

Resuscitation

2015 Korean Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care

제 2부: 기본소생술

성균관대학교 의과대학 응급의학교실¹, 계명대학교 의과대학 흉부외과학교실², 분당서울대학교병원 마취통증의학교실³, 중앙대학교 의과대학 응급의학교실⁴, 백석대학교 보건학부 간호학과⁵, 남서울대학교 응급구조학과⁶, 한림대학교 강남성심병원 응급의학과⁷, 한림대학교 강동성심병원 응급의학과⁸, 연세대학교 의과대학 응급의학교실⁹, 연세대학교 원주의과대학 응급의학교실¹⁰

송근정¹ · 김재범² · 김진희³ · 김찬웅⁴ · 박선영⁵ · 이창희⁶ · 장용수⁷ · 조규종⁸ · 조영석⁸ · 정성필⁹
황성오¹⁰ · 2015 심폐소생술 가이드라인 기본소생술 전문위원회

생존사슬

심정지 환자의 생존율을 증가시키기 위해 반드시 필요한 일련의 단계들을 생존사슬(chain of survival)이라 한다. 심정지가 일단 발생되면 환자를 정상으로 회복시키는 것은 매우 어렵다. 따라서 심정지 발생 가능성이 높은 고위험 환자들을 선별하여 심정지 발생을 예방하는 노력이 우선적으로 시행되어야 한다. 심정지가 발생된 경우에는 목격자가 심정지 상태를 신속하게 인지하고 즉시 응급의료체계에 신고해야 한다. 신고를 한 이후에는 목격자가 현장에서 심폐소생술을 시행하고, 신고 받은 응급의료체계는 신속히 환자 발생 현장에 도착하여 제세동을 포함한 전문소생술을 시행해야 한다. 심정지 환자의 자발순환이 회복된 후에는 심정지 원인을 교정하고 통합적인 심정지 후 치료를 시행함으로써 심정지 환자가 신경학적으로 완전히 회복될 수

있도록 노력해야 한다. 심정지 환자의 생존율을 높이기 위해서는 이와 같은 5가지의 필수적인 단계들이 사슬과 같이 서로 유기적으로 연결되어야만 한다(Fig. 1).

1. 심정지의 예방과 조기 발견

생존사슬의 첫 번째 고리로 2015년에 새롭게 도입한 개념은 심정지의 예방과 조기 발견이다. 심정지가 발생된 이후에는 적절한 심폐소생술이 시행되더라도 생존율이 매우 낮다¹⁾. 소아에서는 질병보다는 사고 또는 손상에 의한 심정지 발생율이 높으므로 심정지를 예방할 수 있다. 성인에서도 심장, 뇌혈관 질환에 대한 위험인자를 줄임으로써 심정지의 발생을 예방할 수 있다. 우리나라의 성인 심정지 환자의 낮은 생존율을 고려할 때 심정지 발생을 예방하는 것은 소아 심정지와 마찬가지로 매우 중요하다. 병원 밖에서는 심정지를 일으킬 수 있는 유발요인 및 위험요인을 감소시키기 위해 노력해야 하며, 병원 안에서는 심정지 발생 전에 나타나는 징후들을 빨리 파악하고 대처를 할 수 있는 원내응급팀(medical emergency team)이나 원내신속반응팀(rapid response team)의 역할이 필요하다.

심정지가 발생했을 때는 목격자가 심정지를 신속하게 인지함으로써 응급의료체계의 신고 시간을 단축시켜야 한다. 심정지를 목격할 가능성이 높은 일반인 또는 의료제공자에게 심정지 증상을 교육함으로써 신속하게 심정지를 인지할 수 있도록 해야 한다.

2. 신속한 신고

생존사슬의 두 번째 고리는 신속한 신고이다. 이 과정에서는 심정지를 인식한 목격자가 응급의료체계에 전화를 걸어 심정지의 발생을 알리고, 연락을 받은 응급의료전화상담원이 환자발생 지역으로 119구급대원을 출동시키는 일련의 과정이 포함된다. 두 번째 고리가 신속하게 연결되면 응급환자를 신고할 수 있는 신고체계가 갖추어져야 하



Fig. 1. Chain of survival. The links in the Chain of Survival are Prevention and Immediate recognition, Early activation, Early CPR, Early Defibrillation, and Effective ALS and Post-cardiac arrest care.

책임저자: 송 근 정

서울특별시 강남구 일원로 81

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 응급의학과

Tel: 02) 3410-2053, Fax: 02) 3410-0049

E-mail: emsong@skku.edu

접수일: 2016년 3월 9일, 1차 교정일: 2016년 4월 1일

게재승인일: 2016년 4월 5일

* 이 가이드라인은 보건복지부 질병관리본부 경상보조사업에 의하여 수행되었음.

* 이 논문은 Clin Exp Emerg Med 2016 Vol 3(S)에 보고된 연구에 기초한 것임.

며, 전화신고에 반응하여 구급대원이 출동할 수 있는 연락 체계가 있어야 한다. 우리나라에서 심정지 환자를 신고하는 전화번호는 119이다.

3. 신속한 심폐소생술

신속한 신고 후에 구급대원이 도착할 때까지 심정지 환자에게 가장 필요한 처치는 목격자에 의한 심폐소생술이다. 목격자에 의한 심폐소생술이 시행된 경우에는 목격자에 의한 심폐소생술이 시행되지 않은 경우보다 심정지 환자의 생존율을 2-3배 증가시킨다²⁾. 따라서 학교, 군대, 집 단거주지, 직장, 공공기관 등에서는 기본소생술을 교육하여야 한다.

4. 신속한 제세동

제세동 처치는 빨리 시행할수록 효과적이다. 심실세동에서 제세동이 1분 지연될 때마다 제세동의 성공 가능성은 7-10%씩 감소한다^{3,4)}. 빠른 제세동을 위해 구급차에 자동제세동기가 보급되었고, 일반인 제세동 프로그램에 의해 자동제세동기가 공공장소에 설치됨으로써, 제세동 치료를 받은 심실세동 환자의 생존율이 획기적으로 높아졌다. 자동제세동기는 심정지 환자에게 패드를 붙여 놓기만 하면 환자의 심전도를 자체적으로 판독하여 자동으로 제세동을 유도하는 의료장비이므로 일반인도 일정 수준의 교육을 시행 받은 뒤에 안전하게 사용할 수 있다.

5. 효과적 전문소생술과 심정지 후 치료

제세동 처치에 반응하지 않는 심정지 환자의 자발순환을 회복시키려면 약물투여로 확보, 혈관수축제 또는 항부정맥제 등의 약물 투여, 전문기도유지술 등의 전문소생술을 시행해야 한다. 효과적인 전문소생술은 심정지 환자의 생존율을 증가시킬 것으로 예측되었지만 현장에서의 전문소생술이 심정지 환자의 생존율을 뚜렷이 증가시킨다는 근거는 아직까지 부족하다⁵⁾. 그러나 자발순환이 회복된 환자에서 혈액학적 안정을 유지하고 심정지의 재발을 막기 위한 효과적인 전문소생술은 환자의 생존에 중요하다.

자발순환이 회복된 심정지 환자에게는 통합적인 심정지 후 치료가 필요하다. 심정지 후 치료는 일반적인 중환자 치료와 더불어 목표체온치료, 급성심근경색에 대한 관상동맥 중재술, 경련발작의 진단 및 치료 등이 포함된 통합적 치료 과정이다. 그러므로 심정지로부터 소생된 환자는 심정지 후 치료를 위하여 이러한 치료과정을 전문적으로 수행할 수 있는 의료기관 또는 시설로 이송하여 치료하여야 한다.

심폐소생술의 법적인 측면

1. 응급의료종사자

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

2. 일반인 구조자

일반인에 대해서는 응급의료에 관한 법률 제5조에 “응급 환자를 발견한 때에는 즉시 이를 응급의료기관 등에 신고하여야 한다.”라는 신고 의무와 “응급의료종사자가 응급의료를 위하여 필요한 협조를 요청하는 경우에는 이에 적극 협조하여야 한다.”라는 협조 의무만을 규정하고 있다⁶⁾. 그러나 같은 법의 제4조에는 “모든 국민은 응급상황에서의 응급처치 요령, 응급의료기관 등의 안내 등 기본적인 대응 방법을 알 권리가 있으며, 국가 및 지방자치단체는 이를 위한 교육·홍보 등 필요한 조치를 강구하여야 한다.”라고 규정하고 있다. 따라서 심폐소생술을 모든 국민에게 교육하고 응급상황에서 시행할 수 있게 하는 것은 국민의 기본 권리에 해당된다⁶⁾.

3. 선의의 응급의료에 대한 면책(선한 사마리아인 조항)

응급의료에 관한 법률에 선의의 응급의료에 대한 면책조항이 있다. 이 법 제 5조 2항(선의의 응급의료에 대한 면책)은 “생명이 위급한 응급환자에게 해당하는 응급의료 또는 응급처치를 제공하여 발생한 재산상 손해와 사상에 대하여 고의 또는 중대한 과실이 없는 경우 해당 행위자는 민사 책임과 상해에 대한 형사 책임을 지지 아니하고 사망에 대한 형사 책임은 감면한다.”로 규정함으로써, 선의의 구조자를 보호할 수 있는 법적 근거를 제공하고 있다⁶⁾. 상기 법률의 해당 행위자에는 일반인 및 업무시간 외의 응급의료종사자가 포함된다.

심폐소생술에서의 소아와 성인의 구분

소아와 성인 사이에는 심정지 원인에 차이가 있으며 체구가 다르기 때문에 심폐소생술의 방법에도 약간의 차이가 있다. 그러나 한 가지 특징만으로는 소아와 성인을 구분하기 어렵고 심폐소생술 방법을 다르게 적용해야 하는 나이를 결정하기 위한 과학적 근거가 부족하다. 이 가이드라인에서 나이의 구분은 심정지 현장에서의 적용 가능성과 교육의 수월성을 고려하여 정하였다. 소아의 체구가 커서 성인과 구분하기 어려울 때에는 구조자의 판단에 따라 소아

또는 성인 심폐소생술을 적용하면 된다. 비록 구조자가 심정지 환자의 연령을 잘못 판단하였더라도 환자에게 중대한 위해를 초래하지는 않는다.

심폐소생술에서 나이의 정의는 다음과 같다.

- ① 신생아: 출산된 때로부터 4주까지
- ② 영아: 만 1세 미만의 아기
- ③ 소아: 만 1세부터 만 8세 미만까지
- ④ 성인: 만 8세부터

심정지 환자에 대한 구조자의 행동요령

2014년의 현황에 의하면 우리나라 심정지 환자의 생존율은 4.8%, 일반인에 의한 심폐소생술 시행률은 12.1%로 2012년의 생존율 4.4%, 시행률 6.5%보다 향상되었다¹⁾. 심정지의 발생은 예측할 수 없는 경우가 많다. 심정지 발생 장소는 가정 54%, 공공장소 20%, 비공공장소 13% 등으로, 심정지의 대부분이 가정에서 발생한다⁷⁾. 심정지 환자에서 심폐소생술은 뇌손상을 지연시킬 수 있는 약간의 시간을 연장할 수는 있지만 즉시 심박동을 회복시키지는 못한다. 자발순환을 회복시키려면 심정지 초기에 제세동 처치가 시행되어야 한다. 제세동이 지연되면 생존율은 5분에 50%, 7분에 30%, 9-11분에 10%, 12분에 2-5%로 감소되며 심정지 발생 후 1분 이내에 제세동이 이루어졌을 때 생존율은 90%까지 보고되었다³⁾. 따라서 쓰러진 사람을 발견한 경우, 반응이 없다고 판단되면 심정지 상황이라고 생각하고 즉시 119에 도움을 요청하고, 주변사람에게 자동제세동기를 가져오도록 해서 빠른 제세동이 가능하도록 하고 목격자는 즉시 심폐소생술을 시행해야 한다.

1. 반응의 확인

심정지 환자의 치료에서 중요한 첫 단계는 즉시 환자의 반응을 확인하는 것이다. 일반인이 갑자기 쓰러진 사람을 목격하거나 발견할 수 있다. 이때는 쓰러진 사람에게 접근하기 전에 우선 현장의 안전을 확인하고 쓰러진 사람의 반응을 확인해야 한다. 쓰러져 있는 사람의 어깨를 두드리면서 “괜찮으세요?”라고 소리쳐서 반응을 확인한다. 의식이 있다면 그 사람은 대답을 하거나 움직이거나 신음 소리를 낼 것이다. 쓰러져 있는 사람의 머리카락의 외상이 의심되면 불필요한 움직임을 최소화하여 손상이 악화되지 않도록 한다.

2. 응급의료체계 신고

반응이 없으면서, 호흡이 없거나 비정상적인 호흡(심정지 호흡)을 하는 사람을 발견했다면, 쓰러진 사람이 심정지 상태라고 판단하고 즉시 119에 신고한다. 심정지 환자를 목격한

경우에는 주변에 큰 소리로 구조를 요청하여 다른 사람에게 119에 신고하도록 하는 등의 도움을 받을 수 있도록 한다. 하지만 주변에 아무도 없는 경우에는 직접 119에 신고한다.

일반인은 호흡 상태를 정확히 평가하기 어렵다. 일반인의 경우 응급의료전화상담원의 도움을 받아 호흡반응을 확인할 때는 숨을 쉬고 있는지 호흡이 정상인지 비정상적인 호흡(심정지 호흡: gasping)인지 함께 확인한다⁸⁻¹⁰⁾. 따라서 응급의료전화상담원은 심정지가 의심되는 상황을 신고하는 목격자에게 적절한 질문을 하여 반응의 여부와 비정상적인 호흡(심정지 호흡: gasping) 상태를 파악할 수 있어야 한다. 심정지가 의심되는 경우에는 목격자가 즉시 심폐소생술을 할 수 있도록 도와주어야 한다. 응급의료전화상담원은 심정지 환자에서 발생하는 비정상 호흡을 확실히 파악하고 있어야 하며, 목격자에게 실감 있게 설명할 수 있어야 한다⁸⁻¹⁰⁾.

1) 나이에 관계없이 전화우선(call first)

성인에서 발생하는 비외상성 심정지의 주요원인은 심실세동이며, 심실세동의 가장 효과적인 치료는 제세동이다. 반면, 영아와 소아에서는 기도나 환기의 문제로 인한 일차성 호흡정지가 심정지의 가장 흔한 원인이다. 따라서 심정지가 의심되는 성인을 발견한 목격자는 119에 전화 연락을 먼저 하여 자동제세동기가 현장에 빨리 도착할 수 있도록(전화우선) 한다. 그러나 소아 심정지의 목격자는 2분간 심폐소생술을 먼저 한 다음 응급의료체계에 신고하도록 권장(심폐소생술 우선)하는 국가가 많다.

하지만 일반인에게 “전화우선”, “심폐소생술 우선”의 개념을 교육하는 것은 매우 어렵다. 또한 심정지가 발생한 현장에서는 심정지의 원인이 심장성인지 호흡성인지를 알기 어렵다. 그뿐만 아니라 2분간 심폐소생술을 시행한 후 신고한다면 병원도착까지의 시간이 지연될 수 있다. 더구나, 우리나라는 휴대폰 보급률이 높기 때문에 현장에서 즉시 신고가 가능하다. 따라서 심정지 환자의 연령에 관계없이 목격자는 119에 전화신고를 먼저 한 후에 심폐소생술을 시작하는 ‘전화우선’을 하도록 권장한다.

2) 119 신고

119에 신고할 때에는 환자 발생 장소, 발생 상황, 발생한 환자 수와 환자의 상태 그리고 하고 있던 응급처치에 대하여 설명해야 한다¹¹⁾. 만약에 신고자가 심폐소생술을 전혀 배우지 않았거나 하는 방법을 잊은 경우라면 응급의료전화상담원의 지시에 따라야 한다. 응급의료전화상담원이 전화로 알려주는 사항을 효율적으로 시행하기 위해서는 스피커 통화를 시행하는 것이 바람직하다. 응급의료전화상담원이 더 이상 지시사항이 없어서 끊으라고 할 때까지 통화상태를 유지한다.

응급의료전화상담원에게 알려주어야 할 내용은 다음과 같다³⁾.

- ① 응급 상황이 발생한 위치(가능하면 사무실 이름, 방의 호수, 도로나 거리이름)
- ② 응급상황의 내용(심장발작, 자동차사고 등)
- ③ 도움이 필요한 환자의 수
- ④ 환자의 상태
- ⑤ 환자에게 시행한 응급처치 내용(심폐소생술, 자동제세동기 사용 등)
- ⑥ 다른 질문이 없는지 확인한다.

응급의료전화상담원을 위한 권고사항

1. 응급의료전화상담원의 심폐소생술 지도

응급의료전화상담원은 심정지 환자의 초기 응급처치에 절대적으로 필요한 구성원으로서, 환자와 신고자 사이를 연결하는 역할을 한다. 응급의료전화상담원이 신고자에게 확인해야 할 사항은 반응이 있는지, 호흡이 정상인지 비정상인지이다¹²⁾. 응급의료전화상담원에게는 환자가 의식이 없으면서 호흡이 없거나 비정상 호흡인 경우에는 심정지 상태라고 판단하는 것을 권고한다. 응급의료전화상담원은 심정지 상태라고 판단되면 표준화되고 의학적으로 승인된 ‘전화도움 심폐소생술’의 시행을 지도할 것을 권고하며 그림으로써 현장의 일반인이 응급의료종사자가 도착하기 전까지 심폐소생술을 시행할 수 있도록 도와주어야 한다. ‘전화도움 심폐소생술’은 일반인 목격자의 심폐소생술 시행율을 높이고 결과적으로 심정지 환자의 생존율을 증가시킨다^{13,14)}. 따라서 응급의료전화상담원은 ‘전화도움 심폐소생술’의 중요성을 이해하고, 지도하는 방법에 대해 교육을 받아야 한다. 교육 내용에는 비정상 호흡을 알아내는 방법, 심정지 호흡이 심정지를 의미한다는 것, 경련발작이 심정지의 첫 증상일 수 있다는 것, 그리고 가슴압박 소생술을

지도하는 방법 등이 포함되기를 권고한다⁸⁻¹⁰⁾.

응급의료전화상담원이 심정지임을 판단하면 일반인 신고자에게는 가슴압박만 하는 가슴압박 소생술을 시행하도록 지도할 것을 제안한다¹⁵⁻¹⁷⁾. 그러나 심정지 환자가 익수, 저산소성 원인 등의 특수한 상황에 해당되고, 신고자가 인공호흡을 시행할 능력을 갖추었다고 판단되면 가슴압박과 인공호흡을 함께 시행하도록 지도한다. 특히 응급의료전화상담원은 신고자가 스스로 전화를 끊지 않도록 해야만 응급상황에 대해 더 많은 정보를 얻어낼 수 있으며, 적절한 응급처치를 조인할 수 있다.

2. 응급의료전화상담원 소속 기관에 대한 권고 사항

기관의 책임자는 신고시간부터 신고자에 의한 심폐소생술 시작까지의 시간을 단축시켜야 하며, ‘전화지도 심폐소생술’의 지도 결과에 대한 적절성과 심정지 환자의 생존율에 영향을 평가하여 반영함으로써 병원 밖 심정지 환자의 생존율을 향상시킬 수 있도록 노력하여야 한다^{10,13,14)}.

2015년 한국 기본소생술 가이드라인에서의 주요 변경 사항

2015년 한국 기본소생술 가이드라인에 새롭게 추가 혹은 수정되어 변경된 주요 내용은 다음과 같다(Table 1).

- ① 심폐소생술의 순서에서 인공호흡 이전에 가슴압박을 먼저 시행하도록 제안한다. 2011년 가이드라인과 마찬가지로 심폐소생술 순서는 가슴압박(compression)-기도유지(airway)-인공호흡(breathing)의 순서(C-A-B)를 유지한다^{18,19)}.

Table 1. Summary of basic life support for adults, children, and infants

	Adult	Child	Infant
Verification of the cardiac arrest	Unresponsiveness No breathing or abnormal breathing (i.e., only gasping) Pulselessness identified within 10 seconds (only healthcare providers)		
Order of the CPR	Chest compression - Airway - Breathing		
Chest compression rate	100-120 per min		
Chest compression depth	Approximately 5 cm	More than 1/3 depth of chest (4-5 cm)	More than 1/3 depth of chest (4 cm)
Chest wall recoil	Full chest wall recoil between compressions		
Pauses in chest compressions	Minimizing pauses in chest compressions (within ≤ 10 seconds)		
Opening the airway	Head tilt-chin lift		
CV ratio	No advanced airway Advanced airway	30:2 1 ventilation every 6 seconds regardless chest compression	30:2 (1 rescuer CPR), 15:2 (2 healthcare providers CPR)
Non-healthcare providers	Compression-only CPR		CPR

CPR: cardiopulmonary resuscitation, CV ratio: compression-ventilation ratio

- ② 일반인 구조자는 가슴압박만 하는 ‘가슴압박 소생술 (compression-only CPR)’ 을 하도록 제안한다. 인공 호흡을 할 수 있는 구조자는 인공호흡이 포함된 심폐소생술을 시행 할 수 있다. 그러나 119구급대원을 포함한 응급의료종사자는 반드시 가슴압박과 인공호흡을 함께 하는 심폐소생술을 시행할 것을 제안한다^{18,20-25}).
- ③ 고품질의 심폐소생술을 강조한다. 성인 심정지 환자에서 가슴압박의 깊이는 약 5 cm 깊이를 권고하고, 속도는 분당 100-120회를 제안한다. 가슴압박의 중단을 10초 이내로 최소화할 것을 제안하며, 인공호흡을 과도하게 시행하지 않아야 한다^{18,26-32}).
- ④ 심정지의 즉각적인 확인은 무반응과 비정상적인 호흡

의 유무로 판단한다. 비정상적인 호흡이란 환자가 숨을 쉬지 않거나, 심정지 호흡과 같이 정상이 아닌 모든 형태의 호흡을 말한다¹⁸).

- ⑤ 호흡 확인을 위한 방법으로 2006년 가이드라인에서 제시하였던 ‘보고-듣고-느끼기’의 과정은 2011년 가이드라인에서는 삭제되었는데, 2015년 가이드라인에서도 사용되지 않는다¹⁸).
- ⑥ 일반인이 심정지를 확인하기 위하여 맥박을 확인하는 과정은 2011년 가이드라인에서와 같이 권장되지 않는다. 의료제공자는 10초 이내에 맥박과 호흡을 동시에 확인하도록 하며, 맥박 유무를 확인하기 위해 가슴압박을 지연해서는 안 된다^{18,21,22}).

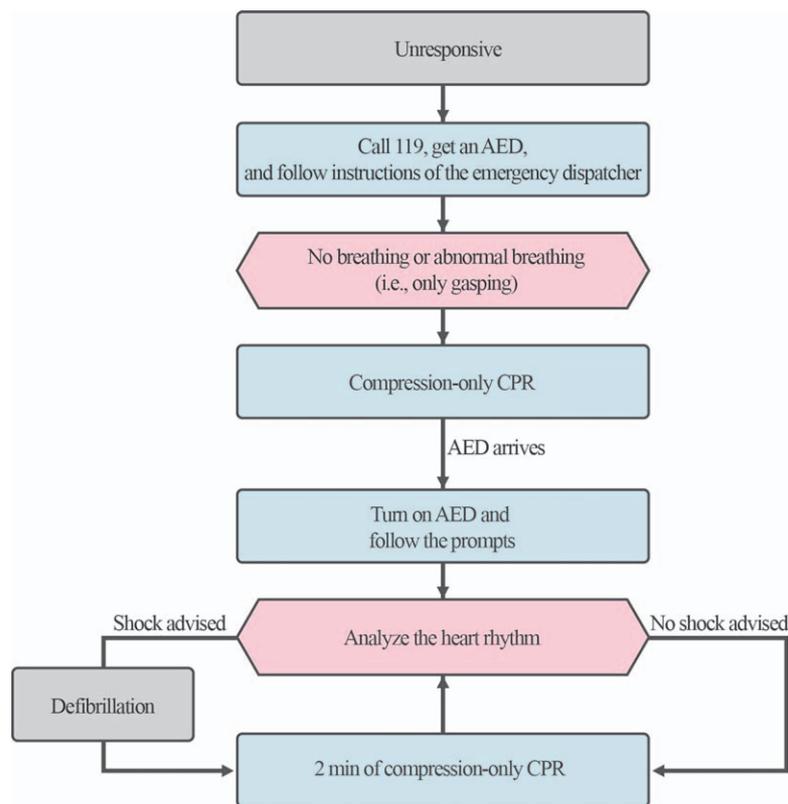


Fig. 2. BLS algorithm for lay rescuers.

Table 2. Reference table of basic life support for lay rescuers

Management	Details
Chest compression	Chest compression position: on the lower half of the sternum Chest compression depth: adult, approximately 5 cm (child 4-5 cm; infant 4 cm) Chest compression rate: 100-120 per min
Compression-only CPR	Only chest compression without ventilation
CPR	CPR performed by non-healthcare providers who can do ventilation
AED use	Turn on AED as soon as it is available and use
Analyzing the heart rhythm	Perform in an interrupted state of chest compressions
CPR after defibrillation	Post-shock pauses in chest compressions should be as short as possible

CPR: cardiopulmonary resuscitation, AED: automated external defibrillator

⑦ 여러 명의 구조자가 함께 심폐소생술을 시행하는 과정을 교육함으로써, 팀 접근에 의한 체계적인 심폐소생술이 시행될 수 있어야 한다¹⁸⁾.

성인 심정지 환자의 심폐소생술 순서

심폐소생술의 순서는 연속된 평가와 행동으로 이루어져 있다. 심폐소생술 흐름도는 다양한 구조자들이 심폐소생술 순서의 각 단계를 쉽게 배우고 익혀, 시행하기 쉽도록 구성한 것이다. 흐름도는 1인 구조자가 행동의 우선순위를 결정할 때 활용하도록 고안되어 있다. 이번 가이드라인에서는 이해하기 쉽도록 심폐소생술 순서를 구조자에 따라 일

반인 구조자가 심폐소생술을 하는 경우(Fig. 2, Table 2)와 의료제공자가 심폐소생술을 하는 경우(Fig. 3, Table 3)로 구분하였다. 병원 내 심정지와 같이 여러 명의 구조자가 심정지를 치료할 수 있는 경우에는 심폐소생술 각 단계의 순서에 관계없이 다수의 구조자가 동시에 심폐소생술에 필요한 역할을 수행할 수 있다.

1. 반응의 확인

환자에게 접근하기 전에 구조자는 현장 상황이 안전한지를 우선 확인한다. 안전하다고 판단되면 환자에게 다가가 어깨를 가볍게 두드리며 “괜찮으세요?”라고 물어본다(Fig.

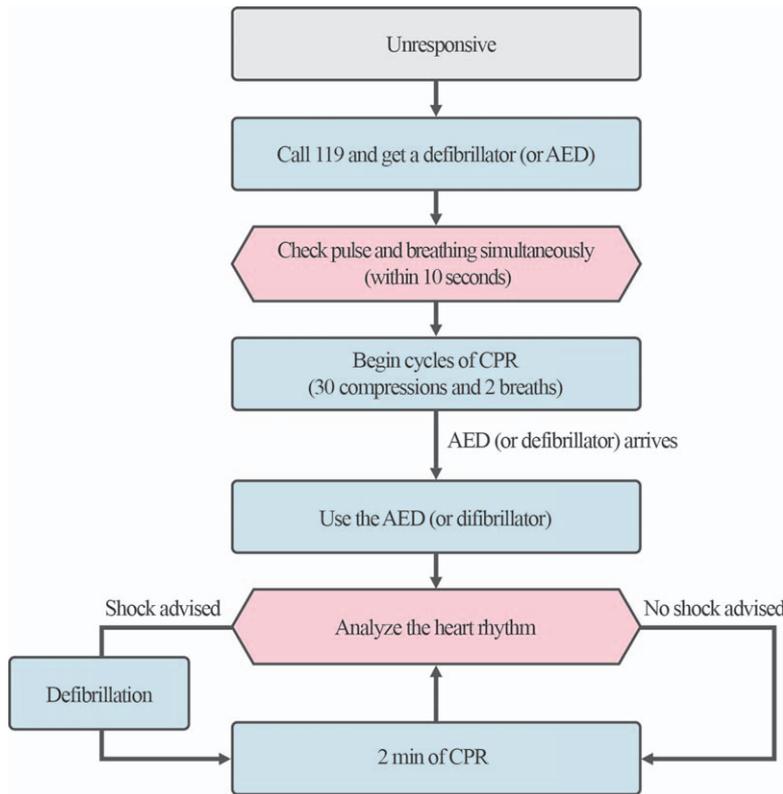


Fig. 3. BLS algorithm for healthcare providers.

Table 3. Reference table of basic life support for healthcare providers

Management	Details
Check breathing and pulse	Check breathing and pulse simultaneously within 10 seconds
Chest compression	Chest compression position: on the lower half of the sternum Chest compression depth : adult, approximately 5 cm (child 4-5 cm; infant 4 cm) Chest compression rate: 100-120 per min
CV ratio	30 compressions and 2 breaths
AED use (or defibrillator)	Turn on AED (or defibrillator) as soon as it is available and use
Analyzing the heart rhythm	Perform in an interrupted state of chest compressions
CPR after defibrillation	Post-shock pauses in chest compressions should be as short as possible

4). 의식이 있다면 환자는 대답을 하거나 움직이거나 또는 신음 소리를 내는 것과 같은 반응을 나타낸다. 확인하는 동안에 쓰러져 있는 환자의 머리카락이나 목의 외상이 의심되면 손상이 더 악화되지 않도록 불필요한 움직임을 최소화한다. 이때 환자의 반응이 없으면 응급의료체계에 연락하며, 우리나라에서는 119에 신고한다. 그러나 반응이 있고 진료가 필요한 상태이면 119에 연락을 한 다음 환자의 상태를 자주 확인하면서 응급의료전화상담원의 지시를 따른다³³⁻³⁵.

2. 119 신고

쓰러진 사람이 반응이 없으면, 즉시 119에 신고(혹은 원내 심정지 코드 방송)하고 자동제세동기를 요청한다(Fig. 5). 환자가 반응이 없고, 호흡이 없거나 심정지 호흡처럼 비정상적인 호흡을 보인다면 심정지 상태로 판단한다. 특히, 심정지 호흡은 심정지 환자에게서 첫 수 분간 흔하게 나타나며, 이러한 징후를 놓치면, 심정지 환자의 생존 가능성은 낮아진다.

만약 신고자가 자동제세동기 교육을 받은 구조자이고 주변에 자동제세동기가 있다면 즉시 가져와 사용한다. 두 명 이상의 구조자가 현장에 있다면 한 명은 심폐소생술을 시작하고, 다른 한 명은 신고와 자동제세동기를 가져오도록 한다⁸.

119에 신고할 때 구조자는 응급의료전화상담원에게 발생 장소와 상황, 환자의 숫자와 상태, 필요한 도움 등에 대답을 하여야 한다. 구조자가 심폐소생술 교육을 받은 적이 없거나 심폐소생술 시행에 자신이 없다면, 응급의료전화상담원의 지시를 따른다. 구조자는 응급의료전화상담원이 전화를 끊어도 된다고 할 때까지 전화지시를 따르며 심폐소생술을 계속한다³³⁻³⁵.



Fig. 4. Check for unresponsiveness. Tap the victim's shoulder and shout "are you all right?"

3. 호흡과 맥박 확인

1) 호흡 확인

2015년 가이드라인에서 주목할 점은 119신고 후 호흡을 확인하는 것이다. 심정지 환자의 반응을 확인하면서 호흡을 확인하는 것이 아니라 반응 확인 및 119신고 후에 환자의 호흡을 확인하는 것으로 변경되었다는 점이다. 이 과정의 변화는 호흡의 확인과정이 매우 어려우며, 특히 심정지 호흡이 있는 경우 심정지 상황에 대한 인지가 늦어져 가슴압박의 시작이 지연되기 때문이다¹⁸.

일반인은 반응을 확인한 후 반응이 없으면 119에 신고하고 자동제세동기를 요청한 후 응급의료전화상담원의 안내에 따라 호흡의 유무 및 비정상 여부를 판별해야 하며 호흡이 없거나 비정상이라고 판단되면 즉시 가슴압박을 시작한다³³⁻³⁵. 의료제공자는 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 심정지 상황으로 인식해서 심폐소생술을 시행한다.

비정상 호흡 중 판단이 필요한 중요한 호흡이 심정지 호흡이다. 심정지 호흡은 심정지 발생 후 초기 1분간 40% 정도의 환자에서 나타날 수 있다. 심정지 호흡을 심정지의 징후라고 인식하는 것이 신속한 심폐소생술을 진행하고 소생 성공율을 높이는데 매우 중요하다. 반응이 없으나 정상 호흡을 보이는 경우에는 회복자세를 취해 입안의 이물기 흡인되는 것을 예방한다⁸.



Fig. 5. Call 119. If victim does not respond, shout for help. If another rescuer responds, send him or her to activate the emergency medical system and get an automated external defibrillator.

2) 맥박 확인

여러 연구에서 심정지 의심 환자의 맥박 확인 과정은 일반인뿐 아니라 의료인에게도 어렵고 부정확한 것으로 알려졌다. 의료인도 심정지를 확인하는 과정으로서 맥박을 확인하는데 너무 많은 시간을 소모하는 것으로 나타났다. 따라서 심정지가 의심이 되는 경우, 즉 반응이 없는 환자가 정상적인 호흡을 보이지 않는 경우에 일반인들은 맥박 확인을 하지 않고 바로 가슴압박을 하도록 권고한다. 의료제공자는 맥박을 확인해야 하며, 성인 심정지 환자에서 목동맥을 확인하는데 소요되는 시간이 10초가 넘지 않도록 하여야 한다⁸⁾.

4. 가슴압박

효과적인 가슴압박은 심폐소생술 동안 심장과 뇌로 충분한 혈류를 전달하기 위한 필수적인 요소이다. 가슴압박으로 혈류를 효과적으로 유발하려면, 가슴의 중앙인 가슴뼈(sternum)의 아래쪽 절반 부위를 강하게 규칙적으로, 그리고 빠르게 압박해야 한다. 성인 심정지의 경우 압박 깊이는 약 5 cm, 가슴압박의 속도는 분당 100회-120회를 유지한다. 가슴압박을 할 때 손의 위치는 '가슴뼈의 아래쪽 1/2'을 제안한다(Fig. 6)^{36,37)}. 또한 가슴압박 이후 다음 가슴압박을 위한 혈류가 심장으로 충분히 채워지도록 각각의 가슴압박 이후 가슴의 이완을 최대로 할 것을 제안한다^{38,39)}. 가슴압박이 최대한으로 이루어지기 위해 가슴압박이 중단되는 기간과 빈도를 최소한으로 줄여야 한다. 가슴압박과 인공호흡의 비율은 30:2를 제안한다(Fig. 7)^{40,41)}. 심폐소생술 시작 1.5-3분 사이부터 가슴압박의 깊이가 얕아지기 때문에 매 2분마다 가슴압박을 교대해 주는 것이 구

조자의 피로도를 줄이고 고품질의 심폐소생술을 제공하는 데 도움이 될 수 있다¹⁸⁾.

심폐소생술 교육을 받은 적이 없거나, 받았더라도 자신이 없는 경우, 혹은 인공호흡에 대해 거부감을 가진 경우에는 심폐소생술을 시도조차 하지 않는 경우가 많다. 그러나 인공호흡을 하지 않고 가슴압박만 하더라도 아무 것도 하지 않는 경우에 비하여 심정지 환자의 생존율을 높일 수 있다. 2011년 가이드라인에서는 심폐소생술 교육을 받은 적이 없거나 할 수 있는데 자신이 없는 일반인은 '가슴압박 소생술(compression-only CPR)'을 하도록 권장하였다. 2015년 가이드라인에서는 이를 조금 더 강화하여 일반인은 가슴압박 소생술을 시행하도록 권고하고, 인공호흡을 할 수 있는 구조자는 인공호흡이 포함된 심폐소생술을 시행하도록 한다. 그러나 익수 혹은 약물중독으로 인한 질식사 심정지(asphyxia arrest), 심정지로부터 오랜 시간이 경과한 경우에는 가슴압박과 더불어 반드시 인공호흡을 시행해야 한다. 119구급대원을 포함한 응급의료종사자는 반드시 가슴압박과 인공호흡을 함께 하는 심폐소생술을 하도록 제안한다^{18,20-25)}.

1인 또는 2인 이상의 구조자가 성인 심정지 환자의 심폐소생술을 하는 경우 가슴압박 대 인공호흡의 비율은 30:2를 제안한다. 기관내삽관 등 전분기도기가 유지되고 있는 경우에는 한 명의 구조자는 분당 100회-120회의 속도로 가슴압박을 중단 없이 계속하고 다른 구조자는 백밸브 마스크로 6초에 한번씩(분당 10회) 호흡을 보조하는 것을 제안한다⁴²⁻⁴⁴⁾. 심폐소생술의 고품질 유지와 구조자의 피로도를 고려하여 2분마다 가슴압박과 인공호흡을 교대하도록 한다¹⁸⁾.



Fig. 6. Methods of chest compression. Compress on the lower half of the sternum. Push hard (approximately 5 cm in depth) and fast (rate of 100-120/min).



Fig. 7. Compression-ventilation ratio. The ratio of compression-ventilation is 30:2.

5. 응급의료전화상담원 지시에 의한 심폐소생술

반응이 없는 사람을 발견한 일반인이 119에 연락하여 환자가 의식이 없고 비정상 또는 무호흡 상태라고 하면, 응급의료전화상담원은 환자가 심정지 상태에 있다고 판단한다.

응급의료전화상담원은 일반인 구조자에게는 가슴압박 소생술을 하도록 하고, 인공호흡을 할 수 있는 구조자에게는 가슴압박과 인공호흡을 30:2로 시행하는 심폐소생술을 하도록 한다(Fig. 8)³³⁻³⁵.

인공 순환

심정지 환자에게 가슴압박을 시행하면 직접 심장이 눌러서 심장펌프 기전과 흉강내압의 변화에 의해 혈류가 발생



Fig. 8. Emergency dispatcher assisted CPR.

되는 흉강펌프 기전이 함께 작용하여 혈액순환을 발생시키는 것으로 알려졌다⁴⁵⁻⁴⁷. 가슴압박으로 발생하는 혈류량은 정상 심장박출량의 1/4에서 1/3에 불과하다. 가슴압박으로 유발되는 수축기 혈압은 60-80 mm Hg 이상이지만, 이완기 혈압은 매우 낮은 것으로 알려져 있다^{39,48}. 따라서 심정지 환자에게는 가슴압박을 즉시 시작해야 하며, 가슴압박은 강하고, 빠르게 해야 한다^{49,50}.

1. 가슴압박의 위치와 자세

성인과 소아 심정지 환자에서 가슴압박의 위치는 가슴뼈의 아래쪽 1/2이다(Fig. 9). 심정지 환자의 가슴뼈 상단(흉골상폐임)과 하단의 가운데를 확인한 뒤에 구조자의 양손을 가슴뼈 아래쪽 절반 부위의 중앙에 위치 하도록 한다. 가슴압박 위치를 확인하기 위해 젖꼭지를 연결하는 가상의 선을 이용할 수 있으나 환자의 특성에 따라 정확한 압박 위치 선정에 도움이 되지 않을 수도 있다. 복강 내 장기의 손상을 방지하기 위해 가슴뼈의 가장 하단에 위치한 칼돌기를 압박하지 않도록 주의한다^{36,37}.

현장이 위험하지 않다면 일단 발견된 장소에서 가슴압박이 시작되어야 한다. 환자 이송 중에는 가슴압박을 효과적으로 시행하기 어렵다. 가슴압박의 효과를 최대화하기 위해서 환자를 바닥이 편평하고 단단한 곳에 등을 대고 눕히거나 환자의 등에 단단한 판을 깔아준다. 구조자는 환자의 가슴 옆에 무릎을 꿇은 자세를 취한다. 제한된 공간에서는 환자의 머리맡에서 가슴압박을 할 수도 있다. 구조자는 한쪽 손바닥을 압박 위치에 대고 그 위에 다른 손바닥을 평행하게 겹쳐 두 손으로 압박한다. 손가락은 펴거나 깎지를 껴

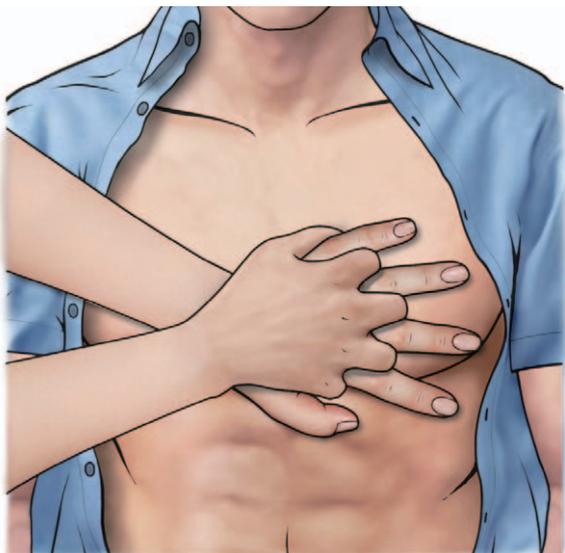


Fig. 9. Hand position for chest compression. The rescuer place the heel of one hand on the lower half of the sternum and the heel of the other hand on top of the first.



Fig. 10. Position for chest compression.

서, 손가락 끝이 가슴에 닿지 않도록 한다. 팔꿈치를 펴서 팔이 바닥에 대해 수직을 이룬 상태에서 체중을 이용하여 압박한다(Fig. 10)^{49,50}.

2. 가슴압박 깊이

심정지 환자에게 시행되어진 가슴압박의 깊이와 생존율과의 관련성은 몇몇 관찰 연구들을 통해 보고되었으며, 가슴압박을 4.5 cm에서 5.5 cm 깊이로 시행했을 경우에 높은 생존 퇴원율을 보이는 것으로 알려졌다^{27,28,51,52}. 특히 9,136명의 병원 밖 성인 심정지 환자들을 분석한 연구는 가슴압박의 깊이가 40 mm에서 55 mm인 경우에 생존률이 높았으며, 특히 46 mm에서 가장 높은 생존 퇴원율을 보였다고 하였다^{28,52}. 또한 가슴압박의 깊이가 6 cm 이상으로 시행된 경우에는 6cm 미만으로 시행된 경우에 비해 가슴뼈 골절, 늑골골절 등의 손상이 유의하게 증가되는 것으로 알려졌다⁵³. 따라서 보통 체격의 성인 심정지 환자에게 가슴압박의 깊이는 약 5 cm로 시행할 것을 권고한다. 압박 깊이가 6 cm를 넘는 경우에는 합병증의 발생이 증가될 가능성이 높다. 그러나, 실제 심정지 현장에서 일반인 또는 의료제공자가 시행한 심폐소생술의 40% 정도에서는 가슴압박 깊이가 불충분한 것으로 알려져 있다. 충분한 깊이의 가슴압박이 시행되지 않는 경우에는 적절한 혈액학적 효과를 나타낼 수 없기 때문에 모든 구조자는 효과적인 가슴압박을 시행할 수 있도록 충분히 연습해야 한다.

예전에는 가슴압박을 시행할 때 목동맥이나 대퇴동맥의 맥박을 확인함으로써 가슴압박의 적절성을 판단하였다. 그러나 심폐소생술 도중에는 효과적인 동맥 혈류가 없어도 정맥의 맥박이 만져질 수 있으므로 맥박을 확인하여 가슴압박의 적절성을 판단하는 것은 정확한 방법이라 할 수 없다^{49,50}.

3. 가슴압박의 속도, 압박과 이완의 비율

심폐소생술 동안 적절한 혈류를 유발하려면 최소한 분당 80회 이상의 가슴압박이 필요하다고 한다. 관상동맥 및 뇌관류는 가슴압박의 속도가 분당 130-150회로 빨라질 때까지 상승되는 것으로 알려져 있으나, 속도가 빨라짐에 따라 시행되는 가슴압박의 깊이가 얕아지면서 전체적인 가슴압박의 질이 낮아지는 것으로 보고되고 있다⁵⁴⁻⁵⁶. 따라서 가슴압박 속도는 분당 100회-120회를 제안한다. 가슴압박의 속도를 분당 100회로 시행한다는 것은 실제로 일 분 동안 100회의 압박이 시행된다는 것을 의미하지는 않는다. 기도유지, 인공호흡, 심전도 리듬 분석 등의 기간에는 가슴압박이 중단되기 때문이다. 가슴압박 과정에서 압박에 걸리는 시간(duty cycle)은 1회의 압박-이완 시간의 20-50%가 바람직한 것으로 알려져 있다⁴⁹. 이 가이드라인에서는 압박에 소요되는 시간을 1회의 압박-이완 시간의 50%로 할 것을 권장한다.

4. 가슴압박 후 이완

심장으로의 정맥 환류를 위해 각각의 가슴압박 후에는 가슴이 정상 위치로 즉, 완전히 올라오도록 이완시킬 것을 제안한다. 심폐소생술을 하는 동안 가슴압박 후 가슴을 완전히 이완시키지 않는 경우가 자주 발생되고 있으며, 이러한 상황은 구조자가 지쳤을 때 많이 나타난다. 불충분한 가슴 이완은 흉강 내부의 압력을 증가시켜 심장박출량을 감소시킴으로써, 관상동맥과 뇌동맥으로 가는 혈류를 감소시킨다^{38,57}. 완전한 가슴 이완은 효과적인 심폐소생술에서 필수적인 부분이므로 심폐소생술을 교육할 때 그 중요성을 강조하여야 한다.

5. 가슴압박 중단 최소화

심폐소생술이 시행되는 모든 기간 동안에 특히 맥박 확인, 인공호흡, 심전도 리듬 분석, 체세동 전후에 발생하는 가슴압박의 중단시간을 10초 이내로 최소화할 것을 제안한다^{29,31,32}. 체세동기 충전 중에도 가슴압박을 계속하는 것이 바람직하다. 일반인은 순환회복을 확인하기 위해 가슴압박을 중단해서는 안되며, 자동체세동기나 응급의료종사자가 도착하거나 환자가 깨어날 때까지 가슴압박을 계속 시행해야 한다. 의료제공자도 가슴압박의 중단을 최소화하려고 노력해야 하며, 맥박확인, 심전도 확인, 체세동 등 필수적인 치료를 위하여 가슴압박의 중단이 불가피한 경우에도 10초 이내로 가슴압박 중단 시간을 최소화 할 것을 제안한다. 전체 심폐소생술 시행 기간 중에서 압박 분율(compression fraction)은 60% 이상을 유지하는 것이 바람직하다. 전문기도가 삽관되어 인공호흡을 위해 가슴압박을 멈추지 않아도 되는 경우에는 압박 분율이 80% 이상 되도록 한다^{49,50}.

6. 가슴압박의 교대

가슴압박을 하는 구조자가 지치면 가슴압박의 속도나 깊이가 부적절해진다. 구조자 자신은 가슴압박을 시행한 후 5분 정도까지도 피로를 느끼지 못할 수 있으나, 가슴압박을 시작하고 1분 정도가 지나면 압박 깊이가 줄어든다^{58,59}. 두 명 이상의 구조자가 심폐소생술을 할 때에는 2분마다 또는 5주기(1주기는 30회의 가슴압박과 2회의 인공호흡)의 심폐소생술 후에 가슴압박 시행자를 교대해 준다. 임무를 교대할 때에는 가능하면 가슴압박이 5초 이상 중단되지 않도록 한다. 두 명의 구조자가 환자의 양편에 위치하는 경우에는 교대할 사람이 미리 준비하고 있다가 교대한다. 여러 명의 구조자가 있다면 2분마다 돌아가면서 가슴압박을 시행하는 것이 바람직하다.

7. 가슴압박에 의한 합병증

가슴압박이 적절히 시행되더라도 늑골 골절이 발생한다. 심폐소생술 후 사망한 환자를 부검한 연구에 의하면 늑골(13-97%)이나 가슴뼈의 골절(1-43%)이 흔히 관찰되었으며 드물지만 기흉, 혈흉, 폐좌상, 간 열상, 지방색전증, 혈심낭염, 대동맥열상, 비장 손상 등이 발생한다고 알려졌다⁵³⁾.

이번 가이드라인에서는 심정지 호흡을 하는 환자에게는 심폐소생술을 시작하도록 권고하고 있다. 경우에 따라서는 일반인 구조자가 심정지가 아닌 환자에게 가슴압박을 시작할 수도 있다. 최근 연구 결과에 의하면 심정지로 오인되어 심폐소생술이 시작되더라도 심각한 합병증의 발생은 매우 드문 것으로 보고되고 있다^{34,60-62)}. 심정지가 아니었음에도 불구하고 전화 지시에 의해 심폐소생술을 시행 받은 환자의 2%에서만 골절이 확인되었고 12%는 불편감을 호소하였으나 내부 장기 손상은 관찰되지 않았다. 심폐소생술에 의한 합병증의 발생 가능성과 심폐소생술에 의한 소생가능성의 효과를 비교한다면 심정지가 의심되는 환자에게 심폐소생술을 시행할 것을 권고한다.

인공호흡

2015년 심폐소생술 가이드라인은 인공호흡을 하기 전에 가슴압박을 먼저 시행할 것을 제안한다. 가슴압박을 우선하는 심폐소생술 순서는 가슴압박의 중요성을 강조하고 가슴압박을 신속히 시작하도록 하기 위한 것이다. 인공호흡 역시 심폐소생술에서 중요한 부분이다. 효율적인 인공호흡은 심정지 환자의 생존에 필수적인 요소이다.

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 개방 한다(Fig. 11). 이 방법은 한 손을 심정지 환자의 이마에 대고 손바닥으로 압력을 가하여 환자의 머리가 뒤로 기울어지게 하면서, 다른 손의 손가락으로 아래턱의 뼈 부분을 머리 쪽으로 당겨 턱을 받쳐주어 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 턱밀어올리기(jaw thrust)를 권장하지 않는다.

2) 의료제공자에 의한 기도유지

의료제공자는 머리나 목에 외상의 증거가 없는 심정지 환자의 기도를 확보할 때, 반드시 머리기울임-턱들어올리기 방법으로 기도를 유지해야 한다.

척추 손상 위험이 의심되는 경우에는 척추고정 장치를 적용하는 것보다 먼저 구조자의 손으로 척추 움직임을 제한하는 것을 고려한다. 경추 손상이 의심되는 경우에는 머리를 신전시키지 않는 턱밀어올리기 방법을 사용하여 기도를 확보한다. 구조자는 심정지 환자의 머리 쪽에서 두 손을 각각 환자 머리의 양 옆에 두고, 팔꿈치는 바닥에 닿게 한다. 그리고 두 손으로 아래턱 모서리를 잡아 위로 들어올린다. 입술이 닫히면 엄지손가락으로 아래입술을 밀어 열리게 한다. 기도 개방을 유지하고 적절한 환기를 제공하는 것이 경추 손상의 보호보다 우선되기 때문에, 만약 이 방법이

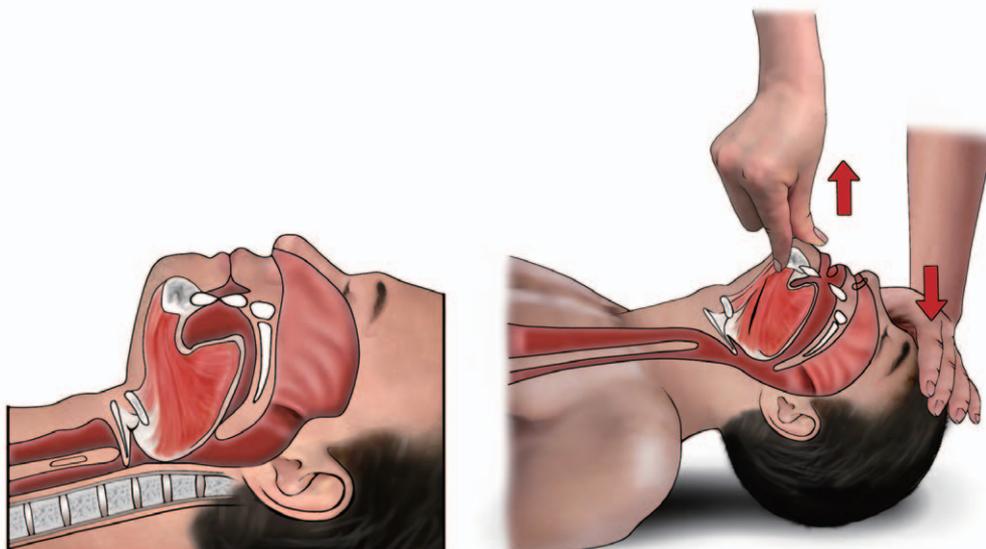


Fig. 11. Head tilt-chin lift maneuver.

기도확보에 적절하지 못한 경우에는 머리기울임-턱들어올리기 방법을 사용한다. 척추고정 장치는 기도유지를 방해할 수 있으나, 환자를 이송하는 과정에는 필요하다.

2. 일회 호흡량 및 인공호흡 방법

인공호흡에 대한 사항은 다음과 같다.

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

정상인에게는 산소화과 이산화탄소 배출을 유지하기 위해 체중 1 kg당 8-10 ml의 일회 호흡량이 필요하다⁶³⁾. 심폐소생술에 의한 심장박출량은 정상의 약 1/4에서 1/3 정도이므로, 폐에서의 산소-이산화탄소 교환량이 감소한다⁴⁸⁾. 심폐소생술 중에는 정상적인 일회 호흡량이나 호흡수보다 더 적은 환기를 하여도 효과적인 산소화와 이산화탄소의 교환을 유지할 수 있다⁶⁴⁾. 따라서 성인 심폐소생술 중에는 500-600 ml (6-7 ml/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, 이차적 목적은 이산화탄소를 제거하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위한 최적의 흡입산소농도, 일회 호흡량과 호흡수는 알려지지 않았다. 갑작스런 심실세동 심정지가 발생한 직후 몇 분 동안에는 인공호흡은 가슴압박보다 중요하지 않다. 심정지가 갑자기 발생한 경우에는 심폐소생술이 시작되기 전 또는 심폐소생술 시작 후 수 분 동안은 동맥혈 내의 산소 함량이 유지되기 때문이다⁶⁵⁾. 심정지가 지속되거나 심정지로부터 경과한 시간을 정확히 모를 경우에는 인공호흡과 가슴압박이 모두 중요하다. 또한 의사 등 저산소증을 초래하는 질식성 심정지 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 흉강내압을 증가시키고 심장으로 정맥혈 귀환을 저하시켜 심박출량과 생존율을 감소시키므로 오히려 해가 된다. 따라서 심폐소생술 동안 심정지 환자에게 과도한 인공호흡을 시행해서는 안 된다.

1) 입-입 인공호흡

입-입 인공호흡을 하는 방법은, 먼저 환자의 기도를 개방하고, 환자의 코를 막은 다음 구조자의 입을 환자의 입에 밀착시킨다(Fig. 12). 인공호흡은 ‘보통 호흡’을 1초 동안 환자에게 불어넣는 것이다. 보통 호흡이란 구조자가 숨을 깊이 들이 쉬는 것이 아니라 평상 시 호흡과 같은 양을 들이 쉬는 것이다. ‘깊은 호흡’보다 ‘보통 호흡’을 하는 것은 환자의 폐가 과다팽창 되는 것을 방지하고, 구조자가 과호흡할 때 발생하는 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 5-6초마다 한 번씩 인공호흡을 시행하거나 분당 10-12회의 인공호흡을 시행한다.

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.

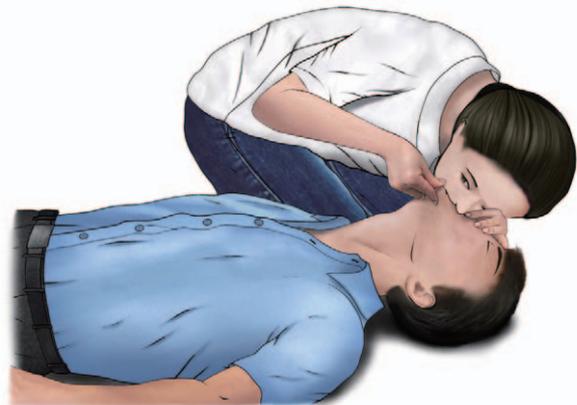


Fig. 12. Mouth-to-mouth ventilation.

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, 수행가능성에 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 보여주었다.

4) 백마스크 인공호흡

백마스크를 사용하여 인공호흡을 시행할 수 있다. 백마스크 인공호흡은 전문기도 유지 없이 양압의 환기를 제공하므로 위 팽창과 이로 인한 합병증을 유발할 수 있다.

(1) 백마스크 기구

백마스크 기구는 다음의 기준을 만족해야 한다. 백마스크 기구는 재호흡을 막는 밸브, 교체될 수 있는 압력완화 밸브, 표준 15 mm 및 22mm 연결부위가 있고, 고농도의 산소공급이 가능하도록 산소 저류장치(reservoir)가 있어야 한다. 분당 30 L의 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 500-600 ml의 일회 호흡량을 성인용 백(1-2 L)으로 제공한다. 만약 기도가 확보되어 있다면, 얼굴과 마스크 사이를 밀착시키고 1 L 성인용 백을 2/3정도 또는 2 L 성인용 백을 1/3정도 압박하면 적절한 일회호흡량을 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 10-12 L/min)를 함께 투여한다.

5) 전문 기도기(advanced airway) 삽관 후의 인공호흡

전문 기도기가 삽관된 후에는 30회의 가슴압박과 2회의 인공호흡의 주기를 더 이상 유지할 필요가 없다. 가슴압박을 중단하지 않고 분당 100회-120회의 속도로 가슴압박을 시행하며, 인공호흡은 6초마다 1회씩(분당10회 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. 기도기를 삽관하고 기도기를 통하여 인공호흡을 시행하는 것은 충분한 훈련과 경험이 있는 응급의료종사자들에게만 허용된다. 아직까지 전문 기도기의 사용이 심정지 환자의 생존율을 높인다는 증거는 불충분하며, 어느 종류의 전문 기도기가 더 우월한 지는 입증되지 않았다^{66,67}. 따라서 모든 성인 심정지에서 심폐소생술 동안에 초기 전문 기도기로서 성문상 기도기 또는 기관튜브 중 어느 것이든 사용할 수 있다.

6) 백마스크 대 전문 기도기

전문 기도기(기관튜브, 후두마스크기도기, 후두기도기, 콤비튜브)를 삽입한 것이 백마스크를 이용한 기도관리에 비하여 낮은 생존율을 나타낸 여러 관찰연구가 있었으나 근거수준은 매우 낮다⁶⁸. 따라서 의료종사자는 성인 심정지 환자에게 심폐소생술을 하는 동안 백마스크 또는 전문 기도기 삽관 중 어느 방법을 선택해도 된다.

7) 심폐소생술시 수동적 산소 공급과 양압의 산소 공급

가슴압박 소생술을 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 있다⁶⁹. 그러나 이 방법의 우수성을 증명한 추가 연구가 없으며, 해당 연구가 시행된 응급의료체계의 환경은 우리나라의 의료환경과 다르다. 따라서 병원 밖 단계에서 가슴압박 소생술을 하는 동안 입인두기도기를 삽입하고 마스크를 통해 산소를 수동적으로 공급하는 것을 제안하지 않는다. 가슴압박 소생술을 시행하는 일반인을 위해 어떤 특수한 수동적 기도유지 또는 환기방법을 사용하도록 권장할만한 근거는 불충분하다.

8) 운상연골압박

운상연골압박은 심정지 환자의 운상연골을 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 운상연골압박은 심폐소생술을 방해할 수 있으며, 시행하더라도 여전히 약간의 흡인이 발생할 수 있음이 알려졌다. 운상연골압박은 몇몇 특수 상황(예, 기관내삽관 시 성대를 관찰하기 쉽게 하기 위한 경우)에서 할 수도 있으나, 성인의 심폐소생술 과정에서 운상연골압박을 관례적으로 사용하는 것은 권장하지 않는다.

가슴압박 소생술

가슴압박 소생술(compression-only CPR)은 가슴압박과 인공호흡을 함께 하는 심폐소생술과 달리 인공호흡은 하지 않고 가슴압박만을 시행하는 심폐소생술이다. 심장성 심정지에서와 같이 저산소증이 없는 상태에서 갑자기 심정지가 발생되면, 심정지의 발생 초기에는 혈중의 산소농도가 급격히 감소하지 않고 수 분간 유지된다. 또한 가슴압박 소생술은 인공호흡을 하지 않고 지속적으로 가슴압박만 시행하기 때문에 가슴압박의 중단을 최소화함으로써 관상동맥관류압을 지속적으로 유지하는 것이 가능하다. 따라서 심정지의 초기에는 인공호흡이 반드시 필요하지 않을 수 있다.

최근 일련의 임상연구에 의하면, 가슴압박 소생술을 하더라도 심폐소생술을 전혀 하지 않은 경우보다 생존율을 높일 수 있다고 알려졌다⁷⁰⁾. 가슴압박 소생술이 가슴압박과 인공호흡을 시행하는 심폐소생술과 비교하여 환자의 생존율에서 차이가 없다는 보고가 있으며, 심정지의 원인이 심실세동으로 인한 경우에는 가슴압박 소생술을 받은 환자가 심폐소생술을 받은 환자보다 높은 생존율을 보였다는 보고도 있다^{20,71)}. 병원 밖 심정지 환자에서 응급의료팀이 심정지 현장에 도착할 때까지의 시간이 짧은 경우에도 가슴압박 소생술이 시행된 환자의 생존율이 심폐소생술을 받은 환자보다 높았다⁷²⁾.

가슴압박 소생술의 도입에 대한 과학적 근거는 다음과 같이 요약된다.

- ① 심정지 환자를 발견한 목격자가 아무것도 하지 않는 것보다, 가슴압박만이라도 시행하는 것이 심정지 환자의 생존율을 높인다.
- ② 심폐소생술을 교육받지 않았거나 숙련되지 않은 일반인도 가슴압박만 시행하는 심폐소생술을 할 수 있다.
- ③ 일부의 심장성 심정지 환자에서는 가슴압박 소생술과 심폐소생술이 생존율에 미치는 결과가 비슷하다.

병원 밖 심정지 환자를 발견한 목격자는 신고만 하고 심폐소생술을 하지 않는 경우가 많다. 목격자가 심폐소생술을 하지 않는 이유는 심폐소생술을 모르는 경우, 심폐소생술을

잘못 할까봐 두려워하거나, 책임지기 싫다는 경우 등이다⁷³⁾. 가슴압박 소생술은 인공호흡을 하지 않기 때문에 일반인도 쉽게 시행할 수 있다. 따라서 병원 밖 심정지 환자를 발견한 경우에는 가슴압박 소생술을 하도록 교육해야 한다.

일반인에게 심폐소생술을 쉽게 교육하고 오랫동안 교육 내용을 기억하게 해야, 많은 사람들이 병원 밖 심정지 환자를 목격하였을 때 심폐소생술을 정확하게 시행할 수 있다. 그러나 의료제공자가 아닌 일반인이 심폐소생술을 잘 기억하고 정확하게 시행하는 것은 쉽지 않다. 응급의료전화상담원이 목격자에게 전화도움 심폐소생술을 하도록 하는 경우에는 기도유지와 인공호흡을 함께 지도하기가 쉽지 않다. 응급의료전화상담원은 일반인 목격자에게는 가슴압박 소생술을 하도록 지도한다.

그러나 심정지의 원인이 비심장성(non-cardiogenic)인 경우에는 가슴압박 소생술을 한 경우보다 심폐소생술을 한 경우가 생존율이 높다^{74,75)}. 따라서 병원 밖 심정지 환자에서 심정지 시간이 오래 지속된 경우, 호흡성 원인에 의한 심정지가 의심되는 경우에는 가슴압박 소생술보다는 가슴압박과 인공호흡을 함께 하는 심폐소생술을 시행하는 것이 바람직하다.

자동제세동기

1. 자동제세동기

갑자기 발생한 심정지의 대부분은 심실세동에 의해 유발되며, 심실세동의 가장 중요한 치료는 전기적 제세동(electrical defibrillation)이다^{2,76)}. 제세동 성공률은 심실세동 발생 직후부터 1분마다 7-10%씩 감소되므로, 제세동은 심정지 현장에서 신속하게 시행되어야 한다^{3,4)}. 자동제세동기는 의료지식이 충분하지 않은 일반인이나 의료제공자들이 쉽게 사용할 수 있도록 환자의 심전도를 자동으로 분석하여 제세동이 필요한 심정지를 구분해주며, 사용자가 제세동을 할 수 있도록 유도하는 장비이다. 의료제공자들이 사용하는 자동제세동기라는 용어가 일반인에게는 익숙하지 않기 때문에, 일반인에서는 자동제세동기와(자동)심장충격기라는 용어를 같이 사용한다. 자동제세동기는 신속하게 사용될 수 있도록 많은 사람들이 이용하는 공공장소에 설치되어야 하며, 심정지 환자를 발견한 사람은 누구라도 지체 없이 자동제세동기를 사용해야 한다. 우리나라에서는 공공보건의료기관, 구급차, 항공기, 철도차량, 20톤 이상인 선박, 500세대 이상의 공동주택, 다중이용시설에는 자동제세동기를 설치할 것을 법(응급의료에 관한 법률 제47조2, 응급의료에 관한 시행령 제26조의2, 2014.7.7개정)으로 규정하고 있다. 이 법에서의 다중이용시설은 철도역사, 여객자동차 또는 향만터미널, 5천석 이상의 종합운동장, 중앙행정기관 또는 시도의 청사 등을 말한다^{77,78)}.

2. 일반인 제세동(public access defibrillation, PAD) 프로그램

병원 밖 심정지 환자의 생존율을 증가시키기 위해 많은 사람들이 이용하는 공공장소(호텔, 백화점, 경기장, 항공기, 선박 등)에 자동제세동기를 설치하고, 일반인에게 자동제세동기 교육을 실시하는 일반인 제세동(public access defibrillation, PAD) 프로그램이 세계적으로 시행되고 있다⁷⁹⁻⁸²⁾. 일반인 제세동 프로그램의 목적은 심정지 발생 위험이 높은 장소에 자동제세동기와 훈련된 일반인을 미리 배치하여 심정지 환자에게 목격자 심폐소생술과 제세동 처치가 신속하게 시행되도록 함으로써 궁극적으로 병원 밖 심정지 환자의 생존율을 증가시키는 것이다^{83,84)}. 실제로 공항과 카지노에 자동제세동기를 설치하고, 공항직원과 경찰관들이 직접 자동제세동기를 사용하면서 병원 밖 심정지 환자의 생존율이 급격하게 증가된 것으로 알려졌다⁸⁵⁻⁸⁷⁾. 일본의 일반인 제세동 프로그램은 일반인에 의한 제세동 시행률을 증가시키고, 제세동까지의 시간을 단축시켰으며, 결과적으로 병원 밖 심정지 환자의 생존율을 2배 이상 증가시켰다⁸⁸⁾. 네덜란드의 일반인 제세동 프로그램에서도 역시 생존률이 증가하였고 좋은 신경학적 예후로 퇴원한 환자는 5배 증가하였다⁸⁹⁾. 그러므로 병원 밖 심정지 환자의 생존율을 증가시키기 위해 우리나라에서도 일반인 제세동 프로그램의 시행을 권고하며, 더 많이 확대되는 것이 바람직하다.

3. 성공적인 일반인 제세동 프로그램의 조건

일반인 제세동 프로그램이 성공하려면, 우선 자동제세동기가 심정지 발생 위험이 높은 장소에 설치되어야 한다. 실제로 병원 밖 심정지는 과거에 심정지 환자가 발생한 장소에서 다시 발생할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다⁸¹⁾. 이에 따라 대부분의 일반인 제세동 프로그램은 2년 이내에만 한 번 이상 병원 밖 심정지 환자가 발생하였거나, 하루에 16시간 이상을 거주하는 50세 이상의 성인이 250명 이상인 장소를 대상으로 시행되었다⁸⁵⁾. 일부 연구에서는 5년마다 병원 밖 심정지 환자가 발생한 장소에 자동제세동기를 설치할 것을 권고하고 있다^{81,86)}.

또한, 심정지 환자에 대한 제세동 처치 시간이 단축되지 않은 일부 일반인 제세동 프로그램에서는 병원 밖 심정지 환자의 생존율이 증가되지 않은 것으로 보고되었다^{90,91)}. 그러므로 일반인 제세동 프로그램이 성공하려면, 심정지 환자가 발생할 경우를 대비한 초기 대응계획이 수립되어야 한다. 또한 관련된 일차반응자들을 지속적으로 교육하고, 지역 응급의료체계와 연계하여 신속한 목격자 심폐소생술, 제세동 및 응급처치가 이루어지도록 하여야 한다⁷⁹⁾.

자동제세동기는 심실세동 및 심실빈맥 이외의 심장리듬을 가진 심정지 환자에게는 도움이 되지 않는다. 또한 제세

동 처치를 시행 받은 직후에 비관류 심장리듬(non-perfusing rhythm)으로 전환되는 경우가 많다. 그러므로 자동제세동기를 사용하는 구조자는 신속한 제세동의 시행뿐만 아니라 자동제세동기 도착 전과 제세동 시행 직후에 즉시 고품질의 심폐소생술을 시행해야 한다.

일반인 제세동 프로그램에 의하여 설치된 자동제세동기가 실제 심정지 상황에서 모두 이용되는 것은 아니다. 실제로 한 연구결과에 의하면 병원 밖 심정지 목격자의 50% 정도만이 목격자 심폐소생술을 시도하였으며, 34%의 심정지 환자에게만 자동제세동기가 적용되었다⁸⁵⁾. 그러므로 일반인 제세동 프로그램이 성공하려면 자동제세동기를 사용할 가능성이 높은 일차반응자에 대한 반복적인 교육과 지속적인 질 관리가 시행되어야 한다. 이를 위해 일차반응자의 실행능력, 실제 심정지 상황에서 일차반응자가 시행한 응급처치의 적절성, 심정지 환자의 임상결과 등에 대한 자료가 지속적으로 기록되고 피드백 되어야 한다. 또한 자동제세동기는 언제라도 사용될 수 있도록 작동상태, 배터리 성능, 패드의 상태와 유효기간 등이 항상 점검되어야 한다⁷⁹⁾.

4. 자동제세동기의 종류

자동제세동기는 구조자에게 제세동을 유도하는 방법에 따라 다음의 두 가지 형태로 구분된다. 완전 자동제세동기(fully automated)는 전원을 켜 후 환자의 가슴에 패드를 부착하면 제세동기 스스로 환자의 심전도를 분석하고, 에너지를 충전하여 구조자에게 알린 뒤에 제세동을 자동적으로 시행한다. 반면에 반자동 제세동기(semi-automated)는 심전도를 분석하여 제세동이 필요한 경우에 구조자로 하여금 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 연결시켜야 하는 형태의 자동제세동기가 사용되었다. 최근에는 두 개의 패드가 자동제세동기의 본체에 이미 연결된 형태(pre-connected)의 자동제세동기가 주로 보급되어 설치되고 있다. 이런 형태의 자동제세동기는 전원을 켜 뒤에 환자의 가슴에 두 개의 패드를 부착하기만 하면 되므로 일반인도 쉽게 사용할 수 있다. 최근에는 목격자에 의해 시행되는 가슴압박의 속도와 인공호흡의 주기를 음성으로 안내해 주는 기능을 갖춘 자동제세동기도 설치되고 있다.

5. 자동제세동기 사용 방법

사용 방법은 자동제세동기의 종류 및 제조회사에 따라 약간의 차이가 있으나 기본적인 사용 원칙은 같다. 심폐소

생술을 시행하고 있는 도중에 자동제세동기가 도착하면, 먼저 자동제세동기를 심폐소생술에 방해가 되지 않는 위치에 놓은 후에 전원버튼을 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 심정지 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 화면지시가 나오면, 안전을 위하여 심정지 환자와 접촉한 사람이 있는지 확인한 뒤에 제세동 버튼을 누른다. 제세동을 시행한 뒤에는 지체 없이 심폐소생술을 다시 시작해야 하므로, 즉시 가슴압박을 시작한다. 자동제세동기가 ‘제세동이 필요하지 않습니다.’라고 분석한 경우에도 마찬가지로 심폐소생술을 다시 시작한다(Fig. 13). 자동제세동기는 2분마다 환자의 심전도를 자동으로 분석하여 제세동의 필요성을 판단한다. 그러므로 구조자는 환자에게 자동제세동기를 적용한 상태로 119구급대가 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 중간겨드

랑선(midaxillary line)에 부착하는 전외 위치법(antero-lateral placement)이 일반적으로 사용된다. 다른 방법으로는 두 개의 패드를 가슴의 앞뒤로 부착하는 전후 위치법이 사용되며, 이 방법은 한 패드를 흉골의 왼쪽에 부착하고, 다른 패드는 등의 견갑골 밑에 부착하는 방법이다. 패드를 부착하는 방법에 따른 제세동 성공율은 서로 비슷하며, 비교적 적용하기 편리한 전외 위치법이 가장 많이 사용된다.

6. 소아에서 자동제세동기의 사용

8세 미만의 소아에서는 성인에 비해 심정지의 발생빈도가 적으며, 다양한 원인에 의해 심정지가 유발된다⁹²⁾. 소아 심정지 환자의 초기 심전도의 5-15%는 심실세동이라고 보고되고 있으며, 이 경우에는 성인과 마찬가지로 제세동을 해야 한다⁹³⁻⁹⁷⁾.

소아 심정지 환자에게는 성인에 비해 적은 에너지인 2-4 J/kg로 제세동을 하는 것이 권장되며, 일부 자동제세동기는 성인용 패드를 소아용 패드로 교체하거나 소아용 열쇠를 끼움으로써 제세동 에너지를 줄이도록 설계되어 있다⁹⁸⁻¹⁰⁰⁾. 그러므로 8세 미만의 소아 심정지 환자에게는 가능한 소아 제세동 용량으로 변경시킨 뒤에 자동제세동기를 적용하는 것이 바람직하다. 그러나 소아용 패드나 에너지 용량 조절장치가 구비되어 있지 않은 경우에는 성인용 자동제세동기를 그대로 적용할 수 있다. 1세 미만의 영아에



Fig. 13. Steps for AED use. Power on the AED. Attach the electrode pads and analyse the rhythm. Clear and deliver a shock. Resume chest compression immediately after shock.

게는 소아 제세동 용량으로 변경시킨 뒤에 자동제세동기를 적용한다¹⁰¹⁾. 그러나 소아용 패드나 에너지 용량 조절장치가 구비되어 있지 않는 경우에는 1세 미만의 영아에게도 성인용 제세동기를 사용하여 2-4 J/kg로 제세동한다.

7. 병원에서의 자동제세동기 적용

병원에서 심정지 환자가 발생된 경우에는 3분 이내에 제세동 처치가 시행되는 것이 바람직하다¹⁰²⁾. 병원이라 할지라도 환자에 대한 심전도 감시가 이루어지지 않는 병동, 외래, 검사실 등에서 심정지 환자가 발생된 경우에는 제세동 처치가 지연될 수 있다. 자동제세동기는 병원 내 심정지 환자에게 보다 신속한 제세동 처치를 시행할 수 있는 방법으로 고려될 수 있다¹⁰³⁾. 특히 수동제세동기를 자주 사용하지 않거나, 심전도 판독능력이 부족한 의료진이 근무하는 장소에는 자동제세동기 설치를 고려하는 것이 바람직하다¹⁰⁴⁾. 병원 내에 자동제세동기를 설치한 뒤에는 이를 사용할 직원 및 의료진에 대한 정기적인 교육이 이루어져야 하며, 실제 심정지 환자에 대한 자동제세동기의 적용결과가 지속적으로 기록되고 피드백 되어야 한다¹⁰⁵⁾.

이물예 의한 기도폐쇄

1. 기도폐쇄의 확인 방법

실신, 경련, 갑작스런 호흡곤란, 청색증, 심정지 또는 의식 소실을 유발할 수 있는 응급 상황들과 기도폐쇄를 구별해 내는 것은 심정지 환자의 생존율을 높이는 데 중요하다. 이물질은 가벼운 혹은 심각한 상태의 기도폐쇄를 일으킬 수 있다. 갑작스런 호흡곤란 환자에서 기도폐쇄 소견이 보

이면 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 보이는 성인이나 1세 이상의 소아는 의식유무와 관계없이 즉시 119에 연락을 한 후 기도폐쇄의 징후가 해소되거나 환자가 의식을 잃기 전까지 복부밀어내기를 반복한다 (Fig. 14). 복부밀어내기가 효과적이지 않거나 임신, 비만 등으로 인해 복부를 감싸 안을 수 없는 경우에는 가슴밀어내기를 사용할 수 있다. 성인 환자가 의식을 잃으면 구조자는 환자를 바닥에 눕히고 즉시 심폐소생술을 시행한다. 인공호흡을 하기 전 입안을 확인하여 이물질이 보이는 경우에만 제거한다.

응급의료종사자는 의식이 없는 기도폐쇄 환자에서 기도를 개방하고 입안을 확인해서 이물질이 보이면 턱과 혀를 동시에 한 손으로 쥐고 들어 올리면서 손가락을 이용하여 훑어내기 (finger sweep) 방법으로 제거할 수 있다. 만약 손으로 제거하기 힘든 이물질인 경우에는 후두경과 마질검자 (Magill forceps)와 같은 기구를 사용하여 제거할 수 있다.

심각한 기도폐쇄의 치료를 위해 처음에 어떤 방법을 시도해야 하는지를 결정하기는 어렵다. 2015년 국제소생술 교류위원회 (ILCOR) 가이드라인에서는 2010년 가이드라



Fig. 14. Abdominal thrust. A rescuer stands behind a patient and clench his or her fist and place the side of thumb between the umbilicus and the ribcage and then grasps this hand with your other hand and pulls sharply inwards and upwards.

인과 마찬가지로 의식이 있는 1세 이상의 소아와 성인에게는 복부밀어내기 또는 가슴밀어내기 방법을 하는 것이 여전히 유효하다고 하였다. 따라서 기도폐쇄 징후가 좋아질 때까지 복부밀어내기 방법을 신속하게 반복하고 만약 복부밀어내기 방법이 효과적이지 않으면 가슴밀어내기 방법을 고려한다. 1세 미만의 영아에서는 강한 압박으로 인해 복강 내 장기손상이 우려되기 때문에 복부 압박이 권고되지 않는다¹⁸⁾. 2015년 유럽소생위원회 가이드라인에서는 성인에서 이물체에 의한 심각한 기도폐쇄에서는 등두드리기법 5회(back blow)와 복부밀어내기(abdominal thrust) 5회를 교대로 시행할 수 있다고 언급하고 있다⁴⁹⁾.

사체를 이용한 무작위비교 임상시험과 마취된 자원자들을 대상으로 전향적 연구에 의하면, 복부밀어내기 보다는 가슴밀어내기 방법을 시행한 경우에 기도의 압력이 더 높게 유지된다. 따라서 의식이 없는 경우에는 가슴밀어내기 방법을 시행하는 것이 권장된다¹⁰⁶⁻¹⁰⁸⁾.

일부 증례보고에서 의식이 없는 성인과 1세 이상의 소아에서 손가락 훑어내기가 도움이 될 수 있는 것으로 알려졌으나, 몇몇 다른 보고서에 의하면 환자나 구조자에게 해를 입힐 수 있다고 보고되었다. 따라서 이물질의 확인 없이 손가락 훑어내기를 시도하는 것은 권장하지 않는다. 몇 가지 증례보고에서는 적절히 훈련된 응급의료종사자가 후두경과 마질검자와 같은 기구를 사용할 경우 심한 기도폐쇄에서 효과적인 이물질 제거가 가능하다고 보고되었다.

회복자세

회복자세는 환자가 반응은 없으나 정상적인 호흡과 효과적인 순환을 보이고 있는 경우에 권장된다. 회복자세는 혀나 구토물로 인해 기도가 막히는 것을 예방하고 흡인의 위험성을 줄이기 위한 방법이다. 회복자세를 취해주는 방법은 몸 앞쪽으로 한쪽 팔을 바닥에 대고 다른 쪽 팔과 다리를 구부린 채로 환자를 옆으로 돌려 눕힌다(Fig. 15). 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 보다 적합한 것으로 보고되었다.

심폐소생술과 관련된 윤리

1. 윤리 원칙

1) 자율권의 존중

자율권의 존중은 의료윤리나 법의 관점에서 중요한 사회적 가치이다. 의학적 또는 법적으로 정상이 아닌 경우를 제외한 모든 성인은 스스로 의사결정능력이 있다고 여겨진다. 치료에 대한 올바른 결정은 의료인과 환자와의 충분한 소통이 전제되어야 하며 다음의 3단계 과정이 필요하다^{109,110)}.



Fig. 15. Recovery position. Extend the lower arm above the head and roll the head onto the arm, while bending a leg.

- ① 환자는 현재의 상태, 예후, 앞으로의 치료방법과 다른 치료방법의 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 치료방법을 심사숙고하여 선택, 결정함으로써 본인의 결정을 정당화한다.

2) 사전 결정에 대한 보조

최근의 연구에 의하면 25% 이상의 고령 환자가 삶의 마지막 단계에서 대리인의 의사결정을 필요로 한다¹¹¹⁾. 고령자나 말기 질환자는 삶의 마지막 단계의 치료를 본인이 결정할 수 없는 상황이 오기 이전에 심폐소생술 포기 여부, 치료에 대한 위임 등을 통하여 미리 결정해 놓는 것이 필요할 수 있다. 이와 같이 사전 결정을 하게 되면 임종이 다가왔을 때 적극적인 치료보다 완화 의학, 호스피스 위주의 보존적 치료를 받게 됨으로써 남은 시간 동안의 삶과 가족에 대한 배려를 고려할 수 있게 된다¹¹²⁾. 따라서 의료인은 환자의 심정지 발생이 예측될 경우에는 사전에 자신의 치료에 대한 결정을 하도록 알려 주어야 한다.

2. 희생불능 환자에서의 치료원칙

환자나 가족이 건강상태를 개선할 가능성이 전혀 없는 치료를 요구하기도 한다. 의료인은 요구된 치료가 과학적 근거와 사회적 통념으로 볼 때 전혀 효과가 없다고 판단될 때에는 요구된 치료를 제공할 의무가 없다. 명백한 희생불능 의료행위의 예는 비가역적인 상태의 심정지 환자에게 심폐소생술을 시행하는 것이다. 하지만 심정지 상황에서 회복불능의 뇌 손상이나 뇌사상태를 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 한다¹¹³⁾.

3. 소생술의 연구에 관한 윤리

일반적으로, 사람을 대상으로 하는 연구는 대상자의 동의가 필요하며, 때로는 법적으로 인정된 대리인의 동의가 필요하다^{114,115)}. 하지만 심정지 환자를 대상으로 하는 연구는 대부분 대상자의 동의를 얻을 수 없다^{116,117)}. 따라서 심정지 또는 심폐소생술을 연구할 때에 대상자의 동의를 얻지 않아도 되는 예외의 경우를 허용하기도 한다¹¹⁸⁾. 대상자의 동의를 얻지 않는 실험 프로토콜은 반드시 연구윤리심의위원회의 승인을 받아야 한다. 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 결정대리인이 실험치료가 시작되어야 하는 시간 전에 연락이 닿지 않는 경우
- ③ 실험적 치료가 실험 참가자에게 이득이 될 수 있는 가능성이 있고, 시행하려는 실험적 치료법 이외에 검증된 더 좋은 방법이 없는 경우

4. 병원 밖 심정지 환자에게 심폐소생술을 시작하지 않거나 중단하는 상황

일반적으로 심정지 환자에게는 즉시 심폐소생술을 제공해야 하지만, 심폐소생술을 보류해야 하는 다음의 몇 가지 예외사항이 있다¹¹⁹⁾.

- ① 심폐소생술을 하는 구조자가 심각한 손상을 입을 위험에 놓여 있는 상황
- ② 사망의 확실한 임상적 징후(예, 사후경직, 시반, 참수, 신체절단, 부패)가 있는 경우
- ③ 심폐소생술을 원하지 않는다는 의학적 지시 또는 소생술 시도금지 또는 포기(DNR: Do Not Resuscitate) 표식이 있는 경우

1) 병원 밖 심정지의 심폐소생술 포기

병원 밖 심정지의 심폐소생술 시도금지는 환자나 가족 및 관련된 의료인들이 명확하게 알 수 있도록 기술되어야 하며, 해당 표식을 휴대할 수 있어야 한다¹²⁰⁾. 가망 없는 환자에 대한 형식적인 심폐소생술이나 지연된 심폐소생술을 시행하는 것은 부적절하다. 이런 행위는 의료인의 도덕성을 손상시키고, 환자와의 관계를 훼손한다. 병원 밖 소생술 시도금지와 소생중지 프로토콜이 마련되어 있지 않은 지역 사회에서 발생한 심정지 중 27%에서 거짓된 심폐소생술이 이루어지고 있다고 보고되었다^{121,122)}.

2) 병원 밖 심정지의 사전의사결정

119가 출동한 병원 밖 심정지 환자의 상당수는 말기질환을 가지고 있으며, 일부는 사전의사결정서를 가지고 있다. 사전의사결정서는 119가 현장에 도착하자마자 보여줘야 한다. 일반적으로 심폐소생술 포기의 타당성이 의심되거나, 환자의 심적 변화가 있을 가능성이 있는 경우에는 응급의료종사자는 기본소생술과 전문소생술을 시행해야 한다.

3) 병원 밖 심정지의 심폐소생술 중단

기본소생술을 시작하는 구조자는 다음 중 한 가지의 경우에 해당될 때까지 심폐소생술을 계속해야 한다¹¹³⁾.

- ① 응급의료종사자에게 치료 인계
- ② 자발순환의 회복
- ③ 구조자가 지치거나, 위험한 환경에 빠진 경우

5. 병원 내에서 심폐소생술을 시작하지 않거나 중단하는 상황

1) 병원 내 심정지의 심폐소생술 시도 금지

병원에서 심정지가 발생했는데, 심폐소생술 포기에 대한 사전 결정이 없다면 심폐소생술을 시작해야 한다. 다만, 신생아에서는 재태주령, 출생체중, 혹은 선천적인 기형 등으로 거의 확실하게 초기 사망이 예상되거나, 소생하더라도 극도로 높은 사망률을 보이는 질환(예, 23주 미만의 재태주령, 400 g미만의 출산체중, 무뇌증, 13번 염색체 삼염색체성 등 주요 염색체 이상)을 가진 경우에는 심폐소생술의 적응증이 되지 않는다고 한다¹¹³⁾.

2) 병원 내 심정지의 사전의사결정

일반적인 의학적인 시술과는 달리 심폐소생술은 목적이 동기가 되었다는 가정 하에 의료인의 지시 없이 시작된다. 말기 질환자는 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. 환자의 의무기록에 심폐소생술 금지를 기록해야 하고, 그러한 심폐소생술 금지 및 일부 치료에 대한 제한을 하여야 하는 이유, 환자와 보호자, 가족과 상의한 내용 등을 기록해야 한다.

심폐소생술 포기 지시는 구체적으로 어떤 치료를 하지 않을지를 독립적으로 문서화해야 한다. 심폐소생술 포기 지시가 다른 형태의 치료까지 포기하는 것은 아니므로, 수액, 영양, 산소, 진통제, 안정제, 항부정맥제, 혈관확장제의 투여와 같은 다른 치료에 대한 포괄적인 거부를 뜻하는 것은 아니다. 어떤 환자들은 체세동과 가슴압박 처치는 하고, 기관내삽관과 기계환기는 하지 않는다고 결정할 수 있다. 심폐소생술 금지를 결정할 때에는 다른 의료인들과도 논의해야 한다¹²³⁾.

3) 병원 내 심정지의 심폐소생술 중단

심폐소생술을 시작하지 않는 것과 심폐소생술 중단 또는 후에 생명유지 치료를 중단하는 것은 의학적, 도덕적으로 판단해야 할 문제이며, 생존이 거의 불가능하다고 판단될 때에는 치료의 중단을 주저해서는 안 된다¹²⁴⁾.

신생아에서는 심폐소생술 중단에 관한 확정된 가이드라인이 없더라도 신생아가 더 이상의 생명유지치료에서 반응하지 않을 것이라는 확신이 있는 상황에서는 소생시도를 중단해야 한다. 영아나 소아에서 심폐소생술의 성공이나 실패를 확실하게 예측할 수 있는 인자는 없다¹²⁵⁻¹²⁷⁾. 따라서 심폐소생술의 중단에 대한 결정이 의료인과 기관에 따라 다양한 기준에 의하여 판단되므로, 이 분야에 대한 추가 연구가 필요하다. 이상적인 가이드라인이 없는 상황에서 의료인은 생명을 유지시키는 진전된 치료에도 환자가 반응하지 않을 것이라는 확신이 있을 때에만 소생 노력을 중단해야 한다.

병원에서 성인 심폐소생술을 중단하는 결정은 치료하는 의료인에게 달려있다. 심폐소생술 중단을 결정할 때에는 목격된 심정지 여부, 심폐소생술의 시간, 최초의 심전도 리듬, 체세동까지의 시간, 동반질환, 심정지 이전의 상태, 심폐소생술 동안에 자발순환회복의 여부 등의 항목을 고려한다. 병원 안에서의 심폐소생술 중단을 판단할 수 있는 의사결정 가이드라인이 있다면, 심폐소생술 중단이 각기 다른 것대로 결정되지 않도록 하는 데 도움이 될 것이다¹²⁸⁾.

References

1. Daya MR, Schmicker RH, Zive DM, Rea TD, Nichol G, Buick JE, et al. Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. Out-of-hospital cardiac arrest survival improving over time: Results from the Resuscitation Outcomes Consortium (ROC). *Resuscitation*. 2015;91:108-115.
2. Swor RA, Jackson RE, Cynar M, Sadler E, Basse E, Boji B, et al. Bystander CPR, ventricular fibrillation, and survival in witnessed, unmonitored out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med*. 1995;25:780-4.
3. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med*. 1993;1652-8.
4. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Incidence, duration and survival of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation*. 2000;44:7-17.
5. Stiell IG, Wells GA, Field B, Spaite DW, Nesbitt LP, De Maio VJ, et al. Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004;351:647-56.
6. Available at: [http://www.law.go.kr/legislation/Emergency_Medical_Service_Act/\(13367,20150622\)](http://www.law.go.kr/legislation/Emergency_Medical_Service_Act/(13367,20150622)). Accessed January 12, 2016
7. Available at: <http://www.cdc.gov/CDC/contents/CdcKrContentView.jsp?cid=26609&menuIds=HOME001-MNU1130-MNU1110-MNU1116-MNU1465>. Accessed January 12, 2016.

8. 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;83:1235-41.
9. Cairns KJ, Hamilton AJ, Marshall AH, Moore MJ, Adgey AA, Kee F. The obstacles to maximizing the impact of public access defibrillation: an assessment of the dispatch mechanism for out-of-hospital cardiac arrest. *Heart*. 2008;94:349-53.
10. Clawson J, Barron T, Scott G, Siriwardena AN, Patterson B, Olola C. Medical priority dispatch system breathing problems protocol key question combinations are associated with patient acuity. *Prehosp Disaster Med*. 2012;27:375-80.
11. Ministry of Public Safety and Security, Central Fire Service. *Standard Protocols of Field First Aid for 119 EMT*. 2nd ed. 2014;441-484.
12. Becker LB, Pepe PE. Ensuring the effectiveness of community-wide emergency cardiac care. *Ann Emerg Med*. 1993;22:354-65.
13. 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.
14. Bohm K, Stalhandske 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;80:1025-8.
15. Rea TD, Fahrenbruch C, Culley L, Donohoe RT, Hambly C, Innes J, et al. CPR with chest compression alone or with rescue breathing. *N Engl J Med*. 2010;363:423-33.
16. Svensson L, Bohm K, Castren M, Pettersson H, Engerstrom L, Herlitz J, et al. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2010;363:434-42.
17. 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;132:415-22.
18. Berg RA, Hemphill R, Abella BS, Aufderheide TP, Cave DM, Hazinski MF, 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): S685-705.
19. 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.
20. Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J, Hollenberg J, Svensson L. Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2007;116:2908-12.
21. Ong ME, Ng FS, Anushia P, Tham LP, Leong BS, Ong VY, et al. Comparison of chest compression only and standard cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest in Singapore. *Resuscitation*. 2008;78: 119-26.
22. Sayre MR, Berg RA, Cave DM, Page RL, Potts J, White RD. Hands-only (compression-only) cardiopulmonary resuscitation: a call to action for bystander response to adults who experience out-of-hospital sudden cardiac arrest: a science advisory for the public from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee. *Circulation*. 2008;117:2162-7.
23. SOS-KANTO Study Group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet*. 2007;369:920-6.
24. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Nadkarni VM, 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 17;375(9723):1347-54.
25. Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, Stolz U, Sanders AB, Kern KB, et al. Chest compression-only CPR by lay rescuers and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2010;304:1447-54.
26. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation* 2002; 105:645-9.
27. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, Silver A, Venuti M, Tobin J, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2014;85:182-8.
28. Stiell IG, Brown SP, Nichol G, Cheskes S, Vaillancourt C, Callaway CW, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? *Circulation*. 2014;130:1962-70.
29. Bee-sems SG, Wijmans L, Tijssen JG, Koster RW. Duration of ventilations during cardiopulmonary resuscitation by lay rescuers and first responders: relationship between delivering chest compressions and outcomes. *Circulation* 2013;127: 1585-90.
30. Jost D, Degrange H, Verret C, Hersan O, Banville IL, Chapman FW, 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;121:1614-22.
31. Cheskes S, Schmicker R, Christenson J, Salcido D, Rea T, Powell J, et al. Perishock pause: an independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. *Circulation* 2011;124: 58-66.
 32. Cheskes S, Schmicker R, Verbeek PR, Salcido DD, Brown SP, Brooks S, 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;85:336-42.
 33. Akahane M, Ogawa T, Tanabe S, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, et al. Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2012;40:1410-6.
 34. Tanaka Y, Nishi T, Takase K, Yoshita Y, Wato Y, Taniguchi J, et al. Survey of a protocol to increase appropriate implementation of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2014;129:1751-60.
 35. Goto Y1, 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.
 36. Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tømte Ø, Skålhegg T, Sørensen Ø, Sunde K, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. *Resuscitation*. 2013;84: 1203-7.
 37. Cha KC, Kim YJ, Shin HJ, Cha YS, Kim H, Lee KH, 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;30:615-9.
 38. Zuercher M1, Hilwig RW, Ranger-Moore J, Nysaether J, Nadkarni VM, Berg MD, et al. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2010;38:1141-6.
 39. Glatz AC, Nishisaki A, Niles DE, Hanna BD, Eilevstjonn J, Diaz LK, et al. Sternal wall pressure comparable to leaning during CPR impacts intrathoracic pressure and haemodynamics in anaesthetized children during cardiac catheterization. *Resuscitation*. 2013;84:1674-9.
 40. Hinchey PR, Myers JB, Lewis R, De Maio VJ, Reyer E, Licatase D, 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;56:348-57.
 41. Olasveengen TM, Vik E, Kuzovlev A, Sunde K. Effect of implementation of new resuscitation guidelines on quality of cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation*. 2009;80:407-11.
 42. 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 PCO₂. *Resuscitation*. 2012; 83:259-64.
 43. Kill C, Galbas M, Neuhaus C, Hahn O, Wallot P, Kesper K, et al. Chest Compression Synchronized Ventilation versus Intermittent Positive Pressure Ventilation during Cardiopulmonary Resuscitation in a Pig Model. *PLoS One*. 2015;10:e0127759.
 44. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP, Barry A, O'Hearn N, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005;293: 305-10.
 45. Shaw DP, Rutherford JS, Williams MJ. The mechanism of blood flow in cardiopulmonary resuscitation-introducing the lung pump. *Resuscitation*. 1997;35:255-8.
 46. Hwang SO, Lee KH, Cho JH, Yoon J, Choe KH. Changes of aortic dimensions as evidence of cardiac pump mechanism during cardiopulmonary resuscitation in humans. *Resuscitation*. 2001;50:87-93.
 47. Georgiou M, Papathanassoglou E, Xanthos T. Systematic review of the mechanisms driving effective blood flow during adult CPR. *Resuscitation*. 2014;85:1586-93.
 48. 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: 1092-9.
 49. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, et al. Adult basic life support and automated external defibrillation section Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation*. 2015; 95:81-99.
 50. Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, et al. Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132:S414-35.
 51. Hostler D, Everson-Stewart S, Rea TD, Stiell IG, Callaway CW, Kudenchuk PJ, et al. Resuscitation Outcomes Consortium Investigators. Effect of real-time feedback during cardiopulmonary resuscitation outside

- hospital: prospective, cluster-randomized trial. *BMJ*. 2011;342:d512.
52. Stiell IG, Brown SP, Christenson J, Cheskes S, Nichol G, Powell J, et al. Resuscitation Outcomes Consortium (ROC) Investigators. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation? *Crit Care Med*. 2012;40:1192-8.
53. Hellevuo H, Sainio M, Nevalainen R, Huhtala Hi, Olkkola KT, Tenhunen J, et al. Deeper chest compression-more complications for cardiac arrest patients? *Resuscitation*. 2013;84:760-5.
54. Idris AH, Guffey D, Aufderheide TP, Brown S, Morrison LJ, Nichols P, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation*. 2012;125:3004-12.
55. Abella B, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, O' Hearn N, Wigder HN, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2005; 111:428-34.
56. Ornato J, Gonzalez E, Garnett A, Levine R, & McClung, B. Effect of cardiopulmonary resuscitation compression rate on end-tidal carbon dioxide concentration and arterial pressure in man. *Crit Care Med* 1988;16:241-5.
57. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide T, Sigurdsson G, Pirralo R, Benditt D, 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;64:363-72.
58. Shin J, Hwang SY, Lee HJ, Park CJ, Kim YJ, Son YJ, et al. Comparison of CPR quality and rescuer fatigue between standard 30:2 CPR and chest compression-only CPR: a randomized crossover manikin trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2014;22:59.
59. Jo CH, Cho GC, Ahn JH, Park YS, Lee CH. Rescuer-limited cardiopulmonary resuscitation as an alternative to 2-min switched CPR in the setting of in-hospital cardiac arrest: a randomized cross-over study. *Emerg Med J*. 2015;32:539-43.
60. White L, Rogers J, Bloomingdale M, Fahrenbruch C, Culley L, Subido C, et al. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest. *Circulation*. 2010;121:91-7.
61. Haley KB, Lerner EB, Pirralo RG, Croft H, Johnson A, Uihlein M. The frequency and consequences of cardiopulmonary resuscitation performed by bystanders on patients who are not in cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care*. 2011; 15:282-7.
62. Moriwaki Y, Sugiyama M, Tahara Y, Iwashita M, Kosuge T, Harunari N, et al. Complications of bystander cardiopulmonary resuscitation for unconscious patients without cardiopulmonary arrest. *J Emerg Trauma Shock*. 2012; 5:3-6.
63. Baskett M, Nolan J, Parr M. Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. *Resuscitation*. 1996;31:231-4.
64. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, Berg MD, Sanders AB, Otto CW, et al. Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of single-rescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 1997;95:1635-41.
65. Berg RA, Sanders AB, Kern KB, Hilwig RW, Heidenreich JW, Porter ME, et al. Adverse hemodynamic effects of interrupting chest compressions for rescue breathing during cardiopulmonary resuscitation for ventricular fibrillation cardiac arrest. *Circulation*. 2001;104:2465-70.
66. 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;309:257-66.
67. Tanabe S, Ogawa T, Akahane M, Koike S, Horiguchi H, Yasunaga H, 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;44:389-97.
68. McMullan J, Gerecht R, Bonomo J, Robb R, McNally B, Donnelly J, et al. Airway management and out-of-hospital cardiac arrest outcome in the CARES registry. *Resuscitation*. 2014;85:617-22.
69. Bobrow BJ, Ewy GA, Clark L, Chikani V, Berg RA, Sanders AB, 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;54:656-62.
70. 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.
71. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, Berg RA, Hayashi Y, Nishiuchi T, et al. Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2007;116:2900-7.
72. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Berg RA, et al. Implementation Working Group for All-Japan Utstein Registry of the Fire and Disaster Management Agency. Time-dependent effectiveness of chest compression-only and conventional cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin. *Resuscitation*. 2011;82:3-9.
73. 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;13:596-601.

74. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A; Implementation Working Group for All-Japan Utstein Registry of the Fire and Disaster Management Agency. Bystander-initiated rescue breathing for out-of-hospital cardiac arrests of noncardiac origin. *Circulation*. 2010;122:293-9.
75. Panchal AR, Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, Stolz U, Vadeboncoeur TF, 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;84:435-9.
76. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation*. 1997;96:3308-13.
77. Available at: [http://www.law.go.kr/legislation/Emergency Medical Service Act/\(13106,20150128\)](http://www.law.go.kr/legislation/Emergency_Medical_Service_Act/(13106,20150128)). Accessed December 11, 2015.
78. Available at: [http://www.law.go.kr/http://www.law.go.kr/legislation/Emergency Medical Service Act/\(26444,20150724\)](http://www.law.go.kr/http://www.law.go.kr/legislation/Emergency_Medical_Service_Act/(26444,20150724)). Accessed December 11, 2015
79. Hazinski MF, Idris AH, Kerber RE, Epstein A, Atkins D, Tang W, 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;111:3336-40.
80. Rea TD, Olsufka M, Bemis B, White L, Yin L, Becker L, et al. A population based investigation of public access defibrillation: Rose of emergency medical services care. *Resuscitation*. 2010;81:163-7.
81. Folke F, Lippert FK, Nielsen SL, Gislason GH, Hansen ML, Schramm TK, et al. Location of cardiac arrest in a city center: strategic placement of automated external defibrillators in public locations. *Circulation*. 2009;120:510-7.
82. Nichol G, Hallstrom AP, Ornato JP, Riegel B, Stiell IG, Valenzuela T, et al. Potential cost-effectiveness of public access defibrillation in the United States. *Circulation*. 1998;97:1315-20.
83. Weisfeldt ML, Kerber RE, McGoldrick RP, Moss AJ, Nichol G, Ornato JP, et al. Public access defibrillation. A statement healthcare professionals from the American Heart Association Task Force on Automatic External Defibrillation. *Circulation*. 1995;92:2763.
84. Weisfeldt ML, Sitlani CM, Ornato JP, Rea T, Aufderheide TP, Davis D, 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;55:1713-20.
85. Hallstrom AP, Ornato JP, Weisfeldt M, Travers A, Christenson J, McBurnie MA, et al. Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004;351:637-46.
86. Cram P, Vijan S, Fendrick AM. Cost-effectiveness of automated external defibrillator deployment in selected public locations. *J Gen Intern Med*. 2003;18:745-54.
87. de Vries W, van Alem AP, de Vos R, van Oostrom J, Koster RW. Trained first-responders with an automated external defibrillator: how do they perform in real resuscitation attempts? *Resuscitation*. 2005;64:157-61.
88. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A, et al. Nationwide public-access defibrillation in Japan. *N Engl J Med*. 2010;362:994-1004.
89. Berdowski J, Blom MT, Bardai A, Tan HL, Tijssen JG, Koster RW. Impact of onsite or dispatched automated external defibrillator use on survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2011;124:2225-32.
90. Groh WJ, Newman MM, Beal PE, Fineberg NS, Zipes DP. Limited response to cardiac arrest by police equipped with automated external defibrillators: lack of survival benefit in suburban and rural Indiana--the police as responder automated defibrillation evaluation (PARADE). *Acad Emerg Med*. 2001;8:324-30.
91. Sayre MR, Evans J, White LJ. Providing automated external defibrillators to urban police officers in addition to a fire department rapid defibrillation program is not effective. *Resuscitation*. 2005;66:189-196.
92. Hickey RW, Cohen DM, Strausbaugh S, Dietrich AM. Pediatric patients requiring CPR in the prehospital setting. *Ann Emerg Med*. 1995;25:495-501.
93. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, Daya M, Osmond MH, Warden CR, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation*. 2009;119:1484-91.
94. Kuisma M, Suominen P, Korpela R. Paediatric out-of-hospital cardiac arrests-epidemiology and outcome. *Resuscitation*. 1995;30:141-50.
95. 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;25:484-91.
96. Cecchin F, Jorgenson DB, Berul CI, Perry JC, Zimmerman AA, Duncan BW, 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;103:2483-8.

97. König B, Bengler J, Goldsworthy L. Automatic external defibrillation in a 6 year old. *Arch Dis Child*. 2005;90:310-1.
98. Samson RA, Berg RA, Bingham R, Biarent D, Coovadia A, Hazinski MF, 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;107:3250-5.
99. Atkins DL, Berger S, Duff JP, Gonzales JC, Hunt EA, Joyner BL, et al. Pediatric Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132:S519-25.
100. Jorgenson D, Morgan C, Snyder D, Griesser H, Solosko T, Chan K, et al. Energy attenuator for pediatric application of an automated external defibrillator. *Crit Care Med*. 2002;30:S145-7.
101. Bar-Cohen Y, Walsh EP, Love BA, Cecchin F. First appropriate use of automated external defibrillator in an infant. *Resuscitation*. 2005;67:135-7.
102. Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK. Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2008;358:9-17.
103. Hanefeld C, Lichte C, Mentges-Schröter I, Sirtl C, Mügge A. Hospital-wide first-responder automated external defibrillator programme: 1 year experience. *Resuscitation*. 2005;66:167-70.
104. 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;70:416-22.
105. 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;30:151-6.
106. Guilder CW, Williams D, Subitch T. Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. *JACEP*. 1976;5:675-7.
107. 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.
108. Ruben H, Macnaughton FI. The treatment of food-choking. *Practitioner*. 1978;221:725-9.
109. Beauchamp T, Childress J. *Principles of Biomedical Ethics*. 6th ed. Oxford University Press. 2008.
110. Simon JR. Refusal of care: the physician-patient relationship and decision making capacity. *Ann Emerg Med*. 2007;50:456-61.
111. Silveira MJ, Kim SY, Langa KM. Advance directives and outcomes of surrogate decision making before death. *N Engl J Med*. 2010;362:1211-8.
112. Wright AA, Zhang B, Ray A, Mack JW, Trice E, Balboni T, et al. Associations between end-of-life discussions, patient mental health, medical care near death, and caregiver bereavement adjustment. *JAMA*. 2008;300:1665-73.
113. Morrison LJ, Kierzek G, Diekema DS, Sayre MR, Silvers SM, Idris AH, et al. Part 3: ethics: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010;122:S665-75.
114. Weisfeldt ML, Sugarman J, Bandeen-Roche K. Toward definitive trials and improved outcomes of cardiac arrest. *Circulation*. 2010;121:1586-8.
115. Dickert N, Sugarman J. Ethical goals of community consultation in research. *Am J Public Health*. 2005;95:1123-7.
116. Tisherman SA, Powell JL, Schmidt TA, Aufderheide TP, Kudenchuk PJ, Spence J, et al. Regulatory challenges for the resuscitation outcomes consortium. *Circulation*. 2008;118:1585-2.
117. Dickert NW, Sugarman J. Getting the ethics right regarding research in the emergency setting: lessons from the PolyHeme study. *Kennedy Inst Ethics J*. 2007;17:153-69.
118. Protection of human subjects; informed consent-FDA. Final rule. *Fed Regist*. 1996;61:51498-533.
119. Mancini ME, Diekema DS, Hoadley TA, Kadlec KD, Leveille MH, McGowan JE, et al. Part 3: Ethical Issues: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2015;132:S383-96.
120. Payne JK, Thornlow DK. Clinical perspectives on portable do-not resuscitate orders. *J Gerontol Nurs*. 2008;34:11-6.
121. Sherbino J, Guru V, Verbeek PR, Morrison LJ. Prehospital emergency medical services. *CJEM*. 2000;2:246-51.
122. Kang HJ, Eo EK, Jung JH, Bae HA. A retrospective 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;21:546-53.
123. *Do Not Attempt Resuscitation (DNAR) Decisions in the Perioperative Period*. London: The Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland; 2009.
124. Paris JJ. What standards apply to resuscitation at the borderline of gestational age? *J Perinatol*. 2005;25:683-4.
125. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, Daya M, Osmond MH, Warden CR, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in children: the Resuscitation Outcomes Consortium Epistry-Cardiac Arrest. *Circulation*. 2009;119:1484-91.
126. Perron AD, Sing RF, Branas CC, Huynh T. Predicting sur-

- vival in pediatric trauma patients receiving cardiopulmonary resuscitation in the prehospital setting. *Prehosp Emerg Care.* 2001;5:6-9.
127. Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, Osmond MH, Wells G, Nesbitt L, et al. Out-of-hospital pediatric cardiac arrest: an epidemiologic review and assessment of current knowledge. *Ann Emerg Med.* 2005;46:512-22.
128. Eckstein M, Stratton SJ, Chan LS. Termination of resuscitative efforts for out-of-hospital cardiac arrests. *Acad Emerg Med.* 2005;12:65-70.