로 하는 혈관수축을 유발한다. 환자마다 카테콜아민에 대한 약리 반응이 다양하기 때문에 원하는 효과에 적합하도록 용량을 조절해야 한다. 심장정지에서 알파 교감신경수용체를 매개로 한 혈관 수축은 에피네프린의 가장 중요한 약리작용이다. 심장정지 시 혈관 수축은 대동맥 이완기 혈압을 증가시켜 관상동맥 관류압을 증가시키며 이는 소생술 성공의 중요한 결정 요인이 된다.[49,50] 가슴압박 중에 에피네프린에 의해 증가된 관상동맥 관류압은 심장으로의 산소 공급을 증가시킨다. 에피네프린은 또한 심장의 수축력을 증가시켜 자발적인 수축을 자극하고 심실세동의 진폭을 증가시킴으로써 제세동의 성공률을 향상시킨다. 산증이나 저산소증으로 카테콜아민의 작용이 저하될 수 있기 때문에 환기, 산소 공급과 순환에 주의를 기울여야 한다.

에피네프린은 염기성 용액에서는 불활성화 되므로 중탄산나트륨과 절대 섞이면 안 된다. 순환을 유지하는 리듬을 가진 환자들에서는 에피네프린이 빈맥과 넓은 맥압의 원인이 되며 심실 이소성 박동을 유발할 수 있다. 고용량 에피네프린의 주입은 사지, 복부 장기와 신장 혈류를 감소시키고 심한 고혈압과 빈맥성 부정맥을 초래하는 과도한 혈관 수축을 유발할 수 있다. 영아 및 소아의 심장정지에서 심폐소생술 시행 시 에피네프린을 투여할 수 있고, 다른 혈압상승제의 효과에 대한 근거는 충분하지 않다.[3, 51-53] 증상이 동반된 서맥을 보이면서 효과적인 보조 환기법이나 산소 투여에 반응이 없는 소아에게는 에피네프린을 정맥 또는 골내로 투여할 수 있다. 심장정지 상태의 소아 환자에서 가장 흔히 관찰되는 리듬은 무수축과 서맥이며, 에피네프린은 이러한 환자에서 관류를 가능하게 하는 리듬을 발생시킬 수도 있다. 특히, 심장정지 후 5분 이내에 신속히 투여하는 것이 환자의 치료 예후에 좋은 영향을 미친다.[54] 심장정지 환자에게 투여할 에피네프린의 용량은 정맥 또는 골내로 주입할 경우 0.01 mg/kg (1:10,000 희석액으로 0.1 mL/kg)이다. 에피네프린은 소생술을 시행하는 동안 3-5분마다 같은 용량을 반복 투여한다. 에피네프린의 기관내 투여는 약물의 흡수 정도와 이에 따른 혈중농도를 예측할 수 없으나 혈관 또는 골내 주입 경로가 확보되지 않은 경우 고려할 수 있다. 기관내 투여 시 추천 용량은 0.1 mg/kg (1:1,000 용액으로 0.1 mL/kg)이다.

(2) 아미오다론

아미오다론은 방실결절 전도를 지연시키고, 불응기를 연장하고, QT간격을 늘리고, 심실전도를 느리게 한다. 아데노신 투여에 반응이 없는 상심실성 빈맥으로 보이거나 무맥성 심실빈맥/심실세동을 보이는 심장정지 환자에게 투여한다. 심장정지 시 5 mg/kg를 정맥내 또는 골내로 투여할 수 있다. 맥박이 있는 경우는 천천히 투여하나 심장정지 상태인 경우에는 빨리 주입한다. 투여 시 혈관확장 작용에 의하여 저혈압이 발생할 수 있다. 저혈압의 정도는 약물 투여 속도와 관련이 있으며, 액상 형태에서 더 적게 발생한다.[55] 아미오다론을 투여할 때에는 심전도 감시를 통해 서맥, 방실차단, 비틀림심실빈맥 등의 합병증의 발생을 관찰한다. 다른 QT간격 연장을 유발하는 약제를 함께 투여할 경우에는 특히 주의해야 한다. 아미오다론은 반감기가 40일로 매우 길기 때문에 부작용이 오래 지속될 수 있다.

(3) 리도카인

리도카인은 심근의 자율성을 낮추고 심실부정맥을 억제한다. 영아 및 소아가 제세동에 반응하지 않는 심실세동 및 무맥성 심실빈맥을 보일 때 아미오다론과 리도카인 중 한 가지 약물을 선택하여 사용할 수 있다.[56-58] 1 mg/kg를 빠르게 투여 후 제세동에 불응하는 심실세동/무맥성 심실빈맥이 지속되는 경우 5-10분마다 반복 투여를 할 수 있다. 리도카인은 심근 기능저하, 순환저하, 졸림, 지남력장애, 근육움찔수축(muscle twitching), 경련을 유발할 수 있으며, 특히 심박출량이 낮고 간이나 신장기능에 이상이 있는 경우에 부작용의 발생 가능성이 높아진다.[59,60]

(4) 아데노신

아데노신은 일시적으로 방실결절의 전도를 차단하여 회귀성 재입 기전을 차단한다. 아데노신은 반감기 10초 이내로 매우 짧아서 안전 범위가 넓지만, 반감기가 짧으므로 심장과 가까운 정맥로를 확보하고 1-2초 이내로 빠르게 정맥 투여하며, 곧바로 생리식염수를 5-10mL 추가 투여하여 아데노신이 빠르게 중심 순환으로 들어가도록 한다. 초회 정맥내 투여 용량은 0.1mg/kg (최대 6mg)이다. 말초 혈관을 통한 투여하는 경우 중심 정맥을 통한 투여보다 더 많은 용량이 필요할 수 있다. 아데노신은 골내 투여도 가능하며 용량은 정맥 투여와 동일하다.

(5) 아트로핀

아트로핀은 부교감신경차단 약제로 심장박동을 증가시키고, 방실 전달을 증가시킨다. 심장정지 치료 시 아트로핀을 투여할 근거는 없다.

영아의 응급 기관내삽관 시 환아가 저혈량증 상태이거나 삽관 시 석시닐콜린(succinylcholine)을 사용하는 경우와 같이 서맥이 발생할 위험이 높은 경우에 한하여 아트로핀을 사용할 수 있다.[61] 0.02 mg/kg의 용량(최대 0.5 mg)을 정맥내 또는 골내로 투여하며 최소 용량 없이 사용한다. 하지만 영아 및 소아에게 응급으로 기관내삽관이 필요한 모든 경우 아트로핀을 투여하는 것을 권장하지는 않는다.[56,62,63] 신경가스 중독이나 유기인제 중독 시에는 다량의 아트로핀 투여가 필요하다.[64]

(6) 포도당

영아 및 소아는 포도당 요구도가 높고 축적된 당원이 적다. 결과적으로 쇼크 상태와 같이 에너지 요구가 증가되어 있는 상황에서는 쉽게 저혈당에 빠질 수 있다. 이러한 이유로 혼수상태, 쇼크, 또는 호흡 부전 시에는 침상 옆에서 신속히 시행할 수 있는 검사로 혈당을 세심하게 관찰해야 한다. 저혈당이 확인되면 포도당을 함유한 수액으로 치료해야 한다.[65] 고농도의 포도당은 영아에게 혈전증, 고혈당증, 두개내 출혈을 초래할 수 있어서 10% 또는 25%(50% 포도당은 1:1로 희석) 농도의 포도당을 투여하도록 한다. 체중 킬로그램 당 0.5–1.0 g의 포도당을 덩이주사 하고 저혈당은 가능하면 포도당 수액의 지속적인 투여로 치료하는 것이 좋다. 고장성 포도당 수액을 일시에 투여하면 혈장 삼투압을 갑자기 증가시켜 삼투성 이뇨를 유발하므로 주의해야 한다. 아직 뇌 허혈 후의 고혈당이 신경학적 기능에 미치는 영향에 대해서는 알려져 있지 않지만, 뇌 허혈 전의 고혈당은 신경학적인 예후를 악화시킬 수 있다. 심장정지 후의 고혈당이 이롭거나 해롭다는 확신할 만한 자료가 없는 이상, 소생술 중에 혈당 농도를 정상으로 유지시키고 소생술 후에 저혈당이 나타나지 않도록 하는 것을 권고한다.

(7) 중탄산나트륨

대부분의 연구에서 중탄산나트륨의 통상적인 투여가 심장정지 후의 예후를 향상시키지 못했다.[66,67] 소아에서는 호흡부전이 심장정지의 주요 원인 중의 하나이며 중탄산나트륨의 투여는 일시적으로 이산화탄소분압을 증가시키므로, 소생술 중 소아 환자에게 이 약물을 투여하는 것은 이미 존재하는 호흡성 산증을 더 악화시킬 수 있다. 이러한 이유로 영아나 소아의 심장정지에서는 보조 환기, 산소 공급, 효과적인 전신 관류의 회복(조직의 허혈을 교정하기 위한) 등이 우선적으로 고려되어야 한다. 장시간 심폐소생술을 시행한 환자에게 경험적으로 중탄산나트륨을 투여하는 것은 24시간

생존과 생존퇴원율을 감소시켰다. 중탄산나트륨은 고칼륨혈증, 고마그네슘혈증, 삼환계 항우울제의 과량 복용 및 기타 나트륨 통로 차단제들의 과량 복용으로 증상이 나타나는 환자에게만 투여를 고려할 수 있다.[68] 중탄산나트륨은 투여의 적응이 되는 경우에 한하여 정맥이나 골내로 투여하며, 초기 용량은 1 mEq/kg (8.4% 용액으로 1 mL/kg)이다. 신생아에서는 삼투압이 높아지는 것을 방지하기 위해 희석액(0.5 mEq/mL; 4.2% 용액)이 사용되기도 하지만 영아나 소아에게는 희석액이 유익하다는 근거가 없다. 중탄산나트륨을 과량으로 투여하면 부작용이 발생할 수 있다. 중탄산나트륨 투여의 결과로 나타나는 대사성 알칼리증은 산화헤모글로빈 해리 곡선을 좌측으로 이동시켜 조직으로의 산소 공급을 저하시키며, 갑작스러운 칼륨의 세포 내 이동으로 인한 저칼륨혈증, 혈청 이온화 칼슘 농도의 저하, 심실세동 역치의 저하 및 심기능의 저하를 유발한다. 또한 과량의 중탄산나트륨의 투여로 고나트륨혈증과 삼투압의 증가가 나타날 수 있다. 카테콜아민은 중탄산나트륨에 의해 불활성화 되며 칼슘은 중탄산나트륨과 섞이면 침전을 형성하므로 중탄산나트륨의 투여 후에는 정맥주사관에 5-10 mL의 생리식염수를 투여하여 중탄산나트륨을 씻어 주어야 한다.

(8) 칼슘

칼슘은 심근의 흥분-수축 연결(excitation-contraction coupling)에 필수적이다. 칼슘 축적은 허혈 후, 또는 허혈이 발생한 장기에 재관류가 일어나는 동안 칼슘이 세포 내로 들어가는 것에 기인하며 세포질 내 칼슘 농도의 증가는 세포 내 효소 체계를 활성화시켜 세포의 괴사를 초래한다. 심장정지에서 칼슘의 관례적인 투여는 심장정지의 예후를 향상시키지 않는다.[69-71] 무수축 환자의 소생술에서 칼슘의 통상적인 투여를 권장하지 않는다. 칼슘 투여는 입증된 저칼슘혈증이나 고칼륨혈증, 고마그네슘혈증과 칼슘 통로 차단제 과량 투여의 치료 시에만 권장된다. 10% 염화칼슘은 글루콘산칼슘보다 생체이용률이 3배가 높아 심장정지 소아에서 일차적으로 선택되는 칼슘 제제이다.[72, 73] 말초 정맥 손상의 위험이 있으므로 반드시 중심 정맥을 통해 주입하는 것이 좋으나, 중심정맥로가 확보되지 않은 심장정지 환자에게는 10-20초에 걸쳐서 염화칼슘 20 mg/kg를 정맥 또는 골내 투여해야 할 수 있다. 심장정지 중에는 필요시 칼슘을 10분 내에 반복 투여할 수 있다. 추가 용량은 이온화 칼슘의 결핍량을 계산하여 이를 바탕으로 투여해야 한다.

(9) 마그네슘

마그네슘은 칼슘 통로에 대한 영향과 다른 세포막효과로 비틀림심실빈맥의 치료에 사용된다. 마그네슘은 입증된 저마그네슘혈증과 비틀림심실빈맥 환자에게만 투여한다.[74-76] 원인에 상관없이 비틀림심실빈맥에는 체중 킬로그램 당 25 mg에서 50 mg(최대 2g)의 황산마그네슘을 정맥내로 신속히(수 분 동안) 투여하는 것이 권장된다. 마그네슘은 혈관 확장을 유발하며, 빠르게 주입할 경우 저혈압이 발생할 수 있다.

〈표 7-2〉 소아 전문소생술에 사용하는 약물

치료	내용	특이 사항
에피네프린	• 0.01 mg/kg(1:10,000용액 0.1 mL/kg) 정맥내/골내 • 0.1 mg/kg(1:1,000용액 0.1 mL/kg) 기관내 • 최대 용량: 정맥내/골내 1 mg, 기관내 2.5 mg	3-5분마다 반복 투여할 수 있음
아미오다론	• 5 mg/kg 정맥내/골내 • 필요시 5 mg/kg씩 두 번 더 추가 투여 (하루 15 mg/kg까지) • 최대 일회 용량 300 mg(성인용량)	• 심전도 및 혈압 감시 • 심장정지 시 정맥 덩이 주사 • 관류 리듬이 있을 경우 20-60분에 걸쳐 천천히 투여(전문가 협진 권장) • 다른 QT연장 약제와 함께 사용 시 주의하여야 하며 전문가 자문을 구해야 함
리도카인	• 덩이주사: 1 mg/kg 정맥내/골내 • 지속주사: 분당 20-50 mcg/kg	아미오다론과 병용 사용 금지
아데노신	• 초회 용량 0.1 mg/kg(최대 6 mg) • 필요시 0.2 mg/kg(최대 12 mg) 추가 투여	• 심전도 모니터 • 급속 정맥/골내 주사 후 씻어내기 주사
아트로핀	• 0.02 mg/kg 정맥내/골내 • 일상적 사용 금지, 적응증에 한해 사용 • 최대 일회 용량: 0.5 mg	유기인산 중독의 경우에는 고용량 투여를 고려
포도당	0.5-1 g/kg 정맥내/골내	• 신생아: 5-10 mL/kg D10W • 영아 및 소아: 2-4 mL/kg D25W • 청소년: 1-2 mL/kg D50W
중탄산나트륨	한 번에 1 mEq/kg씩 천천히 정맥내/골내	• 적절한 환기 후 투여 • 심장정지 시 일상적 사용 금지
염화칼슘 (10%)	• 20 mg/kg 정맥내/골내 • 최대 일회 용량: 2 g	• 천천히 투여 • 심장정지 시 일상적 사용 금지
황산마그네슘	• 10-20분에 걸쳐 25-50 mg/kg 정맥내/골내 • 비틀림심실세동에는 더 빠르게 최대 용량 2 g	-
날록손	• 완전 반전을 위한 용량 • 5세 미만 또는 20 kg 이하: 0.1 mg/kg 정맥내/골내/기관내 • 5세 이상 또는 20 kg 초과: 2 mg 정맥내/골내/기관내	치료목적으로 아편류 약물 투여와 관련된 호흡억제의 경우 반전을 위해 적은 용량 투여 (1-5 mcg/kg 용량에서 효과가 있도록 조절)

4. 제세동기

제세동기는 수동과 자동이 있고 사용되는 파형에 따라 일방향과 양방향 파형으로 구분된다. 부정맥이나 심장정지의 위험성이 있는 소아 환자를 돌보는 기관은 소아 심장 리듬을 인지하는 자동제세동기를 보유해야 한다. 소아를 위하여 에너지 수준을 조정할 장치가 있는 제세동기가 이상적이다. 수동제세동기 사용 시에는 아래의 내용을 고려하여야 한다.

1) 패드 크기

일반적으로 수동제세동기는 성인과 영아용 두 가지 크기의 패드가 구비되어 있다. 일반적으로 영아 패드는 성인 패드 위에 또는 아래에 포개져 있다. 접착식 패드를 사용할 수 있는 수동제세동기도 있다. 제세동을 할 때는 소아의 가슴에 잘 맞는 가장 큰 패드를 사용한다. 패드가 서로 접촉이 되지 않도록 해야 하며 패드 사이의 간격이 적어도 3 cm는 떨어지게 적용한다. 패드의 종류에 관계없이 제세동 효과는 같다. 접착식 패드는 가슴에 단단히 눌러서 패드 위의 젤이 환자의 가슴에 완전하게 접촉되도록 한다. 10 kg 이상 또는 약 1세 이상의 소아는 성인용 크기(8-10 cm)를 사용하고 10 kg 미만 또는 1세 이하 영아는 영아용 크기의 전극을 사용한다.

2) 접촉면

접착식 패드의 가슴 접촉면에는 전극용 젤이 미리 붙어 있다. 반면에 수동 패들을 사용할 경우에는 반드시 전극용 젤을 사용해야 한다. 식염수, 초음파 젤, 알코올 등을 전극용 젤 대신 사용해서는 안 된다.

3) 전극 위치

접착식 자동제세동기 또는 모니터/제세동기 패드의 위치는 제조 회사의 권고사항을 따른다. 수동 패들은 가슴 오른쪽 위와 심첨부(왼쪽 하부 갈비뼈의 젖꼭지 왼쪽에)에 위치시켜서 심장이 두 개의 전극 사이에 있도록 한다. 단단하게 전극에 압력을 가하여 접촉이 잘 되도록 한다. 전극을 흉곽의 전후로 위치하는 것은 특별한 장점은 없으나 두 개의 전극이 너무 가까운 경우(3 cm 이내)에는 흉곽 전후에 부착할 수 있다. 흉곽 전후로 부착하는 경우 앞쪽은 환자의 흉골 좌측에 패드를 부착하고 뒤쪽의 패드는 견갑골 가운데에 부착하도록 한다. 특히 1세 이하 영아나 25 kg 미만의 유소아의 경우 흉곽 전후에 부착할 것을 고려할 수 있다(전문가합의 권고).

4) 에너지 용량

효과적인 제세동을 위한 가장 낮은 에너지 용량과 영아나 소아에게 안전한 제세동의 상한선은 알려져 있지 않다. 심실세동이 있는 소아의 경우 초기의 2 J/kg 용량의 일방향 제세동은 18-50%에서 효과를 보인 반면 같은 용량의 양방향 제세동은 48%의 효과를 보였다.[6,77] 병원 밖 심실세동으로 인한 심장정지 소아는 흔히 2 J/kg 이상의 용량으로 제세동을 받는다는 보고가 있고 병원 내 심장정지에 대한 한 연구에서는 자발순환회복을 위해서 2.5-3.2 J/kg의 용량이 사용되었다고 보고하였다. 4 J/kg 이상(9 J/kg 까지)의 에너지 용량으로 소아에게 효과적으로 제세동되었고 소아동물을 이용한 실험에서도 이 용량에서 부작용은 거의 없었다.[7] 성인을 대상으로 하거나 소아동물 연구모델을 이용한 연구에서 양방향 제세동은 일방향 제세동만큼 효과적이고 해로움도 적은 것으로 보였다.[78] 영아 및 소아에 심실세동 또는 무맥박 심실빈맥이 있을 때 일방향 또는 양방향 제세동기 모두에서 첫 번째 에너지 용량은 2 J/kg을 권장한다. 두 번째의 제세동 에너지 용량은 4 J/kg을 사용하며, 반응이 없는 경우 제세동 에너지를 더 증량하여 사용할 수 있다. 증량된 제세동 에너지는 10 J/kg 또는 성인의 최대 용량을 넘지 않도록 한다. 제세동기에 체중에 따라 계산하여 결정한 에너지 용량이 없는 경우에는 계기판에서 바로 다음 단계의 높은 에너지를 사용한다.[79-81]

5) 자동제세동기

대부분의 자동제세동기는 모든 연령의 소아에게서 심실세동을 정확하게 탐지할 수 있다. 충격필요리듬과 충격불필요리듬을 높은 수준의 민감도와 특이도로 구분할 수 있다. 소아를 돌보는 기관이나 조직에서는 소아의 충격필요리듬을 구분할 수 있을 만큼 민감도가 높고 25 kg(약 8세)까지의 소아에게 사용할 수 있는 소아용 에너지 감쇠장치가 있는 자동제세동기를 사용하여야 한다. 에너지 감쇠장치가 있는 자동제세동기가 없을 때는 표준전극의 자동제세동기를 사용한다. 1세 미만의 영아에게는 수동제세동기가 선호된다. 수동제세동기가 없다면 에너지 감쇠장치가 있는 자동제세동기를 사용할 수 있다. 에너지 감쇠장치가 있는 자동제세동기나 수동제세동기 모두 없을 경우는 영아에게도 에너지 감쇠장치가 없는 자동제세동기를 사용할 수 있다.

5. 심장정지 이외의 부정맥

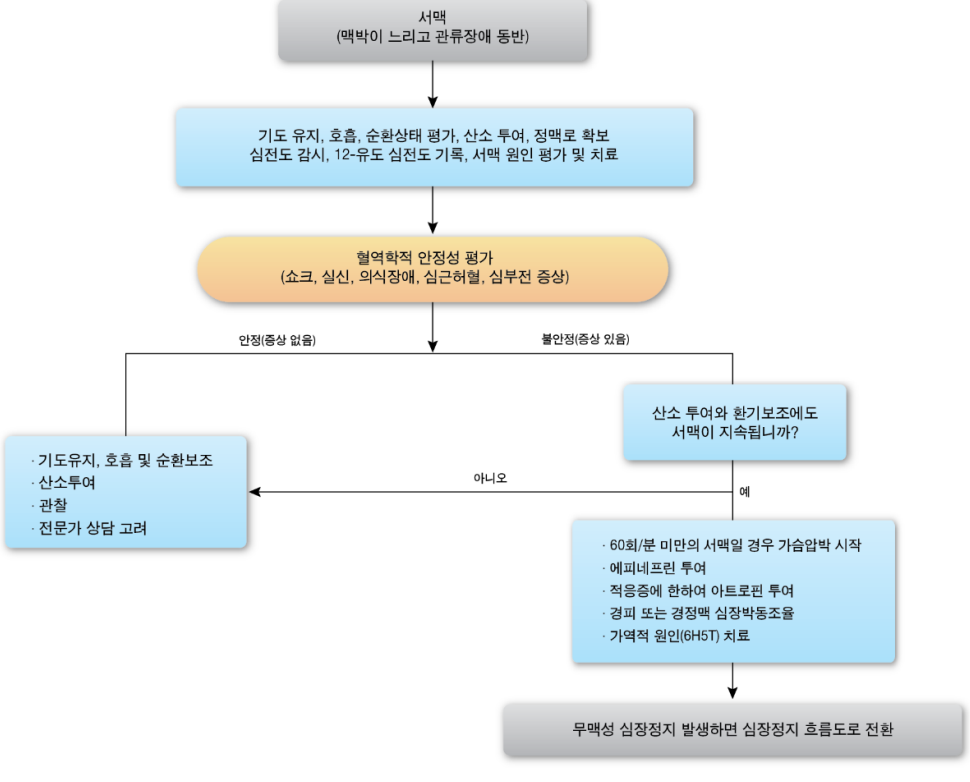
환자 상태가 안정적이라면 원인을 찾아 이에 대한 치료를 한다. 기도 확보 여부를 확인한 후 필요한 경우 기도를 안정적으로 유지하고 산소포화도가 94% 미만이거나 호흡곤란 증세를 보이는 경우 산소를 공급한다. 심전도를 부착하고 혈역학적 상태를 감시하며 정맥로 또는 골내 주입로를 확보한다.

1) 서맥의 치료([그림 7-3])

기도유지와 산소 투여에도 불구하고 의식 저하, 저혈압, 쇼크 상태 등을 보이면서 심박동수가 60회 미만으로 환자의 서맥이 지속되는 경우 아래와 같이 치료를 시작한다.

(1) 서맥의 약물치료

서맥이 지속되거나 산소 투여와 환기 보조에 일시적으로만 반응하는 경우는 에피네프린 0.01 mg/kg(1:10,000 용액 0.1 mL/kg)을 정맥 또는 골내로 투여한다. 정맥로 확보가 어렵거나 골내 투여가 불가능한 경우 기관내삽관이 되어 있는 경우 기관 튜브로 0. 1mg/kg(1:1,000 용액 0.1 mL/kg)을 투여한다. 서맥이 호전되지 않는 경우 3-5분 간격으로 투여할 수 있다. 항진된 미주신경긴장 또는 항콜린성 약물의 독성이 원인인 서맥의 경우는 아트로핀 0.02 mg/kg을 정맥 또는 골내로 투여하거나 기관내관으로 0.04-0.06 mg/kg을 투여한다.



[그림 7-3] 소아 서맥의 치료 순서

〈표 7-3〉 소아 서맥 치료 과정의 참고표

치료	내용
에피네프린	• 0.01 mg/kg(1:10,000용액 0.1 mL/kg) 정맥내/골내 투여 • 0.1 mg/kg(1:1,000용액 0.1 mL/kg) 기관내 투여
아트로핀	• 아트로핀 사용이 고려되는 상황: 기존에 방실 전도에 이상이 있는 소아 • 환자의 미주신경이 과도하게 자극되어 있는 상황
	• 0.02 mg/kg 정맥내/골내 투여 • 0.04-0.06 mg/kg 기관내 투여

(2) 심장박동조율

서맥이 완전방실차단 또는 동기능부전 때문에 발생한 경우, 적절한 환기 및 산소공급, 가슴압박, 약물투여 등에 반응하지 않는 경우, 특히 선천성 심질환 또는 후천성 심질환과 관련된 경우에는 응급 경피 심장박동조율이 생명 유지에 도움이 될 수 있다. 그러나 무수축 또는 심장정지 후 저산소성 허혈성 심근손상이나 호흡 부전과 관련된 서맥의 경우 심장박동조율은 도움이 되지 않는다.

2) 빈맥의 치료([그림 7-4])

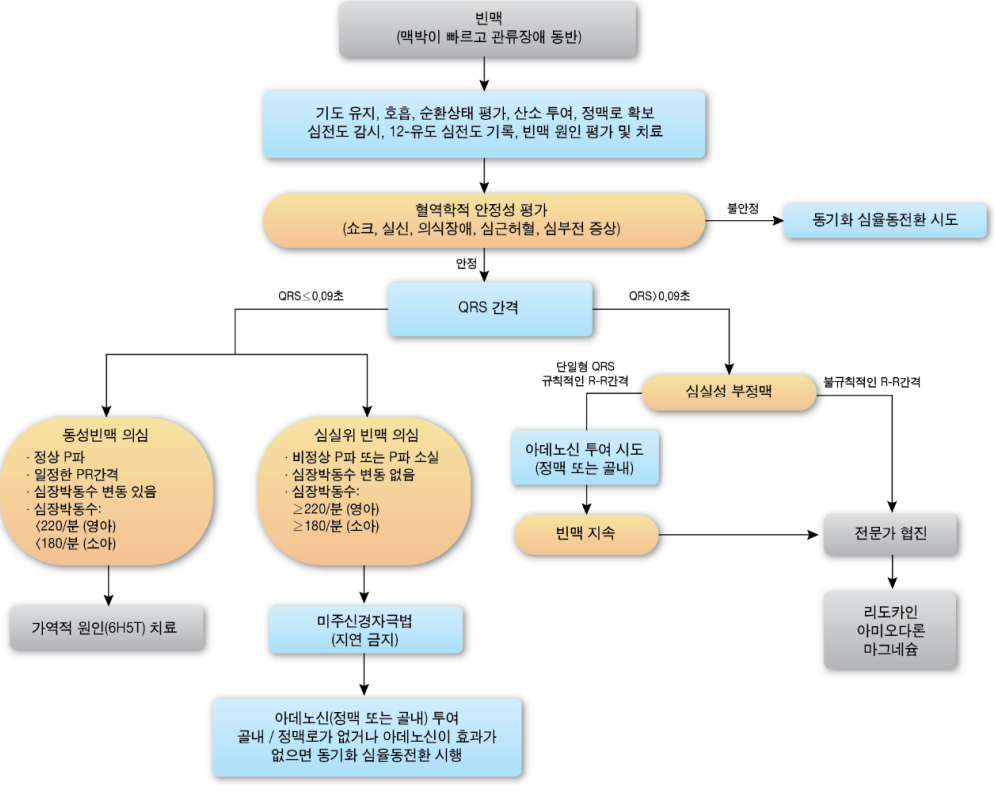
맥박이 잘 만져지는 빈맥 환자의 혈역학적 변화를 초래할 수 있는 다른 원인이 있는지를 확인하고 순환상태를 평가하면서 기도유지, 호흡보조, 산소투여 및 모니터와 제세동기를 부착하고 혈관로를 확보한다. 12유도 심전도를 시행하여 심전도상 QRS간격을 평가한다. 빈맥은 유형에 따라 치료하는데 QRS간격에 따라 좁은 QRS파 빈맥(QRS≤0.09초)과 넓은 QRS파 빈맥(QRS 간격〉0.09초)으로 나눌 수 있으며 좁은 QRS파 빈맥은 다시 동성 빈맥과 상심실성 빈맥으로 나누어 접근한다.

(1) 동성 빈맥

대부분 발열이나 호흡곤란, 탈수 등의 저혈량증, 통증 등 환자의 병력을 통해 진단이 가능하며 이런 기저 원인을 교정해 준다.

(2) 상심실성 빈맥

정맥로 또는 골내 주입로가 확보된 경우 아데노신을 0.1 mg/kg (최대 6mg), 반응이 없는 경우 두 번째는 0.2 mg/kg (최대 12mg)을 투여할 수 있다. 투여 시 가능하다면 2개의 주사기를 T자형 연결이나 스탑콕(stopcock)에 연결하여 아데노신을 첫 번째 주사기로 빠르게 투여하고 즉시 두 번째 주사기의 생리식염수 5-10 ml를 씻어내기 주입으로 빠르게 투여한다.



[그림 7-4] 소아 빈맥의 치료 순서

〈표 7-4〉 소아 빈맥 치료 참고표

치료		내용	
동기화 심장율동전환		모든 QRS파	• 0.5-1.0 J/kg로 시작 • 효과 없으면 2 J/kg로 증량 • 동기화 심장율동전환을 지연하지 말 것 • 필요시 진정제 사용
약물 투여	아데노신	• 안정된 규칙적 좁은 QRS 빈맥 • 안정된 규칙적 넓은 QRS 빈맥	• 첫 번째 용량: 0.1 mg/kg을 덩이주사 (최대 6 mg)하고 생리식염수 5 mL/kg 이상 씻어내기 주사 • 두 번째 용량: 0.2 mg/kg 덩이주사 (최대 12 mg)
	아미오다론	• 안정된 규칙적 좁은 QRS 빈맥 • 안정된 규칙적 넓은 QRS 빈맥 • 안정된 넓은 QRS 빈맥	• 5 mg/kg을 정맥내/골내 20-60분 이상에 걸쳐 투여 • 최대 일회 용량 300 mg

아데노신에 반응이 없는 만 1세 이상 소아의 상심실성 빈맥은 정맥로 또는 골내 주입로를 통해 0.1-0.3 mg/kg의 베라파밀 투여를 고려할 수 있다. 그러나 베라파밀은 심근저하와 저혈압 또는 심장정지를 유발할 수 있기 때문에, 소아 심장 전문의와 상의 후 투여를 고려하는 것이 좋다. 환자가 혈역학적으로 불안정하거나 정맥로 또는 골내 주입로를 확보하지 못했거나 아데노신이 효과적이지 않다면 전기적 동기화 심장율동전환을 시도한다. 의식이 있는 소아의 경우에는 진정제를 미리 투여하고 초기에는 0.5-1 J/kg의 에너지 용량으로 시작하여 정상 동성 리듬으로 회복되지 않는 경우 용량을 증량하여 시행한다(2 J/kg까지 증량 가능). 만약 두 번째 전기적 심장율동전환이 실패하거나 빈맥이 빨리 재발한다면, 세 번째 심장율동전환 전에 아미오다론의 투여를 고려할 수 있으며 소아심장전문의와의 상의가 권고된다. 심전도와 혈압을 모니터링하면서 5 mg/kg을 20-60분간에 걸쳐 천천히 주입하도록 하며 소아심장전문의와의 상담 없이 두 약물을 동시에 사용하는 것은 피하도록 한다.

(3) 넓은 QRS 빈맥

넓은 QRS 빈맥은 흔히 심실에서 발생하는 심실빈맥이지만 심실상성 원인일 수도 있다. 모든 부정맥 치료는 심각한 부작용이 발생할 수 있으므로 혈역학적으로 안정되어 있는 소아 부정맥 환자를 치료하기 전에는 해당 분야 전문가와 상의하는 것이 좋다. 혈역학적으로 불안정한 환자의 경우 0.5-1 J/kg의 초기 시작 용량으로 동기화 심장율동전환을 하고 만약 실패하면 용량을 2 J/kg로 증량한다. 깨어있는 환자라면 심장율동전환 전에 진정제 투약을 고려한다. 만약, 저혈압 상태가 아니고 쇼크의 징후가 없으면서 리듬이 규칙적이고 QRS 형태가 단일형인 경우 아데노신 투여를 고려할 수 있다. 첫 번째 용량은 0.1 mg/kg (최대 6mg)으로 시작하여 반응이 없는 경우 두 번째 용량은 0.2 mg/kg (최대 12mg)까지 증량하여 투여한다. 단, 조기흥분증후군 환자에게 넓은 QRS 빈맥이 있는 경우는 아데노신을 사용하지 말아야 한다. 아데노신은 심실빈맥과 심실상성 빈맥을 구분하는 데 사용될 수 있으며, 심실상성 원인에 의한 넓은 QRS 빈맥을 정상율동으로 전환하는 데 사용할 수 있다. 아데노신은 리듬이 규칙적이고 QRS 형태가 단일형인 경우에 고려한다. 소아심장전문의에게 의뢰하여 약리적 심장율동전환으로 아미오다론이나 프로케이나마이드 투여를 고려해 볼 수 있다. 아미오다론은 5 mg/kg의 용량을 심전도와 혈압을 감시하면서 20-60분에 걸쳐 천천히 정맥내 주사 하도록 하며 혈압이 떨어지거나 QRS 간격이 넓어진다면 투여를 늦추거나 멈춘다. 소아심장전문의와의 상담 없이 두 약물을 동시에 사용하지 않도록 한다.

6. ECMO를 이용한 심폐소생술

체외막산소섭취장치(extracorporeal membrane oxygenation: ECMO)를 사용한 소생술은 심장정지 시 자발순환을 회복하지 못하는 환자에게 기계를 이용하여 정맥-동맥 체외막산소섭취장치(venoarterial ECMO)를 적용하는 것을 의미한다. ECPR을 이용한 심폐소생술은 다양한 자원과 다학제적 협력이 필요하므로, ECPR의 적용은 적절한 시설을 갖춘 병원에서만 사용할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도). 체외막산소섭취장치를 사용한 소생술이 심장정지 후 예후를 개선시킨다는 연구도 있지만 모든 심장정지에서 사용에 대한 결론을 내리기는 아직까지 근거가 부족한 상태이다.[82-95] 병원 내 소아 심장정지의 경우 체외막산소섭취장치를 사용한 소생술이 가능하고 전통적인 소생술에 반응하지 않을 때 고려할 수 있다. 병원 내 심장정지로 심폐소생술을 10분 이상 시행한 소아에서 체외막산소섭취장치를 사용한 소생술을 사용했을 때 생존 퇴원율과 양호한 신경학적 생존율을 개선했다는 보고가 있다.[86] 체외막산소섭취장치를 사용한 소생술 프로토콜, 전문가, 장비가 잘 갖추어진 곳의 병원 내 심장정지의 경우는 체외막산소섭취장치를 사용한 소생술이 도움이 될 수 있다.[96] 따라서, 기존의 CPR에 반응하지 않는 병원 내 심장정지 소아의 경우, 제한된 환자군을 대상으로(예: 소아 심질환), 만일 ECMO를 활용한 심폐소생술이 가능한 시설이 마련되어 있다면(예: ECPR 프로토콜, 훈련된 전문가, 장비 등) ECPR을 고려할 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 하지만, 심장에 기인한 심장정지가 아닌 경우에, 특히 병원 밖 심장정지의 경우 심폐소생술의 기본 치료로 ECPR을 적용하는 것에 대한 근거는 아직 부족하다.[69,97,98]

7. 특수 상황에서의 소생술

1) 패혈성 쇼크

초기의 적극적인 수액투여가 소아에서의 패혈성 쇼크의 가장 중요한 치료로 간주되고 있으나 그 효과에 대해서는 논란이 있으며 아직 그 확신도는 매우 낮은 실정이다. 기존의 많은 치료 지침들은 초기에 20mL/kg를 급속 정주하도록 권장하고 있다.[99,100] 2021년 개정된 Surviving Sepsis Campaign 지침은 첫 한 시간 내에 10-20 mL/kg을 총합 최대 40-60 mL/kg이 될 때까지 반복적으로 급속 정주할 수 있다고 권장하고 있으며 만일 혈압이 낮지 않거나 중환자실 치료가 불가능할 경우는 급속 정주를 권장하지 않는다.[101] 수액의 급속 정주는 치사율을 높이고 기계 환기의 필요성을 증가시키며,[102-106] 일시적으로 순환을 호전시킬 수 있으나 그 효과가 오래 지속되지는 않는다.[107] 2015년 이후에 나온 두 개의 체계적 문헌 고찰에서는 비록 제한이 많은 연구이긴 했으나 수액 급속 정주 치료의 이점이 발견되지 않았다.[108,109] 종합적으로, 패혈성 쇼크가

의심되는 영아와 소아에게는 10-20 mL/kg의 급속 정주를 10분에 걸쳐 투여하며 총합이 최대 40-60 mL/kg를 넘기지 않을 것을 권장한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 한편, 저혈압이 동반되지 않은 열성 질환을 앓는 영아와 소아에게는 수액 급속 정주를 일상적으로 하지 않을 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 영아와 소아의 용적 반응성(volume-responsive) 쇼크는 심인성 쇼크와 임상적으로 구분하기가 매우 어려우므로 각각의 급속 정주 후에 용적 반응성과 용적 과다의 징후가 있는지 평가하여야 한다(강한 권고, 매우 낮은 확신도). 2015년에 나온 한 개의 체계적 문헌 고찰에서는 결정질(crystalloid) 용액과 콜로이드(colloid) 용액의 효과는 차이가 없는 것으로 나타났다.[110] 결정질용액 중 Lactated Ringer's 용액으로 대표되는 균형 결정질(balanced crystalloid) 용액과 생리식염수로 대표되는 불균형 결정질(unbalanced crystalloid) 용액의 치료 효과의 차이에는 논란이 있다. 2015년 이후의 연구 중 두 개의 연구에서는 균형 결정질 용액의 이점이 부각되지 않았으나,[111,112] 한 개의 연구에서는 균형 결정질 용액의 사용이 생존율을 증가시켰다.[113] 또한 생리식염수는 고염소성 대사성 산증을 초래하여 예후를 악화시킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 종합적으로, 급속 정주 치료의 일차 선택 제제로 균형 결정질 용액을 권장하며 생리식염수와 알부민 등의 콜로이드 용액을 대체제로 선택할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도). 여러 번의 급속 정주에도 호전되지 않는 경우 혈관작용제/심근수축촉진제를 조기에 투여해야 한다. 혈관작용제/심근수축촉진제에도 반응하지 않는 경우 스트레스 용량의 코티코스테로이드 투여를 고려한다.

2) 외상 및 외상에 의한 출혈성 쇼크

출혈성 쇼크가 발생한 경우 결정질 용액의 급속 정주는 최소화하고 조기에 수혈을 고려한다.[114-119] 심한 순환 부전이 초래된 경우 응고기능의 향상을 위해 혈장, 혈소판, 피브리노겐, 응고인자 또는 전혈 수혈을 고려한다.[120-122] 수액 치료는 수액 과다를 배제하면서 적절한 조직관류를 유지하기 위해 평균 동맥압, 젖산, 헤모글로빈, 임상적 평가, pH, 혈액응고 장애 등의 치료 목표점에 따라 이루어져야 한다.[123] 비록 성인의 자료에 의한 것이긴 하나 과다한 수액 투여는 더 나쁜 예후와 연관이 있는 것으로 알려져 있으므로 허용 저혈압, 즉 해당 연령군에서 5% 이내에 해당하는 낮은 평균 동맥압을 목표로 하는 것을 고려한다.[124,125] 단, 허용 저혈압은 뇌손상을 악화시킬 수 있으므로 뇌손상의 가능성이 있을 때는 고려하지 않는다. 수혈이 필요한 심각한 출혈이 있는 환아들에게는 외상 이후 세시간 이내에 트라넥삼산(tranexamic acid)을 투여한다. 동공반응 이상이 없는 GCS 9-13점 정도의 중증도의 뇌손상이 의심되는 환자에게도 트라넥삼산 투여를 고려한다. 15-20 mg/kg (최대 1g)을 급속 정주하고 2 mg/kg/hr를 최소한 8시간 또는 출혈이 멈출 때까지 투여한다.[126]

3) 단심실

헤파린 투여는 전신-폐동맥 단락이나 우심실 폐동맥관을 가진 영아를 대상으로 고려한다. 심장정지에 대한 소생술 후 산소투여는 전신 혈류와 폐동맥 혈류의 균형을 위하여 산소포화도가 약 80% 정도가 되는 것을 목표로 한다.[127] 호기말이산화탄소 분압은 단심실의 심폐소생술의 질적 관리 지표로는 신뢰할 수 없다.[128] 왜냐하면 폐혈류가 빠르게 변하고 심폐소생술 동안 심박출량을 정확히 반영하지 못하기 때문이다. 1단계 수술 전에 폐동맥-전신 혈류 비율이 증가하여 발생한 심장정지 전 상태의 신생아의 경우 기계환기 시 분당 환기를 줄이고, 동맥혈 이산화탄소를 올리고 진정제 및 신경근차단제의 투여와 함께 기계환기요법을 시행한다. 동맥혈 산소분압은 50-60 mmHg 정도로 낮추고 이산화탄소분압은 조금 높게 유지하는 것을 목표로 하여 폐혈관 저항을 높임으로써 체혈류 순환 회복에 도움이 되도록 한다. 1단계 체-폐 단락 수술 후에는 중심정맥 산소포화도 검사를 통한 산소전달 및 추출의 평가는 환자의 혈역학적 변화를 확인하는 데 도움이 된다. 1단계 수술 후 폐동맥-전신 혈류 비율 증가에 의한 저심박출량을 보이는 신생아에게는 전신 혈관확장제로 페녹시벤자민 같은 알파 아드레날린 억제제를 사용하여 체혈관 저항의 증가를 낮출 수 있고, 진정 및 인공 호흡기를 통한 환기를 통해 폐혈관 저항을 조절함으로써 전신 혈류 순환 및 산소 전달을 개선하고, 심장정지 가능성을 줄이는 효과를 얻을 수 있다.[129] 체혈관 저항을 줄이는 다른 약물로 밀리논, 니트로프루사이드가 있는데 과도한 폐혈류 증가(높은 폐혈류:전신혈류 비, Qp:Qs)를 보이는 경우에 투여를 고려할 수 있다. 일반적인 소생술에도 반응하지 않는 단심실 환자의 심장정지에서는 체외순환심폐소생술의 적용을 고려한다.[130,131]

4) 폐동맥 고혈압

폐동맥 고혈압 환자의 경우 체내 산소 및 이산화탄소분압이 폐혈관 저항에 영향을 미칠 수 있으므로 적절한 산소화 및 환기를 통해 이를 정상 상태로 교정해 주는 것이 중요하다. 일산화질소 흡인치료가 가능하다면 도움이 될 수 있으며 등장성 결정질용액의 급속 정주는 심실의 전부하를 유지하는데 도움이 될 수 있다. 정맥투여 또는 흡인요법으로 폐동맥고혈압 치료를 하다가 중단되었던 환자라면 다시 시작하고 반응에 따라 다른 폐혈관 저항 강하 약물의 병용 투여도 고려해 볼 수 있다. 폐혈관 저항 강하 치료를 하고 있지 않던 환자라면 상황에 따라 사용 가능한 폐혈관 저항 강하 약물을 투여한다(일산화질소 흡입, 분무형 프로스타사이클린, 정맥내 프로스타사이클린 투여 등).[132-134] 폐혈관 확장 효과 외에도 심실의 기능 개선을 통한 체혈압 상승 효과가 있는 밀리논의 투여를 고려할 수 있으나 순환혈액량이 적은 경우 저혈압이 발생할 수 있으므로 주의가 필요하다. 이와 같은 일반적인 폐혈관 저항 강하요법에 잘 반응하지 않는 경우 ECPR의 적용이 도움이 될 수 있다.

5) 심근염 및 확장성 심근병증에 의한 심장정지

부정맥, 방실 차단, ST분절의 변화 등과 같은 고위험 심전도 변화가 있는 급성 심근염 환자의 경우 심장정지가 발생할 가능성이 높으므로 중환자실에서 근접한 모니터링을 하도록 한다.[135] 심근염 및 확장성 심근병증으로 인해 심박출량이 저하된 환자에게 체외순환 보조치료를 조기에 사용하는 것은 심장정지를 예방하는 데 도움이 될 수 있으나, 아직 그 근거는 미약하다.[136-138]

이 환자들의 성공적인 소생은 매우 어렵다는 점을 고려하였을 때, 체외 심폐소생술이나 심실 보조장치 등의 체외순환 보조치료가 가능한 병원으로 이송하여 조기에 시행할 것을 권유한다(낮은 권고, 매우 낮은 확신도).

8. 소생술 중 환자 감시

1) 소생술 중의 환자 감시

영아나 소아의 심폐소생술에서 환자 상태에 대한 감시 및 적절한 피드백은 효과적으로 심폐소생술을 시행하고 더 나아가 심폐소생술의 예후를 향상시키는 데 도움이 될 수 있다. 따라서, 심폐소생술 시행 중에 각각의 상황에 맞는 가능한 감시 방법들 -시진을 통한 흉곽의 변화 확인, 심전도, 산소포화도, 혈압 및 맥박 산소 측정, 근적외분광법(near infrared spectroscopy: NIRS), 호기말 이산화탄소 분압, 심초음파 검사 등의 비침습적 방법, 동맥관, 중심정맥관, 심박출량 감시 장치 등 침습적 방법 등- 을 통해 효과적인 가슴압박 및 인공 호흡이 이루어지도록 하고 자발순환의 회복 여부 평가에 이용할 수 있다.

(1) 심전도

가능한 빨리 심전도를 부착하여 심장리듬을 확인하고 이에 대한 적절한 평가 및 치료를 하도록 한다. 소생술 중 약물에 대한 반응 등의 평가를 위해 지속적인 심전도 감시가 권장된다.

(2) 맥박산소측정

심장정지 시에는 심박출량의 저하에 따라 말초 조직으로의 박동성 혈류 공급이 원활하지 못하므로 맥박산소포화도 측정에 의한 산소포화도 측정은 심폐소생술 시 적절한 감시 방법이 되지 못한다.

(3) 심초음파 검사

잘 훈련된 의료인과 적절한 장비가 있는 경우, 심장 이상과 관련하여 발생할 수 있는 심장정지의 교정 가능한 원인(심장눌림증, 복잡 심기형 관련 이상, 폐색전증 등)들을 찾는 데 도움을 받을 수

있다. 그러나 성인과는 달리 소아의 작은 체구로 인해 적절한 심초음파 검사를 위한 시야 확보를 위해서는 부득이하게 가슴압박을 중지해야 하는 경우가 많고 교정 가능한 원인을 찾을 수 있는 것도 제한적이므로 가슴압박 중단에 따른 위험성과 심초음파 검사를 통해 도움을 받을 수 있는 유용성 간의 중요도를 생각해 볼 때 유용성에 대한 근거는 부족하다.

(4) 혈압

소아중환자실에 입원해 있는 환자가 동맥관을 가지고 있는 경우, 소생술 중 압력 파형 및 혈압 감시에 이용할 수 있고 이를 통해 가슴압박의 적절성과 자발순환의 회복 여부를 평가 및 확인할 수 있다. 심장정지 시 침습적 동맥혈압 모니터링이 이루어지고 있던 환자들을 대상으로 한 병원 내 심장정지 상황에서 이완기 혈압과 심장정지 예후와 관련된 2개의 관찰 연구가 있었다. 연구 결과에 따르면 심폐소생술 첫 10분 동안 동맥혈 이완기혈압이 1세 미만은 25mmHg 이상, 1세 이상의 소아의 경우 30mmHg 이상일 때 더 낮은 이완기혈압이 유지된 환자군에 비해 자발순환 회복, 병원 퇴원 시 생존, 양호한 신경학적 예후 생존에 유리함을 알 수 있었다.[139,140] 심장정지 상황에서 이미 동맥관을 가지고 있는 소아의 경우, 이완기혈압을 1세 미만은 25mmHg, 1세 이상은 30mmHg 이상 유지할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 심장정지 시 수축기 혈압이 일정 목표치를 갖고 모니터링 된 환자군과 그렇지 않은 환자군 사이에 소생술의 결과나 예후에 관련하여 근거가 부족하여 수축기 혈압의 목표치를 제안하기 어렵다.

(5) 호기말 이산화탄소 분압

호기말 공기 내의 이산화탄소의 최대 농도를 나타내는 것으로 통상적으로 분압으로 표기한다(단위=mmHg). 정상 순환 상태인 경우 호기말이산화탄소 분압은 35-40 mmHg이다. 심장정지 상태에서는 몸에서 지속적으로 생성되는 이산화탄소를 폐로 전달해 주는 혈류가 없으므로 호기말 이산화탄소 분압은 거의 0에 가까운 값을 보인다. 심폐소생술을 하게 되면 가슴압박에 따른 심박출량의 생성 및 폐동맥 혈류 공급에 의해 폐로 가스가 전달되므로 호기말이산화탄소 분압은 폐환기량이 일정하다면 심박출량에 비례하게 된다. 따라서 지속적인 호기말이산화탄소 분압의 감시는 소생술 중 가슴압박의 적절성을 평가하는 데 도움이 된다. 소생술 중에 만일 호기말이산화탄소가 지속적으로 10 mmHg 미만이면 가슴압박을 더 효과적으로 하여 심박출량을 증가시킬 수 있도록 노력해야 하고 한편으로는 인공호흡 시 과환기를 하고 있지 않은지 주의해야 한다. 호기말이산화탄소 분압이 급격히 증가하여(30 mmHg 이상) 유지되는 경우 자발순환회복의 지표로 볼 수 있다. 호기말 이산화탄소 분압을 측정하는 것은 가슴압박을 멈추고 맥박을 촉지하는 것보다 자발순환회복을 빨리 확인하는 방법이 될 수 있다.[141] 그러나 에피네프린 등 혈관수축제를 투여한 경우에는 폐혈류가 감소하여 호기말이산화탄소 분압이 감소할 수 있으며 중탄산염나트륨을 투여한 후에는

그 분압이 상승할 수 있으므로 약물 투여에 따른 영향을 잘 인지하고 평가해야 한다.[33,127] 최근 전향적 다기관 소아중환자실 심폐소생술 연구에서는 소생술 중 호기말이산화탄소 분압이 20 mmHg 이상인 것이 생존퇴원율이나 자발순환회복률과 관계가 없고, 생존자와 비생존자에서 분압의 차이가 없었다는 결과가 나왔다.[142] 하지만, 이 연구는 43명의 중증 소아환자를 대상으로 하여 소생술 첫 10분 동안의 측정치를 분석한 것으로 환자의 환기 상태와 약물 투여에 따른 영향이 있을 수 있어, 소아 심폐소생술에서 호기말이산화탄소 분압 측정의 유용성을 평가할 추가 연구가 필요하다고 제시하였다.

9. 소생 후 통합 치료

자발순환이 회복된 심장정지 환자는 집중치료가 가능한 중환자실에서 진료하는 것이 권장된다. 적절한 환기와 산소화를 유지하기 위해 호흡기계 및 심혈관계 관리를 하고 호흡부전 및 쇼크 등에 대해 적극적으로 대처하며 혼수 상태인 경우 목표체온유지요법을 고려할 수 있다.

1) 목표체온유지요법

자발순환이 회복된 혼수상태의 소아를 대상으로 한 2개의 무작위대조연구와 8개의 코호트 연구를 포함하여 시행된 체계적 문헌 고찰이 있었다. 2,060명 환자의 신경학적 결과의 개선, 생존율, 부작용을 비교한 결과, 32~34℃의 목표체온유지요법과 비교하여 36~37.5℃의 목표체온유지요법 또는 적극적인 체온조절을 하지 않은 경우에 차이가 없었다.[143] 한편, 하위분석에서 병원 밖 심장정지 소아환자를 대상으로 32~34℃의 목표체온유지요법은 36~37.5℃ 또는 체온조절을 하지 않은 경우와 비교하여 단기(30일) 및 중기(6개월) 생존율을 개선하였다.[144] 병원 내 심장정지 소아환자 대상에서는 32~34℃의 목표체온유지요법이 3~6개월 신경학적 결과와 생존율을 낮추었다.[145] 심장정지 원인에 따른 분석에서는 질식성 심장정지(asphyxia arrest)가 의심되는 소아 환자를 대상으로 32~34℃의 목표체온유지요법이 36~37.5℃ 또는 체온조절을 하지 않은 경우와 비교하여 단기(30일) 및 중기(6개월) 생존율 개선과 연관이 있었다.[144] 하지만, 익수 및 심인성 원인에 의한 심장정지의 경우에서는 생존율, 신경학적 예후에 차이가 없었다. 이러한 근거들을 바탕으로 소아 심장정지 환자에서 자발순환회복 후 특정 온도(32~34℃ 또는 36~37.5℃)의 목표체온유지요법을 권고할 근거가 부족하나, 이 시기 상당수에서 고체온이 발생하고 발열이 나쁜 신경학적 예후와 연관이 있다는 연구가 있다. 목표체온유지요법의 시행은 체온 상승을 적극적으로 처치하고 예방하는 역할을 할 것으로 기대된다. 따라서, 심장정지 발생 후 자발순환이 회복된 소아 혼수 환자의 경우 목표체온유지요법과 상관없이 발열이 생기지 않도록 적극적으로 체온을 감시해야 하며, 목표체온유지

요법을 시행할 경우 32~34℃ 또는 36~37.5℃ 사이의 목표 온도를 설정할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 소아의 발열은 해열제와 외부 냉각 방법을 통해 적극적으로 치료할 수 있다. 저체온 시 떨림이 발생할 수 있는데, 이때 진정제를 사용하면 떨림을 방지할 수 있고 필요시 신경근차단제를 투여할 수 있지만 발작을 가릴 수 있다는 점을 고려해야 한다. 이 경우 연속 뇌파 검사를 시행하면 발작의 조기 발견에 도움이 될 수 있다.[146] 아직까지 적절한 냉각 및 재가온의 방법은 확립되어 있지 않지만, 급격히 재가온해야 할 다른 이유가 없다면 재가온할 때 2시간에 섭씨 0.5도 이상 체온이 오르지 않도록 한다.

2) 호흡기계 관리

심폐소생술에서 회복된 모든 영아 및 소아에 대해 의료진은 동맥혈 산소분압과 이산화탄소분압을 측정하고 적절한 목표를 설정하여 관리해야 한다. 소아에서 소생술 후 혈중 산소분압 및 이산화탄소분압의 목푯값에 따른 생존율 및 신경학적 예후를 비교한 무작위대조연구는 없다. 그러나 낮은 확신도의 관찰 연구들에서 과산소혈증 또는 저산소혈증은 예후와 관계가 없었으며, 고이산화탄소혈증과 저이산화탄소혈증 모두 낮은 생존율과 관계가 있다고 보고되었다.[147-150] 따라서, 심폐소생술 후 회복된 소아에서 특별한 이유가 없으면 정상 산소분압과 이산화탄소분압을 유지할 것을 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도). 하지만, 선천성 심장병의 경우 기형의 해부 생리학적 상황에 따라 적절한 혈중 산소분압이 심혈관계가 정상인 환자와 다를 수 있기 때문에 소아는 소생 직후의 단계에서 반드시 심혈관계 기형에 대하여 평가해야 하며, 심혈관 기형이 의심되는 경우 반드시 심초음파 등을 통한 평가를 조기에 시행해야 한다. 심장정지 후 단계에서 적절한 산소화 및 산소운반능 확인이 유지될 때까지 산소를 투여하며, 의미 있는 호흡장애 증상이 관찰되는 경우에는 환기상태를 유지하기 위하여 기관내삽관과 기계환기요법을 시행한다. 기관내 삽관 후에는 내관의 위치를 임상적 검사, 가슴방사선 검사로 확인하고 호기말 이산화탄소를 측정하여 평가한다. 기관내삽관 된 환자의 호흡수는 영아는 분당 30-40회, 소아는 분당 20-30회를 유지한다. 적절한 폐환기는 호흡수와 일회 호흡량에 의해 좌우된다. 일반적으로 일회 호흡량은 흉곽 관찰 시 가슴이 부풀어 오를 정도면 충분하다. 기계환기가 시작되면 초기 일회 호흡량을 6mL/kg로 유지하는데, 육안으로 가슴이 확장되는 것이 보이고 폐 원위부에서 호흡음이 청진되면 충분한 환기가 이루어진다고 판단할 수 있다. 용적 조절환기를 하는 동안에 흡기시간은 연령에 따라 0.6-1.0초로 하여야 한다. 호기말 양압은 3-6 cmH_2O 정도가 통상 사용되며, 기능적 잔기용량이 감소되어 있고 폐허탈이 있는 경우에는 더 높은 양압이 필요할 수도 있다. 동맥혈가스분석은 초기 기계환기 적용 후 10-15분에 시행한다. 의료진은 환자의 상태에 따라 적절한 동맥혈 산소분압, 이산화탄소분압 목표를 설명하여 기계환기 설정을 조절한다. 동맥혈 이산화탄소분압, 호기말 이산화탄소 분압,

동맥혈 산소분압을 측정하고 맥박산소포화도 측정기를 사용하면 폐 환기 및 혈액의 산소화 상태를 지속적으로 감시할 수 있다. 병원에서는 지속적으로 호기말 이산화탄소 분압을 측정하면 기계환기 환자에서 이송이나 진단 시술 중에 발생하는 저환기 또는 과환기를 예방할 수 있다. 초조, 청색증, 호흡음 감소, 흉곽의 움직임, 빈맥, 기계환기와 조화된 자발적 호흡 등 지속적으로 임상적 평가를 하여 적절한 폐 환기 여부를 평가한다. 환자를 이송할 때에는 산소포화도와 심장박동수를 지속적으로 감시해야 하며, 혈압과 호흡음, 관류 상태, 피부색을 자주 확인하여야 한다. 효과적인 기계환기 보조를 하고 있음에도 불구하고 불안정한 상태를 보이는 경우와 환자를 옮겨야 하는 경우에는 매번 기관내 삽관튜브의 위치, 개통성 및 안정성을 재평가한다. 기관내 삽관된 환자의 상태가 갑자기 악화된다면, 기도에서 기관 튜브가 빠진 경우, 튜브가 막힌 경우, 기흉의 발생, 장비의 결함과 같은 상황을 의심해야 한다. 만약 기관 튜브의 위치와 개통성이 확인되고 기계장애 또는 기흉이 없는 상태에서 환자가 초조해하는 경우에는 진통과 진정이 필요할 수 있다. 신경근 차단제를 진통제나 진정제와 함께 사용하는 것이 환기를 적정화하고, 내관이 빠지는 사고나 폐포의 압력외상을 최소화하는 데 도움이 될 수 있다. 하지만, 신경근 차단제의 사용으로 경련 발작이 생긴 것을 알 수 없을 수도 있으므로 유의하여야 한다.

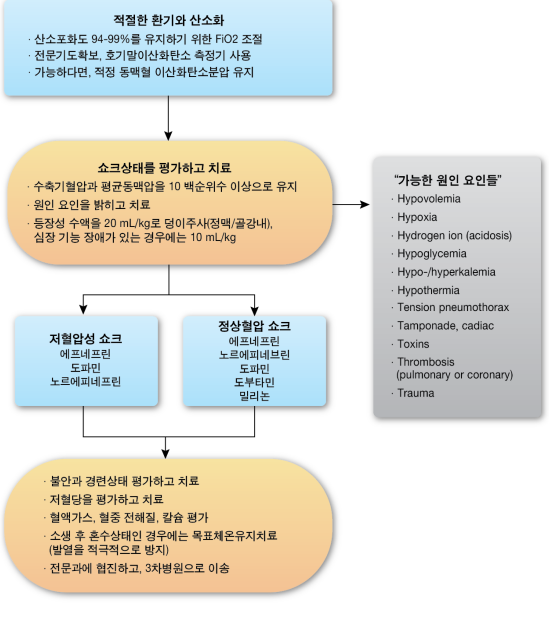
3) 심혈관계 관리

심장정지에서 회복된 이후에 지속적인 순환장애가 발생하는 경우가 많으므로, 심박출량의 감소, 쇼크의 발생을 조기에 발견하기 위하여 심혈관계 기능에 대한 평가를 지속적으로 자주 해야 한다. 조직 관류가 부적절한 경우에는 모세혈관 재충전의 감소, 말초 맥박 저하나 소실, 의식의 변화, 차가운 사지, 빈맥, 요량의 감소, 그리고 저혈압 등을 관찰할 수 있다. 심박출량의 감소나 쇼크는 충분한 수액이 공급되지 않는 경우, 말초 혈관 저항의 감소, 소생 후 기절 심근현상에 의하여 이차적으로 발생한다.[151] 소생 직후에는 심박동수, 혈압, 산소포화도를 지속적으로 감시해야 하고, 환자에 대한 직접 평가도 적어도 5분간 반복적으로 하여야 한다. 혈역학적으로 불안정한 소아에게는 커프를 이용한 혈압 측정이 부정확할 수 있다. 지속적으로 심혈관계 이상이 있는 환자에게는 가능하다면 동맥내 삽관을 하여 혈압을 감시한다. 병원 내 심장정지 환자와 병원 밖 심장정지 환자에 대해서는, 자발순환회복 후 첫 6시간 내 연령별 수축기 혈압이 5백분위수를 초과하는 경우와 5백분위수 이하인 경우를 비교한 4개의 관찰 연구가 있었고 연령별 수축기 혈압이 5백분위수를 초과하는 경우가 5백분위수 이하인 경우보다 더 나은 생존율을 보였다. 또 연령별 수축기 혈압이 10백분위수 초과와 이하인 경우를 분석한 1개의 관찰 연구에서는 10백분위수를 초과하는 환자군이 더 나은 생존율을 보였다.[151-155] 소생술 후 자발순환회복 시기에 저혈압이 흔히 동반될 수 있는데 이는 불량한 예후와 관련이 있다.[156-158] 심장정지 후 자발순환이 회복된 소아의 첫 6시간 내

혈압은 연령별 수축기 혈압 10 백분위 수 이상을 유지하도록 해야 하며 이를 위해 정맥내 수액 투여 또는 수축촉진제를 투여할 것을 권고한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

저혈압 시 수액량은 심장기능이 감소되어 있는 경우가 아니면, 1차로 20mL/kg로 덩이주사를 투여하며, 이후에도 저혈압성 쇼크인 경우 에피네프린, 도파민, 노르에피네프린 투약을 고려한다. 쇼크상태를 평가하면서 가역적인 6H, 5T에 대한 부분을 확인하여 이를 교정하는 치료를 함께 해야 한다. 덩이 주사 이후 정상혈압이나 쇼크 상태를 보이는 경우에는 도부타민, 도파민, 에피네프린, 밀리논 등의 약물 투약을 고려할 수 있다.

말초 관류 상태, 심박동수, 의식상태가 반드시 혈역학적 이상에 의하여 발생하는 것은 아니다. 주변 온도나, 통증, 공포, 신경학적 기능 장애도 심박동수, 의식상태 등에 영향을 줄 수 있다. 혈압이 정상 범위라도 조직에서는 쇼크 상태가 발생하거나 계속될 수 있다. 요량은 내장기관 관류의 중요한 지표이다. 혈역학적으로 문제가 있는 환자에서는 가능한 요관을 삽관하여 요량을 감시하여야 한다. 골내 주사로가 삽입된 경우에는 안전한 중심정맥로가 확보된 후 골내 주사를 제거한다. 환자의 순환상태를 확인하기 위하여 중심 정맥혈 또는 동맥혈 가스분석과 혈청 전해질, 포도당, 칼슘, 젖산농도의 수치를 측정한다. 흉부방사선 검사는 기관 튜브의 위치와 심장 크기, 그리고 폐 상태를 평가하는 데 도움이 된다. 환자가 불안 증세나 경련을 보이는 경우, 저혈당이 확인되는 경우 적극적으로 이를 교정해야 하며 자발순환회복 후 지속적으로 혼수상태라면 목표체온유지요법을 고려한다. 전문과에 협진을 의뢰하면서 작은 규모의 의료기관이라면 3차 의료기관으로 이송을 준비해야 한다([그림 7-5]).



[그림 7-5] 소생 후 쇼크 치료 순서

심박출량을 유지하기 위해 사용되는 약물은 〈표 7-5〉와 같다.

〈표 7-5〉 심박출량 유지를 위하여 사용되는 약물

약물	용량 범위	특이 사항
에피네프린	분당 0.1-1 mcg/kg 정맥내/골내	• 심근수축, 심장박동수 증가 • 저용량에서 혈관확장 • 고용량에서 혈관수축
도파민	분당 2-20 mcg/kg 정맥내/골내	• 심근수축, 심장박동수 증가 • 저용량에서 신장 및 내장 혈관확장 • 고용량에서 혈관수축
도부타민	분당 2-20 mcg/kg 정맥내/골내	심근수축, 혈관확장
노르에피네프린	분당 0.1-2 mcg/kg 정맥내/골내	혈관수축
암리논	• 5분에 걸쳐 0.75-1 mg/kg 정맥내/골내, 2번 반복 가능 • 이후 분당 5-10 mcg/kg	심근수축, 혈관확장
밀리논	• 부하용량: 10-60분에 걸쳐 50 mcg/kg 정맥내/골내 • 이후 분당 0.25-0.75 mcg/kg	심근수축, 혈관확장
니트로푸루시드	• 초기: 분당 0.5-1 mcg/kg 정맥내/골내 • 효과가 있을 때까지 최고 분당 8 mcg/kg까지 증량	혈관확장 D5W에 희석

심장정지와 소생술 후에는 흔히 심근의 기능 이상과 혈관의 불안정성이 동반된다. 소생술 후 패혈성 쇼크를 제외하고 대개는 초기에 체혈관 및 폐혈관 저항이 증가된다. 소생술 후 심혈관계 기능은 계속 변화하며 초기에는 과역동성 상태이다가 점차 심장 기능이 약화되는 쪽으로 진행한다. 따라서 소생술 후 심혈관계 기능이상이 있거나 의심되면 심근기능과 조직의 관류를 향상시키기 위해 적절한 용량의 혈관작용성 약물을 투여해야 한다. 소생술 후 혈관작용성 약물의 효과에 대한 일관된 결과는 없지만 특정 혈관작용성 약물의 투여는 소아 또는 성인에게 혈역학적 호전을 보이는 것으로 보고되었다. 모든 약물의 선택과 용량은 환자 개개인에게 맞추어 결정해야 하며 또한 확실한 정맥로를 통해 투여되어야 한다. 카테콜아민 투여에 의해 발생할 수 있는 합병증은 국소 조직 허혈 및 궤양, 빈맥, 심방 및 심실 부정맥, 고혈압, 고혈당, 젖산증가, 저칼륨혈증 등의 대사 이상이다. 카테콜아민계열 약물을 적절히 사용하려면 환자의 혈역학적 상태에 대한 정확한 정보가 필요하며, 임상적 검사로는 환자의 혈역학적 상태를 완전히 파악하기는 어렵다. 침습적인 혈역학적 감시를 통해 중심정맥압, 폐모세혈관쐐기압, 심박출량 등을 측정할 수 있으나, 수축기와 이완기 혈압을 유지하기 위하여 침습적인 혈역학 감시를 사용하면서 심폐소생술을 시행하는 것을 반대하거나 권장할 만한 충분한 근거가 없는 상태이다.

(1) 에피네프린

에피네프린은 어떤 원인으로든 전신 관류가 극도로 저하되어 있으면서 수액요법에 반응하지 않는 쇼크의 치료에 사용된다. 에피네프린은 강력한 혈관수축제로 체혈관저항을 증가시키고, 강력한 심장박동수 변동작용으로 심장박동수를 올린다. 혈역학적 변화가 초래된 서맥 환자에서 산소 투여와 인공호흡에 반응하지 않는 경우에 에피네프린을 투여할 수 있다. 낮은 주입속도(〈0.3 mcg/kg/min)에서 에피네프린은 강력한 심근 수축 촉진제로 작용하며 혈관의 베타 교감신경 수용체에 작용하여 체혈관 저항을 감소시킨다. 주입속도를 높이면(〉0.3 mcg/kg/min) 에피네프린은 여전히 강력한 심근 수축 촉진 기능이 있으며 혈관의 알파 교감신경 수용체에 작용하여 체혈관저항을 증가시킨다. 에피네프린의 투여 용량에 따른 효과는 환자에 따라 변화가 심하기 때문에 목표하는 기대 효과를 얻기 위하여 약물의 용량을 수시로 조절해야 한다. 에피네프린은 심한 순환장애를 보이는 환자, 특히 영아에게는 도파민보다 효과적이다.[159] 에피네프린의 주입은 일반적으로 0.1-0.3 mcg/kg/min으로 시작하며 1.0 mcg/kg/min까지 혈류역학 상태에 따라서 증량한다. 에피네프린은 안전한 정맥내 주사 경로로 주입하여야 하며 조직으로 새는 경우 국소적 허혈과 궤양을 유발할 수 있다. 에피네프린은 또한 심방과 심실의 빈맥성 부정맥, 심한 고혈압, 대사성 변화(고혈당, 젖산농도 증가, 저칼륨혈증) 등을 일으킬 수 있다.

(2) 도파민

도파민은 직접적인 도파민성 효과와 노르에피네프린 분비를 자극하는 간접적 효과에 의해 베타 및 알파 교감신경자극 효과를 나타낸다. 수액요법에 반응이 없고 체혈관 저항이 낮은 쇼크를 치료하기 위해 도파민 용량을 조절하면서 투여한다. 낮은 주입속도(0.5-2 mcg/kg/min)에서 도파민은 전형적으로 심장과 내장의 혈류를 증가시키고, 전신 혈역학에는 거의 영향을 미치지 않으며, 신생아는 0.5-1.0 mcg/kg/min의 낮은 속도에서도 심장박출량과 혈압이 증가하는 것으로 알려져 있다.[160] 도파민은 정맥내 주사 경로를 안전하게 확보한 다음에 주입하여야 한다. 주입속도는 대개 2-5mcg/kg/min으로 시작하고 10-20mcg/kg/min까지 증량하여 혈압, 조직 관류, 요량이 개선되도록 한다. 5mcg/kg/min 이상으로 도파민을 투여하면, 심장의 베타 교감신경 수용체 흥분효과가 발생하며 심장의 교감신경에 저장된 노르에피네프린이 분비된다. 만성 심부전 환자는 심근의 노르에피네프린이 고갈되어 있으며, 영아에서는 생후 1개월 동안에는 심근의 교감신경 발달이 완전하지 않기 때문에 도파민의 심근 및 혈관 수축 촉진 작용이 저하될 수 있다. 주입속도가 20mcg/kg/min 이상에서는 과도한 혈관수축작용이 발생하며 신혈관의 확장이 소실된다. 만약 심근수축력을 증가시키기 위하여 도파민을 20mcg/kg/min 이상 투여해야 하는 상황이라면, 도파민보다는 에피네프린이나 도부타민을 투여하는 것이 권장된다. 또한 혈압유지를

위하여 고용량 도파민을 투여해야 한다면, 노르에피네프린이나 에피네프린의 투여가 권장된다. 도파민은 빈맥, 혈관수축, 그리고 심실 기외수축을 일으킬 수 있다. 조직으로 도파민이 새는 경우 국소적 괴사를 일으킬 수 있다. 도파민과 다른 카테콜아민들은 염기용액에서 부분적으로 불활성화 되므로 중탄산염과 섞지 말아야 한다.[161]

(3) 도부타민

도부타민은 합성 카테콜아민으로 비교적 베타1 교감신경 수용체에 선택적으로 작용하며 베타2 교감신경 수용체에는 적은 영향을 미친다. 따라서 도부타민은 선택적인 수축촉진제이며 심근의 수축력을 증가시키고 체혈관저항을 감소시킨다.[162] 도부타민은 영아와 소아에서 심박출량을 증가시키고 혈압을 높이는 데 효과적이다. 도부타민은 특히 심장정지 후와 같이 심근기능 저하로 인한 이차적인 심박출량 저하를 치료하는 데에 사용될 수 있다. 도부타민은 대개 2-20mcg/kg/min 용량 범위에서 사용된다. 고농도 주입 시에는 빈맥과 심실 기외수축이 생긴다. 소아의 경우 도부타민의 약동학과 임상적 반응이 환자마다 편차가 크므로 도부타민에 대한 각 환자의 반응에 따라 약용량을 조절하여야 한다.

(4) 노르에피네프린

노르에피네프린은 교감신경에서 분비되는 신경전달 물질이며, 강력한 수축촉진제로서 말단의 알파, 베타 교감신경 수용체에 작용하여 강력한 심근 수축 촉진과 말초혈관 수축을 가져온다. 임상적으로 사용되는 주입속도에서는 알파 교감신경흥분 효과가 우세하며, 이 작용에 의하여 노르에피네프린의 효과와 부작용이 유발된다. 강력한 혈관수축제이므로 노르에피네프린은 수액 주입에 반응하지 않으며 체혈관 저항이 낮은 패혈성 쇼크, 척수 쇼크(spinal shock), 아나필락시스, 혈관확장성 쇼크의 치료에 사용될 수 있다. 노르에피네프린은 0.1-2mcg/kg/min 정도로 주입한다. 주입속도는 원하는 혈압과 관류의 변화에 따라서 조절한다. 주요 부작용은 고혈압, 기관허혈, 부정맥이다. 노르에피네프린은 안전한 중심 정맥 경로로 투여해야 한다.

(5) 심장수축혈관확장제(inodilators)

암리논과 밀리논 같은 심장수축혈관확장제는 심근의 산소요구량 증가에 최소한의 영향을 주면서 심박출량을 증가시킨다. 심장수축혈관확장제는 심기능 저하와 체혈관 및 폐혈관 저항이 증가된 환자에게 사용된다. 혈관확장제처럼 심장수축혈관확장제는 심근 산소 요구량을 높이지 않고 심박출량을 증가시키며, 흔히 심장박동수에는 거의 변화를 초래하지 않는다. 순환혈액량이 적정하면 일반적으로 저혈압을 유발하지 않지만, 순환혈액량이 적은 경우에는 혈관 확장 작용 때문에 저혈압이 발생할 수 있다. 따라서 약물 투여 후 혈관확장에 따른 수액 투여가 필요할 수 있다는 사실을

반드시 고려해야 한다.[163] 심장수축혈관확장제의 주요 단점은 반감기가 길다는 것이다. 투여 시 부하용량을 사용하고 유지용량을 주사한다. 암리논은 투여 속도 조절 후 혈역학적 효과가 나타나는 데까지 약 18시간이 걸리고, 밀리논은 대략 4.5시간이 걸린다. 따라서 만약 독성이 나타나서 투여를 중지하여도 부작용이 바로 없어지지 않고 오래 지속된다.

4) 신경계 관리

소생술의 일차 목표는 뇌기능의 유지이다. 소생술 후에도 이차적인 신경계 손상을 막기 위해 주의해야 한다. 과호흡 또는 과환기를 하지 않는다. 과호흡은 심장기능과 뇌관류에 영향을 주어 신경계의 예후에 나쁜 영향을 준다. 뇌압의 갑작스러운 상승, 대광 반사가 소실된 동공의 확장, 서맥, 고혈압 등 뇌 탈출증 가능성의 징후가 있는 경우에는 짧은 시간 동안 의도된 과환기를 할 수 있다. 뇌파(electroencephalogram: EEG)와 같은 신경생리학적 정보를 모니터링하는 것은 환자의 상태를 파악하고 예후를 예측하는 데 도움이 될 수 있다. 따라서 가능하다면 소아의 경련을 발견하기 위해 지속적으로 뇌파를 모니터링하는 것이 권고된다. 소아 심장정지 후 비경련성 발작(nonconvulsive seizure), 비경련성발작지속(nonconvulsive status epilepticus)은 흔하고, 뇌파 모니터링 없이는 발견하기 어렵다.[164-167] 심장정지 1주 내 뇌파 감시는 심장정지 예후를 판단하는 데 도움이 된다.[167-171] 또한 체외막형산소섭취장치를 사용하고 있는 환자에서 발작을 발견하는 데 도움이 될 수 있다. 하지만 이러한 모니터링이 신경학적 예후를 개선할 수 있는지에 대해서는 추가 연구가 필요하다.

자발순환회복 후 예방적 항경련제의 투여가 양호한 신경학적 예후에 영향을 미치는지에 대하여 소아환자를 대상으로 한 연구는 없으며 성인을 대상으로 한 연구를 참고하여도 일상적인 예방적 항경련제 사용을 제안한 근거는 부족하다. 소생술 후 예방적 항경련제를 일상적으로 사용하지 않을 것을 권고한다(보편타당한 권고). 소생술 후 발생한 경련을 치료하는 것이 신경학적 예후를 양호하게 하는 데 영향을 미치는지에 대해서도 소아환자를 대상으로 한 연구는 없다. 경련성발작지속 그리고 비경련성발작지속은 좋지 않은 예후와 관련되어 있다.[166] 그러므로 임상적인 경련이 있을 경우 반드시 이를 치료할 것을 제안한다(보편타당한 권고).[170, 172]

5) 신장계 관리

탈수나 부적절한 전신관류 등에 의한 콩팥 전 상태나 콩팥의 허혈성 손상, 또는 그 두 가지가 함께 작용하여 소변량 감소(영아 및 소아 〈1mL/kg/h, 청소년 〈 30 mL/h)가 발생할 수 있다. 콩팥기능이 확인될 때까지는 신장독성이 있는 약물의 사용을 피하고 콩팥으로 배출되는 약물의 용량을 조절한다.

6) 위장관계 관리

장음이 없거나, 복부가 팽창된 경우, 또는 환자가 기계환기를 필요로 할 때는 코-위 또는 입-위 삽관을 하여 위팽창을 예방하거나 치료한다. 안면 손상이나 두개 기저골 골절 환자에서는 튜브가 두 개 내로 들어갈 수 있기 때문에 코-위 삽관은 금기이다.

10. 자발순환회복 후 예후 예측 인자

심장정지로부터 소생에 성공한 소아환자들의 예후를 예측하는 일은 매우 복잡하고 어렵다. 예후 예측을 위한 수단으로 임상진찰소견을 분석하고 혈중 바이오마커를 측정하거나, 뇌파와 같은 전기생리학적 검사들, 뇌CT나 MRI와 같은 영상검사들의 결과를 사용한 연구들이 진행되고 있다. 임상가는 나쁜 예후의 예측인자를 선정할 때는 더욱 신중해야 한다. 위양성률이 높은 나쁜 예후 예측인자를 적용하여, 추후 생존하거나 양호한 신경학적 예후를 보일 가능성이 있는 소아환자들에게 생명 유지 치료 중단을 고려해서는 안된다. 신경학적 예후를 예측하는 수단을 찾는 분야는 비교적 새로운 분야이나 지금까지의 연구들은 연구 수와 대상환자 수가 적고 연구 간 이질성이 높으며 비뚤림의 위험도 높다. 따라서, 자발순환회복 된 소아의 신경학적 예후 예측을 위해 다양한 방법들을 이용하여 신중히 평가해야 한다. 반복적인 신경학적 진찰, 혈액학적 검사, 뇌파, CT나 MRI와 같은 영상 검사들을 시행하여 복합적으로 판단해야 한다(강한 권고, 낮은 확신도).

1) 신경학적 검사

자발순환회복 후 반복적으로 동공반사 반응을 평가하고 그 결과를 양호한 또는 불량한 신경학적 예후를 예측하는 데 지표 사용을 권장한다(보편타당한 권고). 그러나 연구 결과들이 제한적이어서 다른 평가 지표들과 종합하여 고려하여야 한다.

3개의 연구에서 자발순환회복 후 12시간 이내에 양측 동공 반사의 존재 여부를 평가하였다. 연구 결과에 따르면, 양호한 신경학적 예후(PCPC 1-2 또는 1-3)를 가진 환자가 양측 동공 반응을 보일 확률인 민감도는 높고 위양성률은 낮았다.[173-175] 그러나 자발순환회복 후 24시간이 초과된 시점에서는 양측 동공 반응의 민감도가 높았지만, 위양성률도 높아서 예측 신뢰도가 부족한 것으로 보였다.[171,174,176-179] 따라서, 심장정지 후 24시간이 초과된 시점의 양측 동공 반응 결과는 신뢰성이 떨어지며, 어떠한 시점이든 동공 반응만으로는 신경학적 예후를 예측하기에 불충분하다.

3개의 연구가 자발순환회복 후 48시간 및 72시간 시점에 동공 반사 소실이 불량한 신경학적 예후를 예측하는지 평가하였다. 이 연구들에서 위양성률은 1% 미만으로 나타났으나, 신뢰 구간이 넓고 민감도가 낮았다.[174,178,180] 매우 낮은 위양성률을 보였지만, 민감도가 낮아 다른 예측 인자들과 함께 사용될 때만 신뢰할 수 있는 예측지표이다. 따라서, 12시간 내에 정상 동공반사 반응이 있는 경우, 양호한 신경학적 예후를 예측할 수 있다. 48시간에서 72시간 내에 동공반사 반응이 없는 경우, 불량한 신경학적 예후를 예측할 수 있다.

2) 혈중 바이오마커(Biomarker)

신경학적 예후를 예측하기 위해서 다양한 혈중 바이오마커를 분석한 연구들은 많이 있으나 각각의 검사 환경이 기준치가 다르며, 일부 단백질은 뇌 외부에서도 생성될 수 있다는 제한이 있다. 다른 예후 예측 기준들과 함께 해석될 때, 소아의 심장정지 후 최대 12시간까지의 혈장 젖산 수치(lactate)가 2 mmol/L 미만인 경우, 양호한 신경학적 예후를 예측해볼 수 있다(전문가 합의 권고). 자발순환회복 후 특정 시점에 관계없이 신경학적 예후를 예측하기 위해 S-100B, 신경특이 에놀라아제와 같은 혈중 바이오마커의 사용을 권장하거나 제한할 만한 근거는 충분하지 않다.

자발순환회복 후 12시간 이내의 혈청 젖산 수치가 2 mmol/L 미만인 경우, 양호한 신경학적 예후에 대한 민감도는 16%에서 28%, 위양성률은 매우 낮아서 예측인자로 신뢰할 만하였다.[181-183] 반면, 24시간 및 48시간 시점의 젖산 수치 〈2 mmol/L와 1시간 및 24시간 시점에 5 mmol/L 보다 낮을 경우 양호한 예후를 예측하는가에 대해서는 높은 위양성률을 보였기에 예측인자로 적용시키기에는 불충분하다.[181,184]

신경 바이오마커인 S-100B, 신경특이에놀라아제(NSE), 미엘린 기본 단백질(MBP), 신경필라멘트 경쇄(neurfilament light), 유비퀴틴 C-말단 가수분해효소-L1 (ubiquitin C-terminal hydrolase- L1), 교질 섬유성 산성 단백(glial fibrillary acidic protein) 등은 자발순환회복 후 1시간 이내부터 96시간까지 다양한 시점에서 연구되었다.[176,185-187] 여러 시점에서 양호한 신경학적 예후를 예측하기 위해 바이오마커에 대한 다양한 역치가 평가되었으며, 결과는 매우 넓은 범위의 위양성률 및 민감도를 보였다.

S-100B와 신경특이에놀라아제(NSE)를 이용한 연구들에서는 불량한 신경학적 예후에 대해 매우 낮은 위양성률과 낮은 민감도를 보였다.[176,185,187] 양호한 예후 인자에 대한 위양성률은 매우 낮았지만, 각 지표검사에 대해 일관된 역치를 적용하여 분석하지는 않았다. 특정 바이오마커의 적절한 역치와 측정 시점을 검증하기 위해서는 추가 연구가 필요하며, 이런 마커들을 양호 또는 불량한 신경학적 예후 예측인자로 사용하기에는 증거가 불충분하다.

따라서, 다른 예후 예측 기준들과 함께 해석될 때, 소아의 심장정지 후 최대 12시간까지의 혈장 젖산 수치가 2 mmol/L 미만인 경우, 양호한 신경학적 예후를 예측해볼 수 있다(전문가합의 권고). 자발순환회복 후 특정 시점에 관계없이 신경학적 예후를 예측하기 위해 S-100B, 신경특이 에놀라아제와 같은 혈중 바이오마커의 사용을 권장하거나 제한할 만한 근거는 충분하지 않다.

3) 뇌파 검사

자발순환회복 후 허혈성 뇌손상이 발생한 환자의 경우, 임상 진찰만을 신뢰할 수 없으며 경련은 겉으로 드러나지 않을 수도 있다. 이러한 무증상성 경련을 식별할 수 있는 유일한 방법은 뇌파 검사이다. 자발순환회복 후 최대 72시간까지 뇌파 검사(EEG)를 사용하여 신경학적 예후를 예측할 것을 권장한다(전문가합의 권고).

여러 연구들이 심장정지 후 집중 치료실 퇴원 시점, 병원 퇴원 시점 또는 6개월 시점의 양호한 신경학적 예후와 다양한 시간에 시행된 뇌파 검사 간의 연관성을 분석하였다. 자발순환회복 후 6-12시간 및 24시간에 시행된 뇌파 검사를 평가한 연구들 중 양호한 신경학적 예후에 대한 위양성률이 29% 미만이었으며, 민감도는 넓은 범위로 나타났다.[146, 167, 171, 179, 188-190] 48시간 및 72시간 시점의 뇌파 검사 결과를 분석한 연구에서는 양호한 신경학적 예후에 대한 위양성률이 넓은 범위로 보고되었다.[146, 176, 178, 191] 따라서 다른 예후 기준들과 함께 해석될 때, 자발순환회복 후 첫 72시간 이내에 뇌파 검사에서 지속적이거나 정상적인 배경 활성이 관찰된다면, 이는 양호한 신경학적 예후를 뒷받침하는 근거로 사용해볼 수 있다. 6-12시간 시점에 나타난 수면 구조(sleep architecture) 또는 24시간 시점에 나타난 수면 방추(sleep spindles)는 양호한 신경학적 예후에 대해 각각 기준치보다 높은 위양성률과 중간 정도 높은 민감도를 보였다.[171, 179] 두 개의 연구에서 자발순환회복 후 6-12시간 및 24시간 시점에서 뇌파 반응성을 보이는 경우 양호한 신경학적 예후에 대해 위양성률 27% 미만, 민감도 53-63%를 보였다.[167, 190] 그러나 48시간 시점에서는 뇌파 반응성이 양호한 신경학적 예후를 예측하는데 위양성률이 높아서 신뢰할 수준이 되지 못하였다.[167] 따라서, 다른 예후 기준들과 함께 해석할 때, 심장정지 후 12시간에서 24시간 사이에 시행한 뇌파 검사에서 수면 방추(sleep spindles) 또는 2단계 수면 구조의 출현은 양호한 신경학적 예후를 예측하는 데 사용할 것을 권고할 수 있고, 심장정지 후 6시간에서 24시간 사이에 시행한 영유아 및 소아의 뇌파 검사(EEG)에서 뇌파 반응성(EEG reactivity)의 존재는 양호한 신경학적 예후를 예측하는 데 사용해 볼 수 있다.

3개의 연구에서 자발순환회복 후 24-72시간 시점에 지속성 발작(status epilepticus)을 보이는 경우 매우 낮은 위양성률 0%로 불량한 신경학적 예후를 예측했지만,[178,189,191] 4-6시간 및

6-12시간 시점에서는 위양성률이 더 올라가고 모두 낮은 민감도를 보였다.[188,190] 자발순환회복 후 24시간 이내에 burst suppression, burst attenuation 또는 generalized periodic epileptiform discharges이 나타나는 것은 불량한 신경학적 예후에 대해 넓은 범위의 위양성률과 낮은 민감도를 보였다.[167,179,188,192] 3개의 연구에서 자발순환회복 후 48-72시간 시점의 불량한 신경학적 예후에 대해 위양성률이 낮았으나, 민감도가 넓은 범위로 보고되었다.[173,178,191] 따라서, 다른 예후 예측 요소들과 함께 해석할 때, 심장정지 후 24-72시간 사이에 시행한 뇌파 검사(EEG)에서 지속성 발작(status epilepticus), burst suppression, burst attenuation 또는 generalized periodic epileptiform discharges을 보이는 경우 불량한 신경학적 예후를 예측할 수 있는 지표로 고려해볼 수 있다.

4) 신경 영상검사

자발순환회복이 된 환자에게 시행하는 신경 영상검사는 심장정지의 원인을 찾거나 현 상태의 뇌손상을 평가하기 위해 유용한 도구이다. CT와 MRI 모두 심장정지 후 시간이 지나면서 변화하므로 손상 후 신경검사를 시행한 시간을 고려하여 해석해야 하고 다른 예후 예측인자들과 함께 예후 평가 도구로 사용하는 것이 바람직하다.

3개의 연구에서 확산 제한(diffusion restriction)이 없거나 MRI상 이상 소견이 전혀 없는 경우, 양호한 신경학적 예후에 대해 낮은 위양성률과 넓은 범위의 민감도를 보였다.[178,193,194] 자발순환회복 후 평균 4일째에 뇌 용적의 93% 이상에서 겉보기 확산 계수(ADC) 특정 역치값 이상을 보이는 경우 높은 민감도와 비교적 낮은 위양성률로 양호한 신경학적 예후를 예측했다.[195] 특정 국소 부위의 이상 소견이 없는 것이 양호한 신경학적 예후에 대해 매우 높은 민감도를 보였지만, 위양성률 또한 매우 높게 나타났다.[180,196] 3개의 연구에서, 자발순환회복(ROSC) 후 평균 4일째에 뇌 용적의 10% 이상에서 높은 허혈성 부담(high burden of ischemia)을 보이는 경우 중간 정도의 민감도와 낮은 위양성률로 불량한 신경학적 예후를 예측했다.[192,195,197] 다른 예후 기준들과 함께 해석할 때, 심장정지 후 72시간에서 2주 사이에 시행한 정상 MRI 결과는 양호한 신경학적 예후를 예측하는 데 사용할 것을 권고하며, 심장정지 후 72시간 이후에 시행한 MRI에서 높은 허혈성 부담을 보이는 비정상 소견은 불량한 신경학적 예후를 예측하는 근거로 사용을 고려해볼 수 있다(전문가합의 권고).

한 개의 연구에서 78명의 소아를 대상으로, 심장정지 후 24시간 이내에 시행한 CT소견을 분석하였다. CT에서 회백질 구별(gray-white matter differentiation) 상실 소견은 병원 퇴원 시점의 불량한 신경학적 예후(PCPC 〉3)를 예측하는 데 매우 낮은 위양성률, 중간 정도 민감도를 보였으나

평가자가 blinding되지 않은 연구였다.[198] 2개의 연구에서, 자발순환회복 후 24시간 이내에 CT상 회백질 구별 상실이 없는 경우, 병원 퇴원 시점의 양호한 신경학적 예후에 대해 넓은 민감도와 위양성률을 보였다. 연구자들이 설정한 CT의 다른 비정상 소견이 없는 경우 양호한 신경학적 예후를 예측하는 데 민감도가 높았으나 위양성률도 넓은 범위로 높았다.[198,199] 결론적으로, 심장정지 직후 초기에 촬영한 정상 CT 결과는 양호한 신경학적 예후를 예측하는 데 신뢰할 만한 지표는 아니다. 따라서, 다른 예후 기준들과 함께 해석할 때, 심장정지 후 24시간 이내에 시행한 CT에서 회백질 구별 상실을 보이는 경우는 불량한 신경학적 예후를 예측하는 지표로 사용을 권고한다(전문가합의 권고). 그러나, 심장정지 후 첫 48시간 이내에 촬영한 정상 뇌CT 결과는 양호한 신경학적 예후를 뒷받침하는 근거로 사용하는 것은 권장하지 않는다(전문가합의 권고).

11. 소생술 시 가족의 참관

심폐소생술 중인 소아의 보호자는 환자의 상태에 대해 알고 싶어 한다. 소생술이 진행되는 장소의 여러가지 특성에 따라 차이가 있을 수 있지만 보호자의 참관은 점차 늘어가고 있다. 소생술을 참관했던 보호자는 주변의 다른 보호자에게 이를 권하기도 하며 특히 만성질환을 가진 환자의 보호자는 치료와 관련된 기구 등 환자와 관련된 여러 가지 상황에 익숙하며 또한 마지막 순간에 사랑하는 가족과의 이별을 함께 하고자 하는 바람이 있어 가족들이 소생술을 참관하는 경우 더 편안함을 느끼고 슬픔을 더 잘 받아들이는 것으로 알려져 있다. 가족이 참관하여도 의료진이 불편하거나 소생술에 방해가 되는 등의 좋지 않은 영향은 주지 않으므로 상황에 따라 가능하다면 보호자에게 참관할지에 대한 선택권을 주어야 한다.[200-202] 그러나 참관 중인 가족이 소생술을 시행함에 있어 나쁜 영향을 주거나 방해가 된다고 판단되는 경우에는 정중하게 자리를 비켜 주기를 요구해야 한다. 가족 참관 하에 소생술을 시행하는 경우 소생술팀의 모든 구성원은 가족이 참관하고 있다는 사실을 잘 인지하고 그 중 한 명은 가족을 심리적으로 안정시킬 수 있도록 가족 곁에 있으면서 상황에 대해 설명하고, 그들의 질문에 답해 주며 가족을 위로해 주도록 한다.[203]

12. 설명되지 않는 갑작스러운 사망

원인이 설명되지 않는 영아나 소아의 급작스러운 사망의 경우 부검을 해도 원인을 알 수 없는 경우가 많다.[204] 영아급사증후군과 소아 또는 젊은 성인의 갑작스러운 사망이 심장의 이온통로 이상을 일으키는 유전적 변이와 연관이 있다는 증거가 증가하고 있다.[205,206] 이온통로 이상은 세포 안팎으로 전해질의 이동에 이상이 생겨 심장에 부정맥이 발생할 수 있게 되는 근세포의 이온통로 기능 이상이다. 갑작스럽게 사망한 환자의 약 2-10% 정도에서 유전자 변이가 확인되며 일상적인 부검에서 원인이 확실하지 않은 젊은 성인의 갑작스러운 사망의 경우 14-20% 정도 심장 이온통로 이상을 일으키는 유전자 변이를 볼 수 있다.[207] 소아나 젊은 성인에게 설명되지 않는 갑작스러운 심장정지가 발생하면 실신, 발작, 설명되지 않는 사고, 50세 이전의 갑작스러운 사망 등의 가족력과 환자의 과거력을 확인하고 이전의 심전도검사를 다시 확인해야 하고 가능한 부검을 권장한다. 부검에서 사망원인이 확인되지 않은 희생자의 가족은 부정맥 전문의가 있는 병원으로 진료를 의뢰할 필요가 있다. 많은 경우 최종 원인을 밝히지 못하지만, 설명하기 어려운 내적 요인, 발달과 관련된 문제, 환경적 요인이 그 원인일 것으로 추정된다. 아직 한계가 많으나 정확한 원인을 밝히고자 하는 노력은 이런 갑작스러운 영아 사망을 방지하고 소아 심폐소생술의 성적을 높이는 데 도움이 될 것이다.

13. 병원 간 이송

소아 환자의 심폐소생술 후 생존율은 향상되고 있으나,[208] 고품질 전문소생술 만큼 자발순환회복 이후 및 회복을 위한 치료 역시 매우 중요하다. 자발순환회복 후 환자에게 저혈압 치료, 산소 적정 치료, 경련 감시 및 치료, 목표체온유지치료가 이루어져야 하는데 이러한 치료는 소아 중환자 진료 전문가가 시행해야 한다. 만약 환자가 치료 중인 의료기관에 치료를 위한 의료자원이 부족하다면 소생술 초기에 치료 가능한 기관의 전문의료인과 환자의 이송 계획을 함께 논의해야 한다. 소아 중환자 전문 의료인이 있는 의료기관으로의 이송은 환자 상태가 안정되거나 호전된 상태에서 전원받는 의료기관과의 긴밀한 협조를 통하여 최대한 환자가 안전하게 이송되어야 한다. 이송 시 발생할 수 있는 합병증을 줄이기 위해 환자의 이송 중 필요한 장비, 이송팀의 구성, 이송 체계는 환자 상태에 따라, 소아 응급의학 또는 소아 중환자 치료에 대한 전문 교육을 받고 임상 경험을 가진 의사가 결정, 확인 및 감독하여야 한다. 이송팀에는 중증 상태의 소아를 처치할 수 있는 전문 교육을 받은 의료인이 포함되어야 한다. 기관내삽관 된 환자의 이송 시 폐환기와 산소화 상태 감시를 위해 맥박산소측정 및 호기말이산화탄소 분압의 지속적 측정 및 감시가 도움이 될 수 있다. 또한 소아중환자의 이송 과정에서 환자 안전을 위해서 환자 인계를 위한 표준화된 의사소통이 필요하다. 이러한 정보 제공은 환자 안전을 위하고 병원간 의료진의 진단 차이를 줄이는 데 기여할 수 있다.[209]

14. 소아에서 소생 시도의 종료

자발순환이 회복되지 않는 영아 및 소아의 소생시도를 언제까지 계속할지를 결정하는 데 도움이 되는 일반적인 지표는 없다. 목격된 경우, 일반구조자에 의해 즉각 소생술이 시행된 경우, 쓰러진 후 빨리 전문구조자가 도착한 경우 등이 병원 밖 심장정지에서 효과적인 소생술의 가능성을 증가시키지만 소생술 지속시간, 심장정지의 원인, 이전에 가지고 있던 질환, 연령, 심장정지가 일어난 장소, 쓰러지는 순간의 목격 여부 등의 요인 중 어느 것도 예후와 직접적인 관련은 없다.[210,211] 소생시도의 종료는 매 경우마다 여러 요인을 종합적으로 검토하여 결정해야 한다.

참고 문헌

1. Edelson DP, Sasson C, Chan PS, et al; American Heart Association ECC Interim COVID Guidance Authors. 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;141(25):e933-e43.
2. Nolan JP, Bossaert L, Böttiger BW, et al. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. Resuscitation. 2020;153:45-55.
3. Dieckmann RA, Vardis R. High-dose epinephrine in pediatric out-of-hospital cardiopulmonary arrest. Pediatrics. 1995;95(6):901-13.
4. Perondi MB, Reis AG, Paiva EF, Nadkarni VM, Berg RA. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. N Engl J Med. 2004;350(17):1722-30.
5. Rodríguez Núñez A, García C, López-Herce Cid J, et al. Is high-dose epinephrine justified in cardiorespiratory arrest in children? An Pediatr (Barc). 2005;62(3):113-6.
6. Berg MD, Samson RA, Meyer RJ, Clark LL, Valenzuela TD, Berg RA. Pediatric defibrillation doses often fail to terminate prolonged out-of-hospital ventricular fibrillation in children. Resuscitation. 2005;67(1):63-7.
7. Rossano JW, Quan L, Kenney MA, Rea TD, Atkins DL. Energy doses for treatment of out-of-hospital pediatric ventricular fibrillation. Resuscitation. 2006;70(1):80-9.
8. van Haarst AD, van 't Klooster GA, van Gerven JM, et al. The influence of cisapride and clarithromycin on QT intervals in healthy volunteers. Clin Pharmacol Ther. 1998;64(5):542-6.
9. Ray WA, Murray KT, Meredith S, Narasimhulu SS, Hall K, Stein CM. Oral erythromycin and the risk of sudden death from cardiac causes. N Engl J Med. 2004;351(11):1089-96.
10. Brown LH, Manring EA, Kornegay HB, Prasad NH. Can prehospital personnel

detect hypoxemia without the aid of pulse oximeters? Am J Emerg Med. 1996;14(1):43-4.
11. Gausche M, Lewis RJ. Out-of-hospital endotracheal intubation of children. JAMA. 2000;283(21):2790-2.
12. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirrallo RG, et al. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. Circulation. 2004;109(16):1960-5.
13. Davidovic L, LaCovey D, Pitetti RD. Comparison of 1- versus 2-person bag-valve-mask techniques for manikin ventilation of infants and children. Ann Emerg Med. 2005;46(1):37-42.
14. Carenzi B, Corso RM, Stellino V, et al. Airway management in an infant with congenital centrofacial dysgenesia. Brit J Anaesth. 2002;88(5):726-8.
15. Fraser J, Hill C, McDonald D, Jones C, Petros A. The use of the laryngeal mask airway for inter-hospital transport of infants with type 3 laryngotracheo-oesophageal clefts. Intensive Care Med. 1999;25(7):714-6.
16. Iohom G, Lyons B, Casey W. Airway management in a baby with femoral hypoplasia-unusual facies syndrome. Paediatr Anaesth. 2002;12(5):461-4.
17. Johr M, Berger TM, Ruppen W, Schlegel C. Congenital laryngotracheo-oesophageal cleft: successful ventilation with the Laryngeal Mask Airway. Paediatr Anaesth. 2003;13(1):68-71.
18. Leal-Pavey YR. Use of the LMA classic to secure the airway of a premature neonate with Smith-Lemli-Opitz syndrome: a case report. AANA J. 2004;72(6):427-30.
19. Russell P, Chambers N, du Plessis J, Vijayasekeran S. Emergency use of a size 1 laryngeal mask airway in a ventilated neonate with an undiagnosed type IV laryngotracheo-oesophageal cleft. Paediatr Anaesth. 2008;18(7):658-62.
20. Scheller B, Schalk R, Byhahn C, et al. Laryngeal tube suction II for difficult airway management in neonates and small infants. Resuscitation. 2009;80(7):805-10.
21. Stocks RM, Egerman R, Thompson JW, Peery M. Airway management of the severely retrognathic child: use of the laryngeal mask airway. Ear Nose Throat J. 2002;81(4):223-6.

22. Yao CT, Wang JN, Tai YT, Tsai TY, Wu JM. Successful management of a neonate with Pierre-Robin syndrome and severe upper airway obstruction by long term placement of a laryngeal mask airway. Resuscitation. 2004;61(1): 97-9.
23. Daugherty RJ, Nadkarni V, Brenn BR. Endotracheal tube size estimation for children with pathological short stature. Pediatr Emerg Care. 2006; 22(11):710-7.
24. Hofer CK, Ganter M, Tucci M, Klaghofer R, Zollinger A. How reliable is length-based determination of body weight and tracheal tube size in the paediatric age group? The Broselow tape reconsidered. Brit J Anaesth. 2002;88(2):283-5.
25. Weiss M, Dullenkopf A, Fischer JE, Keller C, Gerber AC. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. Brit J Anaesth. 2009;103(6):867-73.
26. Dullenkopf A, Gerber AC, Weiss M. Fit and seal characteristics of a new paediatric tracheal tube with high volume-low pressure polyurethane cuff. Acta Anaesth Scand. 2005;49(2):232-7.
27. Salgo B, Schmitz A, Henze G, et al. Evaluation of a new recommendation for improved cuffed tracheal tube size selection in infants and small children. Acta Anaesth Scand. 2006;50(5):557-61.
28. Duracher C, Schmautz E, Martinon C, Faivre J, Carli P, Orliaguet G. Evaluation of cuffed tracheal tube size predicted using the Khine formula in children. Paediatr Anaesth. 2008;18(2):113-8.
29. Browning DH, Graves SA. Incidence of aspiration with endotracheal tubes in children. J Pediatr. 1983;102(4):582-4.
30. Khine HH, Corddry DH, Kettrick RG, et al. Comparison of cuffed and uncuffed endotracheal tubes in young children during general anesthesia. Anesthesiology. 1997;86(3):627-31; discussion 27A.
31. Newth CJ, Rachman B, Patel N, Hammer J. The use of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. J Pediatr. 2004;144(3):333-7.
32. Kim JT, Kim HJ, Ahn W, et al. Head rotation, flexion, and extension alter endotracheal tube position in adults and children. Can J Anaesth. 2009;56(10):751-6.

33. Cantineau JP, Merckx P, Lambert Y, Sorkine M, Bertrand C, Duvaldestin P. Effect of epinephrine on end-tidal carbon dioxide pressure during prehospital cardiopulmonary resuscitation. Am J Emerg Med. 1994;12(3):267-70.
34. Ornato JP, Shipley JB, Racht EM, et al. Multicenter study of a portable, hand-size, colorimetric end-tidal carbon dioxide detection device. Ann Emerg Med. 1992;21(5):518-23.
35. Brunette DD, Fischer R. Intravascular access in pediatric cardiac arrest. Am J Emerg Med. 1988;6(6):577-9.
36. Horton MA, Beamer C. Powered intraosseous insertion provides safe and effective vascular access for pediatric emergency patients. Pediatr Emerg Care. 2008;24(6):347-50.
37. Banerjee S, Singhi SC, Singh S, Singh M. The intraosseous route is a suitable alternative to intravenous route for fluid resuscitation in severely dehydrated children. Indian Pediatr. 1994;31(12):1511-20.
38. Andropoulos DB, Soifer SJ, Schreiber MD. Plasma epinephrine concentrations after intraosseous and central venous injection during cardiopulmonary resuscitation in the lamb. J Pediatr. 1990;116(2):312-5.
39. Johnson L, Kissoon N, Fiallos M, Abdelmoneim T, Murphy S. Use of intraosseous blood to assess blood chemistries and hemoglobin during cardiopulmonary resuscitation with drug infusions. Crit Care Med. 1999; 27(6):1147-52.
40. Kanter RK, Zimmerman JJ, Strauss RH, Stoeckel KA. Pediatric emergency intravenous access. Evaluation of a protocol. Am J Dis Child. 1986;140(2): 132-4.
41. Johnston C. Endotracheal drug delivery. Pediatr Emerg Care. 1992; 8(2):94-7.
42. Jasani MS, Nadkarni VM, Finkelstein MS, Mandell GA, Salzman SK, Norman ME. Effects of different techniques of endotracheal epinephrine administration in pediatric porcine hypoxic-hypercarbic cardiopulmonary arrest. Crit Care Med. 1994;22(7):1174-80.
43. Raehl CL. Endotracheal drug therapy in cardiopulmonary resuscitation. Clin Pharm. 1986;5(7):572-9.

44. Lubitz DS, Seidel JS, Chameides L, Luten RC, Zaritsky AL, Campbell FW. A rapid method for estimating weight and resuscitation drug dosages from length in the pediatric age group. Ann Emerg Med. 1988;17(6):576-81.
45. Garland JS, Kishaba RG, Nelson DB, Losek JD, Sobocinski KA. A rapid and accurate method of estimating body weight. Am J Emerg Med. 1986;4(5): 390-3.
46. Young KD, Korotzer NC. Weight Estimation Methods in Children: A Systematic Review. Ann Emerg Med. 2016;68(4):441-51.e10.
47. Jang HY, Shin SD, Kwak YH. Can the Broselow tape be used to estimate weight and endotracheal tube size in Korean children? Acad Emerg Med. 2007;14(5):489-91.
48. So TY, Farrington E, Absher RK. Evaluation of the accuracy of different methods used to estimate weights in the pediatric population. Pediatrics. 2009;123(6):e1045-51.
49. Niemann JT, Criley JM, Rosborough JP, Niskanen RA, Alferness C. Predictive indices of successful cardiac resuscitation after prolonged arrest and experimental cardiopulmonary resuscitation. Ann Emerg Med. 1985;14(6):521-8.
50. Sanders AB, Ewy GA, Taft TV. Prognostic and therapeutic importance of the aortic diastolic pressure in resuscitation from cardiac arrest. Crit Care Med. 1984;12(10):871-3.
51. Enright K, Turner C, Roberts P, Cheng N, Browne G. Primary cardiac arrest following sport or exertion in children presenting to an emergency department: chest compressions and early defibrillation can save lives, but is intravenous epinephrine always appropriate? Pediatr Emerg Care. 2012;28(4):336-9.
52. Jacobs IG, Finn JC, Jelinek GA, Oxer HF, Thompson PL. Effect of adrenaline on survival in out-of-hospital cardiac arrest: A randomised double-blind placebo-controlled trial. Resuscitation. 2011;82(9):1138-43.
53. Matamoros M, Rodriguez R, Callejas A, et al. In-hospital pediatric cardiac arrest in Honduras. Pediatr Emerg Care. 2015;31(1):31-5.
54. Andersen LW, Berg KM, Saindon BZ, et al. Time to Epinephrine and Survival After Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest. JAMA. 2015;314(8):802-10.

55. Somberg JC, Bailin SJ, Haffajee CI, et al. Intravenous lidocaine versus intravenous amiodarone (in a new aqueous formulation) for incessant ventricular tachycardia. Am J Cardiol. 2002;90(8): 853-9.
56. Jones P, Dauger S, Denjoy I, et al. The effect of atropine on rhythm and conduction disturbances during 322 critical care intubations. Pediatr Crit Care Med. 2013;14(6):e289-97.
57. Valdes SO, Donoghue AJ, Hoyme DB, et al. Outcomes associated with amiodarone and lidocaine in the treatment of in-hospital pediatric cardiac arrest with pulseless ventricular tachycardia or ventricular fibrillation. Resuscitation. 2014;85(3):381-6.
58. Dorian P, Cass D, Schwartz B, Cooper R, Gelaznikas R, Barr A. Amiodarone as compared with lidocaine for shock-resistant ventricular fibrillation. N Engl J Med. 2002;346(12):884-90.
59. Wilson FC, Harpur J, Watson T, Morrow JI. Adult survivors of severe cerebral hypoxia--case series survey and comparative analysis. NeuroRehabilitation. 2003;18(4):291-8.
60. Thomson PD, Melmon KL, Richardson JA, et al. Lidocaine pharmacokinetics in advanced heart failure, liver disease, and renal failure in humans. Ann Intern Med. 1973;78(4):499-508.
61. Quintard H, l'Her E, Pottecher J, et al. Experts' guidelines of intubation and extubation of the ICU patient of French Society of Anaesthesia and Intensive Care Medicine (SFAR) and French- speaking Intensive Care Society (SRLF) : In collaboration with the pediatric Association of French-speaking Anaesthetists and Intensivists (ADARPEF), French-speaking Group of Intensive Care and Paediatric emergencies (GFRUP) and Intensive Care physiotherapy society (SKR). Ann Intensive Care. 2019; 9(1):13-.
62. Jones P, Peters MJ, Pinto da Costa N, et al. Atropine for critical care intubation in a cohort of 264 children and reduced mortality unrelated to effects on bradycardia. PLoS One. 2013;8(2):e57478.
63. Fastle RK, Roback MG. Pediatric rapid sequence intubation: incidence of reflex bradycardia and effects of pretreatment with atropine. Pediatr Emerg Care.

2004;20(10):651-5.
64. Zwiener RJ, Ginsburg CM. Organophosphate and carbamate poisoning in infants and children. Pediatrics. 1988;81(1):121-6.
65. Beiser DG, Carr GE, Edelson DP, Peberdy MA, Hoek TL. Derangements in blood glucose following initial resuscitation from in-hospital cardiac arrest: a report from the national registry of cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation. 2009;80(6):624-30.
66. Vukmir RB, Katz L. Sodium bicarbonate improves outcome in prolonged prehospital cardiac arrest. Am J Emerg Med. 2006;24(2):156-61.
67. Lokesh L, Kumar P, Murki S, Narang A. A randomized controlled trial of sodium bicarbonate in neonatal resuscitation-effect on immediate outcome. Resuscitation. 2004;60(2):219-23.
68. Raymond TT, Stromberg D, Stigall W, Burton G, Zaritsky A. Sodium bicarbonate use during in-hospital pediatric pulseless cardiac arrest - a report from the American Heart Association Get With The Guidelines-Resuscitation. Resuscitation. 2015;89:106-13.
69. de Mos N, van Litsenburg RR, McCrindle B, Bohn DJ, Parshuram CS. Pediatric in-intensive-care-unit cardiac arrest: incidence, survival, and predictive factors. Crit Care Med. 2006;34(4):1209-15.
70. Srinivasan V, Morris MC, Helfaer MA, Berg RA, Nadkarni VM. Calcium use during in-hospital pediatric cardiopulmonary resuscitation: a report from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. Pediatrics. 2008;121(5): e1144-51.
71. Meert KL, Donaldson A, Nadkarni V, et al. Multicenter cohort study of in-hospital pediatric cardiac arrest. Pediatr Crit Care Med. 2009;10(5): 544-53.
72. Martin TJ, Kang Y, Robertson KM, Virji MA, Marquez JM. Ionization and hemodynamic effects of calcium chloride and calcium gluconate in the absence of hepatic function. Anesthesiology. 1990;73(1):62-5.
73. Broner CW, Stidham GL, Westenkirchner DF, Watson DC. A prospective, randomized, double-blind comparison of calcium chloride and calcium gluconate therapies for hypocalcemia in critically ill children. J Pediatr. 1990;117(6):986-9.

74. Allegra J, Lavery R, Cody R, et al. Magnesium sulfate in the treatment of refractory ventricular fibrillation in the prehospital setting. Resuscitation. 2001;49(3):245-9.
75. Hassan TB, Jagger C, Barnett DB. A randomised trial to investigate the efficacy of magnesium sulphate for refractory ventricular fibrillation. Emerg Med J. 2002;19(1):57-62.
76. Thel MC, Armstrong AL, McNulty SE, Califf RM, O'Connor CM. Randomised trial of magnesium in in-hospital cardiac arrest. Duke Internal Medicine Housestaff. Lancet (London, England). 1997;350(9087):1272-6.
77. Rodriguez-Nunez A, Lopez-Herce J, Garcia C, Dominguez P, Carrillo A, Bellon JM. Pediatric defibrillation after cardiac arrest: initial response and outcome. Crit Care (London, England). 2006;10(4):R113.
78. Berg RA, Chapman FW, Berg MD, et al. Attenuated adult biphasic shocks compared with weight-based monophasic shocks in a swine model of prolonged pediatric ventricular fibrillation. Resuscitation. 2004;61(2):189-97.
79. Rodriguez-Nunez A, Lopez-Herce J, del Castillo J, Bellon JM. Shockable rhythms and defibrillation during in-hospital pediatric cardiac arrest. Resuscitation. 2014;85(3):387-91.
80. Gutgesell HP, Tacker WA, Geddes LA, Davis S, Lie JT, McNamara DG. Energy dose for ventricular defibrillation of children. Pediatrics. 1976;58(6):898-901.
81. Meaney PA, Nadkarni VM, Atkins DL, et al. Effect of defibrillation energy dose during in-hospital pediatric cardiac arrest. Pediatrics. 2011;127(1):e16-23.
82. Torres-Andres F, Fink EL, Bell MJ, Sharma MS, Yablonsky EJ, Sanchez-de-Toledo J. Survival and Long-Term Functional Outcomes for Children With Cardiac Arrest Treated With Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation. Pediatr Crit Care Med. 2018;19(5):451-8.
83. Pozzi M, Armoiry X, Achana F, et al. Extracorporeal Life Support for Refractory Cardiac Arrest: A 10-Year Comparative Analysis. Ann Thorac Surg. 2019;107(3):809-16.
84. Park JH, Song KJ, Shin SD, Ro YS, Hong KJ. Time from arrest to extracorporeal cardiopulmonary resuscitation and survival after out-of-hospital cardiac arrest.

Emerg Med Australas. 2019;31(6):1073-81.
85. Meert KL, Guerguerian AM, Barbaro R, et al. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation: One-Year Survival and Neurobehavioral Outcome Among Infants and Children With In-Hospital Cardiac Arrest. Crit Care Med. 2019;47(3):393-402.
86. Lasa JJ, Rogers RS, Localio R, et al. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation (E-CPR) During Pediatric In-Hospital Cardiopulmonary Arrest Is Associated With Improved Survival to Discharge: A Report from the American Heart Association's Get With The Guidelines-Resuscitation (GWTG-R) Registry. Circulation. 2016;133(2):165-76.
87. Kramer P, Mommsen A, Miera O, Photiadis J, Berger F, Schmitt KRL. Survival and Mid-Term Neurologic Outcome After Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Children. Pediatr Crit Care Med. 2020;21(6):e316-e24.
88. Holmberg MJ, Geri G, Wiberg S, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: A systematic review. Resuscitation. 2018;131:91-100.
89. Shin HJ, Song S, Park HK, Park YH. Results of Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Children. Korean J Thorac Cardiovasc Surg. 2016;49(3):151-6.
90. Shakoor A, Pedroso FE, Jacobs SE, et al. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation (ECPR) in Infants and Children: A Single-Center Retrospective Study. World J Pediatr Congenit Heart Surg. 2019;10(5):582-9.
91. Conrad SA, Rycus PT. Extracorporeal membrane oxygenation for refractory cardiac arrest. Ann Card Anaesth. 2017;20(Supplement):S4-s10.
92. Bembea MM, Ng DK, Rizkalla N, et al. Outcomes After Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation of Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest: A Report From the Get With the Guidelines-Resuscitation and the Extracorporeal Life Support Organization Registries. Crit Care Med. 2019;47(4):e278-e85.
93. Tan BK. Extracorporeal membrane oxygenation in cardiac arrest. Singapore Med J. 2017;58(7):446-8.
94. Manga A, Thiagarajan R, Stenquist N, Logvinenko T, Kleinman M. Low survival after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in noncardiac patients. Crit Care Med. 2016;44(12):150.
95. Poterucha J, Guru P, Haile D, et al. Extracorporeal cardiopulmonary

resuscitation in children following in-hospital cardiac arrest. Crit Care Med. 2016;44(12):115.
96. Lowry AW, Morales DL, Graves DE, et al. Characterization of extracorporeal membrane oxygenation for pediatric cardiac arrest in the United States: analysis of the kids' inpatient database. Pediatr Cardiol. 2013;34(6):1422-30.
97. Ortmann L, Prodhan P, Gossett J, et al. Outcomes after in-hospital cardiac arrest in children with cardiac disease: a report from Get With the Guidelines—Resuscitation. Circulation. 2011;124(21): 2329-37.
98. Odegard KC, Bergersen L, Thiagarajan R, et al. The frequency of cardiac arrests in patients with congenital heart disease undergoing cardiac catheterization. Anesth Analg. 2014;118(1):175-82.
99. Davis AL, Carcillo JA, Aneja RK, et al. American College of Critical Care Medicine Clinical Practice Parameters for Hemodynamic Support of Pediatric and Neonatal Septic Shock. Crit Care Med. 2017;45(6):1061-93.
100. de Caen AR, Maconochie IK, Aickin R, et al. Part 6: Pediatric Basic Life Support and Pediatric Advanced Life Support: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations (Reprint). Pediatrics. 2015;136 Suppl 2:S88-119.
101. Weiss SL, Peters MJ, Alhazzani W, et al. Executive Summary: Surviving Sepsis Campaign International Guidelines for the Management of Septic Shock and Sepsis-Associated Organ Dysfunction in Children. Pediatr Crit Care Med. 2020;21(2):186-95.
102. van Paridon BM, Sheppard C, Joffe AR, et al. Timing of antibiotics, volume, and vasoactive infusions in children with sepsis admitted to intensive care. Crit Care (London, England). 2015;19:293.
103. Levin M, Cunnington AJ, Wilson C, et al. Effects of saline or albumin fluid bolus in resuscitation: evidence from re-analysis of the FEAST trial. Lancet Respir Med. 2019;7(7):581-93.
104. Inwald DP, Canter R, Woolfall K, et al. Restricted fluid bolus volume in early septic shock: results of the Fluids in Shock pilot trial. Arch Dis Child.

2019;104(5):426-31.
105. Sankar J, Ismail J, Sankar MJ, C PS, Meena RS. Fluid Bolus Over 15-20 Versus 5-10 Minutes Each in the First Hour of Resuscitation in Children With Septic Shock: A Randomized Controlled Trial. Pediatr Crit Care Med. 2017;18(10):e435-e45.
106. Long E, O'Brien A, Duke T, Oakley E, Babl FE, Pediatric Research in Emergency Departments International C. Effect of Fluid Bolus Therapy on Extravascular Lung Water Measured by Lung Ultrasound in Children With a Presumptive Clinical Diagnosis of Sepsis. J Ultrasound Med. 2019;38(6): 1537-44.
107. Long E, Babl FE, Oakley E, Sheridan B, Duke T, Pediatric Research in Emergency Departments International C. Cardiac Index Changes With Fluid Bolus Therapy in Children With Sepsis-An Observational Study. Pediatr Crit Care Med. 2018;19(6):513-8.
108. Gelbart B, Glassford NJ, Bellomo R. Fluid bolus therapy-based resuscitation for severe sepsis in hospitalized children: A systematic review. Pediatr Crit Care Med. 2015;16(8):e297-e307.
109. Li D, Li X, Cui W, Shen H, Zhu H, Xia Y. Liberal versus conservative fluid therapy in adults and children with sepsis or septic shock. Cochrane Database Syst Rev. 2018;12:CD010593.
110. Medeiros DN, Ferranti JF, Delgado AF, de Carvalho WB. Colloids for the Initial Management of Severe Sepsis and Septic Shock in Pediatric Patients: A Systematic Review. Pediatr Emerg Care. 2015;31(11):e11-6.
111. Balamuth F, Kittick M, McBride P, et al. Pragmatic Pediatric Trial of Balanced Versus Normal Saline Fluid in Sepsis: The PRoMPT BOLUS Randomized Controlled Trial Pilot Feasibility Study. Acad Emerg Med. 2019;26(12):1346-56.
112. Weiss SL, Keele L, Balamuth F, et al. Crystalloid Fluid Choice and Clinical Outcomes in Pediatric Sepsis: A Matched Retrospective Cohort Study. J Pediatr. 2017;182:304-10.e10.
113. Emrath ET, Fortenberry JD, Travers C, McCracken CE, Hebbar KB. Resuscitation With Balanced Fluids Is Associated With Improved Survival in

Pediatric Severe Sepsis. Crit Care Med. 2017;45(7):1177-83.
114. Magoteaux SR, Notrica DM, Langlais CS, et al. Hypotension and the need for transfusion in pediatric blunt spleen and liver injury: An ATOMAC+ prospective study. J Pediatr Surg. 2017;52(6): 979-83.
115. Polites SF, Nygaard RM, Reddy PN, Zielinski MD, Richardson CJ, Elsbernd TA, et al. Multicenter study of crystalloid boluses and transfusion in pediatric trauma-When to go to blood? J Trauma Acute Care Surg. 2018;85(1):108-12.
116. Elkbuli A, Zajd S, Ehrhardt JD, McKenney M, Boneva D. Aggressive Crystalloid Resuscitation Outcomes in Low-Severity Pediatric Trauma. J Surg Res. 2020;247:350-5.
117. Schauer SG, April MD, Becker TE, Cap AP, Borgman MA. High crystalloid volumes negate benefit of hemostatic resuscitation in pediatric wartime trauma casualties. J Trauma Acute Care Surg. 2020;89(2S Suppl 2): S185-S91.
118. Edwards MJ, Lustik MB, Clark ME, Creamer KM, Tuggle D. The effects of balanced blood component resuscitation and crystalloid administration in pediatric trauma patients requiring transfusion in Afghanistan and Iraq 2002 to 2012. J Trauma Acute Care Surg. 2015;78(2):330-5.
119. Zhu H, Chen B, Guo C. Aggressive crystalloid adversely affects outcomes in a pediatric trauma population. Eur J Trauma Emerg Surg. 2019.
120. Nadler R, Mozer-Glassberg Y, Gaines B, Glassberg E, Chen J. The Israel Defense Forces experience with freeze-dried plasma for the resuscitation of traumatized pediatric patients. J Trauma Acute Care Surg. 2019;87(6): 1315-20.
121. Cannon JW, Khan MA, Raja AS, et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg. 2017;82(3):605-17.
122. Kanani AN, Hartshorn S. NICE clinical guideline NG39: Major trauma: assessment and initial management. Arch Dis Child Educ Pract Ed. 2017;102(1):20-3.
123. Brinck T, Handolin L, Lefering R. The Effect of Evolving Fluid Resuscitation

on the Outcome of Severely Injured Patients: An 8-year Experience at a Tertiary Trauma Center. Scand J Surg. 2016;105(2):109-16.
124. Tran A, Yates J, Lau A, Lampron J, Matar M. Permissive hypotension versus conventional resuscitation strategies in adult trauma patients with hemorrhagic shock: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Trauma Acute Care Surg. 2018;84(5):802-8.
125. Albreiki M, Voegeli D. Permissive hypotensive resuscitation in adult patients with traumatic haemorrhagic shock: a systematic review. Eur J Trauma Emerg Surg. 2018;44(2):191-202.
126. CRASH-3 trial collaborators. Effects of tranexamic acid on death, disability, vascular occlusive events and other morbidities in patients with acute traumatic brain injury (CRASH-3): a randomised, placebo-controlled trial. Lancet (London, England). 2019;394(10210):1713-23.
127. Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, et al. Part 14: pediatric advanced life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2010;122(18 Suppl 3):S876-908.
128. Matthews IL, Bjornstad PG, Kaldestad RH, Heiberg L, Thaulow E, Gronn M. The impact of shunt size on lung function in infants with univentricular heart physiology. Pediatr Crit Care Med. 2009;10(1):60-5.
129. Hoffman GM, Tweddell JS, Ghanayem NS, et al. Alteration of the critical arteriovenous oxygen saturation relationship by sustained afterload reduction after the Norwood procedure. J Thorac Cardiovasc Surg. 2004;127(3):738-45.
130. Tajik M, Cardarelli MG. Extracorporeal membrane oxygenation after cardiac arrest in children: what do we know? Eur J Cardiothorac Surg. 2008;33(3):409-17.
131. Raymond TT, Cunnyngham CB, Thompson MT, Thomas JA, Dalton HJ, Nadkarni VM. Outcomes among neonates, infants, and children after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for refractory inhospital pediatric cardiac arrest: a report from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. Pediatr Crit Care Med. 2010;11(3):362-71.
132. Galie N, Humbert M, Vachiery JL, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the

diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). Euro Heart J. 2016;37(1):67-119.

133. Yin N, Kaestle S, Yin J, et al. Inhaled nitric oxide versus aerosolized iloprost for the treatment of pulmonary hypertension with left heart disease. Crit Care Med. 2009;37(3):980-6.
134. Kirbas A, Yalcin Y, Tanrikulu N, Gurer O, Isik O. Comparison of inhaled nitric oxide and aerosolized iloprost in pulmonary hypertension in children with congenital heart surgery. Cardiol J. 2012;19(4):387-94.
135. Marino BS, Tabbutt S, MacLaren G, et al. Cardiopulmonary resuscitation in infants and children with cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2018;137(22):e691-e782.
136. Casadonte JR, Mazwi ML, Gambetta KE, et al. Risk factors for cardiac arrest or mechanical circulatory support in children with fulminant myocarditis. Pediatr Cardiol. 2017;38(1):128-34.
137. Conrad SJ, Bridges BC, Kalra Y, Pietsch JB, Smith AH. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation among patients with structurally normal hearts. ASAIO J. 2017;63(6):781-6.
138. Wu HP, Lin MJ, Yang WC, Wu KH, Chen CY. Predictors of extracorporeal membrane oxygenation support for children with acute myocarditis. Biomed Res Int. 2017;2017:2510695.
139. Berg RA, Morgan RW, Reeder RW, et al. Diastolic blood pressure threshold during pediatric cardiopulmonary resuscitation and survival outcomes: a multicenter validation study. Crit Care Med. 2023;51(1):91-102.
140. Berg RA, Sutton RM, Reeder RW, et al. Association between diastolic blood pressure during pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation and survival. Circulation. 2018;137(17):1784-95.
141. Pokorna M, Necas E, Kratochvil J, Skripsky R, Andrlik M, Franek O. A sudden

increase in partial pressure end-tidal carbon dioxide (P(ET)CO(2)) at the moment of return of spontaneous circulation. J Emerg Med. 2010;38(5):614-21.
142. Berg RA, Reeder RW, Meert KL, et al. End-tidal carbon dioxide during pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation. 2018;133:173-9.
143. Buick JE, Wallner C, Aickin R, et al. Paediatric targeted temperature management post cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation. 2019;139:65-75.
144. Lin JJ, Lin CY, Hsia SH, et al. 72-h therapeutic hypothermia improves neurological outcomes in paediatric asphyxial out-of- hospital cardiac arrest-An exploratory investigation. Resuscitation. 2018;133:180-6.
145. Doherty DR, Parshuram CS, Gaboury I, et al. Hypothermia therapy after pediatric cardiac arrest. Circulation. 2009;119(11):1492-500.
146. Kessler SK, Topjian AA, Gutierrez-Colina AM, et al. Short-term outcome prediction by electroencephalographic features in children treated with therapeutic hypothermia after cardiac arrest. Neurocrit Care. 2011;14(1):37-43.
147. Bennett KS, Clark AE, Meert KL, et al. Early oxygenation and ventilation measurements after pediatric cardiac arrest: lack of association with outcome. Crit Care Med. 2013;41(6):1534-42.
148. Holmberg MJ, Nicholson T, Nolan JP, et al. Oxygenation and ventilation targets after cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation. 2020;152:107-15.
149. Del Castillo J, Lopez-Herce J, Matamoros M, et al. Hyperoxia, hypocapnia and hypercapnia as outcome factors after cardiac arrest in children. Resuscitation. 2012;83(12):1456-61.
150. van Zellem L, de Jonge R, van Rosmalen J, Reiss I, Tibboel D, Buysse C. High cumulative oxygen levels are associated with improved survival of children treated with mild therapeutic hypothermia after cardiac arrest. Resuscitation. 2015;90:150-7.
151. Topjian AA, French B, Sutton RM, et al. Early postresuscitation hypotension is associated with increased mortality following pediatric cardiac arrest. Crit Care Med. 2014;42(6):1518-23.

152. Gardner MM, Hehir DA, Reeder RW, et al. Identification of post-cardiac arrest blood pressure thresholds associated with outcomes in children: an ICU-Resuscitation study. Critical Care. 2023; 27(1):388.
153. Laverriere EK, Polansky M, French B, Nadkarni VM, Berg RA, Topjian AA. Association of duration of hypotension with survival after pediatric cardiac arrest. Pediatr Crit Care Med. 2020;21(2):143-9.
154. Topjian AA, Telford R, Holubkov R, et al. Association of Early Postresuscitation Hypotension With Survival to Discharge After Targeted Temperature Management for Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest: Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. JAMA Pediatr. 2018;172(2):143-53.
155. Topjian AA, Sutton RM, Reeder RW, et al. The association of immediate post cardiac arrest diastolic hypertension and survival following pediatric cardiac arrest. Resuscitation. 2019;141:88-95.
156. Lin YR, Li CJ, Wu TK, et al. Post-resuscitative clinical features in the first hour after achieving sustained ROSC predict the duration of survival in children with non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest. Resuscitation. 2010;81(4):410-7.
157. Lin YR, Wu HP, Chen WL, et al. Predictors of survival and neurologic outcomes in children with traumatic out-of-hospital cardiac arrest during the early postresuscitative period. J Trauma Acute Care Surg. 2013;75(3):439-47.
158. Young MN, Hollenbeck RD, Pollock JS, et al. Higher achieved mean arterial pressure during therapeutic hypothermia is not associated with neurologically intact survival following cardiac arrest. Resuscitation. 2015;88:158-64.
159. Zaritsky A, Chernow B. Use of catecholamines in pediatrics. The Journal of pediatrics. 1984;105(3):341-50.
160. Bellomo R, Chapman M, Finfer S, Hickling K, Myburgh J. Low-dose dopamine in patients with early renal dysfunction: a placebo-controlled randomised trial. Australian and New Zealand Intensive Care Society (ANZICS) Clinical Trials Group. Lancet (London, England). 2000;356(9248):2139-43.
161. Ushay HM, Notterman DA. Pharmacology of pediatric resuscitation. Pediatr Clin North Am. 1997;44(1):207-33.

162. Ruffolo RR Jr, Spradlin TA, Pollock GD, Waddell JE, Murphy PJ. Alpha and beta adrenergic effects of the stereoisomers of dobutamine. J Pharmacol Exp Ther. 1981;219(2):447-52.
163. Barton P, Garcia J, Kouatli A, et al. Hemodynamic effects of i.v. milrinone lactate in pediatric patients with septic shock. A prospective, double-blinded, randomized, placebo-controlled, interventional study. Chest. 1996;109(5):1302-12.
164. Herman ST, Abend NS, Bleck TP, et al. Consensus statement on continuous EEG in critically ill adults and children, part I: indications. J Clin Neurophysiol. 2015;32(2):87-95.
165. Abend NS, Topjian A, Ichord R, et al. Electroencephalographic monitoring during hypothermia after pediatric cardiac arrest. Neurology. 2009;72(22):1931-40.
166. Topjian AA, Gutierrez-Colina AM, Sanchez SM, et al. Electrographic status epilepticus is associated with mortality and worse short-term outcome in critically ill children. Crit Care Med. 2013;41(1):215-23.
167. Ostendorf AP, Hartman ME, Friess SH. Early Electroencephalographic Findings Correlate With Neurologic Outcome in Children Following Cardiac Arrest. Pediatr Crit Care Med. 2016;17(7):667-76.
168. Bongiovanni F, Romagnosi F, Barbella G, et al. Standardized EEG analysis to reduce the uncertainty of outcome prognostication after cardiac arrest. Intensive Care Med. 2020;46(5):963-72.
169. Spalletti M, Carrai R, Scarpino M, et al. Single electroencephalographic patterns as specific and time-dependent indicators of good and poor outcome after cardiac arrest. Clin Neurophysiol. 2016;127(7):2610-7.
170. Topjian AA, Sanchez SM, Shults J, Berg RA, Dlugos DJ, Abend NS. Early Electroencephalographic Background Features Predict Outcomes in Children Resuscitated From Cardiac Arrest. Pediatr Crit Care Med. 2016;17(6):547-57.
171. Ducharme-Crevier L, Press CA, Kurz JE, Mills MG, Goldstein JL, Wainwright MS. Early Presence of Sleep Spindles on Electroencephalography Is Associated With Good Outcome After Pediatric Cardiac Arrest. Pediatr Crit Care Med. 2017;18(5):452-60.
172. Brophy GM, Bell R, Claassen J, et al. Guidelines for the evaluation and

management of status epilepticus. Neurocrit Care. 2012;17(1):3-23.
173. Brooks GA, Park JT. Clinical and electroencephalographic correlates in pediatric cardiac arrest: experience at a tertiary care center. Neuropediatrics. 2018;49(05):324-9.
174. Abend NS, Topjian AA, Kessler SK, et al. Outcome prediction by motor and pupillary responses in children treated with therapeutic hypothermia after cardiac arrest. Pediatric Crit Care Med. 2012;13(1):32-8.
175. Lin JJ, Hsu MH, Hsia SH, et al. Epileptiform discharge and electrographic seizures during the hypothermia phase as predictors of rewarming seizures in children after resuscitation. J Clin Med. 2020;9(7):2151.
176. Fink EL, Berger RP, Clark RS, et al. Serum biomarkers of brain injury to classify outcome after pediatric cardiac arrest. Crit Care Med. 2014;42(3):664-74.
177. Nishisaki A, Sullivan III J, Steger B, et al. Retrospective analysis of the prognostic value of electroencephalography patterns obtained in pediatric in-hospital cardiac arrest survivors over three years. Pediatr Crit Care Med. 2007;8(1):81.
178. Oualha M, Gatterre P, Boddaert N, et al. Early diffusion-weighted magnetic resonance imaging in children after cardiac arrest may provide valuable prognostic information on clinical outcome. Intensive Care Med. 2013;39(7):1306-12.
179. Topjian AA, Zhang B, Xiao R, et al. Multimodal monitoring including early EEG improves stratification of brain injury severity after pediatric cardiac arrest. Resuscitation. 2021;167:282-8.
180. Fink EL, Panigrahy A, Clark R, et al. Regional brain injury on conventional and diffusion weighted MRI is associated with outcome after pediatric cardiac arrest. Neurocrit Care. 2013;19(1):31-40.
181. López-Herce J, del Castillo J, Matamoros M, et al. Post return of spontaneous circulation factors associated with mortality in pediatric in-hospital cardiac arrest: a prospective multicenter multinational observational study. Crit Care (London, England). 2014;18(6):607.
182. Moler FW, Silverstein FS, Holubkov R, et al. Therapeutic Hypothermia after In-Hospital Cardiac Arrest in Children. N Engl J Med. 2017;376(4):318-29.

183. Moler FW, Silverstein FS, Holubkov R, et al. Therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest in children. N Engl J Med. 2015;372(20):1898-908.
184. Meert KL, Delius R, Slomine BS, et al. One-Year Survival and Neurologic Outcomes After Pediatric Open-Chest Cardiopulmonary Resuscitation. Ann Thorac Surg. 2019;107(5):1441-6.
185. Bangshøj J, Liebetrau B, Wiberg S, et al. The Value of the Biomarkers Neuron-Specific Enolase and S100 Calcium-Binding Protein for Prediction of Mortality in Children Resuscitated After Cardiac Arrest. Pediatr Cardiol. 2022;43(7):1659-65.
186. Fink EL, Kochanek PM, Panigrahy A, et al. Association of Blood-Based Brain Injury Biomarker Concentrations With Outcomes After Pediatric Cardiac Arrest. JAMA Netw Open. 2022;5(9): e2230518.
187. Kramer P, Miera O, Berger F, Schmitt K. Prognostic value of serum biomarkers of cerebral injury in classifying neurological outcome after paediatric resuscitation. Resuscitation. 2018;122:113-20.
188. Fung FW, Topjian AA, Xiao R, Abend NS. Early EEG Features for Outcome Prediction After Cardiac Arrest in Children. J Clin Neurophysiol. 2019;36(5): 349-57.
189. Smith AE, Ganninger AP, Mian AY, Friess SH, Guerriero RM, Guilliams KP. Magnetic resonance imaging adds prognostic value to EEG after pediatric cardiac arrest. Resuscitation. 2022;173:91-100.
190. Topjian AA, Sánchez SM, Shults J, Berg RA, Dlugos DJ, Abend NS. Early Electroencephalographic Background Features Predict Outcomes in Children Resuscitated From Cardiac Arrest. Pediatr Crit Care Med. 2016;17(6):547-57.
191. Yang D, Ryoo E, Kim HJ. Combination of Early EEG, Brain CT, and Ammonia Level Is Useful to Predict Neurologic Outcome in Children Resuscitated From Cardiac Arrest. Front Pediatr. 2019;7:223.
192. Bach AM, Kirschen MP, Fung FW, et al. Association of EEG Background With Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Neuroimaging and Short-Term Outcomes After Pediatric Cardiac Arrest. Neurology. 2024;102(5):e209134.
193. Kirschen MP, Licht DJ, Faerber J, et al. Association of MRI Brain Injury With

Outcome After Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Neurology. 2021;96(5):e719-e31.
194. Smith AE, Friess SH. Neurological Prognostication in Children After Cardiac Arrest. Pediatr Neurol. 2020;108:13-22.
195. Yacoub M, Birchansky B, Mlynash M, et al. The prognostic value of quantitative diffusion-weighted MRI after pediatric cardiopulmonary arrest. Resuscitation. 2019;135:103-9.
196. Fink EL, Wisnowski J, Clark R, et al. Brain MR imaging and spectroscopy for outcome prognostication after pediatric cardiac arrest. Resuscitation. 2020;157:185-94.
197. Kirschen MP, Berman JI, Liu H, et al. Association Between Quantitative Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Neuroimaging and Outcome After Pediatric Cardiac Arrest. Neurology. 2022;99(23):e2615-e26.
198. Starling RM, Shekdar K, Licht D, Nadkarni VM, Berg RA, Topjian AA. Early Head CT Findings Are Associated With Outcomes After Pediatric Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Pediatr Crit Care Med. 2015;16(6):542-8.
199. Yang D, Ha SG, Ryoo E, Choi JY, Kim HJ. Multimodal assessment using early brain CT and blood pH improve prediction of neurologic outcomes after pediatric cardiac arrest. Resuscitation. 2019;137:7-13.
200. Gold KJ, Gorenflo DW, Schwenk TL, Bratton SL. Physician experience with family presence during cardiopulmonary resuscitation in children. Pediatr Crit Care Med. 2006;7(5):428-33.
201. Halm MA. Family presence during resuscitation: a critical review of the literature. Am J Crit Care. 2005;14(6):494-511.
202. Tinsley C, Hill JB, Shah J, et al. Experience of families during cardiopulmonary resuscitation in a pediatric intensive care unit. Pediatrics. 2008;122(4):e799-804.
203. Engel KG, Barnosky AR, Berry-Bovia M, Desmond JS, Ubel PA. Provider experience and attitudes toward family presence during resuscitation procedures. J Palliat Med. 2007;10(5):1007-9.
204. Eckart RE, Scoville SL, Campbell CL, et al. Sudden death in young adults: a 25-year review of autopsies in military recruits. Ann Intern Med. 2004;141(11):829-34.

205. Albert CM, Nam EG, Rimm EB, et al. Cardiac sodium channel gene variants and sudden cardiac death in women. Circulation. 2008;117(1):16-23.
206. Torkamani A, Muse ED, Spencer EG, et al. Molecular Autopsy for Sudden Unexpected Death. JAMA. 2016;316(14):1492-4.
207. Chugh SS, Senashova O, Watts A, et al. Postmortem molecular screening in unexplained sudden death. J Am Coll Cardiol. 2004;43(9):1625-9.
208. Holmberg MJ, Wiberg S, Ross CE, et al. Trends in survival after pediatric in-hospital cardiac arrest in the United States. Circulation. 2019;140(17):1398-408.
209. Foronda C, VanGraafeiland B, Quon R, Davidson P. Handover and transport of critically ill children: An integrative review. Int J Nurs Stud. 2016;62:207-25.
210. Reis AG, Nadkarni V, Perondi MB, Grisi S, Berg RA. A prospective investigation into the epidemiology of in-hospital pediatric cardiopulmonary resuscitation using the international Utstein reporting style. Pediatrics. 2002;109(2):200-9.
211. Lopez-Herce J, Garcia C, Dominguez P, et al. Characteristics and outcome of cardiorespiratory arrest in children. Resuscitation. 2004;63(3):311-20.

제8장

신생아소생술

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제8장

신생아소생술

허주선[1], 정영화[1], 조수진[2], 이정현[3], 김애란[4], 설현주[5], 이기수[6], 오아영[7], 명혜진[8], 김도균[9], 김태윤[10], 손유동[11], 오윤희[12], 윤준성[13], 이미진[14], 이지숙[15], 이창희[16], 장영빈[17], 장용수[11], 정성필[17], 조규종[11], 차경철[18], 황성오[18], 심규홍[19], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 신생아소생술 위원회

서울대학교 의과대학 소아과학교실[1], 이화여자대학교 의과대학 소아과학교실[2], 가톨릭대학교 의과대학 성빈센트병원 소아청소년과[3], 울산대학교 의과대학 서울아산병원 명예교수[4], 고려대학교 구로병원 산부인과[5], 계명대학교 동산병원 산부인과[6], 서울대학교 의과대학 분당서울대병원 마취통증의학과[7], 서울대학교병원 신생아중환자실 현장교육전담간호사[8], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[9], 인하대학교 의과대학 응급의학교실[10], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[11], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[12], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[13], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[14], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[15], 남서울대학교 응급구조학과[16], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[17], 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[18], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[19]

출생은 자궁 내 환경에서 자궁 외 환경으로의 급격한 전환 과정으로, 신생아는 태반을 통한 가스교환에서 폐호흡으로 원활히 적응하기 위해 복잡하고 상호 의존적인 생리적 기전을 거쳐야 한다. 폐가 팽창하면서 폐혈관 저항은 급격히 감소하고, 이에 따른 폐혈류 증가가 좌심실 충만과 심박출량 유지를 가능하게 하여 관상동맥과 뇌혈류의 안정적 공급을 보장한다.[1,2] 이러한 전이 과정은 신생아의 생존과 향후 발달에 핵심적이다.

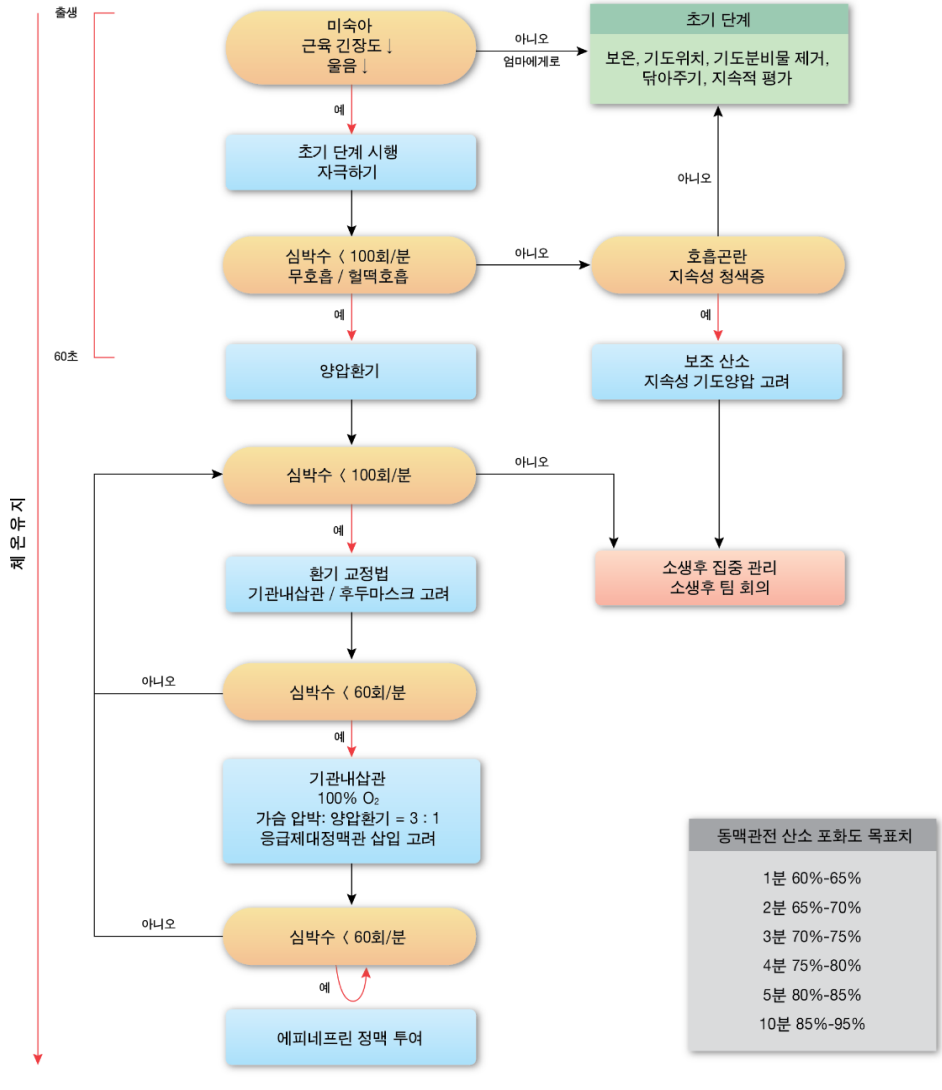
대부분의 만삭아(약 85%)는 출생 후 중재 없이 자발 호흡을 시작하나, 약 10%는 기도개방, 자극과 같은 단순한 도움을, 약 5%는 양압환기를 필요로 한다. 기관내삽관은 0.4-2%, 가슴압박은 0.3% 미만, 에피네프린은 0.05%의 신생아에게 적용된다.[3-9] 이처럼 대부분의 신생아는 별다른 개입 없이 성공적으로 적응하지만, 여전히 전 세계적으로 수많은 출생 현장에서 적절한 소생술 시행 여부가 신생아의 생존과 합병증 예방을 좌우한다.

2025년 한국 신생아소생술 가이드라인은 국내외 최신 근거를 종합하여 도출된 의학적 권고이다. 본 가이드라인은 국제소생술교류위원회(ILCOR)의 2025년 과학적 합의 및 치료 권고(Consensus

on Science and Treatment Recommendations)를 근간으로 하되, 국내 임상 현실과 보건의료 환경을 고려하여 수용·개작(adaptation) 형식으로 정리하였다.

이 가이드라인은 출생 직후 신생아의 소생술 적용에 있어 최신 과학적 근거와 임상적 타당성을 반영함으로써, 국내 의료진에게 표준화된 진료 지침을 제공하고, 나아가 신생아 생존율과 예후 향상에 기여할 것을 목적으로 한다.

1. 신생아소생술 순서 요약([그림 8-1])



[그림 8-1] 신생아소생술 알고리즘

1) 탯줄 관리(분만 직후)

- 활발하여 추가 소생이 필요 없는 만삭아, 후기 미숙아는 탯줄을 최소 60초 이상 지연하여 결찰할 것을 제안한다.
- 만삭아, 후기 미숙아 중 활발하지 않은 경우에는 조기 탯줄 결찰 대신 탯줄 결찰 전 용출을 고려한다.
- 임신 나이 37주 미만의 미숙아 중 즉각 소생이 필요하지 않은 경우에는 탯줄 결찰을 최소 60초 이상 지연할 것을 권장한다.
- 임신 나이 28주에서 36주 6일 사이의 미숙아에게 지연 탯줄 결찰을 시행하지 않은 경우, 탯줄 결찰 전 용출이 합리적 대안이 될 수 있다.
- 임신 나이 28주 미만에서는 탯줄 결찰 전 용출을 권고하지 않는다.

2) 소생술 필요 여부를 구별하기 위한 3가지 질문

① 미숙아인가?
② 근육 긴장도가 떨어지는가?
③ 잘 울지 못하거나 숨을 잘 못 쉬는가?

만삭아이고 근육 긴장도 및 울음이 양호한 신생아는 엄마에게로 옮겨 피부 접촉을 유지한 채로 초기 단계를 시행한다. 위의 3가지 질문 중 하나라도 '예'에 해당하면 소생술 단계를 시행하기 위해 복사 온열기(radiant warmer)로 옮긴다.

3) 초기 단계

보온 및 체온 유지, 기도 확보를 위한 아기 자세, 필요시 기도 분비물 제거, 닦아주기, 자극하기

4) 호흡 및 심장박동수 평가

- 심박수가 분당 100회 이상이지만 호흡곤란 또는 지속성 청색증을 동반하는 경우에는 맥박 산소측정법으로 산소포화도를 감시하며 필요하면 보조 산소 또는 지속적 기도양압을 고려한다.
- 심박수가 분당 100회 미만이거나 무호흡 또는 헐떡호흡을 보일 때는 산소포화도 감시와 함께 심전도 모니터링을 고려하고 바로 양압환기를 적용한다. 출생 직후 약 60초 이내(the Golden Minute) 호흡 보조개시가 이루어지도록 한다.

5) 호흡 보조시의 산소 투여

- 만삭아 및 임신 나이 35주 이상의 후기 미숙아는 흡입 산소 농도 21%로 호흡 보조를 시작할 것을 제안한다.
- 임신 나이 32주 미만의 미숙아에게는 30% 이상의 흡입 산소 농도로 소생술을 시작하는 것이 타당하지만 임신 나이 32주부터 35주 미만의 미숙아에게는 적정 흡입 산소 농도에 대한 권고를 내리기에 근거가 불충분하다. 어떤 초기 흡입 산소 농도를 사용하든지, 산소포화도 모니터링과 개별화된 흡입 산소 농도의 조절이 필요할 수 있다.

6) 양압환기 시 흉곽 움직임이 관찰되지 않거나 심박수가 지속적으로 분당 100회 미만이면 환기 방법을 교정하여 점검한다. 필요하면 기관내삽관 또는 성문상 기도기의 삽입을 고려한다.

7) 적절한 양압환기를 30초 이상 적용했음에도 심박수가 분당 60회 미만인 경우, 기관내삽관을 시행하고 3:1 비율로 가슴압박과 양압환기를 시행한다. 낮은 흡입 산소 농도에 반응이 없다면, 산소 농도를 100% 까지 높일 수 있다. 추가적인 약물, 혈장 확장 수액의 투여를 위한 응급 탯줄 정맥카테터의 삽입을 고려한다.

8) 적절한 양압환기와 가슴압박을 60초 이상 적용했음에도 불구하고 심박수가 지속적으로 분당 60회 미만일 때 1:10,000 에피네프린을 0.01-0.03 mg/kg의 용량으로 정맥주사로 투여하며 3-5분 간격으로 반복 투여할 수 있다. 만약 반응이 없으면, 저혈량, 기흉 등 다른 원인을 고려한다. 위의 소생술에 반응이 없는 상태에서 실혈이 확인되거나 의심될 경우 혈장 확장 수액을 투여한다.

2. 신생아소생술 적용 대상

신생아소생술은 주로 양수로 가득 찬 자궁에서 외부 환경으로 전환하는 '출생 직후' 신생아(newly born)에 적용된다.[10,11] '출생 직후' 시기는 분만 직후부터 분만실에서 소생과 안정화가 끝날 때까지를 의미한다. 다만, 이행기 이후라도 신생아기(출생 후 28일까지)에는 심혈관계 부전의 일차 원인이 호흡기 문제와 연관된 가스교환 장애인 경우 신생아소생술을 적용할 수 있으며, 신생아 집중치료실 입원 중인 경우에는 퇴원 시까지 적용할 수 있다.[11] 이 시기라도 심장 수술을 받은 후 또는 이미 알려진 심장 부정맥이 있는 경우 등에서 심장 문제에 기인한 심장정지가 발생한 경우에는 소아 소생술을 적용하는 것이 타당하다.[12]

3. 신생아소생술 필요 여부의 예측

신생아에 대한 소생술을 위해서는, 주산기 위험 인자의 사전 평가가 이루어져야 하며, 위험도에 따라 적절한 의료 인력이 신속히 동원될 수 있는 체계가 갖추어져야 한다. 또한 즉시 사용 가능한 의료 기구와 물품이 준비되어야 하고, 효과적인 팀워크와 숙련된 의료 술기가 보장되어야 한다. 병원 분만에서는 모든 출생 상황에서 신생아에게 문제가 발생할 수 있으므로, 적절한 소생술 기술을 갖춘 인력을 즉시 투입할 수 있는 체계가 마련되어야 한다.[10,11] 예상되는 위험 수준에 따라 신생아소생술에 대한 충분한 경험과 훈련을 갖춘 의료진이 분만에 참석해야 하며,[11] 심각한 주산기 위험 인자를 가진 신생아를 치료할 때는 가슴압박, 기관내삽관, 응급 탯줄 정맥카테터 삽입과 같은 고급 소생술을 시행할 수 있는 추가 인력을 반드시 확보해야 한다.[13]

소생술에 필요한 장비와 환경은 항상 사용 가능한 상태로 유지해야 하며, 정기적인 점검을 통해 준비 상태를 확인해야 한다. 장비는 누구나 쉽게 접근할 수 있도록 표준화된 방식으로 정리·배치되어야 하며, 배치 과정에서는 인적 요인을 고려하여 효율성을 극대화하고 시간 지연을 최소화해야 한다.[12] 신생아소생술을 시행할 때 물품이 제대로 준비되어 있지 않거나 또는 기능이 제대로 작동하지 않는 경우 효과적인 소생술이 이루어질 수 없으므로, 표준화된 체크리스트를 만들어 활용하는 것이 권장된다.[11]

주산기 위험인자가 있는 분만에서는 소생술을 위한 전문 팀을 구성하고 팀 리더를 지정해야 한다. 분만 전의 팀 브리핑은 중요한 과정으로 실시할 것을 권장한다.[12] 팀 브리핑에서 관련 임상 정보를 공유하고 위험 요인을 검토하며, 팀원의 역할과 과제를 명확히 배정한다. 또한 장비 상태를 확인하고 인력 배치를 점검하며, 필요한 경우 가족에게 사전 설명을 통해 준비를 돕는다. 이러한 항목은 체크리스트 및 인지 보조 도구를 활용하여 체계적으로 점검함으로써, 팀원 간의 정보 공유를 강화하고 인지 부담을 줄이며, 단기적인 수행 능력 향상을 기대할 수 있다.[14-17]

4. 탯줄 관리

1) 만삭아와 후기 미숙아

2021년 메타 분석에 따르면, 만삭아 및 임신 나이 34주 이상 후기 미숙아의 30초 이상 탯줄 지연 결찰은 탯줄 조기 결찰에 비해 출생 후 24시간과 7일 이내의 혈색소와 헤마토크릿 수치가 더 높았고, 생후 3-6개월의 낮은 페리틴 발생률을 낮추었다.[18,19] 반면 신생아 사망률, 소생술 필요성, 신생아 중환자실 입원, 아동기 신경발달, 모성 결과에는 뚜렷한 차이가 없었다. 지연 시간을 60초 이상과 60초 미만으로 비교한 분석에서는 출생 시 혈색소가 60초 이상 지연군에서 더 높았으나, 그 외 임상 결과의 유의한 차이는 없었다. 다만 단일 연구에서 60초 이상 지연군의 조기 아동기 신경발달 점수가 더 우수했다고 보고하였다.[20] 이를 바탕으로, 출생 직후 활발하여 추가적인 소생술이 필요 없는 신생아의 경우, 탯줄을 최소 60초 이상 지연하여 결찰할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[20-65] 다만, 본 권고안은 국내 의료 환경과 인력 상황을 고려하여 각 의료기관이 자율적으로 적용할 수 있도록 한다.

만삭아 및 임신 나이 34주 이상의 후기 미숙아 중 출생 직후 활발하지 않은 경우를 대상으로 탯줄 결찰 전 용출(intact cord milking)을 탯줄 조기 결찰과 비교한 무작위대조연구 결과, 탯줄 결찰 전 용출군에서 중증도-중증의 뇌병증의 위험이 감소하는 것과 함께 출생 후 24시간 이내 헤모글로빈 수치가 높은 것을 확인하였다.[66,67] 따라서 이 경우, 탯줄 조기 결찰 대신 탯줄 결찰 전 용출을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도). 탯줄 결찰 전 용출은 제공자가 20 cm의 탯줄을 2초에 걸쳐 용출하고, 이를 세 번 더 반복하는 방식을 고려할 수 있다. 탯줄 유지 소생술(intact cord resuscitation)에 대해서는 권고하거나 또는 반대할 만한 충분한 근거가 없다.[68-71]

2) 미숙아

임신 나이 37주 미만에서 태어난 미숙아 중 출생 시 양압환기 이상의 즉각적인 소생술이 필요하지 않은 경우, 탯줄을 최소 60초 이상 지연하여 결찰할 것을 권고한다(강한 권고, 중간 확신도).[42,72-90] 임신 나이 28주 0일에서 36주 6일 사이에 태어난 미숙아 중 탯줄 지연 결찰을 시행하지 않는 경우, 탯줄 조기 결찰 대신 탯줄 결찰 전 용출이 24시간 이내 높은 헤마토크릿 수치를 보였으며, 적혈구 수혈을 낮추는 것으로 확인되어, 영아의 혈액학적 결과를 개선하기 위한 합리적인 대안이 될 수 있다. 다만 개별적인 산모와 신생아의 상황을 고려해야 한다(조건부 권고, 낮은 확신도).[36,54,76,81,83,91-103] 임신 나이 28주 미만에서 태어난 미숙아에게는 이전과 동일하게 탯줄 결찰 전 용출을 권고하지 않으며(약한 권고, 낮은 확신도),[76,81,83,104-115] 이 주수의 미숙아의 탯줄 결찰 후 용출에 대해서는 근거가 불충분하다.[116] 출생 시 소생술이 필요한 임신 나이 37주 미만의 미숙아에 대해서는 탯줄 관리에 대한 권고를 내리기에 근거가 불충분하다.

이러한 권고와는 별도로, 다태아, 선천성 기형 태아, 전치 태반, 분만 전 출혈, 임신성 당뇨, 임신성 고혈압 질환, 탯줄 이상, 자궁 내 성장지연, Category III 태아 심박동 이상, 태변 착색 양수 등의 상황에서는 탯줄 조기 결찰을 우선 고려하거나, 개별 상황에 따라 결정해야 한다.[117]

5. 초기 단계

1) 체온 유지

(1) 출생 직후 만삭아와 후기 미숙아의 적정 체온 유지

임신 나이 34주 이상의 후기 미숙아와 만삭아의 경우, 정상 체온을 유지하기 위해 23 ℃의 실내 온도를 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[118] 소생술이 필요한 경우, 후기 미숙아나 만삭아는 온열기 아래에서 소생술을 시행하고, 소생술이 필요하지 않은 경우라면, 정상 체온을 유지하기 위해 산모와 피부 접촉 케어를 하는 것을 권고한다. 다만, 피부 접촉을 통한 체온 관리가 불가능한 상황에서는 플라스틱 백이나 랩을 사용하는 것을 고려해 볼 수 있다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[119-124]

(2) 출생 직후 미숙아의 적정 체온 유지

임신 나이 34주 미만의 미숙아는 적정 체온 유지를 위해 아래의 보온 방법 중 다수를 접목하여야 효과적이다. 분만 장소의 실내 온도는 23 ℃ 이상으로 유지할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[125-129]

미숙아의 체온 유지를 위해 플라스틱 백이나 랩의 사용과 모자의 사용을 강하게 권장하며(강한 권고, 중간 확신도),[130-142] 보온 매트리스의 사용을 고려해 볼 수 있다(조건부 권고, 낮은 확신도). 다만 두 경우 모두 고체온에 대한 감시와 관리가 필요하다. 호흡보조장치를 사용하는 경우, 설비가 갖춰져 있다면, 가온 가습한 가스를 이용해 볼 수 있다(조건부 권고, 매우 낮은 확신도).[143,144]

보온을 위한 시설과 장비가 부족하다면, 산모와 아기가 피부를 맞대는 접촉을 체온 유지를 위해 고려할 수 있다(보편타당한 권고).

(3) 저체온을 보이는 신생아의 재가온(rewarming) 속도

출생 후 의도치 않게 저체온을 보이는 신생아의 경우, 재가온을 해야 하지만 빠른 재가온(≥ 0.5 ℃/시간)과 느린 재가온(〈0.5 ℃/시간) 중 어느 방법이 효과적인지에 대한 근거가 부족하다.[145] 다만 재가온 속도와 관계없이 각 기관마다 신생아 재가온의 프로토콜을 이용하여 체온을 올려 줘야

한다. 재가온 도중에는 신생아의 체온을 자주 또는 지속적으로 모니터링해서 고열이 발생하지 않도록 주의해야 하며, 저체온을 보인 신생아는 저혈당의 위험이 있으므로 혈당 검사가 필요하다(보편타당한 권고).

2) 기도 확보를 위한 아기 자세

아기를 등이 아래로 가도록 눕히고, 머리와 목을 중립 또는 약간 젖힌 상태로 둔다. 눈은 천장을 향해 있으면서 아침 공기를 맡는 자세(morning sniffing position)가 되도록 자세를 잡는다. 과도한 신전이나 과도한 굴곡은 기도 개방을 오히려 방해할 수 있으므로 피해야 하며, 미숙아나 후두부가 큰 아기에게는 어깨 밑에 작은 수건(rolled towel)을 받쳐 주면 올바른 자세 유지에 도움이 될 수 있다.

3) 기도 청소

(1) 양수가 깨끗할 때(투명한 양수 흡입)

출생 시 신생아의 코와 입에서 맑은 양수를 일률적으로 흡입하지 않도록 하며(약한 권고, 매우 낮은 확신도), 기도폐쇄가 의심되는 경우에는 자세 잡기와 흡입을 고려해야 한다(보편타당한 권고).[146,147]

(2) 태변이 착색된 양수일 때(활력이 약한 신생아에서 태변의 기관 흡입)

태변이 착색된 양수에서 분만한 '활발하지 않은'(심박수 분당 100회 미만, 근육 긴장도 저하, 호흡 노력 감소) 신생아의 경우, 소생술 시작 시 일률적인 후두경 삽입 및 기도 내 태변 흡입은 권고하지 않으며, 즉시 양압환기를 적용해 호흡을 빨리 회복할 수 있도록 소생술을 시행해야 한다.[148-152] 다만, 양압환기 도중 태변으로 인한 기도폐쇄가 의심될 때는 기관내삽관을 통한 기도 내 태변 흡입이 필요할 수 있다.

4) 자극하기(출생 직후 소생을 위한 촉각 자극)

출생 직후 호흡이 없거나 간헐적이거나 얕은 신생아에게 체온 유지를 위한 조치와 함께 촉각 자극을 추가하는 것이 합리적이다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[153-157] 그러나 촉각 자극으로 인해 양압환기 개시가 지연되어서는 안 된다.

6. 생리적 모니터링과 피드백 장비

1) 심박수의 평가

출생 직후 신생아의 심박수 평가는 자발 호흡의 효율성과 소생술 필요성을 판단하는 데 매우 중요하다. 또한 소생술 과정에서 심박수의 상승은 소생술 각 단계의 효과를 가장 민감하게 반영하는 지표이므로, 분만장에서 신생아의 심박수를 빠르고 정확하게 평가하는 것이 필수적이다.

분만장에서 사용할 수 있는 여러 심박수 평가 방법 중 심전도가 가장 빠르고 정확하게 측정할 수 있는 방법이다.[158-173] 따라서, 심전도 기기가 있는 경우 소생술이 필요한 신생아에서 3-유도(lead) 심전도를 사용하는 것을 추천한다(조건부 권고, 낮은 확신도). 다만, 심전도 모니터링이 신생아의 산소화를 평가하는 맥박산소측정법을 대체할 수 없다. 심전도가 없는 경우에는 청진과 맥박산소측정법을 병행하여 심박수를 평가할 수 있다(조건부 권고, 낮은 확신도).[174] 하지만 청진은 빠른 평가가 가능하나 정확도는 떨어질 수 있고, 맥박산소측정법은 심전도보다 측정에 시간이 더 걸리며, 심박수를 과소평가 또는 과대평가하여 부정확한 처치가 이루어질 가능성이 있다.

심전도 기계가 없거나 고장이 났거나 또는 전기활동이 없는 맥박(pulseless electrical activity, PEA)이 의심될 경우에는 청진(맥박산소측정법 병행 가능)을 사용해야 한다(보편타당한 권고).[174]

2) 호흡 기능 평가 도구

호흡기능 평가 도구의 사용은 소생술 과정에서 과도하거나 불충분한 환기 제공을 감시하는 데 이점이 있으나, 실제 예후 개선 효과에 대해서는 근거가 부족하다. 따라서 현 시점에서는 호흡기능 평가 도구 사용을 권장하거나 금지할 만한 근거는 없다.[175-177]

또한 출생 직후 영아의 경우 안면 마스크, 성문상 기도기, 비강 캐뉼라 등 비침습적 기도 인터페이스를 통해 시행되는 비침습적 양압환기를 평가하기 위해 호기 이산화탄소 모니터링을 사용하는 것 역시 찬반을 명확히 뒷받침할 만한 충분한 근거는 없다.[178-190]

3) 대뇌 국소 산소포화도 모니터링

출생 직후 분만실에서 지속적 기도양압 또는 양압환기를 받는 신생아에게 임상 평가와 맥박산소측정법(필요시 심전도 포함)만 사용하는 경우와 비교했을 때, 전용 치료 지침을 적용한 대뇌 국소 산소포화도 모니터링을 실시하는 것에 대해 권고하거나 반대할 만한 충분한 근거는 없다.[191-193]

7. 환기

1) 지속적 기도양압(continuous positive airway pressure)

출생 시 자발 호흡이 있는 미숙아에게 호흡보조가 필요하면 기관내삽관과 양압환기를 하는 대신 지속적 기도양압을 일차적으로 사용할 것을 추천한다(약한 권고, 중간 확신도).[194-201] 하지만, 출생 후 자발 호흡이 있지만 호흡곤란이 있거나, 호흡곤란의 위험이 있는 임신 나이 34주 이상의 신생아에게 분만장 내 통상적인 지속적 기도양압의 사용을 제안할 만한 근거는 불충분하다.[174,202-209]

2) 양압환기

출생 직후 대부분의 신생아는 30-60초 이내에 자발호흡을 시작하며, 닦아주고 부드러운 자극만 주어도 호흡이 유도되는 경우가 많다.[9] 그러나 이러한 초기 처치에도 불구하고 무호흡 또는 헐떡 호흡을 보이거나 심박수가 분당 100회 미만으로 지속된다면 출생 후 60초 이내에 양압환기를 시작해야 한다(강한 권고, 중간 확신도). 양압환기의 효과는 심박수 상승을 통해 가장 신뢰성 있게 평가할 수 있다. 신생아에게는 분당 30-60회의 환기 빈도가 적절하며, 폐 팽창 시간은 0.5-1초로 시작하는 것이 권장된다.[9] 초기 폐 팽창 시에는 일반적으로 20-30 cmH_2O의 최대흡기압이 충분하나, 심박수 상승과 흉곽 움직임이 없을 경우 효과적 환기를 위해 압력을 조정할 수 있다.[210,211] 다만 과도한 최대흡기압으로 인해 고용적이 발생하면 폐손상과 뇌실내 출혈 위험이 증가하므로 주의해야 한다(강한 권고, 낮은 확신도).[212,213]

3) 지속적 팽창압(sustained inflation)

출생 시 서맥이나 비효율적인 호흡이 있어 양압환기를 받는 미숙아에게 일괄적인 5초 이상의 지속적 팽창압을 사용하지 말 것을 추천한다(약한 권고, 낮은 확신도).[185,194,214-224] 또한 출생 시 서맥이나 비효율적인 호흡이 있어 양압환기가 필요한 후기 미숙아나 만삭아에 대한 지속적 팽창압의 시행 여부나 지속 시간에 관한 관련 연구가 없어 권고를 제시할 수 없다.

4) 양압환기 동안의 호기말양압

양압환기가 필요한 신생아에게 호기말양압을 함께 주는 것이 호기말 폐 허탈을 예방하여 도움이 될 수 있다고 생각되나, 사람을 대상으로 한 연구는 제한적이다. 미숙아에 대한 추가적인 호기말양압 사용이 사망률, 기관내삽관, 가슴압박, 약물 사용의 빈도를 줄이지 않았고, 심박수의 급격한 호전에

영향을 주지 않았으며, 공기 유출, 기관지폐형성이상, 아프가 점수 등에도 영향을 주지 않았으나, 최대로 들어가는 산소량을 줄일 수 있었다. 이에 근거하여 2015년 가이드라인부터 미숙아에게 분만장 소생술 시의 호기말 양압의 사용이 제안되었고, 그 이후 추가적 연구가 없어 현재는 전 가이드라인과 동일하게 분만장에서 양압환기를 받는 미숙아에게 5 cmH_2O 이상의 호기말양압을 주는 것을 제안하며, 만삭아의 경우에는 호기말양압 사용을 제안할 만한 근거는 아직 불충분하다.[194]

5) 양압환기 도구와 전문기도유지술

(1) T형 소생기(T-piece resuscitator)와 자가 팽창 백의 효과 비교

T-형 소생기 장비가 있는 경우에는, 출생 시 양압환기가 필요한 영아에게 자가 팽창백 대신 T-형 소생기를 먼저 사용할 것을 권장한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[194,225-236] 그러나 T-형 소생기 사용 시에도 가스 공급 장애 발생 시를 대비하여 예비 장치로 자가 팽창백이 준비되어야 한다. T-형 소생기가 없는 경우에는 양압환기를 위해 자가 팽창백을 사용할 수 있다.

(2) 성문상 기도기

임신 나이 34주 이상의 후기 미숙아 및 만삭아의 경우, 성문상 기도기의 사용이 안면 마스크 사용과 비교하여, 양압환기 후 상태 개선 여부 및 기관내삽관 필요성, 분당 심박수 100회 이상의 회복까지 걸리는 시간, 양압환기의 시간에 대해 이점이 있는 것으로 확인되었다.[237-242] 따라서, 성문상 기도기를 보유하고 있고, 마네킹 등을 대상으로 충분한 훈련이 되어 있는 의료기관에서는, 출생 직후 소생술이 필요한 임신 나이 34주 이상의 후기 미숙아 또는 만삭아를 대상으로 양압환기 시행이 필요한 경우 안면 마스크를 대신하여 성문상 기도기를 사용할 수 있음을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[237-246] 또한 안면 마스크 환기에 실패한 임신 나이 34주 이상의 후기 미숙아 및 만삭아에게 기관내삽관의 대안으로 성문상 기도기를 사용할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).

만약, 기관내삽관이 불가능하다면 성문상 기도기 사용을 권고한다(전문가합의 권고).[197,237,246-252]

최적화된 양압환기에도 불구하고 가슴압박이 필요한 경우에 기관내삽관이 불가능하거나 성공적이지 않다면, 가슴압박 중 성문상 기도기를 통한 환기가 합리적인 방안이 될 수 있다(보편타당한 권고).[3,10,194,241,250,253-276]

다만, 본 권고안은 국내 의료 환경과 인력 상황을 고려하여 각 의료기관이 자율적으로 적용할 수 있도록 한다.

(3) 기관내삽관(비디오 후두경 사용)

2024년 ILCOR 체계적 문헌 고찰에 따르면,[277-283] 비디오 후두경을 사용할 경우 직접 후두경에 비해 전반적인 삽관 성공률과 첫 시도 성공률이 더 높았으며, 이 결과는 2025년 체계적 문헌 고찰에서도 확인되었다.[283] 따라서, 자원과 교육이 허락하는 경우, 특히 경험이 부족한 의료진이 기관내 삽관을 시행하는 상황에서는 전통적인 후두경보다 비디오 후두경을 사용하는 것을 권고한다(조건부 권고, 높은 확신도).[6,8,9,194,260,270,277-312]

기존의 전통적인 후두경 사용은 비디오 후두경 사용에 비해 위험성이 증가하지 않으므로 여전히 합리적인 선택이 될 수 있으며(약한 권고, 매우 낮은 확신도), 예비 장치로 사용할 수 있도록 준비가 되어야 한다(보편타당한 권고).

8. 산소 필요성의 평가와 산소 투여

1) 산소포화도 측정기 사용

소생술이 예측되거나, 양압환기가 필요할 때, 중심성 청색증이 지속될 때, 그리고 산소 투여가 필요할 때에는 산소포화도 측정기의 사용이 권장된다.

2) 산소 투여

(1) 만삭아와 임신 나이 35주 이상의 후기 미숙아

2019년 ILCOR의 체계적 문헌 고찰 및 메타 분석에서 출생 후 호흡보조 시작 시 흡입 산소 농도 21%는 100%에 비해 단기 전체 사망률 감소와 연관된다고 보고하였다.[313] 장기 전체 사망률에 대해서는 근거가 없으며, 장기 신경발달장애, 저산소성 허혈성 뇌병증에 대해서는 흡입 산소 농도 21%와 100% 간에 차이가 없었다.[313] 중간 농도의 산소와 관련하여 선천성 횡격막 탈장 환자를 대상으로 흡입 산소 농도 50%와 100%를 비교하는 후향적 연구에서 임상 결과에 의미 있는 차이가 없어 50%로 시작하는 것도 안전하다는 결론이 있었으나 특수 집단 대상의 연구이면서 비무작위배정 연구인 한계가 있다.[314]

출생 시 호흡보조가 필요한 만삭아와 임신 나이 35주 이상의 후기 미숙아에게 흡입 산소 농도 21%로 호흡 보조를 시작할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도). 이전 지침에서 100% 산소로 시작하지 않도록 권고하였으나, 근거가 불충분하여 해당 권고를 철회하였다.

(2) 임신 나이 35주 미만의 미숙아

2024년 보고된 NetMotion 개별 환자 네트워크 메타분석에 따르면, 임신 나이 32주 미만 미숙아의 낮은 초기 흡입 산소 분율(FiO2≤0.3) 및 중간 초기 흡입 산소 분율(FiO2 0.5-0.65)과 비교할 때, 높은 초기 흡입 산소 분율(FiO2≥0.9)을 적용하는 것이 병원 내 또는 출생 후 28일 이내 전체 사망률 감소와 연관될 수 있음을 시사하였다.[315] 그러나 2025년 ILCOR에서는 비교군별 총표본수가 최적 정보 크기에 크게 미달되며, 업데이트된 연구 단위 메타 분석에서 사망과 연관된 근거의 확신도가 매우 낮고, 그 외 모든 결과에서 이득 또는 해로움 여부를 배제할 수 없다고 결론을 내렸다.[209,316,317]

임신 나이 32주 미만의 미숙아에게는 흡입 산소 농도 30% 이상으로 소생술을 시작하는 것이 타당하지만(약한 권고, 낮은 확신도), 임신 나이 32주부터 35주 미만의 미숙아에서는 적정 흡입 산소 농도에 대한 근거가 충분하지 않다. 이러한 근거의 제한을 고려할 때, 이 연령군에서는 일반적으로 흡입 산소 농도 21-30%로 소생술을 시작하고, 산소 포화도 목표 범위에 맞추어 흡입 산소 농도를 조절하는 접근이 임상적으로 수용된다. 어떤 초기 흡입 산소 농도를 사용하든지, 산소포화도 모니터링과 개별화된 흡입 산소 농도의 조절이 필요할 수 있다.

9. 가슴압박

최적화된 환기를 적용한 후에도 심박수가 느린 신생아의 심박수가 분당 60회 미만일 때 가슴압박을 시작하는 것이 합리적이다(보편타당한 권고).[318] 가슴압박은 흉골의 아래쪽 1/3 부위, 검상돌기 위쪽에서 시행하며(전문가합의 권고),[319-325] 가슴 앞뒤 지름의 1/3 깊이로 압박하고 완벽한 가슴 복원을 위해 압박 중간에 완전 흉벽 반동을 충분히 준다(전문가합의 권고).[326-330] 가슴압박 시 두 엄지손가락으로 가슴을 감싸는 방법(양손 감싼 두 엄지 기법)은 두 손가락 기법에 비해 더 나은 압박 깊이, 낮은 피로도, 정확한 손 위치 비율을 보이기에 양손 감싼 두 엄지 기법을 우선적으로 사용할 것을 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[275,331-334]

신생아 가슴압박 시 3:1 압박 대 환기 비율을 유지하여 분당 가슴압박 90회와 환기 30회를 목표로 하도록 제안한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[334]

가슴압박 동안 흡입 산소 농도 100%와 다른 농도의 흡입 산소 농도를 비교한 인간 대상 연구는 확인되지 않았다. 신생아소생술이 가슴압박 단계에 도달했다면, 이미 효과적인 환기를 통한 자발순환회복 시도는 완료되었을 것이기에, 이 단계에서는 흡입 산소 농도를 100%로 높이는 것이 합리적이다(전문가합의 권고). 심박수가 회복된 이후에는, 산소포화도 목표치에 맞추어 흡입 산소 농도를 조절해야 한다(전문가합의 권고).[275,334]

무수축 또는 서맥을 보이는 신생아의 자발순환회복을 확인하기 위해 호기말 이산화탄소 모니터나 맥박산소측정기 등 단일 피드백 장치를 일상적으로 사용하는 것은 권장하지 않는다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[334]

10. 약물요법과 수액 투여

1) 에피네프린

최적의 환기 및 가슴압박에도 불구하고 심박수가 분당 60회 미만으로 지속되는 경우 정맥내 에피네프린(0.01-0.03 mg/kg)을 투여한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[335] 정맥주사가 확보되지 않을 경우, 더 높은 용량의 기관내 에피네프린(0.05-0.1 mg/kg)을 투여한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[336] 단, 기관내 에피네프린 투여가 혈관 확보 시도를 지연시켜서는 안되며, 기관내 투여에 반응이 불충분할 경우, 투약 간격에 관계없이 혈관 확보가 되는 즉시 정맥내 에피네프린을 투여한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[209,337] 심박수가 여전히 분당 60회 미만일 경우, 가능하면 정맥내 경로로 3-5분마다 추가 용량의 에피네프린을 투여한다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).[194]

2) 중탄산나트륨

2005년부터 2020년까지 ILCOR 합의문에서 장기 심장정지 상황에서 중탄산나트륨 사용을 고려할 수 있다는 치료 권고가 포함되어 있었으나,[268,338,339] 현재의 근거 확실성 평가 방법론에 따르면, 중탄산나트륨 사용에 대한, 직접적, 간접적 근거도 존재하지 않음에 따라 치료 권고를 뒷받침할 수 없다고 결론 지어,[340,341] 2005년도 제시되었던 치료 권고는 철회되었으며 향후 새로운 근거가 확보될 경우 재검토될 예정이다. 따라서 짧은 심폐소생술뿐만 아니라, 적절한 환기가 확보된 후 다른 치료에도 반응이 없고 소생술 시간이 길어지는 장기 소생술 상황 모두에서 중탄산나트륨 사용을 권장하지 않는다.

3) 혈장 확장 수액 요법

2020년 혈장 확장 수액 요법과 관련하여, 소생술에 반응이 없는 상태에서 실혈이 있거나 또는 그러한 상황이 의심될 때(창백한 피부, 관류 상태 불량, 약한 맥박)에는 등장성 정질액 수액 또는 수혈 제제를 사용하여 조기에 혈장 확장 수액 요법을 시행할 수 있다고 권고하였다. 하지만 과거 문헌은 GRADE 기준으로 공식적으로 평가된 적이 없기 때문에, 향후 GRADE 평가가 고려되어야 하며, 근거 업데이트에서 새롭게 확인된 Sankaran 등[342]이 발표한 한 편의 논문만으로는 기존 치료 권고를 변경하기에 충분하지 않지만, 치료 권고 문구는 2025년 현재의 기준에 맞게 수정하였다. 출혈이 있는 신생아 중 소생술에 반응하지 않는 경우, 결정질 용액(crystalloid) 또는 농축 적혈구를 이용한 조기 혈액량 대체(10-20 mL/kg)를 권고한다(전문가합의 권고). 출혈이 없는 신생아 중 환기, 가슴압박, 에피네프린에 반응하지 않는 경우, 혈액량 투여의 일상적 사용을 뒷받침할 충분한 근거는 없으나, 출혈이 잠재적으로 존재할 수 있기 때문에, 소생술에 반응하지 않는 신생아에게 시험적 혈액 확장 수액 요법을 고려해 볼 수 있다(보편타당한 권고).

4) 정맥내 투여와 골내 투여의 비교

2020년 체계적 문헌 고찰에서 골내 주입 후 심각한 합병증이 보고된 사례들이 확인되었으며, 이에 따라 2020년 치료 권고는 탯줄 정맥 접근을 주요 접근 경로로 더 강하게 지지하였으나, 특정 상황에서 골내 접근 역시 수용 가능함을 인정하였다.[343-347] 이후 추가적 3건의 관찰 연구[348-350]가 확인되었으나 현재의 권고를 변경하기에 충분하지 않으며 새로운 체계적 고찰이나 범위 고찰을 진행할 만큼의 근거 축적이 이루어지지 않았다. 따라서 분만실 내의 신생아소생술의 경우 탯줄 정맥 도관 삽입을 혈관 접근의 1차 방법으로 제안한다. 탯줄 정맥 접근이 어려운 경우라면, 골내 접근을 대체 가능한 혈관 접근으로 권고하며(약한 권고, 매우 낮은 확신도), 분만실 외의 환경에서는 탯줄 정맥 접근 또는 골내 접근 모두 수액 및 약물을 투여하기 위한 방법으로 사용이 가능하다(약한 권고, 매우 낮은 확신도). 실제 사용하는 혈관 접근 경로는 장비의 현장 가용성, 훈련 수준, 시술자의 경험에 따라 달라질 수 있다.

11. 소생술 후 관리

1) 혈당

신생아의 저혈당과 고혈당 모두 뇌 손상 및 불량한 신경학적 예후의 위험성을 높인다.[351-364] 따라서 소생술 이후에(필요시 소생술 기간에도) 가능한 빨리 혈당을 측정해야 하며, 혈당이 정상

으로 유지될 때까지 지속적으로 측정한다. 소생술 기간 중 저혈당, 고혈당의 위험군으로는 미숙아, 가슴압박이 필요했던 경우, 에피네프린을 투여한 경우, 저산소성 허혈성 뇌병증인 경우가 포함된다(보편타당한 권고). 신생아의 포도당 주사 치료는 혈당 수치에 따라 저혈당과 고혈당을 모두 예방하는 것을 목표로 시행되어야 한다(보편타당한 권고). 저산소성 허혈성 뇌병증의 신생아의 경우 혈당 모니터링을 적극적으로 시행하여 적절한 혈당을 유지시켜야 한다(보편타당한 권고).[365,366]

2) 치료적 저체온요법

코크란 리뷰에서는 11개의 무작위대조연구, 총 1,505명의 중등도 이상의 저산소성 허혈성 뇌병증의 만삭 및 후기 미숙아를 포함하여 분석한 결과, 치료적 저체온요법이 사망 또는 18개월까지의 주요 신경발달장애 발생률을 통계적으로 유의하게 감소시킨다고 보고하였다.[367] 또한 최근의 체계적 문헌 고찰 및 메타 분석에서는 29개의 무작위대조연구, 총 2,926명의 임신 나이 35주 이상 저산소성 허혈성 뇌병증 신생아를 포함하였으며, 치료적 저체온요법이 신경학적 장애와 뇌성마비의 위험을 감소시킨다고 보고하였다.[368]

임신 나이가 36주 이상이면서, 중등도 이상의 저산소성 허혈성 뇌병증을 동반한 신생아의 경우, 명확하게 규정된 프로토콜을 따라 치료적 저체온 요법을 적용해야 하며, 다학제적 치료가 가능하고 장기 추적이 가능한 병원에서 시행할 것을 권고한다(강한 권고, 높은 확신도).[10]

12. 소생술 보류 및 소생술 중단

1) 소생술의 보류

사망률 및 이환율이 매우 높을 것으로 예상되는 신생아는, 특히 부모의 동의를 사전에 얻을 기회가 있었던 경우, 소생술을 보류하는 것이 합리적일 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).[12,369] 이런 경우 산과 및 신생아팀은 부모를 적극적으로 참여시켜 개별 사례에 대해 일관되고 조율된 접근을 하는 것이 중요하다. 소생술을 시작하지 않는 것과 소생술 도중 또는 이후에 생명유지 치료를 중단하는 것은 윤리적으로 동등하며, 생존 가능성이 매우 낮을 경우 임상의는 치료 중단을 주저해서는 안 된다.[369,370]

다음의 지침은 반드시 해당 지역의 의료 수준과 치료 성과에 비추어 최종적으로 결정되어야 한다.

- 거의 확실한 조기 사망이 예상되거나, 극히 드물게 생존하더라도 용인하기 어려운 수준의 이환이 예상되는 경우, 소생술을 시행하지 않는 것을 고려할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도). 이때에는 보호자와의 충분한 사전 논의 및 동의 과정이 필수적이다.
  예: 극단적 미숙아(예: 임신 나이 23주 미만 또는 출생 체중 400 g 미만 – 기관 상황에 따라 기준이 상이할 수 있으며, 보호자와 의료진 간의 사전 협의가 필요함), 무뇌증, 특정 주요 염색체 이상(예: 13번 삼염색체증 등), 양측 신장 무형성

2) 소생술의 중단

출생 직후 10–20분 이상 심폐소생술을 시행하였으나 자발순환회복을 보이지 않는 신생아의 경우 사망의 위험이 크며 생존하더라도 중등 또는 심한 신경학적 손상을 보이는 경우가 많다. 하지만, 특정한 심폐소생술 기간이 사망이나 신경학적 후유증과 일관되게 관련이 있다는 증거는 없다. 특히 2022년 체계적 문헌 고찰에서 10분 아프가 점수가 0인 환자의 40%가 생존하며, 19%는 신경발달장애 없이 생존한 보고가 있으며,[371] 2022년 Shukla의 다기관 연구에서는 생후 18–22개월에 50%가 생존하고, 생존아의 62%는 중등도 이상의 장애가 없었음을 보고하였다.[372] 이를 통해 10분 아프가가 0점인 것 단독으로는 사망 또는 중등도 이상의 장애를 잘 예측할 수 없음을 알 수 있다. 소생술 중단 결정은 환자별로 개별화해야 하며, 이때 원인, 임신 나이, 신생아 집중 치료 및 소생 후 치료적 저체온 요법과 같은 신경보호 전략의 적용 등도 함께 고려해야 한다. 출생 후 심폐소생술이 필요한 환자에게 모든 단계의 심폐소생술을 제공하고, 가역적인 원인을 배제한 후에도 자발적인 순환회복이 되지 않고 지속적으로 심폐소생술이 필요한 경우에는 소생술 팀원 및 환자 가족과 소생술 중단에 대하여 논의할 필요가 있다. 이 논의를 고려할 수 있는 합리적인 시간은 출생 후 20분 정도이며 소생술 중단 결정 과정에서 환자 가족과의 소통이 중요하다(약한 권고, 매우 낮은 확신도).

13. 소생술 교육프로그램

1) 의료진 교육

(1) 교육 빈도

두 개의 관찰 연구(비디오 분석 기반)에서 연 1회 교육은 부족할 수 있으며,[373] 3–6개월 이내에 술기가 저하됨을 보고함에 따라 짧은 간격, 고빈도의 교육이 유리하다.[7,374] 또 다른 연구에서는 기도유지술은 4.5개월마다, 마스크 밀폐는 1.5개월마다 재교육이 필요하다고 보고하였다.[373] 의료진 교육은 최소 12개월마다 진행되어야 하며, 필요시 보다 짧은 보강 세션이 필요할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).

(2) 기술적, 행동적 술기 및 자기 효능감

최적의 신생아소생술은 단순히 기술적 능력뿐 아니라 팀 협력, 위기 대응 능력, 자기 회복력과 같은 행동 역량이 필요하다. 2025년 ILCOR 체계적 문헌 고찰에 따르면, 팀 역량 및 협력 훈련이 실제 소생술 술기 수행 능력을 향상시켰으며, 기본/고급 소생술 과정에 포함되어야 한다고 제시되었다.[375] 자신감은 실습, 성찰, 관찰 학습을 통해 향상될 수 있으며, 동료의 수준을 보며 학습하는 것도 도움이 된다. 따라서 신생아소생술 교육에 팀 협력 역량 강화를 반드시 포함해야 한다.

(3) 시뮬레이션 기반 훈련

현장 시뮬레이션 훈련은 인적 요소와 팀 워크뿐만 아니라, 팀 구성, 환경, 장비를 실제 상황과 유사하게 조정하여 이상적인 조건에서 소생술을 연습할 수 있게 한다. 이러한 시뮬레이션은 새로운 장비나 절차의 효과 검증에도 활용될 수 있다. 따라서 신생아소생술 훈련에는 반드시 시뮬레이션 기반 교육을 포함할 것을 권고한다.

2) 강사 교육

소생술 강사에게 교육을 제공하는 것과 강사들의 수행 성과 사이에는 특별한 연관이 없었다.[376,377] 최적의 강사 훈련 방법에 대한 연구가 더 나오기 전까지는 강사들이 교육을 받을 때 적절한 시기에 객관화되고 구조적이며 개별화된 구두/서면 피드백에 기반하여 교육하는 것을 고려할 수 있다(전문가합의 권고).[11]

14. 브리핑/디브리핑의 효과

현재까지의 연구에서 브리핑/디브리핑이 다른 중재 번들 내에서 시행되어 단독 효과를 평가하기 어려운 점과 다수가 전후 비교 질 향상 연구이며 무작위대조연구가 부족한 점 등의 한계가 존재한다. 그럼에도 불구하고 비디오 보조 디브리핑은 진료 과정, 가이드라인 준수의 개선 가능성을 보였고,[378] 보조 수단으로서의 체크리스트는 팀 의사소통, 프로세스를 개선시키는 효과를 보였다.[379,380] 또한 빠른 주기의 의도적 훈련(rapid cycle deliberate practice)은 표준 디브리핑에 비해 단기 수행 능력의 개선 가능성을 보였다.[381] 이에 따라 신생아소생술 시행 시 브리핑/디브리핑을 정기적으로 시행할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도). 브리핑/디브리핑의 장기 임상 및 수행 결과에 대한 효과는 불확실하기에 추가 연구가 필요하다.

참고 문헌

1. Hooper SB, Te Pas AB, Lang J, et al. Cardiovascular transition at birth: a physiological sequence. Pediatr Res. 2015;77(5):608-14.
2. Holmes H, Saini BS, Moir OJ, et al. Pulmonary Vascular Regulation in the Fetal and Transitional Lung. Clin Perinatol. 2024;51(1):1-19.
3. Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. Associated clinical events. Arch Pediatr Adolesc Med. 1995;149(1):20-5.
4. Barber CA, Wyckoff MH. Use and efficacy of endotracheal versus intravenous epinephrine during neonatal cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. Pediatrics. 2006;118(3):1028-34.
5. Halling C SJ, Christie L, Wyckoff MH. Efficacy of Intravenous and Endotracheal Epinephrine during Neonatal Cardiopulmonary Resuscitation in the Delivery Room. J Pediatr. 2017;185:232-236.
6. Bjorland PA, Øymar K, Ersdal HL, Rettedal SI. Incidence of newborn resuscitative interventions at birth and short-term outcomes: a regional population-based study. BMJ Paediatr Open. 2019;3(1):e000592.
7. Skåre C, Boldingh AM, Kramer-Johansen J, et al. Video performance-debriefings and ventilation-refreshers improve quality of neonatal resuscitation. Resuscitation. 2018;132:140-146.
8. Niles DE, Cines C, Insley E, et al. Incidence and characteristics of positive pressure ventilation delivered to newborns in a US tertiary academic hospital. Resuscitation. 2017;115:102-109.
9. Ersdal HL, Mduma E, Svensen E, Perlman JM. Early initiation of basic resuscitation interventions including face mask ventilation may reduce birth asphyxia related mortality in low-income countries: a prospective descriptive observational study. Resuscitation. 2012;83(7):869-73.
10. Aziz K, Lee HC, Escobedo MB, et al. Part 5: Neonatal Resuscitation: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2020;142(16_suppl_2): S524-50.
11. Heo JS, Kim SY, Park HW, et al. 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary

Resuscitation. Part 8. Neonatal resuscitation. Clin Exp Emerg Med. 2021; 8(S):S96-s115.
12. Hogeveen M, Monnelly V, Binkhorst M, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Newborn Resuscitation and Support of Transition of Infants at Birth. Resuscitation. 2025;215 Suppl 1:110766.
13. Aziz K, Chadwick M, Baker M, Andrews W. Ante- and intra-partum factors that predict increased need for neonatal resuscitation. Resuscitation. 2008;79(3):444-52.
14. Brewer DE, Lewis S, Seibenhener SL. Improving Communication to Neonatal Resuscitation Team Members During High-Risk Births. Nurs Womens Health. 2023;27(2):110-120.
15. Jordache R, Doherty C, Kenny C, Bowie P. Preliminary Adaptation, Development, and Testing of a Team Sports Model to Improve Briefing and Debriefing in Neonatal Resuscitation. Pediatr Qual Saf. 2020; 5(1):e228.
16. Ortiz-Movilla R, Beato-Merino M, Funes Moñux RM, et al. What Is the Opinion of the Health Care Personnel Regarding the Use of Different Assistive Tools to Improve the Quality of Neonatal Resuscitation? Am J Perinatol. 2024;41(12):1645-51.
17. Ortiz-Movilla R, Funes-Moñux RM, Domingo-Comeche LD, et al. Combined application of various quality assessment tools in neonatal resuscitation. An Pediatr (Engl Ed). 2022;97(6):405-414.
18. Gomersall J, Berber S, Middleton P, et al. Umbilical Cord Management at Term and Late Preterm Birth: A Meta-analysis. Pediatrics. 2021;147(3):e2020015404.
19. Wyckoff MH, Singletary EM, Soar J, et al. 2021 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; First Aid Task Forces; and the COVID-19 Working Group. Resuscitation. 2021;169:229-311.
20. Rana N, Kc A, Målqvist M, Subedi K, Andersson O. Effect of Delayed Cord Clamping of Term Babies on Neurodevelopment at 12 Months: A Randomized Controlled Trial. Neonatology. 2019;115(1):36-42.

21. Al-Tawil MM, Abdel-Aal MR, Kaddah MA. A randomized controlled trial on delayed cord clamping and iron status at 3–5 months in term neonates held at the level of maternal pelvis. J Neonatal Perinatal Med. 2012;5(4):319-326.
22. Alzaree F, Elbohoty A, Abdellatif M. Early Versus Delayed Umbilical Cord Clamping on Physiologic Anemia of the Term Newborn Infant. Open Access Maced J Med Sci. 2018;6(8):1399-1404.
23. Andersson O, Hellström-Westas L, Andersson D, Domellöf M. Effect of delayed versus early umbilical cord clamping on neonatal outcomes and iron status at 4 months: a randomised controlled trial. BMJ. 2011;343:d7157.
24. Andersson O, Hellström-Westas L, Andersson D, Clausen J, Domellöf M. Effects of delayed compared with early umbilical cord clamping on maternal postpartum hemorrhage and cord blood gas sampling: a randomized trial. Acta Obstet Gynecol Scand. 2013;92(5):567-74.
25. Andersson O, Lindquist B, Lindgren M, Stjernqvist K, Domellöf M, Hellström-Westas L. Effect of Delayed Cord Clamping on Neurodevelopment at 4 Years of Age: A Randomized Clinical Trial. JAMA Pediatr. 2015;169(7):631-8.
26. Backes CH, Huang H, Cua CL, et al. Early versus delayed umbilical cord clamping in infants with congenital heart disease: a pilot, randomized, controlled trial. J Perinatol. 2015;35(10):826-31.
27. Cavallin F, Galeazzo B, Loretelli V, et al. Delayed Cord Clamping versus Early Cord Clamping in Elective Cesarean Section: A Randomized Controlled Trial. Neonatology. 2019;116(3):252-259.
28. Ceriani Cernadas JM, Carroli G, Pellegrini L, et al. The effect of timing of cord clamping on neonatal venous hematocrit values and clinical outcome at term: a randomized, controlled trial. Pediatrics. 2006;117(4):e779-86.
29. Ceriani Cernadas JM, Carroli G, Pellegrini L, et al. [The effect of early and delayed umbilical cord clamping on ferritin levels in term infants at six months of life: a randomized, controlled trial]. Arch Argent Pediatr. 2010;108(3): 201-8.
30. Chopra A, Thakur A, Garg P, Kler N, Gujral K. Early versus delayed cord clamping in small for gestational age infants and iron stores at 3 months of age - a randomized controlled trial. BMC Pediatr. 2018;18(1):234.

31. Chaparro CM, Neufeld LM, Tena Alavez G, Eguia-Líz Cedillo R, Dewey KG. Effect of timing of umbilical cord clamping on iron status in Mexican infants: a randomised controlled trial. Lancet. 2006;367(9527):1997-2004.
32. Datta BV, Kumar A, Yadav R. A Randomized Controlled Trial to Evaluate the Role of Brief Delay in Cord Clamping in Preterm Neonates (34-36 weeks) on Short-term Neurobehavioural Outcome. J Trop Pediatr. 2017;63(6):418-24.
33. De Paco C, Florido J, Garrido MC, Prados S, Navarrete L. Umbilical cord blood acid-base and gas analysis after early versus delayed cord clamping in neonates at term. Arch Gynecol Obstet. 2011;283(5):1011-4.
34. De Paco C, Herrera J, Garcia C, et al. Effects of delayed cord clamping on the third stage of labour, maternal haematological parameters and acid-base status in fetuses at term. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2016;207:153-156.
35. Mercer JS, Erickson-Owens DA, Collins J, Barcelos MO, Parker AB, Padbury JF. Effects of delayed cord clamping on residual placental blood volume, hemoglobin and bilirubin levels in term infants: a randomized controlled trial. J Perinatol. 2017;37(3):260-264.
36. Mercer JS, Erickson-Owens DA, Deoni SCL, et al. Effects of Delayed Cord Clamping on 4-Month Ferritin Levels, Brain Myelin Content, and Neurodevelopment: A Randomized Controlled Trial. J Pediatr. 2018;203:266-272.e2.
37. Mohammad K, Tailakh S, Fram K, Creedy D. Effects of early umbilical cord clamping versus delayed clamping on maternal and neonatal outcomes: a Jordanian study. J Matern Fetal Neonatal Med. 2021;34(2):231-237.
38. Emhamed MO, van Rheenen P, Brabin BJ. The early effects of delayed cord clamping in term infants born to Libyan mothers. Trop Doct. 2004;34(4):218-22.
39. Grajeda R, Pérez-Escamilla R, Dewey KG. Delayed clamping of the umbilical cord improves hematologic status of Guatemalan infants at 2 mo of age. Am J Clin Nutr. 1997;65(2):425-31.
40. Krishnan L, Kommu PPK, Thomas BJ, Akila B, Daniel M. Should Delayed Cord Clamping be the Standard of Care in Term Low Risk Deliveries? A Randomized Controlled Trial from a Medical College Hospital in South India. J Clin Neonatol. 2015;4(3):183-187.

41. Saigal S, O'Neill A, Surainder Y, Chua LB, Usher R. Placental transfusion and hyperbilirubinemia in the premature. Pediatrics. 1972;49(3):406-19.
42. Salae R, Tanprasertkul C, Somprasit C, Bhamarapravatana K, Suwannarurk K. Efficacy of Delayed versus Immediate Cord Clamping in Late Preterm Newborns following Normal Labor: A Randomized Control Trial. J Med Assoc Thai. 2016;99 Suppl 4:S159-65.
43. Withanathantrige M, Goonewardene I. Effects of early versus delayed umbilical cord clamping during antepartum lower segment caesarean section on placental delivery and postoperative haemorrhage: a randomised controlled trial. Ceylon Med J. 2017;62(1):5-11.
44. Vural I, Ozdemir H, Teker G, Yoldemir T, Bilgen H, Ozek E. Delayed cord clamping in term large-for-gestational age infants: A prospective randomised study. J Paediatr Child Health. 2019;55(5):555-560.
45. Ultee CA, van der Deure J, Swart J, Lasham C, van Baar AL. Delayed cord clamping in preterm infants delivered at 34 36 weeks' gestation: a randomised controlled trial. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2008;93(1):F20-3.
46. Yadav AK, Upadhyay A, Gothwal S, Dubey K, Mandal U, Yadav CP. Comparison of three types of intervention to enhance placental redistribution in term newborns: randomized control trial. J Perinatol. 2015;35(9):720-4.
47. Jahazi A, Kordi M, Mirbehbahani NB, Mazloom SR. The effect of early and late umbilical cord clamping on neonatal hematocrit. J Perinatol. 2008;28(8):523-5.
48. Philip AG. Further Observations on Placental Transfusion. Obstet Gynecol. 1973;42(3):334-343.
49. van Rheenen P, de Moor L, Eschbach S, de Grooth H, Brabin B. Delayed cord clamping and haemoglobin levels in infancy: a randomised controlled trial in term babies. Trop Med Int Health. 2007;12(5):603-16.
50. Group. OMR. A study of the relationship between the delivery to cord clamping interval and the time of cord separation. Oxford Midwives Research Group. Midwifery. 1991;7(4):167-76.
51. Shinohara E, Kataoka Y, Yaju Y. Effects of timing of umbilical cord clamping on preventing early infancy anemia in low-risk Japanese term infants with

planned breastfeeding: a randomized controlled trial. Matern Health Neonatol Perinatol. 2021;7(1):5.
52. Güner S, Saydam BK. The Impact of Umbilical Cord Clamping Time on the Infant Anemia: A Randomized Controlled Trial. Iran J Public Health. 2021;50(5):990-998.
53. De Bernardo G, Giordano M, De Santis R, et al. A randomized controlled study of immediate versus delayed umbilical cord clamping in infants born by elective caesarean section. Ital J Pediatr. 2020;46(1):71.
54. Songthamwat M, Witsawapaisan P, Tanthawat S, Songthamwat S. Effect of Delayed Cord Clamping at 30 Seconds and 1 Minute on Neonatal Hematocrit in Term Cesarean Delivery: A Randomized Trial. Int J Womens Health. 2020; 12:481-486.
55. Patel S, Patil N. Effect of early versus delayed cord clamping on hematocrit and serum bilirubin levels. Perinatology. 2021;22(1):15-19.
56. Jaiswal P, Upadhyay A, Gothwal S, et al. Comparison of two types of intervention to enhance placental redistribution in term infants: randomized control trial. Eur J Pediatr. 2015;174(9):1159-67.
57. Katheria AC, Brown MK, Faksh A, et al. Delayed Cord Clamping in Newborns Born at Term at Risk for Resuscitation: A Feasibility Randomized Clinical Trial. J Pediatr. 2017;187:313-317.e1.
58. Kc A, Rana N, Målqvist M, Jarawka Ranneberg L, Subedi K, Andersson O. Effects of Delayed Umbilical Cord Clamping vs Early Clamping on Anemia in Infants at 8 and 12 Months: A Randomized Clinical Trial. JAMA Pediatr. 2017;171(3):264-270.
59. Nouraie S, S AMA, Vameghi R, Akbarzade Baghban A. The Effect of the Timing of Umbilical Cord Clamping on Hemoglobin Levels, Neonatal Outcomes and Developmental Status in Infants at 4 Months Old. Iran J Child Neurol. 2019;13(1):45-55.
60. Soliman RM, Elgendy MM, Said RN, Shaarawy BI, Helal OM, Aly H. A Randomized Controlled Trial of a 30- versus a 120-Second Delay in Cord Clamping after Term Birth. Am J Perinatol. 2024;41(6):739-746.
61. Mukhtar S, Bashir N, Sabir F, et al. Comparison of the Frequency of Neonatal

Anemia in Early Versus Delayed Cord Clamping in Babies at Term. Pak J Med Health Sci. 2023;17(6):171-173.

62. Kc A, Singhal N, Gautam J, Rana N, Andersson O. Effect of early versus delayed cord clamping in neonate on heart rate, breathing and oxygen saturation during first 10 minutes of birth - randomized clinical trial. Matern Health Neonatol Perinatol. 2019;5:7.
63. Chaudhary P, Priyadarshi M, Singh P, Chaurasia S, Chaturvedi J, Basu S. Effects of delayed cord clamping at different time intervals in late preterm and term neonates: a randomized controlled trial. Eur J Pediatr. 2023;182(8): 3701-11.
64. Manzoor M, Mubashi H, Uzair M, Shah AI, Rizwan AS, Sher SJ. Effect on Neonatal Hemoglobin and Hematocrit in Early Versus Delayed Cord Clamping. Pak J Med Health Sci. 2020;14(2):561-562.
65. Tariq A, Mehmood S, Zahid MM, Arshad I. Frequency of Anemia in Delayed and Early Umbilical Cord Clamping after Birth in Newborn Babies. Medical Forum Monthly. 2023;34(7):14-16.
66. Katheria AC, Clark E, Yoder B, et al. Umbilical cord milking in nonvigorous infants: a cluster-randomized crossover trial. Am J Obstet Gynecol. 2023;228(2):217.e1-217.e14.
67. Katheria AC, El Ghormli L, Clark E, et al. Two-Year Outcomes of Umbilical Cord Milking in Nonvigorous Infants: A Secondary Analysis of the MINVI Randomized Clinical Trial. JAMA Netw Open. 2024;7(7):e2416870.
68. Andersson O, Rana N, Ewald U, et al. Intact cord resuscitation versus early cord clamping in the treatment of depressed newborn infants during the first 10 minutes of birth (Nepcord III) - a randomized clinical trial. Matern Health Neonatol Perinatol. 2019;5:15.
69. Badurdeen S, Davis PG, Hooper SB, et al. Physiologically based cord clamping for infants ≥32+0 weeks gestation: A randomised clinical trial and reference percentiles for heart rate and oxygen saturation for infants ≥35+0 weeks gestation. PLoS Med. 2022;19(6):e1004029.
70. Raina JS, Chawla D, Jain S, Khurana S, Sehgal A, Rani S. Resuscitation with Intact Cord Versus Clamped Cord in Late Preterm and Term Neonates: A

Randomized Controlled Trial. J Pediatr. 2023;254:54-60.e4.
71. Isacson M, Gurung R, Basnet O, Andersson O, Kc A. Neurodevelopmental outcomes of a randomised trial of intact cord resuscitation. Acta Paediatr. 2021;110(2):465-472.
72. Backes CH, Huang H, Iams JD, Bauer JA, Giannone PJ. Timing of umbilical cord clamping among infants born at 22 through 27 weeks' gestation. J Perinatol. 2016;36(1):35-40.
73. Chu K, Whittle W, Windrim R, Shah P, Murphy K. 502: The DUC trial: a pilot randomized controlled trial of immediate vs. delayed umbilical cord clamping in preterm infants born between 24 and 32 weeks gestation. Am J Obstet Gynecol. 2011;204(1):S201.
74. Datta bV, Kumar A, Yadav R. A randomized controlled trial to evaluate the role of brief delay in cord clamping in preterm neonates (34-36 weeks) on short-term neurobehavioural outcome. J Trop Pediatr. 2017; 63(6):418-24.
75. Duley L, Dorling J, Pushpa-Rajah A, et al. Randomised trial of cord clamping and initial stabilisation at very preterm birth. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2018;103(1):F6-F14.
76. Finn D, Ryan DH, Pavel A, et al. Clamping the umbilical cord in premature deliveries (CUPiD): neuromonitoring in the immediate newborn period in a randomized, controlled trial of preterm infants born at< 32 weeks of gestation. J Pediatr. 2019;208:121-126. e2.
77. García C, Prieto MT, Escudero F, et al. The impact of early versus delayed cord clamping on hematological and cardiovascular changes in preterm newborns between 24 and 34 weeks' gestation: a randomized clinical trial. Arch Gynecol Obstet. 2024;309(6):2483-2490.
78. Gregoraci A, Carbonell M, Linde A, et al. Timing of umbilical cord occlusion, delayed vs early, in preterm babies: A randomized controlled trial (CODE-P Trial). Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2023;289:203-207.
79. Kamal D, Abel-Fattah A, Saleh D. Delayed cord clamping in premature fetuses: randomised clinical trial. Reprod Health Popul Sci. 2019;44:66-87.
80. Kugelman A, Borenstein-Levin L, Riskin A, et al. Immediate versus delayed

umbilical cord clamping in premature neonates born< 35 weeks: a prospective, randomized, controlled study. Am J Perinatol. 2007;24(05): 307-315.
81. Mostafa Gharehbaghi M, Yasrebinia S, Mostafa Gharabaghi P. Umbilical cord clamping timing in preterm infants delivered by cesarean section. International J Pediatr. 2020;8(4):11095-11101.
82. Oh W, Fanaroff AA, Carlo WA, Donovan EF, McDonald SA, Poole WK. Effects of delayed cord clamping in very-low-birth-weight infants. J Perinatol. 2011;31(1):S68-S71.
83. Okulu E, Haskologlu S, Guloglu D, et al. Effects of umbilical cord management strategies on stem cell transfusion, delivery room adaptation, and cerebral oxygenation in term and late preterm infants. Front Pediatr. 2022;10:838444.
84. Rana A, Agarwal K, Ramji S, Gandhi G, Sahu L. Safety of delayed umbilical cord clamping in preterm neonates of less than 34 weeks of gestation: a randomized controlled trial. Obstet Gynecol Sci. 2018;61(6): 655-661.
85. Ranjit T, Nesargi S, Rao PN, et al. Effect of early versus delayed cord clamping on hematological status of preterm infants at 6 wk of age. Indian J Pediatr. 2015;82:29-34.
86. Ruangkit C, Bumrungphuet S, Panburana P, Khositseth A, Nuntnarumit P. A randomized controlled trial of immediate versus delayed umbilical cord clamping in multiple-birth infants born preterm. Neonatology. 2019;115(2):156-63.
87. Sahoo T, Thukral A, Sankar MJ, et al. Delayed cord clamping in Rh- alloimmunised infants: a randomised controlled trial. Eur J Pediatr. 2020;179:881-889.
88. Tarnow-Mordi W, Morris J, Kirby A, et al. Delayed versus immediate cord clamping in preterm infants. New Engl J Med. 2017;377(25):2445-55.
89. Wang T, Wang S, Zhou M, et al. Impact of delayed cord clamping on respiratory distress in late preterm and early term infants in elective cesarean section: a single centre, phase Ⅲ, randomised controlled trial. EClinicalMedicine. 2025;81:103126.
90. Yunis M, Nour I, Gibreel A, et al. Effect of delayed cord clamping on stem cell transfusion and hematological parameters in preterm infants with placental insufficiency: a pilot randomized trial. Eur J Pediatr. 2021;180:157-66.

91. Alan S, Arsan S, Okulu E, et al. Effects of umbilical cord milking on the need for packed red blood cell transfusions and early neonatal hemodynamic adaptation in preterm infants born≤ 1500 g: a prospective, randomized, controlled trial. J Pediatr Hematol Oncol. 2014;36(8):e493-8.
92. Chellappan MV, Divakaran D, George N, et al. 1061 Long term effects of milking of cut umbilical cord in very preterm neonates: a randomised controlled trial in Southern India. BMJ Publishing Group Ltd; 2022.
93. El-Naggar W, Simpson D, Hussain A, et al. Cord milking versus immediate clamping in preterm infants: a randomised controlled trial. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2019;104(2):F145-50.
94. George AA, Isac M. Effect of umbilical cord milking on maternal and neonatal outcomes in a tertiary care hospital in South India: a randomized control trial. J Obstet Gynaecol India. 2022;72(4):291-8.
95. Hosono S, Mugishima H, Fujita H, et al. Umbilical cord milking reduces the need for red cell transfusions and improves neonatal adaptation in infants born at less than 29 weeks' gestation: a randomised controlled trial. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2008;93(1):F14-9.
96. Hosono S, Mugishima H, Takahashi S, Masaoka N, Yamamoto T, Tamura M. One-time umbilical cord milking after cord cutting has same effectiveness as multiple-time umbilical cord milking in infants born at< 29 weeks of gestation: a retrospective study. J Perinatol. 2015;35(8):590-4.
97. Josephsen JB, Potter S, Armbrecht ES, Al-Hosni M. Umbilical cord milking in extremely preterm infants: a randomized controlled trial comparing cord milking with immediate cord clamping. Am J Perinatol. 2022;39(04): 436-443.
98. Katheria A, Blank D, Rich W, Finer N. Umbilical cord milking improves transition in premature infants at birth. PLoS One. 2014;9(4):e94085.
99. Lago Leal V, Pamplona Bueno L, Cabanillas Vilaplana L, et al. Effect of milking maneuver in preterm infants: a randomized controlled trial. Fetal Diagn Ther. 2019;45(1):57-61.
100. March MI, Hacker MR, Parson AW, Modest AM, De Veciana M. The effects of umbilical cord milking in extremely preterm infants: a randomized controlled

trial. J Perinatol. 2013;33(10):763-767.
101. Ram Mohan G, Shashidhar A, Chandrakala BS, Nesargi S, Suman Rao PN. Umbilical cord milking in preterm neonates requiring resuscitation: a randomized controlled trial. Resuscitation. 2018;130:88-91.
102. Shen SP, Chen CH, Chang HY, et al. A 20-cm cut umbilical cord milking may not benefit the preterm infants〈 30 week's gestation: A randomized clinical trial. J Formos Med Assoc. 2022;121(5):912-19.
103. Xie YJ, Xiao JL, Zhu JJ, Wang YW, Wang B, Xie LJ. Effects of umbilical cord milking on anemia in preterm infants: a multicenter randomized controlled trial. Am J Perinatol. 2022;39(01):031-6.
104. Al-Wassia H, Shah PS. Efficacy and safety of umbilical cord milking at birth: a systematic review and meta-analysis. JAMA pediatr. 2015;169(1):18-25.
105. Atia H, Badawie A, Elsaid O, Kashef M, Alhaddad N, Gomaa M. The hematological impact of umbilical cord milking versus delayed cord clamping in premature neonates: a randomized controlled trial. BMC Pregnancy Childbirth. 2022;22(1):714.
106. Garg A, Shekhar S, Gupta N, SINGH P, Goyal M, Jhirwal M. Delayed cord clamping versus umbilical cord milking in term and near-term neonates-a randomized controlled trial. Authorea Preprints. 2024;.
107. Katheria A, Reister F, Essers J, et al. Association of umbilical cord milking vs delayed umbilical cord clamping with death or severe intraventricular hemorrhage among preterm infants. JAMA. 2019;322(19):1877-86.
108. Katheria AC, Truong G, Cousins L, Oshiro B, Finer NN. Umbilical cord milking versus delayed cord clamping in preterm infants. Pediatrics. 2015;136(1):61-9.
109. Lin L, Peng H. Effect of delayed cord clamping and umbilical cord milking on cerebral hemodynamics in preterm infants: a randomized double-blind controlled trial. Chin J Contemp Pediatr. 2021;23(4):332-7.
110. Mangla MK, Thukral A, Sankar MJ, Agarwal R, Deorari AK, Paul V. Effect of umbilical cord milking vs delayed cord clamping on venous hematocrit at 48 hours in late preterm and term neonates: a randomized controlled trial. Indian Pediatr. 2020;57:1119-23.

111. Pratesi S, Montano S, Ghirardello S, et al. Placental circulation intact trial (PCI-T)—resuscitation with the placental circulation intact vs. Cord milking for very preterm infants: A feasibility study. Front Pediatr. 2018;6:364.
112. Rabe H, Jewison A, Alvarez RF, et al. Milking compared with delayed cord clamping to increase placental transfusion in preterm neonates: a randomized controlled trial. Obstet Gynecol. 2011;117(2 Part 1):205-11.
113. Schober L, Schwaberger B, Urlesberger B. The influence of cut-umbilical cord milking (C-UCM) on the cerebral oxygenation and perfusion of preterm and term infants. 2018. NCT03748914.
114. Sura M, Osoti A, Gachuno O, et al. Effect of umbilical cord milking versus delayed cord clamping on preterm neonates in Kenya: A randomized controlled trial. PLoS One. 2021;16(1):e0246109.
115. Trongkamonthum T, Puangpaka B, Panichkul P, Chamnanvanakij S. Effect of delayed cord clamping versus cord milking in preterm infants: a randomized controlled trial. J Southeast Asian Med Res. 2018;2(1):22-7.
116. Bora RL, Bandyopadhyay S, Saha B, Mukherjee S, Hazra A. Cut umbilical cord milking (C-UCM) as a mode of placental transfusion in non-vigorous preterm neonates: a randomized controlled trial. Euro J Pediatr. 2023; 182(9):3883-91.
117. ACOG Clinical Practice Update: An Update to Clinical Guidance for Delayed Umbilical Cord Clamping After Birth in Preterm Neonates. Obstet Gynecol. 2025;146(3):442-4.
118. Ambia AM, Duryea EL, Wyckoff MH, et al. A Randomized trial of the effects of ambient operating room temperature on neonatal morbidity. Am J Perinatol. 2024;41(S 01):e1553-9.
119. Chanvorachote P, Jirachotdecho K, Suksumek N. A randomized controlled trial of evaluating the efficacy of alternative swaddles for body temperature control of newborns. In Vivo. 2022;36:1966-70.
120. Gopalakrishnan S, Karmani S, Ramar P, Pandey A, Sodhi K. Conductive thermal mattress versus routine care to reduce neonatal hypothermia during transport among low-birthweight neonates: An experimental study with historical controls. Med J Armed Forces India. 2022;78(Suppl 1): S49-54.

121. M'Rini M, De Doncker L, Huet E, Rochez C, Kelen D. Skin-to-skin transfer from the delivery room to the neonatal unit for neonates of 1,500g or above: a feasibility and safety study. Front Pediatr. 2024;12:1379763.
122. Singh K, Chawla D, Jain S, Khurana S, Takkar N. Immediate skin-to-skin contact versus care under radiant warmer at birth in moderate to late preterm neonates - A randomized controlled trial. Resuscitation. 2023;189:109840.
123. Toprak F, Erenel A. The effect of kangaroo care practice after caesarean section on paternal-newborn interaction: A mixed-methods study in Turkey. Midwifery. 2022;115:103489.
124. Tourneux P, Thiriez G, Renesme L, Zores C, Sizun J, Kuhn P. Optimising homeothermy in neonates: a systematic review and clinical guidelines from the French Neonatal Society. Acta Paediatr. 2022;111(8):1490-9.
125. de Almeida MFB, Guinsburg R, Sancho GA, et al. Hypothermia and early neonatal mortality in preterm infants. J Pediatr. 2014;164(2):271-5.e1.
126. Duryea EL, Nelson DB, Wyckoff MH, et al. The impact of ambient operating room temperature on neonatal and maternal hypothermia and associated morbidities: a randomized controlled trial. Am J Obstet Gynecol. 2016;214(4):505.e1-7.
127. Jia Y, Lin Z, Lv H, Li Y, Green R, Lin J. Effect of delivery room temperature on the admission temperature of premature infants: a randomized controlled trial. J Perinatol. 2013;33(4):264-7.
128. Johannsen JKI, Vochem M, Neuberger P. Does a higher ambient temperature in the delivery room prevent hypothermia in preterm infants 〈 1500 g? Z Geburtshilfe Neonatol. 2017;221(5):235-40.
129. Kent AL, Williams J. Increasing ambient operating theatre temperature and wrapping in polyethylene improves admission temperature in premature infants. J Paediatr Child Health. 2008;44(6):325-331.
130. Ahmed BT, Hussein M, Monir H. Effect of plastic bag (vinyl bags) on prevention of hypothermia in preterm infants. Med J Cairo Univ. 2013;81(2):169-73.
131. Bhavsar S, Kabra N, Avasthi B, et al. Efficacy and safety of polythene wrap in preventing hypothermia in preterm and low birth weight neonates during transport: a randomized controlled trial. Perinatology. 2015;16:23-30.

132. Chantaroj S, Techasatid W. Effect of polyethylene bag to prevent heat loss in preterm infants at birth: a randomized controlled trial. J Med Assoc Thai. 2011:S32-7.
133. Farhadi R, Naderi M, Rahmani Z, Ghaffari V, Khalilian A. Effect of "ZIPKIF" plastic bag on prevention of hypothermia in preterm infants: A randomized controlled trial. J Mazandaran Univ Med Sci. 2012;22(23):20-27.
134. Gathwala G, Singh G, Agrawal N. Safety and efficacy of vinyl bags in prevention of hypothermia of preterm neonates at birth. Indian J Public Health. 2010;54(1):24-6.
135. Knobel RB, Wimmer JE, Holbert D. Heat loss prevention for preterm infants in the delivery room. J Perinatol. 2005;25(5):304-8.
136. Nimbalkar SM, Khanna AK, Patel DV, Nimbalkar AS, Phatak AG. Efficacy of polyethylene skin wrapping in preventing hypothermia in preterm neonates (< 34 weeks): a parallel group non-blinded randomized control trial. J Trop Pediatr. 2019;65(2):122-9.
137. Reilly MC, Vohra S, Rac VE, et al. Randomized trial of occlusive wrap for heat loss prevention in preterm infants. J Pediatr. 2015;166(2):262-268.e2.
138. Rohana J, Khairina W, Boo NY, Shareena I. Reducing hypothermia in preterm infants with polyethylene wrap. Pediatr Int. 2011;53(4):468-474.
139. Smith J, Usher K, Alcock G, Buettner P. Application of plastic wrap to improve temperatures in infants born less than 30 weeks gestation: a randomized controlled trial. Neonatal Network. 2013;32(4):235-245.
140. Talakoub S, Shahbazifard Z, Armanian AM, Ghazavi Z. Effect of two polyethylene covers in prevention of hypothermia among premature neonates. Iran J Nurs Midwifery Res. 2015;20(3):322-326.
141. Trevisanuto D, Doglioni N, Cavallin F, Parotto M, Micaglio M, Zanardo V. Heat loss prevention in very preterm infants in delivery rooms: a prospective, randomized, controlled trial of polyethylene caps. J Pediatr. 2010;156(6): 914-917.e1.
142. Vohra S, Frent G, Campbell V, Abbott M, Whyte R. Effect of polyethylene occlusive skin wrapping on heat loss in very low birth weight infants at

delivery: a randomized trial. J Pediatr. 1999;134(5):547-551.
143. McGrory L, Owen LS, Thio M, et al. A randomized trial of conditioned or unconditioned gases for stabilizing preterm infants at birth. J Pediatr. 2018;193:47-53.
144. Meyer MP, Hou D, Ishrar NN, Dito I, te Pas AB. Initial respiratory support with cold, dry gas versus heated humidified gas and admission temperature of preterm infants. J Pediatr. 2015;166(2):245-250.e1.
145. Rossi E, Maziku DM, Leluko DE, et al. Rewarming rate of hypothermic neonates in a low-resource setting: a retrospective single-center study. Front Pediatr. 2023;11:113897.
146. Fawke J, Wyllie J, Udaeta E, et al. Suctioning of clear amniotic fluid at birth: A systematic review. Resusc Plus. 2022;12:100298.
147. Nesterenko TH, Pocevic S, Elgendy M, Mohamed MA, Aly H. Is it feasible to avoid suction before spontaneous breathing is established? J Neonat Perinat Med. 2023;16(3):387-391.
148. Aldhafeeri FM, Aldhafiri FM, Bamehriz M, Al-Wassia H. Have the 2015 Neonatal Resuscitation Program Guidelines changed the management and outcome of infants born through meconium-stained amniotic fluid? Ann Saudi Med. 2019;39(2):87-91.
149. Kalra V, Leegwater AJ, Vadlaputi P, Garlapati P, Chawla S, Lakshminrusimha S. Neonatal outcomes of non-vigorous neonates with meconium-stained amniotic fluid before and after change in tracheal suctioning recommendation. J Perinatol. 2022;42(6):769-74.
150. Kumar G, Goel S, Nangia S, Ramaswamy VV. Outcomes of Nonvigorous Neonates Born through Meconium-Stained Amniotic Fluid after a Practice Change to No Routine Endotracheal Suctioning from a Developing Country. Am J Perinatol. 2024;41(9):1163-1170.
151. Phattraprayoon N, Tangamornsuksan W, Ungtrakul T. Outcomes of endotracheal suctioning in non-vigorous neonates born through meconium-stained amniotic fluid: A systematic review and meta-analysis. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2021;106(1):31-8.

152. Ramaswamy VV, Bandyopadhyay T, Nangia S, et al. Assessment of Change in Practice of Routine Tracheal Suctioning Approach of Non-Vigorous Infants Born through Meconium-Stained Amniotic Fluid: A Pragmatic Systematic Review and Meta-Analysis of Evidence outside Randomized Trials. Neonatology. 2023;120(2):161-75.
153. Gaertner VD, Rüegger CM, Bassler D, et al. Effects of tactile stimulation on spontaneous breathing during face mask ventilation. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2022;107(5):508-12.
154. Kaufmann M, Mense L, Springer L, Dekker J. Tactile stimulation in the delivery room: past, present, future. A systematic review. Pediatr Res. 2024; 96(3):616-24.
155. Kaufmann M, Seipolt B, Rüdiger M, Mense L. Tactile stimulation in very preterm infants and their needs of non-invasive respiratory support. Front Pediatr. 2022;10:1041898.
156. Kc A, Budhathoki SS, Thapa J, Niermeyer S, Gurung R, Singhal N. Impact of stimulation among non-crying neonates with intact cord versus clamped cord on birth outcomes: observation study. BMJ Paediatr Open. 2021;5(1): e001207.
157. Mayer M, Xhinti N, Dyavuza V, Bobotyana L, Perlman J, Velaphi S. Assessing Implementation of Helping Babies Breathe Program Through Observing Immediate Care of Neonates at Time of Delivery. Front Pediatr. 2022;10:864431.
158. Abbey NV, Mashruwala V, Weydig HM, et al. Electrocardiogram for heart rate evaluation during preterm resuscitation at birth: a randomized trial. Pediatr Res. 2022;91(6):1445-51.
159. Murphy MC, De Angelis L, McCarthy LK, O'Donnell CPF. Randomised study comparing heart rate measurement in newly born infants using a monitor incorporating electrocardiogram and pulse oximeter versus pulse oximeter alone. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2019;104(5):F547-50.
160. Murphy MC, Jenkinson A, Coveney J, McCarthy LK, CPF OD. Randomised study of heart rate measurement in preterm newborns with ECG plus pulse oximetry versus oximetry alone. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2021;106(4):438-41.
161. Bjorland PA, Ersdal HL, Øymar K, Rettedal SI. Compliance with Guidelines

and Efficacy of Heart Rate Monitoring during Newborn Resuscitation: A Prospective Video Study. Neonatology. 2020;117(2):175-181.

162. Bobillo-Perez S, Balaguer M, Jordan I, et al. Delivery room ultrasound study to assess heart rate in newborns: DELIROUS study. Eur J Pediatr. 2021;180(3):783-90.
163. Bush JB, Cooley V, Perlman J, Chang C. NeoBeat offers rapid newborn heart rate assessment. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2021;106(5): 550-2.
164. Dawson JA, Saraswat A, Simionato L, et al. Comparison of heart rate and oxygen saturation measurements from Masimo and Nellcor pulse oximeters in newly born term infants. Acta Paediatr. 2013;102(10):955-60.
165. Henry C, Shipley L, Ward C, et al. Accurate neonatal heart rate monitoring using a new wireless, cap mounted device. Acta Paediatr. 2021;110(1):72-8.
166. Iglesias B, Rodrí Guez MAJ, Aleo E, Criado E, Martí Nez-Orgado J, Arruza L. 3-lead electrocardiogram is more reliable than pulse oximetry to detect bradycardia during stabilisation at birth of very preterm infants. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2018;103(3):F233-7.
167. Iglesias B, Rodríguez MJ, Aleo E, et al. [Pulse oximetry versus electrocardiogram for heart rate assessment during resuscitation of the preterm infant]. An Pediatr (Barc). 2016;84(5):271-7.
168. Kamlin CO, Dawson JA, O'Donnell CP, et al. Accuracy of pulse oximetry measurement of heart rate of newborn infants in the delivery room. J Pediatr. 2008;152(6):756-60.
169. Katheria A, Rich W, Finer N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. Pediatrics. 2012; 130(5):e1177-81.
170. Mizumoto H, Tomotaki S, Shibata H, et al. Electrocardiogram shows reliable heart rates much earlier than pulse oximetry during neonatal resuscitation. Pediatr Int. 2012;54(2):205-7.
171. van Vonderen JJ, Hooper SB, Kroese JK, et al. Pulse oximetry measures a lower heart rate at birth compared with electrocardiography. J Pediatr. 2015;166(1):49-53.

172. Kamlin CO, O'Donnell CP, Everest NJ, Davis PG, Morley CJ. Accuracy of clinical assessment of infant heart rate in the delivery room. Resuscitation. 2006;71(3):319-21.
173. Murphy MC, De Angelis L, McCarthy LK, O'Donnell CPF. Comparison of infant heart rate assessment by auscultation, ECG and oximetry in the delivery room. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2018;103(5):F490-2.
174. Wyckoff MH, Greif R, Morley PT, et al. 2022 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. Resuscitation. 2022;181:208-288.
175. Schmölzer GM, Morley CJ, Wong C, et al. Respiratory function monitor guidance of mask ventilation in the delivery room: a feasibility study. J Pediatr. 2012;160(3):377-381.e2.
176. van Zanten HA, Kuypers K, van Zwet EW, et al. A multi-centre randomised controlled trial of respiratory function monitoring during stabilisation of very preterm infants at birth. Resuscitation. 2021;167:317-325.
177. Zeballos Sarrato G, Ávila-Álvarez A, Escrig Fernández R, et al. Spanish guide for neonatal stabilization and resuscitation 2021: Analysis, adaptation and consensus on international recommendations. An Pediatr (Engl Ed). 2022;96(2):145.e1-145.e9.
178. Blank D, Rich W, Leone T, Garey D, Finer N. Pedi-cap color change precedes a significant increase in heart rate during neonatal resuscitation. Resuscitation. 2014;85(11):1568-72.
179. Blank DA, Badurdeen S, Omar FKC, et al. Baby-directed umbilical cord clamping: A feasibility study. Resuscitation. 2018;131:1-7.
180. Finer NN, Rich W, Wang C, Leone T. Airway obstruction during mask ventilation of very low birth weight infants during neonatal resuscitation. Pediatrics. 2009;123(3):865-9.
181. Hawkes GA, Finn D, Kenosi M, et al. A Randomized Controlled Trial of End-

Tidal Carbon Dioxide Detection of Preterm Infants in the Delivery Room. J Pediatr. 2017;182:74-78.e2.

182. Kang LJ, Cheung PY, Pichler G, O'Reilly M, Aziz K, Schmölzer GM. Monitoring lung aeration during respiratory support in preterm infants at birth. PLoS One. 2014;9(7):e102729.
183. Kong JY, Rich W, Finer NN, Leone TA. Quantitative end-tidal carbon dioxide monitoring in the delivery room: a randomized controlled trial. J Pediatr. 2013;163(1):104-8.e1.
184. Mizumoto H, Iki Y, Yamashita S, Hata D. Expiratory CO2 as the first sign of successful ventilation during neonatal resuscitation. Pediatr Int. 2015;57(1):186-8.
185. Ngan AY, Cheung PY, Hudson-Mason A, et al. Using exhaled CO2 to guide initial respiratory support at birth: a randomised controlled trial. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2017;102(6):F525-31.
186. Kong JY, Quek BH, Lim CSE, et al. Colorimetric CO2 Detector to Improve Effective Mask Ventilations in Very Preterm Infants: A Pilot Randomized Controlled Study. Neonatology. 2024;121(4):494-502.
187. Gunawardana S, Arattu Thodika FMS, Murthy V, et al. Respiratory function monitoring during early resuscitation and prediction of outcomes in prematurely born infants. J Perinat Med. 2023;51(7):950-5.
188. Kannan Loganathan P, Ahmed I, Singh N, Baker E, Shi D, Baugh C. Carbon dioxide monitoring during neonatal stabilisation at delivery (COSTA-Neo)-Multi centre observational study. Resuscitation. 2023:110026.
189. Shah D, Tracy M, Hinder M, Badawi N. Quantitative end-tidal carbon dioxide at initiation of resuscitation may help guide the ventilation of infants born at less than 30 weeks gestation. Acta Paediatr. 2023;112(4):652-658.
190. Shah D, Tracy MB, Hinder MK, Badawi N. One-person versus two-person mask ventilation in preterm infants at birth: a pilot randomised controlled trial. BMJ Paediatr Open. 2023;7(1):e001768.
191. Pichler G, Binder C, Avian A, Beckenbach E, Schmölzer GM, Urlesberger B. Reference ranges for regional cerebral tissue oxygen saturation and fractional oxygen extraction in neonates during immediate transition after birth. J

Pediatr. 2013;163(6):1558-63.
192. Pichler G, Urlesberger B, Baik N, et al. Cerebral Oxygen Saturation to Guide Oxygen Delivery in Preterm Neonates for the Immediate Transition after Birth: A 2-Center Randomized Controlled Pilot Feasibility Trial. J Pediatr. 2016;170:73-8.e1-4.
193. Pichler G, Goeral K, Hammerl M, et al. Cerebral regional tissue Oxygen Saturation to Guide Oxygen Delivery in preterm neonates during immediate transition after birth (COSGOD III): multicentre randomised phase 3 clinical trial. BMJ. 2023;380:e072313.
194. Wyckoff MH, Wyllie J, Aziz K, et al. Neonatal Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation. 2020;142 (16_suppl_1):S185-S221.
195. Finer NN, Carlo WA, Walsh MC, et al. Early CPAP versus surfactant in extremely preterm infants. New Engl J Med. 2010;362(21):1970-9.
196. Morley CJ, Davis PG, Doyle LW, Brion LP, Hascoet JM, Carlin JB. Nasal CPAP or intubation at birth for very preterm infants. New Engl J Med. 2008;358(7):700-8.
197. Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, et al. Part 7: Neonatal Resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation. 2015;132(16_suppl_1):S204-S241.
198. Sandri F, Plavka R, Ancora G, et al. Prophylactic or early selective surfactant combined with nCPAP in very preterm infants. Pediatrics. 2010;125(6): e1402-e1409.
199. Schmölzer GM, Kumar M, Pichler G, Aziz K, O'Reilly M, Cheung PY. Non-invasive versus invasive respiratory support in preterm infants at birth: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2013;347:f5980.
200. Subramaniam P, Ho JJ, Davis PG. Prophylactic or very early initiation of continuous positive airway pressure (CPAP) for preterm infants. Cochrane Database Syst Rev. 2021;10(10):CD001243.

201. Dunn MS, Kaempf J, de Klerk A, et al. Randomized trial comparing 3 approaches to the initial respiratory management of preterm neonates. Pediatrics. 2011;128(5):e1069-e1076.
202. Celebi MY, Alan S, Kahvecioglu D, et al. Impact of Prophylactic Continuous Positive Airway Pressure on Transient Tachypnea of the Newborn and Neonatal Intensive Care Admission in Newborns Delivered by Elective Cesarean Section. Am J Perinatol. 2016;33(1):99-106.
203. Hishikawa K, Fujinaga H, Fujiwara T, et al. Respiratory Stabilization after Delivery in Term Infants after the Update of the Japan Resuscitation Council Guidelines in 2010. Neonatology. 2016;110(1):1-7.
204. Hishikawa K, Goishi K, Fujiwara T, Kaneshige M, Ito Y, Sago H. Pulmonary air leak associated with CPAP at term birth resuscitation. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2015;100(5):F382-F387.
205. Osman AM, El-Farrash RA, Mohammed EH. Early rescue Neopuff for infants with transient tachypnea of newborn: a randomized controlled trial. J Matern Fetal Neonatal Med. 2019;32(4):597-603.
206. Shah BA, Fabres JG, Leone TA, Schmölzer GM, Szyld EG. Continuous positive airway pressure for term and ≥34+0 weeks' gestation newborns at birth: A systematic review. Resusc Plus. 2022;12:100320.
207. Smithhart W, Wyckoff MH, Kapadia V, et al. Delivery Room Continuous Positive Airway Pressure and Pneumothorax. Pediatrics. 2019;144(3):e20190756.
208. Stocks EF, Jaleel M, Smithhart W, et al. Decreasing delivery room CPAP-associated pneumothorax at ≥35-week gestational age. J Perinatol. 2022;42(6):761-8.
209. Liley HG, Weiner GM, Wyckoff MH, et al. Neonatal Life Support: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Resuscitation. 2025;215 Suppl 2:110816.
210. Bjorland PA, Ersdal HL, Haynes J, Ushakova A, Øymar K, Rettedal SI. Tidal volumes and pressures delivered by the NeoPuff T-piece resuscitator during resuscitation of term newborns. Resuscitation. 2022;170:222-9.

211. Ersdal HL, Eilevstjonn J, Perlman J, et al. Establishment of functional residual capacity at birth: Observational study of 821 neonatal resuscitations. Resuscitation. 2020;153:71-78.
212. Mian Q, Cheung PY, O'Reilly M, Barton SK, Polglase GR, Schmölzer GM. Impact of delivered tidal volume on the occurrence of intraventricular haemorrhage in preterm infants during positive pressure ventilation in the delivery room. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2019;104(1):F57-62.
213. Pahuja A, Hunt K, Murthy V, et al. Relationship of resuscitation, respiratory function monitoring data and outcomes in preterm infants. Eur J Pediatr. 2018;177(11):1617-24.
214. Abd El-Fattah N, Nasef N, Al-Harrass MF, Khashaba M. Sustained lung inflation at birth for preterm infants at risk of respiratory distress syndrome: The proper pressure and duration. J Neonatal Perinatal Med. 2017;10(4):409-17.
215. Abuel Hamd WA, El Sherbiny DE, El Houchi SZ, Iskandar IF, Akmal DM. Sustained Lung Inflation in Pre-term Infants at Birth: A Randomized Controlled Trial. J Trop Pediatr. 2021;67(1):1.
216. El-Chimi MS, Awad HA, El-Gammasy TM, El-Farghali OG, Sallam MT, Shinkar DM. Sustained versus intermittent lung inflation for resuscitation of preterm infants: a randomized controlled trial. J Matern Fetal Neonatal Med. 2017;30(11):1273-8.
217. Jiravisitkul P, Rattanasiri S, Nuntnarumit P. Randomised controlled trial of sustained lung inflation for resuscitation of preterm infants in the delivery room. Resuscitation. 2017;111:68-73.
218. Kapadia VS, Urlesberger B, Soraisham A, et al. Sustained Lung Inflations During Neonatal Resuscitation at Birth: A Meta-analysis. Pediatrics. 2021 Jan;147(1):e2020021204.
219. Kirpalani H, Ratcliffe SJ, Keszler M, et al. Effect of Sustained Inflations vs Intermittent Positive Pressure Ventilation on Bronchopulmonary Dysplasia or Death Among Extremely Preterm Infants: The SAIL Randomized Clinical Trial. JAMA. 2019;321(12):1165-75.
220. La Verde A, Franchini S, Lapergola G, et al. Effects of Sustained Inflation or

Positive Pressure Ventilation on the Release of Adrenomedullin in Preterm Infants with Respiratory Failure at Birth. Am J Perinatol. 2019;36(S 02): S110-4.
221. Lindner W, Hogel J, Pohlandt F. Sustained pressure-controlled inflation or intermittent mandatory ventilation in preterm infants in the delivery room? A randomized, controlled trial on initial respiratory support via nasopharyngeal tube. Acta Paediatrica. 2005;94(3):303-9.
222. Lista G, Boni L, Scopesi F, et al. Sustained lung inflation at birth for preterm infants: a randomized clinical trial. Pediatrics. 2015;135(2):e457-e464.
223. Mercadante D, Colnaghi M, Polimeni V, et al. Sustained lung inflation in late preterm infants: a randomized controlled trial. J Perinatol. 2016;36(6): 443-7.
224. Schwaberger B, Pichler G, Avian A, Binder-Heschl C, Baik N, Urlesberger B. Do Sustained Lung Inflations during Neonatal Resuscitation Affect Cerebral Blood Volume in Preterm Infants? A Randomized Controlled Pilot Study. PLoS One. 2015;10(9):e0138964.
225. Bellos I, Pillai A, Pandita A. Providing Positive End-Expiratory Pressure during Neonatal Resuscitation: A Meta-analysis. Am J Perinatol. 2024;41(6):690-9.
226. Dawson JA, Schmölzer GM, Kamlin CO, et al. Oxygenation with T-piece versus self-inflating bag for ventilation of extremely preterm infants at birth: a randomized controlled trial. J Pediatr. 2011;158(6):912-918. e1-2.
227. Guinsburg R, de Almeida MFB, de Castro JS, et al. T-piece versus self-inflating bag ventilation in preterm neonates at birth. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2018;103(1):F49-F55.
228. Holte K, Ersdal H, Eilevstjønn J, et al. Positive End-Expiratory Pressure in Newborn Resuscitation Around Term: A Randomized Controlled Trial. Pediatrics. 2020;146(4):e20200494.
229. Khan M, Bateman D, Sahni R, Leone TA. Assisted ventilation immediately after birth with self-inflating bag versus T-piece resuscitator in preterm infants. J Neonat Perinat Med. 2023;16(2):265-270.
230. Kookna S, Ajay Singh K, Pandit S, Dhawan N. T-Piece Resuscitator or Self Inflating Bag for Positive Pressure Ventilation during Neonatal Resuscitation: A Randomized Controlled Trial. IOSR J Dent Med Sci. 2019;18:66-74.

231. Pallapothu B, Priyadarshi M, Singh P, Kumar S, Chaurasia S, Basu S. T-Piece resuscitator versus self-inflating bag for delivery room resuscitation in preterm neonates: a randomized controlled trial. Eur J Pediatr. 2023;182(12): 5565-76.
232. Siripattanapipong P, Nakornchai K, Wutthigate P, Kitsommart R. Effectiveness of T-piece resuscitator versus self-inflating bag during birth resuscitation in very low birth weight infants. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2017;48:7.
233. Szyld E, Aguilar A, Musante GA, et al. Comparison of devices for newborn ventilation in the delivery room. J Pediatr. 2014;165(2):234-239.e3.
234. Thakur A, Saluja S, Modi M, et al. T-piece or self inflating bag for positive pressure ventilation during delivery room resuscitation: an RCT. Resuscitation. 2015;90:21-24.
235. Trevisanuto D, Roehr CC, Davis PG, et al. Devices for Administering Ventilation at Birth: A Systematic Review. Pediatrics. 2021;148(1):e2021050174.
236. Tribolet S, Hennuy N, Rigo V. Ventilation devices for neonatal resuscitation at birth: A systematic review and meta-analysis. Resuscitation. 2023;183:109681.
237. Feroze F, Masood N, Khuwaja A, Malik FI. Neonatal resuscitation: the use of laryngeal mask airway. Professional Med J. 2008;15(01):148-152.
238. Pejovic NJ, Myrnerts Höök S, Byamugisha J, et al. A Randomized Trial of Laryngeal Mask Airway in Neonatal Resuscitation. New Eng J Med. 2020; 383(22):2138-2147.
239. Pejovic NJ, Trevisanuto D, Lubulwa C, et al. Neonatal resuscitation using a laryngeal mask airway: a randomised trial in Uganda. Arch Dis Child. 2018; 103(3):255-260.
240. Singh R, Mohan C, Taxak S. Controlled trial to evaluate the use of LMA for neonatal resuscitation. J Anaesth Clin Pharmacol. 2005;21(3):303-6.
241. Trevisanuto D, Cavallin F, Nguyen LN, et al. Supreme Laryngeal Mask Airway versus Face Mask during Neonatal Resuscitation: A Randomized Controlled Trial. J Pediatr. 2015;167(2):286-291.e1.
242. Zhu XY, Lin BC, Zhang QS, Ye HM, Yu RJ. A prospective evaluation of the

efficacy of the laryngeal mask airway during neonatal resuscitation. Resuscitation. 2011;82(11):1405-9.

243. Mathai SS, Adhikari K, Joy A. Laryngeal mask airway as primary mode in neonatal resuscitation-does it reduce need of positive pressure ventilation. Pediatr Res Int J. 2014;2014:216089.
244. Pejovic NJ, Cavallin F, Mpamize A, et al. Respiratory monitoring during neonatal resuscitation using a supraglottic airway device vs. a face mask. Resuscitation. 2022;171:107-113.
245. Trevisanuto D, Micaglio M, Pitton M, Magarotto M, Piva D, Zanardo V. Laryngeal mask airway: is the management of neonates requiring positive pressure ventilation at birth changing? Resuscitation. 2004;62(2):151-7.
246. Zanardo V, Weiner G, Micaglio M, Doglioni N, Buzzacchero R, Trevisanuto D. Delivery room resuscitation of near-term infants: role of the laryngeal mask airway. Resuscitation. 2010;81(3):327-330.
247. Yang C, Zhu X, Lin W, et al. Randomized, controlled trial comparing laryngeal mask versus endotracheal intubation during neonatal resuscitation--a secondary publication. BMC Pediatr. 2016;1617.
248. Schmölzer GM, Agarwal M, Kamlin CO, Davis PG. Supraglottic airway devices during neonatal resuscitation: an historical perspective, systematic review and meta-analysis of available clinical trials. Resuscitation. 2013;84(6)722-30.
249. El-Ahmadi MB, El-Shimi MS, AbuSaif IS, Khafagy SM, Mohamed RM. Efficacy of Laryngeal Mask Airway in Neonatal Resuscitation. Egypt J Hosp Med. 2018;70(10)1767-72.
250. Qureshi MJ, Kumar M. Laryngeal mask airway versus bag-mask ventilation or endotracheal intubation for neonatal resuscitation. Cochrane Database Syst Rev. 2018;3(3):Cd003314.
251. Esmail N, Saleh M, Ali A. Laryngeal mask airway versus endotracheal intubation for Apgar score improvement in neonatal resuscitation. Egypt J Anesthesiol. 2002;18115-21.
252. Diggikar S, Krishnegowda R, Nagesh KN, Lakshminrusimha S, Trevisanuto D. Laryngeal mask airway versus face mask ventilation or intubation for neonatal

resuscitation in low-and-middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2023;108(2)156-63.

253. Isobe A, Asui R, Katayama T, Mizumoto H. One-rescuer newborn CPR using a face mask or an i-gel supraglottic airway and two-finger compressions - A manikin study with cross-over desgin. Resusc Plus. 2022;11100276.
254. Mehrem AA, Graham R, Srinivasan G, Heese R, Dakshinamurti S. Laryngeal Mask Airway Versus Endotracheal Intubation for Positive Pressure Ventilation with Chest Compressions in Neonatal Porcine Model. Paediatr Child Health. 2014;19(6):e57-e58.
255. Lee AF, Chien YC, Lee BC, et al. Effect of Placement of a Supraglottic Airway Device vs Endotracheal Intubation on Return of Spontaneous Circulation in Adults With Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Taipei, Taiwan: A Cluster Randomized Clinical Trial. JAMA Netw Open. 2022;5(2):e2148871.
256. Forestell B, Ramsden S, Sharif S, et al. Supraglottic Airway Versus Tracheal Intubation for Airway Management in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Trial Sequential Analysis of Randomized Controlled Trials. Crit Care Med. 2024;52(2):e89-e99.
257. Wang CH, Lee AF, Chang WT, et al. Comparing Effectiveness of Initial Airway Interventions for Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Systematic Review and Network Meta-analysis of Clinical Controlled Trials. Ann Emerg Med. 2020;75(5):627-636.
258. Sankaran D, Lakshminrusimha S, Saugstad OD. Physiology of neonatal resuscitation: Giant strides with small breaths. Semin Perinatol. 2022;46(6):151620.
259. Song ES, Jeon GW. Updates in neonatal resuscitation: routine use of laryngeal masks as an alternative to face masks. Clin Exp Pediatr. 2024;67(5):240-6.
260. Weiner G, Zaichkin J. Textbook of Neonatal Resuscitation. 8 ed. American Academy of Pediatrics; 2021.
261. Wang HE, Schmicker RH, Daya MR, et al. Effect of a Strategy of Initial Laryngeal Tube Insertion vs Endotracheal Intubation on 72-Hour Survival in Adults With Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 2018;320(8):769-778.

262. Pinheiro JMB, Munshi UK, Chowdhry R. Strategies to Improve Neonatal Intubation Safety by Preventing Endobronchial Placement of the Tracheal Tube-Literature Review and Experience at a Tertiary Center. Children (Basel). 2023;10(2):361.
263. Benger JR, Kirby K, Black S, et al. Effect of a Strategy of a Supraglottic Airway Device vs Tracheal Intubation During Out-of-Hospital Cardiac Arrest on Functional Outcome: The AIRWAYS-2 Randomized Clinical Trial. JAMA. 2018;320(8):779-791.
264. Webbe JWH, Duffy JMN, Afonso E, et al. Core outcomes in neonatology: development of a core outcome set for neonatal research. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2020;105(4):425-431.
265. Aziz K, Lee CHC, Escobedo MB, et al. Part 5: Neonatal Resuscitation 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Pediatrics. 2021;147(Suppl 1): e2020038505E.
266. Chen KT, Lin HJ, Guo HR, Lin MT, Lin CC. Feasibility study of epinephrine administration via laryngeal mask airway using a porcine model. Resuscitation. 2006;69(3):503-7.
267. Andersen LW, Raymond TT, Berg RA, et al. Association Between Tracheal Intubation During Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Survival. JAMA. 2016;316(17):1786-1797.
268. Wyckoff MH, Wyllie J, Aziz K, et al. Neonatal Life Support 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation. 2020;156: A156-a187.
269. Hansen ML, Lin A, Eriksson C, et al. A comparison of pediatric airway management techniques during out-of-hospital cardiac arrest using the CARES database. Resuscitation. 2017;120:51-6.
270. Strand ML, Simon WM, Wyllie J, Wyckoff MH, Weiner G. Consensus outcome rating for international neonatal resuscitation guidelines. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2020;105:F328-30.
271. Yamada NK, McKinlay CJ, Quek BH, et al. Supraglottic Airways Compared With Face Masks for Neonatal Resuscitation: A Systematic Review. Pediatrics. 2022;150(3):e2022056568.

272. Mulder PJ, Oetomo SB, Vloet L, de Vries P, Hoogerwerf N. Comparison in effectiveness and safety between a supraglottic airway device and endotracheal intubation in out-of-hospital cardiac arrest in the Netherlands. Resuscitation. 2013;84:S17.
273. Le Bastard Q, Rouzioux J, Montassier E, et al. Endotracheal intubation versus supraglottic procedure in paediatric out-of-hospital cardiac arrest: a registry-based study. Resuscitation. 2021;168:191-8.
274. Mani S, Gugino S, Helman J, et al. Laryngeal mask ventilation with chest compression during neonatal resuscitation: randomized, non-inferiority trial in lambs. Pediatr Res. 2022;92(3):671-677.
275. Ramachandran S, Bruckner M, Wyckoff MH, Schmölzer GM. Chest compressions in newborn infants: a scoping review. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2023;108(5):442-450.
276. Hooper SB, Polglase GR, Roehr CC. Cardiopulmonary changes with aeration of the newborn lung. Paediatr Respir Rev. 2015;16(3):147-50.
277. Bartle DG, Powell R, Pearson KA, et al. Video vs direct laryngoscopy. Success rates and confidence: a feasibility study. Infant. 2019;15(5):1-4.
278. Geraghty LE, Dunne EA, Ní Chathasaigh CM, et al. Video versus Direct Laryngoscopy for Urgent Intubation of Newborn Infants. N Engl J Med. 2024; 390(20):1885-94.
279. Moussa A, Luangxay Y, Tremblay S, et al. Videolaryngoscope for teaching neonatal endotracheal intubation: a randomized controlled trial. Pediatrics. 2016;137(3):e20152156.
280. O'Shea JE, Thio M, Kamlin CO, et al. Videolaryngoscopy to teach neonatal intubation: a randomized trial. Pediatrics. 2015;136(5):912-9.
281. Tippmann S, Schäfer J, Winter J, et al. Video versus direct laryngoscopy to improve the success rate of nasotracheal intubations in the neonatal intensive care setting: a randomised controlled trial. BMJ Paediatr Open. 2023;7(1):e001958.
282. Volz S, Stevens TP, Dadiz R. A randomized controlled trial: does coaching using video during direct laryngoscopy improve residents' success in neonatal intubations? J Perinatol. 2018;38(8):1074-80.

283. Antoine J, Dunn B, McLanders MJ, et al. Approaches to neonatal intubation training: A scoping review. Resusc Plus. 2024;20:100776.
284. Lingappan K, Neveln N, Arnold JL, Fernandes CJ, Pammi M. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in neonates. Cochrane Database Syst Rev. 2023;5(5):CD009975.
285. Falck AJ, Escobedo MB, Baillargeon JG, Villard LG, Gunkel JH. Proficiency of pediatric residents in performing neonatal endotracheal intubation. Pediatrics. 2003;112(6 Pt 1):1242-7.
286. Foglia EE, Ades A, Sawyer T, et al; NEAR4NEOS Investigators. Neonatal intubation practice and outcomes: an international registry study. Pediatrics. 2019;143(1):e20180902.
287. Johnston L, Sawyer T, Ades A, et al; NEAR4NEOS Investigators. Impact of physician training level on neonatal tracheal intubation success rates and adverse events: a report from national emergency airway registry for neonates (NEAR4NEOS). Neonatology. 2021;118(4):434-442.
288. Kamath N, Dogra N, Gupta A. Comparison of ease of intubation with airtraq optical laryngoscope versus Miller laryngoscope in neonates – a randomised interventional study. Ind J Anaesth. 2020;64 (Suppl 1):S24-5.
289. Kaplan MB, Ward DS, Berci G. A new video laryngoscope - an aid in intubation and teaching. J Educ Perioper Med. 2003;5(1):E025.
290. Lacquiere D, Smith J, Bhanderi N, et al. Early experience in use of videolaryngoscopy by a neonatal pre-hospital and retrieval service. Emerg Med Australas. 2024;36(3):476-8.
291. MacKinnon J, McCoy C. Use of video laryngoscopy versus direct laryngoscopy as a teaching tool for neonatal intubation: A systematic review. Can J Respir Ther. 2023;59:111-6.
292. Moussa A, Sawyer T, Puia-Dumitrescu M, et al; National Emergency Airway Registry for Neonates (NEARNEOS) investigators. Does videolaryngoscopy improve tracheal intubation first attempt success in the NICUs? A report from the NEAR4NEOS. J Perinatol. 2022;42(9):1210-5.
293. Nair S, Thomas EJ, Katakam L. Video laryngoscopy vs. direct laryngoscopy in

teaching neonatal endotracheal intubation: a simulation-based study. Cureus. 2017;9(1):e962.
294. Balaban O, Tobias JD. Videolaryngoscopy in neonates, infants, and children. Pediatr Crit Care Med. 2017;18(5):477-85.
295. de Carvalho CC, Regueira SLPA, Souza ABS, et al. Videolaryngoscopes versus direct laryngoscopes in children: ranking systematic review with network meta-analyses of randomized clinical trials. Paediatr Anaesth. 2022;32(9):1000-14.
296. Dias PL, Greenberg RG, Goldberg RN, Fisher K, Tanaka DT. Augmented reality-assisted video laryngoscopy and simulated neonatal intubations: a pilot study. Pediatrics. 2021;147(3):e2020005009.
297. Gupta A, Sharma R, Gupta N. Evolution of videolaryngoscopy in pediatric population. J Anaesthesiol Clin Pharmacol. 2021;37(1):14-27.
298. Kollmeier BR, Boyette LC, Beecham GB, et al. Difficult Airway. [Updated 2023 Apr 10]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-.
299. Madar J, Roehr CC, Ainsworth S, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Newborn resuscitation and support of transition of infants at birth. Resuscitation. 2021;161:291-326.
300. O'Shea JE, Kirolos S, Thio M, Kamlin COF, Davis PG. Neonatal videolaryngoscopy as a teaching aid: the trainees' perspective. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2021;106(2):168-171.
301. Papile LA, Burstein J, Burstein R, Koffler H. Incidence and evolution of subependymal and intraventricular hemorrhage: a study of infants with birth weights less than 1,500 gm. J Pediatr. 1978;92(4):529-34.
302. Parmekar S, Arnold JL, Anselmo C, et al. Mind the gap: can videolaryngoscopy bridge the competency gap in neonatal endotracheal intubation among pediatric trainees? a randomized controlled study. J Perinatol. 2017;37(8):979-83.
303. Riva T, Engelhardt T, Basciani R, et al; OPTIMISE Collaboration. Direct versus video laryngoscopy with standard blades for neonatal and infant tracheal intubation with supplemental oxygen: a multicentre, non-inferiority, randomised controlled trial. Lancet Child Adolesc Health. 2023;7(2):101-11.

304. Salama ER, El Amrousy D. GlideScope® cobalt video laryngoscope versus direct Miller laryngoscope for lateral position-tracheal intubation in neonates with myelodysplasia: A prospective randomized study. Saudi J Anaesth. 2019;13(1):28-34.
305. Singh R, Singh P, Vajifdar H. A comparison of Truview infant EVO2 laryngoscope with the Miller blade in neonates and infants. Paediatr Anaesth. 2009;19(4):338-42.
306. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. BMJ. 2016;355:i4919.
307. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ. 2019;366:l4898.
308. Sweet DG, Carnielli VP, Greisen G, et al. European consensus guidelines on the management of respiratory distress syndrome: 2022 update. Neonatology. 2023;120(1):3-23.
309. Tao B, Liu K, Zhao P, Wang D, Liu Y, Yin H. Comparison of GlideScope video laryngoscopy and direct laryngoscopy for tracheal intubation in neonates. Anesth Analg. 2019;129(2):482-486.
310. Tippmann S, Haan M, Winter J, et al. Adverse Events and Unsuccessful Intubation Attempts Are Frequent During Neonatal Nasotracheal Intubations. Front Pediatr. 2021;9:675238.
311. Thomas H, Lugg R, James B, et al. Survey of the use of videolaryngoscopy in neonatal units in the UK. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2023;108(1):89-90.
312. Vanderhal AL, Berci G, Simmons CF Jr, Hagiike M. A videolaryngoscopy technique for the intubation of the newborn: preliminary report. Pediatrics. 2009;124(2):e339-46.
313. Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. Circulation. 2019;140(24):e826-80.

314. Riley JS, Antiel RM, Rintoul NE, et al. Reduced oxygen concentration for the resuscitation of infants with congenital diaphragmatic hernia. J Perinatol. 2018;38(7):834-43.
315. Sotiropoulos JX, Oei JL, Schmölzer GM, et al. Initial Oxygen Concentration for the Resuscitation of Infants Born at Less Than 32 Weeks' Gestation: A Systematic Review and Individual Participant Data Network Meta-Analysis. JAMA Pediatr. 2024;178(8):774-83.
316. Liley HG, Weiner GM, Wyckoff MH, et al. Neonatal Life Support: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Circulation. 2025;152(16_suppl_1): S165-204.
317. Liley HG, Weiner GM, Wyckoff MH, et al. Neonatal Life Support: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Pediatrics. 2025;157(1):e2025074766.
318. Agrawal V, Lakshminrusimha S, Chandrasekharan P. Chest Compressions for Bradycardia during Neonatal Resuscitation-Do We Have Evidence? Children (Basel). 2019;6(11):119.
319. Clements F, McGowan J. Finger position for chest compressions in cardiac arrest in infants. Resuscitation. 2000;44(1):43-6.
320. Moya F, James LS, Burnard ED, Hanks EC. Cardiac massage in the newborn infant through the intact chest. Am J Obstet Gynecol. 1962;84:798-803.
321. Orlowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and young children. Ann Emerg Med. 1986;15(6):667-73.
322. Phillips GW, Zideman DA. Relation of infant heart to sternum: its significance in cardiopulmonary resuscitation. Lancet. 1986;1(8488):1024-5.
323. Shah NM, Gaur HK. Position of heart in relation to sternum and nipple line at various ages. Indian Pediatr. 1992;29(1):49-53.
324. Thaler MM, Stobie GH. An Improved Technic Of External Cardiac Compression In Infants And Young Children. N Engl J Med. 1963;269:606-10.
325. You Y. Optimum location for chest compressions during two-rescuer infant cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation. 2009;80(12):1378-81.
326. Bruckner M, Kim SY, Shim GH, et al. Assessment of optimal chest

compression depth during neonatal cardiopulmonary resuscitation: a randomised controlled animal trial. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2022;107(3):262-8.

327. Bruckner M, O'Reilly M, Lee TF, Neset M, Cheung PY, Schmölzer GM. Effects of varying chest compression depths on carotid blood flow and blood pressure in asphyxiated piglets. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2021;106(5):553-6.
328. Ikeyama T, Hozumi T, Kikuyama K, Niles D, Nadkarni V, Ito K. Chest Compression Depth Targets in Critically Ill Infants and Children Measured With a Laser Distance Meter: Single-Center Retrospective Study From Japan, 2019-2022. Pediatr Crit Care Med. 2024;25(8):720-7.
329. Lee J, Lee DK, Oh J, et al. Evaluation of the proper chest compression depth for neonatal resuscitation using computed tomography: A retrospective study. Medicine (Baltimore). 2021;100(26):e26122.
330. Meyer A, Nadkarni V, Pollock A, et al. Evaluation of the Neonatal Resuscitation Program's recommended chest compression depth using computerized tomography imaging. Resuscitation. 2010;81(5):544-8.
331. Barcala-Furelos R, Barcala-Furelos M, Cano-Noguera F, et al. A Comparison between Three Different Techniques Considering Quality Skills, Fatigue and Hand Pain during a Prolonged Infant Resuscitation: A Cross-Over Study with Lifeguards. Children (Basel). 2022;9(6):910.
332. Cioccari G, Sica da Rocha T, Piva JP. Two-Thumb Technique Is Superior to Two-Finger Technique in Cardiopulmonary Resuscitation of Simulated Out- of-Hospital Cardiac Arrest in Infants. J Am Heart Assoc. 2021;10(20):e018050.
333. Jeon W, Kim J, Ko Y, Lee J. New chest compression method in infant resuscitation: Cross thumb technique. PLoS One. 2022;17(8):e0271636.
334. Berg KM, Bray JE, Ng KC, et al. 2023 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. Circulation. 2023;148(24):e187-280.

335. Isayama T, Mildenhall L, Schmolzer GM, et al. The Route, Dose, and Interval of Epinephrine for Neonatal Resuscitation: A Systematic Review. Pediatrics. 2020;146(4):e20200586.
336. Polglase GR, Brian Y, Tantanis D, et al. Endotracheal Epinephrine At Standard Versus High Dose For Resuscitation Of Asystolic Newborn Lambs. Resuscitation. 2024;198:110191.
337. Songstad NT, Klingenberg C, McGillick EV, et al. Efficacy of Intravenous, Endotracheal, or Nasal Adrenaline Administration During Resuscitation of Near-Term Asphyxiated Lambs. Front Pediatr. 2020;8:262.
338. The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) consensus on science with treatment recommendations for pediatric and neonatal patients: pediatric basic and advanced life support. Pediatrics. 2006;117(5):e955-77.
339. Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, et al. Neonatal resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Pediatrics. 2010;126(5):e1319-44.
340. Beveridge CJ, Wilkinson AR. Sodium bicarbonate infusion during resuscitation of infants at birth. Cochrane Database of Syst Rev. 2006;2006(1): CD004864.
341. Spilios M, Bashqoy F, Saad A, Wachtel EV, Tracy J. Incidence of Intracranial Hemorrhage in Patients Younger Than 2 Months Receiving Sodium Bicarbonate 4.2% vs 8.4%. J Pediatr Pharmacol Ther. 2023;28(5):446-451.
342. Sankaran D, Lane ECA, Valdez R, Lesneski AL, Lakshminrusimha S. Role of Volume Replacement during Neonatal Resuscitation in the Delivery Room. Children (Basel). 2022;9:1484.
343. Carreras-González E, Brió-Sanagustín S, Guimerá I, Crespo C. Complication of the intraosseous route in a newborn infant [in Spanish]. Med Intensiva. 2012;36:233-4.
344. Ellemunter H, Simma B, Trawöger R, Maurer H. Intraosseous lines in preterm and full-term neonates. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 1999;80:F74-5.
345. Oesterlie GE, Petersen KK, Knudsen L, Henriksen TB. Crural amputation of a newborn as a consequence of intraosseous needle insertion and calcium

infusion. Pediatr Emerg Care. 2014;30:413-4.
346. Suominen PK, Nurmi E, Lauerma K. Intraosseous access in neonates and infants: risk of severe complications - a case report. Acta Anaesthesiol Scand. 2015;59:1389-93.
347. Vidal R, Kissoon N, Gayle M. Compartment syndrome following intraosseous infusion. Pediatrics. 1993;91:1201-2.
348. Joerck C, Wilkinson R, Angiti RR, Lutz T, Scerri L, Carmo KB. Use of intraosseous access in neonatal and pediatric retrieval-neonatal and pediatric emergency transfer service, New South Wales. Pediatr Emerg Care. 2023;39(11):853-7.
349. Mileder LP, Urlesberger B, Schwaberger B. Use of intraosseous vascular access during neonatal resuscitation at a tertiary center. Front Pediatr. 2020;8:571285.
350. Schwindt E, Pfeiffer D, Gomes D, et al. Intraosseous access in neonates is feasible and safe - An analysis of a prospective nationwide surveillance study in Germany. Front Pediatr. 2022;10:952632.
351. Salhab WA, Wyckoff MH, Laptook AR, Perlman JM. Initial hypoglycemia and neonatal brain injury in term infants with severe fetal acidemia. Pediatrics. 2004;114(2):361-6.
352. Nadeem M, Murray DM, Boylan GB, Dempsey EM, Ryan CA. Early blood glucose profile and neurodevelopmental outcome at two years in neonatal hypoxic-ischaemic encephalopathy. BMC Pediatr. 2011;11:10.
353. Tam EW, Haeusslein LA, Bonifacio SL, et al. Hypoglycemia is associated with increased risk for brain injury and adverse neurodevelopmental outcome in neonates at risk for encephalopathy. J Pediatr. 2012;161(1):88-93.
354. Spies EE, Lababidi SL, McBride MC. Early hyperglycemia is associated with poor gross motor outcome in asphyxiated term newborns. Pediatr Neurol. 2014;50(6):586-90.
355. Basu SK, Kaiser JR, Guffey D, Minard CG, Guillet R, Gunn AJ. Hypoglycaemia and hyperglycaemia are associated with unfavourable outcome in infants with hypoxic ischaemic encephalopathy: a post hoc analysis of the CoolCap Study.

Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2016;101(2):F149-55.
356. Pinchefsky EF, Hahn CD, Kamino D, et al. Hyperglycemia and Glucose Variability Are Associated with Worse Brain Function and Seizures in Neonatal Encephalopathy: A Prospective Cohort Study. J Pediatr. 2019;209:23-32.
357. Lee IC, Yang JJ, Liou YM. Early Blood Glucose Level Post-Admission Correlates with the Outcomes and Oxidative Stress in Neonatal Hypoxic-Ischemic Encephalopathy. Antioxidants (Basel). 2021;11(1):39.
358. Parmentier CEJ, de Vries LS, van der Aa NE, et al. Hypoglycemia in Infants with Hypoxic-Ischemic Encephalopathy Is Associated with Additional Brain Injury and Worse Neurodevelopmental Outcome. J Pediatr. 2022;245:30-8.e1.
359. Debillon T, Sentilhes L, Kayem G, et al. Risk factors for unfavorable outcome at discharge of newborns with hypoxic-ischemic encephalopathy in the era of hypothermia. Pediatr Res. 2023;93(7):1975-82.
360. Guellec I, Ancel PY, Beck J, et al. Glycemia and Neonatal Encephalopathy: Outcomes in the LyTONEPAL (Long-Term Outcome of Neonatal Hypoxic EncePhALopathy in the Era of Neuroprotective Treatment With Hypothermia) Cohort. J Pediatr. 2023;257:113350.
361. Galderisi A, Tordin M, Suppiej A, Cainelli E, Baraldi E, Trevisanuto D. Glucose-to-lactate ratio and neurodevelopment in infants with hypoxic- ischemic encephalopathy: an observational study. Eur J Pediatr. 2023;182(2):837-844.
362. Wang J, Liu N, Zheng S, et al. Association between continuous glucose profile during therapeutic hypothermia and unfavorable outcome in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy209 23-32. Early Hum Dev. 2023;187:105878.
363. Mietzsch U, Wood TR, Wu TW, et al. Early Glycemic State and Outcomes of Neonates With Hypoxic-Ischemic Encephalopathy. Pediatrics. 2023;152(4):e2022060965.
364. Ali MAM, Farghaly MAA, El-Dib I, Karnati S, Aly H, Acun C. Glucose instability and outcomes of neonates with hypoxic ischemic encephalopathy undergoing therapeutic hypothermia. Brain Dev. 2024;46(8):262-7.
365. Boardman JP, Hawdon JM. Hypoglycaemia and hypoxic-ischaemic encephalopathy. Dev Med Child Neurol. 2015;57 Suppl 3:29-33.
366. Chavez-Valdez R, Aziz K, Burton VJ, Northington FJ. Worse Outcomes From

HIE Treatment Associated With Extreme Glycemic States. Pediatrics. 2023;152(4):e2023062521.

367. Jacobs SE, Berg M, Hunt R, Tarnow-Mordi WO, Inder TE, Davis PG. Cooling for newborns with hypoxic ischaemic encephalopathy. Cochrane Database Syst Rev. 2013;2013(1):Cd003311.
368. Mathew JL, Kaur N, Dsouza JM. Therapeutic hypothermia in neonatal hypoxic encephalopathy: A systematic review and meta-analysis. J Glob Health. 2022;12:04030.
369. Kattwinkel J, Perlman JM, Aziz K, et al. Part 15: neonatal resuscitation: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation. 2010;122(18 Suppl 3):S909-19.
370. Wilkinson D, Savulescu J. A costly separation between withdrawing and withholding treatment in intensive care. Bioethics. 2014;28(3):127-37.
371. Khorram B, Kilmartin KC, Dahan M, et al. Outcomes of Neonates with a 10-min Apgar Score of Zero: A Systematic Review and Meta-Analysis. Neonatology. 2022;119(6):669-85.
372. Shukla W, Bann CM, Ramani M, et al. Predictive Ability of 10-Minute Apgar Scores for Mortality and Neurodevelopmental Disability. Pediatrics. 2022;149(4):e2021054992.
373. Haynes JC, Rettedal SI, Ushakova A, Perlman JM, Ersdal HL. How Much Training Is Enough? Low-Dose, High-Frequency Simulation Training and Maintenance of Competence in Neonatal Resuscitation. Simul Healthc. 2024;19(6):341-9.
374. Niles DE, Skåre C, Foglia EE, et al. Effect of a positive pressure ventilation-refresher program on ventilation skill performance during simulated newborn resuscitation. Resusc Plus. 2021;5:100091.
375. Greif R, Cheng A, Abelairas-Gómez C, et al. Education, Implementation, and Teams: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Circulation. 2025; 152(16_suppl_1):S205-49.
376. Breckwoldt J, Svensson J, Lingemann C, Gruber H. Does clinical teacher training always improve teaching effectiveness as opposed to no teacher training? A randomized controlled study. BMC Med Educ. 2014;14:6.
377. Boerboom TB, Jaarsma D, Dolmans DH, Scherpbier AJ, Mastenbroek NJ, Van

Beukelen P. Peer group reflection helps clinical teachers to critically reflect on their teaching. Med Teach. 2011;33(11):e615-23.

378. Skåre C, Calisch TE, Saeter E, et al. Implementation and effectiveness of a video-based debriefing programme for neonatal resuscitation. Acta Anaesthesiol Scand. 2018;62(3):394-403.
379. Katheria A, Rich W, Finer N. Development of a strategic process using checklists to facilitate team preparation and improve communication during neonatal resuscitation. Resuscitation. 2013;84(11):1552-7.
380. Sauer CW, Boutin MA, Fatayerji AN, Proudfoot JA, Fatayerji NI, Golembeski DJ. Delivery Room Quality Improvement Project Improved Compliance with Best Practices for a Community NICU. Sci Rep. 2016;6:37397.
381. Magee MJ, Farkouh-Karoleski C, Rosen TS. Improvement of Immediate Performance in Neonatal Resuscitation Through Rapid Cycle Deliberate Practice Training. J Grad Med Educ. 2018;10(2):192-7.

제9장

교육 및 실행

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제9장

교육 및 실행

이미진[1], 오윤희[2], 손유동[3], 나상훈[4], 문준동[5], 윤희제[6], 정훈[7], 이창희[8] 정성필[9], 김도균[10], 김태윤[11], 심규홍[12], 정영화[13], 윤준성[14], 이지숙[15], 장영빈[9], 장용수[3], 조규종[3], 차경철[16], 허주선[13], 황성오[16], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 교육 및 실행 위원회

가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[1], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[2], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[3], 서울대학교 의과대학 내과학교실[4], 국립공주대학교 응급구조학과[5], 서울대학교병원 권역응급의료센터[6], 경북대학교 의과대학 마취통증의학과[7], 남서울대학교 응급구조학과[8], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[9], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[10], 인하대학교 의과대학 응급의학교실[11], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[12], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[14], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[16], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[15], 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[16]

I 2025년 교육 및 실행 가이드라인 핵심 사항

2025년 한국 심폐소생술 교육 및 실행 가이드라인은 교육 및 실행에 관한 과학적 근거를 바탕으로 도출된 의학적 권고이다. 심폐소생술 가이드라인을 제정하는 국제소생술교류위원회(International Liaison Committee on Resuscitation: ILCOR)의 2025년 과학적 합의와 치료 권고에 기반을 두었다.[1]

1. 2025년 교육 및 실행 가이드라인 주요 변경 사항

2025년 교육 및 실행 가이드라인 중 2020년 가이드라인에 비하여 변경된 내용은 다음과 같다.[2]

1) 현장(in situ) 시뮬레이션 기반 소생술 교육 환경 조성

현장 시뮬레이션 기반 소생술 교육은 성인, 소아 생존율 향상 및 임상 수행 요소를 개선시키므로 교육의 질을 높인다.[3-5] 기관의 교육 인프라에 따라 고충실도 또는 저충실도 마네킹을 활용하여 부서별 현장 중심의 시뮬레이션 교육을 강화하고, 팀워크 역량 교육과 CPR 코치를 포함하여 소생팀의 효율성을 극대화하도록 제안한다. 시뮬레이션 후에는 구조화된 디브리핑(debriefing) 대본이나 체크리스트 등을 사용하여 강사가 핵심 학습 목표를 정확하게 전달하도록 지원할 것을 제안한다.[6,7]

2) 심폐소생술 시행 후 디브리핑(사후토의) 강조

시뮬레이션 기반 소생술 훈련은 지식, 기술적, 비기술적 부분을 습득하는 데 중요한 수단이며, 디브리핑은 학습성과를 습득하는 데 중요한 역할을 한다.[8] 소생술 직후 즉각적인 디브리핑(Hot)과 수일 후 진행하는 지연적 디브리핑(Cold)은 모두 기관의 자원이나 근무 형태에 따라 적용되고, 두 방법 모두 심장정지 생존 예후 개선에 도움이 되어 권고된다.[9-11]

3) 심폐소생술 교육에서 피드백 장치의 사용 강화

2020년 이후 지속적인 근거 수준 강화와 효과 검증이 추가되어 가슴압박 깊이에 있어서 피드백 장치를 사용하면 더 깊게 압박하는 경향이 있었고, 소생술 가이드라인에서 제시하는 적정 압박 깊이를 충족하는 비율이 더 높게 나타났다. 압박 속도의 경우 피드백 장치를 사용하지 않으면 너무 빠른 속도로 압박하는 경향이 있었으며 피드백 장치를 사용하는 것이 소생술 가이드라인에서 제시하는 적정 압박 속도를 준수하는 비율이 더 높게 나타났다. 이에 심폐소생술 교육에 피드백 장비 사용을 권고하는 것에 대한 심폐소생술 술기 수행 능력 향상을 위하여 가슴압박 속도, 깊이, 이완, 손의 위치를 직접 피드백하는 장비를 사용할 것을 권고한다.[1]

4) 병원 내 소생술 팀 구성

의료종사자에게 인증이나 보수 교육의 일환으로 기본 심폐소생술뿐만 아니라 전문소생술 교육을 제공하도록 하고, 병원 내 소생술 팀에 전문소생술 교육을 받은 팀원이 포함되도록 구성할 것을 권고한다.

5) 팀워크 훈련 역량 강화

병원 내 심폐소생술 교육 중 팀워크 역량 훈련이 팀워크 역량에 특별한 중점을 두지 않고 소생술 훈련을 할 때와 비교했을 때 소생술 성과가 향상됨에 따라 원내 소생술 교육 과정에 구체적으로 포함되도록 제안한다.[12-15,16]

6) 비대면 교육 모듈 또는 복합교육방법, 게임화 학습에 대한 재고

2020년 가이드라인에서 대면 시간을 줄이기 위해 새롭게 제안된 현장 이론과 실습, 이러닝 혼합 방법으로 운영하는 복합교육(blended-learning) 방법에 대해 소생술 교육 효과의 이점과 비용 효과가 연구들의 측정지표(지식, 술기, 태도 등)가 상이하거나 결과에 일관성이 나타나지 않음에 따라 교육자원이나 접근성에 제약이 있는 경우에 적용하도록 권고한다. 신종 감염병이나 국가재난 상황 등 대면 실습 교육이 불가능한 특수 상황이 아닌 경우 일상적으로 권고하지는 않는다.

심장정지 상황은 특성상 자주 경험할 수 없고 상황을 대체하여 교육하기 어려운 점을 고려하여 응급 상황이나 현실 환경을 반영한 컴퓨터 인터페이스를 이용한 가상 현실과 놀이를 통해 게임화된 학습(예: 가상 및 증강 현실, 모니터를 시뮬레이션하는 태블릿 앱 등)에 대해 기존 비디오나 컴퓨터 웹, 시뮬레이터 등을 사용한 교육 매체와의 비교연구, 매체의 속성에 적합한 교육 내용과 방법, 게임화 학습의 정의와 범위, 신기성 효과(novel effect) 배제 등에 대한 사회교육학적 합의와 근거가 필요한 상태이다. 기존 교육과의 차별성, 매체 나열이나 속성 분류, 게임화 학습의 요건 등 역시 사회교육학적 합의와 정의가 필요한 상태로 현행의 소생술 교육 방법론을 유지한다.[17,18]

7) 빠른 주기의 의도적 훈련의 활용

빠른 주기의 의도적 훈련(rapid cycle deliberated practice, RCDP)은 소생술 교육에서 숙련도를 신속하게 향상시키기 위해 고안된 강력한 시뮬레이션 방법으로, 학습자가 실수를 하면 즉시 훈련을 중단하고 실시간 피드백을 제공한 후, 정확한 술기를 반복 연습하게 함으로써 틀린 습관이 고착화되는 것을 방지하는 훈련법이다.[19-21] 이러한 고반복(high-repetition) 훈련은 특히 고품질 소생술 및 핵심 프로토콜의 정확한 수행에 필수적인 자동화된 반응(automaticity)을 형성하는 데 매우 효과적이다.[20,22] 결과적으로 RCDP는 전통적인 시뮬레이션 방식보다 더 빠르고 효율적으로 소생팀의 수행 능력을 향상시킨다.[23]

전통적인 교육 피드백은 학습자가 시나리오 시뮬레이션을 모두 마친 뒤 자신의 행동을 되돌아보고 성찰하는 사후 디브리핑(debriefing)에 중점을 둔다.[20] 반면 RCDP는 성과에 대한 즉각적인 피드백과 성과 개선을 위한 충분한 반복 연습 시간을 제공하는 학습법으로, 이 과정은 단계별(stepwise learning)로 구분되어 있으며, 학습 단계를 점차적으로 연장하여 충분한 반복학습이 이루어지도록 설계되어 있다. 이 학습법은 이미 한국전문소생술(KALS provider) 과정에서 RCDP를 접목하여 진행하고 있어 이에 대한 적용을 그대로 유지하도록 한다.

8) 병원 전 단계와 응급의료체계에서 소생 중단 기준의 적용 삭제

2020년 가이드라인에서는 성인 심장정지 환자에 대한 심폐소생술 중단(termination of resuscitation: TOR) 기준으로서 병원 전 단계에서 적용 가능한 기본소생술 중단 기준과 병원 단계에서 적용 가능한 전문소생술 중단 기준이 제시되었다.[2] 하지만, 소생술 중단이나 보류에 대한 사회적인 합의 부족, 한국 의료 환경을 기반으로 한 TOR 후속 연구의 부재, 국내 의료법과 환경상 응급구조사가 단독으로 결정할 수 없는 상황 등을 고려하여 이번 가이드라인에서는 삭제되었다.

9) 소아 교육 확대 및 일반인 심폐소생술 교육 불균형 해소를 위한 제언

국내 학교보건법에 따른 응급처치 및 심폐소생술 교육 시작 연령을 초등학교 고학년(만 10세)으로 명확히 하고, 인지적 준비가 된 저학년을 대상으로는 도움 요청과 가슴압박소생술의 기본 개념 교육을 필수화하여 잠재적 구조자 풀을 확대해야 한다. 교육 불균형 해소를 위해 사회취약계층 및 다문화 가정을 위한 지역사회 기반 맞춤형 심폐소생술 교육 프로그램을 개발하고, 노인, 여성 등 특정 그룹의 신체적 심리적 제약을 고려한 대안적 자세 및 피드백 중심의 훈련을 강화하여 교육 접근성과 효과를 높여야 한다. 소생술 교육 기회와 접근성이 낮은 지역에 대한 재정적 지원을 확대하고, 자동심장충격기 의무 설치 관리의 실효성을 높이는 법적 장치를 지속적으로 마련해야 한다.[24–26]

2. 2025년 교육 및 실행 가이드라인 핵심 사항

1) 심폐소생술 가이드라인 교육 및 실행 분야의 중재 역할

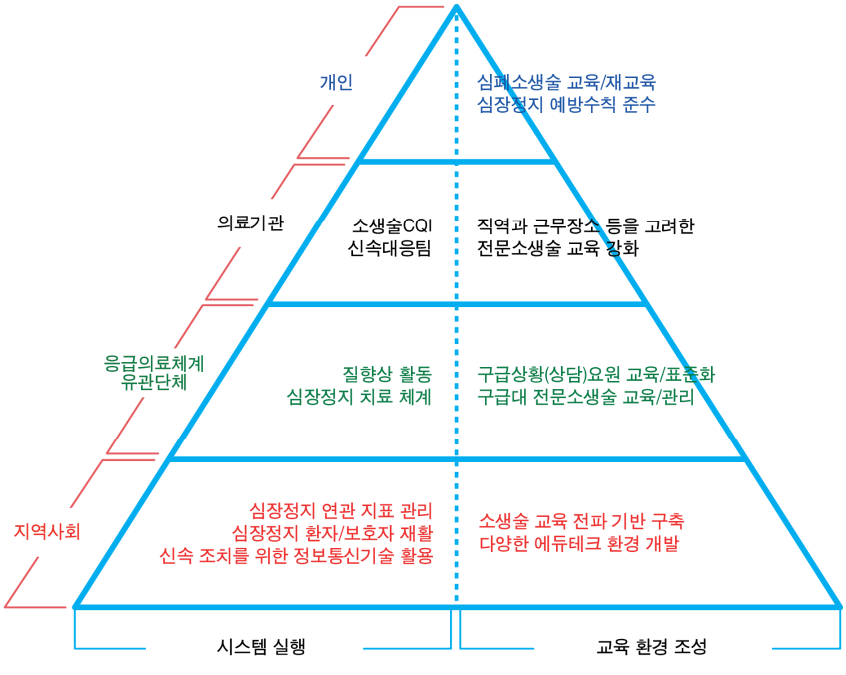
심장정지 발생 환경에 따라 환자의 생존을 결정하는 인자가 상이하다. 병원 밖 심장정지(OHCA)는 목격자 심폐소생술과 신속한 제세동이 핵심 생존 인자인 반면, 병원 내 심장정지(IHCA)는 이러한 소생술 요소 외에 심장정지 발생 위험을 조기에 인지하는 능력 또한 중요한 결정 인자로 작용한다.

궁극적으로 심장정지 환자의 생존율을 높이기 위한 최선의 목표는 가장 최신의 의학 지식에 기반한 치료를 보장하는 것이며, 이를 달성하는 핵심은 효과적인 심폐소생술 교육에 달려 있다. 심폐소생술 교육은 일반인과 의료인의 수행도로 직결될 수 있도록 일관된 형태로 보편적으로 진행되어야 한다. 특히, 교육은 실제 상황과 유사한 시뮬레이션 기반으로 시행되어야 하며, 현장에서 즉시 지원을 받을 수 있는 전화 도움 심폐소생술 등의 훈련을 포함해야 한다. 의료인을 위한 교육은

고위험 환자 조기 인지 능력을 증진시키고, 지속적인 품질 증진 활동(quality improvement)을 통해 실제 CPR 수행 능력을 극대화해야 한다. 이러한 맥락에서 생존 사슬(chain of survival)은 심장정지 예방을 포함한 생존의 공식(formula of survival)으로 확장되었으며,[26] 이는 수준 높은 의학적 기반을 실제 환자에게 전달하기 위한 효과적인 교육의 필요성을 강력하게 뒷받침한다.

2) 심폐소생술 교육 및 실행 전략의 핵심 피라미드

심장정지 치료시스템과 실행 관련 가이드라인에서는 병원 내 심장정지 예방을 위한 신속대응 시스템 운영, 지역사회 심장정지 치료 환경의 통합 관리와 지역사회 심장정지 데이터 모니터링 전략 등을 제안하였다.[2] 심장정지 생존율 향상을 위한 교육 및 실행 전략의 핵심 피라미드는 아래와 같다([그림 9-1]).



[그림 9-1] 심장정지 생존율 향상을 위한 교육 및 실행 전략의 핵심 피라미드.
CQI, continuous quality improvement

3) 소아 연령대의 교육 확대

초등학생을 대상으로 한 심폐소생술(CPR) 교육은 병원 밖 심장정지 환자의 생존율을 높이는 핵심 전략으로, 한국, 유럽, 미국 모두 조기 교육을 강조하고 있다.[24-26] 교육의 적정 연령은 아동의 인지적 및 신체적 발달을 고려하여 결정된다. 한국은 학교보건법에 따라 심폐소생술 교육이 의무화되어 있으며, 주로 초등학교 고학년(만 9-12세)을 대상으로 한다. 이는 만 10세 전후 아동이 성인에게 필요한 최소한의 가슴압박 깊이를 달성할 신체적 힘을 갖추기 시작하고, 심폐소생술의 절차(확인-신고-압박)를 논리적으로 이해할 수 있는 인지적 능력이 충분히 발달하기 때문이다. 따라서 국내에서는 신고와 압박 모두를 수행할 수 있는 고학년을 교육의 주요 대상으로 설정하고 있다. 국내 학교보건법 등의 법정 응급처치 교육을 통하여 12세 미만 소아에게 심폐소생술 교육을 시행하는 것은 향후 심폐소생술에 대한 의지와 자신감 향상에 매우 중요하다. 9세 미만인 경우에도 육체적으로 가슴압박이 어려울 수 있으나 응급 상황 신고, 빠른 소생술의 중요성을 인지하는 것 또한 사회적 책임감과 응급 대처 역량의 사회화를 촉진하는 긍정적 효과를 가져올 수 있다.

반면 유럽과 미국은 초등학생 고학년 연령대로 교육을 확대하고 있는 추세이고, 유럽 ERC는 'A-A-A (Any-Age-Any-place)' 원칙하에 만 9세 이상 아동의 인지적 준비를 우선하며, 조기 교육을 통해 심장정지 상황에 대한 심리적 장벽(두려움)을 낮추는 장기적 효과를 강조한다. 또한, 신체적 힘이 부족하더라도 가슴압박소생술(hands-only CPR)만 시행하는 것은 충분히 가능하다고 판단하고 있다. 미국 AHA 역시 만 12세 전후 아동이 가슴압박소생술의 속도와 깊이를 생존에 기여할 만한 수준으로 수행할 수 있음을 근거로 교육을 권고하며, 이 시기에 습득한 기술이 성인이 되어서도 장기적으로 기억된다는 점을 연령 확대의 중요한 근거로 제시하고 있다. 전 세계적인 추세는 신체적 한계가 있더라도 인지적으로 준비된 만 9-10세 이상 아동에게 교육을 확대하여 잠재적 구조자 수를 늘리는 데 초점을 맞추고 있다.

4) 일반인 심폐소생술 교육 불균형 해소

낮은 일반인 심폐소생술 교육률을 보이는 여성, 노인, 사회경제적 낮은 지위 계층, 특정 지역 집중 현상은 여전히 지역사회의 장벽으로 남아 있어 이를 해소하기 위한 공론화가 필요하다.[27,28] 장애인을 포함한 특수 교육 대상층을 위한 다양한 교육 콘텐츠 개발, 다문화 가정과 언어 장벽 해소를 위한 지속적인 관심과 사회공헌사업이 지속되어야 한다.

여성 대상 CPR 교육은 가슴압박 능력의 격차 해소와 성별 관련 심리적 장벽을 극복하는 데 초점을 맞춘다. 여성 환자에 대한 목격자 CPR 시행률이 낮은 것은 성적인 오해나 노출에 대한 망설임 등의 심리적 장벽이 작용하기 때문이다.[29] 이를 해소하기 위해 교육 시 여성 환자에게도

압박이 필수적임을 명확히 설명하고, 선한 구조자 법에 따른 법적 보호를 강조한다. 2025년 지침에서는 속옷을 벗길 필요 없이 옷 위에 압박을 시행할 수 있음을 명확히 교육하여 구조 행위를 주저하지 않도록 강조하고 있다.

노인 대상 교육은 구조자로서 노인이 겪을 수 있는 신체적 능력의 제한과 기억력 유지에 중점을 둔다. 노인은 근력 감소 및 관절 문제로 인해 표준 자세로 고품질 CPR을 장시간 유지하기 어렵기 때문에 인공호흡을 제외한 가슴압박 소생술(hands-only CPR)만 집중적으로 교육하여 기술적 부담을 줄이고, 짧은 시간 동안 자주 반복적인 훈련을 통해 신체적 피로를 최소화한다. 교육 환경에서도 높이 조절 가능한 마네킹을 사용하거나 테이블 위에서 훈련하는 등 노인의 자세에 맞는 환경을 제공할 수 있다. 인지적 측면에서는 새로운 정보 학습 및 유지의 어려움을 고려하여, 교육 내용을 핵심 절차(119 신고와 가슴압박)에만 집중해 최대한 단순화하고, 청각적 단서(메트로놈)를 활용한 반복 학습으로 압박 속도를 기억하도록 돕는다.

사회취약계층은 CPR 교육 접근성 자체가 낮아 목격자 CPR 시행률이 떨어지는 경향이 있다. 이를 해소하기 위해 유럽과 미국에서는 교회, 복지관, 지역 커뮤니티 센터 등 접근성이 높은 장소에서 교육을 시행하도록 하는 지역사회 기반 교육을 확대하고 있다. 이민자나 다문화 가정을 위해 다국어 강사 및 통역을 배치하고, 교육 자료를 다양한 언어와 문화적 맥락에 맞춰 번역 및 조정하는 다국어 지원을 제공한다. 특정 문화권에서 타인 신체 접촉에 대한 금기나 일반인의 의료 개입을 꺼리는 문화적 장벽이 존재할 수 있으므로, 신체 접촉에 대한 우려를 낮추기 위해 가족이나 지인에게 우선 시행하는 것부터 교육하는 맞춤형 접근을 시도하고 있다. 이러한 다국가 간 문화 차이는 국내 교육 프로그램 개발부터 유연하게 고려되어야 한다.

5) 장애인을 위한 심폐소생술 교육의 유연성 및 접근성 강화

국내뿐 아니라 미국, 유럽 등 전세계적으로 장애인이 목격자 구조자로서 생존 사슬에 기여할 수 있도록 소생술 교육 지침의 유연성과 접근성을 높이는 데 집중하고 있다. 국내에서는 대한심폐소생협회가 주관하는 사회공헌사업의 일환으로 장애인 대상 교육사업을 시범으로 진행하였고, 가슴압박소생술(hands-only CPR)을 기본으로 권장하여 인공호흡 및 구강 접촉에 따르는 육체적 제약을 줄이는 것을 핵심 근거로 하고 있다. 지체 장애 등으로 인해 표준 자세를 취할 수 없는 경우를 대비하여 앉은 자세(휠체어 포함)나 대안적 압박 자세를 훈련하는 유연성을 고려하고 이를 위해 교육생 강사 비율 또한 유연하게 배치한다. 또한, 청각 장애인을 위한 수어 통역과 시각 자료(자막, 시각적 메트로놈)를 활용하여 시각적 정보 제공을 시범적으로 적용할 예정이다.[30]

유럽과 미국은 포용성(inclusion)에 초점을 맞춰 교육의 접근성을 높이고 있다. 미국심장협회(AHA)는 신체적 수행이 어려운 장애인을 위해 CPR 절차를 이해하고 타인에게 지시하는 능력을 평가하여 'advisor' 인증을 부여하는 프로그램을 개발하여, 장애인도 구조 지휘자 역할을 통해 생존 사슬에 기여하도록 하고 있다.[25] 유럽과 미국은 교육 환경 자체에도 경사로, 넓은 공간 등 물리적 접근성을 보장하며, 높이 조절 가능한 마네킹이나 시각 장애인을 위한 촉각 레이블 등 적응형 훈련 도구를 활용하도록 권고한다.[31] 이러한 국제적 지침들은 신체적 제약을 최소화하는 가슴압박소생술을 중심으로, 필요에 따라 CPR 수행자 대신 구조 지시자 역할(advisor)을 인정하고 장애 유형에 맞춘 합리적 조정(reasonable adjustment)을 제공하는 것을 공통적인 핵심 전략으로 채택하고 있어 국내에서도 고려하도록 한다.

3. 심폐소생술 교육 목표와 핵심 권장 사항

1) 학습 목표 설정

심폐소생술 교육의 학습 목표는 심폐소생술 교육을 받은 후 교육생들이 실제 심장정지 환자에게 곧바로 올바르게 적용할 수 있는 지식과 술기를 확실하게 얻고, 그 지식과 술기를 상당 기간 유지하도록 할 수 있도록 설정해야 한다. 전체 교육적 과정은 이 학습 목표를 효과적으로 달성하도록 구성되어야 한다.

2) 보면서 따라하기(Practice While Watching, PWW) 형식

심폐소생술 강사의 수행도 및 숙련도에 의해 교육의 내용이 변경되는 부작용을 최소화하기 위해, 동영상이나 컴퓨터 기반의 학습 프로그램을 통해 강사의 교육과정 개입을 최소화하거나 전혀 없이(자가 학습) 심폐소생술의 지식과 술기를 습득할 수 있도록 형식을 만드는 것을 권장한다. 특히 기본소생술(심폐소생술과 자동제세동기 사용법) 과정에서는 보면서 따라하기가 필수적이다.

3) 술기체득중심

지식 전달도 필요하지만, 가능하면 교육 시간의 대부분을 직접 반복적으로 술기를 연습하게 함으로써 술기를 체득하게 하는 데 할애해야 한다. 교육 후 따로 술기를 연습하지 않아도 교육시간만으로 익숙하게 심폐소생술 술기를 수행할 수 있게 하는 것이 목표이다. 불필요한 강의식 교육은 최소화한다.

4) 심폐소생술 교육

심폐소생술 교육의 목적은 교육생으로 하여금 심장정지 환자를 목격할 경우 이를 신속하게 인지하여 심폐소생술과 제세동을 할 수 있도록 하는 것이다. 특히 병원 밖 심장정지 생존 사슬에서 처음 목격한 일반인 구조자의 역할은 매우 중요하다. 우리나라에서 일반인 목격자에 의한 심폐소생술 시행률 및 자동제세동기 적용률은 아직까지 낮은 실정이며, 이런 결과는 우리나라 병원 밖 심장정지 환자의 낮은 생존율로 이어지고 있다.

가슴압박소생술 교육은 인공호흡을 함께 실시하는 심폐소생술에 비해 단순하기 때문에 일반인 구조자의 심폐소생술 시행 의지와 목격자 심폐소생술 시행률을 높이므로 지역사회 일반인을 대상으로 한 성인 심폐소생술 교육으로 인공호흡을 제외한 가슴압박소생술 교육을 시행할 것을 권장한다. 그러나 소아 심장정지, 익수 등의 비심인성 심장정지, 심장정지 발생 후 시간이 경과된 경우 등에서는 인공호흡이 필수적이다. 따라서, 다른 사람의 안전을 담당하는 일차 반응자나 보건의료인 대상 심폐소생술 교육에는 인공호흡을 포함한 심폐소생술 교육을 실시하도록 한다.

5) 대중 CPR 교육과 재교육 주기

일반인과 심폐소생술을 자주 경험하지 않는 의료인들은 기본소생술 과정과 전문소생술 과정을 이수한 후 3-6개월이 경과하면 습득했던 지식과 술기를 급격하게 잊게 된다.[32] 심폐소생술 관련 지식과 수행 능력을 유지하기 위해 도움이 필요한 대상은 온라인(on-line) 자가 학습 프로그램 또는 동영상 교육 등의 편리한 방법을 통해서 길어도 6개월 간격으로 재교육이나 재평가를 받도록 권장한다.[33] 2년 주기의 기본 및 전문소생술 자격 갱신이 적절하지 않음을 보여주는 근거가 계속적으로 제시되고 있지만 과학적 근거가 부족하므로, 최적의 재훈련 기간은 변경하지 않았다.

6) 사후토의(디브리핑, debriefing) 및 토론식 전달방식

디브리핑은 시뮬레이션 교육 과정이 끝난 후 2명 이상의 팀원들이 모여 교육 내용에 대한 성찰, 토론 및 피드백을 통하여 교육 경험을 의미 있게 구조화 하는 것을 의미한다. 성인과 소아의 병원 내 및 병원 밖 심장정지 시 구조자의 사후 토의를 권고하고, 수행 능력을 평가할 수 있는 객관적 지표들을 제시하여 표준화된 사후 토의 교육이 시행될 수 있도록 하고 있다.[34,35] 심폐소생술 교육 과정의 단계별 완료 또는 전체 과정 종료 시점에서의 사후 토의, 질의응답, 및 토론을 통한 내용 정리는 개인 및 팀의 심폐소생술 수행 능력을 향상시키는 효과가 크므로 적극 권장한다. 소생술 직후 즉각적인 디브리핑(hot)과 수일 후 진행하는 지연적 디브리핑(cold)은 모두 기관의 자원이나 근무 형태에 따라 적용되고, 두 방법 모두 심장정지 생존 예후 개선에 도움이 되어 권고된다.[9-11]

7) 복합교육방법(blended-learning) 적용에 대한 재고

2020년 가이드라인에서는 전통적인 이론과 시뮬레이션 실습, 테스트를 통합하여 운영하여 2일 이상 운영하는 기존의 전문소생술 교육의 대면교육시간을 줄이기 위해 복합교육방법(blended learning)의 일환으로 이러닝을 제공하도록 하고 있다.[36] 하지만, 이러한 현장 이론 교육과 실습, 이러닝 혼합 방법으로 운영하는 복합교육방법(blended-learning)에 대해 소생술 교육 효과의 이점과 비용 효과 연구에서 측정지표(지식, 술기, 태도 등)가 상이하거나 결과에 일관성이 나타나지 않았다. 이에 따라 교육자원이나 접근성에 제약이 있는 경우에 적용하도록 권고한다.[37,38] 신종 감염병이나 국가재난 상황 등 대면 실습 교육이 불가능한 특수 상황이 아닌 경우 일상적으로 권고하지는 않는다.

심장정지 상황은 특성상 자주 경험할 수 없고 상황을 대체하여 교육하기 어려운 점을 고려하여 응급 상황이나 현실 환경을 반영한 컴퓨터 인터페이스를 이용한 가상 현실과 놀이를 통해 게임화된 학습(예: 가상 및 증강 현실, 모니터를 시뮬레이션하는 태블릿 앱 등)이 주목받고 있다. 그러나 이러한 게임화 학습에 대해서는 기존 비디오나 컴퓨터 웹, 시뮬레이터 등을 사용한 교육 매체와의 비교 연구, 매체의 속성에 적합한 교육 내용과 방법, 게임화 학습의 정의와 범위, 신기성 효과(novel effect) 배제 등에 대한 사회교육학적 합의와 근거가 필요한 상태이다. 기존 교육과의 차별성, 매체 나열이나 속성 분류, 게임화 학습의 요건 등에 대해서도 사회교육학적 합의와 정의가 필요하므로 현행의 소생술 교육 방법론을 유지한다. 이때 신기성 효과는 교육 방법론 중 신기술이 접목된 매체를 사용할 때 학습자가 신기해하며, 몰입도가 자연스럽게 증가하지만, 오히려 내적 동기 유발을 방해하거나 교육 목표를 달성하지 못하는 경우를 의미한다.

8) 게임화 학습(gamified learning)과 가상 증강현실을 이용한 소생술 교육

심장정지 상황은 특성상 자주 경험할 수 없고 상황을 대체하여 교육하기 어려운 점을 고려하여 2020년 가이드라인부터 응급 상황이나 현실 환경을 반영한 컴퓨터 인터페이스를 이용한 가상 현실과 놀이를 통해 게임화된 학습(예: 가상 및 증강 현실, 모니터를 시뮬레이션하는 태블릿 앱 등)이 소개되었다.[39] 하지만 현재 게임화 학습에 대해서는 기존 비디오나 컴퓨터 웹, 시뮬레이터 등 교육 매체와의 비교 연구,[40-42] 매체의 속성에 적합한 교육 내용과 방법, 게임화 학습의 정의와 범위, 신기성 효과(novel effect) 배제 등에 대한 사회교육학적 합의와 근거가 필요한 상태이므로 현행의 소생술 교육 방법론을 유지한다.

9) 새로운 교육 모듈의 활용 – 빠른 주기의 의도적 훈련(RCDP)

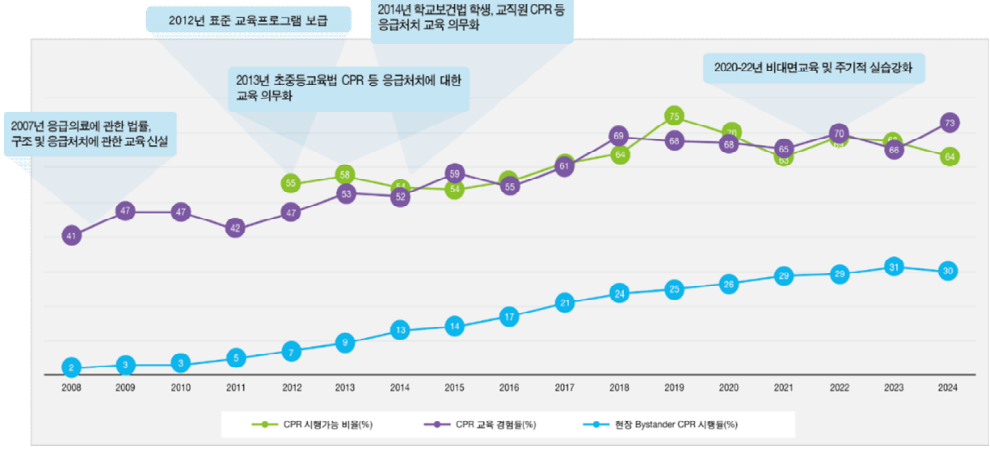
전통적인 교육 피드백은 학습자가 시나리오 시뮬레이션을 모두 마친 뒤 자신의 행동을 되돌아보고 성찰하는 사후 디브리핑(debriefing)에 중점을 둔다. 반면, RCDP는 성과에 대한 즉각적인 피드백과 성과 개선을 위한 충분한 반복 연습 시간을 제공하는 학습법으로, 이 과정은 단계별(stepwise learning)로 구분되어 있으며,[43] 학습 단계를 점차적으로 연장하여 충분한 반복 학습이 이루어지도록 설계되어 있다.[44-47] 이 학습법은 이미 한국전문소생술(KALS provider) 과정에서 RCDP를 접목하여 진행하고 있어 이에 대한 적용을 그대로 유지하도록 한다.

4. 심폐소생술 수행 의지를 높이기 위한 교육 전략

1) 목격자 심폐소생술 장애요인 및 극복 교육 전략

(1) 정체된 목격자 심폐소생술 시행률

심장정지 환자의 생존 예후를 향상하는 데 가장 큰 영향을 미치는 요소는 심장정지 발생 후 첫 5분 안에 얼마나 빨리, 얼마나 고품질의 심폐소생술이 제공되는가에 달려 있다. 병원 밖 심장정지 환자에게 목격한 일반인이 심폐소생술을 시행하는 경우는 2008년 1.9%에서 2014년 12.9%, 2016년 16.8%에서 2022년 29.3%, 2024년 30.3%로 증가 추세이지만[48-50](급성심장정지조사 통계, 질병관리청), 선진국 통계치인 39~43.6%에 비하면 여전히 낮은 수준이고 특히 2021년 이후부터는 30% 이내 시행률에서 정체되어 있다([그림 9-2]). 이에 정체된 소생술 시행률을 다시 높이기 위한 정책 및 교육 대상 확대가 요구된다.[51]



[그림 9-2] 국내 CPR 교육지표, 현장 목격자 CPR 시행률 및 연관 법규

이에 심폐소생술 교육 불균형에 대한 사회적 통합과 인식이 반드시 필요하다. 낮은 일반인 심폐소생술 교육률을 보이는 여성(2024년 대국민 응급의료서비스 인지도 및 만족도 조사 결과보고서, 보건복지부), 노인, 사회경제적으로 낮은 지위 계층, 특정 지역 집중 현상은 여전히 지역사회의 장벽으로 남아 있어 이를 해소하기 위한 공론화가 필요하다. 장애인을 포함한 특수 교육 대상을 위한 다양한 교육 콘텐츠 개발, 다문화 가정과 언어 장벽 해소를 위한 지속적인 관심과 사회공헌 사업이 지속되어야 한다.

(2) 심폐소생술 시행 장벽과 극복 전략

일반인이 심장정지 환자를 목격하고도 심폐소생술 시도를 주저하게 만드는 주요인은 환자에게 해를 가할까 하는 두려움, 자신감 부족, 그리고 법적 책임 추궁 가능성 등 복합적이다.[27,52,53] 특히 '잘못된 경우의 책임소재'가 가장 큰 우려 사항(70.3%)으로 꼽히며, '응급의료에 관한 법률'에 따른 선한 사마리아인 법이 법적 보호 장치를 마련하고 있음에도 불구하고,[54] 이에 대한 홍보 부족으로 인해 여전히 소생술 제공의 심리적 장벽으로 작용하고 있다. 또한, 목격자는 실제 상황에서 공황 상태에 빠져 구급상황 요원의 전화 지시를 이행하지 못하거나 연결을 유지하지 못하는 등 극심한 스트레스를 겪으며 심폐소생술 시행에 실패하기도 한다.[55,56]

이러한 장벽을 극복하기 위해서는 다각적인 사회적인 노력과 합의가 필요하다. 우선, 선한 사마리아인 법의 내용을 효과적으로 교육하고 홍보하여 법적 책임에 대한 우려를 해소해야 한다. 또한, 심폐소생술 교육 과정 중에 심리적인 장벽 발생 가능성 및 영향에 대해 교육하고, 반복적인 실습 또는 상황 시뮬레이션을 통해 교육생이 스트레스 상황에서도 능숙하게 극복하고 대처할 수 있도록 훈련해야 한다. 추가적으로 소생술 시도 의지는 교육 경험률과 밀접한 관련이 있으므로, 온라인 동영상 교육을 통한 자가 학습을 자주 반복하도록 유도하는 것이 심폐소생술 시행률을 높이는 효과적인 대안이 될 수 있다.

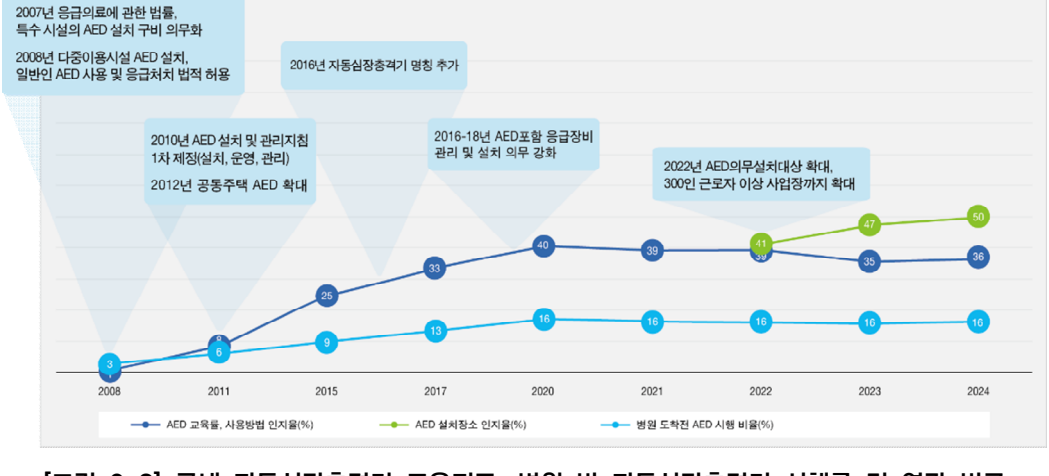
(3) 구조자를 위한 신체적 및 정신적 배려에 대한 교육

고품질의 가슴압박을 연속적으로 시행하는 것은 체력적으로 무리가 될 수 있으며, 근골격계에 과도한 부담을 유발할 수 있다. 심폐소생술에 관련한 지식과 술기를 습득하는 과정은 대부분의 교육생들에게 긍정적인 경험으로 인식된다. 그러나 교육 과정이 아니라 실제로 심장정지를 직접 목격하고 실제 환자에게 심폐소생술을 시도하는 것은 매우 큰 심리적 부담이 될 수 있다. 상당한 비율의 사람들은 심리적 충격으로 공황 상태에 빠지기도 한다.[57] 또한 그 후에 외상 후 스트레스 장애(post-traumatic stress disorder: PTSD)에 빠질 수도 있다. 따라서 교육과정에서 이러한 가능성을 미리 알려야 하며, 심폐소생술에 참여한 후 부정적인 심리적 효과가 발생할 때 그것을 인지하는 방법과 전문적 심리적 지지요법의 필요성에 대한 설명이 필요하다.

2) 자동심장충격기 부착률을 높이기 위한 전략

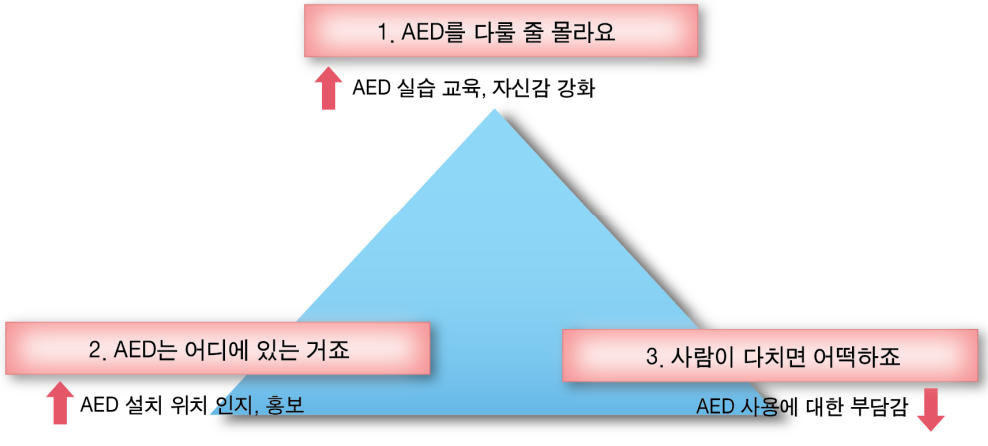
일반인 구조자는 자동심장충격기 사용을 전기 충격을 가한다는 위험으로 생각하거나 복잡한 전문 의료 장비로 인식하여 사용법이 어렵다고 생각할 수 있다. 그러나 자동심장충격기는 사용자나 환자 모두에게 안전하고 부작용은 매우 드물며, 사용법이 아주 단순하다. 사용자의 잘못으로 불필요한 제세동이 시행될 가능성은 극히 낮으며, 아주 짧은 사용법 교육을 시행하면 대부분의 일반인들은 쉽고 올바르게 사용할 수 있다.[58]

2007년 응급의료에 관한 법률이 개정되면서 수많은 공공시설과 공동주택, 다중이용시설에 자동심장충격기 설치가 의무화되고, 선의의 응급처치로 인한 손해에 대해 면책 조항이 만들어져 자동제세동기와 연관되어 일반인들이 사용할 수 있는 법적 환경을 구축하였다. 2016년 자동심장충격기로 명칭이 추가되었고, 2016년부터 2018년까지 자동심장충격기를 포함한 응급장비 관리 및 설치 의무가 강화되었으며, 2022년 300인 근로자 이상의 사업장까지 의무설치 대상이 확대되면서 직장 내 또는 일반인의 자동제세동기 접근성과 인지도가 급격히 상승하고 있다. 또한, 자동심장충격기 교육 비율에서도 2012년부터 대한심폐소생협회와 질병관리본부, 보건복지부 공동으로 일반인 심폐소생술 표준프로그램 교육 내용에 자동심장충격기를 포함하여 운영하였고, 2015년부터는 자동심장충격기 실습 교육도 강화하면서 2007년 0.5%, 2011년 8%였던 자동심장충격기 교육률이 2015년 24.5%, 2020년 40%, 2024년에는 36.2%로 증가하였다([그림 9-3]).[54] 특히 의무 설치 대상 확대에 따라 설치 장소 인지율도 2022년 41%에서 2024년 50%로 지속적으로 증가하는 추세이다.



[그림 9-3] 국내 자동심장충격기 교육지표, 병원 밖 자동심장충격기 시행률 및 연관 법규

하지만, 2015년, 2017년에 시행한 전국 심폐소생술 및 자동심장충격기 교육 및 인지도 조사 결과 낮은 일반인 제세동 비율 원인은 (1) 기계 사용에 대한 자신감 결여와 사용법 미숙함, (2) 실제 심장정지가 발생해도 어디에 있는지 몰라서 가져오지 못하는 문제점, (3) 잘못 사용했을 때의 두려움 순이었다([그림 9-4]).



[그림 9-4] 일반인 자동심장충격기 사용률 향상을 위한 삼각 전략

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 첫째, 자동심장충격기 사용에 대한 일반인들의 낮은 자신감을 해소할 수 있도록 자동제세동기 홍보를 강화하고, 현장에서 사용이 가능하도록 개별 실습 교육 또한 강화해야 한다. 둘째, 직장이나 집 주변 어느 곳에 자동심장충격기가 있는지 평소에 관심을 갖고 정확한 위치를 알고 있도록 한다. 자동심장충격기 사용에 자신이 있고 현장에서 적용하고자 하는 의향이 있더라도 자동심장충격기가 어디에 있는지 몰라 가져오지 못한다면 이 또한 장애가 된다. 평소 지하철이나 공공장소, 인터넷, 휴대전화 애플리케이션 등을 통해 자동제세동기 위치 찾기를 홍보하는 방안도 필요하다. 마지막으로 자동제세동기를 잘못 사용해서 해를 끼칠 수 있다는 저해 요인을 감소시키기 위해 선의의 응급처치에 대한 면책 조항을 대대적으로 홍보한다. 선한 사마리아인법으로 알려진 응급의료에 관한 법률 제5조의2(선의의 응급의료에 대한 면책)에 대한 인지도를 높여 자동심장충격기 사용뿐만 아니라 심폐소생술 전반에 대해 저해 요인을 극복하는 홍보가 필요하다.

5. 효과적인 심폐소생술 프로그램 개발과 운영, 평가

1) 교육 과정을 만들 때 고려해야 할 핵심 개념

심폐소생술 교육 과정이나 전략을 수립함에 있어 소생술은 이론적인 중요성을 이해하는 것도 중요하지만 심장정지 상황에서 직접 심장정지 환자에게 심폐소생술을 시행할 수 있는 자신감과 고품질의 소생술이 요구되는 상황이라는 점을 감안하여 실습 훈련을 하는 것이 중요하다. 이를 위해 평가 기준에 지식 평가를 위한 필기 시험뿐만 아니라 술기 평가(objective structured clinical examination: OSCE)를 기반으로 한 복합적이고 다면적 평가 방식이 요구된다. 심폐소생술 교육과정을 만들 때 고려해야 할 핵심적인 개념은 다음과 같다.

① 단순화: 필수적인 심폐소생술 지식 및 술기의 체득이라는 교육 목표를 달성할 수 있도록 교육 내용의 범위와 제시 방식을 단순화해야 한다.
② 일관성: 교육 내용과 술기 보여주기를 일관성 있게 제시해야 한다. 강사에 따른 교육 내용의 가변성을 최소화하기 위해서 보면서 따라하기 방식이 권장된다.
③ 교육 목표 중심: 인지(recognition)하여야 하는 목표, 인지하고 행위(psychomotor)를 하여야 하는 목표 및 정서적(affective) 목표가 모든 교육과정에 제시되어야 한다.
④ 직접 해보는 연습(hands on practice): 충분한 직접 실기 연습을 통해야만 술기 수행 목표를 달성할 수 있다.
⑤ 임상적 상황 활용: 교육생이 실제 상황에 적용할 수 있는 적합한 시나리오를 활용해야 한다. 병원 근무자들에게는 바닥 대신 병상에 올려놓은 마네킹을 사용하여 심폐소생술을 연습하도록 하는 것이 여기에 해당한다.
⑥ 실행능력 평가 시험 필수: 평가 시험을 통하여 학습 목표를 달성한 것으로 입증된 교육생만 교육 과정을 완료한 것으로 인증되어야 한다.
⑦ 연습을 통한 숙달: 핵심적인 술기와 지식은 교육 과정 자체만으로 숙달되고 체득되도록 의도적으로 반복되어야 한다.
⑧ 평가 및 피드백 활용: 교육 과정 중에 수시로 교육생의 수행 능력을 평가하여 학습을 증진시켜야 한다. 측정 가능한 술기 수행도를 제시하여 평가의 기준으로 삼아야 한다.

핵심 개념에 근거한 어떤 교육 과정이 만들어졌을 때, 실행능력 평가 시험과 같은 결과 평가뿐 아니라 그 교육과정 자체를 평가하기 위한 방법을 동시에 확립하여 그 교육 과정의 효과를 같이 평가해야 한다. 교육 과정의 평가에서 비록 교육생들의 만족도가 중요한 요소로 간주되지만, 교육 과정 평가의 필수 기준으로는 교육생들의 지식과 술기의 습득 효과가 더 중요하며 나아가 그것의 장기적인 유지 효과로 확대되어야 한다. 교육생들이 실습하고 익힌 내용을 현실에서 적용할 수 있는지 뿐만 아니라 궁극적으로 환자의 예후를 개선할 수 있었는지도 포함되도록 과정 평가를 보다 확고한 형식으로 구성하여야 한다.

2) 교육 과정에 따른 개발 전략과 교육 방법

(1) 기본소생술 과정 개발 전략

기존의 '강사-주도 교육 방식'과 비교할 때 '동영상을 보면서 동시에 따라 실습하는 교육법'이 실제 상황에서 교육생들의 심폐소생술 술기 수행 능력을 더 향상시킨다. 또한 이 방법은 습득된 술기를 오래 유지하는 데 다른 방법과 비슷하거나 더 효과적이다. 따라서 강사-개입 요소를 최소화하고 양질의 표준화된 교육 효과를 얻을 수 있는 보면서 따라하기 방식으로 기본소생술 과정을 개발하도록 강력히 권장한다. 술기 습득에 도움이 되는 최소한의 지식만을 전달하고 대부분의 교육 시간을 술기 체득에 할애해야 한다. 고품질의 술기를 수련하게 하기 위한 방법도 강사에 의존하기보다는 '술기의 수행도를 실시간으로 보여주는 마네킹'과 같은 피드백 측정 장치를 술기 연습에 활용하는 방식을 채택하는 것이 더 좋다.

기존의 기본소생술 과정은 1인 구조자 심폐소생술을 중심으로 고안되어 있는데, 실제로 병원 밖 또는 병원 내 심폐소생술에는 2인 이상의 구조자들이 참여하게 되는 경우가 통상적이다. 환자에게 더 고품질의 심폐소생술을 제공하려면 1인 구조자 심폐소생술보다는 2인 구조자 심폐소생술을 시행해야 하며 이때 참여한 구조자들 사이의 협조 관계가 매우 중요하다. 따라서 기본소생술 과정에도 2인 이상의 구조자들이 효과적으로 협조하여 고품질의 심폐소생술을 제공하는 방법에 비중을 두어 교육 내용을 만드는 것을 권장한다.

기본소생술 교육은 강사에 의해 실습을 강조한 형태로 시행되는 것이 바람직하지만, 교육 리소스가 제한적인 상황에서는 동영상이나 컴퓨터 기반의 자가학습법을 대안으로 활용할 수 있다. 자가학습법의 교육 효과는 아직까지 확실하게 검증되지 않았으나, 일반인 및 보건의료인에 대한 기본소생술 교육 기회를 확대하고, 비용 측면에서 효과적일 수 있다.

(2) 전문소생술 과정 개발 전략

지역사회와 연관 응급의료체계는 하나의 시스템으로 유기적이고 통합적으로 응급의료 종사자가 심장정지 환자를 치료하는 데 얼마나 노출되고 치료에 투입되었는지 모니터링해야 한다. 주어진 응급의료체계 제공자 사이에 경험이 다양하기 때문에 추가교육이나 보수교육 등을 통하여 지속적으로 심장정지 치료에 참여 가능한 수준을 유지하도록 교육을 제공해 준다. 이를 위해 모든 응급의료 종사자와 의료인은 기본소생술과 함께 성인 전문소생술 과정 또는 그와 동등한 수준의 교육 과정을 이수할 수 있도록 강조한다.

전문소생술 과정은 의료인들을 대상으로 하므로 상당히 범위가 넓으면서 깊이가 있는 내용을 전달하게 된다. 한정된 교육 시간에 모든 내용을 다 전달할 수 없고 핵심 내용을 깊이 있게 집중적

으로 전달할 필요가 있기 때문에 교육 과정 중에 기초적인 배경지식부터 설명하기는 어렵다. 또한 교육 과정에 질의응답 및 토론을 통한 교육이 포함되어 있어서 교육생들의 적극적인 참여가 교육의 성패를 좌우한다. 즉 전문소생술 과정의 교육생들은 교육 과정에 참여하기 전에 일정 수준의 사전 지식과 술기를 보유하고 있어야 한다. 컴퓨터 자가 학습 프로그램, 교육용 교재 및 동영상 예습, 사전 평가 시험 등의 방법을 활용하여 교육생들이 교육 전 사전 지식과 술기를 일정 수준 이상 준비하도록 할 것을 권장한다(플립드 학습법, flipped learning). 즉 전문소생술 과정에는 효과적인 과정-전 준비 단계를 반드시 포함하고 이 준비 단계를 성공적으로 완수한 교육생들만 선별하여 교육 과정에 참여할 수 있게 허용하도록 한다.

2009년부터 개발된 한국전문소생술(KALS) 과정에서는 심장정지 시나리오를 중심으로 빠른 주기의 의도적인 훈련(RCDP)을 사용한 TROICA (Training of In-hospital Cardiac Arrest) 시뮬레이션을 운영 중이고, 2021년부터는 불안정성 서맥, 빈맥, 병원내 신속대응팀 활동을 포함한 KALS-EP (experienced provider) 과정을 운영 중에 있다. 시간이 짧은 만큼 자주 시행할 수 있는 점과 술기와 시뮬레이션이 명확히 구분되어 있어 프로그램을 분리하여 병원 내 활용이 가능하다. 2025년 현재 대한심폐소생협회는 신생아, 소아, 성인 환자의 기본 및 전문소생술을 포함한 의료제공자 대상 소생술 교육을 지속적으로 제공하고 있다.

(3) 다양한 직역별 교육 체계 제공

소생술 유관 단체, 응급의료체계, 지역사회는 병원 밖과 병원 내 심장정지 교육에 얼마나 노출되고 재교육에 투입되었는지를 유기적 통합 시스템으로 모니터링 해야 한다. 소생술 교육 과정의 개발과 보급, 일반인과 의료인의 소생술 능력 강화와 함께 한국 의료 환경에 맞는 프로그램을 개발하여 실제 심장정지 상황에서 즉각적이고 실천 가능한 심폐소생술 교육 과정을 운영하도록 한다.

인증 교육 과정은 교육 대상자에 따라 일반인 과정과 의료제공자(healthcare provider: HCP) 과정으로 나누고, 심장정지 적용 대상에 따라 교육 과정을 병원 전 단계 기본, 병원 단계 성인 전문소생술, 병원 단계 소아 전문소생술, 신생아소생술로 나누며, 이에 맞추어 교육 프로그램을 개발하고 직역에 맞게 제공한다. 일반인 교육의 경우 일반인이나 학생을 대상으로 가슴압박소생술과 구급상황(상담)요원 도움 심폐소생술을 교육하는 기본 과정과 일차반응자들을 대상으로 하는 심화 과정으로 나누어 운영한다([그림 9-5]).

심폐소생팀 중 전문소생술 교육을 받은 구성원이 있는 경우 병원 내 심장정지 생존율이 높아진다.[59-63] 의료종사자인 경우에도 심장정지 노출 빈도와 국내 의료법에 근거한 직역별 응급처치 범위를 고려하여 다양한 교육 프로그램을 제공한다.

[그림 9-5] 심장정지 발생장소, 직역과 노출 경험을 고려한 국내 심폐소생술 교육프로그램 시스템. AED, automated external defibrillator

3) 새로운 심폐소생술 학습법의 적용

(1) 자기주도형 디지털 기반 학습

강사 주도 학습이 주를 이루는 현행 소생술 교육에서 자기 주도 학습(self-directed learning, SDL)은 교육 자원이 부족한 환경에서 비용 측면에서는 효율적이며 가슴압박이나 자동심장충격기 사용 등 기본 기술 습득에 유용하다.[64-68] 체계적 문헌 고찰 결과, SDL은 가슴압박 속도, 깊이, 환기 속도 등 대부분의 CPR 기술 수행 지표와 CPR 시행 의지 및 지식 습득 측면에서 강사 주도 학습과 유의한 차이를 보이지 않았다.[65,68-71] 다만, 일부 연구에서는 강사 주도 학습이 자동심장충격기 사용 능력과 특정 지식 영역, 그리고 학습자의 자신감에 더 나은 효과를 나타냈다.

연구 방법론의 이질성으로 인해 확실한 적응증이나 권고사항을 제시하기는 어렵지만, SDL은 감염병 유행 등으로 대면 교육이 불가능한 시기에 교육 접근성을 높이는 효과적인 대안이 될 수 있다. 그러나 기술 습득에 대한 효과가 매체와 학습자 나이에 따라 다르고, 지속적인 시행에 대한 확실한 근거가 부족하므로, SDL을 일상적인 교육 방법으로 권고하지는 않는다. 다만, 강사 주도 학습이 어려운 환경에서 약한 권고 수준으로 교육의 한 방법으로 고려할 수 있다.

(2) 소생술 교육에서 팀워크 및 리더십 훈련 강화

소생술 성공에 중요한 팀워크와 지도력 훈련은 환자 예후에 미치는 직접적 증거는 제한적이며, 연구 결과가 혼재되어 근거 수준이 낮다.[72] 그러나 팀워크 역량 교육은 의사소통, 리더십 행동, 지침 준수율 등 비기술적 술기 및 수행 지표를 유의하게 개선하며, 이 효과는 교육 후에도 일정 기간 유지된다.[15,73-75] 부정적인 영향은 보고되지 않았으므로,[76-78] 모든 기본 및 전문 소생술 교육 과정에 팀워크 역량을 포함하여 소생팀의 효율성을 증진시키는 것을 제안한다.[72,78]

(3) 소생술 교육의 혼합학습 활용에 대한 재고

코로나19와 같은 신종 감염병 유행으로 대면 실습 교육이 어려워지면서, 디지털 자원과 현장 실습을 결합한 혼합학습(blended learning)이 소생술 교육의 대안으로 제안되었다. 혼합학습은 디지털 자원과 현장 교육, 실습을 결합하여 원거리에서도 소생술 훈련이 가능하게 해 준다. 또한 사전 학습 준비 등에서 일관성 있는 메시지를 전달할 수 있다는 장점도 있다.

체계적 문헌 고찰 결과, 혼합학습은 전통적인 대면 교육과 비교하여 술기 수행 능력에서 차이가 없거나 지식 습득이나 비용 절감의 이점 등 연구가 혼재되어 있다.[79-90] 전문소생술과 외상처치술 교육에서도 지식 습득 효과는 높지만,[91,92] 술기 수행에 대한 효과는 명확히 검증되지 못했다.[93] 이에 근거 수준은 매우 낮지만, 자원과 접근성이 허용되는 특수 상황인 경우 소생술 교육에 혼합 학습 방법을 적용하는 것으로 변경하여 제안하였다.

(4) 소생술 교육에 게임화 학습(gamification) 활용의 현재와 과제

게임화 학습은 도전과제 설정, 경쟁 그리고 점수나 순위표 등의 보상 등 게임 요소를 활용하여 학습자의 적극적 참여를 유도하는 방식으로,[39] 소생술 교육에서 긍정적인 효과 가능성을 보여주고 있다.[40-42] 국제소생술교류위원회의 문헌 고찰 결과, 게임화 학습은 의료제공자와 일반인 모두에게 수행 능력 향상, 가슴압박 질 개선, 신생아소생술 지식 및 기술 점수 향상[94,95] 등의 효과를 보고했으나, 일부 연구에서는 효과가 나타나지 않아 결과는 혼재되어 있다. 특히 스마트폰 기반의 게임은 지식과 자신감 향상에 기여하며,[96,97] 순위표를 활용한 훈련은 에피네프린 투여 등

소아소생술의 핵심 행위 시간 단축 효과를 보였지만,[98] 대부분의 연구가 매우 낮은 근거 수준이며, 교육 내용 및 효과 측정 방식의 이질성 때문에 일반화하기는 어렵다. 따라서 현재까지 게임화 학습을 소생술 교육의 공식적인 요소로 권고하기는 근거가 부족하며, 지식 외에 술기 및 태도 측면 연구 확대와 교육 효과 보고의 표준화가 필요하다.[18]

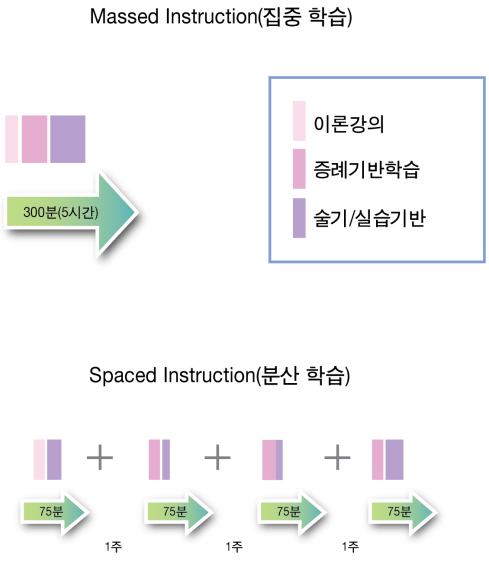
(5) 빠른 주기의 의도적인 훈련(RCDP)을 활용한 소생술 교육 효과

RCDP (rapid cycle deliberate practice)는 시뮬레이션 중 오류를 즉시 중단하고 반복 훈련하여 기술 숙련도를 높이는 교육 방법론으로,[19-21] 소생술 수행 시간 단축 및 질 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 특히, RCDP는 심장정지 리듬 인식 후 제세동 시행까지 소요된 시간을 유의하게 단축시키고 3분 이내 성공 확률을 높이는 효과를 나타냈다.[19,99] 또한, 압박 분율(compression fraction)을 개선하고[23] 제세동 전 가슴압박 중단 시간(pre-shock pause)을 줄여 심폐소생술의 질을 높였으며,[99] 약물 투여 시간을 단축하고 팀 리더의 수행 점수를 향상시키는 등 임상적 이점을 보였다.[20]

다만, RCDP는 사후 디브리핑과 비교하여 가슴압박 시작 시간이나 기술 유지 효과에서는 유의미한 차이를 보이지 못하거나 혼재된 결과를 나타냈고, 특히 술기 기술 유지 측면에서는 RCDP 군의 점수 감소율이 높았다는 보고도 있다. 이러한 혼재된 결과와 더불어 현재까지의 연구가 의료인만을 대상으로 하여 근거 수준이 매우 낮다는 한계가 있다. 그러나 RCDP는 제세동 준비 시간 단축과 고품질 CPR 달성에 잠재적인 이점이 확인되어 현재 기본 및 전문소생술 교육 설계 방법 중 하나로 고려해 볼 수 있으며 향후 의료인이 아닌 일반인이나 일차반응자 등을 대상으로 한 추가 연구가 필요하다.

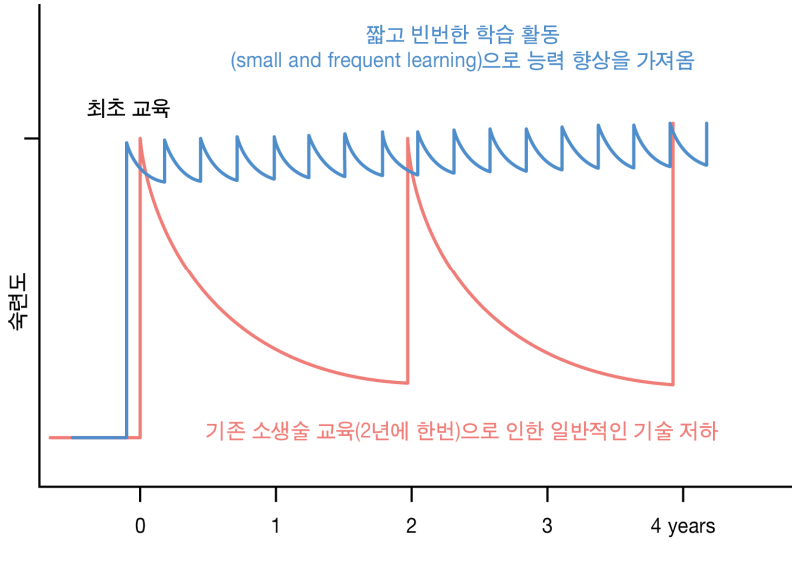
4) 심폐소생술 교육 후 재교육

현행 대부분의 심폐소생술 교육은 수시간 또는 수일에 걸쳐 연속적으로 학습하는 집중 학습(massed learning) 모형을 채택하고 있으나, 교육 수료 후 시간이 지남에 따라 술기 수행 능력은 급속도로 저하되는 한계는 존재한다. 기본 소생술은 1-12개월 사이에, 전문 소생술은 3개월 이후부터 지식과 술기 수행 능력이 지속적으로 저하되는 것으로 알려져 있다.[100] 이러한 술기 저하를 막기 위해 현재는 1-2년 주기의 재교육이 필수적이지만, 평소 CPR에 노출되지 않는 교육생에게는 인증 기간 만료 이전에도 더 잦은 재교육이 필요하다. 이러한 필요성 때문에 촉진 훈련(booster training)과 분산 학습(spaced learning)과 같은 새로운 교육 방법이 2020년 이후부터 지속적으로 주목받고 있다([그림 9-6]).[101-103]



[그림 9-6] 집중 학습과 분산 학습의 비교

이와 유사한 개념으로 추가 훈련 또는 촉진 세션(booster training)은 백신의 효과를 극대화하기 위해 추가접종을 하듯 첫 번째 학습 후 일정 기간 이후 1회 재교육을 실행하는 것을 의미하며, 교정 학습(remediation)은 재학습 또는 '추가 훈련'의 개념과 혼용하여 소생술 교육을 진행 후, 주간 또는 월간의 간격으로 간단하게 초기 교육의 반복된 내용에 초점을 맞추어 진행하는 학습을 의미한다([그림 9-7]).[104,105]



[그림 9-7] 촉진 세션 또는 단시간 다빈도 교육 효과 모형

분산 학습 또는 여러 세션으로 분리된 교육은 단일 과정의 소생술 교육과 비교해 효과가 같거나 더 좋다는 것이 입증되었으며, 집중 학습 대신 분산 학습이 사용될 수 있음을 제안하고 있다. 또한, 효과적인 분산 학습을 위해서는 모든 세션에 걸쳐 교육생들의 참여가 필수적이다. 이에 향후 국내의 심폐소생술 교육 과정도 추가 훈련 과정 및 분산 학습 모형을 적용하는 것을 제안하고 있다.

촉진 훈련은 초기 집중 학습 이후 짧은 주간 또는 월간 세션을 통해 핵심 내용을 반복 훈련하여 술기 향상에 도움을 줄 수 있는 반면, 분산 학습은 짧은 훈련 세션을 일정한 시간 간격을 두고 배치함으로써 술기 습득률을 높이고 수행 수준을 장기간 유지시키는 효과적이다. 분산 학습의 최적의 빈도와 간격은 아직 명확히 밝혀지지 않았으나, 술기 저하 속도를 고려할 때 학습자의 필요에 맞추어 연 1회 이상 소생술 훈련을 반복적으로 시행하는 것이 합리적이며, 이는 현행 대한심폐소생협회의 2년 인증 시스템의 한계를 보완할 수 있는 효과적인 전략으로 평가된다.

5) 소생술 술기능력 향상을 위한 방법

(1) 다양한 보조 수단의 사용

(가) 심폐소생술 교육 과정에서 체크리스트/암기 보조수단의 활용

심폐소생술 교육 과정에서 교육생들로 하여금 '체크 리스트/암기 보조수단'을 활용하게 하는 것이 교육생의 심폐소생술 수행 능력 향상에 긍정적인 영향을 준다. 이러한 장점을 활용하려면 교육생과 강사가 체크 리스트/암기 보조 수단을 사용하는 일에 충분히 익숙해져 있어야 한다. 실제로 심폐소생술을 시행할 때 술기 수행 능력이 떨어지는 비숙련자와 오랫동안 실제 심폐소생술을 하지 않았던 의료인은 체크 리스트/암기 보조 수단을 사용함으로써 소생술 술기 수행 능력을 향상시킬 수 있다.

(나) 인지 보조 도구(cognitive aids)의 활용

2025년 심폐소생술 지침에서는 병원 내 의료진이 소생술 중 인지 보조 도구를 사용하는 것은 소생술 수행 능력이 향상되어 합리적이나 일반구조자는 심폐소생술 중에 인지 보조 도구를 활용하는 것은 오히려 소생술 시작을 지연시키는 것으로 나타나 권장되지는 않는다.

(2) 심폐소생술 교육에서 피드백장치의 사용 강화

2015년부터 권고된 피드백 장비에 대해 2020년 이후 지속적인 근거 수준 강화와 효과 검증이 추가되어 가슴압박 깊이에 있어서 피드백 장치를 사용하면 더 깊게 압박하는 경향이 있었고,

소생술 가이드라인에서 제시하는 적정 압박 깊이를 충족하는 비율이 더 높게 나타났다. 압박 속도의 경우 피드백 장치를 사용하지 않으면 너무 빠른 속도로 압박하는 경향이 있었으며 피드백 장치를 사용하는 것이 소생술 가이드라인에서 제시하는 적정 압박 속도를 준수하는 비율이 더 높게 나타났다. 이에 심폐소생술 교육에 피드백 장비 사용을 권고하는 것에 대한 심폐소생술 술기 수행 능력 향상을 위하여 가슴압박 속도, 깊이, 이완, 손의 위치를 직접 피드백 하는 장비를 사용하는 것을 권고한다.

심폐소생술 교육에 '실시간' 피드백 장치(예: 메트로놈, 가슴압박 빈도 및 깊이 감시기능을 가진 마네킹 등)를 사용하여 교육하는 것은 교육 효과를 높이고, 2025년 임상연구 기반으로 확실성이 높아져 지속적으로 이 장치들을 활용할 것을 2025년 가이드라인에서도 계속 강조했다. 교육 과정 종료 1년 후 술기 수행 능력은 피드백 장치의 사용 여부와 관계없이 상당한 질적 저하를 보였고, 교육 과정 종료 시점에서의 술기 수행 능력이 피드백 장치 사용 여부에 따라 차이가 없었다는 보고도 있지만,[106-108] 심폐소생술 교육에 피드백 장비 사용을 권고하는 양질의 시뮬레이션 연구들이 2015년 이후 추가되었다. 이후 임상연구에 의한 일부 근거가 추가되면서 가슴압박 속도, 깊이, 이완, 손의 위치를 직접 피드백 하는 장비를 사용하는 것이 심폐소생술 술기 수행 능력 향상에 도움이 된다고 알려졌다.[107,109,110] 만약, 피드백 장비 사용이 불가능하면 가슴압박 속도를 개선하기 위한 목적으로 음향으로 피드백을 하는 장비(예, 음악 또는 메트로놈)를 사용하는 것도 유용하다.[111]

심폐소생술 교육에 가슴압박 속도, 깊이, 이완, 손의 위치를 직접 피드백하는 장비를 사용할 것을 권장한다. 만약 피드백 장비의 사용이 불가능하면 가슴압박 속도를 개선하기 위한 목적으로 음향으로 피드백하는 장비(예를 들면 음악이나 메트로놈)를 사용할 것을 권장한다. 심폐소생술 시 실시간 피드백의 긍정적인 효과는 교육 종료 시에 확인된다.

(3) 시뮬레이션 과정 후 사후 토의(debriefing) 진행

시뮬레이션 기반 소생술 훈련은 지식, 기술적, 비기술적 부분을 습득하는 데 중요한 수단이며, 디브리핑은 학습성과를 습득하는 데 중요한 역할을 한다. 소생술 직후 즉각적인 디브리핑(hot)과 수일 후 진행하는 지연적 디브리핑(cold)은 모두 기관의 자원이나 근무 형태에 따라 적용되고, 두 방법 모두 심장정지 생존 예후 개선에 도움이 되어 권고된다.[9-11]

사후 토의(debriefing)란 시뮬레이션 교육 과정이 끝난 후 교육 내용에 대해서 성찰, 토론 및 피드백을 통해서 그 교육 경험을 의미 있게 구조화하는 시간을 의미한다. 여러 연구에서 사후 토의는 시뮬레이션 교육에서 가장 중요한 단계로 간주되고 있으며, 팀워크, 리더십, 의사소통능력

향상에도 중요하다.[112] 이러한 점을 고려할 때 사후 토의 단계가 모든 심폐소생술 교육 과정에 필수적으로 포함되어야 하며, 실제로 심폐소생술을 경험한 후에도 사후 토의를 구조화된 방식으로 진행하는 것을 권장한다. 그러나 실제 심폐소생술 후 매번 사후 토의를 하는 것은 많은 비용과 시간이 소요되는 일이므로 환자의 생존에 어떤 영향을 주는 지와 관련된 구체적 근거가 마련되어야 한다. 병원 내 심장정지 환자에서 심폐소생술 후 사후 토의가 환자의 '퇴원 시 양호한 신경학적 생존'을 증가시킨다는 약한 근거 수준의 연구가 존재하고 병원 밖 심장정지에서도 비슷한 결과를 도출하고 있다.

(4) 과정 후 평가의 의미

현재 운용되고 있는 심폐소생술 교육과정 중에는 평가 시험이 필수 사항인 과정도 있고 선택 사항인 과정도 있다. 평가 시험을 시행함으로써 교육생이 술기 수행 능력을 더 효과적으로 습득하고 더 오래 유지하는 효과가 있다.[8] 다시 말해 평가 시험은 단순한 수준 평가가 아니라 상당한 교육 효과를 가진 교육 방법의 핵심적 요소로 간주해야 한다. 평가 시험에는 지식을 평가하는 필기 시험과 술기를 평가하는 실기시험이 있는데, 필기 시험 점수와 실기 시험 점수와는 상관관계가 없는 것으로 알려져 있다. 그러므로 심폐소생술 교육과 같이 술기를 익히는 것이 더 중요한 교육 과정에서 실기 시험 없이 필기 시험만으로 교육생의 수행도를 평가해서는 안 된다. 즉, 심폐소생술 교육에 참여한 교육생에 대한 교육 효과를 평가할 때, 지식의 양이 아닌 술기 수행 능력을 중요한 평가의 기준으로 삼아야 한다.

(5) 진행 방식의 다변화

현재 운용 중인 기본소생술 과정, 전문심장소생술 과정, 전문 소아소생술 과정이 절대적으로 가장 좋은 교육 방법이라고 할 수는 없으며, 조달 가능한 자원과 교육이 이루어지는 환경, 교육생이 처한 상황에 따라 다른 방식의 교육 전달 방법이 더 효과적일 수 있다. 예를 들면, 소셜 미디어를 활용한 학습,[113,114] 현장(in-situ) 시뮬레이션,[4] 게임화 학습(gamified learning),[17,18] 자기주도형 학습(self-directed learning), 문제기반 학습(problem-based learning), 빠른 주기의 의도적 훈련(rapid cycle deliberate practice, RCDP) 등이 교육 전달 방식의 대안이 될 수 있다. 또는 전문 외상소생술 과정 등 다른 과정과 심장소생술 과정을 통합하여 운영할 수도 있다. 잘 고안된 대안적 교육 과정과 타당한 과정 평가로 교육생들이 학습 목표를 더 쉽고 효과적으로 달성할 수 있다면 그 방법을 적극적으로 수용 및 활용하는 것이 바람직하다.

6. 심폐소생술 교육 질 관리의 중요성

효과적인 심폐소생술 교육이 실제 심장정지 환자의 생존율을 극대화하는데 매우 중요한 역할을 한다. 또한, 교육과정에 대한 질관리는 운용되는 프로그램들을 지속적으로 평가하여 더 나은 훈련 방법을 모색하고, 건전한 피드백과 수정 과정을 통해 교육생에게 최적의 심폐소생술 술기와 정보를 전달하게 한다.

1) 교육생(provider)

심폐소생술 교육의 효과를 결정짓는 가장 중요한 요소는 교육생이 교육 과정에 참여하게 된 '동기'이다. 즉 '자발적 학습 의지'에서 비롯된 참여인지, '타의적 강요'에 의한 참여인지, 또는 아무 생각 없이 참여한 것인지에 따라 교육의 효과가 현격히 달라진다. 따라서 교육 동기가 강한 교육생들을 모집하는 것은 매우 중요하다. 이런 교육생들이 한 과정의 전체 교육생 수의 최소한 1/3에서 절반 정도는 되어야 교육 과정을 원활히 진행할 수 있다. 심폐소생술 교육 과정에는 사전에 자가 학습을 해 오도록 하는 경우가 많은데 이 과제를 성실히 해 오지 않는 사람은 학습 동기가 낮다고 볼 수 있다. 학습 동기가 낮은 교육생들을 대상으로 교육을 시행할 때는 교육 중에 효과적인 방법으로 교육생들에게 '동기를 부여'하는 강사의 탁월한 능력이 요구된다. 교육 과정 전에 다양한 방법들을 통하여 사전 학습을 해 오게 하면 실제 교육 시간을 줄이고 교육 효과를 높이는 데 도움이 된다. 교육 과정 후에는 교육의 효과가 점점 감소하므로 지속적인 재교육을 통하여 교육생들이 한 번 습득한 술기 능력을 계속 지속할 수 있도록 권장하여야 한다. 그러기 위해서는 온라인 교육 등 교육생들이 간편하게 참여할 수 있는 다양한 사전교육 및 재교육 프로그램들이 제공되어야 한다.

2) 교육과정의 질 관리

교육의 효과를 높이려면 교육생의 배경과 교육 동기에 따라 교육 과정을 적절히 변형하여 시행하는 것을 권장한다. 교육 내용은 물론 교육 시간과 재교육 기간도 교육생의 특성에 따라 적절히 조절할 필요가 있다. 심폐소생술 교육 과정을 시행할 때, 매 교육의 시작과 중간, 그리고 끝 부분에 교육에 참여하는 모든 강사들이 모여서 그 과정에 대한 회의를 하는 것도 교육 과정의 질을 관리하는 방법이 될 수 있다. 이런 회의들을 통하여 참여 강사들은 교육 과정에 대한 이해를 다시 하고 교육 중에 발생한 문제점들을 인지하고 공유하여 더 질 높은 교육을 제공하도록 노력하게 되며 참여 강사들의 만족도도 높일 수 있다.

교육 후 평가 시험은 교육 효과를 지속하게 하는 데 도움이 된다고 알려져 있으며 특히 필기 시험보다는 술기 위주의 실습 평가가 임상 능력과 더 연관성이 높으므로 실기 평가 시험을 과정 끝 부분에 반드시 시행하도록 해야 한다. 교육 종료 후 교육 과정 전반에 대한 만족도를 조사하는 설문지도 교육의 질을 높이는 데 중요하다. 과정 중에 교육자가 아닌 교육생의 입장에서 감지되는 문제점들을 파악하여 다음 과정에 반영하는 것이다. 심폐소생술 교육 기관들은 정기적으로 소속 강사들이 모두 모여 교육 과정의 내용 및 운영 실태에 대한 전반적인 평가를 하고 질 관리를 하도록 해야 한다.

3) 교육강사(instructor) 양성과 관리

심폐소생술 교육 과정에서 교육의 질을 결정하는 가장 핵심적인 요소는 교육 강사의 역량이다. 이것은 보면서 따라하기(PWW) 방식의 교육을 시행할 때도 마찬가지이다. 왜냐하면 질의응답, 평가 및 피드백, 평가 시험 등의 단계에서 강사의 역할이 매우 중요하기 때문이다.

역량 있는 강사를 발굴하기 위해 운영 교육 과정 중에 뛰어난 역량과 리더십을 보이는 교육생들만을 대상으로 강사 지원자를 선발하고 이들을 강사 과정에 참여시키는 방법을 사용할 수 있다. 성공적으로 강사 과정을 수행한 강사 지원자들은 적어도 2번 이상의 교육 과정에 참여하여 모니터링 받을 것을 권하고 있으며, 이 모니터링에서 보여 준 강사 지원자의 교육 능력에 따라 이후 모니터링 횟수가 늘어날 수도 있다. 인증되어 활동 중인 강사들도 적절한 교육 능력을 유지하기 위해서 정기적으로 일정 횟수 이상의 교육에 참여할 것을 요구받으며, 이 외에도 정기적인 강사 워크숍 등 재교육 보수교육 과정을 통하여 교육 역량을 재점검받도록 한다.

4) 교육위원(faculty) 양성과 관리

소생술 교육에서 교육기관, 교육생, 교육 강사뿐 아니라 강사를 양성하고 교육 프로그램과 이에 적합한 교육 자료를 체계적으로 구축하는 교육위원은 소생술 교육의 핵심 중 하나이다. 소생술 교육 과정의 질을 보장하기 위해 모든 강사를 대상으로 교수진 개발 프로그램(faculty development program)을 시행할 것을 강하게 권장한다. 이때 적용되는 프로그램은 의학 교육 전문 지식을 갖춘 강사를 선정하여 진행되어야 하며, 강사들이 교육 환경에서 다음과 같은 핵심 역량을 발휘할 수 있도록 설계되어야 한다. 구체적으로는 긍정적인 학습 분위기 조성, 효과적인 교육 리더십 발휘, 학습 목표의 명확한 공유, 탄탄한 평가 및 피드백 전략 실행 등의 주제를 포함하도록 한다. 또한, 교육위원은 운영 중인 교육과정 프로그램의 개선과 지속적인 평가 능력을 갖추도록 훈련받고, 최종적으로 소생술 교육의 효과를 극대화하는데 기여하여야 한다.

5) 교육기관의 질 관리와 교육관리센터의 역할

심폐소생술 교육 기관으로 인증받으려면, 정해진 기준의 강사(자격 및 인원수), 장비(종류 및 개수), 시설(시청각 시설, 교육장 크기)을 갖추고 운영 규정과 지침을 준수해야 한다. 인증을 받은 교육 기관들도 인증 기준을 유지하고 있는지 적절한 기간마다 정기적으로 재인증받도록 하고 있다.

7. 지역사회 통합 소생술 지침의 개발과 적용

1) 심장정지 생존율 향상을 위한 통합적 지역사회 지침 마련

심장정지 생존 및 예후 향상을 위해서는 지역사회와 병원 내 시스템을 통합하는 포괄적 접근이 필수적이다. 지역사회에서는 목격자 소생술, 자동심장충격기 관리, 그리고 119 구급대를 포함하는 응급의료체계가 유기적으로 연계되어야 한다.[26] 병원 내에서는 신속대응시스템(RRS) 운영, 효율적인 소생술 팀워크, 전문소생술 교육 관리 그리고 질 향상 활동이 통합되어야 한다. 모든 응급의료제공자와 의료인은 기본소생술뿐만 아니라 성인 전문소생술 과정 또는 그와 동등한 수준의 교육 과정을 이수할 수 있도록 지속적인 교육 기회를 제공해야 한다. 신속하게 이루어져야 하는 심장정지 치료에는 여러 명이 참여하여 소생술을 시행한다. 이때 치료에 참여하는 의료인들은 각자 소속된 부서가 다르거나 평소에 같이 일해 보지 않은 낯선 관계일 가능성이 높다. 따라서 소생술 가이드라인을 따르는 것은 의료인 간 협업 수준을 향상시킨다. 또한, 장기 생존 환자와 가족에게는 인지적, 신체적, 심리적 재활 및 회복을 위한 지원이 필요하다.

2025년 소생술 가이드라인은 환자 결과 개선을 위해 시스템 개선 전략을 사용할 것을 권고하며, 국내에서 분리된 병원 밖과 병원 내 관리를 통합하는 사회적 장치가 요구한다. 특히, 심장정지는 극히 위험한 상황이므로, 비록 연구 근거 수준이 낮더라도 소생술 가이드라인을 따를 때 얻는 이익이 잠재적 위험보다 크므로 모든 심장정지 치료 기관이 가이드라인을 준수할 것을 강력히 권고한다.

2) 국내 병원 밖 심장정지에 대한 정책 및 교육 환경의 변화

(1) AED 설치 의무 확대 및 목격자 CPR 증진을 위한 인프라 강화

인프라 측면에서 자동심장충격기(AED) 설치 의무가 크게 확대되었다. 특히 2022년 12월 응급의료에 관한 법률 개정으로 상시 근로자 300명 이상인 사업장이 AED 등 심폐소생 응급장비를 의무적으로 설치해야 하는 대상에 추가되면서, 대규모 근무 시설에서의 응급 대비 태세가 강화

되었다. 또한, 보건복지부는 2023년과 2024년에 걸쳐 AED 설치 및 관리 지침을 지속적으로 개정·배포하여 AED의 효율적인 관리와 활용을 위한 세부 사항을 정비하고 있다. 이와 함께, 질병관리청 조사(2024년) 결과 일반인 CPR 시행 시 생존율이 미시행 시보다 2.4배 이상 높다는 통계적 근거를 바탕으로 목격자 심폐소생술의 중요성을 지속적으로 강조하고, 응급 신고 시 구급상황요원이 CPR을 지도하는 전화 도움 심폐소생술의 역할을 강화하여 시행의 장벽을 지속적으로 낮추고 있다.

(2) 일반인 심폐소생술 표준 교육 프로그램 개정 및 체계화

병원 밖 심장정지 환자의 생존율을 높이기 위한 핵심 요소인 일반인 교육의 질을 높이고자 질병관리청과 대한심폐소생협회에서 「일반인 심폐소생술 표준 교육 프로그램 2022년 개정판」을 개발하여 배포하였다. 심폐소생술을 처음 배우는 일반인을 위한 기초 과정(80분)과 교사, 경찰, 자동제세동기(자동심장충격기) 관리자 등 법률적 또는 직업적으로 안전관리 역할이 필요한 일반인을 위한 심화 과정(180분)으로 나뉘어 제공되었다. 심화 과정에는 소아 및 영아 심폐소생술 방법까지 포함하여 교육 내용을 전문화하고 다양한 응급 상황에 대처할 수 있는 구조자 양성에 주력하고 있다.

(3) 학교보건법상 CPR 교육의 실효성 강화 노력

잠재적 구조자 인구 확대를 위해 학교보건법에 따른 CPR 교육의 실효성 강화 노력도 지속되고 있다. 초·중·고교에서 실습 위주의 심폐소생술 교육을 최소 1개 학년 이상 모든 학생에게 실시하도록 강력히 권장하는 지침이 유지되고 있다. 이는 단순히 이론 교육을 이수하는 것을 넘어, 실제 상황에서 CPR을 수행할 수 있는 능력을 배양하는 데 초점을 맞춘 것이다. 한국소비자원의 응급처치 교육 실태조사(2021년)에서도 실습 교육의 확대를 통한 교육의 실효성 확보 필요성이 제기된 바 있으며, 법적 의무 교육을 통해 잠재적인 일반인 구조자의 질적 성장을 유도하고, 결과적으로 지역사회 병원 밖 심장정지 환자의 생존율을 높이는 데 기여하고 있다.

(4) 소셜 미디어 기반 기본소생술 교육의 확대 및 과제

전 세계 약 50억 명의 사용자를 보유한 소셜 미디어는 성인 기본소생술(BLS) 교육 및 공공 캠페인을 위한 강력한 플랫폼으로 부상했다.[115] 전 세계적으로 유튜브, 엑스(구 트위터), 인스타그램 등은 기본소생술 콘텐츠 전파에 사용되며, 특히 대중 정서 및 교육 경향 분석과 대규모 자료 수집에 유용성이 높게 나타났다. 또한, 비디오와 인터랙티브 콘텐츠를 활용한 교육과 홍보 캠페인을 통해 대중의 인식을 확산시키는 데 크게 기여하고 있다. 기본소생술 교육에서 소셜 미디어를 주로 적용하는 부분은 다음과 같다.

- 자료 분석(41%) – 대중 정서, 심폐소생술 교육 경향, 급성심장정지에 대한 감정적 반응, 지식 차이 등을 분석
- 자료 수집(36%) – 심폐소생술 지식과 목격자 행동에 대한 대규모 조사와 실시간 참여 연구
- 교육(10%) – 비디오, 인포그래픽(infographic), 상호작용형 콘텐츠를 활용하여 일반인 및 보건의료 학생의 지식 유지율 향상
- 홍보(Campaign promotion) (7%) – 'World Restart a Heart'와 같은 이니셔티브(initiative)를 지원함으로써 참여도를 크게 높였지만, 장기적인 행동 변화에 대한 영향은 불확실함
- 소통(4%) – 강사와 일반 대중 간 직접적인 상호작용 촉진
- 내용 공유(2%) – 동료 간 학습 장려 및 바이럴 게시물(viral post)을 통한 인식 확산[115]

그러나 이러한 디지털 교육은 콘텐츠의 질적 불일치와 잘못된 정보 확산이라는 심각한 도전에 직면하고 있다.[116-120] 소셜 미디어를 통한 기본소생술(BLS) 교육 효과를 극대화하고 생존율 개선에 기여하기 위해서는, 공인 기관의 선정과 가이드라인 배포, 지침과 일치하는 표준화된 콘텐츠 프레임워크 구축 등에 주력해야 한다. 최근에는 생성형 인공지능을 이용한 콘텐츠 검증 시스템을 도입하여 잘못된 정보를 선별하거나 일반인 지식 접근성을 향상하는 등의 시도가 필수적이다. 국가 보건 당국과 연관 기관은 국가적 프로그램에 소셜 미디어 전략을 통합하는 것을 고려해야 한다.[121]

(5) 지역사회 심장정지 데이터 모니터링

지역사회와 연관 응급의료체계는 심장정지 환자 예후와 연관된 사회적 지표와 과정에 대한 데이터를 수집하고, 이를 모니터링해야 한다. 이를 위해 심장정지와 관련된 모든 단계와 환자의 생존 결과에 대해 지역사회나 국가 기반 데이터 등록 연구를 수행해야 한다.[122] 또한 연계된 지방자치단체와 소방, 중앙응급의료센터와 보건복지부 등의 연관 기관의 자료를 통합적으로 연계하는 데이터베이스를 구축해야 한다. 우리나라는 질병관리청이 급성심장정지조사 사업을 수행하여 병원 밖 심장정지에 대한 자료를 수집 및 분석하고 있으며, 이 자료는 국가통계로 활용되고 있다. 이들 데이터는 지역사회의 통합적인 역할과 개선 활동 모니터링, 질 지표 관리를 통한 품질 개선을 가져오며, 성공적인 지역사회 심장정지 생존율 향상에 필수적이다.

(6) 응급의료종사자의 심폐소생술 경험 및 치료 수행도 관리

병원 밖 심장정지 환자의 생존에 영향을 미치는 요인은 많으며, 이러한 요인 중 하나는 고품질의 소생술 제공이다. 소생술의 적절한 제공은 병원 밖 심장정지 환자의 좋은 신경학적 예후를 결정하는 데 중요한 요소이고,[123] 응급의료종사자(구급대원 포함)의 심폐소생술 경험과 노출이 많을수록 자발순환회복과 생존율 향상에 영향을 미친다.[124-126] 심장정지 등 심폐소생술의 경험치를

높이기 위해서 국가나 지역사회는 응급환자 이송단, 119 구급대, 관련 교육기관, 병원 간 응급의료종사자 교육을 위한 유기적 연결 시스템을 구축하고, 심폐소생술에 참여하거나 관찰하는 기회와 술기 중심의 교육 기회를 제공해야 한다.

특히, 병원 밖 심장정지 환자를 위한 119 구급대의 역할이 중요하므로 이들의 역량 강화를 위한 프로그램을 지속적으로 운영해야 한다. 전문구급대, 구급지도관 과정을 통하여 팀 기반 심폐소생술의 최신 지견을 업데이트하고 팀 술기 역량을 항상시켜야 한다. 심장정지 환자에 대한 특별구급대 운영과 스마트 의료 지도는 구급대원의 기본 및 전문소생술의 현장 활동을 경험하게 한다. 시뮬레이션 기반 팀 소생술 교육은 부족한 현장 경험의 대안으로 구급대원이 실제로 경험했던 심장정지 증례들을 활용하여 가능한 한 실제 상황과 유사하게 만들어 경험의 기회를 제공하도록 강조하여야 한다.[127,128]

심장정지 환자를 자주 치료하는 병원 내 의료종사자와는 달리 병원 밖 심장정지 환자를 치료하는 구급대원을 포함한 현장 응급의료종사자는 상대적으로 적은 노출 빈도를 보이기 때문에 응급의료체계 운영자는 병원 밖 심장정지 환자의 효과적인 치료를 위하여 응급의료종사자의 소생술 경력과 노출 경험을 관리하고, 소생술 팀 구성 시 최근 소생술에 관한 경험이 있는 경력자를 포함하여 운영하도록 한다.

응급의료체계 제공자 간에는 보유한 경험과 현장 노출의 정도가 서로 다르기 때문에, 지속적으로 심장정지 치료에 참여할 수 있는 숙련 수준을 유지하는 것이 쉽지 않다. 이를 위해 모든 응급의료종사자와 의료인은 기본소생술 교육을 넘어, 성인 전문소생술 과정 또는 이에 준하는 동등한 수준의 교육을 이수해야 한다는 점을 강조한다.

3) 병원 내 심장정지 생존율 향상을 위한 교육 환경 변화

(1) 신속대응팀을 포함한 병원 내 심장정지 대응 시스템 및 생존 사슬 강화

국내외 의료기관에서는 환자의 심장정지 발생과 진행을 예방하기 위해 상시 모니터링 체계인 신속대응시스템(RRS) 도입이 증가하고 있다.[129,130] 신속대응팀은 조기 경고 점수를 기반으로 입원 환자의 활력 징후 악화를 조기에 인지하고 신속히 중재하여, 성인과 소아 모두에서 병원 내 심장정지(IHCA) 발생을 예방하는 것을 목표로 한다.[129,130]

〈표 9-1〉 조기경고점수 산정 시스템

생리 지표	3점	2점	1점	0점	1점	2점	3점
분당 호흡수	≤8		9-11	12-20		21-24	≥25
산소포화도(%)	≤91	92-93	94-95	≥96			
산소포화도(%), 폐질환 시	≤83	84-85	86-87	88-92 ≥93(공기중)	93-94 (산소공급)	95-96 (산소공급)	≥97 (산소공급)
산소 공급 여부		산소 치료		공급 안함			
수축기 혈압 (mmHg)	≤90	91~100	101~110	111~219			≥220
심박수(분당)	≤40		41~50	51~90	91~110	111~130	≥131
의식 수준 (AVPU)				명료(A)			의식저하 (VPU)
체온(℃)	≤35.0		35.1-36.0	36.1-38.0	38.1-39.0	≥39.1	

2025년 가이드라인에서도 환자의 활력 징후 악화를 조기에 파악하고 심장정지 발생 자체를 예방하며, 발생 직후 즉각적인 초기 대응을 목표로 하는 신속대응시스템(Rapid Response System, RRS)의 구축 및 운영을 강력히 권고하였다. 생존 사슬의 모든 단계에서 고품질 심폐소생술의 제공이 핵심 요소로 강조되었으며, 이는 병원 내 응급 대응 체계의 구조적인 변화를 촉진했다.

ILCOR의 체계적 문헌 고찰 결과, 신속대응팀 도입 후 생존 퇴원율 및 양호한 신경학적 결과에 대한 유의미한 개선 근거는 낮았으나,[131] 병원 내 심장정지 발생률을 감소시키는 경향이 확인되었다. 특히, 고강도(high-intensity) 신속대응시스템(예: 빈번한 활성화, 고참 의료진 배치)을 도입했을 때 그 효과가 더 크게 나타났다.[132] 따라서, 비록 근거 수준은 낮지만, 입원 환자를 치료하는 의료기관에서는 병원 내 심장정지 발생률을 줄이기 위한 예방적 조치로서 신속대응시스템 도입 및 운영을 강력히 권고한다.

(2) 심폐소생술 교육 효과

대한심폐소생협회는 신생아, 소아, 성인 환자의 기본 및 전문소생술을 포함한 의료제공자 대상 인증 소생술 교육을 지속적으로 제공하고 있다. 인증된 성인, 소아 전문소생술 및 신생아소생술 교육 과정은 의료제공자의 재정적 시간적 부담에도 불구하고 환자 생존율 향상에 기여하는 것으로 확인되었다.[59-63] 국제소생술교류위원회의 문헌 고찰에 따르면, 전문소생술 인증 교육 이수 시 모든 연령대 환자의 자발순환회복률과 생존율이 높아지는 경향이 있으며, 특히 신생아소생술 교육은 사망률 감소 등 일관된 긍정적 효과를 보였다. 또한, 자원이 제한된 환경에서는 저비용

시뮬레이션 기반의 'Helping Babies Breathe (HBB)' 교육이 사산 및 1일 신생아 사망률을 감소시키는 효과가 입증되었다.[59] 근거 수준은 낮으나, 생명을 구하는 잠재적 이득과 부정적 영향이 없다는 판단에 따라, 모든 병원 내 의료제공자에게 인증된 전문소생술 교육 이수를 제안한다.

(3) 병원 내 심폐소생술 환경의 기술 및 시스템 강화

고품질 심폐소생술의 지속 가능성을 확보하기 위해 기계심폐소생술 장치(mechanical CPR device)의 활용 가치가 인정되기 시작하였는데, 이 장치는 모든 상황에서 수동 심폐소생술을 대체하는 것은 아니나, 구급차나 병원 내 이송 중이거나 심혈관 중재술, ECMO 설치 전후와 같이 의료진의 안전 또는 지속적인 수동 압박이 어려운 특정 시술 환경에서 일관된 압박 깊이와 속도를 유지하는 보조 수단으로 활용할 수 있다.[133-137] 또한, 패치 타입 제세동기의 사용이 보편화되면서 제세동 전 가슴압박 중단시간(hands-off time)을 최소화하여 고품질 심폐소생술의 필수 요소로 강조되고 있다.

(4) 한국형 전문소생술 교육 시스템의 체계화 및 역량 관리

2020년 한국 가이드라인부터 '심장정지 생존을 위한 환경' 개념을 도입하고 교육 및 실행(education and implementation) 분야를 독립된 장으로 포함하여 한국형 CPR 교육의 학문적 토대를 공고히 했다. 대한심폐소생협회는 이에 맞춰 전문 소생술 교육 프로그램인 KALS (Korean Advanced Life Support)를 개편하여 배포했다. 개편된 KALS 프로그램은 소생 후 치료를 포함한 최신 지견과 술기를 교육하며, 병원 내 소생 팀워크 및 역할 분담 효율성을 높이는 시뮬레이션 교육을 강화했다. 또한, 의료기관 인증평가 항목에 모든 의료진에 대한 정기적인 CPR 교육 이수 및 술기 평가가 의무화되어 의료진의 역량 관리가 제도적으로 뒷받침되고 있다. 가이드라인에서는 응급의료종사자의 숙련도 유지를 위해 정기적인 시뮬레이션 기반 교육 및 훈련을 권고하고 있다.

참고 문헌

1. Greif R, Cheng A, Abelairas-Gomez C, et al. Education, Implementation, and Teams: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2025;215 Suppl 2:110807.
2. Lee MJ, Shin TY, Lee CH, et al. 2020 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation. Part 9. Education and system implementation for enhanced chain of survival. Clin Exp Emerg Med 2021;8(S):S116-24.
3. Johnkutty M, Kuperstein H, Koroma F, Chen J, Mattson J, Ahmad S. A novel simulation paradigm for medical ICU cardiopulmonary arrest training: the in situ mirror simulation. Med Educ Online 2025;30(1):2528355.
4. Moskowitz A, Paul A, Ferguson N, Dormer L, Bangar M. In Situ Cardiac Arrest Simulation. Chest 2025:S0012-3692(25)05194-3.
5. Woodard FK, McKeta AS, Schroeder L, Zyblewski SC, Buckley JR. Improved Code Team Performance and Outcomes After Implementation of Moderate Fidelity In Situ Simulation in a Pediatric Cardiac Acute Care Unit. Pediatr Cardiol 2025;46(8):2230-5.
6. Coggins A, Santos AL, Zaklama R, Murphy M. Interdisciplinary clinical debriefing in the emergency department: an observational study of learning topics and outcomes. BMC Emerg Med 2020;20(1):79.
7. Cheng A, Hunt EA, Donoghue A, et al. Examining pediatric resuscitation education using simulation and scripted debriefing: a multicenter randomized trial. JAMA Pediatr 2013;167(6):528-36.
8. Kromann C, Bohnstedt C, Jensen M, Ringsted C. The testing effect on skills learning might last 6 months. Adv Health Sci Educ Theory Pract 2010;15(3):395-401.
9. Alanez FZ, Miller E, Morrison CF, Kelcey B, Wagner R. Hot Versus Cold Debriefing in a Nursing Context: An Integrative Review. J Nurs Educ 2024;63(10):653-8.
10. Alanezi FZ, Morrison CF, Wagner R, Kelcey B, Miller E. The effect of hot and cold debriefing on basic life support competence and reflection in undergraduate nursing students: A qualitative study. Nurse Educ Pract 2025;83:104292.
11. Donville B, Wolfe H, Tegtmeyer K, et al. Characteristics of Hot and Cold

Debriefs for In-hospital Cardiac Arrest in the Pediatric Intensive Care Unit: A Mixed-methods Analysis. Pediatr Qual Saf 2025;10(3):e812.
12. Fernandez Castelao E, Boos M, Ringer C, Eich C, Russo SG. Effect of CRM team leader training on team performance and leadership behavior in simulated cardiac arrest scenarios: a prospective, randomized, controlled study. BMC Med Educ 2015;15:116.
13. Fernandez Castelao E, Russo SG, Cremer S, et al. Positive impact of crisis resource management training on no-flow time and team member verbalisations during simulated cardiopulmonary resuscitation: a randomised controlled trial. Resuscitation 2011;82(10):1338-43.
14. Fernandez R, Rosenman ED, Olenick J, et al. Simulation-Based Team Leadership Training Improves Team Leadership During Actual Trauma Resuscitations: A Randomized Controlled Trial. Crit Care Med 2020;48(1):73-82.
15. Hunziker S, Buhlmann C, Tschan F, et al. Brief leadership instructions improve cardiopulmonary resuscitation in a high-fidelity simulation: a randomized controlled trial. Crit Care Med 2010;38(4):1086-91.
16. Litke-Wager C, Delaney H, Mu T, Sawyer T. Impact of Task-Oriented Role Assignment on Neonatal Resuscitation Performance: A Simulation-Based Randomized Controlled Trial. Am J Perinatol 2021;38(9):914-921.
17. Rodríguez-García A, Ruiz-García G, Navarro-Patón R, Mecías-Calvo M. Attitudes and Skills in Basic Life Support after Two Types of Training: Traditional vs. Gamification, of Compulsory Secondary Education Students: A Simulation Study. Pediatr Rep 2024;16(3):631-643.
18. Donoghue A, Sawyer T, Olaussen A, Greif R, Toft L. Gamified learning for resuscitation education: A systematic review. Resusc Plus 2024;18:100640.
19. Lemke DS, Young AL, Won SK, et al. Rapid-cycle deliberate practice improves time to defibrillation and reduces workload: A randomized controlled trial of simulation-based education. AEM Educ Train 2021;5(4):e10702.
20. Magee MJ, Farkouh-Karoleski C, Rosen TS. Improvement of Immediate Performance in Neonatal Resuscitation Through Rapid Cycle Deliberate Practice Training. J Grad Med Educ 2018;10(2):192-197.

21. Won SK, Doughty CB, Young AL, et al. Rapid Cycle Deliberate Practice Improves Retention of Pediatric Resuscitation Skills Compared With Postsimulation Debriefing. Simul Healthc 2022;17(1):E20–E27.
22. Van Heukelom JN, Begaz T, Treat R. Comparison of Postsimulation Debriefing Versus In-Simulation Debriefing in Medical Simulation. Simul Healthc 2010;5(2):91–97.
23. Hunt EA, Duval-Arnould JM, Nelson-McMillan KL, et al. Pediatric resident resuscitation skills improve after "Rapid Cycle Deliberate Practice" training. Resuscitation 2014;85(7):945–951.
24. Semeraro F, Schnaubelt S, Olasveengen TM, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 System Saving Lives. Resuscitation 2025;215 Suppl 1:110821.
25. Nabecker S, de Raad T, Abelairas-Gomez C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Education for Resuscitation. Resuscitation 2025;215 Suppl 1:110739.
26. Dezfulian C, Cabañas JG, Buckley JR, et al. Part 4: Systems of Care: 2025 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2025;152(16_suppl_2):S353-84.
27. Lee MJ, Hwang SO, Cha KC, Cho GC, Yang HJ, Rho TH. Influence of nationwide policy on citizens' awareness and willingness to perform bystander cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2013;84(7):889–94.
28. Lu TC, Wang CH, Chou FY, et al. Factors associated with the Provision of Bystander Cardiopulmonary Resuscitation and Outcomes across the Pan Asian Communities. Resuscitation 2025:110860.
29. Veigl C, Schnaubelt B, Heider S, et al. Diversity of CPR manikins for basic life support education: use of manikin sex, race and body shape – a scoping review. Emerg Med J 2025;42(11):696–704.
30. Yang E, Hee Lee K, Joo Y. Effect of tailored cardiopulmonary resuscitation training for middle-aged and older adults with visual impairment: A cluster-randomized controlled trial. Disabil Health J 2025;18(4):101909.
31. Deegan E, Wilson NJ, Pullin LH, Lewis P. Cardiopulmonary resuscitation and basic life support for people with atypical chest shapes and wheelchair users: Toward supplemented education and emergency management plans. Disabil Health J 2023;16(4):101501.

32. Soar J, Mancini ME, Bhanji F, et al. Part 12: Education, implementation, and teams: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Resuscitation 2010;81 Suppl 1(1):e288–330.
33. Chamberlain D, Smith A, Woollard M, et al. Trials of teaching methods in basic life support (3): comparison of simulated CPR performance after first training and at 6 months, with a note on the value of re-training. Resuscitation 2002;53(2):179–87.
34. Couper K, Kimani PK, Davies RP, et al. An evaluation of three methods of in-hospital cardiac arrest educational debriefing: The cardiopulmonary resuscitation debriefing study. Resuscitation 2016;105:130–7.
35. Bleijenberg E, Koster RW, de Vries H, Beesems SG. The impact of post-resuscitation feedback for paramedics on the quality of cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2017;110:1–5.
36. Elgohary M, Palazzo FS, Breckwoldt J, et al. Blended learning for accredited life support courses – A systematic review. Resusc Plus 2022;10:100240.
37. Arithra Abdullah A, Nor J, Baladas J, et al. E-learning in advanced cardiac life support: outcome and attitude among healthcare professionals. Hong Kong J Emerg Med 2020;27(6):328–333.
38. Thorne CJ, Lockey AS, Bullock I, et al. E-learning in advanced life support--an evaluation by the Resuscitation Council (UK). Resuscitation 2015;90:79–84.
39. Ghoman SK, Patel SD, Cutumisu M, et al. Serious games, a game changer in teaching neonatal resuscitation? A review. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2020;105(1):98–107.
40. Cartledge S, Bray JE, Leary M, Stub D, Finn J. A systematic review of basic life support training targeted to family members of high-risk cardiac patients. Resuscitation 2016;105:70–78.
41. Lafrance M, Recher M, Javaudin F, et al. Bystander basic life support and survival after out-of-hospital cardiac arrest: A propensity score matching analysis. Am J Emerg Med 2023;67:135–143.
42. Lockey A, Conaghan P, Bland A, Astin F. Educational theory and its application to advanced life support courses: a narrative review. Resusc Plus 2020;5:100053.

43. Lemke DS, Young AL, Won SK, et al. Rapid-cycle deliberate practice improves time to defibrillation and reduces workload: A randomized controlled trial of simulation-based education. AEM Educ Train 2021;5(4):e10702.
44. Won SK, Doughty CB, Young AL, et al. Rapid Cycle Deliberate Practice Improves Retention of Pediatric Resuscitation Skills Compared With Postsimulation Debriefing. Simul Healthc 2022;17(1):e20–e27.
45. Surapa Raju S, Tofil NM, Gaither SL, et al. The Impact of a 9-Month Booster Training Using Rapid Cycle Deliberate Practice on Pediatric Resident PALS Skills. Simul Healthc 2021;16(6):e168–e175.
46. Songer K, Fiero M, Roberts J. First 3 Minutes: A Rapid Cycle Deliberate Practice Pediatric Resuscitation Simulation for Multidisciplinary Staff. MedEdPORTAL 2025;21:11529.
47. Coelho LP, Farhat SCL, Severini R, et al. Rapid cycle deliberate practice versus postsimulation debriefing in pediatric cardiopulmonary resuscitation training: a randomized controlled study. Einstein (Sao Paulo) 2024;22:eAO0825.
48. Hwang SO. The History of Cardiopulmonary Resuscitation. J Korean Soc Emerg Med 2012;23(2):161–167.
49. Kim SH, Nho WY, Lee MJ, et al. National Survey of Training Methodology between Experience and Needs for Laypersons' Cardiopulmonary Resuscitation. J Korean Soc Emerg Med 2015;26(6):534–542.
50. Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2020 Update: A Report From the American Heart Association. Circulation 2020;141(9):e139–e596.
51. Ro YS, Shin SD, Song KJ, Hong SO, Kim YT, Cho SI. Bystander cardiopulmonary resuscitation training experience and self-efficacy of age and gender group: a nationwide community survey. Am J Emerg Med 2016;34(8):1331–7.
52. Park SJ, Lee MJ, Park YS. Difference of Awareness and Barrier about Bystander Cardiopulmonary Resuscitation between Adult and Geriatric Population. J Korean Soc Emerg Med 2017;28(6):620–627.
53. Seo HI, Park YS, Lee MJ, et al. Willingness Variability of Bystander Cardiopulmonary Resuscitation in Special Situations. J Korean Soc Emerg Med 2017;28(4):287–293.

54. Choe MSP, Lee MJ. National survey of awareness and training experience of automated external defibrillator. J Korean Soc Emerg Med 2019;30(4):301-8.
55. Swor R, Khan I, Domeier R, Honeycutt L, Chu K, Compton S. CPR training and CPR performance: do CPR-trained bystanders perform CPR? Acad Emerg Med 2006;13(6):596-601.
56. Vaillancourt C, Kasaboski A, Charette M, et al. Barriers and facilitators to CPR training and performing CPR in an older population most likely to witness cardiac arrest: a national survey. Resuscitation 2013;84(12):1747-52.
57. Zijlstra JA, Beesems SG, De Haan RJ, Koster RW. Psychological impact on dispatched local lay rescuers performing bystander cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2015;92:115-21.
58. Malta Hansen C, Rosenkranz SM, Folke F, et al. Lay Bystanders' Perspectives on What Facilitates Cardiopulmonary Resuscitation and Use of Automated External Defibrillators in Real Cardiac Arrests. J Am Heart Assoc 2017;6(3):e004572.
59. Innerdal M, Simaga I, Diall H, et al. Reduction in Perinatal Mortality after Implementation of HBB Training at a District Hospital in Mali. J Trop Pediatr 2020;66(3):315-321.
60. Lockey A, Lin Y, Cheng A. Impact of adult advanced cardiac life support course participation on patient outcomes-A systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2018;129:48-54.
61. Pareek M, Parmar V, Badheka J, Lodh N. Study of the impact of training of registered nurses in cardiopulmonary resuscitation in a tertiary care centre on patient mortality. Indian J Anaesth 2018;62(5):381-384.
62. Patel A, Khatib MN, Kurhe K, Bhargava S, Bang A. Impact of neonatal resuscitation trainings on neonatal and perinatal mortality: a systematic review and meta-analysis. BMJ Paediatr Open 2017;1(1):e000183.
63. Versantvoort JMD, Kleinhout MY, Ockhuijsen HDL, Bloemenkamp K, de Vries WB, van den Hoogen A. Helping Babies Breathe and its effects on intrapartum-related stillbirths and neonatal mortality in low-resource settings: a systematic review. Arch Dis Child 2020;105(2):127-133.

64. Chung CH, Siu AY, Po LL, Lam CY, Wong PC. Comparing the effectiveness of video self-instruction versus traditional classroom instruction targeted at cardiopulmonary resuscitation skills for laypersons: a prospective randomised controlled trial. Hong Kong Med J 2010;16(3):165–70.
65. Mancini ME, Cazzell M, Kardong-Edgren S, Cason CL, Berryman P, Lukes E. Improving workplace safety training using a self-directed CPR-AED learning program. AAOHN J 2009;57(4):159–169.
66. Nas J, Thannhauser J, Vart P, et al. Effect of face-to-face vs virtual reality training on cardiopulmonary resuscitation quality: a randomized clinical trial. JAMA Cardiol 2020;5(3):328–335.
67. Reder S, Cummings P, Quan L. Comparison of three instructional methods for teaching cardiopulmonary resuscitation and use of an automatic external defibrillator to high school students. Resuscitation 2006;69(3):443–453.
68. Yeung J, Kovic I, Vidacic M, et al. The school Lifesavers study—A randomised controlled trial comparing the impact of Lifesaver only, face-to-face training only, and Lifesaver with face-to-face training on CPR knowledge, skills and attitudes in UK school children. Resuscitation 2017;120:138–145.
69. Krogh LQ, Bjørnshave K, Vestergaard LD, et al. E-learning in pediatric basic life support: a randomized controlled non-inferiority study. Resuscitation 2015;90:7–12.
70. Lynch B, Einspruch EL. With or without an instructor, brief exposure to CPR training produces significant attitude change. Resuscitation 2010;81(5):568–575.
71. Meischke HW, Rea T, Eisenberg MS, Schaeffer SM, Kudenchuk P. Training seniors in the operation of an automated external defibrillator: a randomized trial comparing two training methods. Ann Emerg Med 2001;38(3):216–222.
72. Thomas EJ, Williams AL, Reichman EF, Lasky RE, Crandell S, Taggart WR. Team training in the neonatal resuscitation program for interns: teamwork and quality of resuscitations. Pediatrics 2010;125(3):539–46.
73. Coppens I, Verhaeghe S, Van Hecke A, Beeckman D. The effectiveness of crisis resource management and team debriefing in resuscitation education of nursing students: A randomised controlled trial. J Clin Nurs 2018;27(1-2):77–85.
74. Peltonen V, Peltonen LM, Rantanen M, et al. Randomized controlled trial

comparing pit crew resuscitation model against standard advanced life support training. J Am Coll Emerg Physicians Open 2022;3(3):e12721.
75. Truchot J, Michelet D, Philippon AL, Drummond D, Freund Y, Plaisance P. Effect of a specific training intervention with task interruptions on the quality of simulated advance life support: A randomized multi centered controlled simulation study. Australas Emerg Care 2023;26(2):153–157.
76. Fagan MJ, Connelly CD, Williams BS, Fisher ES. Integrating Team Training in the Pediatric Life Support Program: An Effective and Efficient Approach? J Nurs Adm 2018;48(5):279–284.
77. Scicchitano E, Stark P, Koetter P, Michalak N, Zurca AD. Blindfolding Improves Communication in Inexperienced Residents Undergoing ACLS Training. J Grad Med Educ 2021;13(1):123–127.
78. Thomas EJ, Taggart B, Crandell S, et al. Teaching teamwork during the Neonatal Resuscitation Program: a randomized trial. J Perinatol 2007;27(7):409–14.
79. Brannon TS, White LA, Kilcrease JN, Richard LD, Spillers JG, Phelps CL. Use of instructional video to prepare parents for learning infant cardiopulmonary resuscitation. Proc (Bayl Univ Med Cent) 2009;22(2):133–7.
80. Castillo Garcia J, Cerda Vila M, de Balanzo Fernandez X, Quintana Riera S, Ferres-Amat E, Rodriguez Higueras E. Standard basic life support training of the European Resuscitation Council versus blended training: a randomized trial of a new teaching method. Emergencias 2020;32(1):45–48.
81. Castillo J, Gallart A, Rodriguez E, Castillo J, Gomar C. Basic life support and external defibrillation competences after instruction and at 6 months comparing face-to-face and blended training. Randomised trial. Nurse Educ Today 2018;65:232–238.
82. Chien CY, Fang SY, Tsai LH, et al. Traditional versus blended CPR training program: A randomized controlled non-inferiority study. Sci Rep 2020;10(1):10032.
83. Nakanishi T, Goto T, Kobuchi T, Kimura T, Hayashi H, Tokuda Y. The effects of flipped learning for bystander cardiopulmonary resuscitation on undergraduate medical students. Int J Med Educ 2017;8:430–436.
84. Nishiyama C, Iwami T, Kawamura T, et al. Effectiveness of simplified chest

compression-only CPR training for the general public: a randomized controlled trial. Resuscitation 2008;79(1):90–6.

85. Nord A, Svensson L, Claesson A, et al. The effect of a national web course "Help-Brain-Heart" as a supplemental learning tool before CPR training: a cluster randomised trial. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2017;25(1):93.
86. Reder S, Cummings P, Quan L. Comparison of three instructional methods for teaching cardiopulmonary resuscitation and use of an automatic external defibrillator to high school students. Resuscitation 2006;69(3):443–53.
87. Serwetnyk TM, Filmore K, VonBacho S, et al. Comparison of Online and Traditional Basic Life Support Renewal Training Methods for Registered Professional Nurses. J Nurses Prof Dev 2015;31(6):E1–10.
88. Shavit I, Peled S, Steiner IP, et al. Comparison of outcomes of two skills-teaching methods on lay-rescuers' acquisition of infant basic life support skills. Acad Emerg Med 2010;17(9):979–86.
89. Sopka S, Biermann H, Rossaint R, et al. Evaluation of a newly developed media-supported 4-step approach for basic life support training. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2012;20:37.
90. Yeung J, Kovic I, Vidacic M, et al. The school Lifesavers study-A randomised controlled trial comparing the impact of Lifesaver only, face-to-face training only, and Lifesaver with face-to-face training on CPR knowledge, skills and attitudes in UK school children. Resuscitation 2017;120:138–145.
91. George PP, Ooi CK, Leong E, Jarbrink K, Car J, Lockwood C. Return on investment in blended advanced cardiac life support training compared to face-to-face training in Singapore. Proc Singap Healthc 2018;27(4):234–242.
92. Perkins GD, Kimani PK, Bullock I, et al. Improving the efficiency of advanced life support training: a randomized, controlled trial. Ann Intern Med 2012;157(1):19–28.
93. Dyer L, Llerena L, Brannick M, Lunde JR, Whitaker F. Advanced Trauma Life Support Course Delivery: Comparison of Outcomes From Modifications During Covid-19. Cureus 2021;13(8):e16811.
94. Blewer AL, Bigham BL, Kaplan S, Del Rios M, Leary M. Gender, Socioeconomic

Status, Race, and Ethnic Disparities in Bystander Cardiopulmonary Resuscitation and Education-A Scoping Review. Healthcare (Basel). 2024;12(4):456.

95. Wyckoff MH, Singletary EM, Soar J, et al. 2021 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2022;145(9):E645-E721.
96. Ko YC, Hsieh MJ, Schnaubelt S, Matsuyama T, Cheng A, Greif R. Disparities in layperson resuscitation education: A scoping review. Am J Emerg Med 2023;72:137-146.
97. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2013;310(13):1377-84.
98. Greif R, Bray JE, Djarv T, et al. 2024 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Resuscitation 2024;205:110414.
99. de Castro LT, Coriolano AM, Burckart K, et al. Rapid-cycle deliberate practice versus after-event debriefing clinical simulation in cardiopulmonary resuscitation: a cluster randomized trial. Adv Simul (Lond). 2022;7(1):43.
100. Bhanji F, Mancini ME, Sinz E, et al. Part 16: education, implementation, and teams: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2010;122(18 Suppl 3):S920-33.
101. Greif R, Bhanji F, Bigham BL, et al. Education, Implementation, and Teams: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2020;142(16_suppl_1):S222-83.
102. Kurosawa H, Ikeyama T, Achuff P, et al. A randomized, controlled trial of in situ pediatric advanced life support recertification ("pediatric advanced life support reconstructed") compared with standard pediatric advanced life support recertification for ICU frontline providers. Crit Care Med 2014;42(3):610-8.
103. Patocka C, Cheng A, Sibbald M, et al. A randomized education trial of spaced versus massed instruction to improve acquisition and retention of paediatric resuscitation skills in emergency medical service (EMS) providers. Resuscitation

2019;141:73-80.
104. Anderson R, Sebaldt A, Lin Y, Cheng A. Optimal training frequency for acquisition and retention of high-quality CPR skills: A randomized trial. Resuscitation 2019;135:153-161.
105. Nishiyama C, Iwami T, Murakami Y, et al. Effectiveness of simplified 15-min refresher BLS training program: a randomized controlled trial. Resuscitation 2015;90:56-60.
106. Spooner BB, Fallaha JF, Kocierz L, Smith CM, Smith SC, Perkins GD. An evaluation of objective feedback in basic life support (BLS) training. Resuscitation 2007;73(3):417-24.
107. Griffin P, Cooper C, Glick J, Terndrup TE. Immediate and 1-year chest compression quality: effect of instantaneous feedback in simulated cardiac arrest. Simul Healthc 2014;9(4):264-9.
108. Zhou XL, Wang J, Jin XQ, Zhao Y, Liu RL, Jiang C. Quality retention of chest compression after repetitive practices with or without feedback devices: A randomized manikin study. Am J Emerg Med 2020;38(1):73-78.
109. Cortegiani A, Russotto V, Montalto F, et al. Use of a Real-Time Training Software (Laerdal QCPR) Compared to Instructor-Based Feedback for High-Quality Chest Compressions Acquisition in Secondary School Students: A Randomized Trial. PLoS One 2017;12(1):e0169591.
110. Baldi E, Cornara S, Contri E, et al. Real-time visual feedback during training improves laypersons' CPR quality: a randomized controlled manikin study. CJEM 2017;19(6):480-7.
111. Hafner JW, Jou AC, Wang H, Bleess BB, Tham SK. Death before disco: the effectiveness of a musical metronome in layperson cardiopulmonary resuscitation training. J Emerg Med 2015;48(1):43-52.
112. Cheng A, Eppich W, Grant V, Sherbino J, Zendejas B, Cook DA. Debriefing for technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. Medical education 2014;48(7):657-66.
113. Gjoneska B, Potenza MN, Jones J, Sales CM, Hranov G, Demetrovics Z. Problematic use of the Internet in low- and middle-income countries before

and during the COVID-19 pandemic: a scoping review. Curr Opin Behav Sci 2022;48:101208.
114. Hjort J, Tian L. The Economic Impact of Internet Connectivity in Developing Countries. Ann Rev Economics 2025;17:99-124.
115. Fijacko N, Schnaubelt S, Stirparo G, et al. The use of social media platforms in adult basic life support research: a scoping review. Resusc Plus 2025;23:100953.
116. Digital 2024: Global Overview Report. (https://datareportal.com/reports/digital-2024-global-overview-report).
117. Aksoy I. Evaluation of YouTube Videos on Defibrillation Applications in Cardiopulmonary Resuscitation: A Comprehensive Analysis. Niger J Clin Pract 2024;27(7):886-890.
118. Murugiah K, Vallakati A, Rajput K, Sood A, Challa NR. YouTube as a source of information on cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 2011;82(3):332-4.
119. Tourinho FS, de Medeiros KS, Salvador PT, Castro GL, Santos VE. Analysis of the YouTube videos on basic life support and cardiopulmonary resuscitation. Rev Col Bras Cir. 2012;39(4):335-9.
120. Yilmaz Ferhatoglu S, Kudsioglu T. Evaluation of the reliability, utility, and quality of the information in cardiopulmonary resuscitation videos shared on Open access video sharing platform YouTube. Australas Emerg Care 2020;23(3):211-216.
121. Bumpus S. When TikTok is not enough: engaging nurses at all levels in the advocacy process. Nurse Leader 2022;20(3):277-280.
122. Kim YT, Shin SD, Hong SO, et al. Effect of national implementation of utstein recommendation from the global resuscitation alliance on ten steps to improve outcomes from Out-of-Hospital cardiac arrest: a ten-year observational study in Korea. BMJ Open 2017;7(8):e016925.
123. Perkins GD, Jacobs IG, Nadkarni VM, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update of the Utstein Resuscitation Registry Templates for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. Circulation 2015;132(13):1286-300.
124. Dyson K, Bray JE, Smith K, Bernard S, Straney L, Finn J. Paramedic Exposure to Out-of-Hospital Cardiac Arrest Resuscitation Is Associated With Patient Survival. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2016;9(2):154-60.

125. Tuttle JE, Hubble MW. Paramedic Out-of-hospital Cardiac Arrest Case Volume Is a Predictor of Return of Spontaneous Circulation. West J Emerg Med 2018;19(4):654–659.
126. Weiss N, Ross E, Cooley C, et al. Does Experience Matter? Paramedic Cardiac Resuscitation Experience Effect on Out-of-Hospital Cardiac Arrest Outcomes. Prehosp Emerg Care 2018;22(3):332–337.
127. Cheng A, Lockey A, Bhanji F, Lin Y, Hunt EA, Lang E. The use of high-fidelity manikins for advanced life support training--A systematic review and meta-analysis. Resuscitation 2015;93:142–9.
128. Rosen MA, Hunt EA, Pronovost PJ, Federowicz MA, Weaver SJ. In situ simulation in continuing education for the health care professions: a systematic review. J Contin Educ Health Prof 2012;32(4):243–54.
129. Al-Qahtani S, Al-Dorzi HM, Tamim HM, et al. Impact of an intensivist-led multidisciplinary extended rapid response team on hospital-wide cardiopulmonary arrests and mortality. Crit Care Med 2013;41(2):506–17.
130. Avis E, Grant L, Reilly E, Foy M. Rapid Response Teams Decreasing Intubation and Code Blue Rates Outside the Intensive Care Unit. Crit Care Nurse 2016;36(1):86–90.
131. ILCOR CoSTR website. Medical Emergency Systems/ Rapid Response Teams for adult in-hospital patients: EIT 6309 TF SR. (https://costr.ilcor.org/document/medical-emergency-systems-rapid-response-teams-for-adult-in-hospital-patients-eit-6309-tf-sr).
132. Greif R, Cheng A, Abelairas-Gómez C, Allan KS, Breckwoldt J, Cortegiani A, et al. Education, Implementation, and Teams: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Circulation. 2025;152(16_suppl_1):S205–S249.
133. Yamazaki S, Nakagawa K, Ueta H, Tanaka H. Effect of Timing of Mechanical Chest Compression Device Applied on Adrenaline Time: A Single-Center Prospective Cohort Study. Cureus 2025;17(8):e91022.
134. Vergi İ B, Sayhan MB, Çeliktürk E, Bozatl ı SBH. Effectiveness of mechanical and manual cardiopulmonary resuscitation: evaluation with carotid doppler and

metabolic parameters. BMC Emerg Med 2025;25(1):246.
135. Tabatabai S, Abushabana M, Najah A, Kulkarni PP, Alhashmi JM. Successful Primary Coronary Intervention During Prolonged Mechanical Cardiopulmonary Resuscitation for Acute Myocardial Infarction-related Cardiac Arrest. J Saudi Heart Assoc 2025;37(3):5.
136. Long B, Gottlieb M. Emergency medicine updates: Cardiopulmonary resuscitation. Am J Emerg Med 2025;93:86-93.
137. King PH, Bahalkeh E. Quantitative effects of mechanical cardiopulmonary resuscitation devices in rural American emergency medical services: a retrospective cohort study. Int J Emerg Med 2025;18(1):151.

제10장

응급처치

2025년
한국 심폐소생술 가이드라인

제10장

응급처치

이창희[1], 김미연[2], 김용인[3], 박창제[4], 우선희[5], 이명렬[6], 이태헌[7], 장경민[8], 정준호[1], 지현경[6], 정성필[9], 김도균[10], 김태윤[11], 손유동[12], 심규홍[13], 정영화[14], 오윤희[15], 윤준성[16], 이미진[17], 이지숙[18], 장영빈[9], 장용수[12], 조규종[12], 차경철[19], 허주선[14], 황성오[19], 2025년 한국 심폐소생술 가이드라인 응급처치 위원회

남서울대학교 응급구조학과[1], 원광대학교병원 응급의료센터[2], 서울산보람병원 응급의학과[3], 서울시 보라매병원 응급의료센터[4], 가톨릭대학교 인천성모병원 응급의학과[5], 백석대학교 보건학부 응급구조학과[6], 한림대학교 춘천성심병원 응급의학과[7], 대진대학교 간호학과[8], 연세대학교 의과대학 응급의학교실[9], 서울대학교 의과대학 응급의학교실[10], 인하대학교 의과대학 응급의학교실[11], 한림대학교 의과대학 응급의학교실[12], 인제대학교 상계백병원 소아청소년과[13], 서울대학교 의과대학 소아청소년과학교실[14], 서울아산병원 디자인콘텐츠팀[15], 가톨릭대학교 의과대학 응급의학교실[16], 가톨릭대학교 성빈센트병원 응급의학과[17], 아주대학교 의과대학 응급의학교실[18], 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실[19]

1. 성인 가슴통증 환자에 대한 응급처치

가슴통증은 흉벽의 단순 타박상부터 폐렴, 심근경색(심장마비)에 이르기까지 다양한 원인에 의해 발생할 수 있는 흔한 증상이다.[1] 이처럼 원인이 다양하기 때문에 심인성과 비심인성 가슴통증을 명확히 구분하는 것은 임상적으로 어려운 일이다. 비외상성 가슴통증으로 응급실을 방문하는 환자 중 심근경색으로 진단되는 비율은 연령에 따라 차이를 보이며, 18-44세 환자군에서는 약 1%, 80세 이상에서는 약 4%로 보고되고 있다.[2]

심인성 가슴통증은 진단과 치료가 지연될 경우 예후가 악화될 수 있으므로, 조기 인지 및 신속한 처치가 필수적이다.[3, 4] 심근경색의 전형적인 임상 증상으로는 가슴통증 또는 가슴압박감, 호흡곤란, 오심, 발한, 그리고 턱·팔·등으로 방사되는 통증 등이 보고되어 있다. 그러나 여성, 당뇨병 환자, 고령자에게는 이러한 전형적인 증상 대신 턱, 복부의 통증 또는 상복부 불편감, 숨 가쁨, 심계항진,

어지러움 등의 비전형적인 증상이 발현되는 경우가 많아 감별 진단이 어려울 수 있다.[1, 5-7] 심근경색이 의심되는 가슴통증 또는 유사 증상이 발생한 경우, 가장 우선적으로 시행되어야 할 조치로 응급의료체계(emergency medical services, EMS)의 즉각적인 활성화를 권고한다(강한 권고, 낮은 확신도).[8, 9] 구급차를 통한 환자 이송은 개인 차량 이용에 비해 허혈 지속 시간 및 치료 지연을 유의하게 단축시킬 수 있으며, 실제 한 연구에서는 개인 차량으로 이송 중이던 가슴통증 환자 300명 중 1명이 병원 도착 전 심장정지를 경험한 것으로 보고하였다.[10]

2020년 ILCOR의 체계적 문헌 고찰에 따르면, 병원 전 단계에서 아스피린을 조기에 투여한 경우 병원 내에서 이송 후 투여한 경우에 비해 생존율이 유의하게 향상된 것으로 나타났다.[11] 또한, 아스피린 조기 투여와 관련된 합병증 발생률은 두 군 간에 유의미한 차이를 보이지 않았다. 비외상성 가슴통증 환자에서 아스피린으로 인한 유해 반응은 드물게 보고되었으며, 응급처치 상황에서 아스피린 사용과 관련된 뚜렷한 위험성을 입증한 연구는 존재하지 않았다.[11] 그러나, 일부 환자는 아스피린 알레르기 또는 출혈의 위험성을 고려해야 하며, 의료진으로부터 복용을 피하라는 권고를 받은 경우는 주의가 필요하다.[12] 이에 따라, 유럽소생위원회(European Resuscitation Council, ERC) 가이드라인에서는 아스피린에 대한 알레르기 등 명확한 금기 사항이 없는 경우, 심인성 가슴통증이 의심되는 환자에게 병원 전 단계에서 응급처치의 일환으로 150-500mg의 아스피린을 조기에 투여할 것을 권고하였다. 또한, 미국심장협회에서는 응급처치 제공자가 환자에게 아스피린 투여에 대해 확신이 없거나 금기 사항이 의심되는 경우, 병원 전 단계에서 아스피린을 투여하지 않고 구급대원이 도착할 때까지 기다리도록 제안하였다.[13-15]

미국심장협회(American Heart Association, AHA)는 산소포화도(SpO_2)가 90% 미만인 경우에만 가슴통증 환자에게 산소 투여를 권장한다. 저산소증이 없는 환자($SpO_2 \geq 90\%$)에 대해 산소를 일률적으로 투여하는 것은 임상적 이득이 없으며, 고농도 산소 투여는 관상 혈류의 감소, 산화적 스트레스 증가, 심근 손상 가능성을 높일 수 있다는 보고가 있어서 산소 투여를 삼가거나 제한적으로 사용할 것을 권고하였다.[13,14]

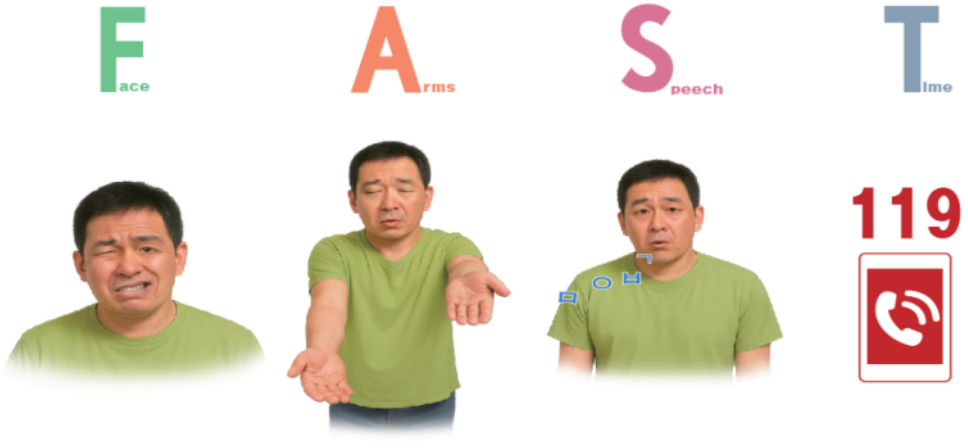
협심증을 진단받은 심인성 가슴통증 환자가 평소 자가 복용 중인 니트로글리세린 정제 또는 설하 스프레이를 보유하고 있는 경우, 증상 발생 시 해당 약물을 투여하도록 권고한다(강한 권고, 높은 확신도).[15] 니트로글리세린은 정맥 확장을 유도하여 심장의 전부하를 감소시키고, 심근의 산소 요구량을 줄여 가슴통증을 완화하는 효과가 있다. 국내에서는 1급 응급구조사가 응급의료에 관한 법률 시행규칙에 근거하여 심인성 가슴통증이 의심되는 환자를 병원 전 단계 이송 시 니트로글리세린 투여에 대한 금기 사항이 없는 경우 의사의 직접의료지도하에 설하 투여할 수 있다.[16]

2. 성인 급성 뇌졸중 의심 환자에 대한 응급처치

급성 허혈성 뇌졸중은 치료 시점에 따라 예후가 크게 좌우되는 시간 의존적인 신경학적 응급 질환으로, 초기 치료의 지연은 환자의 생존율은 물론 신경학적 기능 회복에도 부정적인 영향을 미친다. 특히, 정맥내 혈전용해술(thrombolysis)이나 기계적 혈전제거술(mechanical thrombectomy)과 같은 재관류 치료는 치료 시작까지의 시간이 짧을수록 뚜렷한 임상적 이점을 보이는 것으로 보고되고 있다. 따라서 증상이 발생한 즉시, 응급의료체계를 활성화하고, 치료가 가능한 전문 의료기관으로 신속하게 이송하는 것이 환자의 예후 향상을 위해 중요하다.[17,18] 또한, 유럽 신경학회(European Academy of Neurology)와 유럽 뇌졸중 학회(European Stroke Organisation)는 일반인을 대상으로 한 뇌졸중 인지 캠페인 교육, 뇌졸중 조기 발견을 위한 도구 사용, 병원 이송 시 사전 통보를 강력히 권고하였다.

응급처치 제공자는 급성 뇌졸중이 의심되는 환자의 경우 불필요한 자극을 피하고, 안정된 환경을 조성하며, 구급대가 도착할 때까지 환자의 곁에서 호흡과 의식 수준을 관찰하는 것이 중요하다.[19] 의식이 명료한 환자라 하더라도, 급성 뇌졸중 환자에게는 연하 장애의 가능성이 높기 때문에 음식물, 물, 약물 등을 경구로 제공해서는 안 된다. 연하곤란은 흡인성 폐렴과 같은 심각한 합병증으로 이어질 수 있으며, 이로 인해 환자의 상태가 급격히 악화될 수 있다.

응급처치 제공자는 뇌졸중의 조기 발견을 위하여 FAST (Face, Arm, Speech, Time) 평가법, BE-FAST (Balance, Eyes, FAST 확장형), 신시내티 병원 전 뇌졸중 척도(Cincinnati Prehospital Stroke Scale, CPSS) 등의 도구를 사용하여 평가할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도)([그림 10-1], 〈표 10-1〉).[19-23] 급성 뇌졸중이 의심되면 즉시 119에 신고하여 응급의료체계를 활성화한다(강한 권고, 낮은 확신도).



[그림 10-1] FAST 검사법

FAST 평가는 AHA와 ERC에서 공통적으로 권고하는 방법으로 일반인이 최소한의 시간으로 쉽게 활용할 수 있도록 고안되었다. 구체적으로는 얼굴 한쪽의 마비나 비대칭(face), 한쪽 팔의 근력 저하(arm), 말이 어눌하거나 발음이 부정확한 증상(speech)이 나타날 경우, 즉시 응급의료체계에 연락(time)해야 함을 강조한다.[19] 실제 구급대원이 FAST 도구를 활용할 경우 병원 도착 전 조기 분류(pre-notification) 및 혈전용해술 시행까지의 시간 단축, 뇌졸중의 진단 정확도의 향상 등의 효과가 보고되었다.[20,21] 일부 환자에게는 전형적인 FAST 증상 외에도 어지럼증, 갑작스러운 보행 장애, 시야 흐림, 극심한 두통과 같은 비전형적 증상이 나타날 수 있다. 이는 특히 여성, 고령자, 당뇨병 환자 등에게서 더 흔히 보고된다.[22,23] 이러한 고위험군에서는 세심한 선별 평가와 신속한 대응이 필수적이며, 뇌졸중의 다양한 임상 양상에 대한 교육과 인식이 필요하다.

〈표 10-1〉 신시내티 병원 전 뇌졸중 척도(CPSS)

얼굴 처짐 (Facial droop)	웃게 하거나 치아를 보이게 하고 이마를 찡그리게 한다. 얼굴의 한쪽이 잘 움직이지 않아 처진 것처럼 보이는지 확인한다.
팔 위약 (Arm drift)	양쪽 눈을 감고 손바닥을 위로 해서 양팔을 똑바로 앞으로 뻗어 10초간 유지시킨다. 한쪽이 내측으로 회전하면서 떨어지거나, “툭” 떨어지면 마비가 있다고 판단한다.
말하기 (Speech)	발음을 잘하지 못하는 구음장애 증상, 말을 할 수 없는 실어증 등이 있는지 확인한다.
이 세 항목 중 한 가지 이상이 있는 경우 뇌졸중 가능성 양성으로 판단한다.	

저산소증을 보이는 급성 뇌졸중 환자에게는 산소를 투여할 것을 권고한다(강한 권고, 낮은 확신도).[19,24] 산소포화도(SpO_2)가 94% 이상인 급성 뇌졸중 환자에게 일률적으로 산소를 투여하는 것은 권장되지 않는다. 이는 산소 치료가 임상적 유의성이나 생존율 개선에 기여하지 못할 뿐만 아니라, 과산소증(hyperoxia)으로 인한 조직 손상 위험을 증가시킬 수 있기 때문이다.[19,24] 또한, 응급처치 제공자가 혈당 측정을 포함한 정밀 선별 도구(Los Angeles prehospital stroke screen, Melbourne ambulance stroke screen 등)를 활용할 경우, 급성 뇌졸중 인지의 정확도를 유의미하게 향상시킬 수 있음이 보고되었다.[20,25] 그러나 이러한 도구들은 혈당 측정기 사용법, 전문적인 훈련 수준 및 장비 접근성 등의 제한으로 인해 일반 대중이 사용하기에는 현실적인 어려움이 있다. 따라서 급성 뇌졸중이 의심되는 성인 환자에게는 혈당 측정기를 현장에서 즉시 사용할 수 있고, 응급의료서비스의 활성화를 지연시키지 않는 경우에만 모세혈관 혈당을 측정하도록 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[19]

3. 천식으로 인한 호흡곤란시 기관지확장제의 사용

천식은 기도의 만성 염증 질환으로, 가역적인 기도폐쇄와 기도의 과민 반응으로 인해 호흡곤란, 쌕쌕거림(천명음), 기침, 흉부 압박감(불쾌감) 등을 유발한다. 대부분의 천식 환자들은 발작 시 사용할 수 있도록 처방된 흡입기관지확장제(예: 알부테롤/살부타몰 등)를 휴대하고 있고, 응급상황에서는 스스로 사용하기 어려운 경우가 있으므로 주변의 도움을 받을 수 있다. 이러한 경우 훈련된 응급처치 제공자가 환자의 흡입기관지확장제를 사용할 수 있도록 도와주기를 강하게 권고한다(강한 권고, 중등도 확신도).[26,45,46] ILCOR는 2025년에 기관지확장제 투여로 인한 잠재적 위해성에 대한 범위 검토를 수행하였다.[26] 흡입기관지확장제는 천식과 급성 호흡곤란 환자에게 효과적이다.[27-37] 이러한 근거는 응급의료서비스(EMS) 및 응급실 환경에서 얻은 자료를 바탕으로 응급처치 상황에서의 효과를 추정하였다. 기관지확장제 투여는 안전하며 알부테롤(살부타몰) 치료는 심박수,[30-32,37] 혈압,[30] 혈청 칼륨 수치, 떨림, 두통, 신경과민, 쇠약, 심계항진 또는 구강 건조 등 경미한 부작용이 발생할 수 있으나 대부분 임상적으로 유의하지 않다.[37] 정량 흡입기(metered dose inhaler, MDI) ([그림 10-2])와 함께 스페이서(spacer) 기구를 사용할 경우에 폐 전달 효율이 향상된다.[38] 스페이서 장치가 있는 흡입기는 가정, 학교 등 지역사회에서도 네뷸라이저와 동일한 임상 효과를 제공한다.[39] 500 mL (≈16 oz) 플라스틱 음료병[40-43] 또는 150 mL (≈5 oz) 일회용 종이컵 [44] 을 이용해 즉석에서 제작한 스페이서도 상업용 스페이서와 유사한 약물 전달 효과를 보이는 것으로 확인되었다([그림 10-3]). 천식환자가 흡입 기관지 확장제를 스스로 사용할 수 있게 도울 때는 흡입기만 단독 사용하는 것보다는 스페이서가 달린 흡입기나 네뷸

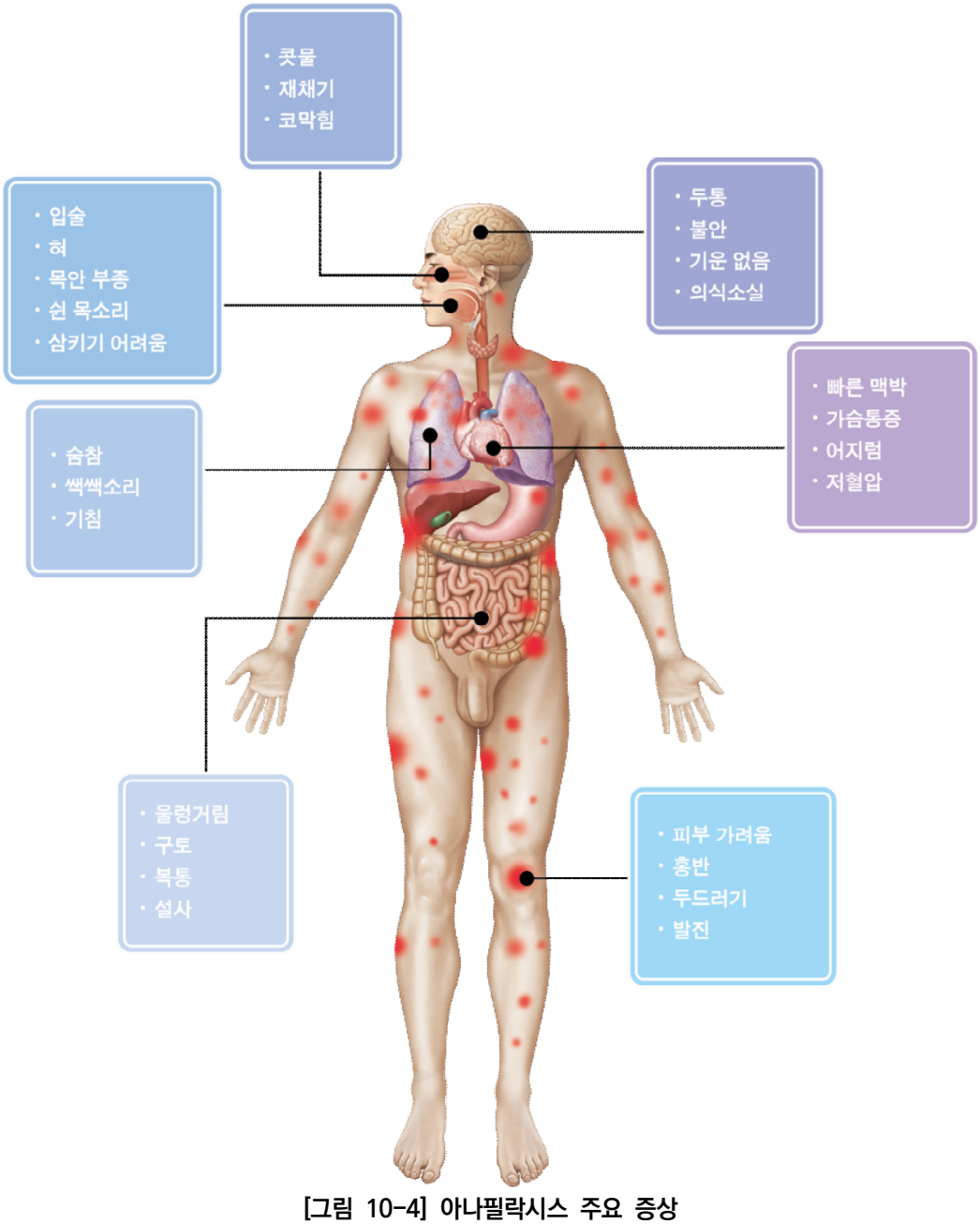
라이저를 사용하는 것을 제안한다(약한 권고, 중등도 확신도).[45] 시중에서 판매하는 스페이서를 구할 수 없는 경우, 천식 발작을 겪고 있는 사람이 스스로 흡입 기관지확장제를 사용하게 도울 때는 임시 스페이서 사용을 조건부로 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도).[45] 응급처치 제공자는 반드시 기관지확장제의 다양한 투여 방법에 대한 교육을 받아야 한다(보편타당한 권고).[46] 일반인은 환자가 스스로 천식 발작임을 인지하고 흡입기를 가지고 있을 경우, 흡입기를 사용할 수 있도록 도와준다.[46] 환자 상태가 호전되지 않거나 악화되는 경우는 즉시 119에 신고해야 한다(보편타당한 권고).[46] 주의할 점으로 기관지확장제는 환자가 처방받은 약물에 한해 투여해야 하며, 타인의 흡입제를 사용하지 말아야 한다(강한 권고, 낮은 확신도).[45,46]

[그림 10-2] 상업용 스페이서

[그림 10-3] 정량흡입기(MDI)에 임시 스페이서의 사용

4. 아나필락시스

아나필락시스(anaphylaxis)는 생명을 위협하는 전신 알레르기 반응으로, 음식, 약물, 곤충 독 등 다양한 노출에 의해 유발될 수 있다. 아나필락시스의 징후 및 증상으로는 입술과 얼굴 부종, 목이 막히는 느낌, 호흡 곤란, 발진, 구토 또는 설사, 그리고 의식 수준 변화, 창백함, 현기증과 같은 저혈압 증상이 있다([그림 10-4]). 아나필락시스에 대한 즉각적인 치료의 주요 방법은 근육내 에피네프린 주사이며, 일반적으로 응급처치 환경에서 에피네프린 자가주사기를 사용하여 투여하도록 강하게 권고한다(강한 권고, 높은 확신도).[47,51,53] 에피네프린 자가주사기는 아나필락시스 반응의 첫 징후가 나타날 때 자가 투여하기 위해 아나필락시스 병력이 있는 사람들에게 주로 처방된다. 아나필락시스를 경험하는 사람들이 이 약을 자가 투여할 때 응급처치 제공자(구급대원, 보건교사 등)에게 도움을 요청하기도 한다. 또 많은 경우, 자가 투여를 통해 증상이 크게 호전되거나 해소되지만, 경우에 따라 추가적인 에피네프린 투여가 필요하다. ILCOR는 2019년과 2022년에 아나필락시스와 관련된 범위 검토를 수행하였다.[47,48] 관찰 연구를 기반으로 한 공신력 있는 국제적 합의는 아나필락시스의 1차 치료로서 유발 물질에 관계없이 허벅지 측면에 근육내 에피네프린을 조기에 투여할 것을 강하게 권고하였다(강한 권고, 높은 확신도).[49-57] 아나필락시스 환자는 호흡 곤란이나 저혈압 또는 의식상태 변화로 인해 자가주사기를 사용하거나 조작하지 못할 수 있다. 이때 응급처치 제공자(응급의료에 관한 법률 시행규칙 별표 14: 1급 응급구조사, 학교보건법 제15조2: 보건교사)가 환자를 도울 수 있다(전문가 합의 권고).[49-58] 2007년부터 2013년까지 국가 응급의료정보시스템에서 수집한 147개 응급실 데이터를 분석한 결과에서 연구 기간 동안 총 23,313명이 아나필락시스로 응급실에 방문하였고, 2007년 인구 10만 명당 3.0명에서 2013년 11.6명으로 증가하였는데 아나필락시스로 인한 사망률은 매년 1.35배 증가하였다.[59] 근육내 에피네프린 투여 외에도 아나필락시스 환자는 생존을 위해 기관내 삽관, 정맥 수액 투여, 혈관수축제 및 기타 전문적인 치료가 필요할 수 있다. 아나필락시스 환자의 7-18%가 1회 이상의 에피네프린 투여가 필요했던 것으로 보고되었다.[60,61]



[그림 10-4] 아나필락시스 주요 증상

아나필락시스로 인해 에피네프린의 2차 투여가 필요했던 환자의 대부분은 투여 후 상태가 호전되었다.[48] 한 연구에서 에피네프린 2차 투여가 필요했던 환자가 1차 투여를 받은 환자보다 입원할 가능성이 더 높았지만, 이는 에피네프린의 부작용보다는 질병의 중증도 때문이었다.[62] 응급처치 제공자는 반드시 아나필락시스와 에피네프린 자가주사기 사용 방법에 관한 교육을 받아야 한다

(보편타당한 권고).[47,49] 아나필락시스를 경험한 적이 있고 에피네프린 자가주사기를 사용할 수 있다면, 스스로 투여해야 한다. 응급처치 제공자는 아나필락시스의 위험에 처해 있는 사람이 도움을 요청한 경우 자가주사기를 사용할 수 있도록 도와야 한다([그림 10-5]). 아나필락시스의 증상이 발현되면 즉시 119에 신고해야 한다(보편타당한 권고).[47,50] 아나필락시스 환자가 에피네프린의 초기 투여량에 반응하지 않고 응급처치 제공자의 도착이 5-10분 지연되는 경우, 재투여를 할 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).[60,61]

[그림 10-5] 에피네프린 자가주사기 사용

5. 경련 발작

경련 발작(seizure)은 뇌에서 비정상적으로 과도하거나 동시에 발생하는 신경활동으로 인한 일시적인 징후 및 증상이다.[63] 발작은 신체 일부에 국한한 운동 이상을 보이는 국소 발작이나, 전신적으로 근육이 긴장되고 반복 수축하는 전신 강직-간대성(generalized tonic-clonic) 발작 등 다양한 양상으로 나타날 수 있다.[64] 전신적으로 경련 발작을 하는 환자를 마주하게 되면 목격자는 대부분 많이 놀라고 당황스럽겠지만, 다음의 요령에 따라서 침착히 행동할 것을 권고한다.

1) 환자의 곁에 대기하면서 발작의 전 과정을 침착하게 관찰할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[65-69]

2) 환자의 부상 방지를 위하여, 위험한 환경을 벗어나게 하고, 주변의 위험물을 치울 것을 제안한다(보편타당한 권고).[65-69]

3) 환자를 조심스럽게 측면으로 돌려 눕혀서, 기도가 막히거나 흡인이 일어나지 않게 할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[65-69]

4) 환자의 머리 밑에 부드러운 물체를 받쳐줄 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[65,66,69]

5) 환자의 의복을 느슨하게 하고, 의치 및 기도를 막을 수 있는 물체나 안경 등을 제거할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[65,66,68]

6) 환자를 물리적으로 억제하는 것은 부상을 유발할 수 있으므로 피한다(약한 권고, 낮은 확신도).[65-69]

7) 환자가 혀를 깨무는 것을 방지하기 위해서 물체를 입에 끼우는 것은 불필요하며 질식을 유발할 수도 있다(약한 권고, 낮은 확신도).[65-69]

8) 손을 깊이 집어넣어 구강 내 분비물이나 구토물을 제거하려는 행위는 환자에 의해서 물릴 위험이 있으므로 피한다(약한 권고, 낮은 확신도).[68]

9) 발작을 하는 중에 항경련제나 해열제를 바로 투여하지 않는다(약한 권고, 중등도 확신도).[68-70]

10) 가능하면 주변의 목격자가 발작의 증상, 시작 시간, 지속 시간 등을 포함한 발작의 세부 상황을 기록할 것을 제안하며, 이것은 발작에 대한 진단이나 이후 치료 방향 결정에 도움을 줄 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).[66,68,69]

11) 다음과 같은 경우에는 119에 신고할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[67]

① 이전에 발작의 과거력이 없이 처음 발작을 하는 경우
② 5분 이상 발작이 지속되는 경우
③ 발작이 멎었다가 의식을 회복하지 못한 상태에서 다시 또 다른 발작이 발생하는 경우
④ 환자의 호흡에 지장이 있거나, 질식 상황이거나, 물 안에서 발작을 하는 경우
⑤ 외상을 입은 경우
⑥ 임신 중이거나, 6개월 미만의 영아인 경우
⑦ 발작이 멈춘 후에 5분에서 10분 내로 의식이 돌아오지 않는 경우

환자의 의식이 없고 정상적인 호흡이 없는 경우, 심장정지 상황일 수 있으므로 심폐소생술을 즉시 시작해야 한다. 아울러 119에 신고하여 구급상황요원(dispatcher)의 지시를 받을 것을 제안한다(보편타당한 권고).[71,72]

6개월 이상 5세 이하의 소아가 열이 나면서 경련을 할 때는 열성경련(febrile convulsion)인 경우가 많으며, 열성경련은 경련으로 인한 손상을 피한다면 대부분 특별한 후유증을 남기지 않으므로, 보호자는 침착한 태도를 유지하면서 일반적인 경련에 대한 응급처치 요령을 따라서 행동하고, 경련이 멎은 후에는 열이 나는 원인에 대한 치료를 받도록 한다(보편타당한 권고).[70,73]

6. 쇼크

쇼크(Shock)는 조직에 산소와 영양분이 적절히 공급되지 못하는 순환계 부전 상태로, 내적 또는 외적인 체액 손실에 의한 체액량의 감소, 심장의 혈액 박출 능력 감소, 혈액 순환 중간 단계의 폐쇄, 말초혈관의 저항력 감소 등이 원인이 될 수 있다. 쇼크 상태에 빠진 환자는 어지럽거나 숨을 쉬기 힘들거나 가슴이 답답하거나 피부가 차고 축축하면서 창백하거나 시퍼렇게 보일 수 있고, 심하면 의식 변화가 나타나면서 생명이 위협받을 수도 있다. 응급처치 제공자는 환자의 상태가 악화되지 않도록 적절한 자세를 유지함으로써 뇌와 같은 주요 장기의 혈류를 안정적으로 유지해야 한다.[74,75]

뇌와 같은 주요 장기에 혈류가 안정적으로 유지될 수 있도록 하기 위해 다음과 같은 자세를 권고한다.

1) 바로누운자세(supine position)

쇼크 환자는 불필요한 이동을 제한하고, 가능한 한 바로누운자세를 유지할 것을 권고한다(약한 권고, 낮은 확신도, [그림 10-6]).[76] 한 관찰 연구에 따르면, 바로누운자세는 기립 자세에 비하여 심장 박출 지수 향상 및 심박수 안정 효과를 보였다.[76]

자세를 갑자기 바꾸면, 몸 안의 혈류가 불안정해지거나 심장이 혈액을 제대로 공급받지 못할 수 있으며, 체위 변화만으로는 혈류역학을 충분히 보상하기 어렵다.[74-76]

[그림 10-6] 바로누운자세

2) 회복 자세(recovery position)

기도폐쇄의 위험(구토, 흡인 등)이나 의식저하가 있는 비외상성 쇼크환자는 회복 자세를 권고한다. 자발적인 호흡이 있으나 반응이 저하된 환자에게 회복 자세를 적용하는 것은 기도 보호에 효과적이며, 흡인의 위험을 줄이는 데 도움이 될 수 있다(약한 권고, 낮은 확신도).[75,77]

회복 자세는 기본소생술에서 서술되어 있는 회복 자세의 [그림 3-13]을 참고한다.

3) 수동적 다리 올리기(passive leg raising)

외상이나 척추 손상이 없는 쇼크 환자에게 수동적 다리 올리기를 고려할 수 있다([그림 10-7]). 수동적 다리 올리기를 시행했을 때 심장박출량 및 평균 동맥압 상승에 일시적인 효과(7분 이내)를 보였다. 따라서 수동적 다리 올리기는 일시적인 개선에는 도움을 줄 수 있으나, 그 효과의 지속성과 임상적 중요성에 대한 근거는 부족하여 일반적인 표준 절차로는 권장하지 않는다(매우 약한 권고, 낮은 확신도).[78-80] 하지만 외상이 없고 척추손상 위험이 낮은 경우, 일시적으로 뇌 및 주요 장기의 관류를 유지하려는 목적으로 활용될 수 있다. 단, 환자가 불편함이나 호흡 곤란을 호소하거나 상태 악화가 관찰되는 경우, 바로누운자세로 둔다(매우 약한 권고, 매우 낮은 확신도).[75,80]

[그림 10-7] 수동적 다리 올리기

7. 실신

실신(syncope)은 뇌로 가는 혈액량이 줄어들어서 발생하며, 일반적으로 혈액 공급이 회복되면서 의식은 빠르게 회복된다.[81] 반사성 실신, 기립 저혈압 실신, 심장성 실신 등 여러 가지의 원인이 있다. 반사성 실신은 실신의 가장 흔한 원인이며, 공포나 심한 통증 등의 극심한 정서적 스트레스에 의한 미주신경성 실신과 배설이나 기침 등의 상황에 따른 실신이 포함된다. 기립성 실신은 빠르게 일어나는 자세를 취할 때 수축기 혈압이 많이 떨어지면서 발생한다. 심장성 실신은 심장의 부정맥이나 허혈성 심장질환과 연관되어 발생하므로 심각하게 위험할 수 있다.[81-83] 연구에 따라서 실신의 발생률은 차이가 있으나, 전체 인구에서 대략 3분의 1이 일생 중 한 번 이상의 실신을 경험한다고 한다.[82]

실신은 정신을 잃으면서 쓰러지므로 뇌전증, 정신질환, 뇌혈관질환, 저혈당 등과 구별할 필요가 있다.[82] 실신 자체로도 추가적인 평가가 필요한 질환이지만, 의식 소실로 인해 두부 손상, 골절 등의 이차적인 부상이 발생할 수 있으므로 주의할 것을 제안한다(보편타당한 권고).[84,85]

실신의 많은 경우에서 실신이 일어나기 전에 어지럼, 무력감, 눈앞이 캄캄해짐, 구역감, 발한, 창백함 등의 전조증상이 몇 초 정도 나타날 수 있고, 이를 전실신(presyncope)이라 한다. 전실신 증상은 미주신경성 실신과 같은 반사성 실신에서 자주 나타난다. 이런 경우 바로 앉거나 눕는 등의 안전한 자세를 취해줄 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[85] 신체 맞압력 조작법(physical counterpressure maneuver)은 전실신의 상황에서 실신으로 진행하는 것을 방지하기 위해서 간단하고 특별한 합병증 없이 안전하게 권유될 수 있는 방법으로, 말초 근육에 압력을 줌으로써 뇌로 가는 혈류를 증가시켜 실신 예방에 도움을 줄 수 있다. 쪼그려 앉는 자세를 취하거나, 누운 자세에서 두 다리를 교차시키고 다리와 엉덩이 근육에 힘을 주는 자세를 통해 하체에 압력을 줄 수 있다. 양손을 손가락으로 마주 잡고 서로 반대 방향으로 세게 당기거나, 세게 주먹을 쥐거나, 턱을 가슴 쪽으로 붙여서 목 근육을 긴장시킴으로써 상체에 압력을 줄 수도 있다(약한 권고, 낮은 확신도).[81,86] 다만, 신체 맞압력 조작법은 주로 전실신 증상이 나타난 미주신경성 실신이나 기립성 실신과 같은 실신에서 주로 추천되며, 실신의 전조증상이 매우 짧게 나타나는 경우나 60세 이상의 고령에서는 적용이 어려울 수 있다. 또한, 심근경색증이나 뇌경색과 같은 심각한 급성 질환에서 신속한 신고 및 적절한 치료를 지연시킬 수 있으므로 주의할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[81,85,86]

실신한 사람을 목격한 경우, 환자의 의식 및 호흡을 확인하고, 무의식이면서 정상적인 호흡이 없는 경우 119에 신고하고 심폐소생술을 시작한다(강한 권고, 낮은 확신도).[85] 심폐소생술이 필요한 경우가 아니지만, 의식을 회복하지 못하였거나 구토를 한다면 기도폐쇄를 방지할 수 있는 회복 자세(recovery position)를 취할 것을 제안한다(약한 권고, 낮은 확신도).[87]

환자의 상태가 회복된 후에도 갑자기 일어나지 말고 몇 분간 안정을 취하도록 하고, 필요한 경우 의심되는 원인에 따라 심장 정밀 검사, 신경학적 검사, 심리 검사 등을 받도록 권고한다(보편타당한 권고).[81-83]

참고 문헌

1. Gulati M, Levy PD, Mukherjee D, et al. Circulation. 2021;144(22):e368-e454.
2. Hsia RY, Hale Z, Tabas JA. A National Study of the Prevalence of Life-Threatening Diagnoses in Patients With Chest Pain. JAMA Intern Med. 2016;176(7):1029-32.
3. Moser DK, Kimble LP, Alberts MJ, et al. Reducing delay in seeking treatment by patients with acute coronary syndrome and stroke: a scientific statement from the American Heart Association Council on cardiovascular nursing and stroke council. Circulation. 2006;114(2):168-82.
4. Freimark D, Matetzky S, Leor J, et al. Timing of aspirin administration as a determinant of survival of patients with acute myocardial infarction treated with thrombolysis. Am J Cardiol. 2002;89(4):381-5.
5. Schulte KJ, Mayrovitz HN. Myocardial infarction signs and symptoms: females vs. males. Cureus. 2023;15:e37522.
6. Ornato JP, Hand MM. Warning signs of a heart attack. Circulation. 2014;129:e393-e395.
7. Canto JG, Fincher C, Kiefe CI, et al. Atypical presentations among Medicare beneficiaries with unstable angina pectoris. Am J Cardiol. 2002;90:248-253.
8. Randomised trial of intravenous streptokinase, oral aspirin, both, or neither among 17,187 cases of suspected acute myocardial infarction: ISIS-2. ISIS-2 (Second International Study of Infarct Survival) Collaborative Group. Lancet. 1988;2(8607):349-60.
9. Tayeb HM, Nelson AJ, Willoughby SR, Worthley MI. Antiplatelet therapy in acute coronary syndromes: current agents and impact on patient outcomes. Patient Relat Outcome Meas. 2011;2:7-19.
10. Becker L, Larsen MP, Eisenberg MS. Incidence of cardiac arrest during self-transport for chest pain. Ann Emerg Med. 1996;28(6):612-6.
11. Djarv T, Swain JM, Chang WT, Zideman DA, Singletary E. Early or First Aid Administration Versus Late or In-hospital Administration of Aspirin for Non-traumatic Adult Chest Pain: A Systematic Review. Cureus. 2020;12(2):e6862.
12. Quan D, LoVecchio F, Clark B, Gallagher JV 3rd. Prehospital use of aspirin rarely is associated with adverse events. Prehosp Disaster Med. 2004;19:362-365.

13. Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2014;64(24):e139-228.
14. O'Connor RE, Al Ali AS, Brady WJ, et al. Part 9: acute coronary syndromes: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation. 2015;132:S483-S500.
15. Zideman DA, Singletary EM, Borra V, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: First aid. Resuscitation. 2021;161:270-290.
16. 국가법령정보센터, 응급의료에 관한 법률 시행규칙 제33조(응급구조사의 업무), 별표 14.
17. Emberson J, Lees KR, Lyden P, et al. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from randomised trials. Lancet. 2014;384(9958):1929-35.
18. Saver JL, Goyal M, Van der Lugt A, et al. Time to treatment with endovascular thrombectomy and outcomes from ischemic stroke: a meta-analysis. JAMA. 2016;316(12):1279-89.
19. Zideman DA, Singletary EM, Borra V, et al. European resuscitation council guidelines 2021: first aid. Resuscitation. 2021;161:270-90.
20. Bray JE, Coughlan K, Barger B, Bladin C. Paramedic diagnosis of stroke: examining long-term use of the Melbourne Ambulance Stroke Screen (MASS) in the field. Stroke. 2010;41(7):1363-6.
21. Lin CB, Peterson ED, Smith EE, et al. Emergency medical service hospital prenotification is associated with improved evaluation and treatment of acute ischemic stroke. Circ Cardiovasc Qual Outcomes. 2012;5(4):514-22.
22. Meyran D, Cassan P, Avau B, Singletary E, Zideman DA. Stroke Recognition for First Aid Providers: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cureus. 2020;12(11):e11386.
23. Djärv T, Douma MJ, Carlson JN, et al. First Aid: 2025 International Liaison

Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Circulation. 2025;152(16_suppl_1):S250–82.

24. Roffe C, Nevatte T, Sim J, et al. Effect of routine low-dose oxygen supplementation on death and disability in adults with acute stroke: the stroke oxygen study randomized clinical trial. JAMA. 2017;318(12):1125–35.
25. Kidwell CS, Starkman S, Eckstein M, Weems K, Saver JL. Identifying stroke in the field: prospective validation of the Los Angeles Prehospital Stroke Screen (LAPSS). Stroke. 2000;31(1):71–6.
26. Djärv T, Douma MJ, Carlson JN, et al. First Aid: 2025 International Liaison Committee on Resuscitation Consensus on Science With Treatment Recommendations. Circulation 2025;152(16_suppl_1):S250–82.
27. van der Woude HJ, Postma DS, Politiek MJ, Winter TH, Aalbers R. Relief of dyspnoea by beta2-agonists after methacholine-induced bronchoconstriction. Respir Med. 2004;98:816–820.
28. Politiek MJ, Boorsma M, Aalbers R. Comparison of formoterol, salbutamol and salmeterol in methacholine-induced severe bronchoconstriction. Eur Respir J. 1999;13:988–992.
29. Berger WE, Milgrom H, Skoner DP, Tripp K, Parsey MV, Baumgartner RA; Xopenex Pediatric Asthma Group. Evaluation of levalbuterol metered dose inhaler in pediatric patients with asthma: a double-blind, randomized, placebo and active-controlled trial. Curr Med Res Opin. 2006;22:1217– 1226.
30. Littner MR, Tashkin DP, Siegel SC, Katz R. Double-blind comparison of acute effects of inhaled albuterol, isoproterenol and placebo on cardiopulmonary function and gas exchange in asthmatic children. Ann Allergy. 1983;50:309–316.
31. Emerman CL, Shade B, Kubincanek J. A controlled trial of nebulized isoetharine in the prehospital treatment of acute asthma. Am J Emerg Med. 1990;8:512–514.
32. Bentur L, Canny GJ, Shields MD, et al. Controlled trial of nebulized albuterol in children younger than 2 years of age with acute asthma. Pediatrics. 1992;89:133–137.
33. Amirav I, Yacobov R, Luder AS. Formoterol Turbuhaler is as effective as

Salbutamol Diskus in relieving adenosine-induced bronchoconstriction in children. J Aerosol Med. 2007;20:1-6.

34. Hermansen MN, Nielsen KG, Buchvald F, Jespersen JJ, Bengtsson T, Bisgaard H. Acute relief of exercise-induced bronchoconstriction by inhaled formoterol in children with persistent asthma. Chest. 2006;129:1203- 1209.
35. Osmond MH, Klassen TP. Efficacy of ipratropium bromide in acute childhood asthma: a meta-analysis. Acad Emerg Med. 1995;2:651-656.
36. Weiss SJ, Anand P, Ernst AA, Orgeron D, May WL. Effect of out-of-hospital albuterol inhalation treatments on patient comfort and morbidity. Ann Emerg Med. 1994;24:873-878.
37. Karpel JP, Aldrich TK, Prezant DJ, Guguchev K, Gaitan-Salas A, Pathiparti R. Emergency treatment of acute asthma with albuterol metered-dose inhaler plus holding chamber: how often should treatments be administered? Chest. 1997;112:348-356.
38. Newman SP. Spacer devices for metered dose inhalers. Clin Pharmacokinet. 2004;43:349-360.
39. Cates CJ, Welsh EJ, Rowe BH. Holding chambers (spacers) versus nebulisers for beta-agonist treatment of acute asthma. Cochrane Database Syst Rev. 2013;2013:CD000052.
40. Rodriguez C, Sossa M, Lozano JM. Commercial versus home-made spacers in delivering bronchodilator therapy for acute therapy in children. Cochrane Database Syst Rev. 2008;2008:CD005536.
41. Schor D, Rizzo JA, Medeiros D, et al. Home-made spacer as an auxiliary device in administration of beclomethasone via pressurized metered dose inhaler for asthma control: a randomized controlled pragmatic trial. Respir Med. 2017;126:52-58.
42. Zar HJ, Streun S, Levin M, Weinberg EG, Swingler GH. Randomised controlled trial of the efficacy of a metered dose inhaler with bottle spacer for bronchodilator treatment in acute lower airway obstruction. Arch Dis Child. 2007;92:142-146.
43. Zar HJ, Weinberg EG, Binns HJ, Gallie F, Mann MD. Lung deposition of

aerosol: a comparison of different spacers. Arch Dis Child. 2000;82:495–498.
44. Willemse BW, Toelle BG, Li JS, Shah S, Peat JK. Use of a paper disposable cup as a spacer is effective for the first-aid management of asthma. Respir Med. 2003;97:86–89.
45. Hewett Brumberg EK, Douma MJ, Alibertis K, et al. 2024 American Heart Association and American Red Cross guidelines for first aid. Circulation. 2024;150(24):e519–e579.
46. Zideman DA, Singletary EM, De Buck ED, et al. European Resuscitation Council guidelines 2021: first aid. Resuscitation. 2021;161:270–90.
47. Berg KM, Bray JE, Ng KC, et al. 2023 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the basic life support; advanced life support; pediatric life support; neonatal life support; education, implementation, and teams; and first aid task forces. Circulation. 2023;148(24):e187–e280.
48. Carlson JN, Cook S, Djarv T, Woodin JA, Singletary E, Zideman DA. Second dose of epinephrine for anaphylaxis in the first aid setting: a scoping review. Cureus. 2020 Nov 9;12(11):e11401.
49. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, et al. Part 3: adult basic and advanced life support: 2020 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation. 2020;142(16_Suppl_2):S366–S468.
50. Cardona V, Ansotegui IJ, Ebisawa M, et al. World allergy organization anaphylaxis guidance 2020. World Allergy Organ J. 2020;13(10):100472.
51. de Silva D, Singh C, Muraro A, et al. Diagnosing, managing and preventing anaphylaxis: systematic review. Allergy. 2021;76(5):1493–506.
52. Dodd A, Hughes A, Sargant N, Whyte AF, Soar J, Turner PJ. Evidence update for the treatment of anaphylaxis. Resuscitation. 2021;163:86–96.
53. Gaudio FG, Johnson DE, DiLorenzo K, et al. Wilderness Medical Society clinical practice guidelines on anaphylaxis. Wilderness Environ Med. 2022;33(1):75–91.
54. McLure M, Eastwood K, Parr M, Bray J. A rapid review of advanced life support guidelines for cardiac arrest associated with anaphylaxis. Resuscitation. 2021;159:137–49.

55. Muraro A, Worm M, Alviani C, et al. EAACI guidelines: anaphylaxis (2021 update). Allergy. 2022;77(2):357-77.
56. Shaker MS, Wallace DV, Golden DB, et al. Anaphylaxis—a 2020 practice parameter update, systematic review, and Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation (GRADE) analysis. J Allergy Clin Immunol. 2020;145(4):1082-123.
57. Soar J, Becker LB, Berg KM, et al. Cardiopulmonary resuscitation in special circumstances. Lancet. 2021;398(10307):1257-68.
58. Simons FER, Gu X, Simons KJ. Epinephrine absorption in adults: intramuscular versus subcutaneous injection. J Allergy Clin Immunol. 2001;108(5):871-3.
59. Lee MH, Roh EJ, Jung YM, Ahn Y, Chung EH. Characteristics of anaphylaxis patients who visited emergency departments in Korea: results from a national emergency department information system. PLoS One. 2022;17(4):e0266712.
60. Wallace DV. Knowledge gaps in the diagnosis and management of anaphylaxis. Ann Allergy Asthma Immunol. 2023;131(2):151-69.
61. Patel N, Chong KW, Yip AY, et al. Use of multiple epinephrine doses in anaphylaxis: a systematic review and meta-analysis. J Allergy Clin Immunol. 2021;148(5):1307-15.
62. Campbell RL, Bashore CJ, Lee S, et al. Predictors of repeat epinephrine administration for emergency department patients with anaphylaxis. J Allergy Clin Immunol Pract. 2015;3(4):576-84.
63. Fisher RS, van Emde Boas W, Blume W, et al. Epileptic seizures and epilepsy: definitions proposed by the International League Against Epilepsy (ILAE) and the International Bureau for Epilepsy (IBE). Epilepsia. 2005;46(4):470-2.
64. Pack AM. Epilepsy Overview and Revised Classification of Seizures and Epilepsies. Continuum (Minneap Minn). 2019;25(2):306-21.
65. Available at : https://www.cdc.gov/epilepsy/first-aid-for-seizures/ accessed on 21 Nov 2025.
66. Available at : https://www.epilepsy.com/recognition/first-aid-resources/ accessed on 21 Nov 2025.
67. Hewett Brumberg EK, Douma MJ, Alibertis K, et al. 2024 American Heart

Association and American Red Cross Guidelines for First Aid. Circulation. 2024;150(24):e519-e79.
68. Sun M, Meng F, Xu ZY, Guo Y. Seizure first aid in the community: current situation, suggestions, and the role of the general practitioner in seizure management. Acta Epileptol. 2025;7(1):11.
69. Anwar H, Khan QU, Nadeem N, Pervaiz I, Ali M, Cheema FF. Epileptic seizures. Discoveries (Craiova). 2020;8(2):e110.
70. Patterson JL, Carapetian SA, Hageman JR, Kelley KR. Febrile seizures. Pediatr Ann. 2013;42(12):249-54.
71. White L, Rogers J, Bloomingdale M, et al. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest. Circulation. 2010;121(1):91-7.
72. Schwarzkoph M, Yin L, Hergert L, Drucker C, Counts CR, Eisenberg M. Seizure-like presentation in OHCA creates barriers to dispatch recognition of cardiac arrest. Resuscitation. 2020;156:230-6.
73. Oh WO, Heo YJ, Suk MH, Lee A. Korean Childcare Providers' Knowledge, Attitudes, Concerns, and Practices of Febrile Convulsions. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(9):4855.
74. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. Intensive Care Med. 2014;40(12):1795-815.
75. Hewett Brumberg EK, Douma MJ, Alibertis K, et al. 2024 American Heart Association and American Red Cross Guidelines for First Aid. Circulation. 2024;150(24):e519-e79.
76. Wong DH, O'Connor D, Tremper KK, Zaccari J, Thompson P, Hill D. Changes in cardiac output after acute blood loss and position change in man. Crit Care Med. 1989;17(10):979-83.
77. Douma MJ, Handley AJ, MacKenzie E, et al. The recovery position for maintenance of adequate ventilation and the prevention of cardiac arrest: A systematic review. Resusc Plus. 2022;10:100236.
78. Kyriakides ZS, Koukoulas A, Paraskevaidis IA, et al. Does passive leg raising increase cardiac performance? A study using Doppler echocardiography. Int J

Cardiol. 1994;44(3):288-93.
79. Jabot J, Teboul JL, Richard C, et al. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change. Intensive Care Med. 2009;35(1):85-90.
80. Toppen W, Aquije Montoya E, Ong S, et al. Passive Leg Raise: Feasibility and Safety of the Maneuver in Patients With Undifferentiated Shock. J Intensive Care Med. 2020;35(10):1123-8.
81. Brignole M, Moya A, de Lange FJ, et al. 2018 ESC Guidelines for the diagnosis and management of syncope. Eur Heart J. 2018;39(21):1883-948.
82. Bayard M, Gerayli F, Holt J. Syncope: Evaluation and Differential Diagnosis. Am Fam Physician. 2023;108(5):454-63.
83. Walsh K, Hoffmayer K, Hamdan MH. Syncope: diagnosis and management. Curr Probl Cardiol. 2015;40(2):51-86.
84. Jorge JG, Raj SR, Teixeira PS, et al. Likelihood of injury due to vasovagal syncope: a systematic review and meta-analysis. Europace. 2021;23(7):1092-9.
85. Hewett Brumberg EK, Douma MJ, Alibertis K, et al. 2024 American Heart Association and American Red Cross Guidelines for First Aid. Circulation. 2024;150(24):e519-e79.
86. van Dijk N, Quartieri F, Blanc JJ, et al. Effectiveness of physical counterpressure maneuvers in preventing vasovagal syncope: the Physical Counterpressure Manoeuvres Trial (PC-Trial). J Am Coll Cardiol. 2006;48(8):1652-7.
87. Douma MJ, Handley AJ, MacKenzie E, et al. The recovery position for maintenance of adequate ventilation and the prevention of cardiac arrest: A systematic review. Resusc Plus. 2022;10:100236.

2025년 한국 심폐소생술 가이드라인

발 행 : 2026년 1월

발 행 처 : 질병관리청, 대한심폐소생협회

발 행 인 : 임승관(질병관리청장)

편 집 인 : 김기남, 오진희, 전은희, 이정은, 김지수(질병관리청)
정성필, 황성오, 조규종, 차경철, 윤준성, 김도균, 이지숙,
심규홍, 이미진, 이창희, 장영빈, 김태윤, 손유동, 오윤희,
장용수, 정영화, 허주선(가이드라인 개발 총괄운영위원회)

발간기관 정보 : 질병관리청 건강위해대응관 손상예방정책과
(28159) 충북 청주시 흥덕구 오송읍 오송생명2로 187
(TEL) 043-719-7416, (FAX) 043-719-7429
대한심폐소생협회
(05836) 서울 송파구 법원로 127, 811호
(TEL) 02-393-0533, (FAX) 02-2084-3444

누 리 집 : https://www.kdca.go.kr

이 책은 질병관리청의 승인 없이 상업적인 목적으로 사용하거나 판매할 수 없습니다.