

2006

공용 심폐소생술 가이드라인 개발 및 배포

사단법인 대한심폐소생협회

제 출 문

보건복지부 장관 귀하

귀 부에서 사단법인 대한심폐소생협회에 의뢰하신 ‘공용 심폐소생술 가이드라인 개발 및 배포 연구’를 완료하고 그 결과로 본 보고서를 제출합니다.

2006년 8월
사단법인 대한심폐소생협회
이사장 김 성 순

연구책임자 : 황성오 _ 원주의대
연 구 자 : 김승호 _ 연세의대
 김영민 _ 가톨릭의대
 김 현 _ 원주의대
 노태호 _ 가톨릭의대
 박규남 _ 가톨릭의대
 박인철 _ 연세의대
 박재현 _ 서울의대
 박준동 _ 서울의대
 송근정 _ 성균관의대
 신동민 _ 충주대학
 양혁준 _ 가천의대
 이만영 _ 가톨릭의대
 임태호 _ 한양의대
 전용훈 _ 인하의대
 정성필 _ 연세의대
 조준휘 _ 강원대의대
 최기준 _ 울산의대
 한승백 _ 인하의대
 허 준 _ 성균관의대 (가나다 순)

차례

제1편 서론

1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 연구 목적	8
3. 연구내용	9
4. 연구방법	9
5. 연구결과에 대한 기여도, 기대효과 및 활용방안	14
6. 연구의 한계점	16

제2편 공용 심폐소생술 가이드라인

제1부 서론	19
제2부 심폐소생술과 관련된 윤리와 생존사슬	25
제3부 기본소생술	31
제1장 서론	31
제2장 성인 심정지 환자의 심폐소생술 순서	37
제3장 인공호흡	45
제4장 인공 순환	48
제5장 이물제거에 의한 기도 폐쇄의 치료	53
제4부 전문심장소생술	60
제1장 전문기도유지술	60
제2장 제세동술	67
제3장 심장박동조율	73
제4장 심정지의 치료	76
제5장 서맥의 치료	88
제6장 빈맥의 치료	93
제7장 새로운 심폐소생술 방법	98
제8장 소생 후 치료	102
제5부 소아 소생술	112
제1장 소아 기본소생술	112
제2장 소아전문소생술	128
제3장 신생아 소생술	170

표 차례

표 1. 목격자에 의한 심폐소생술 시행 여부와 심정지환자의 생존율	4
표 2. 우리나라 심정지환자의 생존 퇴원율	4
표 3. 가이드라인별 개발항목	9
표 4. 공용 심폐소생술 가이드라인 개발을 위한 항목	12
표 3-1. 성인, 소아 및 영아에서 흉부압박 방법의 비교	50
표 5-1. 소아 심폐소생술과 부정맥에 사용하는 약물	148
표 5-2. 소생술 후 혈액학적 안정화와 심박출량 유지위한 약물	167
표 5-3. 아기를 자극하는 방법 중 아기에게 해로운 행동과 부작용	178

그림 차례

그림 1.	최근 10년간 심혈관질환의 발생률 변화 추이(통계청 자료)	2
그림 2.	연령별 인구 10만 명당 급사의 발생률	2
그림 3-1.	기본소생술 흐름도	38
그림 3-2.	의식이 없는 사람의 반응을 확인하는 방법	39
그림 3-3.	응급의료체계에 신고	40
그림 3-4.	기도 열기	41
그림 3-5.	호흡 확인	41
그림 3-6.	입-입 인공호흡을 하는 방법	42
그림 3-7.	흉부압박을 하는 방법	44
그림 3-8.	흉부압박과 인공호흡의 비	44
그림 3-9.	성인의 흉부압박 위치	49
그림 3-10.	복부밀어내기	54
그림 3-11.	회복자세	56
그림 4-1.	심실세동/심실빈맥의 치료과정	77
그림 4-2.	무수축, 무맥성전기활동의 치료과정	80
그림 4-3.	서맥의 치료 흐름도	89
그림 4-4.	빈맥의 치료 흐름도	95
그림 5-1.	소아기본소생술 흐름도	115
그림 5-2.	소아의 기도 열기	117
그림 5-3.	소아에서 호흡을 확인하는 방법	117
그림 5-4.	소아에서의 입-입 인공호흡	118
그림 5-5.	소아에서 흉부압박 위치를 결정하는 방법	122
그림 5-6.	영아에서 흉부압박을 하는 방법	123
그림 5-7.	소아 심정지의 전문소생술 흐름도	149
그림 5-8.	신생아소생술의 흐름도	172
그림 5-9.	신생아의 기도 열기	175
그림 5-10.	신생아에서 두 엄지손가락으로 흉부압박을 하는 방법	183

제1편 서론

1. 연구 배경 및 필요성

1) 심혈관 질환 및 노령화에 따른 심정지 환자의 증가

(1) 심혈관 질환의 급격한 증가와 심정지 발생률

생활방식의 서구화에 따른 심장혈관질환의 증가로 인하여 심근경색 등에 의한 심정지의 발생 가능성이 급격히 높아지고 있다. 우리나라의 심혈관 질환 발생률은 1994년에는 인구 10만 명당 12.6명이었으나, 2004년에는 인구 10만 명당 26.3명으로서 10년 사이에 208%가 증가하였다(그림 1). 심정지의 주요 원인인 심혈관질환 발생률의 급격한 증가로 인하여 우리나라는 심정지의 발생률이 높은 인구구조로 변해가고 있다.

(2) 인구의 고령화와 급사 발생률의 증가

최근 급격한 고령화가 진행되면서 우리나라의 인구구조는 표주박형의 고령화, 선진국형 인구 형태로 변화하고 있다. 급사(급성 심정지)의 발생 가능성은 30대에서는 인구 10만 명당 30명에 불과하지만, 50대에서는 인구 10만 명당 100명으로 급증하기 시작하여, 60대에 300명, 70대에 700명으로 급격히 증가한다(그림 2). 따라서 심혈관 질환의 급격한 증가와 인구 구조의 고령화

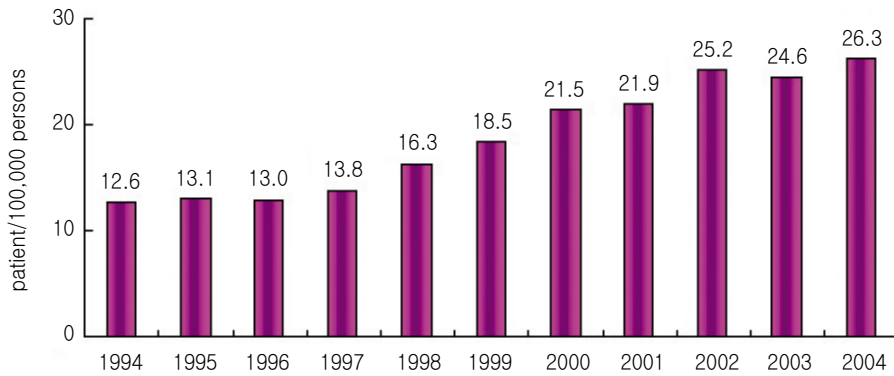


그림 1. 최근 10년간 심혈관질환의 발생률 변화 추이(통계청 자료)

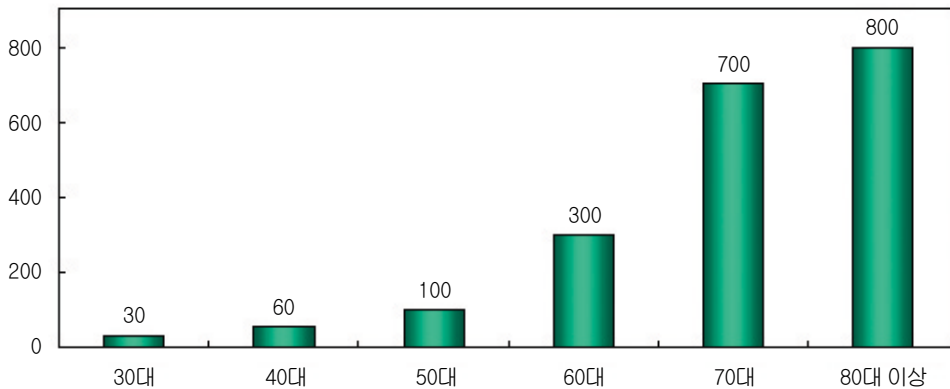


그림 2. 연령별 인구 10만 명당 급사의 발생률(Braunwald 등, The textbook of cardiovascular diseases)

는 급사환자의 발생률을 상승시키는 중요한 요소로 작용하고 있다.

2) 심폐소생술 가이드라인의 필요성

(1) 심정지환자의 특성과 심폐소생술

심정지는 집, 공공장소, 체육시설 등 병원이외의 장소에서 발생하는 경우가 많다. 따라서 심정지가 발생한 사람을 목격한 일반인의 역할이 심정지환자를 소생시키는 데 매우 중요하다.

심정지가 발생한 후 4-5분이상이 경과하면 뇌손상이 발생하기 시작하므로, 심정지를 목격한 일반인이 즉시 심폐소생술을 시작하여야 심정지로부터 회복되더라도 뇌손상을 최소화할 수 있

다. 통상 심실세동에 의한 심정지가 발생한 후 제세동술이 1분 지연될 때마다 생존율이 7-10% 정도 감소한다. 그러나 목격자가 심폐소생술을 하면 제세동술의 1분 지연에 따른 생존율의 감소를 2.5-5%정도로 줄일 수 있는 것으로 알려져 있다. 또한 모든 심정지환자에서 목격자가 심폐소생술을 시행한 경우가 시행하지 않은 경우에 비하여 약 2.5배의 생존율을 보이는 것으로 알려졌다. 목격자가 심폐소생술을 하려면 국민에게 심폐소생술의 중요성을 인식시키고 심폐소생술을 교육, 보급하여야 한다. 심폐소생술의 보급을 위한 전제 조건은 우리 실정에 맞게 심폐소생술을 표준화하는 것이다.

(2) 심폐소생술 표준화의 필요성

심폐소생술은 심장이 멎어있는 환자에게 빠른 시간 내에 다양한 응급치료가 수행되어야 하므로, 각 개인 또는 의료인에 따라 치료 방법을 다양화할 수는 없다. 또한 심폐소생술의 표준화는 심폐소생술의 보급 및 확산을 위한 전제 조건이며, 표준화를 통하여 심폐소생술을 확산하여야 심정지환자의 생존율을 향상시킬 수 있다.

심폐소생술 가이드라인은 각 국가의 윤리, 문화, 사회, 의료 환경에 적합한 형태로 제정되어 운영되어야 한다. 의료 선진국에서는 각 국가의 상황에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 개발한 후, 이를 국민에게 교육함으로써 심정지환자의 생존율을 획기적으로 개선하고 있다.

(3) 한국형 심폐소생술 가이드라인의 부재

타 임상의료분야의 획기적인 발전에도 불구하고, 우리나라에는 우리 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인이 개발되어 있지 않아 미국 또는 유럽에서 제정된 심폐소생술 가이드라인을 도입하여 원용하고 있는 상황이다. 우리나라 심폐소생술 가이드라인의 부재는 심폐소생술 교육을 통한 심폐소생술 보급에 막대한 악영향을 미치고 있으며, 의료인 사이에도 심폐소생술을 시행하는 방법이 서로 달라 환자의 치료에 심각한 영향을 주고 있다.

우리나라와는 심정지 발생의 양상, 병원 전 응급의료체계, 응급의료인의 구성 및 수준, 의료윤리 등이 상이한 미국의 심폐소생술 가이드라인이 현재 우리나라에서의 심폐소생술 기준으로 사용되고 있다. 이에 따라 우리나라 실정과 상이한 부분은 각 의료인에 따라 분석을 달리함으로써, 실제 심폐소생술의 시행 및 교육에 혼란이 발생하고 있는 실정이다.

3) 심폐소생술과 심정지 환자의 생존율

(1) 목격자에 의한 심폐소생술과 심정지 생존율

국내에서의 조사에서도 심정지 환자의 치료에서 심정지를 목격한 사람(목격자)에 의한 심폐

소생술은 심정지 환자의 소생률에 중요한 영향을 주는 것이 증명되었다. 목격자에 의하여 심폐소생술이 시행된 경우에는 시행되지 않은 경우보다 소생률이 약 3배 증가하는 것으로 보고된 바 있다(표 1). 이와 같은 결과는 심폐소생술에 대한 체계적인 일반인 교육이 시행되지 않은 우리나라에서도 목격자에 의한 심폐소생술이 환자의 생존에 중요한 영향을 준다는 것을 알려주고 있으며, 체계적이고 광범위한 심폐소생술 보급을 통하여 심정지 환자의 생존율을 향상시킬 수 있다는 증거이다.

표 1. 목격자에 의한 심폐소생술 시행 여부와 심정지환자의 생존율

생존여부	N (N=1,350)	목격자에 의한 심폐소생술		P
		시행된 경우 (N=127)	시행되지 않은 경우 (N=1,223)	
생존자	80	20(15)	60(4.9)	0.00
비생존자	1,270	107(85)	1,163(95.9)	

출처: 강병우, 서울대학교 박사논문

(2) 우리나라의 심정지 환자 생존율과 생존율 제고를 위한 심폐소생술 가이드라인 제정의 필요성

우리나라 심정지환자의 생존율은 불과 3.0-4.0%로 보고되고 있으며, 이는 선진국의 15-18%에 비하여 현저히 낮은 수준이다(표 2).

우리나라 심정지환자의 낮은 생존율은 응급의료체계의 수준, 자동 제세동기의 낮은 보급률과도 연관이 있지만, 3-9.6%에 머물고 있는 목격자에 의한 심폐소생술 시행 비율에 의한 결과이다. 따라서 심폐소생술을 국민에게 보급하여 더 많은 수의 심정지 환자가 목격자에 의한 심폐소생술을 받는다면, 심정지환자의 생존율을 향상시킬 수 있을 것이다.

심폐소생술은 환자를 발견한 사람이 즉각적으로 시작하여야 하는 지식-행동 복합 술기이므로, 심폐소생술을 교육하려면 심폐소생술의 일련의 과정에 대한 표준화가 필요하다. 심폐소생술의 표준화는 심폐소생술의 연구와 실행에 관련된 여러 단계로부터의 전문가에 의한 연구 개발을 통한 심폐소생술 가이드라인의 제정으로서 실현될 수 있다.

표 2. 우리나라 심정지환자의 생존 퇴원율

	연도	환자수	생존율(%)
황등	1993	133	4.0
유등	1999	265	3.0
이등	2002	342	3.5

4) 심폐소생술 가이드라인에 대한 요구도 증가

(1) 심폐소생술에 대한 국민의 인식 변화

최근 건강에 대한 관심의 증가와 심혈관 질환에 대한 인식 증가로 심정지에 대한 국민의 관심이 고조되고 있으며, 심정지가 발생하더라도 심폐소생술에 의하여 소생될 수 있다는 인식이 확산되고 있다. 이에 따라 심폐소생술 교육을 받고자하는 일반인이 급증하고 있으나, 우리 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인이 없기 때문에 주로 미국의 심폐소생술 가이드라인에 의한 심폐소생술 교육이 시행되고 있는 실정이다. 뿐만 아니라 심폐소생술 교육을 위한 제도, 자료, 시설, 인력 등에 대한 표준화도 이루어지지 않아 각 교육 주체 또는 교육 진행자에 따라 교육 내용이 일치하지 않는 경우도 많다.

따라서 우리 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 개발한 후, 가이드라인에 따라 심폐소생술 교육을 위한 제도, 자료, 시설, 인력 등을 표준화하여야 심폐소생술 보급의 초석을 마련할 수 있다.

(2) 심폐소생술 가이드라인 제정에 대한 사회적 요구도의 증가

최근 심폐소생술 가이드라인을 각 국가별로 표준화하려는 움직임에 따라 국가별 심폐소생술 가이드라인이 제정되어야 심정지환자의 생존율을 증가시킨다는 인식이 일반인과 의료인 사이에 고조되고 있다.

우리나라에는 표준화된 심폐소생술 가이드라인이 없었기 때문에 2005년에 미국심장협회에서 변경된 심폐소생술 가이드라인을 발표한 후, 변경된 가이드라인의 내용을 환자의 치료에 적용하는 시기에 대한 심각한 혼란이 있었다. 예를 들면, 흉부압박과 인공호흡의 비율이 2000년 미국의 가이드라인에서는 15:2로 권장되었으나, 2005년 가이드라인에서는 30:2로 권장되었다. 미국에서는 가이드라인이 발표된 11월 이후부터 새로운 가이드라인에 따른 심폐소생술이 보급되었으나, 우리나라에서는 2006년 8월까지도 새롭게 변경된 내용을 적용해야 하는지에 대한 혼란이 그치지 않고 있다. 이와 같은 혼란을 없애려면 우리나라 실정에 적합한 가이드라인을 개발하여 발표함으로써, 일반인 및 의료인이 우리나라의 가이드라인에 따라 심폐소생술을 할 수 있도록 하여야 할 것이다.

그 외에도 심정지로부터 소생되었더라도 의식이 회복되지 않아 평생동안 병원 또는 가정치료를 받아야 하는 환자의 수가 최근 증가함에 따라 심정지환자의 생존율을 높일 수 있도록 우리나라 실정에 맞는 심폐소생술 가이드라인이 필요하다는 의료계 및 국민들의 요구도가 증가하고 있다.

5) 심폐소생술 가이드라인 제정에 관한 국외 및 우리나라의 동향

(1) 미국

1960년 현대적인 심폐소생술 방법이 도입된 이후로 1966년 미국심장협회(American Heart Association)와 미국적십자사(American Red Cross)에 의하여 최초로 제정된 심폐소생술 및 응급 심장치료를 위한 가이드라인은 심정지환자에게 표준화된 심폐소생술을 제공하고 교육을 통한 심폐소생술 보급에 기여하고 있다.

미국심장협회는 1974년 이후 1980년, 1986년, 1992년 3차례의 개정된 가이드라인 발표를 통하여 심폐소생술에 관한 최신의 연구결과를 가이드라인에 포함시킴으로써, 심정지환자에게 최상의 심폐소생술을 제공하여 심정지환자의 소생률을 높이는데 중요한 발전의 계기를 마련하였다. 2000년에는 미국심장협회와 유럽소생위원회의 주도로 첫 국제 가이드라인이 개발되었으며, 국제 가이드라인은 각 나라마다 해당 국가에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 제정하는 틀로 사용되고 있다.

미국심장협회는 심폐소생술의 표준화를 통하여 일반인 및 의료인에게 정형화된 심폐소생술 교육을 제공함으로써 심정지 환자 소생률을 제고하는데 기여하고 있다. 미국심장협회는 교육 네트워크를 구성하여 운영함으로써, 비의료인 연간 450만 명을 포함하여 1,000만 명 이상에게 표준화된 심폐소생술 가이드라인에 의한 심폐소생술 교육을 시행하고 있다.

(2) 유럽소생위원회(European Resuscitation Council: ERC)와 유럽의 심폐소생술 가이드라인 현황

유럽의 각 나라는 각각의 심폐소생술 가이드라인을 제정하여 사용하고 있다. 유럽은 유럽국가들로 구성된 유럽소생위원회를 결성하였고, 유럽소생위원회에서 유럽소생위원회 심폐소생술 가이드라인을 제정하여 발표하고 있다. 유럽소생위원회는 1992년, 1996년, 1998년, 2000년, 2005년에 심폐소생술 가이드라인을 제정하여 발표함으로써, 유럽지역 심폐소생술의 표준화를 기하고 있다.

(3) 심폐소생술 국제연락위원회(International Liaison Committee on Resuscitation : ILCOR)의 결성과 International CPR Guidelines의 제정

심폐소생술에 관한 표준 가이드라인의 국제화를 위하여 1993년 미국심장협회와 유럽소생위원회가 중심이 되어 심폐소생술 국제연락위원회(ILCOR)를 구성하였다. ILCOR는 심폐소생술의 연구 및 가이드라인 개발에 대한 미국, 유럽 간의 연락사무소 역할을 하고 있으며, 국가 간 심폐소생술에 관한 주요 이슈를 해결하는 창구의 역할을 하고 있다.

2000년에는 심폐소생술 국제연락위원회와 미국심장협회가 주도하여 다수 국가가 심폐소생술 가이드라인 제정에 참여한 소위 2000 International Guidelines이 발표되었고, 2000 International Guidelines이 발표됨으로써, 심폐소생술 가이드라인을 직접 제정하지 않은 나라에서도 쉽게 심폐소생술 가이드라인을 적용할 수 있는 발판이 마련되었다.

2000년 이후 다수의 심폐소생술 분야 전문가의 4년여에 걸친 문헌검토와 consensus conference를 통하여 2005년 11월 미국심장협회와 심폐소생술 국제연락위원회는 2005 심폐소생술 및 응급심장치료 가이드라인을 발표하였다.

(4) 심폐소생술 가이드라인 제정에 관한 아시아 국가의 현황

• 싱가포르

1998년 창립한 National Resuscitation Council을 중심으로 하여 심폐소생술 가이드라인을 제정하였으며, 2005년 3월 1st Asian Update on Resuscitation을 개최하여 2005 심폐소생술 및 응급심장치료 가이드라인에 근거한 새로운 심폐소생술 가이드라인을 발표하였다.

• 일본

Japanese Resuscitation Council에서는 2005 심폐소생술 및 응급심장치료 가이드라인에 근거한 새로운 심폐소생술 가이드라인을 2005년에 발표할 예정이다.

(5) 심폐소생술 가이드라인에 대한 우리나라의 동향

• 표준 심폐소생술 가이드라인의 부재와 문제점

국내에서는 아직 심폐소생술에 대한 표준 가이드라인이 제정되거나 발표된 적이 없다. 심폐소생술에 대한 표준 가이드라인의 부재는 심폐소생술의 보급, 교육에 중대한 장애물로 작용하고 있으며, 심지어 의료인 사이에서도 심폐소생술 방법에 차이가 발생하는 등 심정지환자의 치료에도 심각한 문제가 제기되고 있는 상황이다.

• 심폐소생술 보급 및 확산에 대한 최근 동향

2002년 창립된 대한심폐소생협회는 대한응급의학회, 대한순환기학회, 대한소아과학회, 대한신경과학회, 대한중환자학회, 대한간호협회, 대한응급구조사협회, 대한적십자사 등 심폐소생술의 연구 또는 교육과 연관된 모든 단체가 참여하고 있는 심폐소생술에 관한 다기관 참여 단체(multidisciplinary organization)로서 심폐소생술의 보급에 노력하고 있다. 대한심폐소생협회는 2004년 11월 미국심장협회와 international training organization 협약을 맺은 후, 미국심장협회의

교육체계를 도입하여 교육네트워크를 구성하여 운영하고 있다. 그러나 심폐소생술의 보급률이 매우 낮은 우리나라 실정을 고려할 때 미국의 교육체계를 운영하는 것만으로는 심폐소생술의 급속한 확산을 기할 수 없으므로 우리 실정에 적합한 교육제도, 자료 및 시설 등이 개발되어 운영되어야 한다.

일반인 또는 의료인을 대상으로 한 심폐소생술 교육이 대한심폐소생협회 이외의 여러 교육기관에서도 진행되고 있으나, 현재에는 미국심장협회의 심폐소생술 가이드라인을 그대로 사용하고 있는 실정이다.

• 새로운 심폐소생술 가이드라인(2005 가이드라인) 적용과정에서의 혼란

2005년 12월 대한심폐소생협회 주최로 2005 심폐소생술 및 응급심장치료에 대한 가이드라인을 고찰하는 심포지엄이 개최되어 심폐소생술 가이드라인에서 변경된 내용을 전파하는데 기여하였으나, 우리나라의 표준 심폐소생술 가이드라인이 제정되지 않아 새롭게 변경된 심폐소생술 가이드라인의 적용 시기, 교육 내용의 변경 시기 등에 대한 혼란이 계속되고 있는 상황이다.

2. 연구 목적

이 연구의 목적은 심정지 환자의 치료를 위하여 일반인, 일차반응자, 응급구조사 및 의료인이 사용할 수 있도록 우리나라의 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 개발하는 것이다.

- 1) 우리나라의 윤리, 문화, 사회 및 의료 환경에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 개발한다.
- 2) 일반인, 일차반응자, 응급구조사 및 의료인이 사용할 수 있는 심폐소생술 가이드라인을 개발한다.
 - (1) 심정지 환자 발견 시의 행동요령, 기도 유지, 인공호흡, 인공 순환, 기도 폐쇄의 치료 등 기본 소생술 및 심실세동, 무수축, 무맥성 심전도 활동 등 심정지 리듬에 따른 치료 가이드라인을 개발한다.
 - (2) 제세동술, 심장박동조율술, 서맥 및 빈맥의 치료과정, 소생 후 치료, 새로운 심폐소생술 방법 등을 포함하는 전문 소생술 가이드라인을 개발한다.
 - (3) 소아 기본 소생술, 소아 전문소생술, 신생아 소생술을 포함하는 소아 소생술 가이드라인을 개발한다.

3. 연구내용

이 연구는 일반인 및 의료인이 심정지환자를 치료하고 심폐소생술의 교육에 사용할 수 있도록 우리나라 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 개발하는 것이다.

이 연구의 개발 내용에는 기본 소생술 가이드라인, 전문 심장소생술 가이드라인 및 소아 전문 소생술 가이드라인의 개발이 포함되어 있으며, 각 가이드라인별 개발항목은 표 3과 같다.

표 3. 가이드라인별 개발항목

분야	개발 항목
기본소생술 가이드라인	심폐소생술과 연관된 윤리 생존 사슬 심폐소생술에서의 정의 성인 심정지환자 발견시의 행동요령 성인 심정지환자의 심폐소생술 순서 기도유지 방법 인공호흡 방법 인공순환 방법 이물에 의한 기도폐쇄의 치료
전문심장소생술 가이드라인	제세동술 심장박동조율 심정지의 치료 서맥, 빈맥의 치료과정 새로운 심폐소생술 방법 소생 후 치료
소아소생술 가이드라인	소아 기본 소생술 소아 전문 소생술 신생아 심폐소생술

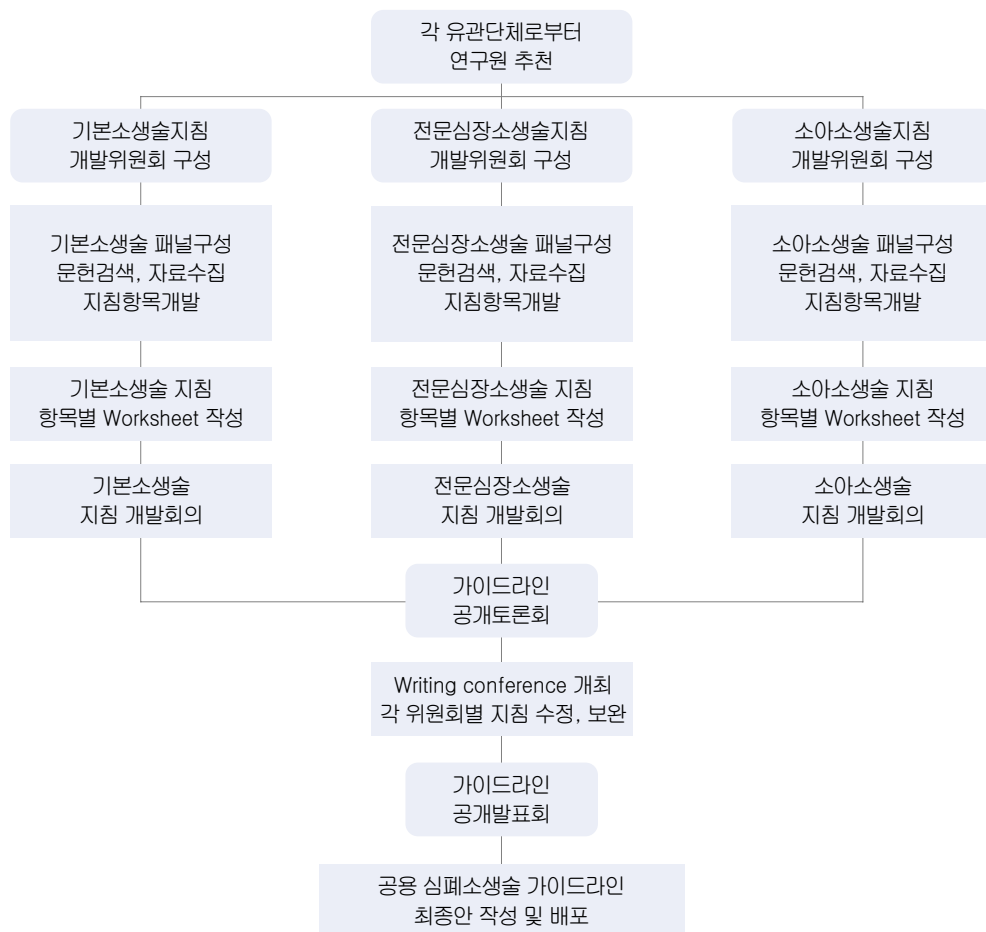
4. 연구방법

1) 연구진 구성

심폐소생술 가이드라인은 성인 소생술, 심장 소생술, 소아 소생술, 뇌 소생술, 현장 응급치료 등 다양한 분야의 내용을 포함하고 있으므로, 심폐소생술 가이드라인을 개발하는 과정에는 심

폐소생술과 연관된 모든 전문 학술단체로부터의 전문가 참여가 필요하였다. 뿐만 아니라, 심폐소생술에 대한 학술연구를 진행하지 않더라도 심폐소생술의 교육 및 전파에 관여하는 단체의 참여 없이는 개발된 가이드라인의 활용도에 문제가 발생할 것으로 판단하였다. 따라서 심폐소생술 가이드라인을 개발하는 연구진은 심폐소생술의 연구, 개발, 교육, 시행에 관계된 모든 단체의 전문가로 구성하였다. 대한심폐소생협회는 대한응급의학회, 대한순환기학회, 대한소아과학회, 대한마취과학회, 대한신경과학회, 대한간호협회, 대한응급구조학교수협의회, 대한적십자사에 연구원 추천을 의뢰하였다. 연구원이 참여한 학회는 대한응급의학회, 대한순환기학회, 대한소아과학회, 대한마취과학회, 대한응급구조학교수협의회이며, 대한응급구조사협회, 대한간호협회, 대한적십자사는 자문위원으로서 연구에 참여하였다.

2) 연구 수행 과정



3) 분야별 가이드라인 개발 전문 위원회 구성

심폐소생술 가이드라인의 개발 분야를 기본 소생술, 전문 심장소생술, 소아 소생술의 분야로 구분한 후 각 분야별 전문 위원회를 구성하였다. 분야별 전문위원회에는 1인의 연구위원장과 3-8인의 연구위원으로 구성하였다.

각 연구위원은 심폐소생술 가이드라인과 연관이 있는 유관단체(대한응급의학회, 대한순환기학회, 대한소아과학회, 대한마취과학회, 대한간호협회, 대한응급구조학교수협의회, 대한적십자사)로부터 추천받은 전문가로 구성하되 대한심폐소생협회의 BLS(basic life support), ACLS(advanced cardiovascular life support), PALS(pediatric advanced life support) 위원회의 위원 중 일부를 추가하여 구성하였다. 각 연구개발 위원회의 구성은 다음과 같다.

▶ 기본소생술 위원회

1인의 위원장(대한응급의학회)과 대한응급의학회(3명), 대한마취과학회(1명), 대한응급구조학교수협의회(1명)로부터의 전문가 4인으로 구성하였다.

▶ 전문심장소생술 위원회

대한순환기학회 소속의 위원장 1인과 대한순환기학회(2명), 대한응급의학회(7명)로부터 추천된 전문가 9인으로 구성하였다.

▶ 소아소생술 위원회

대한소아과학회 소속의 위원장 1인과 대한소아과학회(2인), 대한응급의학회(1인)로부터 추천된 전문가 3인으로 구성하였다.

4) 공용 심폐소생술 가이드라인 개발을 위한 개발 항목 선정

공용 심폐소생술 가이드라인에 포함될 개발 항목은 각 연구개발 위원회의 회의에서 결정하였다. 각 연구개발 위원회에서는 심정지를 치료하기 위한 필수 항목, 심폐소생술의 필수 술기, 우리나라의 실정에서의 적용 가능성 등을 고려하여 개발 항목을 선정하였다. 개발 항목이 선정된 후에는 각 개발항목에 포함되는 세부 개발 항목을 선정하였다. 각 위원회로부터 선정된 분야별 개발 항목과 세부 개발 항목은 표 4와 같다.

표 4. 공공 심폐소생술 가이드라인 개발을 위한 항목

분야	개발 항목	세부 개발 항목
기본소생술 가이드라인	심폐소생술과 연관된 윤리	심폐소생술의 기본 윤리
		심폐소생술의 시작과 중단
		병원이외의 장소에서 발생한 심정지 (심폐소생술의 중단, 환자의 이송)
		심폐소생술 연구 윤리
	생존 사슬	
	심폐소생술에서의 정의	일반인, 일차반응자, 의료종사자에서의 심폐소생술 차이
		나이의 구분과 정의
		성인과 소아에서의 심폐소생술 순서
		특수 상황에서의 심폐소생술 순서
	성인 심정지환자 발견시의 행동요령	
	성인 심정지환자의 심폐소생술 순서	
	기도 유지 방법	
	인공호흡 방법	호흡의 확인 방법
		인공 호흡량 및 인공호흡 방법
전문심장소생술 가이드라인	인공 순환 방법	맥박 확인 방법
		흉부 압박 방법
		흉부 압박 대 인공호흡의 비
	이물에 의한 기도폐쇄의 치료	기도 폐쇄의 확인 방법
		기도 폐쇄의 치료 방법
	제세동술	제세동술의 기본 원리
		자동 제세동 과정
		수동 제세동 과정
	심장박동조율	
	심정지의 치료	심정지환자에서의 약물투여 경로
		심실세동, 무수축, 무맥성 전기활동의 치료
		심폐소생술 중 투여하는 약물
	서맥, 빈맥의 치료과정	서맥의 치료 과정
		빈맥의 치료 과정
소아 기본소생술 가이드라인	새로운 심폐소생술 방법	
	소생 후 치료	
	소아 심폐소생술	
	소아 전문 소생술	
	신생아 심폐소생술	

5) 각 항목에 대한 가이드라인 개발 worksheet의 작성

가이드라인의 개발은 각 분야별 위원회 회의에서 선정된 가이드라인 개발 항목별로 1인의 연구개발 전문가를 배정하여, 해당 연구개발 전문가가 해당 항목의 가이드라인을 작성하도록 하였다. 각 연구개발 전문가는 배정된 개발 항목에 대한 과학적 근거를 수집한 후, 수집된 과학적 근거를 바탕으로 각 항목에 대한 worksheet를 작성하였다.

Worksheet에는 2005년 미국심장협회(American Heart Association)에서 발표한 심폐소생술 및 응급심장치료에 관한 가이드라인의 해당 부분을 서술한 후에 우리나라에서의 적용을 위하여 변경이 필요한 내용과 과학적 근거에 의한 사유를 서술하도록 하였다. 그리고 개발자가 제안하는 공용 가이드라인의 초안과 해당 내용에 대한 과학적 근거를 설명하도록 하였다. 또한 개발자가 제안한 공용 가이드라인의 초안에 대하여 공개토론회(공청회)에서 논의된 내용을 기술하도록 하였다. 공개토론회에서 제시된 의견을 바탕으로 연구 개발자가 최종 가이드라인의 초안을 작성함으로써, worksheet의 작성을 완료하도록 하였다.

6) 분야별 가이드라인 개발 토론회 개최

(1) 분야별 위원회에서의 토론

각 항목에 대한 가이드라인의 초안이 마련되면, 각 항목에 대하여 각 위원회별로 내부 토론회를 개최하였으며, 논란이 있는 부분은 연구 개발자들의 소위 ‘의견일치(consensus)’ 과정을 밟도록 하였다. 즉, 일차적으로 연구 개발자에 의하여 제시된 내용에 대한 과학적 근거를 제시하였고, 과학적 근거가 없거나 부족한 경우, 또는 상호 일치하지 않는 경우에는 연구 개발자들 간에 의견이 일치하는 내용으로 가이드라인을 정하였다.

(2) 전체 연구 개발자 회의(워크숍)를 통한 토론

각 항목에 대한 분야별 위원회에서의 토론 과정이 종료된 후, 전체 연구 개발자 회의를 개최하여 각 가이드라인 항목에 대한 토론을 진행하였다. 전체 연구 개발자 회의에서도 각 위원회별 토론회와 같은 방법으로 논란이 있는 부분은 연구 개발자들의 소위 ‘의견일치(consensus)’ 과정을 밟도록 하였다.

분야별로 중복되거나 상호 일치하지 않는 내용에 대한 ‘의견일치’ 과정도 전체 연구 개발자 회의에서 이루어졌다.

7) 가이드라인 개발 내용(초안)에 대한 공개 토론회

전체 연구 개발자 회의에서 결정된 각 항목별 가이드라인 초안을 심폐소생술 관련 단체의 전문가 등을 초청하여 공개토론회를 개최하였다. 공개토론회에서는 전체 연구 개발자 토론회에서 논란의 대상이 되었던 주제를 중심으로 연구 개발자의 발표 내용에 대하여 지정토론자의 의견 제시와 다른 전문가들의 토론을 통하여 가이드라인의 내용을 정리하였다.

8) Writing conference의 개최

공개토론회를 거쳐 각 항목별 가이드라인의 내용이 최종 확정된 후 각 분야별 연구개발 위원회에서는 writing conference를 개최하여 가이드라인의 내용을 문서화하였다. Writing conference동안에는 각 가이드라인에서의 중복 내용, 일치하지 않는 내용 등을 조정하였으며, 최종 작성은 각 항목의 연구 개발자의 책임 하에 수행되었다.

9) 가이드라인 공개 발표회

각 항목별 가이드라인이 최종 확정된 후 공용 심폐소생술 가이드라인 공개 발표회를 개최하였다. 가이드라인 공개 발표회에서는 심폐소생술과 연관된 윤리/생존사슬, 성인 기본 소생술을 포함하는 기본 소생술, 심정지의 치료, 서맥의 치료과정, 빈맥의 치료과정을 포함하는 전문 심장 소생술, 소아 기본 소생술, 소아 전문 소생술, 신생아 소생술을 포함하는 소아 소생술의 가이드라인이 발표되었다.

10) 공용 심폐소생술 가이드라인의 홈페이지 게재 및 최종 인쇄본 발행

가이드라인 공개발표회 후 작성된 최종 가이드라인과 각 항목별 worksheet를 대한심폐소생협회 홈페이지에 게재한 후 연구에 참여하지 않은 단체 또는 심폐소생술 관계자로부터의 의견을 수렴하였다. 홈페이지에 제시된 가이드라인에 대한 의견을 수렴한 후, 간행에 필요한 그림 및 도표를 첨가하여 공용 심폐소생술 가이드라인 최종 인쇄본을 제작하였다.

5. 연구결과에 대한 기여도, 기대효과 및 활용방안

1) 기대효과

(1) 국내 심폐소생술의 표준화

우리나라에는 그 동안 심폐소생술 가이드라인이 마련되어 있지 않았으므로, 각 단체 또는 기

관에 따라 각각 다른 나라의 심폐소생술 가이드라인을 도입하여 적용하고 있었으나, 공용 심폐소생술 가이드라인이 개발됨에 따라 각 단체 또는 기관이 개발된 심폐소생술 가이드라인을 활용함으로써 심폐소생술의 표준화를 기할 수 있을 것으로 기대된다.

(2) 일반인 및 의료인의 심폐소생술에 대한 인식 제고

심폐소생술 가이드라인의 공개 발표를 통하여 일반인 및 의료인의 심폐소생술에 대한 인식이 제고되어 심폐소생술을 보급하고 전파하는 중요한 계기가 될 것으로 기대된다.

(3) 심정지환자의 생존율 제고

심폐소생술 가이드라인이 제정됨에 따라 심정지 환자에게 표준화된 심폐소생술이 제공되어 심정지 환자의 생존율을 제고하는 전기를 마련할 수 있을 것이다.

2) 활용방안

(1) 심폐소생술의 교육 자료로서 활용

제정된 공용 심폐소생술 가이드라인을 바탕으로 우리나라 실정에 맞는 심폐소생술 교육 제도, 교육 자료, 교육 방법을 개발할 수 있으므로, 일반인, 일차반응자, 응급구조사 그리고 의료인 대상의 심폐소생술 교육 자료로서 활용할 수 있다.

(2) 심폐소생술과 연관된 제도의 표준 자료로서 활용

공용 심폐소생술 가이드라인은 심폐소생술의 보급 및 교육에 관한 제도, 자동 제세동술, public access defibrillation 등 심폐소생술과 연관된 제도 제정의 기준으로서 활용할 수 있다.

(3) 심정지 환자의 치료 가이드라인으로서 활용

제정된 공용 심폐소생술 가이드라인은 심정지환자의 치료 과정에 대한 세부 술기 및 가이드라인이 포함되어 있으므로, 심정지 환자의 치료/진료 가이드라인으로 활용할 수 있다.

(4) 추후 새로운 심폐소생술 가이드라인의 참고 자료로서 활용

심폐소생술에 관한 가이드라인은 심폐소생술에 관한 새로운 과학적 근거가 축적될 때마다 내용을 수정하여야 한다. 현재까지 우리나라에는 심폐소생술 가이드라인이 없었기 때문에 심폐소생술에 관한 새로운 근거가 나오더라도 내용 수정을 위한 근거가 없었다. 이번에 제정된 공용 심폐소생술 가이드라인은 새로운 과학적 근거에 의하여 향후 가이드라인의 수정이 필요할 때, 기

본 틀로서 사용될 수 있을 것이다.

6. 연구의 한계점

1) 심폐소생술에 관한 국내 연구 자료의 부족

심정지 및 심폐소생술에 관한 국내의 자료는 주로 일 기관 또는 소수의 다기관으로부터 수집된 환자를 대상으로 한 연구로부터 얻을 수밖에 없었다.

심정지의 발생률, 발생 양상(발생 장소, 목격자 유무, 목격자에 의한 심폐소생술, 심정지의 원인, 심정지 시의 심전도 소견 등), 응급의료체계에서의 자료(현장 도착까지의 시간, 응급구조사에 의한 심폐소생술 등 현장 응급치료 상황, 병원까지의 도착 시간 등), 심폐소생술 성적(순환 회복률, 생존 퇴원율, 신경학적 회복 여부 등), 심폐소생술 또는 심정지에 대한 일반인의 반응 등에 대한 실태를 파악하는 것은 해당 지역의 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 제정하는 데 매우 중요하다. 이 분야에 대한 대규모 실태조사 자료가 없었기 때문에 우리 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 제정하는데 상당한 제한점이 있었다.

2) 심폐소생술에 대한 연구 전문가의 부족

심폐소생술분야를 발전시키려면 응급의학, 순환기학, 소아과학, 마취과학, 응급구조학 등 다양한 분야의 전문가에 의한 연구 활동이 필요하다. 우리나라는 심폐소생술에 대한 연구 자료의 부족과 더불어 심폐소생술의 각 분야에 대한 우리나라 자체의 가이드라인을 제정하기에는 이 분야의 연구 전문가가 부족한 실정이다. 따라서 이 연구 사업에 적용된 대부분의 연구 자료는 국외에서 이루어진 연구 내용을 이용할 수밖에 없었다. 향후 심폐소생술 가이드라인의 수정 보안을 위해서라도 심폐소생술 분야의 전문가를 양성하여야 할 것이다.

3) 제한된 연구기간과 연구원

미국심장협회는 심폐소생술 가이드라인을 제정하기 위하여 통상 3-4년의 시간을 할애하고 있다. 또한 가이드라인의 제정을 위하여 전 세계로부터 300명 이상의 심폐소생술 전문가를 초청하여 활용하고 있다. 이번 연구는 총 3개월 간 19명의 전문가에 의하여 수행되었다. 따라서 이번 연구에서는 미국심장협회에서 가이드라인을 제정하는 방법과 같이 심폐소생술에 관한 모든 문헌을 검색하고 각 문헌의 증거 정도를 선정하여 가이드라인의 수준을 결정하는 방법을 적용할 수 없었다. 그러나 제한된 연구기간과 연구원을 활용하여 미국심장협회의 가이드라인의 과학적

증거를 확인하고, 우리 실정과 부합되지 않는 부분을 분석 도출해 냄으로써, 우리 실정에 맞는 심폐소생술 가이드라인을 제정할 수 있었다.

참고문헌

1. American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2000;102(suppl):I1-I384.
2. Available at: <http://www.nso.go.kr/>. accessed August 4, 2006.
3. Eisenberg MS, Copass MK, Hallstrom AP, Blake B, Bergner L, Short F, et al. Treatment of out-of-hospital cardiac arrest with rapid defibrillation by emergency medical technicians. N Engl J Med 1980;302:1379-1383.
4. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). JAMA 1992;266:2135-2302.
5. Hwang SO, Ahn ME, Kim YS, Lim KS, Yoon J, Choe KH. Outcome of resuscitation in victims of prehospital cardiac arrest. J Korean Soc Emerg Med 1992;3:27-36.
6. Hwang SO, Lee BS, Kim YS, Ahn ME, Lim KS, Kang SJ. Survival and factors influencing restoration of spontaneous circulation after cardiopulmonary resuscitation. J Korean Soc Emerg Med 1993;4:15-25.
7. Hwang SO, Lim KS, Kim YS, Lee BS, Ahn ME, Lee KH, et al. Outcome of resuscitation attempts in victims with non-traumatic out-of-hospital cardiac arrest in Korea. Korean Circulation J 1994;24:861-869.
8. International Liaison Committee on Resuscitation. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2005;112:III-1-III-136.
9. Kim JK, Choi MS, Seo KS, Seol DH, Park JB, Jung JM. Clinical analysis of resuscitation in victims of out-of-hospital cardiac arrest. J Korean Soc Emerg Med 2002;13:5-11.
10. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. Ann Emerg Med 1993;22:1652-1658.
11. Park KN, Jung KY, Lee K, You JY, Kim MS. The outcome of the out-of-hospital cardiac arrest -A collaborative research of three hospitals-. J Korean Soc Emerg Med 1999;9:370-378.
12. Ryoo JH, Heo T, Min YI, Jeong KU, Wee JS, Moon JM, et al. Analysis of cardiopulmonary resuscitation in ward of tertiary hospital. J Korean Soc Emerg Med 2001;12:369-378.
13. Standards and guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). JAMA 1980;244:453-509.
14. Standards and guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). JAMA 1986;255:2905-2989.
15. Standards for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC).

- JAMA 1974;227:(suppl):852-860.
16. Stults KR, Brown DD, Schug VL, Bean JA. Prehospital defibrillation performed by emergency medical technicians in rural communities. N Engl J Med 1984;310:219-223.
 17. Yoon HD, Park JK, Min YI. Clinical Analysis of Nontraumatic Prehospital Cardiac Arrest for Two Years. J Korean Soc Emerg Med 1997;8:341-346
 18. Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E. Braunwald's heart disease. A textbook of cardiovascular medicine, 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p. 865-908.
 19. 강병우. 병원전 심정지환자의 생존에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문. 2005년 2월

제2편 **공용 심폐소생술 가이드라인**

제1부 **서론**

1. 심폐소생술 가이드라인의 필요성과 동향

1) 심폐소생술 가이드라인의 필요성

심폐소생술은 심장이 멎은 사람에게 인공호흡과 인공순환을 유지하여 주요 장기에 산소를 공급하는 치료 술기이다. 심정지가 발생한 사람의 흉부를 압박하여 순환을 유지하고 인공호흡으로 혈액을 산소화 시키면 소생시킬 수 있다는 현대 개념의 심폐소생술이 도입된 지 46년이 지나왔다. 그 동안 심정지와 심폐소생술에 대한 다양한 연구가 진행됨으로써, 심폐소생술은 심정지가 발생한 수많은 사람의 생명을 구하는데 기여하였다. 각 나라는 심폐소생술을 체계적으로 국민에게 보급함으로써, 예측되지 않은 심정지에 의한 희생자들을 줄이려는 노력을 하고 있다.

예측되지 않은 심정지는 주로 가정, 공항 등 공공장소, 체육시설, 오락시설, 직장, 쇼핑센터 등 의료기관이 아닌 장소에서 발생하므로, 심정지의 첫 목격자는 주로 가족, 동료, 행인 등의 일반인이다. 심정지가 발생한 후 45분이 경과하면 뇌가 비가역적 손상을 받기 때문에 심정지를 목격한 사람이 즉시 심폐소생술을 시작하여야 심정지가 발생한 사람이 정상 상태로 소생할 수 있다. 따라서 심정지를 목격한 사람이 심정지의 발생 사실을 응급의료체계에 알리고 즉시 심폐소생술을 시작할 수 있어야 심정지가 발생한 사람의 소생을 기대할 수 있는 것이다. 일반인이 심

정지가 발생한 사람을 발견하였을 때 당황하지 않고 응급의료체계에 연락을 하고 심폐소생술을 시작하려면, 심폐소생술에 대한 적절한 교육을 받아야 한다. 심폐소생술 교육을 받은 사람의 수가 많아야 목격자에 의한 심폐소생술의 빈도가 높아질 수 있으므로, 각 나라는 일반인에게 심폐소생술의 중요성을 인식시키고 심폐소생술을 교육하고 있다. 일반인뿐 아니라 의료인에게도 심폐소생술 교육을 하여야 한다. 의료인이 시행하는 심폐소생술에는 흉부압박과 인공호흡뿐 아니라 약물 투여, 제세동술 등 전문 심장소생술이 포함된다. 심정지가 발생하면 짧은 시간에 여러 가지 치료를 하여야 하므로, 심폐소생술을 하는 의료인은 누구든지 과학적 근거에 입각한 적합한 치료를 제공할 수 있어야 한다. 일반인에게 심폐소생술을 교육하고 의료인이 과학적 근거에 입각한 치료를 제공할 수 있도록 하기 위하여 각 나라에서는 자신들의 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 제정하여 사용하고 있다.

2) 심폐소생술 가이드라인 제정의 동향

심폐소생술 가이드라인을 처음 제정하여 사용하기 시작한 나라는 미국이다. 미국은 미국심장협회(American Heart Association)의 주도로 이미 1966년에 첫 심폐소생술 가이드라인을 위한 회의를 개최하였고, 그 후 주기적으로 6회의 수정 가이드라인을 발표한 바 있다. 유럽은 유럽 국가들의 모임인 유럽소생위원회(European Resuscitation Council: ERC)를 중심으로 유럽 심폐소생술 가이드라인을 발표하고, 각 유럽 국가는 유럽 심폐소생술 가이드라인을 근거로 각 나라의 실정에 맞는 심폐소생술 가이드라인을 제정하여 사용하고 있다. 2000년 심폐소생술국제연락위원회(International Liaison Committee on Resuscitation: ILCOR)와 미국심장협회가 중심이 되어 제정한 Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care-International consensus on science-는 심폐소생술분야의 연구에 대한 과학적 근거의 고찰과 전문가 토론을 통하여 치료 방법을 권장한 심폐소생술 가이드라인에 대한 국제 가이드라인이다. 그 후 2003년부터 심폐소생술에 관한 최신 과학적 근거를 바탕으로 2000년 가이드라인의 수정작업을 시작하여 2005년 11월 수정된 심폐소생술 가이드라인이 발표되었다.

우리나라에서는 심폐소생술 가이드라인이 제정된 적이 없다. 2000년 이전까지는 심폐소생술에 대한 의학계의 낮은 관심, 심폐소생술에 대한 국민의 낮은 인식도, 심폐소생술 가이드라인 제정을 주도할 단체의 부재 등으로 인하여 심폐소생술 가이드라인의 제정을 위한 활동이 이루어지지 않았다. 2002년 대한응급의학회와 대한순환기학회를 중심으로, 대한소아과학회, 대한마취과학회, 대한신경과학회, 대한간호협회, 대한적십자사, 대한응급구조사협회 등이 참여하여 대한심폐소생협회를 창립함으로써, 우리나라에서 심폐소생술의 표준화와 보급을 위한 움직임이 시작되었다.

2. 공용 심폐소생술 가이드라인

1) 공용 심폐소생술 가이드라인 개발의 의의

공용 심폐소생술 가이드라인은 우리나라에서 최초로 제정하여 발표되는 ‘한국 심폐소생술 가이드라인’이다. 공용 심폐소생술 가이드라인은 심정지환자의 치료를 위하여 일반인, 일차반응자, 응급구조사 및 의료인이 사용할 수 있도록 우리나라 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인으로서 개발되었다.

그 동안 우리나라에는 심폐소생술 가이드라인이 없었기 때문에 다른 나라의 심폐소생술 가이드라인을 도입하여 사용하는 과정에서 상당한 혼란이 초래된 바 있다. 공용 심폐소생술 가이드라인이 개발됨으로써 심정지환자의 치료와 심폐소생술 교육의 표준화를 기할 수 있을 것이다. 또한 공용 심폐소생술 가이드라인의 개발은 심정지 및 심폐소생술에 대한 국민과 의료인의 인식을 제고함으로써, 심폐소생술을 보급하고 전파하는 중요한 계기가 될 수 있다.

심폐소생술 가이드라인은 새로운 과학적 연구가 축적됨에 따라 주기적으로 그 내용이 수정 보완되어야 한다. 공용 심폐소생술 가이드라인은 향후 과학적 근거에 입각하여 새로운 가이드라인을 개발할 때 중요한 기본 틀로서 사용될 수 있을 것이다.

2) 공용 심폐소생술 가이드라인 개발 과정

공용 심폐소생술 가이드라인 개발에는 대한응급의학회, 대한순환기학회, 대한소아과학회, 대한마취과학회, 대한응급구조사교수협의회로부터 추천받은 20인의 심폐소생술 전문가가 참여하였다. 가이드라인의 개발 분야를 기본 소생술, 전문 심장소생술, 소아 소생술 분야로 구분한 후 각 분야별 전문 위원회를 구성하였다. 각 분야별 전문위원회에서는 공용 심폐소생술 가이드라인에 포함될 개발항목을 선정하였으며, 각 개발 항목의 세부항목마다 한 명의 전문가를 배정하였다. 각 전문가는 배정된 세부항목에 대한 연구 자료를 수집한 후, 수집된 연구 자료의 과학적 근거를 바탕으로 worksheet를 작성하였다. Worksheet에는 2005년 심폐소생술국제연락위원회와 미국심장협회에서 발표한 국제 가이드라인의 내용을 바탕으로 우리나라에서의 적용을 위하여 변경이 필요한 내용과 그 과학적 근거에 대한 사유를 서술하였고, 연구 개발자가 제안하는 공용 심폐소생술 가이드라인의 초안을 기술하였다. 연구 개발자에 의하여 제안된 초안은 분야별 전문위원회에서의 토론과 전체 연구원 회의에서의 토론을 거친 후, 심폐소생술 관련 단체 및 관계자를 대상으로 한 공개토론회에서의 논의 결과를 토대로 수정된 후 최종 가이드라인으로서 작성되었다. 작성된 최종 가이드라인과 worksheet는 대한심폐소생협회 홈페이지에 공개하여 의견을 수렴하였으며, 홈페이지를 통해 수집된 의견을 참조하여 최종 가이드라인이 작성되었다.

3) 공용 심폐소생술 가이드라인의 내용

공용 심폐소생술 가이드라인은 기본 소생술, 전문 심장소생술, 소아 소생술로 구성되어 있으며, 심폐소생술과 연관된 윤리, 심정지와 관련한 현장 응급치료, 성인 및 소아 심폐소생술, 전문심장소생술, 뇌 소생술 등 심폐소생술 및 심폐소생술 관련 응급치료에 대한 내용이 포함되어 있다.

기본 소생술 분야에는 심폐소생술에서의 정의(일반인, 일차반응자, 의료종사자에서의 심폐소생술 차이, 나이의 구분, 성인과 소아에서의 심폐소생술 순서), 심정지가 발생한 성인을 발견하였을 때의 행동요령, 성인 심폐소생술의 순서, 기도유지방법, 인공호흡 방법, 심정지의 확인 및 흉부 압박 방법, 흉부압박 대 인공호흡의 비율, 이물에 의한 기도폐쇄의 치료 방법이 포함되어 있다. 전문 심장 소생술 분야에는 제세동술(제세동술의 기본 원리, 자동 및 수동 제세동 과정), 심장박동조율, 심정지의 치료, 심정지 시 투여하는 약물 및 약물투여 경로, 서맥 및 빈맥의 치료 과정, 소생 후 치료, 새로운 심폐소생술 방법 등이 포함되어 있다. 소아 소생술에는 소아 기본소생술, 소아 전문 소생술, 신생아 심폐소생술이 포함되어 있다.

3. 공용 심폐소생술 가이드라인 개발의 주요 방향

1) 심폐소생술에 관한 국제 가이드라인의 골격 유지

공용 심폐소생술 가이드라인은 심폐소생술에 관한 국제 가이드라인(미국심장협회-심폐소생술국제연락위원회 가이드라인, 유럽소생위원회 가이드라인)이 이미 발표되어 우리나라에 도입된 후에 개발되었기 때문에, 공용 심폐소생술 가이드라인 개발과정에서 개발연구진은 기존에 발표된 국제 가이드라인의 골격을 유지함으로써 사용자의 혼란을 줄이기 위하여 노력하였다. 따라서 연구 개발자에 의하여 이미 과학적 근거가 분명하다고 판단된 국제 가이드라인의 내용은 연구개발회의에서 토론을 거친 후 특별한 변경 없이 공용 심폐소생술 가이드라인에 적용되었다. 또한 국제 가이드라인의 내용 중에서 과학적 근거가 분명하지 않더라도 이미 널리 알려져 새롭게 변경할 경우에 혼란이 초래될 수 있는 부분은 전체 연구원회의에서의 토론을 거친 후, 해당 가이드라인을 시행하더라도 특별한 위해가 발생하지 않는다고 판단되는 경우에는 공용 심폐소생술 가이드라인에 적용하였다. 예를 들면, 2005 국제 가이드라인은 상위 수준의 과학적 근거가 부족하지만 흉부압박과 인공호흡의 비율을 30:2로 하도록 권장하고 있다. 30:2의 흉부압박:인공호흡의 비는 2005 국제 가이드라인이 발표된 후부터 이미 국내에도 널리 알려졌으며, 대부분의 의료인이 30:2의 비율로 심폐소생술을 시행하고 있는 실정이다. 따라서 공용 심폐소생술 가이드라인을 개발하는 과정에서 30:2의 흉부압박:인공호흡의 비율은 기존의 15:2 비율에 비

하여 효율성이 낮다는 증거가 발견되지 않았고 이미 우리나라에서 널리 시행되고 있다는 점을 고려하여 공용 심폐소생술 가이드라인의 권장 사항에 포함되었다.

2) 한국 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인의 개발

나라마다 심폐소생술에 관한 윤리, 문화, 인구 구성, 응급의료체계의 수준이 다르기 때문에 공용 심폐소생술 가이드라인에는 우리나라의 실정에 적합한 내용을 개발하여 포함시켰다. 예를 들면, 미국 등에서는 병원 이외의 장소에서 심정지가 발생한 후 현장에서의 전문 소생술 후에도 소생되지 않는 경우에는 응급구조사가 의사의 지도를 받아 사망을 신고할 수 있다. 그러나 우리나라에서는 현장에서의 전문 소생술이 아직 충분히 시행되지 않고 있으며 현장에서의 사망 신고가 법률적으로 허용되지 않기 때문에, 병원이외의 장소에서 심정지가 발생한 사람은 모두 병원으로 이송되어야 한다. 이송 중에는 효율적인 심폐소생술이 불가능하므로 심정지가 발생한 후 순환이 회복되지 않은 상태에서의 이송은 환자의 소생에 치명적인 영향을 줄 수 있다. 반면, 충분한 전문소생술이 가능하지 않은 현재의 우리나라 현장응급치료 수준에 비추어볼 때, 장시간의 현장응급치료를 허용하는 것도 최선의 방법이라고 할 수 없다. 따라서 공용 심폐소생술 가이드라인에서는 현장 응급치료의 최소 시간을 권장함으로써, 최선의 현장 응급치료와 빠른 이송을 기할 수 있도록 하였다.

3) 가이드라인의 간소화

심폐소생술 교육에는 여러 가지의 행위와 술기가 포함되어 있다. 심폐소생술을 실제로 하여야 할 상황이 거의 없는 일반인은 심폐소생술의 복잡한 행위와 술기를 장기간 기억할 수 없다. 따라서 일반인이 심폐소생술을 쉽게 익히도록 하려면 심폐소생술 가이드라인을 간소화하여야 한다. 이미 2005년 국제 가이드라인에서도 심폐소생술의 간소화가 시도되었으며, 공용 심폐소생술 가이드라인의 개발 과정에서도 간소화를 위하여 노력하였다. 예를 들면, 2005 국제 가이드라인에서는 심정지가 발생한 성인을 발견한 목격자는 응급 전화를 먼저 한 후 심폐소생술을 하고, 심정지가 발생한 소아를 발견한 목격자는 심폐소생술을 먼저 한 후 응급 전화를 하도록 권장하고 있다. 그러나 우리나라는 국민의 대부분이 휴대전화를 가지고 있고 인구밀도가 매우 높으며 다수의 국민이 심폐소생술을 배우지 않았다는 점을 고려할 때, 심정지가 발생한 사람의 연령에 관계없이 응급 전화를 먼저 하도록 가이드라인에서 권장함으로써 심폐소생술 순서의 간소화를 기할 수 있었다.

4. 공용 심폐소생술 가이드라인의 제한점

우리 실정에 적합한 심폐소생술 가이드라인을 개발하려면 심정지의 발생률, 발생 양상, 응급 의료체계의 수준 및 현장 응급치료 현황, 심폐소생술 성적, 심폐소생술에 대한 일반인의 인식 등에 대한 광범위한 자료가 필요하다. 국내에는 심폐소생술에 대한 연구가 활발하지 않아 공용 심폐소생술 가이드라인을 개발하는 과정에서 중요한 과학적 근거가 되는 국내의 자료는 주로 일 기관 또는 소수의 다기관으로부터의 연구결과를 활용할 수밖에 없었다. 국내 연구 자료의 부족으로 인하여, 주로 국외의 연구 자료가 공용 심폐소생술 가이드라인 개발을 위한 과학적 근거로서 사용되었다.

국제 가이드라인은 다수의 전문가가 충분한 시간을 가지고 심폐소생술에 관한 과학적 근거를 완벽하게 고찰할 수 있는 연구 환경 하에서 개발되었으나, 공용 심폐소생술 가이드라인은 여러 상황에 의하여 짧은 연구기간과 소수의 전문가에 의하여 개발되었다. 개발과정에서의 이러한 제한점을 극복하기 위하여 심폐소생술과 연관된 거의 모든 단체로부터의 전문가가 가이드라인의 개발에 참여하였고, 각 연구 개발자가 국제 가이드라인의 해당 항목에 대한 과학적 근거를 충분히 검토한 후 가이드라인을 작성하였으며, 논란이 제기된 부분은 공개토론회를 통하여 의견을 수렴함으로써 제한점을 극복하기 위하여 노력하였다.

참고문헌 및 추가 읽기

1. American Heart Association in collaboration with International Liaison Committee on Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Circulation 2000;102(suppl):I1-I384.
2. Becker L, Eisenberg M, Fahrenbruch C, Cobb L. Public location of cardiac arrest: implications for public access defibrillation. Circulation 1998;97:2106-2109.
3. Guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). JAMA 1992;266:2135-2302.
4. International Liaison Committee on Resuscitation. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2005;112:III-1-III-136.
5. Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. JAMA 1960;173:1064-1067.
6. Standards and guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). JAMA 1980;244:453-509.
7. Standards and guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). JAMA 1986;255:2905-2989.
8. Standards for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). JAMA 1974;227(suppl):852-860.

제2부 심폐소생술과 관련된 윤리와 생존사슬

응급 심혈관 치료의 목적은 생명을 위협 할 수 있는 갑작스런 심혈관 질환으로부터 생명을 구하고 장애를 최소화함으로써 건강을 회복하는데 있다. 심폐소생술을 하기까지의 결정은 심정지가 발생한 사람의 상태나 그 개인의 자율권에 대하여 충분히 파악하지 못하는 아주 짧은 시간 안에 이루어질 수 있다. 그렇기 때문에 심폐소생술의 시도에 대한 당사자나 보호자의 뜻과 구조자 또는 의료인의 뜻이 다를 수 있어서 문제가 될 수 있다. 따라서 이 가이드라인에서는 의료인이 응급심혈관 치료과정에서 만날 수 있는 윤리적 문제에 대하여 언급하고자 한다.

1. 윤리적 원칙

1) 자율권의 원칙

자율권(autonomy)이란 자신에게 행하여 질 의료적 처치나 치료에 대하여 이해하고 그 처치나 치료에 대하여 받아들이거나 거부할 수 있는 개인의 권리를 의미하며, 이러한 자율권은 도덕적으로 그리고 법적으로 보장받아야 한다. 그러나 응급상황에서 개인의 자율권을 확인할 수 없거나 불명확한 경우에는 지체 없이 응급치료를 하여야 한다. 자율권을 표현하는 방법은 대화,

사전의사결정(advance directives), 문서화 된 양식, 개인이 원하는 치료 동의서(living will)등의 여러 가지가 있다. 자율권을 표현하는 방법 중 자신이 의사결정이 불가능한 경우를 대비하여 의료적인 처치에 대하여 미리 자신의 의지를 문서화하는 양식을 ‘개인이 원하는 치료 동의서’라고 한다. 개인의 의지나 질병의 상태가 변화할 수 있기 때문에 이러한 문서화된 양식은 일정한 시간적 간격마다 다시 확인되어야 한다.

2) 법적인 결정

개인의 자율권을 보장한다 하더라도 개인이 의사결정을 할 수 없는 상황에서는 가족이나 친척이 대신하여야 한다. 이러한 상황에서 누가 우선순위의 결정권을 갖는가 하는 문제는 구체적으로 규정되어 있지는 않다. 그러나 사회적인 법칙에 의하여 민법의 순서를 따르는 것이 합리적이라고 할 수 있다. 국제 가이드라인에서는 환자가 미리 지정하지 않은 경우에는 (1) 배우자, (2) 성인자녀, (3) 부모, (4) 친척, (5) 환자를 돌보는 사람에 의해 지정된 자, (6) 법에 의한 지정자의 순서로 규정하고 있다.

2. 심폐소생술을 시작하지 않거나 중단하는 상황

1) 심폐소생술을 시작하지 않는 상황

심폐소생술을 시작하지 않아도 되는 기준은 ① ‘심폐소생술 시도 거부’ (DNAR: Do Not Attempt Resuscitation)지시가 있는 경우, ② 비가역적인 사망의 징후가 있는 경우, ③ 심폐소생술을 하더라도 효과가 없을 것으로 예측되는 경우이다. 비가역적인 사망의 징후란 사후강직, 참수, 부패, 시반이 있는 경우를 말한다. 이상의 3가지 경우에 해당하지 않는 모든 심정지 환자는 의사의 사망 선고가 없는 한 심폐소생술을 하여야 한다. 분만장에서 신생아에게 심폐소생술을 시작하지 않아도 되는 기준은 신생아의 재태기간, 출생체중, 사망 가능성이 높은 선천성 기형 등을 고려하여 결정한다. 통상 재태기간이 임신 23주 미만이거나 출생체중이 400g 미만인 경우 또는 무뇌증인 경우에는 심폐소생술을 시작하지 않는다.

2) 심폐소생술을 중단하는 상황

심폐소생술의 중단은 의사가 할 수 있다. 심폐소생술의 중단은 심정지 이전의 환자 상태, 심정지에서의 심전도 리듬, 심폐소생술 지속시간, 제세동까지의 시간, 제세동의 성공 여부, 자발순환회복 여부, 환자의 병력 등 여러 가지 요인을 고려하여야 결정하여야 한다. 특히 환자에 따

라 심정지의 양상이 다르기 때문에 심정지로부터의 경과 시간 또는 심폐소생술이 지속된 시간만으로 심폐소생술을 중단할 수는 없다.

3) '심폐소생술 시도 거부' 지시

말기 질환이나 때로는 갑작스런 심정지 상황에서 심폐소생술을 받을 것인지에 대하여 자기 결정권을 각 개인에게 있다. 심폐소생술이 필요한 상황에서 심폐소생술을 하지 않겠다는 의사 결정권은 '심폐소생술 시도 거부' 지시로 표현될 수 있으며, 문서로 기술되어야 한다. 심폐소생술 시도 거부지시를 결정하더라도 수액치료나 약물 투여 등 모든 치료를 거부하는 것은 아니다. 따라서 심폐소생술 시도 거부를 결정할 때에는 여러 가지 치료나 처치에 대하여 구체적으로 기술하는 것이 바람직하다. 그리고 환자를 담당하고 있는 주치의는 미리 가족이나 다른 의료진과도 이러한 내용에 대하여 의견을 공유하여야 한다. 그러나 아직 우리나라에는 '심폐소생술 시도 거부'에 대한 일반인 및 의료인의 인식 높지 않으며, 이에 대한 지침이나 양식이 개발되어 있지 않다. 따라서 '심폐소생술 시도 거부'에 대한 법, 제도의 보완과 이를 시행할 수 있는 일정 양식의 문서가 개발되어야 할 것이다.

심폐소생술을 하여야 할 응급상황에서 '심폐소생술 시도 거부'의 여부를 알 수 없는 경우에는 지체 없이 심폐소생술을 시작하여야 한다.

3. 병원이외의 장소에서의 심폐소생술

1) 병원이외의 장소에서 심폐소생술을 시작하지 않거나 중단하는 상황

병원이외의 장소에서 심폐소생술을 시작하지 않아도 되는 기준은 (1) 비가역적인 사망의 징후가 있을 때, (2) 구조자가 극도로 지쳤거나 위험한 주변상황으로 인하여 심폐소생술을 계속할 수 없을 때, (3) '심폐소생술 시도 거부'를 알게 되었을 때이다. 심폐소생술 시도 거부에 대한 의사의 소견서, 심폐소생술 시도 거부 카드, 심폐소생술 시도 거부 팔찌 또는 목걸이가 발견되면 심폐소생술에 대한 개인의 사전의사결정을 확인할 수 있다. 사전의사결정을 확인할 수 없는 경우에는 즉각적으로 심폐소생술을 시작하여야 한다. 가족 등 보호자도 사전의사결정을 제시하지 않고는 심폐소생술을 거부 할 수 없다.

병원이외의 장소에서 심폐소생술을 중단할 수 있는 기준은 (1) 자발적이고 효과적인 호흡과 순환이 돌아왔거나, (2) 응급의료진이 도착하여 심폐소생술을 인계하였을 때이다.

2) 심정지환자의 이송

병원이외의 장소에서 심정지가 발생한 환자가 심폐소생술을 계속하면서 병원으로 이송되었을 때의 생존율은 1% 미만이다. 미국에서는 현장에서 기본소생술 뿐 아니라 전문소생술까지 이루어지기 때문에 대부분의 미국 응급의료체계에서는 현장에서 사망을 선언하는 지침과 구급차가 아닌 차량으로 사체를 이송할 수 있는 규정을 운영하고 있다. 그러나 우리나라에서는 현장에서 수준 높은 전문소생술이 시행되지 못하는 상황이므로, 심정지환자가 병원에 도착한 이후에 전문소생술을 받을 수 있다. 또한 법률 규정에 의하여 심폐소생술의 중단은 의사의 지시에 의하여야 하기 때문에 심정지로 인하여 병원이외의 장소에서 심폐소생술을 시행 받고 있는 모든 환자는 의사의 지시를 받을 수 있는 의료기관으로 이송되어야 한다.

4. 생존 사슬

심정지환자가 발생하면 심정지발생사실이 빠른 시간 내에 응급의료전달체계에 연락되어야 하며, 목격자에 의하여 즉시 심폐소생술이 시행됨으로서 심정지 시간을 단축할 수 있다. 또한 심정지발생을 연락 받은 응급의료체계는 빠른 시간 내에 환자발생현장에 도착하여 체세동 등의 전문 소생술을 시작하여야 환자의 생존율을 증가시킬 수 있다는 것이다. 심정지환자를 소생시키기 위한 이러한 일련의 과정은 사슬과 같이 서로 연결되어 있으므로, 이러한 요소들 중 어느 하나라도 적절히 시행되지 않으면 심정지환자의 소생은 기대하기 어렵다. 이와 같이 병원이외의 장소에서 심정지가 발생한 환자의 생존을 위하여 필수적인 과정이 서로 연결되어 있어야 한다는 개념을 “생존 사슬(chain of survival)” 이라고 한다.

1) 신속한 신고(early access)

생존 사슬의 첫 사슬은 환자에서 최초의 임상증상(의식소실, 흉통, 호흡곤란 등)이 발생한 때로부터 응급의료인이 도착할 때까지의 과정이다. 이 과정에서는 목격자가 환자를 발견하고 응급의료체계에 전화를 걸어 심정지의 발생을 알리고, 연락을 받은 응급의료 전화상담요원(dispatcher)이 환자발생지역에 출동 가능한 응급의료종사자에게 연락을 함으로서 응급의료종사자가 환자발생현장으로 출동하는 일련의 과정이 포함된다. 따라서 생존의 첫째 사슬이 정상적으로 기능 하려면, 응급환자를 신고할 수 있는 전화체계가 갖추어져야 하며, 전화신고에 반응하여 응급구조요원과 소방요원 또는 경찰이 출동할 수 있도록 연락할 수 있는 연락체계가 있어야 한다. 또한 응급구조요원이 편승하고 응급치료를 할 수 있도록 장비가 갖추어진 구급차가 항

시 준비되어 있어야한다. 우리나라의 응급환자 신고전화번호는 119이다.

2) 신속한 심폐소생술(early CPR)

심정지환자에서 응급구조요원이 도착할 때까지 최상의 응급조치는 목격자에 의한 심폐소생술이다. 목격자에 의한 심폐소생술은 목격자에 의한 심폐소생술이 시행되지 않은 경우보다 심정지환자의 생존율을 2-3배 향상시킨다. 따라서 학교, 군대, 집단주거지, 직장, 공공기관 등에서 기본 소생술을 교육하도록 권장하고 있다. 목격자에 의한 심폐소생술은 생존 사슬에서 첫째와 셋째 사슬의 연결과정으로서 중요한 역할을 한다. 그러나 목격자가 심폐소생술을 하기 위하여 응급의료체계에 환자발생 신고를 지연시켜서는 안 된다. 목격자가 심폐소생술을 교육받지 못하였을 경우에는 응급의료 전화상담요원이 심폐소생술 방법을 전화로 알려줌으로서 목격자가 심폐소생술을 할 수 있도록 유도할 수 있다.

3) 신속한 제세동(early defibrillation)

자동 제세동기가 개발되어 구급차 및 공공장소에 보급됨으로써, 심실세동 환자의 생존율이 획기적으로 제고되었다. 자동 제세동기는 환자에게 전극을 붙여 놓기만 하면 제세동기가 환자의 심전도를 판독하여 자동으로 제세동 하는 장치이므로 약간의 훈련만 거치면 일반인도 사용할 수 있다. 조기 제세동을 위하여 모든 형태의 구급차와 공항, 학교, 대형빌딩, 만 명 이상의 사람들이 모이는 경기장 등에는 자동 제세동기를 준비하는 것이 권장된다. 최근 일반인에 의한 제세동(public access defibrillation) 프로그램이 심정지 환자의 생존율을 제고할 수 있는 것으로 알려짐에 따라, 자동 제세동술은 기본 소생술에 포함되어 있다. 따라서 응급의료종사자뿐만 아니라 자동 제세동기가 비치되어 있는 공공장소에 근무하는 인원도 자동 제세동기를 다룰 수 있어야 한다.

4) 신속한 전문소생술(early ACLS)

응급의료종사자에 의한 전문소생술이 심정지발생현장에서부터 시작될 수 있으면 심정지환자의 생존율이 증가할 것으로 예측되었다. 그러나 신고를 받고 출동한 응급의료종사자에 의한 전문기도유지술, 정맥로 확보, 약물 투여 등의 전문소생술 행위가 환자의 소생에 큰 영향을 주지 못하는 것으로 알려졌다. 반면, 심정지로부터 순환이 회복된 환자의 치료에서 적절한 전문소생술은 환자의 예후에 중요한 영향을 주는 것으로 나타났다.

참고문헌 및 추가 읽기

1. Baskett PJF, Steen PA, Bossaert L. European Resuscitation Council Guidelines 2005. Section 8. The ethics of resuscitation and end-of-life decisions. Resuscitation 2005;67S1:S171-S180.
2. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 12: from science to survival: strengthening the chain of survival in every community. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. Circulation 2000;102:1358-370.
3. International Liaison Committee on Resuscitation. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. Circulation 2005;112:IV-6-IV-11.

제3부 기본소생술

제1장 서론

기본 소생술은 심정지가 의심되는 의식이 없는 사람을 발견하였을 때, 구조를 요청하고 기도를 유지하며 인공호흡과 인공순환을 하는 심폐소생술의 초기 단계를 말한다. 기본 소생술의 목적은 환자발생을 응급의료체계에 알려 전문 소생술이 빠른 시간 내에 시행되도록 하고, 인공호흡과 인공순환을 시도하여 환자의 심박동이 회복될 때까지 뇌와 심장에 산소를 공급하는 것이다. 최근에는 기본소생술의 범위가 점차 확대되어 심정지가 의심되는 환자에 대한 일차적인 치료를 제공하는 것 뿐 아니라, 심정지의 발생가능성이 높은 급성심근경색 환자 및 뇌졸중 환자에 대한 조기 발견 및 초기 치료와 심정지가 발생한 환자에서 자동 제세동기를 사용한 전기적 제세동에 이르기까지 그 범위가 확대되었다. 심폐소생술에 대한 인식이 낮은 우리 실정을 고려하여 이 가이드라인에서는 기본 소생술 중 심폐소생술에 대한 내용을 위주로 서술하였다.

1. 심폐소생술에서의 정의

1) 용어의 정의

이 가이드라인에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

- 심정지 : 심장의 박동 기능이 중지된 상태로써 임상적으로는 반응이 없고 맥박이 만져지지 않으며 호흡이 없거나 임종 호흡이 있는 경우이다.
- 심폐소생술 : 다양한 방법과 수기로 자발 순환(spontaneous circulation)을 회복시키기 위해 시행하는 일련의 과정을 말한다.
- 기본 심폐소생술 : 의료 기구를 사용하지 않고 시행하는 심폐소생술(기도 유지, 인공호흡, 흉부압박)을 말한다.
- 일반인 심폐소생술 : 응급의료종사자 이외의 사람이 시행하는 기본 심폐소생술을 말한다.
- 기본 소생술 : 심정지가 의심되는 사람을 발견한 구조자가 심정지 확인, 응급의료체계 연락, 기본 심폐소생술을 하는 일련의 과정을 의미한다.
- 제세동 : 심정지 환자에게 시행하는 전기 충격으로서 심전도상 심실세동이나 맥박이 없는 심실성 빈맥을 종료시키기 위해 심근의 비동시성 탈분극을 유도하는 것이다.
- 전문 심장 소생술 : 기본 심폐소생술과 함께 기관 삽관 등 전문기도유지술, 제세동, 약물투여 등 전문 응급치료를 시행해서 자발 순환을 회복시키는 과정을 의미한다.
- 응급의료종사자 : 응급환자에 대한 응급의료를 제공하는 의료인과 응급구조사를 말한다.
- 응급의료 전화상담원(emergency medical dispatcher) : 응급상황이 발생했을 때 응급 전화를 접수하는 요원으로 응급의료 반응자가 현장에 도착할 때까지 현장의 일반인에게 심정지환자를 위하여 하여야 할 행위를 지도한다.
- 응급의료 반응자 : 응급차량을 이용하여 현장에 출동하는 응급의료종사자를 지칭하며 우리나라의 경우 1급, 2급 응급구조사로 구분된다.
- 응급 심혈관 치료체계 : 심혈관계, 뇌혈관계, 호흡기계에 영향을 미쳐서 생명을 위협하는 급성 질환의 치료에 필요한 모든 반응을 포함하는 개념으로 일반인 심폐소생술, 응급의료체계에 신속한 연락, 응급센터, 중환자실, 심장 예방 프로그램, 기본 및 전문 소생술 교육 과정, 일반인이 시행하는 제세동 등이 모두 포함된다.
- 생존사슬 : 심정지가 발생했을 때 심정지환자를 생존시키기 위한 응급치료를 위하여 수행되어야 하는 일련의 과정을 말한다. 생존사슬은 신속한 연락, 신속한 심폐소생술, 신속한 제세동, 신속한 전문 소생술의 네 가지 요소로 구성되어 있으며, 모든 요소가 원활히 작동되어야 심정지환자의 생존을 기대할 수 있다.

2) 심폐소생술의 법적 측면

(1) 응급의료종사자의 경우

응급의료종사자가 심폐소생술을 시행하는 것에 대해서는 법적인 문제가 없다. 기본 심폐소생술의 시행은 2급 응급구조사의 업무 범위에 해당되며¹⁾ 응급구조사는 경미한 응급처치(2급 구조사의 업무 범위와 같음)는 의사의 구체적 지시가 없어도 행할 수 있다.²⁾

(2) 일반인의 경우

일반인에 대해서는 응급의료에 관한 법률 제5조에 “응급환자를 발견한 때에는 즉시 이를 응급의료기관등에 신고하여야 한다”라는 신고 의무와 “응급의료종사자가 응급医료를 위하여 필요한 협조를 요청하는 경우에는 이에 적극 협조하여야 한다”라는 협조 의무만 규정하고 있다. 여기에서 말하는 협조에 심폐소생술이 포함되는가 하는 문제는 심폐소생술을 응급구조사 등의 일정한 자격을 갖춘 사람만 할 수 있는 행위로 볼 것인가에 달려있다. 동법 제14조에는 운전자, 양호교사, 경찰공무원 등 응급의료종사자가 아닌 사람들에게도 구조 및 응급처치에 관한 교육을 받게 할 수 있다고 규정(시행령 제8조 참조)하고 있다. 동법 제2조의 정의에 의하면 응급처치란 응급환자에게 행하여지는 기도의 확보, 심장박동의 회복 기타 생명의 위험이나 증상의 현저한 악화를 방지하기 위하여 긴급히 필요로 하는 처치를 말한다. 따라서 적어도 안전에 관한 업무에 종사하는 사람들에게는 응급의료종사자가 아니더라도 심폐소생술에 대한 교육을 허용하고 있다고 보아야 한다. 응급처치와 같은 술기에 대한 교육은 필요한 경우에 시행하는 것을 전제로 하는 것이므로 경우에 따라서는 심폐소생술의 시행을 허용하는 것으로 해석할 수 있다. 또한 동법 제4조에는 모든 국민은 응급상황에서의 응급처치 요령 등 기본적인 대응방법을 알 권리가 있다고 규정하고 있다. 따라서 심폐소생술을 모든 국민에게 교육하고 응급상황에 시행할 수 있게 하는 것은 국민의 기본 권리에 해당되는 것이라 할 수 있다.³⁾

3) 심폐소생술에서 소아와 성인의 구분

소아와 성인 간에는 심정지 원인에 차이가 있으며 체구가 다르기 때문에 심폐소생술의 순서와 방법에도 약간의 차이를 필요로 한다. 그러나 한 가지의 특징으로 성인과 소아를 구분하기

1) 응급의료에 관한 법률 시행규칙 제33조 관련, 별표 14

2) 응급의료에 관한 법률 제42조, 시행규칙 34조

3) 의학적 견지에서 볼 때 일반인에 의한 현장 심폐소생술은 심정지 환자의 생존에 필수적인 요소이며 모든 국민들에게 교육되고 권장되어야 한다. 이를 보장하기 위해 법률적 보완 또는 외국의 “선한 사마리아인 법”과 같이 선의의 구조자를 보호할 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 한다.

어렵고 소아의 소생술 대신 성인의 방법을 적용해야 하는 나이를 결정하기 위한 과학적 근거가 부족하기 때문에, 나이의 구분을 실제적인 면과 교육의 수월성을 고려하여 구분하였다.

이 가이드라인에서는 신생아 소생술 가이드라인은 아기가 태어난 순간부터 병원을 떠날 때까지 적용하기를 권장하며, 영아 소생술 가이드라인은 만 1세 이전의 아기에게 적용하도록 권장한다.

소아의 정의는 일반인과 응급의료종사자에서 다르게 적용하기를 권장한다. 일반인이 심폐소생술을 할 때에는 만 1세부터 만 8세(초등학교 2학년 정도)까지는 소아 심폐소생술 가이드라인을 적용하며, 만 8세 이상부터 성인 심폐소생술 가이드라인을 적용한다.

응급의료종사자는 만 1세부터 2차 성징이 관찰되는 사춘기의 시작 시점(만 12-14세: 중학교 1, 2학년 무렵)까지의 환자에게는 소아 심폐소생술 가이드라인을 적용하고, 2차 성징이 관찰되면 성인 심폐소생술 가이드라인을 적용한다. 병원(특히 소아병원)이나 소아 중환자실의 경우에는 성인과 구분하여 사춘기를 기준으로 하기 보다는 모든 연령의 소아 환자(만 16-18세까지: 고등학생)를 대상으로 확장하여 적용할 수 있다.

2. 심정지를 발견하였을 때의 행동 요령

1) 심정지 초기 구조자의 행동요령

심정지의 발생은 예측이 어렵고 심정지의 60-80%는 가정, 직장, 길거리 등 의료시설 이외의 장소에서 발생한다. 성인 심정지 환자들의 초기 심전도 소견에서는 심실세동이 관찰되는 경우가 흔하다. 심실세동에 의한 심정지 환자들에서는 허탈부터 제세동까지 이르는 시간이 소생의 가장 중요하고 유일한 결정요소이다. 심실세동이 발생한 경우에 심폐소생술은 뇌손상을 지연시킬 수 있는 약간의 시간을 더 벌수는 있지만 심박동을 회복시키지는 못한다. 적절한 관류 리듬을 회복시키려면 심정지 초기 몇 분 내에 제세동과 전문심장소생술이 시행되어야 한다. 허탈 후 1분 이내에 제세동이 이루어졌을 때 생존율은 90%까지 보고 되고 있다. 제세동이 지연되면 생존율은 5분에 50%, 7분에 30%, 9-11분에 10%, 12분에 2-5%로 감소한다.

자동제세동기가 있는 경우와 없는 경우에 응급구조사 치료를 통한 생존율을 비교해보았을 때, 병원 외 전문심장소생술 프로그램이 없더라도 초기 제세동 프로그램만 있는 지역사회에서 심정지 환자의 생존율이 향상되었다는 보고가 있다. 가장 고무적인 결과는 심실세동 환자의 생존율이 워싱턴의 킹카운티에서는 7%에서 26%로, 아이오와의 시골에서는 3-19%로 높아진 사실이다. 최근에 미네소타 남동부, 미네소타 북동부, 위스콘신에서도 유사한 결과가 나타났다. 유

럽의 5개 지역에서 응급의료체계 종사자가 조기 제세동 프로그램을 실행한 결과, 심실세동으로 인한 심정지에서 회복되어 퇴원하는 비율이 27-55%로 높았다.

우리나라는 지역적으로 좀 차이는 있으나 응급구조사가 심정지가 발생한 사람을 현장에서 병원까지 이송하는데 5분 이내가 소요된 경우가 1.4%, 5-10분이 소요된 경우가 5.9%, 10-15분이 소요된 경우가 18%, 15-20분이 소요된 경우가 20.7%, 20-25분이 소요된 경우가 15.9%, 25-30분이 소요된 경우가 12.1%, 30-60분이 소요된 경우가 22.3%, 60분 이상이 소요된 경우가 3.7% 이다. 현재의 응급의료체계 체계로는 신고한 후 병원으로 후송하는 시간이 길기 때문에 현장에서 응급구조사가 심폐소생술과 제세동을 하지 않는다면 심정지 환자의 소생률은 높아지지 않을 것이다.

우리나라 현실상 응급구조사가 전문 심장소생술을 하는 과정에서 약물 투여가 아직 허용되지 않기 때문에 현장에서의 전문 심장소생술에 제한을 받고 있다. 또한 우리나라에서는 응급구조사가 현장에서의 심폐소생술 후 환자의 사망을 선고하는 것이 법률적으로 허용되고 있지 않다. 우리나라의 현실을 감안하고 자동제세동 등 현장에서 반드시 되어야 하는 결정적 응급치료가 시행되도록 하기 위하여, 이 가이드라인에서는 현장에 출동한 응급구조사는 5-10분 동안 현장에서 심폐소생술 및 자동 제세동을 실시한 후 심정지환자를 병원으로 후송할 것을 권장한다.

2) 응급의료체계 연락 : 연령에 관계없이 전화 우선(call first)

성인에서 발생하는 비외상성 심정지의 주요 원인은 심실세동이며 심실세동의 가장 효과적인 치료는 제세동이다. 따라서 일반적으로 심정지가 의심되는 성인을 발견하면 목격자는 응급의료체계에 전화연락을 함으로써, 제세동기가 현장에 빨리 도착할 수 있도록 한다(전화 우선). 반면, 영아와 소아에서는 기도나 환기의 문제로 인한 일차성 호흡정지가 심정지의 가장 흔한 원인이다. 따라서 일반적으로 소아에서는 2분간 심폐소생술을 먼저 시행한 다음 응급의료체계에 신고하도록 권장하고 있다(심폐소생술 우선).

반면, 우리나라는 이동전화 보급률이 83%에 달하며, 현재는 전국 소방서에 119 위치 정보시스템 체계가 확립되어 있다. 따라서 우리나라에서는 구조자가 응급의료체계에 연락을 하기 위하여 환자의 곁을 떠날 필요가 없으며, 전화를 하면 구조자의 위치를 119구급대에서 파악할 수 있다. 또한 우리나라는 인구밀도가 높기 때문에 심정지가 발생한 사람을 다수의 일반인이 발견할 가능성이 높다. 휴대전화의 높은 보유율, 다수의 목격자를 고려하면 응급의료체계로의 연락과 심폐소생술을 전, 후의 순서 개념으로 구분할 필요가 없다. 이와 더불어 일반인에게 현장에서 “전화 우선”, “심폐소생술 우선” 등의 개념을 별도로 교육하기가 어렵다는 점, 심정지가 발생한 현장에서 심정지의 원인이 심인성인지 호흡성인지를 추정하기가 어렵다는 점, 2분이 지나

서 신고함으로서 병원 도착까지의 시간이 지연될 수 있다는 점을 고려하여 이 가이드라인에서는 심정지 환자의 연령에 관계없이 목격자는 119에 전화신고를 먼저 한 후에 심폐소생술을 시작(전화 우선)하도록 권장한다.

3) 현장안전의 확인

현장의 안전을 확인하는 것은 어떠한 응급상황에서도 가장 중요한 첫 번째 단계이다. 심정지환자를 발견하였을 경우에 모든 구조자는 현장이 안전한지를 확인한 후 구조를 시작하여야 한다.

4) 의식상태의 확인

구조자는 현장 상황이 안전하다고 확인한 뒤 쓰러져 있는 사람의 옆으로 가서 즉시 외부손상과 의식 상태를 확인한다. 어깨를 가볍게 두드리거나 조심스럽게 흔들면서 “괜찮으세요?” 라고 외친다. 만약 쓰러져 있는 사람의 머리카락에 외상이 의심되면 꼭 필요한 경우에만 환자를 이동해야 한다. 환자를 부적절하게 이동하면 손상이 악화되거나 척수가 손상될 수 있다.

5) 응급의료 체계에 신고 요령

119에 연락할 때에는 침착하게 다음과 같은 내용을 응급의료 전화상담원에게 알려주어야 한다.

- 1) 응급상황이 발생한 위치(가능하면 사무실 이름, 방의 호수, 도로나 거리이름)
- 2) 무슨 일이 일어났는가?(심장발작, 자동차 사고 등)
- 3) 도움이 필요한 환자의 수
- 4) 환자의 상태
- 5) 환자에게 시행한 치료내용(심폐소생술, 자동제세동기 등)
- 6) 다른 질문이 없는지 확인한다. 전화로 가르쳐준 처치방법을 시행하기 위해 통화를 잠시 멈추는 것을 제외하고는, 응급의료 전화상담원이 더 이상의 의문사항이 없는 것을 확인할 때까지 통화상태를 유지해야 한다.

6) 환자의 자세

효과적인 소생시도와 평가를 위해 환자를 딱딱하고 평평한 바닥에 눕힌다. 얼굴을 아래로 하고 누워 있는 경우에는 머리, 목, 어깨, 몸통, 양다리를 하나로 여겨 비틀지 말고 동시에 돌려(통나무 굴리듯이) 바로 눕힌다. 호흡이 없는 환자는 반드시 양팔을 몸통에 붙여 똑바로 눕혀야 한다.

7) 응급의료 전화상담원을 위한 권고사항

(1) 응급의료 전화상담원의 심폐소생술 지도

응급의료 전화상담원은 응급의료체계 반응에서 절대 필요한 구성요소이다. 응급의료 전화상담원은 환자 및 현장의 일반인과 응급의료종사자 사이를 연결하는 역할을 한다. 응급의료 전화상담원은 표준화되고 의학적으로 승인된 전화지도 프로토콜을 이용하여 현장의 일반인에게 응급구조사가 현장에 도착 전까지 응급처치를 제공할 수 있도록 도와주어야 한다. 응급의료 전화상담원은 전화로 일반인에게 심폐소생술을 지도할 수 있도록 적절한 교육을 이수 하는 것을 권장한다. 만약 환자가 간헐적인 혈떡거림을 보이는 심정지 환자를 신고하였다면, 응급의료 전화상담원은 신고한 사람에게 심정지 초기에는 죽음을 예고하는 혈떡거림이 흔히 관찰된다는 것을 알려주고 심폐소생술을 즉시 시작하도록 지도하여야 한다. 신고자가 심실세동에 의한 심정지 상황을 묘사하면서 심폐소생술 하는 방법을 모른다고 하면, 응급의료 전화상담원은 신고한 사람에게 흉부 압박만을 시행하도록 지도하여야 한다. 응급의료 전화상담원은 유아나 소아 또는 저산소성(익수환자 등)이 의심되는 성인의 심폐소생술을 지도하는 경우에 인공호흡과 흉부 압박을 함께 시행하도록 지도해야한다.

특히 응급의료 전화상담원은 위급상황의 전화를 받을 경우 신고자가 스스로 전화를 끊지 않도록 해야만 응급상황에 대해 더 많은 정보를 얻어낼 수 있으며, 적절한 응급처치를 조인 할 수 있다.

(2) 응급의료체계에 대한 권고 사항

응급의료체계에 책임자는 심정지 환자를 위한 응급치료 프로토콜의 적절성을 평가해야하며, 반응 시간(전화 접수로부터 구급차의 현장 도착까지의 시간)을 가능한 단축시킬 수 있도록 노력해야한다. 각 지역의 응급의료체계는 심정지 환자의 병원퇴원 생존율을 주기적으로 평가하고, 평가 자료의 결과를 심정지 치료를 위한 각 단계를 향상시켰을 때 그 효과를 평가하는데 사용할 것을 권장한다.

제2장 성인 심정지 환자의 심폐소생술 순서

심폐소생술의 단계는 그림 3-1의 기본소생술 흐름도에서 보듯이 연속된 평가와 행동으로 이루어져 있다. 알고리즘의 목적은 각 단계를 논리적이고 간결하게 보여줌으로써 배우고 기억하고 시행하기 쉽도록 하기 위한 것이다.

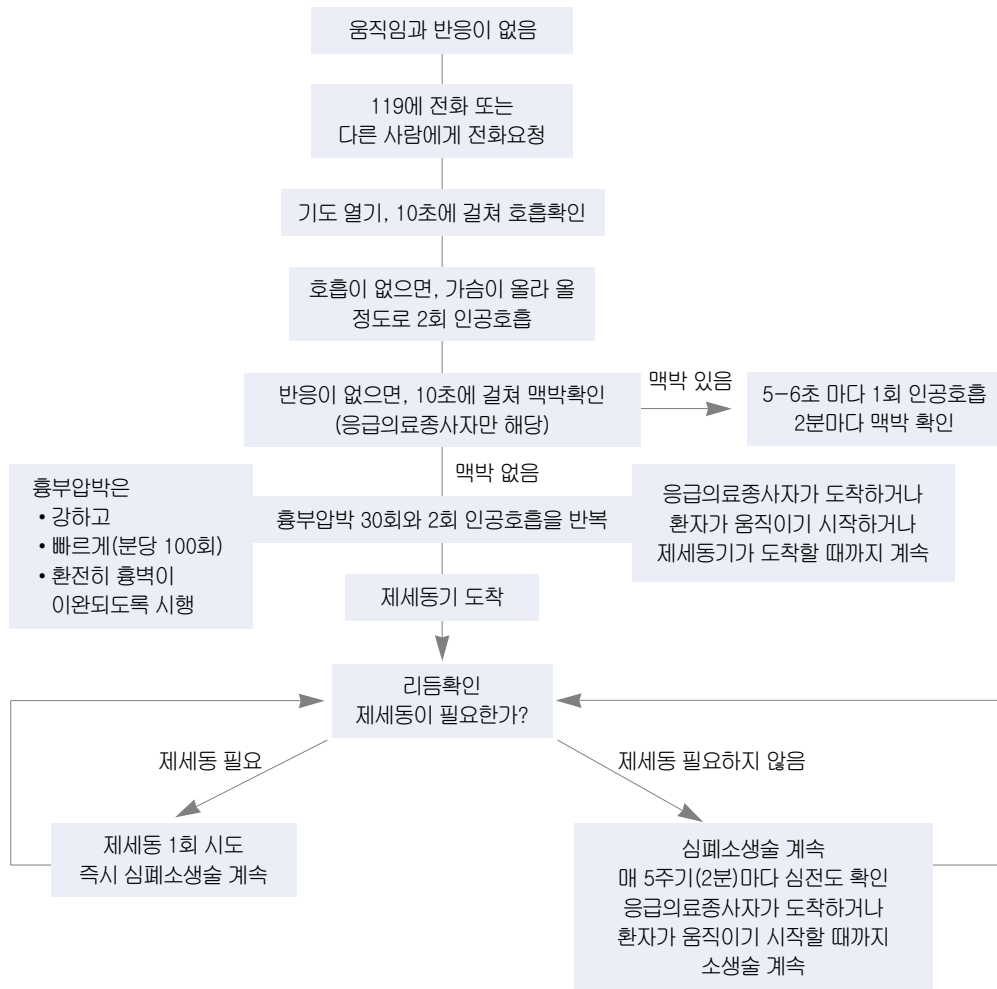


그림 3-1. 기본소생술 흐름도

1. 반응의 확인

환자에게 접근하기 전에 구조자는 현장이 안전한 상황인지를 확인해야 한다. 일반인 구조자가 외상 환자를 구조할 때에는 꼭 필요한 경우(예를 들어 건물에 화재가 발생한 경우 등 현장이 안전하지 않은 상황)에만 환자를 이동시키도록 한다. 구조자는 일단 현장이 안전하다고 판단되면 환자에게 다가가 반응을 확인한다. 어깨를 가볍게 두드리며 “괜찮으세요?” 라고 물어본다(그

림 3-2). 반응이 있으나 손상을 입었거나 진료가 필요한 상태이면 119에 연락을 한 다음 환자의 상태를 자주 확인한다.



그림 3-2. 의식이 없는 사람의 반응을 확인하는 방법: 어깨를 가볍게 두드리며 “괜찮으세요?”라고 물어본다.

2. 응급의료체계에 신고

움직임이나 자극에 반응이 없는 경우에는 일단 응급의료체계에 신고⁴⁾하고(119에 전화), 자동 제세동기 사용 교육을 받은 사람은 자동제세동기가 주변에 있다면 가지고 와서 사용하며⁵⁾, 순서에 따라 심폐소생술을 한다. 두 명 이상의 구조자가 있다면 한 명은 심폐소생술을 시작하고 그 동안 다른 한 명은 응급의료체계에 신고하고 자동 제세동기를 가져온다(그림 3-3). 병원과

4) 심정지의 원인이 질식에 의한 것이 의심되는 경우 응급의료체계에 신고하기 전에 2분 정도의 심폐소생술을 먼저 시행하는 것을 권장하는 나라도 있으나, 본 지침에서는 응급의료종사자라 하더라도 현장에서 심정지의 원인을 추정하기가 쉽지 않다는 점, 2분이 지나서 신고함으로써 병원 도착이 지연되는 문제가 발생할 수 있다는 점, 국내의 경우 대부분의 구조자가 휴대전화를 소유하고 있어서 신고를 위해 환자 곁을 떠나는 경우가 적다는 점 때문에 심정지의 원인에 관계없이 119 신고를 우선하기를 권장한다.

5) 현재 일반인의 자동 제세동기 사용은 법적으로 허용되지 않으나, 국회에 이를 허용하는 취지의 입법청원이 제출되어 있는 상태이며 공공장소에 자동 제세동기 설치를 권장한다는 취지에서 이 가이드라인에 기술한다.

같이 자체적인 출동체계를 갖춘 기관에서 심정지가 발생한 경우에는 응급의료체계를 가동시키는 대신 그 기관의 정해진 방식에 따라 연락을 취한다.

119에 신고할 경우에는 응급의료 전화상담원(dispatcher)의 질문에 대답할 준비를 하여야 한다. 일반적으로 발생 장소와 상황, 환자의 숫자와 상태, 필요한 도움 등을 질문하게 된다. 전화하는 사람은 전화상담원이 전화를 끊어도 된다고 할 때까지 기다렸다가 환자에게 돌아가서 심폐소생술이나 제세동 등의 조치를 취한다.



그림 3-3. 응급의료체계에 신고: 반응이 없는 사람을 발견하면 즉시 119에 신고한다.

3. 기도 열기 및 호흡 확인

심폐소생술을 하려면 일단 심정지가 의심되는 사람을 딱딱하고 평평한 바닥에 눕혀야 한다. 옆드려 있는 사람은 가슴이 위를 향하도록 조심스럽게 자세를 돌린다. 일반인 구조자는 구조 대상의 외상 유무와 관계없이 머리 기울임-턱 들어올리기(head tilt-chin lift) 방법으로 기도를 확보한다(그림 3-4). 심정지가 의심되는 사람의 머리 또는 목에 외상의 징후가 있는 경우에 응급의료종사자는 일단 턱 밀어올리기(jaw thrust) 방법으로 기도 확보를 시도하며, 이 방법으로 효과적인 기도 확보가 어렵다면 머리 기울임-턱 올리기 방법을 사용한다.

구조자는 환자의 기도를 열린 상태로 유지하면서 환자의 입과 코 부위에 자신의 귀를 대고 10초 이내에 걸쳐 호흡을 확인한다(그림 3-5). 호흡의 확인은 환자의 가슴이 오르내리는지를 보고, 환자의 호흡음을 듣고, 공기의 흐름을 느끼는 방법으로 시행한다. 간혹 심정지 환자가 임종 호흡 등 비정상적인 호흡을 하는 경우도 있으므로, 호흡이 적절하다는 확신이 없다면 두 차례의 인공호흡을 시작으로 심폐소생술을 시행하여야 한다. 일반인 구조자의 경우 심정지 때 나타날 수 있는 임종 호흡을 정상 호흡으로 오인하여 심폐소생술을 시행하지 않는 것을 방지하기 위하여 임종 호흡과 정상 호흡을 구별할 수 있도록 교육하는 것은 매우 중요하다.



그림 3-4. 기도 열기: 머리 기울임-턱 들어올리기로 기도를 연다.



그림 3-5. 호흡 확인: 머리 기울임-턱 들어올리기를 한 상태에서 10초에 걸쳐 호흡이 있는지를 확인한다.

반응이 없으나 정상 호흡이 있는 성인 환자는 회복자세를 취해주는 것이 권장된다. 이 자세는 혀나 구토물로 인해 기도가 막히는 것을 방지하고 흡인의 가능성을 줄여준다. 회복 자세는 모든 환자에게 적용되는 한 가지 자세가 있는 것이 아니라, 여러 가지 변형된 방법이 있다. 어떤 회복 자세를 선택하여도 상관없으나, 회복자세는 기본적으로 옆으로 누운 자세를 취하여야 하며, 머리의 위치를 낮게 하고 호흡이 방해받지 않아야 한다.

4. 인공호흡

인공호흡의 가장 일반적인 방법은 입-입 인공호흡이다. 환자의 기도가 열린 상태로 한 손으로 코를 막고 구조자의 입으로 환자의 입을 완전히 덮은 다음 1초 동안 가슴이 올라갈(가슴이 충분히 부풀어 오를) 정도로 숨을 불어 넣는다(그림 3-6). 첫 번째 인공호흡으로 환자의 가슴이 올라 오지 않는다면 구조자는 두 번째 인공호흡을 시행하기 전에 기도를 다시 확보한다. 그러나 흉부 압박을 지연되는 것을 막기 위하여, 인공호흡을 2회 이상 초과하여 시행하지는 않는다. 매번의 인공호흡 전에는 심호흡이 아닌 정상적인 호흡을 하도록 한다. 심정지 상태에서는 흉부압박을 시행하더라도 심박출량이 정상의 25-33%로 낮게 유지되므로, 폐에서의 가스 교환양도 줄어든다. 따라서 호흡수와 일회 호흡량이 정상보다 낮게 유지되어도 혈액의 적절한 산소화를 유지할 수 있다. 호흡량을 정확히 조절하기는 어렵지만 성인의 경우 약 500-600 mL(6-7 mL/kg) 정도의 일회 호흡량이면 충분하다. 백-마스크를 이용하여 인공호흡을 하는 경우에도 1초 동안 가슴이 올라올 정도로 하며, 2리터 환기백을 사용하는 경우에는 환기백을 1/3 정도 압축하면 된다.



그림 3-6. 입-입 인공호흡을 하는 방법

5. 맥박 확인

일반인 구조자는 최초 2회의 인공호흡을 시행한 직후, 맥박이나 순환의 징후를 확인하지 않고 바로 흉부압박을 시행한다. 일반인 구조자가 10초 이내에 맥박의 유무를 확인하는 것은 매우 어렵기 때문이다. 응급구조사가 판단을 하더라도 맥박이 없는 환자의 10%와 맥박이 있는 환자의 40% 정도에서 잘못된 판정이 내려진다고 한다. 이런 이유로 맥박의 확인은 일반인 구조자에게 교육하지 않으며, 일반인 구조자는 반응이 없는 환자가 정상 호흡을 하지 않는다면 심정지가 발생한 상태로 판단한다.

응급의료종사자 또한 맥박의 확인에 많은 시간을 소요하며 맥박의 유무를 판정하는 데 어려움을 겪는다고 한다. 응급의료종사자는 맥박을 10초에 걸쳐 확인한다. 맥박을 확인하는데 10초 이상을 소요하지 않도록 하며, 맥박이 확실하게 느껴지지 않는다면 흉부압박을 시행하도록 한다.⁶⁾ 맥박이 만져지는 성인 환자가 정상 호흡이 없다면, 분당 10-12회의 속도(또는 5-6초마다 1회)로 인공호흡을 한다.

6. 흉부압박

심폐소생술을 시행할 때에는 흉부압박을 효과적으로 실시하는 것이 매우 중요하다. 흉부압박으로 효과적인 혈류를 유발하려면, 가슴을 세게 그리고 빠르게 압박하여야 한다. 성인의 경우에는 흉골의 아래쪽 절반 부위를 분당 100회의 속도로, 약 4-5cm 깊이로 압박하며, 압박과 이완의 시간은 같은 정도로 하고, 각각의 압박 후에는 가슴이 완전히 올라오도록 해야 한다(그림 3-7). 흉부압박의 중단은 심폐소생술에 의한 혈류를 급격히 감소시키므로, 가능하면 흉부압박이 중단되는 것을 최소화하여야 한다. 흉부압박과 인공호흡의 비율은 30:2를 권장한다(그림 3-8). 일반인 구조자는 응급의료종사자가 도착해서 환자를 인계받거나, 제세동기가 도착하여 심전도를 분석하거나, 순환이 회복되어 환자가 움직이기 시작할 때까지는 흉부압박과 인공호흡을 계속해야 한다. 두 명 이상의 구조자가 존재하는 경우에는 약 1-2분마다(30:2 주기를 3-5번 시행) 교대하여 흉부압박을 하는 구조자의 피로를 덜어주도록 한다. 구조자가 인공호흡을 할 줄 모르거나 하기를 원하지 않는 상황에서는 심폐소생술을 아예 시행하지 않는 것보다 흉부압박만이

6) 숙련된 응급의료종사자의 경우 호흡과 맥박의 확인을 동시에 할 수는 있으나 본 지침에서는 흉부압박을 인공호흡보다 먼저 시행하는 것을 권장하지는 않는다.



그림 3-7. 흉부압박을 하는 방법



그림 3-8. 흉부압박과 인공호흡의 비. 흉부압박 대 인공호흡의 비는 30:2를 유지한다.

라도 시행하면 심정지 환자의 생존율을 높일 수 있다.

기관내삽관이나 후두마스크, 콤비 튜브와 같은 전문기도유지술이 시행된 상태에서는 인공호흡 도중 흉부압박을 중단할 필요가 없으며 흉부압박은 분당 100회의 속도로, 인공호흡은 분당

8-10회(6-8초 마다)의 속도로 각각 독립적으로 시행한다.

7. 제세동기의 사용

심폐소생술 시행 도중 자동 또는 수동 제세동기를 가진 사람이 도착하면 즉시 심전도 리듬을 분석하여 심실세동이나 맥박이 없는 심실성 빈맥이면 1회의 제세동을 실시한다. 제세동 후에는 맥박 확인이나 리듬 분석을 시행하지 않고 곧바로 흉부압박을 실시하며 5주기(약 2분간)의 심폐소생술을 시행한 후에 다시 한 번 심전도를 분석하여 적응증이 되면 제세동을 반복한다. 제세동이 필요 없는 심전도 리듬인 경우에는 흉부압박과 인공호흡을 계속한다. 제세동기를 사용하는 과정에서 가능하면 흉부압박의 중단이 최소화되도록 노력한다.

제세동기가 도착할 때까지 환자에게 기본 심폐소생술이 시행되지 않았다면 심정지 후 경과시간을 추정하여 언제 심정지가 발생되었는지 알 수 없거나 4-5분 이상 경과하였다면 2분 정도의 심폐소생술을 먼저 시행한 다음 제세동기를 사용하는 것이 좋다. 현장에서 자동 제세동기를 사용하는 경우 5-10분 정도의 심폐소생술을 시행한 후 가까운 병원으로 이송하는 것을 권장하며, 이송 중에도 가능하면 계속 심폐소생술을 시행한다.

제3장 인공호흡

1. 호흡의 확인방법

심정지 환자들은 종종 기도가 개방되어 있지 않거나 간헐적으로 혈떡이는 호흡을 보이는 경우가 많아 일반인 구조자뿐만 아니라 전문 구조자도 호흡유무를 확인하는 것이 쉽지 않을 수 있다. 특히 급성심장사 초기 수 분 동안에는 간헐적으로 혈떡이는 호흡이 흔히 관찰되는데, 일반인 구조자가 이러한 혈떡임을 호흡으로 오인하여 심폐소생술을 시행하지 않는 경우가 상당히 있는 것으로 보고되었다. 일반인 구조자들은 심정지 초기 나타나는 환자들의 호흡양상을 응급의료전화상담원에게 매우 느리고 간헐적으로 혈떡이는 호흡, 불규칙적인 호흡, 힘든 호흡노력, 한숨, 꿀꿀꿀하는 소리, 짧고 발작적인 신음, 길고 낮은 신음, 거친 콧숨 등으로 매우 다양하게

표현한 것으로 나타났다. 한편 의료종사자들은 호흡정지 직전의 매우 느리고 미약한 호흡이나 급성심장사 초기에 보이는 간헐적으로 혈떡이는 호흡 등을 임종호흡으로 인지하는 것으로 알려지고 있다. 따라서 심폐소생술을 교육할 때에는 이러한 간헐적으로 혈떡이는 호흡을 어떻게 인지하는지를 강조하고 이러한 호흡양상을 보이는 반응이 없는 환자에게 인공호흡을 시행하고 적절한 심폐소생술의 단계를 진행하도록 가르치는 것이 권장된다.

의식이 없는 환자에서는 기도를 연 상태에서 환자의 입과 코 가까이 구조자의 귀를 대고 흉부의 움직임에 관찰하면서 “보고, 듣고, 느끼는” 방법으로 호흡을 확인한다. 호흡의 확인은 10초에 걸쳐서 하며, 호흡을 확인하는데 10초 이상을 소요하지 않는다.

일반인 구조자는 “정상적인” 호흡이 있는가를 판단하고, 응급의료종사자는 “적절한” 호흡이 있는가를 판단하여 없다면 두 번의 인공호흡을 실시한다. 일반인 구조자는 매우 느리고 간헐적인 호흡, 이상하고 불규칙적인 호흡, 힘든 호흡노력, 한숨, 짹짹하는 소리, 짧고 발작적인 신음, 길고 낮은 신음, 거친 콧숨 등의 호흡양상을 모두 비정상적으로 판단하도록 하고, 응급의료종사자는 적절히 기도를 개방한 상태에서도 매우 느리고 미약한 호흡을 보이거나 간헐적으로 혈떡이는 호흡노력을 보이는 경우 등을 부적절한 호흡으로 판단한다. 만약 호흡이 적절한지 확신하지 못하는 경우에는 즉각적인 인공호흡을 한다. 만약 일반인 구조자나 응급의료종사자가 인공호흡을 실시하기가 꺼려지거나 할 수 없는 경우에는 흉부압박을 바로 시작할 수 있다.

2. 인공호흡량 및 인공호흡방법

입-입 인공호흡이나 입-보호기구 인공호흡을 실시하는 경우에는 “보통의 호흡”으로 숨을 들이 쉰 후에 기도를 열고 코를 막은 상태로 입과 입을 완전히 밀착시킨 후 가슴의 상승이 육안으로 관찰되는 정도의 충분한 호흡량을 1초간 붙여넣는 것이 권장된다. 인공호흡을 할 때에는 너무 빠르고 강한 호흡은 피하도록 한다. 만약 첫 인공호흡을 시도하였을 때 흉부의 상승이 관찰되지 않으면 머리기울임-턱 들어올리기를 다시 시행하고 두 번째 인공호흡을 실시한다. 두 번의 인공호흡을 시행한 후에는 인공호흡의 적절한 시행여부와 관계없이 흉부압박을 바로 실시한다. 만약 안면마스크나 백-마스크를 사용할 수 있는 상황이라면 빨리 바꾸어 실시하도록 한다.

입-마스크 인공호흡을 실시하는 경우에는 기도를 열면서 동시에 마스크를 안면에 완전히 밀착시킨 상태로 위와 동일한 호흡량과 방법으로 인공호흡을 실시하는데 이용가능하면 산소를 함께 투여한다.

입-코 인공호흡은 만약 손상으로 인해 환자의 입을 통해 환기를 실시할 수 없거나 입을 열 수

없는 경우, 입과 입의 밀착이 어려운 경우나 환자가 물속에 있는 경우에 입-입 인공호흡 대신 실시할 수 있다. 단, 물속에서의 입-코 인공호흡은 수상안전교육을 받은 구조자에 한해서만 실시하도록 한다. 만약 환자가 기관창(tracheal stoma)을 가지고 있는 경우에는 입-창 인공호흡을 시행하는데, 만약 소아용 안면마스크가 있다면 대체하여 사용할 수 있다.

백-마스크 환기도 역시 흉부의 상승이 육안으로 관찰되는 정도의 충분한 일회호흡량(약 500-600mL)으로 1초간 실시하는 것이 권장된다. 기도가 적절히 열려있고 마스크와 안면이 잘 밀착되어있다면, 1 L 성인용 소생백은 1/2-2/3정도로, 1.6 L 혹은 2 L 성인용 소생백은 1/3정도를 압착하도록 한다. 백-마스크 환기는 2명의 숙련된 구조자가 시행할 경우 가장 효과적인데 한 명은 기도를 열고 마스크와 안면을 밀착시키고, 나머지 한 명은 소생백을 압착하면서 두 명 모두 흉부의 상승을 관찰하도록 한다. 이용가능하다면 산소(O_2) 40%, 최소유속 분당 10-12 L)를 투여하는데 저장주머니를 반드시 부착하도록 한다. 만약 잘 훈련받았고 사용 경험이 충분하다면 후두마스크기도기나 식도-기관콧비튜브 등을 삽입해 백-마스크 환기대신 사용할 수 있다. 전문기도가 확보되기 전에는 초기 2회의 구조호흡 후 30회의 흉부압박에 이어 바로 2회의 인공호흡을 실시하는데 약 2분간 5주기를 실시한다. 위 팽창을 예방하고 역류와 흡인의 위험을 줄이기 위해 흉부압박이나 인공호흡을 실시하지 않는 제3의 구조자는 윤상연골누르기를 실시하도록 한다.

전문기도유지술(기관 삽관, 후두마스크기도기나 식도-기관콧비튜브 삽입)을 시행한 후에는 흉부압박과 관계없이 분당 8-10회(6-8초당 1회)의 환기를 실시하는데, 역시 흉부의 상승이 육안으로 관찰되는 정도의 일회호흡량으로 1초간 실시하는 것이 권장된다. 구조자가 두 명인 경우에는 피로로 인해 흉부압박의 정확성이 저하되는 것을 예방하기 위해 매 1-2분마다 흉부를 압박하는 사람의 역할을 교대하고 만약 구조자가 많은 경우에는 매 2분마다 흉부압박을 교대한다.

전문기도가 확보되지 않은 상태에서의 인공호흡은 종종 위 팽창을 유발하는데, 이로 인해 역류와 흡인이 발생할 수 있고 또한 횡격막을 상승시켜 폐의 움직임을 제한하고 호흡 유순도를 저하시킨다. 위 팽만의 위험도는 높은 근위부 기도압과 감소된 하부식도조임근 개방압에 의해 증가되는데, 심정지시 하부식도조임근 개방압은 수 분 내 5 mmH₂O 이하로 감소되는 것으로 알려져 있으므로 기도압에 의해 주로 좌우되게 된다. 높은 기도압은 짧은 흡기시간, 많은 일회호흡량, 높은 최고 흡기압, 불완전한 기도 개방, 그리고 감소된 폐 유순도 등에 의해 발생하게 된다. 따라서 위 팽만과 그에 따른 부작용을 최소화하려면, 적은 일회호흡량으로 천천히 강하지 않게 인공호흡을 실시하는 것이 바람직하다. 하지만 심정지 환자에서 일회호흡량을 정확히 얼마로 해야 하는지를 결정하기에는 아직까지 과학적 근거가 불충분하다. 한 관찰연구에 의하면 훈련된 구조자가 마취되고 기관 삽관된 성인의 흉부 상승을 인지할 수 있는 일회호흡량이 약 400 mL 정도 되는 것으로 알려졌다. 몇몇 실험실 연구들과 사람을 대상으로 하였던 한 연구에 의하

면 전문기도가 확보되어 있지 않은 경우에 1000 mL의 일회호흡량이 500 mL에 비해 의미 있는 위 팽창을 초래하는 것으로 나타났다. 전문기도가 확보되지 않은 전신 마취환자에 대한 연구에 따르면 455 mL의 대기로 환기할 경우 719 mL과 비교해 혈중산소포화도가 의미 있게 감소되거나 624 mL로 환기할 경우는 차이가 없는 것으로 나타났으며, 심정지 환자들을 대상으로 전문기도 확보 후 100% 산소로 환기를 시행한 연구에서 500 mL의 환기는 1000 mL에 비해 동맥혈 이산화탄소분압이 높았고 동맥혈 산소분압의 차이는 없는 것으로 나타났다. 한편 동물실험과 소규모 증례를 이용한 이행성 연구에 의하면 심정지 중 분당 12회 이상의 과환기는 흉강내압을 증가시키고 관상동맥관류압이나 뇌관류압을 감소시키며, 자발순환 회복을 저하시키는 것으로 나타났다. 또한 중증 쇼크 동물 모델에서 분당 6회의 환기를 12회의 환기와 비교한 연구에서도 적은 환기 횟수로도 산소화는 적절히 유지되고 혈액학적으로 보다 이로운 것으로 알려졌다. 또한 다른 연구보고에 의하면 건강한 성인 구조자가 약 800 mL의 심호흡으로 심폐소생술을 실시할 경우에 75%가 적어도 한 가지 이상의 과호흡에 따른 증상을 보이는 것으로 나타났다. 결론적으로 많은 일회호흡량과 환기 횟수는 여러 가지 부작용을 일으킬 수 있는 반면에 보다 적은 일회호흡량과 환기 횟수는 비교적 생리적으로 받아들여질 만하다. 따라서 전문기도가 확보되어 있지 않은 경우에는 약 500-600 mL 정도의 일회호흡량으로 너무 빠르거나 강하지 않게 인공호흡을 실시하고, 전문기도가 확보된 후에는 분당 8-10회로 환기를 실시하는 것이 권장된다.

제 4 장 인공 순환

흉부압박은 가슴의 흉골 부위에 주기적인 압력을 가하는 술기이다. 압박에 의하여 흉강 내부의 압력이 상승하며 심장이 직접 압박되어 혈류가 발생한다. 제대로 시행된 흉부압박은 수축기 동맥압을 60-80 mmHg 정도까지 발생시킬 수 있으나 이완기 동맥압은 낮아서 경동맥에서 측정된 평균 동맥압은 40 mmHg를 넘기기 어렵다. 흉부압박으로 생성된 혈류는 뇌와 심장에 적지만 매우 중요한 양의 산소와 영양분을 공급해 준다. 심폐소생술을 시행할 때에는 흉부압박을 효과적으로 실시하여야 하며 효과적인 압박을 위해서는 가슴을 세게 그리고 빠르게 압박하고 가능하면 흉부압박의 중단은 최소화하여야 한다.

1. 흉부압박의 술기

1) 압박의 자세와 위치

흉부압박의 효과를 최대화하기 위해서 환자를 딱딱한 바닥에 등을 대고 눕히거나 등에 단단한 판을 깔아준다. 구조자는 환자의 가슴 옆에 무릎을 꿇은 자세를 취한다. 제한된 공간에서는 환자의 머리맡에서 흉부압박을 실시할 수도 있다. 성인과 소아의 경우 압박 위치는 흉골의 아래쪽 절반이며 압박 위치를 신속하게 찾기 위하여 환자의 유두 연결선이 흉골과 만나는 지점을 이용한다⁷⁾(그림 3-9). 흉골의 가장 하단에 위치하는 검상돌기를 누르지 않도록 주의한다. 구조자는 한 쪽 손바닥의 두덩(heel) 가운데를 압박 위치에 대고 그 위에 다른 손바닥을 평행하게 겹쳐 두 손으로 압박한다. 손가락은 펴거나 깎지를 끼거나 상관없으나 가슴에 닿지 않도록 한다. 팔꿈치를 펴고 팔이 바닥에 수직을 이루도록 하여 체중을 이용하여 압박한다.



그림 3-9. 성인의 흉부압박 위치. 압박 위치는 흉골의 아래쪽 절반 부위이다.

2) 압박의 깊이

보통 체격의 성인에서 압박의 깊이는 4-5 cm 정도가 적당하다. 환자의 체격에 따라 압박의 깊이는 조절될 수 있으나 일반적으로 일반인 또는 의료인이 시행한 흉부압박의 40% 정도는 압박

7) 이 방법은 외국의 전화상담원 보조 심폐소생술에서 성공적으로 사용되어 온 방법이다. 그러나 유두 연결선이 흉골의 아래쪽 절반을 확실하게 벗어나는 경우에는 흉골의 아래쪽 절반을 압박한다.

되는 깊이가 불충분하다고 한다. 따라서 응급의료종사자들은 효과적인 흉부압박이 이루어질 수 있도록 연습할 필요가 있다. 과거에는 흉부압박을 시행할 때 경동맥이나 대퇴동맥의 맥박을 확인함으로써 압박의 적절성을 판단하였다. 그러나 심폐소생술 도중에는 효과적인 동맥 혈류가 없어도 정맥의 맥박이 만져질 수 있으므로 정확한 방법이라 할 수 없다.

3) 연령에 따른 흉부압박법의 차이

성인, 소아 및 영아에 대한 흉부압박 방법을 요약하면 표 3-1과 같다.

(1) 성인의 경우

- ① 흉골의 아래쪽 절반을 유두 연결선 지점에서 압박한다.
- ② 두 손을 이용하여 4-5cm 정도 압박한다.

(2) 소아의 경우

- ① 흉골의 아래쪽 절반을 성인의 경우처럼 유두 연결선 지점에서 압박한다.
- ② 한 손 또는 두 손을 이용하여 가슴 두께의 1/2-1/3 정도가 압박될 수 있도록 한다.

(3) 영아의 경우(만 1세 미만)

- ① 흉골의 아래쪽 절반을 유두 연결선 바로 아래 지점에서 압박한다.
- ② 일반인이나 혼자인 응급의료종사자는 두 손가락을 이용하여 압박한다.
- ③ 구조자가 2인인 경우 흉부를 압박하는 응급의료종사자는 가능하다면 영아의 가슴을 감싼 상태로 두 엄지손가락을 이용하여 압박을 시행한다.

표 3-1. 성인, 소아 및 영아에서 흉부압박 방법의 비교

	성인	소아	영아
흉부압박점	흉골의 아래쪽 절반 (유두선과 흉골이 만나는 지점)		흉골의 아래쪽 절반 (유두선 직하방)
압박 방법 (세게, 빠르게, 이완은 완전히)	한손바닥의 두덩으로, 다른 손은 위에	성인의 경우처럼 또는 한 손바닥만으로	2-3 손가락으로 응급의료종사자(2인): 두 엄지손가락 방법
압박 깊이	4-5 cm	가슴 깊이의 절반 또는 삼분의 일	
압박 속도	분당 100회		
흉부압박 대 인공호흡 비율	30 대 2	30 대 2 (2인의 응급의료종사자 구조 시에는 15 대 2)	

4) 흉부 압박의 속도

심폐소생술 동안 적절한 혈류의 생성을 위해서는 분당 80회 이상의 흉부압박이 필요하다고 한다. 이 가이드라인에서는 분당 100회의 속도로 흉부압박 하는 것을 권장한다. 흉부압박의 속도를 분당 100회로 한다는 것은 실제로 일 분 동안 100회의 압박을 한다는 의미가 아니다. 기도 유지, 인공호흡, 심전도 리듬 분석 등의 기간에는 흉부압박이 중단되기 때문이다. 한 연구에서 흉부압박을 분당 100-121회의 속도로 시행하였음에도 빈번한 중단으로 인하여 실제로 시행된 흉부압박은 분당 64회에 불과하였다. 구조자는 이러한 흉부압박의 중단을 줄이기 위하여 노력하여야 한다. 한편 한 번의 흉부압박 과정에서 압박에 걸리는 시간은 20-50%가 바람직하다고 하며 관상동맥 및 뇌 관류는 흉부압박의 속도가 분당 130-150회로 빨라질 때까지는 상승된다고 한다. 술기의 시행을 쉽도록 하기 위하여 이 가이드라인에서는 압박과 이완 시간을 50%씩으로 권장한다.

5) 압박 후의 완전한 이완

심장으로의 정맥 환류를 보장하기 위하여 각각의 압박 후에는 흉벽이 정상 위치로 완전히 올라오도록 한다. 이 때 올바른 손의 위치를 유지하기 위하여 구조자의 손이 환자의 가슴에서 완전히 떨어지지 않는도록 한다. 압박 후 흉벽의 불충분한 상승은 자주 발생되고 있으며 특히 구조자들이 지쳤을 때 많이 나타난다. 불충분한 흉벽의 상승은 흉강 내부의 압력을 증가시키고 관상동맥과 뇌동맥으로 가는 혈류를 감소시킨다. 이것은 효과적인 심폐소생술에서 필수적인 부분이므로 심폐소생술을 교육할 때에 완전한 흉벽의 상승이 중요함을 강조하여야 한다.

6) 흉부압박과 인공호흡의 비율

처음 2회의 인공호흡 후에 흉부압박과 인공호흡의 비율은 30:2가 권장되나 이 부분은 명확한 근거에 의한 것이 아니라 전문가들의 합의에 따른 것이며, 최적의 비율과 방식에 대해서는 생존율과 신경학적 예후의 측면에서 더 많은 연구가 필요하다. 흉부압박을 기존의 15회에서 30회로 늘린 이유는 실제로 압박이 시행되는 횟수를 증가시키고, 과환기의 가능성을 줄이고, 환기로 인한 흉부압박의 중단을 줄이며, 지침을 단순화하여 교육효과를 높이기 위해서이다. 소아나 영아의 경우에는 두 명의 구조자가 있다면 전문기도유지술이 이루어질 때까지 15:2의 비율을 권장한다. 일단 전문적 기도유지가 시행된 경우에는 두 명의 구조자는 더 이상 환기와 압박을 교대로 시행하지 않는다. 흉부압박을 시행하는 구조자는 환기를 위해 멈출 필요 없이 분당 100회의 속도로 연속적인 압박을 시행하며, 환기를 시행하는 구조자도 분당 8-10회의 속도로 환기를 시행한다.

2. 압박 중단 최소화

실제 상황에서 심폐소생술은 자주 중단된다. 현장에서 시행되는 심폐소생술을 분석한 결과 전체 심정지 기간의 24-49% 동안 흉부압박이 전혀 시행되지 않았다. 흉부압박이 중단되면 관상 동맥 관류압이 감소되며, 중단이 자주 그리고 오래 지속될수록 평균 관류압은 더 많이 감소된다. 그 결과 순환 회복률이 줄어들고 생존율이 낮아지며 소생 후 심근 기능도 떨어지게 된다. 동물 실험에서 흉부압박을 중단하지 않거나 최소한으로 중단한 경우에는 표준적인 심폐소생술을 시행한 경우보다 높은 생존율을 보였다. 따라서 모든 구조자들은 흉부압박의 중단을 최소한으로 하여야 한다.

일반인 구조자는 가능한 응급의료종사자가 도착할 때까지 또는 환자의 움직임이 관찰될 때까지 심폐소생술을 지속하는 것이 권장된다. 심폐소생술 도중에 순환이나 반응을 확인하기 위하여 흉부압박을 중단하는 것은 바람직하지 않다. 응급의료종사자들도 역시 전문기도유지술이나 제세동을 시행하는 등의 특수한 경우를 제외하고는 가능하면 압박의 중단을 피해야 하며 불가피하게 흉부압박을 중단하는 경우에도 10초를 넘기지 않도록 한다.

3. 압박의 교대

흉부압박을 시행하는 구조자가 지치면 흉부압박의 속도나 깊이가 부적절해진다. 비록 구조자 본인은 흉부압박을 시행한지 5분 정도까지는 피곤을 느끼지 않을 수 있으나 압박을 시작하고 1분 정도가 지나면 압박의 깊이가 줄어드는 것을 관찰할 수 있다. 두 명 이상의 구조자가 존재하는 경우에는 1-2분마다(30 대 2의 흉부압박 대 인공호흡주기를 3-5번 시행할 때마다) 흉부압박 시행자를 교대해 주는 것이 좋다. 임무를 교대할 때에는 가능하면 흉부압박이 5초 이상 중단되지 않도록 하여야 한다. 두 명의 구조자가 환자의 양편에 위치하는 경우에는 교대할 사람이 미리 준비하고 있다가 교대하도록 한다. 여러 명의 구조자가 있다면 1-2분 정도마다 돌아가면서 흉부압박을 시행한다.

4. 흉부압박의 합병증

흉부압박이 적절하게 시행되더라도 늑골이나 흉골의 골절, 흉골-늑골의 분리, 폐좌상, 간이나

비장의 손상 등이 발생할 수 있다. 이들 합병증은 정확한 위치를 압박함으로써 최소화할 수 있으나 완전히 예방할 수는 없으며 심정지 환자에게 합병증에 대한 우려 때문에 불충분한 흉부압박을 시행해서는 안 된다.

5. 흉부압박 단독 심폐소생술

성인의 심정지에서 인공호흡을 시행하지 않은 흉부압박의 결과는 아무 것도 시행하지 않은 경우보다는 좋다. 낮은 사람 특히 지저분한 환자에 대한 입-입 인공호흡을 선뜻 시행하기는 어렵다. 성인의 심실세동으로 인한 심정지에서 초기 5분 동안에는 인공호흡의 역할이 필수적이지 않다고 한다. 이런 경우 기도가 열려있다면 가끔씩 발생하는 임종 호흡(agonal respiration)이나 압박 후 흉곽의 수동적인 팽창이 가스 교환을 일부 가능하게 하기 때문이다. 심정지 기간에는 순환 혈류가 적어서 적은 호흡량으로도 정상적인 환기-관류 비율을 유지할 수 있다. 이런 이유로 구조 호흡을 시행할 수 없는 상황이거나 하고 싶지 않을 경우에는 아무것도 시행하지 않는 것보다는 흉부압박 단독 심폐소생술을 하도록 권장 한다.⁸⁾ 그러나 가장 바람직한 것은 인공호흡과 흉부압박을 동시에 시행하는 것이다.

제5장 이물에 의한 기도 폐쇄의 치료

1. 기도폐쇄의 확인방법

기도폐쇄는 흔하지는 않지만 예방 가능한 사망의 원인이며 대부분 목격되는 경우가 많다. 따라서 기도폐쇄의 확인은 성공적인 예후를 위해 핵심적인 부분이며 실신, 심정지, 경련 및 심한 호흡곤란, 청색증, 혹은 의식소실 등을 유발할 수 있는 다른 질환들과의 감별이 필요하다.

이물질에 의한 기도폐쇄는 경한 상태와 심한 상태로 나누어 볼 수 있는데, 환자가 손으로 목을 붙잡는 상태로 기침 소리를 낼 수 없고 청색증을 보이며 말이나 호흡을 할 수 없는 등의 기도

8) 입-입 인공호흡을 통하여 질병이 전파될 가능성은 매우 낮으나 체액이나 구토물에 가능하면 노출되지 않도록 응급의료종사자의 경우 안면 보호기구나 포켓마스크를 휴대하는 것을 권장한다.

폐쇄의 징후를 보이면, “목에 뭐가 걸렸나요?” 또는 “목이 막히나요?” 라고 빨리 물어보아서 환자가 말을 못하고 고개만 끄덕이면 심한 기도폐쇄 상태로 판단하고 즉각적인 치료를 실시해야 한다.

2. 기도 폐쇄의 치료 방법

경한 기도폐쇄를 보이고 환자가 기침을 심하게 하는 경우에는 환자의 자발적인 기침이나 호흡을 방해하지 않도록 한다. 심한 기도폐쇄의 징후를 보이는 성인과 1세 이상의 소아는 환자의 의식유무와 상관없이 즉시 응급의료체계에 연락을 한 후 기도폐쇄의 징후가 해소되거나 환자가 의식을 잃기 전까지 복부밀어내기를 반복해서 한다(그림 3-10). 복부밀어내기가 효과적이지 않거나 비만, 임신 후기 등의 이유로 시행이 어려운 경우에는 흉부밀어내기를 사용할 수 있다. 성인 환자가 의식을 잃으면 지지해서 바닥에 눕히고 일반인 구조자의 경우에는 심폐소생술을 시행하도록 하는데, 인공호흡을 할 때 입안을 잠깐 들여다보아 이물질을 확인하고 보이면 제거한다.

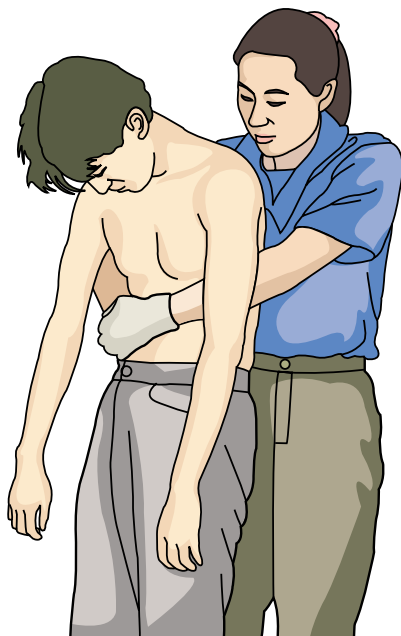


그림 3-10. 복부밀어내기. 주먹을 왼 손의 엄지손가락 방향을 상복부에 대고 다른 한 손을 위에 겹친 후 후상방향으로 강하게 잡아당긴다.

응급의료종사자는 의식이 없는 기도폐쇄 환자에 대해 먼저 기도를 개방하고 입안을 관찰해 기도를 막고 있는 고형물질이 관찰될 경우에는 턱과 혀를 동시에 한 손으로 쥐고 들어 올리면서 손가락 훑어내기로 제거한다. 만약 관찰되지 않으면 바로 인공호흡을 시도하는데 만약 흉부의 상승이 관찰되지 않으면 다시 기도를 개방하고 인공호흡을 재시도 한다. 두 번의 시도 후에는 흉부압박을 바로 시작하는데 매 주기마다 위와 같은 과정을 반복한다. 만약 손으로 제거하기 힘든 이물질인 경우에는 이용가능하다면 후두경과 마질점자(Magill forceps)와 같은 기구를 사용해 제거할 수 있다.

심한 기도폐쇄의 치료를 위해 어떤 방법을 처음으로 사용해야 하는지에 결정하기는 어렵다. 보고에 따르면 의식이 있는 기도폐쇄의 경우에는 등 두드리기, 복부밀어내기, 혹은 흉부밀어내기 모두가 적용가능하고 효과적일 수 있다고 알려져 있는데, 약 50%에서 한 가지 방법만으로는 제거되지 않았던 것으로 나타나 성공률을 높이기 위해서는 여러 방법을 함께 사용할 필요가 있다. 하지만 쉽게 배우고 빠르게 적용할 수 있도록 하기 위해서 일차적으로는 복부밀어내기가 권장된다. 비만한 사람이나 임신부의 기도폐쇄에 관한 연구는 아직까지는 불충분하다. 한편 의식이 없는 경우는 흉부밀어내기나 복부밀어내기로 제거되었다는 증례보고들이 있었지만 생명에 지장을 줄 정도의 심각한 합병증이 동반되는 경우가 대부분 복부밀어내기와 연관되어 있었고, 사체를 이용한 무작위 연구와 전신 마취된 자원자를 대상으로 한 두 개의 전향적인 연구에서 흉부밀어내기가 복부밀어내기보다 더 높은 기도압을 보이는 것으로 나타나 복부밀어내기보다 흉부압박을 시행하는 것이 권장된다.

일부 일화적인 증례보고에서 의식이 없는 성인과 1세 이상의 소아에서 손가락 훑어내기가 도움이 될 수 있는 것으로 알려졌으나 손가락 훑어내기의 일상적인 사용을 평가한 연구는 아직까지 없었고, 몇몇 증례보고에서 환자의 입에 손상을 주거나 구조자의 손가락이 다치는 문제점이 제시되었기 때문에 더 이상 이물질의 확인 없이 손가락 훑어내기를 시도하는 것은 권장되지 않는다. 몇 가지 증례보고에서 적절히 훈련된 응급의료종사자가 후두경과 마질점자와 같은 기구를 사용할 경우 심한 기도폐쇄에서 효과적인 이물질 제거가 가능했다고 알려져 있으므로 손으로 제거하기 힘든 이물질인 경우에는 적절한 기구를 이용하는 것도 권장된다.

3. 회복자세

회복자세는 정상적인 호흡과 효과적인 순환을 보이거나 반응이 없는 성인 환자에게 사용이 권

장된다. 이 자세는 기도 개방을 유지하고 기도 폐쇄와 흡인의 위험성을 줄이기 위해 고안되었는데, 몸 앞쪽으로 한쪽 팔을 바닥에 대고 다른쪽 팔과 다리를 구부린 채로 환자를 옆으로 돌려 눕힌다(그림 3-11). 이러한 회복자세에는 몇 가지 변형된 형태가 존재하는데 모든 환자에게 완벽하게 적용될 수 있는 한 가지 자세는 없으며 각각의 장점이 있다. 이상적인 자세는 안전하고 거의 옆으로 누운 자세이면서 머리는 아래로 향하고 호흡을 방해할 수 있는 압력이 흉부에 가해지지 않아야 한다. 건강한 자원자를 대상으로 한 연구에서 측면 회복자세 시 아래에 위치한 팔의 혈관이나 신경이 눌리는 것으로 보고 된 바 있으나 쉽게 자세를 취할 수 있는 점이 그러한 위험보다는 우월한 장점으로 받아들여지고 있다. 한편 자원자를 대상으로 한 다른 연구에서는 척수 손상이 있거나 의심되는 경우 한쪽 팔을 위로 펴고 머리를 팔에 댄 상태로 양다리를 함께 구부린 자세가 보다 적합한 것으로 보고되었다.

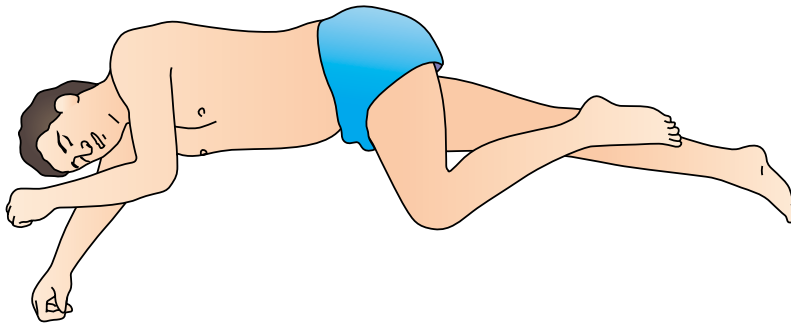


그림 3-11. 회복자세. 몸 앞쪽으로 한쪽 팔을 바닥에 대고 다른 쪽 팔과 다리를 구부린 채로 환자를 옆으로 돌려 눕힌다.

참고문헌 및 추가 읽기

1. 2005 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation 2005;112:IV13-19.
2. Aufderheide TP, Pirralo RG, Yannopoulos D, Klein JP, von Briesen C, Sparks CW, et al. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. Resuscitation 2005;64:353-362.
3. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, Yannopoulos D, McKnite S, von Briesen C, et al.

- Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2004;109:1960-1965.
4. Babbs CF, Kern KB. Optimum compression to ventilation ratios in CPR under realistic, practical conditions: a physiological and mathematical analysis. *Resuscitation* 2002;54:147-157.
 5. Bang A, Herliz J, Martinell S. Interaction between emergency medical dispatchers and caller in suspected out-of-hospital cardiac arrest calls with focus on agonal breathing; a review of 100 tape recordings for true cardiac arrest cases. *Resuscitation* 2003;56:25-34.
 6. Baskett P, Nolan J, Parr M. Tidal volumes which are perceived to be adequate for resuscitation. *Resuscitation* 1996;31:231-234.
 7. Bayes de Luna A, Coumel P, Leclercq JF. Ambulatory sudden cardiac death: mechanism of production of fatal arrhythmia on the basis of data from 157 cases. *Am Heart J* 1989;117:151-159.
 8. Blake WE, Stillman BC, Eizengerg N, Briggs C, McMeeken JM. The position of the spine in the recovery position-an experimental comparison between the lateral recovery position and modified HAINES position. *Resuscitation* 2002;53:289-297.
 9. Calle PA, Verbeke A, Vanhaute O, Van Acker P, Martens P, Buylaert W. The effect of semi-automatic external defibrillation by emergency medical technicians on survival after out-of-hospital cardiac arrest: an observational study in urban and rural areas in Belgium. *Acta Clin Belg* 1997;52:72-83.
 10. Clark JJ, Larsen MP, Culley LL, Graves JR, Eisenberg MS. Incidence of agonal respirations in sudden cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1992;21:1464-1467.
 11. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, et al. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *JAMA* 1999;281:1182-1188.
 12. Cummins RO, Oranto JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival form sudden cardiac arrest : "chain of survival" concept : a statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and Emergency Cardiac Care Committee, American Herat Association. *Circulation* 1991;83:1832-1847.
 13. Deitch EA. Opsonic activity of blister fluid from burn patients. *Infect Immun* 1983;41:1184-1189.
 14. Dorges V, Sauer C, Ocker H, Wenzel V, Schmucker P. Smaller tidal volumes during cardiopulmonary resuscitation: comparison of adult and paediatric self-inflatable bags with three different ventilatory devices. *Resuscitation* 1999;43:31-7.
 15. Dorph E, Wik L, Steen PA. Arterial blood gases with 700 ml tidal volumes during out-of-hospital CPR. *Resuscitation* 2004;61:23-7.
 16. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 12: from science to survival: strengthening the chain of survival in every community. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation* 2000;102:1358-370.
 17. Handley AJ, Handley JA. The relationship between rate of chest compression and

- compression: relaxation ratio. Resuscitation 1995;30:237-241.
18. Handley AJ. Recovery position. Resuscitation 1993;26:93-95.
 19. Handley AJ. Teaching hand placement for chest compression-a simpler technique. Resuscitation 2002;53:29-36.
 20. Hartrey R, Bingham RM. Pharyngeal trauma as a result of blind finger sweeps in the choking child. J Accid Emerg Med 1995;12:52-54.
 21. Hauff SR, Rea TD, Culley LL, Kerry F, Becker L, Eisenberg MS. Factors impeding dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation. Ann Emerg Med 2003;42:731-737.
 22. Heimlich HJ. A life-saving maneuver to prevent food-choking. JAMA 1975;234:398-401.
 23. Hwang SO, Lim KS. Cardiopulmonary Resuscitation and Advanced Cardiovascular Life Support. 3rd ed. Seoul: Kunja Publisher; 2005. p.27-34.
 24. Kabbani M, Goodwin SR. Traumatic epiglottitis following blind finger sweep to remove a pharyngeal foreign body. Clin Pediatr 1995;34:495-497.
 25. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich maneuver in recently dead adults with complete airway obstruction. Resuscitation 2000;44:105-108.
 26. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Arterial blood gases with 500-versus 1000-ml tidal volumes during out-of-hospital CPR. Resuscitation 2000;45:27-33.
 27. Paradis NA, Martin GB, Goetting MG, Rosenberg JM, Rivers EP, Appleton TJ, et al. Simultaneous aortic, jugular bulb, and right atrial pressures during cardiopulmonary resuscitation in humans: insights into mechanisms. Circulation 1989;80:361-368.
 28. Purdue GF, Layton TR, Copeland CE. Cold injury complicating burn therapy. J Trauma 1985;25:167-168.
 29. Rathgeber J, Panzer W, Gubther U, Scholz M, Hoeft A, Bahr J et al. Influence of different types of recovery positions on perfusion indices of the forearm. Resuscitation 1996;32:13-17.
 30. Redding JS. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. Crit Care Med 1979;7:475-479.
 31. Rockwell WB, Ehrlich HP. Fibrinolysis inhibition in human burn blister fluid. J Burn Care Rehabil 1990;11:1-6.
 32. Ruben H, Macnaughton FI. The treatment of food-choking. The Practitioner 1978;221:725-729.
 33. Ruben HM, Elam JO, Ruben AM, Greene DG. Investigation of upper airway problems in resuscitation 1: studies of pharyngeal x-rays and performance by laymen. Anesthesiology 1961;22:271-279.
 34. Rubio Quinones F, Munoz Saez M, Povatos Serrano EM, Hernandez Gonzalez A, Quintero Otero S, et al. Magill forceps: a vital forceps. Pediatr Emerg Care 1995;11:302-303.
 35. Ruppert M, Reith MW, Widmann JH, Lackner CK, Kerkmann R, Schweiberer L, et al. Checking for breathing: evaluation of the diagnostic capability of emergency medical services personnel, physicians, medical students, and medical laypersons. Ann Emerg Med 1999;34:720-729.
 36. Samson RA, Nadkarni VM, Meaney PA, Carey SM, Berg MD, Berg RA. Outcomes of in-

- hospital ventricular fibrillation in children. N Engl J Med 2006;354:2328-2339.
37. Skulberg A. Chest compression-an alternative to the Heimlich manoeuvre Resuscitation 1992;24:91.
 38. Thierbach AR, Wolcke BB, Krummenauer F, Kunde M, Janig C, Dick WF. Artificial ventilation for basic life support leads to hyperventilation in first aid providers. Resuscitation 2003;57:269-277.
 39. Wenzel V, Idris AH, Banner MJ, Kubilis PS, Williams JL Jr. Influence of tidal volume on the distribution of gas between the lungs and stomach in the nonintubated patient receiving positive-pressure ventilation. Crit Care Med 1998;26:364-368.
 40. Westfal R. Foreign body airway obstruction: when the Heimlich maneuver fails. Am J Emerg Med 1997;15:103-105.
 41. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, Sorebo H, Svensson L, Fellows B, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2005;293:299-304.
 42. Wolf DA. Heimlich trauma: a violent maneuver. Am J Forensic Med Pathol 2001;22:65-67.
 43. Young KD, Gausche-Hill M, McClung CD, Lewis RJ. A prospective, population-based study of the epidemiology and outcome of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest. Pediatrics 2004;114:157-164.

제4부 전문심장소생술

제1장 전문기도유지술

전문기도유지기를 삽입하는 동안에는 흉부압박을 중단하게 되므로, 전문기도유지기를 삽입할 때에는 기도유지기 삽입의 필요성과 흉부압박 중단이 가져오는 혈액학적 손실을 고려하여야 한다. 구조자는 환자가 초기의 심폐소생술이나 제세동에 반응하지 않거나 자발순환이 회복될 때까지 전문기도유지기의 삽입을 연기할 수 있다. 일단 전문기도가 확보되면 2인의 구조자는 흉부압박과 인공호흡을 중단 없이 할 수 있게 된다.

1. 기본소생술에서의 기도유지 방법

소생술을 하려면 환자를 단단하고 평평한 바닥위에 바로누움자세(supine position)로 눕힌다. 의료인의 경우 전문기도유지술이 시행되면 옆드린 자세에서도 소생술을 시행할 수도 있다는 보고도 있으나, 심폐소생술 중에는 가능하면 반드시 바로누움자세를 유지한다.

혀는 의식이 없는 환자의 기도를 막는 가장 중요한 원인이다. 혀는 아래턱에 붙어 있기 때문에, 아래턱을 위로 올리면 혀가 목구멍(인후)에서 떨어지면서 기도가 열리게 된다.

1) 기도열기

① 일반인

머리 기울임-턱 들어올리기는 한손을 환자의 이마에 대고 손바닥으로 압력을 가하여 환자의 머리가 뒤로 기울어지게 하면서, 다른 손의 손가락으로 아래턱의 뼈 부분을 머리 쪽으로 들어 올림으로써, 턱을 받쳐주고 머리를 뒤로 기울이는 것이다. 턱 아래 부위의 연부조직을 누르면 오히려 기도를 막을 수 있기 때문에 주의한다. 환자의 입을 열어 자발호흡이 가능하게 하며 입-입 인공호흡을 준비한다. 일반인의 경우 턱 들어올리기만을 하는 것은 권장되지 않는다.

② 의료인

의료인도 두경부 손상이 없는 경우에만 머리 기울임-턱 들어올리기를 시행한다. 경추의 손상이 의심되는 경우에는 머리기울임을 하지 않는 턱 들어올리기로 기도를 유지한다. 소생술중에는 기도유지와 환기가 중요하므로 턱 들어올리기로 기도를 유지할 수 없으면 머리 기울임-턱 들어올리기를 시행한다. 척추손상환자의 경우에는 기도확보를 방해할 가능성이 있는 척추 고정장치보다는 손으로 척추의 움직임을 제한하는 방법(manual spinal motion restriction)이 권장된다. 그러나 이송 중에는 경추고정대 등과 같은 경추 고정장치가 필요하다.

2인의 구조자가 심폐소생술을 하는 경우에 기도유지를 하는 구조자는 환자의 머리 쪽에서 두 손을 각각 환자 머리의 양 옆에 두고, 팔꿈치는 환자가 누워 있는 바닥에 닿게 한다. 그리고 두 손으로 환자의 아래턱 모서리를 잡아 위로 들어올린다. 입술이 닫히면 엄지손가락으로 아랫입술을 밀어 열리게 한다. 턱 들어올리기를 유지한 상태에서 입-입 인공호흡을 해야 하는 경우에는 구조자의 뺨을 환자의 콧구멍에 밀착시켜 코를 막는다.

2. 기도유지와 환기를 위한 보조기구들

심실세동에 의한 심정지의 초기 몇 분간은 뇌와 심장으로의 산소공급은 동맥혈 산소함량보다는 혈류량에 좌우되므로 흉부 압박이 인공호흡보다 중요하다. 그러나 심실세동 발생 후 장시간이 경과하였거나 질식성 심정지(asphyxial arrest)가 발생한 경우에는 환자가 이미 저산소혈증 상태에 있으므로 흉부압박과 인공호흡이 모두 중요하다.

심정지가 발생하면 몇 분 후부터 조직의 저산소증이 시작된다. 심폐소생술은 정상 심박출량의 25내지 33%밖에 공급하지 못하므로 심정지로부터 회복되지 않는 한 조직의 저산소증이 지속되고, 비호기성 대사에 의해 대사성 산증이 발생한다. 혈액의 산소화를 증가시키기 위해서 심폐소생술이 진행되는 동안에는 가능한 한 100%에 가까운 최대 농도의 산소를 공급하도록 해야 한다.

심정지동안 기도를 유지하는 적절한 방법은 의료인의 경험, 응급의료체계의 특징 그리고 환자 상태에 따라 다르게 선택되어야 한다. 기관 내 삽관이 경험미숙자에 의해 행해지거나 기관 내 튜브의 위치 확인이 부적절하면 합병증의 확률이 매우 높다. 부지불식간의 기관 내 튜브의 위치 이동이나 식도 내 삽관의 위험성을 줄이기 위해 환자위치가 변할 때마다 호기 이산화탄소 분압 측정 장치나 식도감지 기구를 사용해야 한다. 시행자는 처음 선택한 보조기구로 환기가 불가능한 경우에 대비한 대체 기도관리 전략을 갖고 있어야 한다.

1) 백-마스크 환기

백-마스크는 소생술 초기 몇 분간과 전문기도유지술이 시행되기 전에 유용하다. 모든 의료인들은 백-마스크의 사용에 숙달되어야 한다. 백-마스크를 사용할 경우에도 입-입 인공호흡에서와 같이 1초에 걸쳐서 가슴이 부풀어 오를 정도의 일회호흡량(체중 당 6-7 mL 또는 500 - 600 mL)을 공급하여야 한다. 백-마스크의 사용 중 구조자는 턱 들어올리기로 기도를 유지하고, 마스크를 얼굴에 밀착시키면서 턱을 들어올린다. 심폐소생술 중에는 매 30회의 흉부압박을 한 후 약 4초간의 사이에 인공호흡을 실시한다.

심박동이 있는 환자는 분당 10내지 12회(매 5-6초당 1회)의 인공호흡을 실시한다. 백-마스크 환기는 위역류, 흡인성 폐렴 등 합병증과 위팽창을 일으킬 수 있다. 위팽창이 발생하면 횡격막이 밀려 올려져서 호흡계 유순도를 낮추게 된다.

2) 입인두 기도기

입인두 기도기는 무의식 상태이거나 무반응인 환자에게만 권장된다. 입인두 기도기를 삽입할 때 혀가 하인두로 밀려들어가 기도폐쇄를 일으킬 수 있으므로 주의해야 한다. 의식이 있는 환자에서는 구역질반사를 일으켜 구역질, 구토 또는 성대문 연축을 유발할 수 있다. 입인두 기도기는 영아용, 소아용 그리고 성인용의 다양한 크기로 준비해야 하며, 충분히 교육을 받은 사람만이 삽입해야 한다.

3) 코인두 기도기

코인두 기도기는 입벌림장애, 물기, 딱 다문 턱 또는 턱-얼굴 손상 때문에 입인두 기도기의 삽입이 불가능한 환자에게 특히 유용할 수 있다. 두개골 기저부 골절 등 심한 두안면부 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. 가능하면 적당히 길고 부드러운 제품이 좋다.

4) 식도-기관 콤비튜브(esophagotracheal combitube: ETC)

식도-기관 콤비튜브는 맹목적으로 삽입하는 두 개의 커프가 장착된 이중관으로 구성된 침습적 기도기다. 삽입 후에는 원위부의 위치를 확인해야 하고 환자는 적절한 관을 통해 환기를 받게 된다. 한쪽 관은 하인두 위치에 환기용 겔 구멍이 있고 원위부가 닫혀 있다. 다른 한쪽 관은 기관튜브와 유사한 커프가 있으며 원위부가 열려 있다. 팽창된 큰 인두풍선은 혀의 기저부와 연구개 사이의 공간을 채워 식도-기관 콤비튜브를 제자리에 고정하고 입-인두를 하인두와 격리한다. 튜브가 굽어 있고 뺏뺏하며, 인두의 구조와 형태 때문에 튜브는 대부분 식도로 들어간다. 튜브 표면에 인쇄되어 있는 두 개의 표시 사이에 환자의 앞니가 위치할 때까지 튜브를 삽입한다. 그 후 인두와 원위부의 풍선을 팽창시켜서 입-인두와 식도(또는 기관)를 격리한다.

안면마스크와 대비되는 식도-기관 콤비튜브의 장점은 안면마스크에 대한 기관 내 튜브의 장점과 유사하여 기도의 격리, 흡인 위험의 감소 그리고 신뢰할 수 있는 환기를 제공한다. 기관 내 튜브에 대한 식도-기관 콤비튜브의 장점은 주로 교육하기가 쉽고 삽입기술 유지가 쉽다는 것이다. 식도-기관 콤비튜브를 통한 환기와 산소공급 수준은 기관튜브와 비슷하다. 그러나 삽입 성공이 항상 보장되는 것은 아니기 때문에, 식도-기관 콤비튜브의 원위부 관이 식도 또는 기관에 있는 지 여부를 정확하게 확인하지 않으면 치명적 합병증이 발생할 수 있다. 이 때문에 식도-기관 콤비튜브는 호기 이산화탄소 분압 감시장치나 식도감지 기구와 함께 사용한다.

5) 후두마스크 기도기(laryngeal mask airway: LMA)

후두마스크 기도기는 안면마스크보다 안전하고 믿을 수 있는 환기기구이다. 비록 흡인을 완전히 막는다고 보장 할 수는 없지만, 연구 결과에 따르면 후두마스크 기도기는 백-마스크 기구보다 역류의 가능성이 적고 흡인도 드물다고 한다. 후두마스크 기도기는 기관튜브와 같은 수준의 환기가 가능하다. 후두마스크 기도기는 삽입할 때 성대의 확인과 후두경술이 필요 없기 때문에 삽입과 사용 교육은 기관 삽관보다 간단하다. 후두마스크 기도기는 환자에게 접근이 제한되거나 불안정한 경부 손상의 가능성이 있거나 환자가 기관내삽관에 알맞은 자세를 취할 수 없을

때 기관튜브 보다 유리하다.

연구에 따르면 비록 후두마스크 기도기가 삽입되었어도 일부 환자들의 경우에는 환기가 불가능하다고 한다. 앞서 언급한 바와 같이 후두마스크 기도기로 100%의 삽입과 환기를 보장할 수 없기 때문에 시행자들은 기도 관리에 대한 대체 전략을 세워두는 것이 중요하다. 시행자들은 후두마스크 기도기의 사용에 대한 충분한 초기교육을 받아야 하고, 삽입 성공률을 극대화하고 합병증 발생을 최소화하기 위해 정기적으로 실습해야 한다.

4) 기관내삽관

기관튜브는 기도를 유지하고, 기도 내 분비물을 흡인하며, 고농도의 산소공급이 가능하고, 일부 약물 투여의 투여 통로로 사용되며, 선택한 일회호흡량을 쉽게 공급하고, 위 내용물이나 입, 인두의 혈액과 점액 흡인으로부터 기도를 보호하는 역할을 한다. 소생술중 마주치는 다양한 환자들과 환경조건에도 불구하고 반복적으로 안전하고 효과적으로 기관내삽관을 하려면 상당한 기술과 경험이 필요하다.

기관내삽관에 앞서 반드시 환자에게 산소를 투여해야 한다. 환자가 자발적인 환기를 하고 있다면 전산소 투여는 3분간의 고유량 산소공급으로 가능한데, 자발 환기가 불충분하다면 백-마스크 기구로 환기를 돕는다.

기관내삽관을 여러 번 반복하거나 삽관에 실패하면 심정지 환자의 예후에 악영향을 미칠 수 있다. 미숙한 시행자가 기관 내 삽관을 시도한다면 입안 또는 인두 손상, 과도하게 긴 환기 중단 시간, 흉부압박의 지연이나 중단, 식도나 기관지 삽관, 튜브 고정 실패, 그리고 잘못된 튜브 위치를 인식하지 못하는 경우 등 합병증이 발생할 수 있다. 따라서 경험이 없는 구조자들은 자신들이 충분히 교육받은 기도관리 기구만을 사용해야 한다.

응급 기관내삽관의 적응증은 ① 구조자가 백-마스크 기구로는 무의식 환자의 환기를 적절히 시행할 수 없을 때, ② 기도보호반사가 없는 경우(혼수나 심정지)이다.

소생술의 중단 시간은 기관내삽관을 하는 경우를 제외하고 10초를 넘기지 않는다는 목표를 가지고 있다. 기관내삽관을 하는 경우에도 소생술의 중단시간을 최소화하기 위한 여러 가지 노력을 기울여야 한다. 한번 이상 삽관을 시도해야 한다면 그 사이에 충분한 환기, 산소공급과 흉부 압박이 시행되어야 한다. 환자에게 관류 리듬이 있다면 삽관 시도 도중 지속적으로 산소포화도 측정과 심전도 감시를 시행한다.

기관내삽관 도중에는 가능하면 항상 다른 구조자가 반지연골 누르기(Sellick maneuver)를 시행하여 위 내용물의 역류를 억제하고 성대로 튜브가 삽입되도록 도와주어야 한다. 이때는 엄지손가락과 집게손가락으로 중간선 바로 옆의 반지연골 좌우측 앞쪽 가장자리에 압력을 가하되

지나친 압력을 피해야 한다. 왜냐하면 압력이 너무 세면 오히려 기도를 막고 기관 내 삽관을 방해 할 수 있기 때문이다. 기관튜브의 커프를 팽창할 때까지 반지연골 누르기를 유지한다. 실제 임상에서 기관내삽관시 성문이 잘 보이지 않을 때 BURP(Backward, Upward, Rightward Pressure: 갑상연골을 뒤쪽, 위쪽, 오른쪽으로 압박) 수기는 시술자가 성대를 좀 더 잘 볼 수 있도록 하는 데 유용하다. 기관내삽관 시 후두개에 가려 성문이 잘 보이지 않거나 보이더라도 기관튜브가 성문으로 진행되지 않는 경우에 가장 쉽고 간단하게 사용하는 방법이 가단성 있는 탐침(malleable stylet)을 이용하는 방법이다. 가볍게 윤활제를 바른 후에 탐침의 끝이 튜브 밖으로 나오지 않을 정도까지 삽입하고 탐침의 근위부는 꺾어서 더 이상 밀려들어가지 않도록 한다. 그 끝은 'hockey stick' 모양으로 하는 것이 일반적이다.

기관튜브는 성인도 체구의 차이가 있으므로 다양한 크기를 준비해야 한다. 튜브에는 15mm/22mm 표준연결기가 있어야 하며 성인과 큰 소아에게 적합한 고용적 저압력 커프가 있어야 한다. 일반적인 기관 튜브의 크기는 평균 성인 여성 7mm 평균 성인 남성 8mm이다.

기관내삽관을 시행하면서 겪게 되는 대부분의 어려움은 시행자가 후두경으로 성대를 잘 볼 수 없기 때문이다. 목은 굽히고 머리를 고리뒤통수관절(atlantooccipital joint)에서 신전하였을 때 성대가 가장 잘 보인다(sniffing position). 성대가 보이면 기관튜브의 커프가 성대를 2cm 지나도록 위치시킨다. 평균 체격인 성인의 경우, 보통 튜브의 깊이는 튜브에 표시된 대로 확인하면 앞니까지가 19-23cm이다. 튜브의 깊이를 확인한 후 기도를 막을 수 있을 정도의 공기로 커프를 팽창시킨다(보통 10ml). 정상적인 일회호흡량으로 환기를 하면서 후두를 청진하여 커프가 충분히 팽창되었는지 확인하며, 필요하면 튜브 주위에서 공기 새는 소리가 들리지 않을 때까지 만 공기를 보충한다.

기관튜브를 삽입한 직후에는 명치 부위, 중간 겨드랑선 그리고 양쪽 전흉부선을 청진하여 위치를 확인한다. 명치 부위에서는 호흡음이 들리지 않아야 하고, 양쪽 폐에서는 호흡음이 적절히 동일하게 들려야 한다. 성대를 통해 기관튜브를 삽입하고 청진으로 기관 내에 위치했음을 확인했더라도, 튜브 위치가 적절하다는 임상적 징후(예를 들어 튜브 내 응결, 폐와 복부의 청진, 흉부의 상승)가 항상 믿을 만한 지표는 아니므로 호기 이산화탄소 분압 측정기나 식도 감지기구를 사용하여 2차 확인을 해야 한다. 만약 기관튜브의 위치에 의문이 있으면 후두경을 이용하여 튜브가 성대사이를 통과하고 있음을 확인한다. 그래도 의심스러우면 튜브를 제거하고 재삽관시까지 백-마스크로 환기한다.

(1) 호기 이산화탄소 분압 측정기

폐에서 나오는 호기 내 이산화탄소 분압을 측정하는 기구로써 호기 내 이산화탄소의 존재는

기관튜브의 끝이 기관에 위치한다는 의미이다. 또한 이 감시 장비는 환자의 병원 전 이송 도중에 발생하기 쉬운 기관튜브의 이탈도 감지할 수 있다.

측정기가 이산화탄소를 감지하지 못하는 경우는 일반적으로 튜브가 식도에 위치하고 있을 때이며, 특히 자발순환 환자에서 그렇다. 거짓양성의 결과(실제 튜브는 식도에 위치하지만 측정기는 이산화탄소를 감지하여 기관에 위치한다고 판독)가 심정지 전에 많은 양의 탄산음료를 마신 환자에서 보고되었다. 거짓음성의 결과(실제로 튜브는 기관에 위치하지만 측정기는 이산화탄소를 감지하지 못함)가 폐로의 혈류가 적은 심정지 환자나 중증의 폐색전 환자에서 폐로 공급되는 이산화탄소가 적기 때문에 발생할 수 있다. 에피네프린의 정주, 천식지속상태 등과 같은 심한 기도폐쇄와 폐부종시 이산화탄소 제거와 감지가 매우 억제될 수 있다. 따라서 이산화탄소가 감지되지 않아도 육안으로 직접 확인 또는 식도감지기구의 사용 등 제 2의 방법이 추천된다.

(2) 식도감지기구

이 기구는 기관튜브의 근위부에 부착시킨 큰 주사기의 피스톤을 잡아당기거나 유연성이 있는 압축된 밸브를 연결함으로써 기관튜브의 기관 쪽 끝부분에 흡인력을 만들어낸다. 기관튜브가 식도에 있을 때는 식도점막이 기관튜브의 원위부 말단에 들러붙어 기구의 피스톤 운동이나 흡인 밸브의 재팽창이 일어나지 않을 것이다. 경우에 따라 민감도와 특이도가 낮으므로 기관내삽관을 확인하는 독립적인 방법들 중의 하나로 인식되어야 한다. 특히 중증 비만, 임신 말기, 천식지속상태 혹은 기관 분비물이 심한 경우 기관이 들러 붙어 튜브 끝이 식도에 있는 것으로 오인하게 될 수도 있다.

(3) 기관내삽관 후 관리

올바른 튜브의 위치를 결정한 다음에는 윗 앞니에 해당하는 튜브 깊이 표시의 수치를 기록하고 튜브를 고정한다. 이때 수분에 강한 테잎이나 상품(commercial device)을 사용한다. 기관튜브를 포함하여 전문기도기를 삽입한 후 튜브가 고정되면 입인두 기도기나 재갈(bite block)을 삽입한다.

전문기도기가 삽입되었을 때는 분당 8내지 10회의 환기를 제공한다. 매 호흡은 약 1초에 걸쳐 시행하고 흉부압박은 분당 100회의 속도로 하는데, 호흡과 시기를 맞출 필요는 없다. 과환기는 정맥혈류를 감소시켜 심박출량을 줄이므로, 과환기를 하지 않도록 유의한다.

구조자는 전문기도기가 삽입된 후 및 환자 이송 후에는 튜브위치를 재확인 한다.

튜브 위치 확인과 고정을 끝낸 뒤 비교적 여유롭게 되었을 때, 기관튜브의 끝이 기관연골의 위쪽에 위치하는지 확인하기 위해 흉부 방사선 촬영을 한다.

4. 흡인기구

소생술을 시행해야 하는 응급상황에서는 이동형과 고정형 흡인기구가 모두 필요하다. 이동형 기구는 인두 흡인에 충분할 정도의 진공과 유량을 제공할 수 있어야 한다. 대구경의 꺾이지 않는 흡인튜브와 반경직 인두끝(pharyngeal tip)이 준비되어 있어야 한다. 여러 가지 크기의 멸균한 흡인도관 몇 개와 깨지지 않는 재질의 수집병, 튜브와 도관의 세척을 위한 멸균수가 필요하다.

고정형 흡인기구는 공급튜브 끝의 공기유량이 분당 40 L 이상이 되어야 하고, 300 mmHg 이상의 진공(튜브를 막으면서 확인가능)이 가능할 정도로 강력한 흡인력을 가져야 한다. 소아와 삼관되어 있는 환자에게 사용하기 위해 흡인압을 조정할 수 있어야 한다.

제2장 제세동술

1. 제세동술의 기본 원리

1) 심정지 환자에서 심폐소생술과 제세동의 중요성

급성 심정지환자의 생존율과 관련하여 여러 가지 연구가 진행되고 있는데, 중요한 것 중 하나가 심정지가 발생한 후부터 심폐소생술과 제세동을 할 때까지의 시간에 관련된 것이다. 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. 신속한 제세동과 심폐소생술이 심정지 환자의 소생에 중요한 영향을 미치는 이유는 다음과 같다.

- ① 갑자기 발생한 심정지 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 수분 이내에 무수축 상태가 된다.

심폐소생술을 시행하지 않는 경우는 제세동에 의한 생존율이 매분 7~10%씩 감소하며, 목격자에 의한 심폐소생술이 시행되면 제세동의 성공률이 분당 3~4% 정도로 감소된다.

즉, 심정지 현장에서 심폐소생술을 시행하면 심폐소생술 시행 없이 제세동을 할 경우보다 성공 확률이 2~3배 증가한다고 볼 수 있다. 현장에서 목격자 심폐소생술이 시행되면 환자의 신경학적 기능도 보다 잘 보존된다. 특히 성인 심정지 후 5분 이내에 제세동이 시행되면 신경 손상이 거의 없다. 하지만, 심폐소생술만으로는 심실세동이 정상리듬으로 변환될 가능성은 거의 없다.

2) 제세동과 심폐소생술 시행의 우선순위

심정지 후 일정 시간이 경과한 환자에게는 제세동을 먼저 하는 것보다 심폐소생술을 먼저 시행하고 이어서 제세동을 시행하는 것이 심정지 생존율을 더 높일 수 있다는 사실이 알려졌다. 즉 심실세동이 발생한 후 4~5분 이상이 경과하면 심실세동이 제세동되더라도 무수축 또는 무맥 성전기활동 상태에 빠질 가능성이 높아진다. 심실세동의 제세동 후에 발생하는 무수축과 무맥 성전기활동 상태에서는 소생가능성이 극히 낮아진다. 따라서 심실세동이 발생한 후 4~5분 이내에는 제세동을 우선적으로 시행하고, 4~5분이상이 경과한 후에는 심폐소생술을 우선 시행한 후 제세동을 하는 것이 생존율을 높일 수 있다. 병원 이외 지역에서 심정지가 발생하는 것을 목격하고, 자동제세동기 사용이 가능한 곳이라면 가능하면 빨리 제세동을 한다. 하지만, 언제 심정지가 발생했는지 알 수 없을 때는 심정지 후 5분 이상 경과하였다고 간주하고, 5주기(혹은 약 1~2분간)의 심폐소생술을 시행한 후에 자동제세동기를 부착하여 심장리듬을 분석하면서 제세동을 하는 것이 좋다. 한 주기의 심폐소생술은 30번의 흉부압박과 2번의 인공호흡으로 구성된다. 응급구조사가 전화를 받고 나서 4~5분이 경과하여 현장에 도착한 경우에도 목격되지 않은 심정지 환자와 마찬가지로 심폐소생술을 먼저 시행한 후에 제세동을 하는 것이 환자의 생존율에 도움이 된다. 만약, 연락 후 5분 이내에 현장에 도착한 경우는 가능한 빨리 제세동을 시행하도록 한다. 현장에서 일반인이 효율적인 심폐소생술을 하고 있는 경우에는 도착 시간에 관계없이 가능하면 빨리 제세동을 한다. 병원에 있는 환자가 심정지가 발생하는 경우에는 아직 임상적 근거가 부족하여 별다른 권고 사항은 없지만 병원이외의 장소에서 심정지가 발생한 사람에 준해서 치료하되 담당 의료진의 판단에 따르는 것이 합당하며 3분 이내에 제세동을 할 수 있는 원내 응급 체계를 구축하는 것이 권장된다.

3) 심실세동 치료에서 초기 1회 제세동과 3회 연속 제세동

심폐소생술 도중 심전도 분석이나 인공호흡, 정맥로 확보 등의 이유로 흉부압박을 자주, 오랫동안 중단하게 된다. 하지만 잦은 흉부압박의 중단은 생존율을 낮추고 생존하더라도 이 후 심기

능이 나빠지는 것으로 보고 되었고 제세동의 성공률도 떨어뜨린다. 최근 연구결과에 의하면 의료인이 자동제세동기를 사용하면서 심폐소생술을 하는 경우 실제로 흉부압박을 하는 시간은 전체의 51-76%에 불과한 것으로 알려졌다.

2005년 이전에는 자동제세동기를 사용할 경우, 초기에 3회 연속 제세동을 하는 것을 권장하였으나 3회 연속으로 제세동을 하는 경우 흉부압박을 중단하는 시간이 늘어나게 된다. 그리고 대부분의 자동제세동기가 채택하고 있는 이상파형(biphasic waveform) 제세동기를 사용할 경우 첫 제세동의 성공률이 높게(90%이상) 보고되고 있다. 이런 몇 가지 이유로 기존의 3회 연속 초기 제세동대신 초기 1회의 제세동 방법을 권고하고 있다.

즉, 심정지 리듬이 심실세동이나 무맥성 심실빈맥인 경우, 구조자는 초기 1회 제세동을 한 후 곧바로 흉부압박(심폐소생술)을 시작해야 한다. 전기 충격 후에 심전도나 맥박을 확인하기 위해 흉부압박을 오랫동안 멈춰서는 안 되며, 충격 후에 곧바로 5주기(약 1~2분간)의 심폐소생술 시행 후에 자동제세동기를 이용하여 다시한번 심전도를 분석하여 적응증이 되면 전기 충격을 준다. 자동제세동기에서 제세동 리듬이 아니라는 분석음이 나오면 흉부압박을 시작으로 심폐소생술을 실시한다.

병원 이외 지역에서 심정지 환자가 발생하여 자동제세동기를 사용하는 경우 국내 여건 상 현재까지는 현장에서 오랫동안 심폐소생술을 할 수 없다. 그러므로 5~10분간 자동제세동기를 사용한 심폐소생술을 시행한 후 가까운 병원으로 이송하는 것이 권장되며 이송 중에는 심폐소생술을 시행한다. 병원 내에서 심폐소생술을 시행하는 경우는 심전도 감시 장치에 나타나는 심전도 파형과 환자 상태를 참고하여 담당 의료진이 판단하여 제세동 연속적인 시행 여부나 심폐소생술과의 연계 등을 결정하도록 한다.

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 시간동안 흐르게 하는 단상파형(monophasic waveform)과 양극과 음극의 전류를 함께 사용하는 이상 파형의 두 가지 종류가 있다. 단상 파형 제세동기가 널리 사용되어 왔으나 최근에는 대부분의 자동제세동기와 수동 제세동기가 모두 이상파형 제세동기로 교체되고 있다. 아직까지는 심정지 환자의 자발순환 회복 및 생존율에 어떤 파형이 우월하다는 근거는 없지만 이상파형 제세동기가 보다 적은 에너지에서 안전하고 효과적으로 제세동을 하는 것으로 알려져 있다.

이상파형 제세동기로는 200J의 에너지 수준으로 계속 제세동을 하는 것으로 권장하며, 제조 회사가 따로 권장하는 에너지가 있으면, 권장사항에 따라 120-200J로 제세동 한다. 단상파형 제세동기로는 처음부터 360J로 제세동할 것을 권고한다.

2. 자동 제세동 과정

1) 개요

자동제세동기는 정교하면서 정확하게 컴퓨터 프로그래밍된 기계장치로 비의료인이나 의료인들에게 음성과 화면으로 안전하게 제세동을 할 수 있도록 고안되었다. 자동제세동기가 개발되면서 미국심장협회에서는 병원전 심정지 환자의 생존율을 높이기 위해 1995년부터 비의료인에게 자동제세동기 사용 교육을 실시함과 동시에 공공장소(호텔, 백화점, 경기장, 항공기, 선박 등)에 자동제세동기 설치를 권장하는 운동을 실시하고 있다. 여러 가지 연구 보고를 통해 공항과 카지노에서 자동제세동기를 사용하거나 경찰관들이 자동제세동기를 사용하면서 병원전 심정지 환자의 생존율이 증가했다고 알려졌다. 국내에서는 2006년 6월 현재 법적(의료법 제25조-무면허의료행위등 금지-“의료인이 아니면 누구든지 의료행위를 할 수 없으며 의료인도 면허된 이외의 의료행위를 할 수 없다”, 응급의료에 관한 법률41조-응급구조사의 업무-“응급구조사는 응급환자가 발생한 현장에서 응급환자에 대하여 상담, 구조 및 이송업무를 행하며, 의료법 제25조의 규정에 불구하고 보건복지부령이 정하는 범위 안에서 현장, 이송중 또는 의료기관 안에서 응급처치의 업무에 종사할 수 있다”)으로 자동제세동기를 응급의료인 외에는 사용할 수 없다는 복지부의 유권 해석(2002년 03월 13일, 공문번호 : 의정65507-149) 때문에 공공장소에 자동제세동기를 설치하고 있지 않다. 자동제세동기는 일반인도 2-4시간의 교육만 받으면 사용할 수 있는 안전한 장치이다. 또한 자동제세동기는 심실세동에 의한 심정지환자의 생존율을 높일 수 있는 획기적인 장치이다. 심정지 환자의 생존율을 높이려면 빠른 시간 내에 일정 수준의 심폐소생술과 자동제세동기 사용 교육 받은 이에 한해서 자동제세동기를 사용할 수 있도록 하는 법적, 제도적 보완이 이루어져야 할 것이다.

2) 자동제세동기의 종류

자동제세동기는 심전도를 자동으로 분석하여 제세동 시행 여부를 알려주고 제세동 에너지를 자동 충전하여 자동으로 제세동을 시행한다. 이때 완전자동 제세동기(fully automated)는 전원을 켜 후 환자의 흉부에 패드를 부착하면 더 이상의 외부 조작 없이 부정맥을 분석하고 에너지

를 충전하여 제세동을 실시한다. 반면에 반자동 제세동기(semi-automated)는 부정맥을 분석한 후에 전기 충격 시행 버튼을 누르도록 음성으로 지시를 하게 되어있다. 이러한 제세동기는 제조 회사마다 다르기 때문에 반드시 제조회사의 설명서를 익혀야 하며, 자동제세동기를 교육할 때에는 두 가지 형태의 제세동기를 모두 설명해야 한다.

에너지 파형에 따라 단상성과 이상성으로도 구분되며 이상성 자동제세동기 중에는 최근에 개발된, 보다 낮은 에너지로도 효과가 있다고 알려진 직선파형(rectilinear) 자동제세동기도 판매되고 있다.

3) 자동제세동기의 작동 방법

자동제세동기의 종류에 따라 약간의 차이가 있으나 기본 원칙은 동일하다. 의식을 잃고 호흡이 없는 환자에게 자동제세동기를 가져오면 먼저 전원버튼을 눌러 자동제세동기가 부팅 되도록 한다. 패들을 패들 포장지에 그려져 있는 표시대로 환자의 흉부에 부착하고 패들 전선을 자동제세동기에 연결한 후 심전도가 분석되기를 기다린다. 이때 분석에 혼선을 주지 않기 위해서는 환자와의 접촉을 피해야 하고 환자의 몸이 움직이지 않도록 해야 한다. 구급차 안에서 실시하려면 갓길에 멈추고 자동차 엔진 시동을 멈춘 후 실시하여야 한다. 심실세동 등이 진단되어 제세동이 필요하면 제세동 에너지가 자동으로 충전되며 음성지시에 따라 제세동 버튼을 누르거나 제세동이 실시되는 것을 지켜본다. 이때도 환자와의 접촉을 피해야 한다. 전기 충격이 시행되면 즉시 심폐소생술을 시작한다.

4) 소아에서의 자동제세동기 사용

소아에서는 심실세동으로 심정지가 발생하는 경우가 성인보다는 적다고 보고 되고 있지만(약 5~15%) 최근에는 소아에도 자동제세동기를 사용하는 것을 권고하고 있다. 2005년 미국심장협회에서는 제세동기의 파형에 관계없이 2J/kg로 처음 제세동을 실시하도록 권고하고 있고, 연이은 제세동은 4J/kg의 에너지를 권장하고 있다. 하지만 자동제세동기는 자동으로 용량 조절이 되는 소아 전용 패들을 사용하면 되기 때문에 소아에게 자동제세동기를 사용할 경우, 되도록 소아 전용 패들을 사용할 것을 권고하고 있다. 소아 전용패들이 없는 경우는 성인용 패들을 사용할 수도 있다. 1세 미만의 영아에게 자동제세동기 사용은 충분한 근거가 없기 때문에 사용을 하지 않는 것이 좋다.

5) 병원에서 자동제세동기 사용

현재까지 병원에서 자동제세동기 사용의 장점에 대한 충분한 연구가 이루어지지 않았다. 하

지만, 몇몇 연구를 통해 외래나 심전도 감시장치가 없는 장소에서 심정지 환자가 발생하였을 경우 초기 제세동(3분 이내)을 위해서는 병원에서도 자동제세동기를 사용하는 것이 권장된다.

6) 전극의 위치

전극은 심근에 최대의 전류를 전달할 수 있도록 위치시켜야 한다. 통상적으로 가장 많이 사용되는 전외 위치법(antero-lateral placement)은 한 전극을 우측 쇄골의 바로 아래에 위치시키고 다른 전극은 좌측 유두의 왼쪽으로 액와중양선에 부착한다. 다른 방법은 양쪽 액와선에 위치시키는 좌우 위치법과, 한 전극은 흉골의 좌측에, 다른 전극은 등의 견갑골 밑에 위치시키는 전후 위치법이 있다.

3. 수동 제세동 과정

1) 제세동 에너지 수준

자동제세동기와 동일하며 심실세동이나 무맥성 심실빈맥의 경우 첫 번째 전기 충격 에너지는 이상파형 제세동기를 사용할 경우에는 200J(제조 회사에 따라 120J~200J), 단상파형 제세동기를 사용할 경우에는 360J을 권고하고 있다. 두 번째 이상의 에너지는 동일한 수준으로 하거나 제조 회사에 따라 더 많은 에너지로 전기 충격을 할 수도 있다. 소아도 자동제세동기와 동일한 에너지를 사용하는데 파형에 관계없이 2J/kg으로 처음 제세동을 실시하도록 권고하고 있고, 연이은 제세동은 4J/kg의 에너지를 권장하고 있다.

2) 전극의 종류 및 크기

전극은 직접 손으로 흉부에 견고하게 부착시키면서 전기 충격을 주는 기계가 가장 많이 사용되고 있으나 최근 겔(gel)패들이 개발되어 자동제세동기와 같이 흉곽에 부착시키는 종류가 개발되어 사용되고 있다.

성인의 경우, 직경 8~12cm 이 적당하며 전극의 직경이 작을 경우 심근 괴사를 유발할 수 있으므로 주의해야 한다.

제3장 심장박동조율

1. 원리

심장박동조율은 외부에서 전기를 유발시켜 심장과 접촉하고 있는 전극도자를 통해 심장으로 전류를 전달하여 탈분극을 유발하여 심장박동을 유발하는 방법이다. 전기를 유발시키는 전극도자의 위치에 따라 경피심장박동조율(transcutaneous pacing), 경정맥심장박동조율(transvenous pacing), 경식도심장박동조율(transesophageal pacing)로 나눌 수 있다. 경피심장박동조율이 도입되기 이전까지는 정맥을 통한 경정맥심장박동조율이 시행되었으나 피부에 전극을 부착하여 심장에 전기자극을 전달할 수 있는 경피심장박동조율이 개발된 이후로 응급상황에서 쉽게 박동조율이 가능하게 되었다.

경피심장박동조율은 피부에 큰 전극을 부착하여 심장에 전기 자극을 가하여 심장에 탈분극을 유도하는 방법인데 의료진이 쉽게 사용할 수 있고 최근에 개발되어진 대부분의 제세동기에는 경피심장박동조율기가 내장되어 있어 응급 심장박동조율이 필요한 환자에게 가장 먼저 시도할 수 있는 심장박동조율 방법이다. 경피심장박동조율은 90%이상의 높은 성공률을 보이고 합병증도 거의 없다.

2. 심장박동조율의 적응증

1) 증상을 동반한 서맥

증상을 동반한 서맥성 부정맥 치료에 인정되는 유일한 치료방법은 경피심장박동조율이다. 경피심장박동조율은 특히 고위방실차단(2도 II형 방실차단, 완전방실차단)이 있는 환자가 혈액학적으로 불안정 상태일 때 즉시 시행해야 한다. 경피심장박동조율은 일부 환자에게 동통, 불편감 및 포획 실패(capture failure)가 발생하는 단점이 있다. 혈액학적 불안정이 서맥에 의한 증상이 아니면 적절한 심장박동조율을 시행해도 환자의 증상의 호전은 되지 않을 수 있다.

경피심장박동조율은 비침습적이며 시행자에 의해서 쉽게 환자에게 적용이 가능한 장점이 있다. 경피심장박동조율은 아트로핀에 대한 반응이 불량하거나 환자의 증상이 심한 경우 지체함이 없이 시도해야 한다. 경피심장박동조율이 효과적으로 이루어지지 않을 경우 경정맥 심장박동조율을 준비하고 숙련자에게 자문하며 환자에게 적용 후에는 반드시 효과적인 심장박동조율

이 이루어지고 있는지(포획 실패가 발생하는지) 그리고 환자의 상태는 개선되고 있는 지를 반드시 재평가해야 한다. 환자의 불편감을 경감시키기 위해 진정제 및 진통제를 투여할 수 있으며 반드시 서맥의 발생 원인을 규명해야 한다.

2) 무수축 심정지

경피심장박동조율은 무수축 심정지 환자에게 적응증이 되지 않고 증상을 동반한 서맥환자에게 고려해야 한다. 전문응급구조사 혹은 의사가 병원 전 단계나 병원(응급실)에서 무수축 환자에게 경피심장박동조율을 시행하는 것은 병원 내 입원율이나 생존 퇴원율을 증가시키지 못하는 것이 여러 연구에서 보고되었다. 흉부압박의 중요성이 강조되고 무수축 환자에게 경피심장박동조율이 도움이 되지 않기 때문에 무수축 환자에게 조율을 시행하기 위해서 흉부압박을 중지하지 말아야 한다.

3. 경피심장박동조율 방법

1) 경피심장박동조율을 위한 장비

최근에 개발되어진 제세동기에는 대부분 경피심장박동조율기가 내장되어 있기 때문에 경피심장박동조율을 위한 전극만 있으면 경피심장박동조율이 가능하다. 제세동기에 부착되어 있는 경피심장박동조율장치에서 심장박동수는 분당 30-180회, 출력은 0-200 mA가 가능하다. 전극 부착포의 위치는 음극을 전흉벽의 흉골 가장자리에 양극을 좌측 견갑골하부에 부착한다.

2) 경피심장박동조율 방법

- ① 전극을 전흉벽의 흉골 가장자리와 좌측 견갑골 하부에 부착한다.
- ② 전극을 경피심장박동조율기와 연결한 후에 분당 80회로 심장박동조율기를 활성화시킨다. 서맥환자에서는 통증을 줄이기 위해 최소출력에서 전류를 서서히 증가시키면서 포획박동(capture beat)이 발생하는 역치를 관찰한 후에 역치보다 10% 높은 출력으로 경피심장박동조율을 유지한다.
- ③ 심전도상 독특한 파형과 포획박동이 보이는지 확인하고 목동맥을 만져보거나 혈압을 측정하거나 또는 동맥도관이나 산소포화도를 측정하여 경피심장박동조율에 의하여 혈역학적으로 안정화되는지 환자를 재평가한다. 경피심장박동조율 동안에는 근육수축이 동반되므로 우측 목동맥이나 우측 넓다리 동맥에서 맥박을 확인해야 한다.

④ 근육수축으로 인해 환자의 동통이 유발되므로 진정제 혹은 진통제를 투여할 수 있다.

4. 경피심장박동조율 중 발생할 수 있는 문제

1) 심실세동의 발생이 간과되는 경우

경피심장박동조율을 하고 있는 상황에서 심실세동이 발생할 수 있으며, 드물게는 경피심장박동조율에 의하여 심실세동이 발생할 수 있다. 경피심장박동조율 중에 발생하는 심실세동은 경피심장박동조율 파형 등에 의하여 확인되지 않는 경우가 있기 때문에 경피심장박동조율 중에는 환자의 임상상태, 맥박 그리고 감시 장비(맥박산소측정기, 동맥압 측정장치)를 사용하여 지속적으로 경피심장박동조율의 적절성과 심실세동의 발생을 관찰해야 한다.

2) 포획실패(capture failure)

경피심장박동조율 중에 포획실패의 발생을 감지하지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 포획실패가 발생하더라도 심전도 감시 장치에는 심박조율수가 적절하게 표시될 수가 있기 때문에 심전도 감시뿐만 아니라 임상상태 및 산소포화도등을 함께 평가하여 경피심장박동조율 상태를 확인한다.

3) 동통유발

대부분의 환자에서는 적극 부착 부분의 경한 통증을 호소하지만 간혹 심한 통증을 호소하는 환자에게는 진정제 혹은 진통제를 투여할 수 있다.

4) 조직손상 혹은 화상

경피심장박동조율은 원칙적으로 경정맥심장박동조율로의 전환이 필요하기 때문에 오랫동안 시행하는 경우는 없지만 장시간 경피심장박동조율을 시행하였을 때 조직손상이 발생할 수 있으며 소아환자에서 화상이 발생하는 경우가 있다. 이런 상황을 예방하기 위하여 경피심장박동조율을 오랫동안 시행하는 경우에는 환자의 피부를 지속적으로 관찰하고 전극의 위치를 바꾸어준다.

제 4 장 심정지의 치료

심정지가 발생한 사람에서 심정지의 초기에 관찰되는 심전도 리듬은 심실세동/무맥성 심실빈맥, 무맥성 전기 활동, 무수축이 있다. 심정지가 발생한 사람에게서 관찰되는 심전도 리듬에 따라 전문 심장소생술은 조금씩 다르게 적용되어야 한다.

전문심장소생술은 기본소생술과 연관하여 시작된다. 훌륭한 기본소생술은 목격자가 즉각적으로 정확한 심폐소생술을 시행하고, 심실세동/무맥성 심실빈맥의 경우에는 허탈에 빠진 후 수분 내에 제세동을 시행하는 것으로부터 시작한다. 심실세동의 발생이 목격된 경우에는 목격자의 즉각적인 심폐소생술과 조기 제세동으로 생존율을 상당히 높일 수 있다. 그에 비교한다면 전문기도유지술과 순환을 보조하는 약물의 사용과 같은 전형적인 전문심장소생술 처치는 생존율을 크게 증가시키지 못한다.

심정지를 치료하는 과정에서는 기본 심폐소생술과 조기 제세동이 가장 중요하고 약물 처치는 그 다음이다. 소수의 약물만이 심정지에 사용했을 때 효과가 있음이 입증되어 있다. 구조자는 심폐소생술을 시작하고 제세동을 시행한 다음에 전문기도유지술, 주사로 확보, 약물투여를 시행한다.

1. 심실세동/무맥성 심실빈맥의 치료과정(그림 4-1)

심실세동이나 무맥성 심실빈맥에서 가장 중요한 처치는 목격자에 의한 즉각적인 심폐소생술이며 이때는 흉부압박의 중단을 최소화하고 가능한 빨리 제세동을 시행해야 한다. 심정지가 목격되고 현장에 제세동기가 있는 경우, 구조자는 2회의 인공호흡을 시행한 후 맥박을 확인해야 한다. 10초에 걸쳐 명확히 맥박이 느껴지지 않는 경우에는 제세동기를 켜고 부착형 전극이나 패들(paddle)을 정확한 위치에 댄 후 리듬을 분석해야 한다. 만약 응급의료종사자가 병원 밖에서 심정지를 목격하지 못한 경우, 응급의료 종사자는 제세동을 시행하기 전에 5회의 심폐소생술을 시행할 수 있다. 심정지로부터 45분 이상 경과한 성인의 경우에는 충분한 흉부압박을 시행한 후 전기충격을 가할 때 성공할 가능성이 높다.

만약 심실세동/무맥성 심실빈맥으로 판명되면, 구조자는 1회의 전기충격(electrical shock)을 가하고 바로 흉부압박을 시작으로 하는 심폐소생술을 한다. 만일 이상파형 제세동기가 있다면 구조자는 효과적으로 심실세동을 제거할 수 있는 에너지를 선택해서 사용해야 한다(대부분

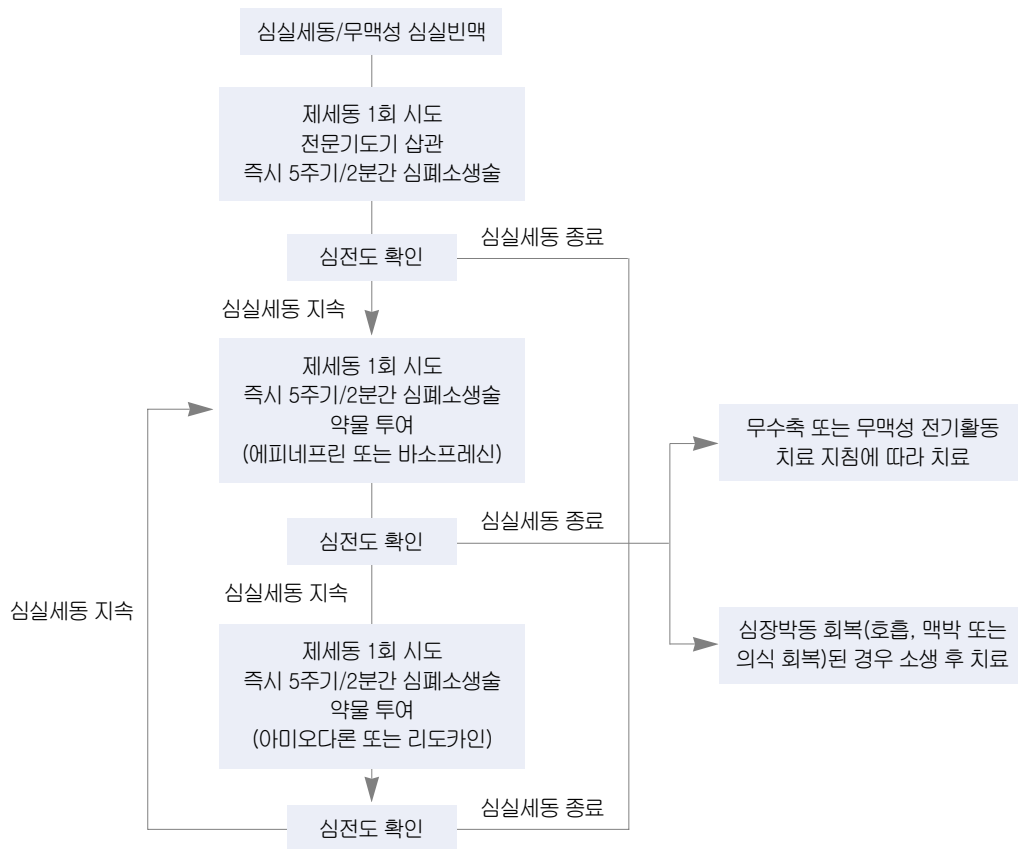


그림 4-1. 심실세동/심실빈맥의 치료과정

120J에서 200J 사이의 에너지). 만일 구조자가 그 제세동기의 효과적인 에너지양을 모른다면 초기 제세동 에너지로 200J을, 그 다음부터는 200J 혹은 그 이상을 사용한다. 단상파형 제세동기를 사용하는 경우에는 구조자는 처음뿐만 아니라 그 다음의 모든 전기충격에 360J를 사용해야 한다. 만약 전기충격을 가한 후 심실세동이 초기에 소멸되었다가 다시 재발한 경우에 다음에 시행할 전기충격은 전에 성공한 에너지 양으로 한다.

이상파형 제세동기는 다양한 형태의 파형을 사용하며, 각각의 파형은 특정한 양의 에너지에서 심실세동을 효과적으로 제거하는 것으로 보인다. 제조자는 효과적인 에너지양을 제세동기 전면에서 표시해야 하고, 제세동을 실시하는 구조자는 제조사에서 권장하는 에너지를 사용해야 한다. 이상파형 제세동기로 제세동을 할 때, 제조사에서 권장하는 에너지를 알 수 없는 경우에

는 200J로 제세동한다.

이상과형 제세동기는 첫 제세동의 성공률이 높으며, 심폐소생술 중에는 흉부압박의 중단을 최소화하여야 한다. 통상 자동제세동기를 사용하여 심실세동을 치료할 때, 3회의 제세동을 위하여 제세동기를 충전하고, 제세동 후 맥박을 평가하는 데에는 37초 이상의 시간이 소요되므로 장시간 흉부압박의 중단이 불가피하다. 3회의 제세동을 할 경우에는 두 번째, 세 번째 제세동의 추가 성공률이 낮기 때문에 추가 제세동을 시행하기 위하여 흉부압박을 중단하는 것이 관상동맥 관류압을 감소시킴으로써, 생존율에 악영향을 줄 수 있다. 따라서 1회의 제세동 후 즉시 심폐소생술을 시작하고 2분간의 심폐소생술 후에 다시 제세동을 시도하는 제세동-심폐소생술 방법을 적용할 것을 권장한다.

구조자는 제세동을 위해 물려서라고 하기 전까지 제세동기가 충전되는 동안에도 가능하다면 심폐소생술을 계속해야 한다. 가능한 빨리 제세동을 한 후에는 지체 없이 흉부압박을 시작으로 하는 심폐소생술을 재개해야 한다. 5주기의 심폐소생술을 반복한 후(혹은 전문기도유지기가 되어 있다면 약 2분간), 심전도 리듬을 확인한다. 병원 내에서 환자를 지속적으로 감시할 수 있는 장치(심전도 감시장치, 혈압감시장치 등)가 있다면, 제세동 직후 리듬을 확인하여 적절한 처치를 시행할 수도 있다.

전문심장소생술에 기술된 심정지 치료방법은 흉부압박이 중단되는 것을 최소화하고, 구조자가 가능한 효과적으로 제세동을 할 수 있도록 고안되었다. 이상적으로는 인공호흡(전문기도유지기가 삽입되기 전까지), 심전도 리듬 분석, 제세동하는 중에만 흉부압박을 중단해야 한다. 전문기도유지술(예를 들어 기관 내 삽관, 후두마스크기도기, 식도기관콧비튜브 등의 삽입)이 시행되었고 구조자가 2인이자라면 인공호흡을 위해 흉부압박을 중단할 필요가 없다. 인공호흡을 하는 구조자는 분당 8회에서 10회의 속도로 환기해야 하는데 이때 과도한 환기가 발생하지 않도록 주의해야 한다. 2명 이상의 구조자는 1-2분마다 흉부를 압박하는 역할을 교대해야 한다. 교대함으로써 흉부 압박으로 인한 피로를 막고 흉부압박의 속도 및 질의 악화를 막을 수 있다.

정맥주사로를 확보하는 것은 중요하지만, 이로 인해 심폐소생술이나 제세동을 방해해서는 안 된다. 구조자는 항상 심정지를 유발했거나 소생을 어렵게 할 수 있는 여러 가지 요인들을 생각해야 한다.

몇 회의 심폐소생술과 제세동을 시행하고 나서 약물치료를 시작해야 하는 가에 대해서는 충분한 과학적 근거가 없다. 만일 심폐소생술을 하면서 1회에서 2회의 제세동을 한 후에도 심실세동/무맥성 심실빈맥이 지속된다면 혈관수축제(vasopressor)를 투여해야 한다. 심폐소생술 중에는 3-5분마다 1.0 mg의 에피네프린을 투여한다. 한 차례의 바소프레신(40 IU)은 첫 번째 혹은

두 번째 에피네프린을 대신하여 투여할 수 있다. 약물 투여가 심폐소생술을 방해해서는 안 된다. ‘심폐소생술-심전도 리듬 분석-심폐소생술(약이 투여되고 제세동을 충전하는 동안)-제세동’의 순서로 시행하는 중 약물은 제세동 전 혹은 후에 투여할 수 있다. 이 순서는 흉부압박의 중단을 최소화 하도록 설계되었다. 약물을 리듬 분석 전에 준비해서 리듬 분석 후 즉각 투여함으로써, 흉부압박의 중단이 최소화되도록 노력하여야 한다. 만약 약물이 리듬 분석 후 즉각 투여되었다면(전기 충격 전 혹은 후에) 심폐소생술에 의해 순환된다. 5주기(혹은 2분)의 심폐소생술을 시행한 후 리듬을 다시 분석하고, 심실세동 또는 심실빈맥이 관찰되면 즉각 제세동을 시행할 준비를 해야 한다.

심폐소생술과 혈관수축제를 투여하면서 2~3회의 제세동을 하였음에도 심실세동/무맥성 심실빈맥이 지속된다면 아미오다론(amiodarone) 등의 항부정맥제 투여를 고려해야 한다. 만일 아미오다론 사용이 불가능할 경우에는 리도카인을 고려할 수 있다. 긴 QT 간격(long QT interval)과 연관된 비틀림심실빈맥(torsades de pointes)에서는 마그네슘 투여를 고려한다. 만약 제세동을 해야 할 리듬이 아니면서, QRS파형이 관찰되면 맥박을 확인하여 자발순환의 회복여부를 판단해야 한다. 만약 맥박이 없으면 심폐소생술을 시작해야 한다. 만일 환자가 자발순환이 회복되었다면 소생 후 처치를 시작한다. 환자의 리듬이 무수축(asystole) 혹은 무맥성전기활동(pulseless electrical activity)으로 변한다면 “무수축과 무맥성전기활동 치료과정”에 따라 치료를 계속한다. 자동 제세동기를 사용하고 있는 경우에는 자동제세동기로부터의 음성 지시를 따른다.

자발 순환이 일시적으로 회복되었으나 반복되는 부정맥의 발생으로 효과적인 조직관류가 유지되지 않는다면 항부정맥 약물을 투여한다.

심실세동/무맥성 심실빈맥을 치료하는 도중, 응급의료 종사자는 심폐소생술과 제세동 전달 사이에 효과적인 조화가 이루어지도록 노력해야 한다. 심실세동이 수 분 이상 지속되면 심근에 있는 산소 및 대사 기질(metabolic substrate)이 고갈된다. 잠깐 동안의 흉부압박으로 산소와 에너지기질을 전달할 수 있고, 이로 인해 제세동 후 관류리듬으로 돌아올 가능성이 증가하게 된다. 제세동 성공을 예측할 수 있는 심실세동 파형의 특징에 대한 분석에 의하면 흉부압박과 전기충격 전달 사이의 시간이 짧을수록 전기충격이 효과적인 것으로 알려져 있다. 흉부압박과 제세동 전달의 간격을 수 초 정도만 감소시켜도 제세동 성공 가능성을 증가시킬 수 있다.

2. 무수축과 무맥성전기활동의 치료과정(그림 4-2)

무맥성전기활동은 가상-전기기계해리(pseudo-electromechanical dissociation), 심실고유리듬

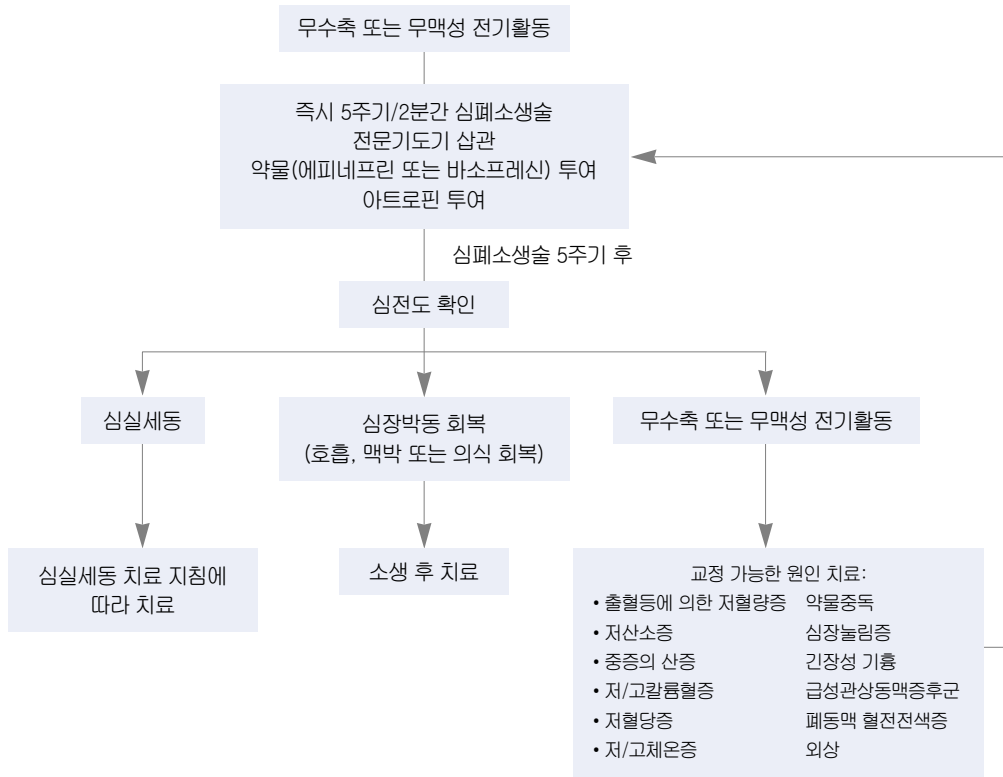


그림 4-2. 무수축, 무맥성전기활동의 치료과정

(idioventricular rhythms), 심실이탈리듬(ventricular escape rhythms), 제세동 후 심실고유리듬, 서맥-무수축리듬(bradyasystolic rhythms) 등을 포함하는 다양한 무맥성 리듬을 포괄적으로 칭하는 용어이다. 심장초음파와 유치압력카테터(indwelling pressure catheter)를 통하여 관찰하면 무맥성전기활동은 심근의 수축이 있긴 하지만 수축이 너무나 미약해서 맥박 촉진이나 비침습적 혈압 감시장치로 맥박 또는 혈압을 감지할 수 없는 상태로 관찰된다. 무맥성전기활동은 가끔 가역적인 상태에 의해 발생하기도 하므로, 원인을 확인해서 교정하면 치료될 수 있다.

무수축이 발생한 심정지 환자의 생존율은 매우 낮다. 소생술을 시행하는 동안 감시화면에 잠깐 동안 QRS파가 보일 수 있지만 자발순환은 거의 발생하지 않는다. 무맥성전기활동과 무수축 환자에서 소생에 대한 희망은 가역적 원인을 찾아내고 교정하는데 있다.

이 두 가지 심정지리듬의 원인과 치료는 매우 유사하기 때문에 전문심장소생술 무맥성 정지 알고리즘의 두 번째 부분에 무맥성전기활동과 무수축의 치료과정이 함께 그려져 있다.

무수축 혹은 무맥성전기활동이 발생한 환자에게 제세동을 시도하여도 효과가 없다. 무수축 혹은 무맥성전기활동이 발생한 환자를 치료하는 과정은 효율적인 심폐소생술을 시행하면서 가역적 원인을 밝혀내어 치료하는데 중점을 두고 있다. 무수축 혹은 무맥성전기활동이 발생한 환자는 가능한 빠른 시간 내에 전문기도유지술(예를 들어 기관내관, 콤비튜브, 후두마스크)을 시행한다. 일단 전문기도유지술이 시행되었으면 2인 구조자는 더 이상 심폐소생술을 교대식으로 할 필요 없이 흉부압박을 하는 사람은 환기에 상관없이 분당 100회의 속도로 지속적으로 압박하고, 인공호흡을 하는 사람은 분당 8~10회의 인공호흡을 한다. 2인 구조자인 경우에는 압박 동안 발생하는 피로를 막고 이로 인해 흉부압박의 질과 속도의 저하를 막기 위해 1-2분마다 압박과 환기 역할을 교대한다. 구조자가 여러 명 있을 경우에는 2분마다 압박 역할을 교대한다. 전문기도유지술 또는 정맥 주사로 혹은 골내 주사로를 확보하는 동안에도 흉부압박의 중단을 최소화해야 하고 심폐소생술을 방해해서는 안 된다.

심폐소생술 중에는 혈관수축제(에피네프린 혹은 바소프레신)를 투여한다. 에피네프린은 심장정지 기간 동안 3~5분마다 투여한다. 한 차례의 바소프레신 투여는 첫 번째 혹은 두 번째 에피네프린을 대신할 수 있다. 무수축 혹은 느린 무맥성전기활동에서는 아트로핀 투여를 고려할 수 있다. 어떤 약을 투여하더라도 심폐소생술을 방해해서는 안 된다. 약물은 리듬 분석 후 가능한 빨리 투여한다.

약물 투여와 5주기(혹은 2분)의 심폐소생술을 시행한 후, 리듬을 재분석한다. 심실세동 또는 무맥성 심실빈맥이 관찰되면 제세동을 한다. 만일 무수축 또는 무맥성전기활동이 계속되면 심폐소생술을 즉각 재개해야 한다. QRS파형이 관찰되면, 맥박을 확인한다. 맥박이 없다면(혹은 맥박이 있을만한 요소가 없다면), 심폐소생술을 계속하고, 만일 맥박이 잘 만져진다면 소생 후 치료를 시작한다.

3. 약물 투여 경로

대부분의 소생술에서 초기에 중심정맥으로의 접근은 필요치 않다. 정맥 내 접근이 용이하지 않는 경우 구조자는 굵은 말초 혈관용 카테터를 삽입해야 한다. 비록 성인에서 중심정맥보다 말초정맥으로 약물을 투입하는 경우 최고 약물 농도가 낮고 순환시간이 더 길지만, 정맥확보를 위하여 심폐소생술이 방해 받아서는 안 된다. 말초혈관으로 주입된 약물은 대부분 1~2 분 내에 중심 순환에 도달하지만 중심 정맥으로 주입 시에는 더 빨리 도달한다.

만약 약물을 말초혈관으로 주입한다면 일시주사(bolus injection)를 한 후 20mL의 수액을 바

로 투여한다. 그 후 사지를 10~20초간 들어 올려서 약물이 중심순환으로 쉽게 도달되도록 하여야 한다.

골내 삽관술(intraosseous cannulation)은 정맥의 막힘이 없으면서도 중심정맥과 유사한 약물 전달을 가능케 한다. 골내 삽관술은 수액소생(fluid resuscitation), 약물 투여, 혈액 채취에 있어서 안전하고 효과적이며 어느 연령에서나 시행할 수 있다. 따라서 정맥 주사로의 확보가 용이하지 않을 경우 골내 삽관술을 시도할 수 있다.

만약 제세동을 하고 말초정맥이나 골내로 약물을 투여했는데도 자발성 순환이 회복되지 않는다면 중심정맥 확보를 고려할 수 있다(중심정맥 천자의 금기가 없는 경우). 하지만 뇌졸중이나 급성 관상동맥 증후군에서 섬유소용해 치료가 필요한 경우에는 중심 정맥 카테터 삽입은 비교적 금기(절대적 금기가 아닌)에 해당된다. 만일 정맥 내 혹은 골내 주사선이 준비가 되어있지 않을 경우 몇 종류의 소생술에 사용되는 약물은 기관 내 튜브를 통해 투여될 수 있다. 리도카인, 에피네프린, 아트로핀, 날록손(naloxone), 바소프레신 등은 폐포를 통해 흡수되지만 같은 용량을 정맥 내 주입한 것보다 낮은 혈중 농도를 유지한다. 게다가 최근 동물 연구에 의하면 기관 내 튜브를 통해 주입되어 발생된 낮은 농도의 에피네프린은 일시적으로 베타 교감신경흥분 효과를 보였으며 이 효과는 저혈압, 관상동맥 관류압과 관류량의 저하 등을 유발시켜 유해할 수 있으며 또한 이로 인해 자발순환 회복의 가능성이 감소될 수 있다. 그러므로 소생술에 사용되는 몇 가지 약물이 기관 내 튜브를 통해 투여가 가능하더라도 약물 전달 양과 약리적 효과가 좀 더 예측 가능한 정맥 내 혹은 골내 약물 투여가 우선된다.

병원 밖에서 심정지가 발생한 성인을 대상으로 정맥을 이용하여 에피네프린과 아트로핀을 투여한 경우가 기관 내 투여를 한 경우보다 자발순환과 병원 내 생존율이 더욱 높았다. 정맥을 통해 약물을 주입한 군은 5%에서 생존 퇴원하였지만 기관 내 투여의 경우는 생존한 환자가 아무도 없었다. 대부분의 약물에서 정확한 기관 내 투여 농도는 알려져 있지 않다. 하지만 일반적으로 기관 내로 약물을 투여할 때에는 정맥 내 투여보다 2배에서 2.5배의 고용량을 투여하여야 한다. 두 개의 심폐소생술 연구에서는 동일한 역가를 얻기 위해서 기관 내 투여가 정맥 내 투여보다 3~10배 많이 필요할 수 있는 것으로 알려졌다. 기관 내 투여를 할 때에는 권고용량을 5~10 mL의 증류수나 생리식염수에 희석하여 기관 내 튜브를 통해 직접 주입해야 한다. 에피네프린과 리도카인을 이용한 연구에서는 0.9% 생리식염수보다 증류수에 희석하는 경우 약물의 흡수율이 더 높았다.

4. 심정지에 투여되는 약물

1) 심실세동과 무맥성 심실빈맥

(1) 에피네프린

에피네프린은 심정지 환자에서 유용한 효과를 나타내는데, 일차적으로는 이 약물이 알파-교감신경 수용체를 자극하는 특성 즉 혈관수축제로서의 효과 때문이다. 에피네프린의 알파-교감신경 효과는 심폐소생술 동안 관상동맥과 뇌혈관 관류압을 증가시킨다. 에피네프린의 베타-교감신경 효과에 대한 가치와 안정성은 심근 작업량을 증가시키고 심장내막 밑 관류를 감소시키기 때문에 논란이 된다.

물론 에피네프린이 소생술에서 널리 사용되고 있지만 사람에서 생존율 증가를 보여주는 증거는 많지 않다. 심폐소생술 중 투여되는 에피네프린은 유익한 효과와 유독성이 함께 나타난다. 초기부터 고용량을 투여하거나 또는 증강식(escalating) 고용량-에피네프린 투여는 간혹 조기 자발순환회복과 조기 생존율을 증가시킨다. 그러나 생존 퇴원율과 신경학적인 예후를 호전시키지는 않는다.

성인 심정지에서 에피네프린은 매 3-5분마다 1 mg을 투여한다. 고용량 에피네프린은 베타교감신경차단제나 칼슘통로차단제 중독과 같은 특별한 경우에 한해 사용한다. 에피네프린은 정맥주사로나 골내 주사로 확보가 늦어지거나 불가능한 경우 2-2.5 mg을 기관 내 경로를 통해 투여한다.

(2) 바소프레신

바소프레신은 비 교감신경성 말초 혈관수축제로 관상동맥과 신장혈관을 수축시킨다. 심정지 치료에서 초기 혈관수축제로 바소프레신(40 U)을 사용한 경우 에피네프린(1 mg)을 사용한 경우와 비교할 때 자발순환 회복률과 생존율이 증가하지는 않는다.

바소프레신과 에피네프린은 자발순환회복, 24 시간 생존율 및 생존 퇴원율에 미치는 효과가 비슷하다. 또한 초기 심전도 리듬을 따른 두 약물간의 생존율도 차이가 없다.

심정지에서 바소프레신의 효과가 에피네프린의 효과와 다르지 않기 때문에 바소프레신 40 U을 정맥주사 또는 골내 주사로 무맥성 심정지 치료에서 첫 번째 또는 두 번째 에피네프린 투여를 대신하여 사용할 수 있다

2) 무수축과 무맥성전기활동

(1) 혈관수축제

약물의 투여 순서에 관계없이 무맥성전기활동을 치료하는데 바소프레신과 에피네프린 중 어

느 것도 더 뛰어난 효과를 보이지 않는다. 무수축의 경우 바소프레신이 에피네프린 보다 생존율에 더 유용한 것으로 밝혀졌지만 신경학적 손상이 없는 생존율을 증가시키지는 않는다.

무수축 치료에서는 바소프레신이 에피네프린에 비하여 순환회복률을 증가시키는 것으로 알려졌다. 에피네프린은 심폐소생술을 시행할 때 매 3-5분마다 투여하며, 처음 또는 두 번째 에피네프린 투여를 대신하여 바소프레신을 투여할 수 있다.

(2) 아트로핀

아트로핀은 부교감신경 매개에 의해 감소된 심박동, 전신혈관저항, 혈압 등을 치료한다. 무수축 또는 느린 무맥성전기활동 심정지에서 아트로핀 사용에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았지만 무수축 리듬에서 아트로핀 투여는 효과가 있다.

무수축은 과도한 미주신경 자극에 의해 발생하거나 악화될 수 있고, 미주신경 차단약물의 투여는 생리학적 치료로서 적합하다. 아트로핀은 가격이 싸고, 투여가 쉬우며, 부작용이 적어 무수축 또는 무맥성전기활동의 치료로 사용할 수 있다. 심정지에서 권장되는 아트로핀 용량은 1 mg 정주이고, 만일 무수축이 지속되면 매 3-5분 간격으로 반복 투여하며 최대 3 mg 까지 투여한다.

(3) 항부정맥제

심정지 동안 일상적으로 투여하는 항부정맥제가 생존 퇴원율을 증가시키지는 않는다. 그러나 아미오다론은 위약이나 리도카인과 비교하였을 때 심정지환자의 생존 입원율(병원 전 심정지환자가 현장 응급치료 후 생존하여 병원에 입원하는 비율)을 증가시킨다.

3) 심실세동과 무맥성 심실 빈맥

(1) 아미오다론

정주 아미오다론은 세포막의 나트륨통로, 칼륨 통로, 그리고 칼슘 통로에 영향을 미치고, 또한 알파와 베타 교감신경 수용체 차단 효과가 있다. 이 약물은 전기충격, 심폐소생술 그리고 혈관수축제 등에 반응이 없는 심실세동 또는 무맥성 심실 빈맥의 치료에 사용한다.

불응성 심실세동/무맥성 심실빈맥이 있는 성인 환자에게 아미오다론(300 mg or 5 mg/kg)을 투여하면 생존 입원율을 증가시킨다. 심실세동 또는 혈액학적으로 불안정한 심실 빈맥을 보이는 경우 아미오다론을 투여하였을 때 제세동에 대한 반응이 좋아진다.

아미오다론은 혈관 확장과 저혈압을 유발할 수 있다. 아미오다론 투여 전에 혈관수축제를 투여하여 저혈압을 예방할 수 있다. 새로운 방수 구조의 아미오다론(aqueous formulation)은 표준

구조에서 사용되는 혈관활성 용제(polysorbate 80과 벤질 알코올)가 포함되어 있지 않기 때문에 저혈압을 유발하지 않는다.

요약하면 아미오다론은 심폐소생술, 전기충격 및 혈관수축제에 반응하지 않는 심실세동 또는 무맥성 심실빈맥 환자에게 투여한다. 처음 300 mg 정맥 주사 또는 골내 주사로 투여하고 추가로 150 mg을 투여한다.

(2) 리도카인

심실 부정맥에서 리도카인의 사용은 심실 조기수축을 억제하는 것으로 알려져 있다. 물론 리도카인이 단기 생존율 향상에 영향을 주기도 하지만 낮은 자발순환회복률과 무수축 발생률을 높이는 효과가 있다. 병원의 심정지 환자에서 아미오다론은 생존 입원율을 증가시키지만 리도카인은 제세동 후 무수축 발생을 증가시킨다.

그러나 리도카인은 오랜 시간 사용되어온 약물이며, 다른 항부정맥제에 비해 즉각적인 부작용이 적은 친숙한 항부정맥제이다. 리도카인은 심정지에서 단기 혹은 장기적인 효용성이 증명되지 않았지만 리도카인을 아미오다론을 대신해 사용할 수 있다. 초기 용량으로 정맥을 통해 1-1.5 mg/kg를 주사한다. 만일 심실세동 또는 무맥성 심실 빈맥이 지속되면 추가적으로 0.5-0.75 mg/kg를 5-10분 간격으로 투여하고 최대 3 mg/kg까지 투여한다.

(3) 마그네슘

정맥 주사 마그네슘은 비틀림심실빈맥(torsades de pointes)을 효과적으로 치료한다. 마그네슘은 정상적인 QT 간격을 가진 환자에서 발생한 불규칙, 다형 심실빈맥 치료에는 효과적이지 못하다.

심실세동 또는 무맥성 심실빈맥이 비틀림심실빈맥과 관련되었을 때 처치자는 마그네슘 1-2g을 5% 포도당 용액 10 ml에 희석하여 5-20분에 걸쳐 정맥으로 투여한다. 맥박이 있는 비틀림심실빈맥의 경우에는 마그네슘 1-2g을 5% 포도당 용액 50-100 ml에 희석하여 5-60분간 천천히 투여한다. 심정지와 연관되지 않은 비틀림심실빈맥의 치료에 대한 부가적인 정보는 “증상이 있는 서맥과 빈맥의 치료” 부분을 참고하면 된다.

5. 유용할 가능성이 있는 치료

성인에서 특히 심정지의 원인이 급성 폐혈전색전증이나 다른 심장성 원인에 의한 심정지 상

황에서, 초기 표준 심폐소생술에 의해 소생이 되지 않는 경우 혈전용해제(tPA) 투여가 소생에 도움이 될 수 있다. 그러나 병원의 심정지 환자에서 초기 치료에 반응하지 않는 무맥성전기활동 환자에서 혈전용해제 투여가 생존율을 높이지는 않는다. 심정지 환자에서 혈전용해제를 조건 없이 사용하는 것에 대한 과학적 근거는 없다. 다만 폐혈전색전증이 의심되는 경우에 환자에 따라 혈전용해제를 사용할 수 있다. 혈전용해제 사용한 경우에도 심폐소생술은 계속한다.

6. 예후에 미치는 영향에 대한 증거가 불충분한 치료법

1) 심정지 환자에서 심장박동조율

무수축 환자에서 심장박동조율은 유용하지 않아 권장되지 않는다.

2) 심실세동과 무맥성 심실빈맥에서 프로카인아마이드(procainamide)

프로카인아마이드는 저혈압을 유발하고 천천히 투여해야하므로 심정지와 같은 응급상황에서의 유용성이 적다.

3) 노르에피네프린(norepinephrine)

노르에피네프린은 에피네프린에 비해 효과적이지 않으며, 오히려 신경학적인 예후를 나쁘게 하므로 사용하지 않는다.

4) 심실세동 또는 무맥성 심실빈맥에서 전흉부 가격(precordial thump)

심실세동과 무맥성 심실빈맥이 전흉부 가격으로 관류 리듬(perfusing rhythm)으로 전환될 수 있다. 그러나 전흉부 가격 후에 심실 빈맥의 속도가 빨라지거나, 심실빈맥이 심실세동으로 전환되거나 또는 완전방실차단이나 무수축이 발생하여 리듬이 악화될 수도 있다.

그러므로 전흉부 가격은 기본소생술을 시행하는 구조자에게는 권장하지 않으며, 응급의료 종사자는 심정지가 목격된 상황에서 제세동기를 즉시 사용할 수 없을 때 사용한다. 특히 맥박이 있는 심실 빈맥 환자에서 제세동기가 준비되지 않은 상황에서 전흉부 가격을 사용하는 것은 절대 금기사항이다.

7. 심정지 리듬에 있어서 전해질 치료

1) 마그네슘

성인 심정지에서 심폐소생술 중 마그네슘을 일상적으로 투여하는 것은 자발순환 회복률을 증가시키지 못한다. 마그네슘 투여는 비틀림심실빈맥의 치료를 위해 사용할 수 있으며, 다른 원인에 의한 심정지에서는 효과적이지 못하다.

2) 심정지 동안 정맥용 수액의 일상적인 투여

정상 혈량성 심정지 환자에서 일상적인 수액 투여 효과는 확실하지 않다. 그러므로 심정지 치료에서 일상적으로 수액을 투여하는 것은 바람직하지 않으며 다만 저혈량증이 의심되는 경우 투여하도록 한다.

8. 소생술을 언제 중단할 수 있는가?

소생술 팀은 환자에게 심폐소생술과 전문심장소생술을 시행하는 동안 성실하고 충분한 노력을 해야 한다. 소생술을 멈추는 최종 결정은 심폐소생술 경과 시간과 같은 단순한 요소로 결정할 수 없으며, 임상적 판단과 인간 존엄에 대한 고찰이 결정요소에 포함되어야 한다.

국내 응급의료체계 현실은 현장 구급대원에게 심정지가 발생한 모든 사람을 병원이나 응급실로 이송하도록 요구한다. 심각한 저체온증의 환자에게 심장폐우회 혹은 체외순환과 같이 현장에서 시행할 수 없지만 응급실에서는 가능한 처치가 있다면 적극적으로 심폐소생술을 계속하면서 이송할 수 있다.

특별한 상황(저체온증과 같은)이 존재하지 않는다면 비외상성 혹은 둔상으로 인한 병원 밖 심정지 등에서는 응급실에서의 전문심장소생술이 현장에서의 전문심장소생술보다 더 좋은 결과를 가져온다는 증거는 없다. 간략히 요약하면 만약 현장에서 전문심장소생술을 시행했음에도 환자가 소생하지 못한다면 응급실에서 치료한다고 해도 환자가 회복되지는 않는다고 할 수 있다. 병원 전 상황에서 구조화된 특정 지침을 따르거나 직접 의료지도를 받는 상황에서의 소생술의 중단은 모든 응급의료체계에서 표준 지침에 따라야 한다.

제5장 서맥의 치료

부정맥은 심장돌연사의 대표적 선행 원인으로서 특히 갑작스런 혈액학적 허탈상태를 보이는 환자, 혹은 심근허혈이나 심근 경색이 의심되는 환자들의 경우에는 신속하게 심전도 감시를 시행하여 각종 부정맥의 발생을 관찰하여야 한다. 특히 급성 관동맥 증후군 환자들의 경우 증상 출현 후 4시간 이내의 급성기에 심각한 부정맥의 발생가능성이 매우 높기 때문에 이들 환자에서 이 시기의 심율동 관찰은 매우 중요하다.

1. 부정맥 확인 및 치료원칙

심전도 소견 및 리듬변화의 평가는 전반적인 환자 평가의 차원에서 이루어져야 한다. 흔히 발생하는 진단 및 치료과정에서의 실수는 환자의 전체적인 상태를 무시하고 심전도 소견만을 근거로 환자를 평가하고자 하는 접근자세에서 비롯된다.

소생술 제공자는 반드시 환자의 증상과 환기 및 호흡의 적정성, 심박동수, 혈압, 의식 수준의 변화 및 체내 순환의 적정성 여부 등 전반적인 환자의 평가를 우선시해야 한다.

이 가이드라인에서는 정확한 임상적 환자 평가의 중요성과 치료 흐름도에 근거한 연속성 있는 치료과정을 강조하고자 한다.

부정맥의 진단 및 치료의 원칙은 다음과 같다.

- ① 적절한 기도 및 호흡 유지에도 불구하고, 환자 의식의 변화, 지속되는 흉통, 심부전, 저혈압, 기타 쇼크를 시사하는 소견들이 지속되는 증상이나 징후를 동반하는 서맥이 지속되는 경우에는 심장박동조율을 준비해야 한다. 증상을 동반하는 고도방실전도차단(2도, 3도)의 경우, 즉시 경피심장박동조율을 시행하여야 한다.
- ② 심폐소생술 제공자는 불안정하고 치명적인 부정맥에 대한 초기 진단 및 시행 가능한 치료 방법을 숙지하고 있어야 한다.
- ③ 복잡한 심율동의 변화나 약물사용 및 치료방법의 결정과 관련하여 전문가에 의뢰가 필요한 경우를 판단할 수 있어야 한다.

2. 서맥의 치료

서맥의 치료 흐름도는 그림 4-3과 같다.

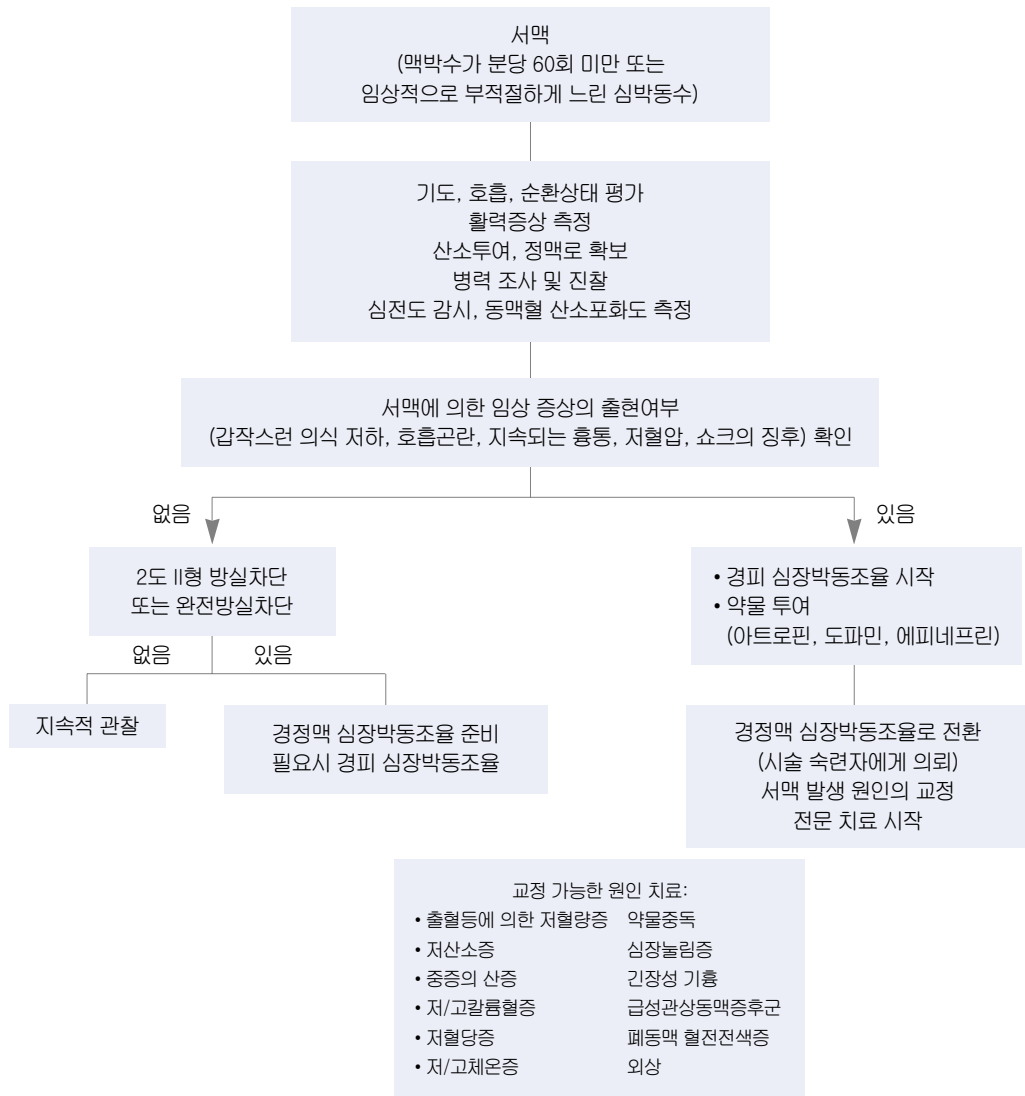


그림 4-3. 서맥의 치료 흐름도

3. 서맥 환자의 평가

서맥은 분당 심율동수 혹은 맥박수가 분당 60회 미만인 경우를 의미한다. 느린 심율동의 생리적 적정성의 여부는 환자 및 환자의 상태에 따라 다를 수 있다. 즉 어떤 환자에게는 분당 60회 미만의 느린 심율동도 적절한 심율동일 수 있으며 반면 일부 환자들에게는 분당 60회의 심율동도 부적절할 수 있다. 본 치료 흐름도는 임상적으로 문제가 되는 서맥, 즉, 환자의 임상적 상황에 맞지 않는 병적인 서맥에 대한 진단 및 치료에 중점을 두고자 한다.

서맥을 보이는 모든 환자들의 경우 초기 치료과정은 공통적으로 기도 및 호흡 유지에 초점을 두고 있다. 우선 산소공급과 더불어 환자의 심율동을 감시하면서 환자의 혈압 및 산소포화도를 감시하고 정맥 주사로를 확보한다. 이어서 심율동의 정확한 진단을 위해 심전도를 기록한다. 초기치료와 병행하여 환자의 상태를 평가하고 서맥의 원인으로 가능한 가역적인 동반 원인의 가능성을 평가한다. 심폐소생술 제공자는 관류장애와 연관된 증상이나 징후의 유무를 확인하고 환자 증상과 서맥과의 연관성을 평가한다.

동반된 증상이 없거나, 증상 및 소견이 미미한 경우 특별한 치료는 요구되지 않는다. 그러나 지속적인 환자 감시는 필요하며, 혈압이 저하되거나, 의식의 저하, 흉통, 호흡곤란, 경련, 실신, 및 쇼크와 연관된 징후를 보이는 경우에는 즉각적인 치료를 시행하여야한다.

방실전도차단은 그 정도 및 종류에 따라 1도, 2도 및 3도로 구분한다. 약물, 전해질 장애 등 비 심장성 원인에 의해서 발생될 수도 있으나 급성 심근경색이나 심근염 등 심장자체의 기질적 질환이 원인이 될 수도 있다.

심전도 소견 상 P파와 QRS파가 1:1의 연관성을 유지하면서 단지 0.2초 이상으로 연장된 PR간격만을 보이는 경우에는 1도 방실전도차단이라 정의하고 이 경우 그 예후는 비교적 양호하다.

2도 방실전도차단은 Mobitz I형과 II형으로 세분화하며 Mobitz I형은 대개 방실결절이 전도장애의 발생위치로서 대개 일시적이며 증상을 호소하지 않는 경우가 대부분이다. PR간격의 점진적인 연장 후 방실전도차단이 발생하는 특징적 소견을 보인다.

Mobitz II형의 경우, 방실결절 이하 부위에서의 전도장애가 원인으로 히스속이나 각차단이 주된 전도차단의 발생병소가 된다. 흔히 증상을 동반하며 3도 혹은 완전방실전도차단으로 진행될 수 있다.

그러나 3도 방실전도차단의 경우 전도차단 위치는 방실결절, 히스속, 각 부위 어느 부위에서도 발생될 수 있으며 심방과 심실사이의 전기적 신호의 소통이 완전히 차단된 상태로 원인에 따라 일시적일 수도 있고 영구적으로 지속될 수도 있다.

4. 치료

아트로핀이나 약물에 반응이 없는 경우 즉시 경피심장박동조율을 준비하여 시행한다. 심장박동조율은 히스속 이하부위의 전도차단이 주로 원인이 되는 Mobitz II형이나 혹은 3도 방실전도차단을 보이는 환자로서 특히 증상이 동반된 경우 시술적응증이 된다.

1) 아트로핀

서맥 발생과 관련하여 가역적 원인이 없는 경우, 아트로핀은 일차적으로 선택이 가능한 약제로서 아트로핀의 정맥주사는 심율동을 회복시켜 서맥과 연관된 환자의 증상을 개선시킬 수 있다.

아트로핀의 초기 용량은 0.5mg으로 정맥주사로 투여하며 일반적으로 총 용량 3.0mg까지 반복투여가 가능하다

아트로핀 정주에 반응이 없는 경우, 도파민이나 에피네프린을 사용할 수도 있으나 흔히 경피심장박동조율을 시행한다. 특히 증상이 동반된 2도, 3도 방실전도차단을 보이는 경우에는 즉시 경피심장박동조율을 시행한다.

아트로핀은 대개 미주신경 긴장도의 향진에 따른 심박동수 감소를 개선시켜 일시적으로 심율동을 정상화시키나 그 약물 효과는 일시적으로 유지되므로 증상이 동반된 고도방실전도차단의 경우 경피심장박동조율의 준비과정 전단계의 처치로 이용된다.

특히 아트로핀은 증상을 동반한 동서맥을 치료하는 데 유용하나 여러 종류의 방실전도차단, 좀 더 엄밀히 말하면 방실결절에서 발생한 전도장애의 경우 주로 도움이 된다. 아트로핀의 권장 용량은 초기 용량 0.5mg 정주 후, 반응정도에 따라 3분-5분 간격으로 반복 정주가 가능하며 최대 총 3mg 까지 반복 사용이 가능하다.

그러나 아트로핀 투여 후 예상외로 특이하게 심박동수가 저하되는 경우가 있을 수 있으며 이러한 반응을 보이는 경우는 대개 방실전도 차단이 히스속 이하부위에서 발생된 경우이다. 이러한 경우 특히 순환장애의 동반이 의심되는 환자에게 아트로핀 사용만을 고집한 채 경피심장박동조율의 시행시기를 지연시켜서는 안 된다.

급성 관동맥 증후군 및 급성심근경색이 동반된 환자의 경우 아트로핀 사용은 주의를 요한다. 지나친 심박동수의 상승으로 심근 허혈의 악화내지 경색병변의 확장이 초래될 수 있기 때문이다.

심장이식 환자의 경우에도 아트로핀 사용은 주의를 요하며 적절한 관찰이 필요하다.

이식된 심장은 미주신경지배가 제거되어 있는 상태이므로 아트로핀에 대한 반응이 불량하며 이 경우에도 기이하게 아트로핀 정주 후 전도차단이 악화될 수 있다.

결론적으로 2도 혹은 3도 방실전도차단의 경우 아트로핀에 대한 지나친 의존은 피해야 하며, 특히 3도 방실전도차단과 더불어 넓은 QRS폭을 보이는 이탈박동에 의한 심율동이 유지되는 환자들에게는 즉각적인 경피심장박동조율을 시행하여야 한다.

2) 심장박동조율

증상을 동반한 서맥성 부정맥 치료에 있어서 유일한 치료방법은 심장박동조율이다. 더욱이 경피심장박동조율은 일부 제한점에도 불구하고 불안정한 임상 양상을 보이는 고도방실전도차단 환자들에게 즉각적인 적용이 가능하다는 장점을 지닌다.

경피심장박동조율은 경우에 따라 환자에게 심한 통증 및 불편감을 줄 수 있으며 효과적인 심장박동조율이 이루어지지 않는 경우도 있다.

더욱이 환자의 증상이 서맥과 연관되지 않은 경우에는 효과적인 심장박동조율에도 불구하고 환자상태는 개선되지 않을 수 있다.

경피심장박동조율은 비침습적이며 따라서 심폐소생술 시행자에 의해서 쉽게 환자에게 적용이 가능한 장점을 지닌다. 앞에서 언급하였듯이 아트로핀에 대한 반응이 불량하거나 환자의 증상이 심한 경우 지체함이 없이 그 사용을 시도해야하며 환자에게 적용 후에는 반드시 효과적인 심장박동조율이 이루어지고 있는지, 환자의 상태는 개선되고 있는지를 반드시 평가해보아야 한다. 환자의 불편감을 경감시키기 위해 진정제 및 진통제를 병용 사용할 수 있으며 최종적으로 서맥의 발생 원인을 찾아본다.

경피심장박동조율이 효과적으로 이루어지지 않을 경우에는 경정맥 심장박동조율을 준비하며 숙련자에게 시술을 의뢰한다.

3) 기타 약제

이들 약제는 서맥성 부정맥 치료에 있어 일차적으로 사용이 권장되는 약제는 아니나, 아트로핀에 대한 반응이 불량한 경우 심장박동조율을 준비하는 과정 중 시도해볼 수 있는 약제들이다.

아트로핀에 이어 에피네프린과 도파민 역시 사용 가능한 약제들로 이들 약제는 임상에서 널리 이용되고 있을 뿐만 아니라 심폐소생술 제공자들에게도 매우 친숙한 약제들이다

(1) 에피네프린

에피네프린은 아트로핀이나 심장박동조율로 증상개선에 실패한 증상이 동반된 서맥성 부정맥 환자나 심한 저혈압을 보이는 환자에게 사용할 수 있는 약제로 2-10 ug/min의 초기용량으로 시작하여 환자의 상태변화에 따라 투여용량을 조절하여 사용한다. 에피네프린 사용 시 반드시 환자의 혈장량 상태를 평가하도록 한다.

(2) 도파민

도파민은 알파 및 베타 교감신경 수용체에 작용하여 교감신경계를 활성화시키는 작용을 일으키는 약제로 사용방법은 분당 2-10 ug/kg의 주입속도로 시작하며 에피네프린과 병용 또는 단독으로 사용한다. 도파민 사용 시에도 환자의 반응에 따라 주입속도의 조절이 가능하며 반드시 환자의 혈장량 상태에 대한 평가가 필요하다.

(3) 글루카곤(glucagon)

일부 연구에 의하면 글루카곤을 정맥주사로 이용하여 서맥을 개선시킬 수 있음이 보고 되었다. 초기 용량은 3 mg으로 정맥 주사 후 필요에 따라 시간당 3 mg/h 주입속도를 유지하여 추가 사용이 가능하며, 특히 베타 수용체 차단제 및 칼슘길항제의 고량사용에 의한 약제 유발성 서맥이나 아트로핀에 반응이 없는 서맥의 개선에 도움이 되는 것으로 보고 되고 있다.

제 6장 빈맥의 치료

1. 빈맥의 분류

전문심장소생술에서 빈맥의 분류는 치료과정에서의 수월성을 위하여 QRS파의 넓이에 따라 구분하였다. 좁은 QRS파(QRS파가 0.12 초미만) 빈맥에 속하는 부정맥은 흔히 관찰되는 순서대로 기술하면, 동성빈맥, 심방세동, 심방조동, 발작성 심실상성빈맥(방실결절 회귀빈맥 혹은 부회로 연계성 회귀빈맥), 심방빈맥(이소성 혹은 회귀성), 다소성 심방빈맥, 접합부 빈맥이 있다. 좁은 QRS파(QRS파가 0.12 초 이상) 빈맥에 속하는 부정맥은 심실빈맥, 심실상성빈맥의 이상전도, 부회로를 갖고 있는 조기흥분 증후군 환자에서의 심방성 빈맥이 있다. 전문 심장소생술 시

행자가 심실상성 빈맥과 심실빈맥의 구별이 어려울 때는 대부분의 넓은 QRS파 빈맥은 심실빈맥임을 알아야 한다.

2. 빈맥의 치료 흐름도 설명(그림 4-4)

1) 동기 심율동전환

낮은 에너지를 비동기 방법으로 가하면 심실세동을 유발할 가능성이 높다. 만일 심율동전환이 필요한데 에너지 동기화(synchronization)가 불가능한 경우에는(환자의 맥이 아주 불규칙하거나 QRS파 감지가 어려운 경우) 차라리 제세동 수준의 높은 에너지를 가하는 것이 더 안전하다.

추천되는 심율동전환 에너지는 심방세동은 100-200J (단상파형) 또는 100-120J (이상파형), 심방조동이나 다른 심실상성빈맥은 50-100J(단상파형)이다. 심실빈맥을 치료할 때에는 단형 심실빈맥이고 맥박이 만져지는 경우에는 처음 100J 시도 후 점차 에너지를 올려서 시도하며, 다형 심실빈맥이고 불안정한 경우 심실세동에 준하여 높은 에너지를 비동기 방법으로 사용한다. 전기적 심장율동 전환은 접합부 빈맥이나 다소성 심방빈맥의 경우에는 효과적이지 못하다.

2) 규칙적인 좁은 QRS파 빈맥의 치료과정

① 동성빈맥

심박출량의 증가를 위한 보상기전으로 생긴 동성빈맥의 경우 심박동수를 줄이는 치료를 하면 혈액학적 상태를 악화시킬 수 있다.

② 회귀성 심실상성빈맥

빈맥을 종료시키려면 발살바 수기나 목동맥팽대 마사지(carotid sinus massage) 등의 미주신경성흥분수기를 하거나 아데노신 투여가 효과적이다.

목동맥팽대 마사지는 목동맥이 외측 목동맥과 내측 목동맥이 갈라지는 곳에 위치한 목동맥팽대부에 압력변화가 있을 때 뇌를 통하여 미주신경이 자극되어 심장의 동결절과 전도체계가 억제되는 원리를 이용한 것이다. 목동맥팽대 마사지를 할 때에는 동맥경화반의 색전을 예방하기 위하여 목동맥의 잡음(bruit)을 반드시 확인하고, 잡음이 안 들리더라도 고령의 환자에서는 목동맥팽대 마사지를 하지 않는다. 정맥주사로의 확보, 아트로핀 준비, 심전도 감시를 준비하여야 하며, 필요에 따라 경피심장박동조율을 준비한다.

목동맥팽대 마사지를 하는 순서는 다음과 같다. 1) 환자의 머리를 왼쪽으로 돌리고, 2) 갑상연

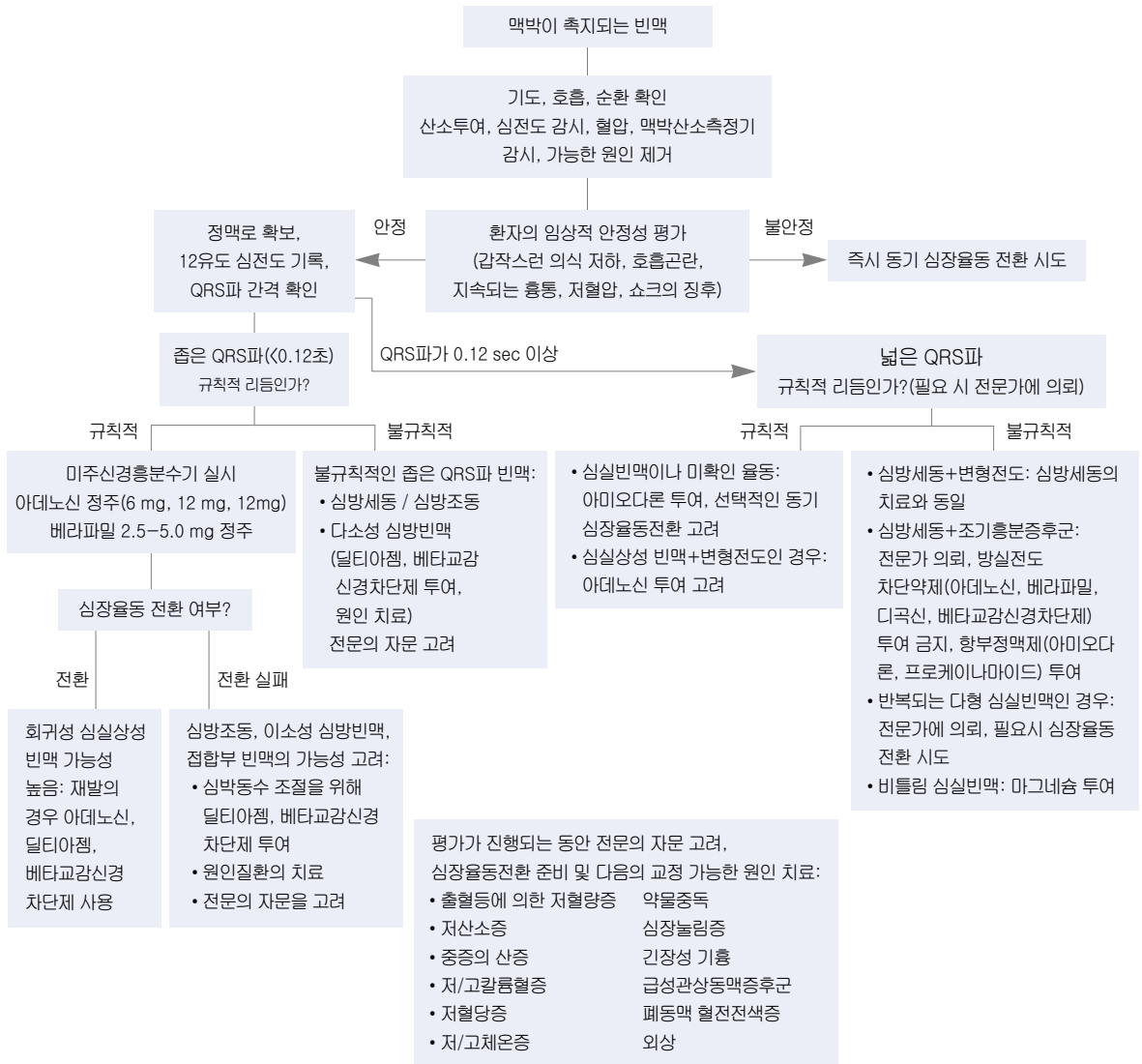


그림 4-4. 빈맥의 치료 흐름도

골의 상단 높이 부위에서 우측 목동맥 중 맥박이 가장 크게 느껴지는 부위를 찾아, 3) 오른손 두 개의 손가락으로 힘을 주어 누른 후, 5-10초 동안 위-아래로 마사지한다. 4) 중간에 5-10초 동안 쉬어가며 마사지를 2-3회 반복한다. 5) 효과가 없으면 왼쪽 목동맥을 같은 방법으로 반복하며, 6) 양쪽을 동시에 마사지하지 않도록 한다. 목동맥팽대 마사지의 부작용으로 뇌경색, 실신, 동결

절 정지, 방실전도차단, 무수축 등이 발생할 수 있다.

아데노신을 투여할 때에는 가능한 한 큰 정맥을 통하여 1-3초 동안에 빠르게 정주 후 20ml 식염수를 밀어 넣는다. 아데노신을 주고 1-2분 동안 반응이 없는 경우 다음 용량(12 mg)을 시도한다. 아데노신은 임신부에서도 안전하게 사용할 수 있다. 아데노신으로 심장을동전환이 안 된 경우 베라파밀(verapamil) 2.5-5mg을 정주하여 심장을동전환을 시도한다. 아데노신과 베라파밀로 심장을동전환이 안 된 경우, 칼슘통로차단제나 베타교감신경차단제로 심장박동수를 조절할 수 있다.

③ 심실 박동수의 조절

베라파밀은 좌심실기능 저하가 심한 환자나 조기홍분 증후군 환자에서의 심방세동/심방조동의 경우에는 위험해 질 수 있으므로 사용하면 안된다. 2.5-5mg의 베라파밀을 2분 동안에(고령의 환자는 3분) 정주하고 효과가 없으면 5-10mg을 15-30분 마다 정주(총 투여량이 20mg을 넘지 않도록) 한다.

딜티아젠펜(diltiazem)은 15-20mg(0.25mg/kg)을 2분 동안에 정주한다. 필요하면 15분 후 20-25mg(0.35mg/kg)을 추가로 정주할 수 있으며, 유지용량은 심박동수에 맞추어 5-15mg/h의 속도로 정주한다.

베타교감신경차단제는 규칙적인 좁은 QRS파 빈맥에서 심장을동 전환이 안되거나 심방세동/조동 환자에서 심박동수 조절이 필요한 경우 사용한다. 2도 이상의 방실 전도차단, 저혈압, 심한 심부전 증상, 기관지경련이 동반된 폐질환이 있는 경우는 사용을 피한다. 베타교감신경차단제 중 아테놀롤(atenolol) 주사제, 메토프롤롤(metoprolol) 주사제는 우리나라에서 구입이 불가능하다. 프로프라놀롤(propranolol)은 0.1mg/kg의 용량을 2-3분 간격으로 3차례에 나누어 주사한다. 정주 속도는 분당 1mg을 넘지 않도록 하고, 필요에 따라 같은 용량을 반복 정주할 수 있다. 에스몰롤(esmolol)은 짧은 반감기가 특징(2-9분)이어서 상태에 따라 중단하면 곧 약효가 없어진다. 0.5mg/kg을 1분 동안에 정주(loading)하고 분당 50ug/kg 용량으로 4분간 정주한다. 반응이 부족하면 다시 0.5mg/kg을 1분 동안에 정주하고 분당 100ug/kg 용량으로 정주한다(효과가 나타날 때 까지 최고 분당 300ug/kg 용량까지 증량할 수 있다).

3. 넓은 QRS파 빈맥의 치료

리듬이 규칙적인 넓은 QRS파 빈맥인 경우에는 심실빈맥이나 심실상성빈맥의 이상전도를 고

려하여야 한다. 리듬이 불규칙적인 넓은 QRS과 빈맥인 경우 심방세동의 이상전도이거나 조기 흥분 증후군 환자에서의 심방세동, 다형 심실빈맥을 고려한다.

1) 규칙적인 넓은 QRS과 빈맥의 치료

규칙적인 넓은 QRS과 빈맥이 심실상성빈맥으로 생각되면 아데노신으로 치료한다. 단형성 넓은 QRS과 빈맥이고 환자의 임상 증상이 심한 경우(의식의 변화 등)에는 동기 심율동전환을 시도한다.

심실빈맥이 의심되고 안정적인 경우에는 항부정맥제 주사 치료를 고려한다. 아미오다론 150mg을 10분 동안에 정주하며, 필요에 따라 반복하여 최고 24시간 동안 2.2g까지 투여가 가능하다. 다른 약제로는 프로케이나마이드를 사용할 수 있다. 프로케이나마이드는 심방성빈맥과 심실빈맥 모두에 효과적인 약제로, 심방세동의 심율동전환이나 심박동수 조절, 안정된 심실빈맥의 치료에 사용된다. 특히 조기흥분과 연관된 심방세동의 치료에 효과적이다. 부정맥이 억제 될 때까지 혹은 저혈압이 발생하거나 QRS과 너비가 50% 이상 증가할 때까지 분당 20mg의 속도로 정맥주사한다(최대 투여량은 17mg/kg; 70kg 환자의 경우 1.2g). 정맥주사 시 저혈압을 유발할 수 있으므로 투여 속도에 주의를 요하고, 특히 심실기능이 저하된 경우나 QT 간격이 연장되어 있는 경우에는 사용을 피한다.

소탈롤(sotalol)은 아미오다론과 유사한 약제인데, 주사제는 현재 우리나라에서 도입되어 있지 않다.

4. 불규칙적인 빈맥

1) 심방세동/심방조동

심방세동이 48시간 이상 지속된 경우에는 혈전색전증의 위험이 크므로 환자의 상태가 불안정한 경우를 제외하고는 심장을동전환 전에 반드시 항응고 치료를 시행하거나 경식도 심초음파 검사를 시행하여 좌심방 내에 혈전이 없는 것을 확인하여야 한다.

심박동수를 조절하기 위하여 딜티아젠프나 베타교감신경차단제를 투여할 수 있다. 이부틸라이드(ibutilide)는 48시간 이하의 오래 지속되지 않은 심방세동의 심율동전환에 효과적이거나 우리나라에 수입되지 않았다.

2) 불규칙적인 심실빈맥

불규칙적인 심실빈맥은 무맥성 심정지로 이어질 수 있으므로 긴급한 치료를 요한다. 빈맥이 발생하기 이전의 정상맥일 때 QT간격이 길었다면(이 경우를 ‘비틀림심실빈맥-torsades de pointes’이라 한다), QT 간격을 연장시키는 약제를 중단하고 전해질 균형을 맞추어 주어야 한다. 그리고 마그네슘이 우선적인 치료약이므로, 마그네슘 1-2g을 포도당액에 희석하여 5-60분 동안 정주(불안정한 경우에는 5-20분 정주, 안정적인 경우에는 60분 이내에 정주)한다. 그 밖에 이소프로테레놀(isoproterenol) 주사나 심실조율이 효과적인 경우가 있다.

정상맥일 때 QT간격이 정상이었다면 심근허혈에 의하여 발생한 심실빈맥의 가능성이 높다. 심근허혈에 의한 경우가 아니라면 마그네슘은 별로 효과가 없고, 아미오다론이 효과적일 수 있다. 환자가 불안정하거나 불안정해지면 높은 에너지의 비동기 심장율동전환을 시도한다(단상 파형의 경우 360J, 이상 파형의 경우 200J).

제 7장 새로운 심폐소생술 방법

고식적인 심폐소생술에 의해 유발되는 심박출량은 잘 훈련된 사람에 의해 정확하게 시행되더라도 정상 심박출량의 20~30% 정도만 유지되며, 관상동맥관류압은 10 mmHg, 뇌혈류도 20% 이상 유지하기 어렵다. 그러나 심박동 회복을 위한 최소한의 관상동맥관류압이 15~ 20 mmHg 인 점을 고려하면 전문 소생술이 없는 흉부 압박에 의한 심폐소생술 만으로는 심정지 환자를 소생시키기는 어렵다. 이러한 이유로 심박출량과 관상동맥 관류압을 증가 시킬 수 있는 새로운 심폐소생술 방법들과 환기 방법들이 지난 25년 동안 고안되고 적용되어 왔다. 이러한 새로운 방법과 기구들은 대부분 표준 심폐소생술에 비해 더 많은 인력과 훈련시간, 장비 및 특별한 준비가 필요한 것들이었다. 이러한 대체 방법 혹은 장비들은 심정지가 된 후 그 적용이 빠를수록 양호한 결과들을 보고하였으나, 임상연구에서 생존율을 증가시키는 것으로 증명된 방법은 많지 않고, 심정지 초기에만 효과적인 것으로 보고 되고 있다. 현재까지 병원전 소생술에 있어 손으로 시행하는 심폐소생술 보다 우월한 대체 방법으로 증명된 것은 없으며, 장기생존율을 증가시키는 기구도 제세동기 이외에는 없는 상황이다. 그러나 심정지 초기에 환자에게 손쉽게 적용이 가능하고 심박출량을 일정 수준이상으로 증가 시킬 수 있는 방법이 개발된다면 심정지 환자의 소생에 커다란 기여를 할 것으로 생각된다.

1. 표준 심폐소생술을 변형한 심폐소생술

1) 고빈도 흉부압박법(high frequency CPR)

심정지 상황에서 소생률을 향상시키는 한 방법으로 손이나 장비를 이용하여 고빈도(분당 100회 이상)로 흉부를 압박하는 방법이다. 동물과 사람에 대한 연구결과는 수가 많지 않으며 그 결과는 다양하다. 심정지 상황에서 적절하게 훈련받은 구조인력이 있는 경우 고빈도 흉부압박법 시행을 고려해볼 수 있다.

2) 중간복부압박 심폐소생술

(interposed abdominal compression CPR: IAC-CPR)

한 명의 추가 구조자가 흉부 압박의 이완기에 검상돌기와 배꼽 사이를 누르며 시행하는 심폐소생술이다. 심폐소생술 중 정맥환류를 증가시키는 것이 그 목적이다. 중간복부압박 심폐소생술은 병원 내 심정지 환자에서 구조인력이 충분하다면 시행해 볼 수 있다. 병원 전 단계에서 중간복부압박 심폐소생술은 권장도 금기시되지도 않는다.

3) 기침 심폐소생술(cough CPR)

기침 심폐소생술은 무반응 환자의 치료에는 유용하지 않다. 따라서 일반 구조자에게는 이 방법을 교육시켜서는 안 된다. 사람에서의 기침 심폐소생술은 의식이 있고 심전도 감시중인 상황에서 심실세동이나 심실빈맥이 발생한 경우에서만 그 사용이 보고되었다. 기침으로 인해 흉강 내압이 증가하면 뇌로 향하는 혈류를 발생시키고 의식을 유지하는 데 도움을 준다. 심실세동 또는 심실빈맥 발생 후 90초까지 1-3초 간격으로 기침을 하는 것은 의식이 있고, 양와위이며, 심전도 감시 중이고, 사전에 이 방법에 대해 훈련을 받은 경우에만 안전하고 효과적일 수 있다.

2. 직접 심장압박법

직접 심장압박법은 흉곽을 절개하여 심장을 노출 시킨 후 손으로 심장을 직접 압박하는 방법이다. 1960년도 이전 흉부 압박술이 도입되기 전에는 모든 심정지환자에서 사용됐었다. 현재는 개흉술의 수술 직후상태에서의 심정지, 외상이나 수술로 이미 흉부나 복부가 열려 있는 심정지 환자에서 고려 할 수 있다.

3. 심폐소생술 기구

1) 환기 보조 기구

(1) 자동 이송용 인공호흡기(automatic and mechanical transport ventilators)

자동 이송용 인공호흡기는 1 회 호흡량과 호흡수를 조절할 수 있는 조절장치, 산소통과의 연결 튜브, 안면 마스크 혹은 기관 내 삽관 튜브와 연결할 수 있는 연결부위로 구성되어 있다. 이 기구는 고압 산소나 전원에 의해 작동하기 때문에 산소 혹은 전원이 없는 경우 사용이 불가능하다는 단점이 있다. 그러므로 의료진은 이 기구를 사용할 때 사용 불가 상황에 대비하여 예비적으로 맥-마스크 기구를 준비해야 한다. 또한 5세 미만의 소아에서는 이 기구의 사용이 적합하지 않다. 병원 전 상황에서 맥박이 있는 환자가 기관 삽관 혹은 그에 준한 전문기도유지술이 시행되어 있는 경우에는 유용하게 사용할 수 있다. 그러나 전문기도유지술이 시행되지 않은 심정지 환자에서도 만약 일회 호흡량이 호기말 양압이 없으면서 기류조절(flow-controlled), 시간 주기(time-cycled) 방식에 의해 전달될 수 있다면 유용하게 사용될 수 있다. 만약 출력 조절 밸브를 가지고 있다면, 일회 호흡량은 반드시 가슴이 올라오는 정도(약 6~7 ml/kg 혹은 500~600 ml)를 1초 동안 전달하도록 조정한다. 전문기도유지술이 시행될 때 까지 다른 보조자는 위액 역류를 막기 위하여 반지연골 압박술기를 시행한다. 전문기도유지술이 시행되면 심폐소생술 동안 호흡 횟수는 분당 8~10 회 정도를 유지한다.

(2) 고압 산소로 움직이는 수동식 호흡기

(Manually triggered, oxygen-powered, flow-limited resuscitators)

이 기구는 수동으로 산소의 흐름을 열거나 차단하는 밸브를 작동함으로써 인공호흡이 가능하도록 한 장비이다. 이 장비는 안면 마스크나 기관 내 튜브에 연결하는 연결 부위와 산소 유입을 조절하는 밸브, 산소통과 밸브를 연결하는 튜브로 구성되어 있다.

이 기구는 전문 기도가 확보 되지 않은 환자나 심폐소생술 동안에 마스크를 이용하여 환기하는 환자에게 사용할 수 있다. 그러나 자동 모드를 사용하는 경우에는 호기말 양압이 걸려 심폐소생술 시 심박출량을 떨어뜨리므로 절대 금해야 한다.

2) 순환 보조 기구

(1) 능동압박-감압 심폐소생술 (Active Compression-Decompression CPR: ACD-CPR)

능동압박-감압 심폐소생술은 흡입 컵을 장착한 휴대기구를 이용하여 감압 시에 전흉부를 능

동적으로 들어 올리는 방식이다. 이 방법은 감압기에 흉강내압을 감소시켜 심장으로 돌아오는 정맥환류량을 늘리도록 하는 것이다. 이 방법의 유효성을 확보하려면, 이 장치를 능숙하게 사용할 수 있도록 훈련해야 한다. 능동압박-감압 심폐소생술은 구조인력이 적절히 훈련받은 경우, 병원 내 심정지 상황에서 사용을 고려할 수 있다. 병원 전 단계에서 이 방법의 사용은 권장도 금기시되지도 않는다.

(2) 저항 역치 기구 (impedance threshold device: ITD)

이 장치는 심폐소생술의 이완기에 흉강내압이 감소할 때 흡기를 차단하는 장치이다. 이렇게 하여 이완기에 흉강 내 음압이 증가하여, 흉강내로 정맥 환류가 증가하게 되고, 이어지는 흉부 압박에 혈류량이 증가하게 된다. 비록 장기 생존에 대한 자료는 없으나 기관 삽관이 되어 있는 성인에서 훈련된 사람에게 의해 사용되어지는 경우, 혈액학적 지표를 증가시키고 자발순환 회복을 높일 수 있는 것으로 보고되었다.

(3) 자동 흉부 압박기 (mechanical piston device)

압축산소에 의해 작동되는 피스톤이 환자의 흉골 부위를 누르도록 만들어진 기구이다. 손을 이용한 통상적인 심폐소생술이 어려운 경우 시행할 수 있다. 이 기구를 사용 시에는 반드시 기관 삽관 전에는 통상적인 30:2의 흉부 압박과 적절한 깊이의 흉부 압박 깊이가 유지되도록 해야 하며, 압박 후 휴식이 완전히 이완 될 수 있어야 한다.

(4) 조끼 심폐소생술 (vest -CPR or Load-distributing Band CPR)

이 방법은 기존의 심폐소생술과는 달리 흉골 부위를 전혀 압박하지 않고 조끼의 압력을 증가시키거나, 등받침에 있는 전기 모터를 사용하여 흉곽을 둘러싸는 밴드를 수축시켜 혈류를 유발시킨다. 병원 내 혹은 병원 밖 심정지 모두에서 심정지 환자에서의 사용을 고려해 볼 수 있다.

(5) 휴대장비를 이용한 단계적 흉부복부압박-감압 심폐소생술 (phased thoracic-abdominal compression-decompression CPR with a hand-held device: PTACD-CPR)

이 심폐소생술 방법은 중간복부압박 심폐소생술과 능동압박-감압 심폐소생술의 개념을 결합한 것이다. 휴대장비는 흉부압박과 복부이완, 복부압박과 흉부이완을 번갈아 시행한다. 성인 심정지 환자를 대상으로 한 1 건의 임상연구에서 병원전과 병원 내 상황에서 전문심장소생술이 시행되는 중 적용 시 생존율을 높이지 못하는 것으로 보고되었다. 이 방법을 연구목적 이외에 사용하는 것은 권장되지도 금기시되지도 않는다.

(6) 이중혈류유발 심폐소생술 (Simultaneous sternothoracic CPR; SST-CPR)

이중혈류유발 심폐소생술은 흉골을 압박하는 피스톤과 흉곽을 수축시키는 흉곽띠를 사용하여 흉골압박과 흉곽수축을 동시에 수행함으로써 심장펌프와 흉강펌프 효과를 동시에 유발하는 새로운 심폐소생술 방법이다. 심정지를 유발한 동물에서 이중 혈류유발 심폐소생술이 표준 심폐소생술에 비하여 관상동맥관류압을 증가시키고, 생존율을 높인다고 보고 되었다. 의료용 고압산소를 사용하여 이중혈류유발 심폐소생술을 자동으로 수행하는 장치가 국내에서 개발되어 실용화되었다.

3) 체외 순환술 혹은 침습관류 기구

(extracorporeal technique & Invasive perfusion device)

다발성 장기 부전이 없는 수술로 교정이 가능하거나 짧은 시간 안에 회복 가능한 경우에 특히 효과적이다. 병원 심정지처럼 혈류 중단 시간이 짧고, 돌아올 가능성이 높은 경우(저체온, 약물 중독) 혹은 심장이식에 동의하는 경우에는 반드시 고려해봐야 한다.

제 8 장 소생 후 치료

심폐소생 후 치료에 관한 무작위대조임상시험은 적다. 그럼에도 불구하고 소생 후 치료는 혈액역학적 불안정, 다발성 장기부전과 뇌손상에 의한 사망 및 장애로 인한 초기 사망률을 줄이기 위한 매우 중요한 부분이다. 이 가이드라인에서는 심정지로부터 소생된 후 직면하는 혈액역적, 신경학적 및 대사이상에 관해 현재까지 밝혀진 내용을 중심으로 요약하였다.

소생 후 치료의 초기목표는 다음과 같다.

- ① 심폐기능과 전신관류, 특히 뇌 관류를 최적화 시킨다.
- ② 원의 심정지 환자를 응급실로 전원하고, 이후 적절한 장비를 갖춘 중환자실에서 지속적인 치료를 한다.
- ③ 심정지 유발요인을 식별하려고 노력한다.
- ④ 심정지 재발을 방지하기 위한 조치를 한다.
- ⑤ 신경학적 이상이 없는 장기 생존율을 향상시키기 위한 치료를 한다.

1. 소생 후 치료의 목적

소생 후 치료는 전문 심장소생술의 매우 중요한 부분이다. 사망률은 자발적 순환이 회복되고 초기 안정화가 된 이후에도 매우 높다. 따라서 초기 3일 이내에 최종 예후를 예측하는 것은 어려운 일이다. 심정지에서 소생한 생존자들도 회복되어 정상 생활을 유지할 수 있는 가능성이 있다. 소생 후 치료 시 의료진이 우선적으로 고려해야 할 점은 1) 혈액학, 호흡 및 신경계의 유지요법, 2) 심정지의 가역적 원인규명 및 치료, 3) 체온을 감시하고 조절하며 대사 장애를 치료하는 것이다

소생 후 치료의 중요 목적은 기관 및 조직의 효과적인 관류를 회복시키는 것이다. 자발 순환 회복 후에는 심정지의 원인과 저산소/허혈/재관류 손상의 결과를 고려하고 치료해야 한다. 심정지와 연관된 산증은 적절한 환기와 관류가 유지되면 대부분 자연적으로 회복된다. 그러나 혈압이 정상으로 회복되고 가스교환이 향상된 것만으로 향후 환자가 생존하고 기능적인 회복을 할 것으로 예측할 수 없다. 자발순환회복 후에는 승압제의 사용이 요구되는 심근기질(myocardial stunning)과 혈액학적 불안정이 발생할 수 있다. 소생 후 사망은 첫 24시간 이내에 대부분 발생한다. 소생 후 생존한 환자가 의식이 명료하고 정상적인 반응을 하며 자발호흡이 있으면 가장 이상적인 상태이다. 소생 후 환자가 혼수상태이더라도 적절한 소생 후 치료에 의해 완전 회복될 수 있는 가능성이 있다. 실제로 심정지 후 초기 혼수상태를 보인 환자의 20% 정도가 소생 후 1년경과 시점에 좋은 신경학적인 결과를 보였다는 보고가 있다. 소생 후 초기 생존자들에 관한 가장 좋은 치료경로는 아직 알려져 있지 않지만 예후를 향상시키기 위한 방법들을 찾아내고 적용하기위한 관심이 증가하고 있다. 초기 환자의 상태와 상관없이 의료인은 적절한 기도 및 호흡 유지, 산소주입, 환자의 활력증후 감시, 기존의 정맥 주사로를 확인하고 또는 확보되어 있는 모든 도관의 기능을 확인하여야 한다. 의사는 환자의 상태를 자주 평가해야 하며 활력증후 또는 심부정맥의 이상을 치료해야 한다. 또한 환자를 적절히 평가하기위해 도움이 되는 추가적인 검사들을 시행한다.

의료인은 심정지의 가역적인 원인인 “5H”와 “6T”(저혈량증, 저산소증, 중증의 산증, 저/고칼륨혈증, 저혈당증, 고/저체온증, 약물 중독, 심장눌림증, 긴장성 기흉, 급성관상동맥증후군, 폐동맥혈전색전증, 외상)를 기억하고 교정해야 한다.

2. 체온조절

1) 저체온 유도(induced hypothermia)

심정지후 자연경과로 종종 발생하는 33℃ 이하의 저체온증(permissive hypothermia) 및 의료인에 유도되는 저체온증은 소생 후 치료에 중요한 역할을 한다. 두 예의 무작위대조임상시험에 의하면 자발 순환회복 후 수분내지 수 시간 내에 경도 저체온을 유도하면 심실세동에 의한 심정지 후 혼수상태로 남아있는 환자의 예후가 향상된다. 즉, 소생 후 12-24시간동안 체온을 33℃도 혹은 32-34℃ 범위로 저체온증을 유발하면 신경학적 회복이 향상된다. 또 다른 연구에서는 최초 리듬이 무수축/무맥성전기활동이었던 병원 전 심정지 환자 중 자발순환이 회복된 혼수환자에게 저체온을 유도하였더니 대사이상이 개선되는 것을 관찰하였다. 그러나 이상의 연구에서는 전체 심정지환자의 8%만 저체온유도연구에 포함되었다. 즉, 심정지 후 혈액학적으로 안정되고 심정지의 원인이 심장으로 추정되는 목격된 심정지이고 순환회복 후 혼수상태인 경우만이 저체온 유도에 포함되었다. 이러한 사실은 저체온 유도가 심정지 후 모든 혼수환자에게 적용되는 것은 아니고 가장 효과를 볼 수 있는 대상을 잘 선정해야 한다는 것을 알려준다. 현재로서 저체온유도가 효과적일 것이라는 환자의 수는 제한적이지만 향후 더욱 빠르게 저체온을 유도하고, 저체온을 잘 유지하며 저체온의 적절한 온도, 시기, 시간과 작용기전에 대한 이해가 높아지면 이러한 저체온 유도의 효용성이 더욱 광범위하게 증명될 것으로 생각된다. 최근 질식이 발생한 신생아를 대상으로 한 연구에서 저체온증이 심실세동에 의한 심정지 후 혼수환자 이외에도 도움이 됨을 보여주었다. 저체온 유도에 따른 합병증으로는 혈액응고장애, 부정맥이 발생할 수 있다. 합병증은 특히 목표체온 이하로의 의도하지 않은 체온 저하에 의해 잘 발생한다. 빈도는 낮지만 폐렴과 패혈증도 저체온 유도군에서 더 많이 발생한다. 또한 저체온은 고혈당증을 유발할 수 있다. 대부분의 임상연구에서 저체온을 유도하는데 수 시간 정도가 걸리는 냉각담요(cooling blanket)나 얼음주머니를 이용한 체의 냉각법(surface cooling)을 사용하였다. 최근 체내 냉각법(냉각수, 혈관 내 냉각도관 등)이 저체온을 유도하는데 사용될 수 있다는 연구들이 보고 되고 있다.

요약하면 심정지로부터 소생 후 혈액학적으로 안정되고 자연적으로 발생한 경도의 저체온(<33℃) 환자는 적극적으로 가온시키지 말아야 한다. 경도 저체온은 신경학적 예후에 도움이 되며 심각한 합병증 없이 잘 유지될 수 있다. 초기 심정지 리듬이 심실세동인 병원전 목격심정지로부터 자발순환이 회복되고 혈액학적으로 안정된 성인 혼수환자는 12-24시간동안 32-34℃로 경도저체온의 유도가 권장된다. 병원 외 또는 병원 안에서 발생한 비 심실세동성 심정지 환자에

계도 이와 같은 정도 저체온 유도를 할 수 있다.

2) 고체온증

소생 후 정상 이상으로 체온이 상승하면 뇌기능 회복에 악영향을 주는 산소공급과 산소수요의 심각한 불균형을 유발 할 수 있다. 심정지 및 허혈성 뇌손상 후 고체온이 발생한 환자는 신경학적 예후가 불량하다는 사실은 많은 연구에서 확인된 바 있다. 따라서 의료인은 심폐소생술 후 환자의 상태를 면밀히 관찰하여 고체온을 방지해야한다. 소생 후 즉시 해열제를 자주 투여하거나 잘 통제된 냉각요법으로 정상체온을 유지하는 방법으로 온도조절 효과를 직접 관찰한 연구 결과는 거의 없다. 열은 일련의 뇌손상 증상이기 때문에 관습적인 해열제 사용으로 조절하기는 어렵다. 그러나 뇌손상 동물모델을 이용한 연구에서 심정지 동안이나 심정지 후 또는 소생과정에서 체온이나 뇌의 온도가 상승하면 손상을 악화시키는 결과를 보여주었다. 또한 심정지나 허혈성 뇌손상을 받은 후 열이 있는 환자의 신경학적인 예후가 좋지 않았음을 보여주는 몇 편의 연구보고가 있다. 그러므로 의료인은 소생술 후 반드시 환자의 체온을 감시해야하고 고체온증을 피하도록 노력해야 한다.

3. 혈당조절

소생 후 환자는 회복에 치명적일 수 있는 전해질 장애가 발생할 가능성이 있다. 심폐소생술 후 고혈당증은 신경학적 예후불량과 밀접한 연관이 있다는 수많은 보고가 있으나 아직 혈당치를 조절하는 것이 환자의 예후를 호전시키는 것을 증명하지 못하였다.

한 전향적 무작위시험에 의하면 인공호흡기치료가 필요한 중환자에게 인슐린을 사용하여 적절하게 혈당조절을 한 경우 사망률이 감소한 것으로 나타났다. 이 연구는 소생 후 환자에게 중점을 두지는 않았지만 예후에 혈당조절이 미치는 효과는 주목할 만하다. 혈당을 적절하게 조절하면 전체 사망률을 낮출 뿐 아니라 소생 후 치료과정에서 흔하게 발생하는 감염합병증에 의한 사망률 또한 감소시키는 것으로 나타났다. 혼수환자에서는 저혈당 증상이 명확하게 나타나지 않으므로 임상에서는 고혈당 치료 시 저혈당을 피하기 위해 혈당을 주위 깊게 감시해야 한다. 중환자에게 혈당치를 정상범위로 유지시켰을 때 환자의 예후가 좋았다는 결과를 근거로 소생 후에도 혈당을 정상 범위로 유지시키려 노력하여야 한다. 인슐린 투여를 요하는 정확한 혈당 이상의 범위, 혈당 조절범위와 혈당조절이 환자예후에 미치는 영향 등에 관한 추가적인 연구가 필요하다.

4. 장기별 평가 및 지지요법

자발순환회복 후 환자들은 혼수상태이거나 반응성이 감소한 상태가 상당기간 동안 남아있게 된다. 자발호흡이 없거나 부적절하면 기관 내 튜브나 다른 전문 기도유지기를 통하여 인공호흡을 한다. 환자는 심박동수, 리듬, 수축기혈압과 장기관류가 부적절하고 혈액학적으로 불안정한 상태에 있을 수 있다. 이러한 조건들이 뇌손상을 악화시킬 수 있으므로 저산소증과 저혈압을 예방하고 진단하고 치료하는데 심혈을 기울여야 한다. 임상의는 소생 후 각 장기의 기본적인 상태를 평가해야 하며, 필요에 따라 장기의 기능을 유지하는 치료를 해야 한다.

1) 호흡의 조절

소생 후 환자는 호흡기계 장애를 가지고 있을 수 있으며, 일부 환자는 인공호흡과 고농도의 산소투여가 필요한 상태에 있을 수 있다. 환자의 전체적인 신체검사를 실시해야하고 기관 삽관 튜브가 적절한 위치에 있는지 여부와 소생술에 의해 심폐 합병증이 발생 하였는지 확인해야 한다. 환자의 동맥혈 가스 검사 결과, 호흡수에 근거하여 환기량을 조절하여야 한다. 환자의 자발 환기가 점차 효과적으로 되면 환자의 자발 호흡이 회복될 때 까지 호흡보조의 정도를 조절한다. 환자가 지속적으로 높은 흡기 산소 농도를 필요할 때, 그 원인이 심장, 폐 상태 혹은 치료과정의 문제에서 발생하는지를 적절히 판단해야 한다. 심정지 후 일정한 기간 동안 진정제와 근육이완제를 사용하는 것에 관한 증거는 불충분한 상태이다. 자발순환회복 후 첫 12-72시간 동안에는 진정제와 근육이완제가 신경학적인 검사를 방해하므로 사용을 최소화되어야 한다. 저체온을 유도한 후 떨림을 조절하기위해 진정제투여가 필요하다. 적절하게 진정제를 투여했음에도 불구하고 떨림이 지속되면 더 깊은 진정을 위해 근육이완제를 사용해야 한다.

2) 폐환기와 과환기의 금지

저탄산혈증이 지속되면 뇌 혈류량을 감소시킨다. 심정지 후 혈류는 10-30분간 지속되는 초기 충혈혈류반응(initial hyperemic blood flow response)을 일으키고, 이후 저혈류 상태가 좀 더 오랜 기간 지속된다. 후기 저 관류시기의 후반기에는 혈류(산소공급)와 산소요구 사이의 불균형이 발생하게 된다. 이 시기의 환자에게 과환기를 실시하면 뇌혈관 수축이 발생하고 이로 인해 뇌혈류가 감소되어 뇌 허혈 및 뇌손상을 증가시키게 된다. 과환기가 심정지 후 진행 중인 허혈성 손상으로부터 뇌 및 다른 중요장기를 보호한다는 증거는 없다. 또한 과환기는 기도압을 증가시키고 내인성 호기말 양압을 증대시켜 중심정맥압 및 뇌압의 상승을 유발한다. 중심정맥압을

상승하면 뇌혈류를 감소시킬 수 있고 이로 인해 뇌 허혈을 증가시킨다. 요약하면 심정지 후 소생과정에서 동맥혈 이산화탄소분압의 특정한 목표치는 없는 실정이다. 그러나 뇌손상을 받은 환자만을 추출한 분석 자료에 의하면 이산화탄소분압을 정상으로 유지시키는 것이 적절하다는 결과를 보여준다. 과환기의 관습적인 사용을 피해야한다.

3) 심혈관계 조절

심정지에 의한 허혈/재관류와 전기적 제세동은 수 시간 지속되는 가역적인 심근기절 및 기능 부전을 초래 할 수 있다. 심정지와 심폐소생술동안 관상동맥혈류가 감소하거나 차단되어 전반적인 허혈성손상을 받아 심장 생표지자(cardiac biomarker)가 증가할 수 있다. 또한 심장 생표지자가 증가하면 심정지의 원인으로서 급성심근경색증을 생각할 수 있다. 심정지 후에 혈액학적 불안정이 흔히 발생하며 다발성 장기부전에 의한 조기사망은 심폐소생술 후 첫 24시간동안 심박출량이 낮게 유지되는 것과 연관되어 있다. 그러므로 의료인은 첫 24시간동안 심전도 감시를 실시해야 하며 심장 생표지자 및 전해질 검사, 방사선검사들을 실시하면서 주위 깊게 환자의 상태를 평가해야 한다. 병원 전 심정지로부터 소생된 환자에서 소생 후 조기에 혈관확장이 이후에 동반되는 가역적인 심근부전과 심박출량이 낮은 상태가 발생하는 것이 관찰되었다. 이러한 혈액학적 불안정은 수액공급과 승압제사용에 의해 회복되었다. 약물을 투여하면서 혈압을 정확하게 측정하거나 혈류량을 적절히 유지하기 위해 침습적인 모니터링을 시행할 수 있다. 심폐소생술 후 생존율에 가장 중요한 것은 급성 혈액학적 불안정상태를 안정화시키는 것이다. 상대적인 부신기능부전이 심정지의 스트레스로 발생할 수 있다. 그러나 초기 스테로이드의 사용이 환자의 예후를 향상시켰다는 보고는 없다. 자발순환회복과 연관되어 사용한 항부정맥제를 소생 후 지속적으로 주입할 수 있다.

4) 중추신경계

심정지 환자를 건강한 뇌를 가지고 기능을 하는 정상인으로 되돌리는 것이 심폐소생술의 일차적인 목표이다. 자발순환이 회복된 초기에는 일시적인 혈관충혈 후 미세혈관기능부전으로 인해 뇌혈류가 감소하게 된다. 뇌혈류의 감소는 뇌 관류압이 정상인 환자에서도 발생한다. 심폐소생술 후 혼수환자의 치료 시 평균동맥압을 정상 또는 조금 높게 유지하고 뇌압이 상승하면 뇌압을 낮춰 뇌 관류압을 정상으로 유지하는 것이 매우 중요하다. 또한 고체온 및 발작은 뇌 산소 요구량을 증가시켜 예후에 악영향을 시킴으로 고체온을 적극적으로 치료하고 치료적 저체온요법의 사용을 고려해야 한다. 발작이 목격되면 항경련제를 즉시 투여하고 이후 지속적으로 항경련제를 투여한다.

5. 예후인자

소생술 후 환자의 최종적인 예후에 관한 궁금증으로 인해 가족 및 의료진 모두가 스트레스를 받는 상황이 자주 발생한다. 임상평가, 검사실소견, 혹은 생화학 지표들이 소생술동안이나 소생술 후 예후를 평가하는데 유용할 것으로 생각되지만 아직까지 이들 중 유용한 지표는 없는 상황이다. 한 대규모 분석 연구에서 소생 후 저산소성/허혈성 손상을 받고 적어도 72시간동안 혼수 상태가 지속된 환자에서 정중신경 체성감각유발전위(median nerve SEP) 검사 상 양측대뇌반응의 소실이 관찰되면 예후가 불량함을 예측할 수 있었다고 보고하였다. 그러므로 심정지후 72시간에 측정된 정중신경 신경 체성감각유발전위검사는 저산소성/허혈성 손상을 받은 혼수환자의 신경학적인 예후를 평가하는데 유용할 것으로 생각된다. 최근 1,914명의 환자가 포함된 11개 연구를 분석한 대규모 분석연구에서 도출된 사망이나 신경학적인 예후가 불량함을 강하게 예측할 수 있는 5가지 임상징후는 다음과 같다.

- ① 24시간에 각막반사 없음
- ② 24시간에 동공반사 없음
- ③ 24시간에 동통에 의한 철회반사 없음
- ④ 24시간에 운동반응 없음
- ⑤ 72시간에 운동반응 없음

또한 소생술 후 24-48시간 이후에 시행된 뇌파소견은 예후를 평가하는데 도움이 될 수 있다.

6. 기타 소생 후 합병증

폐혈증은 치명적인 소생 후 합병증이다. 폐혈증 환자는 목적지향적인 치료(goal-directed therapy)를 하는 것이 효과적이다. 종종 일시적으로 발생 가능한 신부전과 췌장염에도 주의를 기울이고 치료해야 한다.

참고문헌

1. 2005 American heart association guidelines for CPR and ECC, *Circulation* 2005;112:IV35-IV84.
2. 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;113:15-19.
3. Arntz HR, Agrawal R, Richter H, Schmidt S, Rescheleit T, Menges M, et al. Phased chest and abdominal compression-decompression versus conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest, *Circulation* 2001;104:768-772.
4. Babbs CF. Interposed abdominal compression CPR: a comprehensive evidence based review, *Resuscitation* 2003;59:71-82.
5. Barthell E, Troiano P, Olson D, Stueven HA, Hendley G. Prehospital external cardiac pacing: a prospective, controlled clinical trial, *Ann Emerg Med* 1988;17:1221-1226.
6. Benumof JL. Conventional (laryngoscopic) orotracheal and nasotracheal intubation (single-lumen tube). In: Benumof JL, ed. *Airway management: principles and practices*. St Louis: Mosby-Year Book;1996, p.261-276.
7. 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;104:2465-2470.
8. Bernard SA, Gray TW, Buist MD, Jones BM, Silvester W, Gutteridge G, et al. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia, *N Engl J Med* 2002;346:557-563.
9. Booth CM, Boon RH, Thmlinson G, Detsky AS. Is this patient dead, vegetative, or severely neurologically impaired? Assessing outcome for comatose survivors of cardiac arrest, *JAMA* 2004;291:870-879.
10. Brimacombe JR, Brain AIJ, Berry AM. The laryngeal mask airway: A review and practical guide. London: WB Saunders; 1997, p.72-74.
11. Cobb LA, Fahrenbruch CE, Walsh TR, Copass MK, Olsufka M, Breskin M, et al. Influence of cardiopulmonary resuscitation prior to defibrillation in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation, *JAMA* 1999;281:1182-1188.
12. Cummins RO, Graves JR, Larsen MP, Hallstrom AP, Hearne TR, Ciliberti J, et al. Out-of-hospital transcutaneous pacing by emergency medical technicians in patients with asystolic cardiac arrest, *N Engl J Med* 1993;328:1377-1382.
13. Dalsey WC, Syverud DA, Hedges JR. Emergency department use of transcutaneous pacing for cardiac arrests, *Crit Care Med* 1985;13:399-401.
14. Dickinson ET, Verdile VP, Schneider RM, Salluzzo RF. Effectiveness of mechanical versus manual chest compressions in out-of-hospital cardiac arrest resuscitation: a pilot study, *Am J Emerg Med* 1998;16:289-292.

15. 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;105:2270-2273.
16. Gal TJ. Airway Management: In Miller's Anesthesia, 6th Ed. Philadelphia: Elsevier; 2005, p.1631-1632.
17. Hwang SO, Lee KH, Lee JW, Lee SY, Yoo BS, Yoon J, et al. Simultaneous sterno-thoracic cardiopulmonary resuscitation improves short-term survival rate in canine cardiac arrests. *Resuscitation* 2002;53:209-216.
18. Hypothermia After Cardiac Arrest Group. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med* 2002;346:549-556.
19. Johannigman JA, Branson RD, Johnson DJ, Davis K Jr, Hurst JM. Out-of-hospital ventilation: bag-valve device vs transport ventilator. *Acad Emerg Med* 1995;2:719-724.
20. Kern K, Hilwig R, Berb R, Sanders A, Ewy G. Importance of continuous chest compressions during CPR. *Circulation* 2002;105:645- 649.
21. Knowlton AA, Falk RH. External cardiac pacing during in-hospital cardiac arrest. *Am J Cardiol* 1986;57:1295-1298.
22. Lafuente-Lafuente C, Melero-Bascones M. Active chest compression-decompression for cardiopulmonary resuscitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;CD002751.
23. Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP. Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 1993;22:1652-1658.
24. Martin GB, Rivers EP, Paradis NA, Goetting MG, Morris DC, Nowak RM. Emergency department cardiopulmonary bypass in the treatment of human cardiac arrest. *Chest*, 1998;113:743-751.
25. Ornato JP, Peberdy MA. The mystery of bradycardia during cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1996;27:576-587.
26. Pirralo RG, Aufderheide TP, Provo TA, Lurie KG. Effect of an inspiratory impedance threshold device on hemodynamics during conventional manual cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2005;66:13-20.
27. Quan L, Graves JR, Kinder DR, Horan S, Cummins RO. Transcutaneous cardiac pacing in the treatment of out-of-hospital transcutaneous pacing for cardiac arrests. *Ann Emerg Med* 1988;17:1221-1226.
28. Salem MR. Verification of endotracheal tube position. *Anesthesiol Clin North America* 2001; 19: 813-839.
29. Valenzuela TD, Roe DJ, Cretin S, Spaite DW, Larsen MP. Estimating effectiveness of cardiac arrest interventions: a logistic regression survival model. *Circulation* 1997;96:3308-3313.
30. 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;58:17-24.
31. White JD. Transthoracic pacing in cardiac asystole. *Am J Emerg Med* 1983;1:264-266.
32. Wik L, Hansen TB, Fylling F, Steen T, Vaagenes P, Auestad BH, et al. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular

fibrillation: a randomized trial. JAMA 2003;289:1389 -1395.

33. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, Sorebo H, Svensson L, Fellows B, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. JAMA 2005;293:299-304.
34. Wolcke BB, Mauer DK, Schoefmann MF, Teichmann H, Provo TA, Lindner KH, et al. Comparison of standard cardiopulmonary resuscitation versus the combination of active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation and an inspiratory impedance threshold device for out-of-hospital cardiac arrest. Circulation 2003;108:2201-2205.
35. Yu T, Weil MH, Tang W, Sun S, Klouche K, Povoas H, et al. Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. Circulation 2002;106:368-372.
36. Zandbergen EG, de Haan RJ, Stoutenbeek CP, Koelman JH, Hijdra A. Systematic review of early prediction of poor outcome in anoxic-ischaemic coma. Lancet 1998;352:1808-1812.

제5부 소아 소생술

제1장 소아 기본소생술

소아 기본 소생술은 지역 사회 의료 체계의 일부로써 예방, 기본 심폐소생술, 응급의료체계에 빠른 신고, 소아 전문 소생술로 이뤄진 4가지 구성 요소가 생존사슬을 이루고 있으며 생존율의 증가와 심정지로부터 소생된 후 삶의 질을 최선으로 만드는데 중요한 역할을 담당한다. 일반인에 의한 신속하고 효과적인 소아 심폐소생술은 성공적인 자발순환회복과 신경학적 회복에 도움이 된다. 호흡 정지에 의한 경우, 신경학적으로 정상인 생존율은 70%를 보이고, 심실세동인 경우는 30%의 생존율이 보고되었다. 병원의 심정지는 2-10%의 생존율을 보였으나 대부분 신경학적 손상이 동반된다.

1. 심정지의 예방

영아와 소아 사망의 주된 원인들은 호흡 부전, 영아 돌연사 증후군, 패혈증, 신경 질환과 손상이다.

1) 손상

손상은 소아기와 청소년기 사망의 많은 원인이고 대부분 예방 가능하다. 자동차 사고, 보행자 사고, 자전거 사고, 익사, 화상이 심정지를 유발하는 손상의 주요 원인이다.

(1) 자동차 사고

자동차와 관련된 사고는 소아 사망의 주요 원인이며, 안전벨트를 올바르게 사용하지 않거나, 경험이 없는 청소년 운전자, 술 등이 원인이 된다.

자동차 안전시트는 9 kg 미만인 1세 미만의 영아는 후면을 향하는 아기용 안전시트를 설치해야 하고, 1~4세의 소아는 소아용 안전시트를 설치하고 4~7세 소아는 안전벨트가 있는 보조 의자를 설치해야 한다. 12세 미만의 소아가 앞좌석에 앉은 경우 에어백과 관련된 치명상이 발생할 수 있고 잘못된 안전벨트 착용도 위험하다. 청소년 운전자들이 자동차 사고와 많이 관련되어 있고 운전을 시작한 후 첫 2년 안에 많이 발생한다. 안전벨트의 미착용, 음주 운전, 과속, 공격적 운전 방법 등이 위험요인들이다.

(2) 보행자 사고

보행자 사고를 예방하려면, 아이들이 갑자기 뛰어나오거나, 횡단보도를 건널 때, 차에서 내릴 때 감시와 지도가 필요하다.

(3) 자전거 사고

자전거 사고는 머리 손상을 주로 유발한다. 자전거 헬멧은 머리 손상의 위험도를 80% 이상 감소시킨다.

(4) 화상

화재 및 화상과 관련된 사망의 80%는 주택 화재와 연기 질식에 의해 발생한다. 연기 감지기가 사망과 손상을 막는데 가장 효과적이다. 가정 내 사망의 70%는 연기 알람이 작동을 하지 않음으로써 발생한다.

2) 영아급사증후군

영아급사증후군은 “1세 미만 영아의 급사로, 부검, 사망 당시의 현장 조사, 임상 병력 등을 조사해도 원인을 알 수 없는 경우”로 정의한다. 가장 많이 발생하는 연령은 2개월에서 4개월 사이이다. 위험 인자는 엎드려 자는 자세와 부드러운 이불이나 잠자리 위에서 자는 경우, 간접흡연

등이 있다. 미국에서 1992년에 “등을 바닥에 대고 재우기”의 계몽 활동 후 40%가 감소되었고, 옆드려 재우거나 옆으로 눕혀 재우는 것보다 똑바로 눕혀 재우는 것을 부모에게 교육하는 것이 중요하다.

3) 익사

익사는 5세 미만 소아의 불의의 사망의 두 번째 높은 빈도를 차지하고 청소년에서는 세 번째 원인을 차지한다. 대부분 어린 소아들은 보호자의 감시가 없을 때 수영장에 빠져서 익사한다. 청소년들은 호수나 강에 빠지는 경우가 많다. 수영장 주위에 울타리를 만들고 구명 장비를 입고 수영하게 하여야 익사를 예방할 수 있다.

2. 영아와 소아 기본소생술 순서

영아는 만 1세 미만으로 정의한다. 일반인에게 소아 기본소생술은 만 1세부터 만 8세까지의 소아를 의미한다. 응급의료종사자는 만 1세부터 사춘기의 시작(만 12세~14세)까지를 소아로 다루어야 한다. 소아 기본소생술 치료 흐름도는 그림 5-1과 같다.

1) 구조자와 환자의 안전

구조자와 환자가 있는 지역의 안전이 확보 되어야 한다. 환자의 안전을 위해서 장소를 옮길 수 있다. 심폐소생술을 하면서 감염성 질환이 전염될 가능성이 있지만 위험도는 매우 낮다고 알려져 있다.

2) 반응의 확인

- ① 환자를 가볍게 두드리고 “괜찮니?” “ैया?”와 같이 소리쳐 물어 본다
- ② 움직임을 살핀다. 소아가 어떤 손상을 받았는가, 의료의 도움이 필요한가를 빨리 확인한다. 필요하다면 빨리 119에 전화하고 다시 소아에게 돌아와서 상태를 살펴본다. 호흡 곤란이 있으면 기도 유지와 인공호흡을 한다. 호흡 곤란이 있는 소아가 자기가 더 편한 자세를 취하려고 하면 그대로 유지하게 한다.
- ③ 만약 소아가 반응이 없으면 주위에 소리를 쳐서 도움을 요청하고 심폐소생술을 시작한다. 혼자 있으면 흉부압박과 인공호흡을 30:2의 비율을 한 주기로 하여 다섯 번의 주기를 시행하는데 약 2분 정도 소요된다. 이후 응급의료체계에 신고를 하고 자동제세동기(만 1세 이

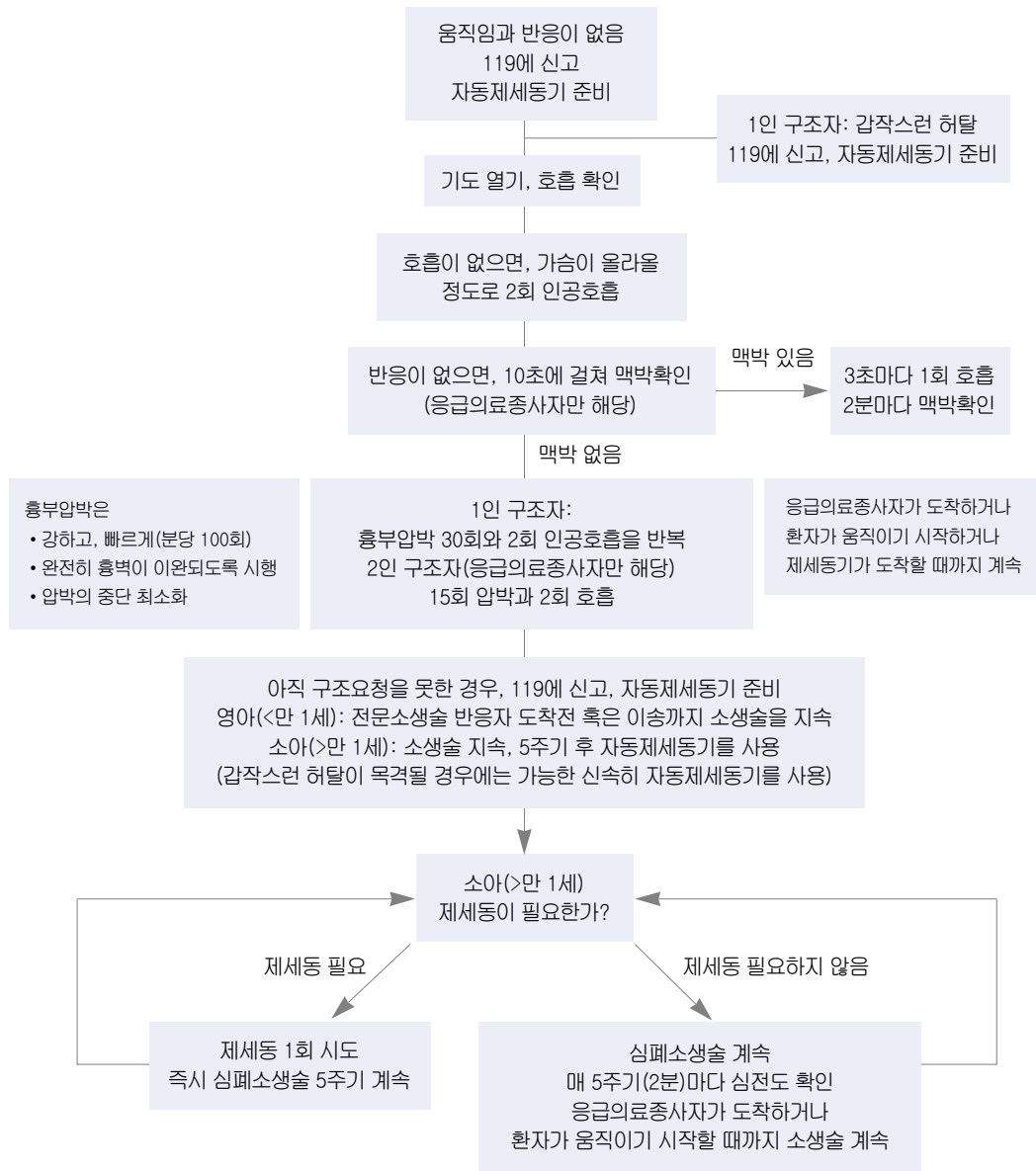


그림 5-1. 소아기본소생술 흐름도

상의 소아에서 필요)를 가져올 것을 요청한다. 만약 1인 구조자가 있고 소아가 외상의 흔적이 없다면 소아를 안고 전화기 있는 곳으로 동시에 갈 수 있다. 응급의료체계의 담당자는 전화로 심폐소생술의 단계를 지시해 줄 수도 있다. 다른 구조자가 있을 경우는 한 명은

심폐소생술을 시작하고 다른 한 명은 즉시 응급의료체계에 신고를 한다. 외상이 의심되는 경우에는 두 번째 구조자는 아이의 경추를 안정시키는 것을 도와야 한다. 소아를 안전한 곳으로 옮겨야 한다면 머리와 목 부분이 움직이게 되는 것을 최소화 하도록 도와야 한다.

3) 응급의료체계 신고 및 자동제세동기 준비

심정지를 목격하면 심폐소생술 시작 전에 응급의료체계에 신고를 하고(119전화) 자동제세동기를 준비하도록 한다(만 1세 이상 소아에서 필요). 두 명의 구조자가 있으면 한 명은 심폐소생술을 시작하고 다른 한 명은 응급의료체계 신고와 자동제세동기를 준비하도록 한다.

4) 환자의 위치

환자가 반응이 없으면 반드시 평평하고 딱딱한 바닥에 눕힌다. 만약 환자를 움직여야 한다면, 머리와 목을 움직이는 것을 최소화 한다.

5) 기도 열기와 호흡의 평가

반응이 없는 영아 또는 소아는 혀가 기도를 막을 수 있으므로, 구조자는 기도를 열어야 한다.

(1) 기도 열기

① 일반인

일반인은 외상 유무와 관계없이 기도를 유지를 위해 머리 기울임-턱 들어올리기가 권장된다(그림 5-2). 턱 밀어올리기는 배우고 익히기가 어렵기 때문에 일반인에게는 권장되지 않는다.

② 응급의료종사자

머리와 목의 외상이 없는 환자의 기도를 열기 위해 머리 기울임-턱 들어올리기를 하여야 한다. 둔상을 입은 환자의 2%는 응급실에서 척추에 대한 방사선 검사가 필요한 정도의 척추 손상을 입는다. 척추 손상에 대한 위험은 머리-얼굴 손상을 입은 경우, 글라스고우 혼수 척도가 8점 미만일 경우 세배가 증가된다. 경추 손상이 의심되면 턱 밀어올리기로 기도를 열어야 한다. 기도 유지와 충분한 환기는 심폐소생술의 가장 우선이므로 만약 턱 밀어올리기가 안 된다면 머리 기울임-턱 올리기를 해야 한다.

(2) 호흡 확인

기도를 유지하고 10초에 걸쳐 환자가 호흡을 하는지 관찰한다(그림 5-3). 가슴과 배의 규칙적



그림 5-2. 소아의 기도 열기. 머리 기울임-턱 들어올리기를 하는 방법

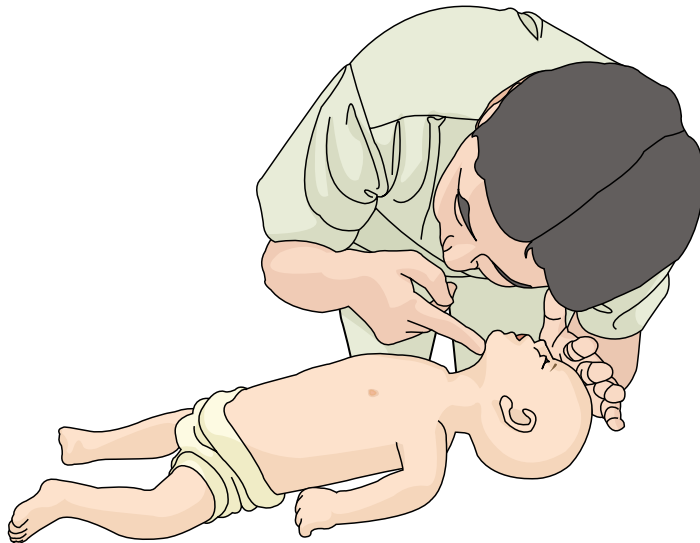


그림 5-3. 소아에서 호흡을 확인하는 방법. 머리 기울임-턱 들어올리기를 한 상태에서 10초에 걸쳐 확인한다.

인 움직임을 보고, 코와 입에서 내쉬는 호흡음을 듣고 내뿜는 호흡을 얼굴로 느낀다. 주기적으로 혈떡거리는 임종호흡은 정상 호흡이 아니다.

소아가 숨을 쉬고 외상의 흔적이 없으면 소아를 옆으로 눕힐 수 있다(회복 자세). 이 자세는 기도 유지와 흡인의 위험을 감소시킨다.

6) 인공호흡

소아가 숨을 쉬지 않거나 혈떡거림만 간혹 있을 경우에는 인공호흡을 한다.

인공호흡을 하려면 기도를 유지하고 2번 인공호흡을 한다. 가슴이 올라오지 않으면 기도를 다시 열고 다시 인공호흡을 시도한다. 영아는 입-입 인공호흡 또는 입-코 인공호흡 방법으로 하고 소아는 입-입 인공호흡으로 한다(그림 5-4).

(1) 호흡법에 대한 설명

영아에게 인공호흡을 할 때 입과 코를 한꺼번에 막기 어려운 경우에는 입-입 또는 입-코 인공호흡을 할 수 있다. 입-입 인공호흡을 하는 경우는 코를 잡는다. 입-코 인공호흡으로 하는 경우는 입을 막는다. 양쪽 모두에서 숨을 불어넣을 때 가슴이 올라오는 것을 확인해야 한다.



그림 5-4. 소아에서의 입-입 인공호흡

(2) 보호기구

구조자 중에서 입-입 인공호흡에 의한 직접 접촉을 꺼려서 보호 기구를 사용하려는 경우도 있다. 보호 기구가 감염의 전파를 막을 수는 없고 공기 흐름에 저항을 가져올 수 있다. 보호 기구를 사용하기 위하여 인공호흡을 지연해서는 안 된다.

(3) 백-마스크 환기

백-마스크 환기는 기관 내 삽관만큼 효과적이고 짧은 기간 환기를 사용하는 경우 더 안전할 수 있다. 그러나 백-마스크 인공호흡법은 연습이 필요하다. 알맞은 마스크 크기 고르기, 기도 열기, 마스크와 얼굴 사이를 밀착하기, 효과적인 호흡 등의 술기를 알아야 한다. 병원 밖에서 이송 시간이 짧으면 기관 내 삽관을 시도하기 보다는 백-마스크로 호흡과 산소를 공급하는 것이 더 좋다.

(4) 환기 백

자기 팽창 백은 적어도 450~500 mL를 공급하는데, 더 적은 용량의 백은 만삭아와 영아에게 충분한 일회호흡량 또는 흡기 시간을 더 길게 공급하지 못한다. 산소가 공급되지 않으면 실내 공기만으로 공급하게 되고, 산소량을 10 L/min을 공급하면 산소 농도는 30%에서 80% 까지 증가하게 된다. 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.

(5) 과호흡을 예방하기 위한 인공호흡 방법

과호흡은 순환혈류량을 감소시키므로 과호흡을 하지 않는 것이 중요하다.

전문기도유지술(기관 내 삽관, 식도-기도콤비튜브, 후두마스크기도기)이 시행되기 전이면 30회의 흉부압박(1인 구조자) 또는 15회(2인 구조자, 응급의료종사자)의 흉부압박 후에 두 번의 인공호흡을 시행하는데 입-입 인공호흡이나 백-마스크 법을 사용한다. 전문기도유지술이 시행된 후에는 심폐소생술의 “압박-환기 비율”을 맞추지 않는다. 흉부압박은 분당 100회의 속도로 쉬지 않고 계속하고, 호흡은 분당 8회~10회로 계속한다. 두 명 이상의 응급의료종사자는 2분마다 압박 역할을 바꾸어 지치는 것을 막는다. 순환 리듬이 돌아왔으나 호흡이 없으면 호흡만 분당 12~20회(3초~5초마다 1번 호흡)로 시행한다. 때로 기도 확보가 된 후에 심폐소생술 동안 폐 환기가 과도하게 시행됨으로써 정맥환류가 감소되어 심박출량과 뇌혈류를 감소시키고 흉강내 압의 증가로 관상동맥관류가 감소되는 경우가 있다. 따라서 구조자는 분당 제시된 인공호흡의

횡수에 맞추어 인공호흡을 하여야 한다. 손으로 압박하는 백은 높은 압력을 줄 수 있으므로 가슴이 올라오는 것이 관찰될 정도로만 환기를 시킨다.

(6) 2인 백-마스크 환기

2인의 술기는 심한 기도 폐색이 있거나, 폐 탄력성이 나쁠 경우, 마스크와 얼굴을 단단히 붙이기가 힘든 경우에 효과적인 백-마스크 호흡을 제공하는데 도움이 된다. 한 명은 양손으로 기도를 유지하고 마스크를 얼굴에 단단히 붙이고 다른 구조자는 환기 백을 누른다. 두 명 모두 가슴이 올라오는 것을 확인해야 한다.

(7) 위 팽창과 반지연골누르기

위 팽창은 효과적인 환기를 막고 역류를 유발한다. 위 팽창을 막으려면 최대 흡기 압력을 낮게 유지하고 가능하면 반지연골을 압박하여 위로의 흡인을 예방한다. 반지연골 압박은 의식이 없는 경우에만 시행하며 두 번째 구조자가 실시한다. 기도를 누를 정도로 과하게 눌러서는 안 된다.

(8) 산소

100% 산소가 해를 준다는 동물 실험 결과에도 불구하고, 신생아기 이후에 산소 농도에 따른 해로운 효과에 대한 연구들은 없으므로, 심폐소생술 동안 100% 산소를 공급한다. 환자가 안정화되면 산소 농도를 확인하면서 산소 공급을 한다. 가슴화 된 산소를 투여하면 점막의 건조와 폐 분비물이 진행되는 것을 막을 수 있다. 산소는 마스크 또는 코 산소주입관을 사용하여 투여한다.

① 마스크

마스크는 자발 호흡이 있을 때 30%~50%의 산소 농도를 공급한다. 얼굴에 꼭 맞고 저장소가 있는 마스크로 산소를 15 L/min을 공급하면 고농도의 산소를 줄 수 있다.

② 코 산소 주입관

영아와 소아 크기에 맞는 코 산소주입관은 자발호흡이 있을 때 이용된다. 산소의 농도는 소아의 크기, 호흡수, 호흡 노력에 의존한다. 영아에게 2 L/min의 산소는 흡기 산소 농도 50%를 제공한다.

7) 맥박 확인(응급의료종사자만 해당)

응급의료종사는 심정지를 확인하는 방법으로 맥박을 촉진해야 하며(영아는 팔동맥, 소아는 목동맥 또는 대퇴부 동맥), 10초에 걸쳐서 확인한다. 일반인은 맥박을 확인하지 않고 두 번 인공 호흡 후에 즉시 흉부압박을 시작한다.

만약 10초 이내 확실히 맥박을 느낄 수 없다면 흉부압박을 먼저 시작해야 한다. 흉부압박을 시작해야 하는 절대적인 맥박수는 정해지지 않았으나 산소와 환기의 공급에도 불구하고 맥박이 분당 60회 이하이고 혈액 순환이 불량한 양상(예, 창백, 청색증)이 관찰되면, 흉부압박을 시작한다. 서맥과 혈액 순환 장애는 심정지가 임박했다는 것을 나타내므로 흉부압박의 적응증이 된다. 영아와 소아의 심박출량은 심박동수에 크게 의존한다. 만약 영아 또는 소아가 맥박이 60회 이상이고 숨을 쉬지 않으면 흉부압박 없이 인공호흡만 한다.

8) 흉부압박 없이 인공호흡만 하는 경우(응급의료종사자만 해당)

맥박은 60회 이상이지만 자발 호흡이 없거나 불규칙 할 때에는 인공호흡만 분당 12~20회로 한다(3초~5초 마다 1번 호흡). 각 호흡은 1초간 하고 가슴이 부풀어 오를 정도의 일회 호흡량을 유지한다. 2분마다 맥박을 확인하도록 한다. 맥박의 확인은 10초를 넘기지 않는다.

9) 흉부압박

흉부압박을 할 때 흉골의 아래 1/2을 압박하고 칼돌기(xiphoid process)는 누르지 않는다. 압박 후에는 가슴이 완전히 올라오도록 하여 심장으로 피가 들어올 수 있도록 한다. 마네킹을 가지고 한 연구에서는 압박 후에 손을 약간 떼는 것이 가슴이 펴지는데 좋다고 보고되었으나 사람에서는 연구되지 않았다. 다음은 효율적인 흉부압박을 하는 방법에 대한 내용이다.

- ① “강하게” 누른다: 충분한 힘으로 흉부 전후 지름의 1/3 내지 1/2을 누른다.
- ② “빠르게” 누른다: 분당 100회의 속도로 누른다.
- ③ 압박 후에는 가슴이 완전히 펴지게 한다.
- ④ 압박 사이의 중단하는 시간을 최소화 한다.

영아에서 일반인 또는 한 명의 구조자가 심폐소생술을 하는 경우에는 젖꼭지 연결선 바로 아래의 흉골을 압박한다(그림 5-5). 두 엄지손가락-둘러싸기 기법은 두 명의 응급의료종사자에게 권장한다. 영아 가슴을 양 손으로 감싸고 손가락으로 흉곽을 감싼다. 엄지손가락은 흉골의 아래 1/2에 위치한다. 힘 있게 엄지손가락으로 흉골을 누르고 다른 손가락들로는 흉곽을 누른다.

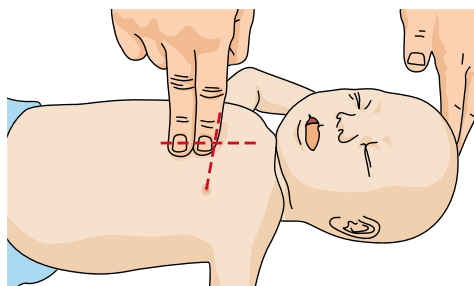


그림 5-5. 소아에서 흉부압박 위치를 결정하는 방법. 흉골과 유두선이 만나는 지점의 바로 아래를 압박한다.

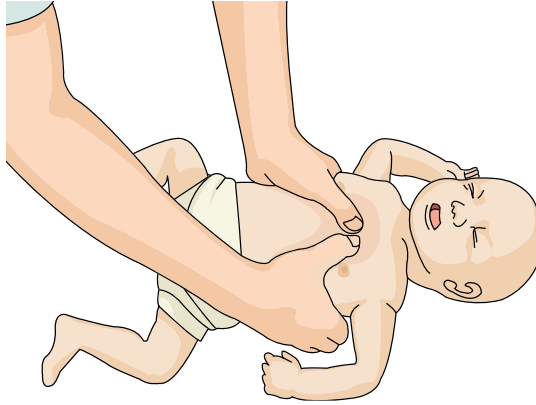
한명의 구조자 또는 가슴을 손가락으로 감쌀 수 없으면 두 개의 손가락으로 흉부 압박을 한다. 두 엄지손가락-둘러싸기 기법은 두 손가락으로 압박하는 방법보다 관상동맥 관류압을 증가시킨다(그림 5-6).

소아에서 일반인과 응급의료종사자가 심폐소생술을 할 때에는 흉골의 아래 1/2부분을 한 개 혹은 두 개의 손으로 압박하고 칼돌기와 갈빗대는 누르지 않는다. 한 손 혹은 두 손으로 압박하는 방법 중 어느 방법이 더 효율적인지에 대한 연구는 없다. 압박 깊이는 흉부 전후 지름의 1/3 내지 1/2이 압박되도록 한다.

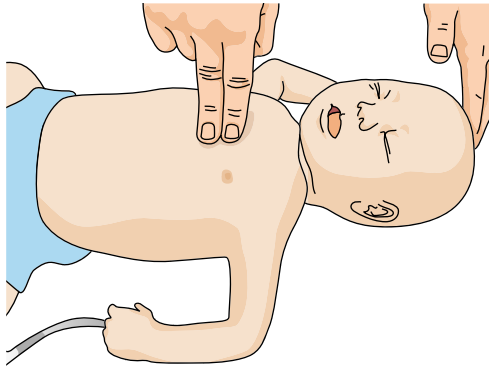
(1) 흉부압박과 인공호흡의 비율

이상적인 압박-환기 비율에 대한 과학적 근거는 부족한 상황이지만 다음의 사항에 대한 고려를 통하여 흉부압박과 인공호흡의 비율이 결정되었다.

- ① 압박-환기 비율을 5:1로 유지하고 압박 속도를 분당 100회로 할 경우에 일 분당 압박횟수는 50- 60회로 유지되었다.
- ② 5:1의 비율을 유지할 경우에는 압박의 중단이 자주 일어나므로 관상동맥관류압을 감소시키게 된다.
- ③ 갑작스런 부정맥에 의한 심정지(심실세동 또는 무맥성 심실빈맥)에 의한 환자는 질식에 의한 심정지보다 첫 수분 동안 인공호흡이 상대적으로 덜 중요하다. 흉부압박에 의한 심박출량과 폐혈류량은 매우 적기 때문에 질식성 심정지라도 정상보다 적은 분당 환기량으로 환기-관류 비를 유지할 수 있다.
- ④ 일반인은 모든 연령에 대해 하나의 압박-환기 비(30:2)가 적용되는데 이것은 기억하기 쉽



(가) 두 손을 사용하여 엄지손가락으로 압박하는 법



(나) 한 손을 사용하여 두 손가락으로 압박하는 법

그림 5-6. 영아에서 흉부압박을 하는 방법

고 교육이 쉬어 심폐소생술에 참여하는 일반인의 숫자를 증가시킨다.

만약 당신이 유일한 구조자이면 30회의 흉부압박을 하고 2번의 효과적인 인공호흡을 하며 가능한 흉부압박을 중단하는 시간을 최소화하여야 한다. 2명의 구조자가 있을 때(응급의료종사자, 안전 요원, 심폐소생술 교육을 받은 사람)에는 한 명은 흉부압박을 하고 다른 한 명은 기도

유지와 인공호흡을 하는데 15:2의 비로 한다. 입-입 인공호흡 또는 백-마스크 환기를 할 때는 인공호흡과 흉부 압박을 동시에 하지 않는다. 2명의 응급의료종사자에 의한 심폐소생술에서 흉부 압박:인공호흡의 비(15:2)는 소아에서 만 1세부터 사춘기 시작 시기까지 적용된다.

한 명의 구조자가 30:2의 비율로 심폐소생술을 하다가 다른 구조자가 와서 2인 이상이 되면 압박 후 호흡을 두 번 하면서 두 번째 구조자부터 15:2로 변경한다.

구조자의 피로는 흉부압박의 깊이, 완전한 이완에 영향을 준다. 구조자 본인이 지친 것을 부정하고 계속한다고 소생술을 한다고 해도 흉부압박의 질은 수분 내에 저하된다. 두 명의 구조자가 심폐소생술을 할 경우에 전문기도유지술(예, 기도 삽관)이 시행된 후에는 인공호흡을 위해 흉부 압박을 멈추지 않는다. 대신 흉부 압박은 분당 100회의 속도로 하고 인공호흡은 분당 8~10회의 속도로 하며 과도한 환기는 피한다. 두 명 이상의 구조자가 있으면 흉부 압박 역할을 2분마다 바꿔 피곤함을 예방함으로써 흉부압박의 질과 속도가 떨어지는 것을 막는다. 역할을 바꾸는 것은 가능한 빨리(이상적으로 5초 이내) 수행하여 흉부압박의 중단을 최소화한다.

(2) 압박-단독 심폐소생술

심실세동에 의한 심정지에서 첫 수 분 동안에는 인공호흡이 반드시 필요한 것은 아니다. 기도가 열려있다면 간헐적인 혈떡거림과 수동적으로 가슴이 펴지는 것으로도 약간의 폐환기가 유지된다. 그러나 대부분 영아와 소아의 심정지가 질식성 심정지이기 때문에 약간의 폐환기로는 혈액의 산소화를 유지할 수 없다. 질식성 심정지의 심폐소생술에서는 신속한 폐환기와 흉부압박이 필요하다. 만약 구조자가 인공호흡 하기를 싫어하거나 불가능한 경우는 흉부압박만 단독으로 하는 것도 심폐소생술을 전혀 하지 않는 것 보다는 좋다.

10) 응급의료체계 신고와 자동제세동기 준비

영아와 소아의 심정지는 대부분 질식성이다. 통상 구조자가 1인(갑작스런 허탈을 목격한 응급의료종사자 제외)인 경우에는 응급의료체계에 신고하기 전에 다섯 주기의 심폐소생술을 하도록 권장하고 있다. 구조자가 다수인 경우에는 한명은 심폐소생술을 하고 다른 구조자는 응급의료체계에 신고하고 자동제세동기를 준비하도록 한다. 그러나 이 가이드라인에서는 소아 심정지에서도 상당수의 심실세동이 발견되는 점, 우리나라의 휴대전화 보급률이 매우 높은 점, 우리나라 일반인의 심폐소생술 수준이 아직 높지 않다는 점, 우리나라는 인구밀도가 높아 다수의 목격자가 있을 가능성이 높다는 점 등을 고려하여 연령에 관계없이 응급의료체계에 전화를 먼저 한 후에 심폐소생술을 시작할 것을 권장한다.

11) 제세동

심실세동은 갑작스런 허탈의 원인이 될 수 있고, 또한 심폐소생술 중에 발생할 수도 있다. 갑작스런 허탈의 발생이 목격된 소아(예, 운동 중 쓰러짐)들은 심실세동 또는 무맥성 심실빈맥의 가능성이 높으므로, 즉시 소생술과 빠른 제세동을 하여야 한다. 심실세동과 무맥성 심실빈맥을 “쇼크 필요 리듬”이라고 부르는 데 전기충격(제세동)으로 치료할 수 있기 때문이다. 대부분의 자동제세동기는 소아의 심전도를 분석하여 제세동이 필요한지를 결정하는데 높은 특이성을 갖고 있으며, 만 1세에서 만 8세까지 소아에게 적절히 낮은 에너지를 전달할 수 있도록 만들어졌다. 만 1세 미만에서 자동제세동기를 사용하는 것은 자료가 불충분하여 권장되지 않는다. 소아들을 돌보는 단체나 학교에서 자동 제세동 프로그램을 갖고 있는 경우는, 소아의 쇼크 필요 리듬을 인식하는 데 높은 특이성을 갖고 소아 용량에 맞게 낮은 용량을 줄 수 있도록 설정된 자동 제세동기를 구비하도록 권고한다.

응급 상황에서 소아에 맞게 조절할 수 있는 자동제세동기가 없다면 성인용 자동제세동기를 사용한다. 자동제세동기를 켜고 제세동을 1회 한 뒤에는 즉시 흉부압박을 시작한다. 흉부압박 사이의 중단은 최소화 한다.

3. 심폐소생술 술기와 장비

영아와 소아에서 흉골을 압박하는 기계 장치, 능동압박-감압심폐소생술 등의 사용에 대한 연구들은 충분하지 않으므로, 사용이 권장되지 않는다.

4. 이물에 의한 기도 폐색(질식)

1) 역학과 인식

이물 흡인에 의한 사망의 90% 이상은 5세 미만에서 발생하며, 이중 65%는 영아에서 발생한다. 영아의 질식에서 흔한 원인은 액체 성분이고, 소아에서는 풍선, 작은 물건, 음식물(핫도그, 사탕, 콩, 포도)들이 기도 폐색의 주요 원인이다. 이물에 의한 기도폐색의 임상 증상은 갑작스런 호흡 곤란과 기침, 구역질, 그렁거림이며 천명음이 동반된다. 갑자기 발생하며, 이전에 열이나 호흡기 증상이 없이 일어난다는 것이 다른 호흡곤란의 원인과 감별되는 소견이다.

2) 이물의 제거

이물에 의한 기도 폐색은 경미한 증상부터 심한 기도 폐색까지 다양하다. 기도 폐색이 경미하면 소아는 기침을 하거나 소리를 낼 수 있다. 기도폐색이 심하면 기침을 할 수 없으며 소리도 내지 못한다.

기도폐색의 증상이 경미하면 스스로 기침을 해서 기도에 막힌 것을 뱉을 수 있게 하고 증상이 심해지는 것을 주의한다.

기도 폐색이 심하거나 경미한 기도폐색이 있다가 심해지면, 기침을 할 수 없거나 소리를 내지 못하게 된다. 소아에서 기도폐색이 심하다고 판단되면 횡격막하 복부밀어내기(하임리히법)를 이물이 나올 때 까지 또는 의식이 없어질 때까지 시행한다. 영아에서는 5회 등 두드리기를 하고 5회 가슴 밀어내기를 이물이 나올 때까지 또는 의식이 없어질 때 까지 반복한다. 영아에서는 간이 상대적으로 크기 때문에 복부 밀어내기는 간 손상의 위험이 있으므로 시행하지 않는다.

환아의 반응이 없는 경우에 의료인과 응급의료종사자는 심폐소생술을 시작하나 호흡을 하기 전에 입안을 들여다본다. 이때 이물이 보이면 손가락을 사용하여 이물을 꺼낸다. 응급의료종사자는 입안에 이물이 안 보이는데 손가락을 넣어 이물을 빼내려고 하면 안 된다. 이것은 이물을 인두내로 더 밀어 넣거나 인두에 손상을 줄 수 있다. 응급의료종사자는 인두 내에 이물이 보일 경우에만 이물을 빼내려는 시도를 할 수 있다. 이물이 제거되면 인공호흡과 흉부압박을 시도한다.

5. 특수상황의 소생술

1) 특수한 의료 도움이 필요한 소아

만성 질환 상태에서의 합병증(예, 기관절개술의 막힘), 보조 의료기계의 문제(예, 인공호흡기 고장), 기존 질환의 악화 등으로 인하여 특수한 의료 도움이 필요한 소아는 해당 상황에 따른 의료 도움이 필요하다. 질병 정보, 치료 계획 및 현재 복용중인 약에 대한 정보가 없을 경우와 소생 시도 포기지시가 있으면 치료를 수행하는데 곤란을 겪을 수 있다. 부모가 아이를 돌보는 사람은 소아의 의료 정보를 복사해서 집, 소아, 학교 또는 보육 시설에 비치하도록 해야 한다. 학교 간호사는 소생 시도 포기 소아에 대한 서식을 복사하고 알기 쉽게 자료를 비치한다. 소생술을 받지 않으려 하거나 중단하는 경우에, 의사는 해당 사항을 자세하게 기록해 놓는다. 병원 밖에서는 별개의 의료 기록을 한다. 만성 질환 또는 치명적인 질환을 갖고 퇴원을 하는 경우에 부모, 학교 간호사와 가정 간호 의료인은 입원의 이유, 입원 기간 중의 상태, 악화되면 보이는 증후 등에 대한 정보를 알고 있어야 하며, 특수 상황 하에서의 심폐소생술에 대한 교육도 받아야 한다.

(1) 기관절개술 또는 기관창을 통한 환기

기관절제술을 한 소아를 돌보는 사람(부모, 학교 간호사, 가정 의료제공자)들은 기도를 유지하는 법, 기도 청소하는 법, 인공 기도를 통해 심폐소생술을 하는 법을 알아야 한다. 기관절개창을 통하여 인공호흡을 하고 기도의 유지를 확인하며 가슴이 올라오는 지 확인한다. 흡인을 해도 기관절개 창을 통한 환기가 효과적이지 않으면 기도 유지를 다시 확인한다. 기관절개술을 한 환자에서는 입-기관창 인공호흡을 하며, 기관창을 이미 막은 경우에는 코와 입을 통한 백-마스 크 인공호흡을 한다.

2) 외상

외상을 입은 소아의 기본소생술 원칙은 일반 질환이 있는 소아에서와 같지만 몇 가지 강조점이 있다. 심폐소생술이 부적절하게 시행될 경우에 예방 가능한 사망률을 증가시킬 수 있다. 기도를 열고 유지과정에서의 오류, 내부의 출혈을 인지 못함으로 발생하는 오류 등이 소아를 소생시키는 과정에서 흔히 발생한다. 다음은 소아 외상 환자에서 심폐소생술을 할 때 유의해야 하는 점이다

- ① 부러진 치아조각, 혈액 등으로 기도폐색의 가능성이 있으면 흡인 장치를 사용한다.
- ② 외부에 출혈이 있으면 눌러 지혈시킨다.
- ③ 손상의 기전으로 판단할 때 척추 손상을 입었을 가능성이 있으면 경추의 움직임 최소화 하고 머리와 목을 잡아당기거나 움직이지 않는다. 턱 밀어올리기로 기도를 열고 머리를 기울이지 않는다. 턱 밀어올리기로 기도가 유지되지 않으면 머리기울임-턱 올리기를 한다. 두 명의 구조자가 있으면 한명은 기도를 열고 다른 구조자는 경추 움직임을 막는다. 적어도 넓적다리, 골반과 어깨는 척추교정판에 함께 고정시킨다. 영아와 소아는 상대적으로 머리가 크기 때문에 경추를 굴곡 시키지 않는 최상의 자세는 후두부를 좀 우묵한 곳에 위치 시키거나 몸통을 약간 높인 자세로 눕혀서 척추교정판에 고정하여야 경추 굴곡을 피할 수 있다.
- ④ 다발성 장기 외상을 입은 소아는 가능하면 소아 전문가가 있는 외상 센터로 이송한다.

3) 익사

익사의 예후는 물에 잠겼던 시간, 수온, 심폐소생술의 신속성에 달려 있다. 장기간 얼음물에 빠져 있던 경우도 좋은 예후를 보일 수 있다. 익수된 소아는 물에서 건진 후 즉시 심폐소생술을 시작하여야 한다. 만약 당신이 특수 훈련을 받았다면 물에 있을 때부터 인공호흡을 시작한다. 물에서의 흉부압박은 효율성이 없으므로 하지 않는다.

물이 폐색을 일으키는 이물로써 작용한다는 증거는 없으므로, 희생자의 폐로부터 물을 빼내기 위하여 시간을 허비하지 않는다.

기도를 열고 2번 인공호흡 후 흉부압박을 하며 심폐소생술을 시작한다. 혼자 있다면 5주기의 압박과 환기를 하고 응급의료체계에 신고하며 자동제세동기를 준비하도록 한다(만 1세 이상 소아). 두 명의 구조자가 있으면 첫 번째 구조자는 심폐소생술을 계속하고, 두 번째 구조자는 응급의료체계에 신고를 하고 자동제세동기를 준비하도록 한다.

6. 기본소생술의 수준

즉각적이고 수준 높은 심폐소생술은 소아에서 심정지 시에 생존율을 높일 수 있지만, 이런 높은 질의 심폐소생술을 받는 소아는 많지 않다. 우리는 심폐소생술을 배우고 기억하여 실행할 수 있는 일반인의 수를 증가시키고 일반인과 응급의료종사자에 의한 심폐소생술의 수준을 동등하게 개선시켜야 한다. 응급의료체계는 지속적인 향상된 질의 전문 심폐소생술을 보급해야 하는데, 높은 질의 심폐소생술을 보급하려면 심정지 현장에서의 심폐소생술의 수준, 치료 과정에 대한 평가(예, 초기 리듬, 일반인 심폐소생술, 반응 시간), 병원에서 퇴원 후 환자들의 예후 등을 평가하여야 한다. 심폐소생술 수준의 평가 결과는 심폐소생술의 수준을 제고하기 위한 자료로 사용될 수 있다.

제 2 장 소아전문소생술

소아 전문소생술을 이해하려면 소아에서 심정지의 흔한 원인이 되는 호흡부전과 쇼크에 관한 인식이 필요하다. 호흡기능의 악화 또는 긴박한 호흡 정지는 다음과 같은 징후를 가진 영아나 소아라면 의심해 보아야 한다

- ① 호흡수의 증가, 특히 호흡곤란 증세나 호흡 노력의 증가 시 부적절한 호흡수 또는 호흡 노력
- ② 흉곽운동 말초 호흡음의 감소
- ③ 혈떡거리는 호흡 또는 신음
- ④ 의식 수준의 저하 또는 통증에 대한 반응 저하
- ⑤ 근육 긴장력 저하 청색증

호흡부전은 부적절한 산소포화 또는 환기 또는 두 가지 모두를 일컫는 상황이다. 개개인의 영아나 소아의 기본 산소포화나 환기는 비정상일 수 있으므로, 호흡부전을 엄격한 기준으로 따지면 정의하기가 어렵다. 예를 들어 60%의 동맥혈 산소포화도는 청색증형 선천성 심질환을 가진 영아에서는 호흡부전상태가 아닐 수도 있으며, 반면에 정상 심폐생리를 가진 소아에서는 호흡부전이 된다. 호흡 부전은 기능적으로는 호흡정지나 심정지를 예방하는 기술을 필요로 하는 임상 상황으로 여겨질 수 있다.

쇼크는 혈류와 조직 영양 공급이 조직 대사 요구를 충족시키지 못하는 상태를 말한다. 쇼크는 심박출량이나 혈압이 높을 때도, 정상일 때도, 낮을 때도 생길 수 있다. 비보상 쇼크(decompensated shock)는 대사 요구에 부족한 조직 관류와 저혈압(수축기 혈압이 나이에 맞추어 볼 때 5% 미만일 때)인 상태로 정의된다. 미숙아의 저혈압의 정의는 몸무게와 재태연령에 따른다.

소아전문소생술 가이드라인에서 저혈압은 다음과 같이 정의한다.

- 만삭아(0-28일): 수축기 혈압 <60mmHg
- 1-12개월 영아: 수축기 혈압 <70mmHg
- 1-10세 소아: 수축기 혈압 $<70+(2 \times \text{연령})\text{mmHg}$
- 10세 이상: 수축기 혈압 <90mmHg

이 혈압 기준은 정상치(나이 기준에 비해 수축기 혈압이 5 percentile 미만인 정상 소아의 5%를 포함하여)와 겹친다는 것을 주지해야 한다.

조기(보상성) 쇼크는 저혈압이 없다(정상 혈압 쇼크). 보상성 쇼크는 심박동수, 말초 맥압의 양(힘), 말단기관으로의 관류적절성에 의하여 판단할 수 있다. 말단기관으로의 관류적절성은 의식 상태, 모세혈관 재충전 시간, 피부 온도, 요량, 대사성 산증 등으로 판단할 수 있다.

심박출량은 심박동수와 일회 심박출량의 곱이다. 일회 심박출량이 어떤 이유에서든지 줄어들면 심박출량을 유지하기 위한 생리적 반응으로 빈맥이 생기게 된다. 따라서 열이나 통증 등의 알려진 원인 없이 지속되는 동성 빈맥은 심혈관계 약화의 첫 증상이다. 반면에 서맥은 더 진행된 쇼크를 나타낸다. 심박출량과 전신 관류가 약화되면 말초 맥압의 양(강도 혹은 질)이 감소하고, 모세혈관 재충전 시간이 연장되고, 따뜻한 주위 온도에도 불구하고 피부온도가 낮아진다. 그러나 조기 패혈증 쇼크에서는 피부와 근육의 혈관들이 부적절하게 확장되어 쇼크 상태임에도 불구하고 맥박이 만져지고 피부 온도도 따뜻할 수 있다.

1. 전문기도유지술

1) 입인두기도기와 코인두기도기

입인두기도기는 의식이 없는(구토 반사가 없는 경우) 소아나 유아에게 머리기울임-턱 들어올리기나 턱 당기기 등 기도를 열고자 하는 방법을 시도하여도 기도확보에 실패했을 때 사용한다. 입인두기도기는 구도를 유발할 수 있으므로 의식이 있는 소아에게 사용해서는 안 된다. 입인두기도기는 모든 나이의 소아환자에게 사용할 수 있으며 환자에 따른 적절한 크기를 선택하기 위해서는 훈련과 경험이 요구된다. 부적절한 크기를 선택하게 되면 혀와 인두후벽이 분리가 안 될 뿐더러 기도 폐쇄가 초래될 수도 있다. 적절한 크기의 기도기를 고르는 방법은 기도기의 날개로부터 끝단까지의 길이가 환자의 앞니로부터 아래턱 뒤쪽까지의 거리와 같은 것을 고르는 것이다.

코인두기도기는 의식이 있는 환자들의 상기도 폐쇄를 완화해 주고자 사용하는 연재질의 고무나 플라스틱제제의 관이다. 이 도구는 의식이 다소나마 흐려져 있거나 신경학적 문제로 인두의 근육의 긴장이 감소해 상기도가 막히게 되는 경우 사용할 수 있다. 소아들의 경우 아데노이드가 크기 때문에 기도기를 위치시키기 어렵다. 비대해진 아데노이드는 기도기를 위치한 뒤 후에도 기도저항을 증가시키거나 기도를 무효하게 만드는 요소가 된다.

2) 후두마스크기도기

후두마스크기도기는 의식이 없는 환자에게 적용하는 도구이다. 이 도구는 끝부분에 커프가 있는 넓은 마스크모양을 가진 관이다. 관을 인두에 삽관한 후 하인두에 저항이 느껴질 때까지 집어넣고 커프를 확장시켜 하인두를 닫아주면 된다. 하지만 구역질반사가 존재하는 소아나 유아에게는 사용하지 않는다.

이 도구는 기관내삽관보다 환자의 움직임에 훨씬 더 민감하므로 특히 환자를 움직여야 하는 상황에서는 정상적인 위치에 유지하기가 어렵다. 더군다나 후두마스크기도기는 비교적 고가일 뿐더러 어느 소아에게도 적용가능하기 위해서는 다양한 많은 크기의 후두마스크기도기를 준비하고 있어야 하므로 응급현장에서 사용하는 데에는 비용의 문제가 있다. 소아에서는 심정지의 원인이 호흡기문제와 관련이 있으므로 반드시 입안 또는 기도에 이물이 있는지 확인하는 것이 중요하다. 이러한 확인 없이 후두마스크기도기의 삽관을 시도하는 것은 다양한 합병증을 초래할 수 있다.

후두마스크기도기를 통상적으로 사용하도록 권장할 만한 증거가 없으며, 영, 유아에서는 삽

관에 따른 합병증의 발생 가능성이 더 높기 때문에 기관 내 삽관이 안 될 경우에 한해서 후두마스크기도기의 삽관을 고려해볼 수 있다.

3) 기관내삽관

영아와 소아의 기관내삽관은 특별한 수련이 필요한데 이는 소아의 기관 구조가 성인과 다르기 때문이다. 수련기간과 성공률 및 합병증 발생과 관련이 있다. 어린이의 기도는 성인과 다르다. 혀가 상대적으로 더 크고 기도가 보다 더 유순하다. 후두개 입구가 보다 높고 목의 앞쪽에 위치해 있다. 그리고 비율적으로도 성인에 비해 기도가 더 작기 때문에 매우 숙련된 시술자만이 기관내삽관을 해야 한다. 만약 시술자가 충분한 교육 훈련이나 경험이 없을 경우에는 숙련된 전문가가 올 때 까지는 도수소생기(manual resuscitator)와 마스크 또는 후두마스크기도기를 이용한 인공호흡이 적절한 방법일 것이다.

소아기도의 가장 좁은 부위는 성대 밑의 운상연골위치이다. 기관내삽관의 진행도중 후두개 입구의 바로 밑에서 진행에 지장이 초래되는 경우가 많이 발생하기 때문에 8세미만의 어린이의 경우 주로 커프가 없는 튜브가 사용된다. 하지만 높은 흡기압이 요구되는 경우 등 필요한 상황에서는 커프가 있는 튜브를 사용한다.

(1) 소아 기도의 해부학적 특징 및 소아용 기관튜브의 크기

기관튜브의 크기는 어린이의 신체와 나이에 따라 결정되어야 한다. 색깔로 구분 표시가 되어 있는 경우 적절한 크기의 선택이 보다 더 용이 해진다

1세 이상의 소아에서 튜브의 크기를 결정하는 방법은 기관튜브크기(mm)=(연령(년)/4)+4의 공식을 사용한다. 만약 커프가 달린 튜브가 필요한 경우에는 기관튜브크기(mm)=(연령(년)/4)+3의 공식에 의해서 구할 수 있다. 일반적으로 예측치보다 0.5mm작거나 아니면 0.5mm 큰 범위내의 것이라면 사용 가능하다. 그리고 나이에 따른 신체크기는 개인차가 존재하므로 나이보다는 실제 환자의 신체크기가 더 중요하다. 다기관연구에 의하면 소아의 키가 나이보다 기관튜브의 크기 예측에 더 정확하다고 하는데, 이 방법에 의한 length-based resuscitation tape은 몸무게 35kg까지의 소아에게 적용될 경우 유용하다.

(2) 기관내삽관 과정

삽관 시도하기 전에는 흡인카테터(tonsil-tipped suction device or large-bore suction catheter 및 기관튜브에 맞는 카테터), 도수 소생기, 산소, 적절한 크기의 안면 마스크, 철심(stylet) 등을 준비해야 한다. 철심 끝은 튜브의 끝으로부터 1-2 cm 이내의 튜브 내에 위치해야 기관에 외상을

가하지 않는다. 철심 끝에는 수성윤활제나 멸균증류수를 묻혀 삽관 후 제거를 용이하게 한다. 기관내삽관을 할 때에는 예측된 것보다 0.5mm크거나 작은 크기로 3개의 기관튜브를 준비해둔다. 전지와 전구기능에 이상이 없는 후두경 낄과 손잡이(예비용 전구와 전지가 있으면 더 좋다. 호기 이산화탄소 검출기(exhaled CO₂ detector), 식도 확인 검출기(esophageal tube detector), 튜브 고정용 테이프, 얼굴땀기용 거즈 등도 준비물로 고려한다.

환자가 심정지 상태가 아니라면 일단 산소부터 주고 나서 기관내삽관을 시행한다. 보조 환기는 환자의 호흡노력이 부족할 때에만 실시한다. 만약 빠른연속기관삽관(rapid sequence intubation: RSI)이 필요하다면 위팽창과 역류가 발생할 수 있으므로 보조 환기는 하지 말아야 한다. 두경부나 다른 부위의 심한 외상이 있는 경우는 삽관도중 경추가 고정되어야 한다. 부적절한 삽관이나 지연된 시술로 말미암은 저산소증으로 인한 허혈 손상이 발생할 수 있으므로 시술은 30초를 넘어서는 안 된다. 그리고 심박동수 감시와 맥박산소계측은 기관 내 삽관을 하는 동안 계속한다. 삽관 도중 분당 60회 이하의 서맥, 환아의 피부색이나 혈액순환상태가 변화 할 때, 맥박산소측정을 통한 산소포화도가 기준치 이하로 감소하면, 삽관행위를 멈추고 백-마스크를 사용하여 산소를 주면서 환아의 상태가 호전될 때까지 기다린다.

심정지가 발생한 소아의 경우에는 맥박산소측정기를 설치하기 위하여 기관내삽관이 지연되어서는 안 되며, 맥박이 만져지지 않는 상황에서는 맥박산소측정기가 제 기능을 할 수 없다는 점을 알아야 한다.

후두경의 낄은 직선이나 곡선형 모두 사용될 수 있다. 직선 낄의 경우 낄 끝은 대개 후두덮개를 지나서 성대 입구 위에 머무르게 된다. 혀의 기저를 들어 올린 후 바로 후두덮개를 앞으로 들어 올릴 수 있도록 낄을 견인한다. 소아에서는 후두경의 직선 낄 끝이 후두개를 통과하여 성대 입구 바로 위에 머물도록 하면서 낄에 힘을 줘 혀 기저를 들어 올리고 후두덮개를 바로 앞으로 들어 올리면 성문이 드러나게 된다. 곡선 낄을 사용하는 경우 낄 끝을 후두덮개 계곡(vallecula)에 위치시킨 후 혀의 기저를 앞으로 위치를 변경시킨다. 후두경의 낄이나 손잡이를 지렛대처럼 쓰면 안 되며 이나 입술, 잇몸에 직접적인 압력을 가해서는 안 된다.

기관내삽관을 이상적으로 하려면 성문 입구를 노출시켜야 한다. 유아나 소아에서 성문을 잘 보이게 하려면, 머리와 목이 앞으로 각이 지면서 턱은 sniffing 자세로 들어 올려지도록 머리 밑에 작은 베개를 받쳐 인두를 삽관에 용이할 수 있도록 정렬한다. 2세 이하의 유아나 소아에서는 입을 통한 삽관 시 베개를 굳이 받칠 필요는 없이 편평한 곳에 놓히면 된다.

기관튜브의 삽입깊이는 삽관깊이(cm)=튜브의 내구경(mm)×3의 공식으로 구할 수 있다. 2세 이상의 경우에는 삽입깊이(cm)=소아연령/2 + 12의 공식으로 구할 수도 있다.

(3) 적절한 튜브위치의 확인

일단 삽관이 되면 양압으로 환기를 해본 후 흉벽의 움직임은 눈으로 보고 호흡음을 청진해 본다. 만약 제대로 튜브가 위치해 있다면 흉벽은 양쪽이 고르게 올라갈 것이고 호흡음은 양쪽 폐 영역에서 대칭적으로 쉽게 청진될 것이다.

상복부에서 호흡음이 청진되어서는 안 된다. 튜브에 수증기가 서리는 것은 적절한 삽관의 믿을만한 지표가 아니다. 튜브위치는 반드시 호기 이산화탄소를 감시해서 확인해야 하고(특히 관류 리듬이 관찰되는 소아의 경우), 만약 튜브 위치에 대해 의심이 들면 후두경으로 튜브가 성문을 통과했는지 직접 눈으로 보면서 확인한다.

맥박산소측정으로 계속 감시하는 환자의 경우 만약 환자에서 호흡부전이나 폐렴 같은 폐포 확산장애나 환기-관류 불균형이 없다면, 삽관이 성공적으로 행해져 있다면 산소포화도는 전형적 상승곡선을 그리게 된다. 하지만 기관내삽관이 잘못되어 있어도 3분 정도는 산소포화도가 정확하지 않을 수 있다.

튜브가 테이프고 고정되고 튜브 끝이 우측주기관지에 들어 간 경우라도 좌측흉곽에서 호흡음이 들릴 수 있기 때문에 흉부방사선사진을 찍어 그 위치를 확인해 본다. 일단 튜브가 제 위치에 삽관이 되고 고정되면 머리를 중립위치로 둔다. 머리가 과도히 움직이면 튜브위치가 변한다. 머리를 목 쪽으로 굴곡 시키면 튜브는 기도 속으로 더 파고들게 되고 신전시키면 기도 밖으로 빠져 나오게 된다. 반응이 있는 환자의 경우 환자가 튜브를 깨물어 기도가 막히지 않도록 입인두기도를 물려주며, 입인두기도는 구역반사가 일어나지 않을 정도의 깊이로 삽관한다.

튜브가 빠지거나 깊이 들어가는 것을 방지하기 위하여 반복적인 튜브위치의 감시가 필요하다. 특히 환자를 이동시켰을 경우에는 반드시 튜브위치를 재확인한다.

만약 기관 삽관된 환자의 상태가 나빠지면 기관튜브의 위치 변동, 튜브의 폐쇄, 기흉, 호흡기 등 기계의 오작동 등이 발생하였는지를 확인하여야 한다.

① 호기 이산화탄소 측정 장치

2kg이상의 소아나 어린이의 경우 임상적 평가에 의한 튜브의 위치파악은 다소 부정확하므로, 비색측정장치(colorimetric device)나 지속 호기 이산화탄소분압 측정기(continuous capnography)를 사용하여 기관 내 튜브의 위치를 확인하는 방법이 추천된다. 호기 이산화탄소 분압 측정술에서 파형의 존재나 양성 색변화는 대략 6회 정도의 호흡이후 호기 이산화탄소를 통해 튜브위치를 파악할 수 있게 해준다. 백-마스크 인공호흡 이후 위나 식도에 남아 있는 이산화탄소를 제거하려면 최소 6회의 환기를 하여야 한다. 6회의 환기이후 측정되는 이산화탄소는 식도에 잘못 위치한 튜브로부터 나오는 이산화탄소라기보다는 기관으로부터 나오는 이산화탄

소라고 추정할 수 있기 때문이다. 우측 기관지에 삽관이 되어도 호기 이산화탄소가 측정될 수 있으므로 흉부방사선사진이나 기타 임상적 평가로 튜브의 적절한 위치를 파악하여야 한다.

비록 기관으로부터 배출되는 이산화탄소를 측정함으로써 튜브의 기관 내 위치를 파악하는데 특이적이고 민감하다고 하더라도 이 방법은 심정지상태의 사람에게는 쓸 수 없다. 이산화탄소 검출장치의 색깔변화나 이산화탄소 검출 파형이 존재한다면 기관 내 튜브가 기관 내에 위치한다는 확인이 가능하다. 하지만 심정지 환자의 경우 이산화탄소가 검출되지 않았다 하더라도 튜브가 식도에 반드시 위치한다고 할 수는 없다. 심정지 상태에서는 폐순환 혈류량이 매우 적기 때문에 튜브가 기관 내에 제대로 위치해 있더라도 매우 소량의 이산화탄소만이 배출되므로, 심정지 상황에서는 호기 이산화탄소에 의한 튜브위치 확인은 강력히 권장되지 못한다.

심정지상황에서 호기 이산화탄소분압측정술상 색변화가 없거나 파형이 없는 것은 튜브가 식도 내에 또는 기관 내에 위치해 있다는 것을 말해준다. 만약 위치가 불분명하다면 직접후두를 들여다보거나 이학적 검사를 해야 할 것이다. 이 방법은 또한 천식발작이나 폐부종 등 이산화탄소 제거를 충분히 못하는 상황에서도 결과를 오인하게 만든다.

또한 검출기가 위 내용물이나 에피네프린 등의 산성약물에 오염되면 비색검출기는 신뢰할 수 없게 된다. 이 경우에는 호흡주기 전반에 걸쳐 색변화가 나타나지 않는다. 마지막으로 정맥내로 에피네프린을 투여하게 되면 지속적으로 폐 혈류량이 감소하므로 배출되는 이산화탄소량이 급감하여 위와 비슷한 결과를 초래 하게 된다. 심정지 상황에서 호기이산화탄소 측정은 튜브 위치에 관해 확신을 주지는 못하지만 튜브가 기관 내에 정확히 삽관된 상황에서는 이산화탄소가 측정되지 않는다는 것은 좋지 못한 예후의 신호이다.

② 식도검출장치(esophageal detector devices)

식도검출장치는 기관 내 튜브가 식도에 위치하게 되면 식도 벽은 허탈(collapse)되어 기관으로부터 올라오는 공기가 식도검출장치에 의해 흡인이 되지 않아 주사기나 자가 팽창 고무벌브에 충만 되지 않는다는 점을 이용한 기구다.

식도검출장치는 심정지 여부에 관계없이 성인에서 식도에 위치한 튜브를 감지해 내는 데 매우 예민한 도구로 사용된다. 소아에서도 식도검출장치는 기관 내 튜브의 위치를 확인하는데 사용될 수 있지만, 1세미만의 유아나 소아, 매우 비만한 환자, 만기 임신 중인 환자에게는 신뢰할 만한 방법이 못 된다. 아직까지는 유아나 소아에게 권장할 만한 충분한 근거가 없다.

(4) 빠른연속기관삽관(rapid sequence intubation: RSI)

이 방법은 반응이 있는 환자에게 다음과 같은 부작용(통증발생, 부정맥, 혈압상승, 두개압상

승, 기도 외상, 위 내용물의 역류와 흡인, 저산소증, 정신적 외상, 사망)을 최소화하기 위하여 적절한 약물을 투여하면서 삽관하는 방법이다. 빠른연속기관삽관이라는 용어는 마취과에서 흔히 쓰는 rapid sequence induction보다 선호되는 용어인데, 후자의 경우는 마취시작과 동시에 rapid airway control이 시작되는 것을 이르는 용어로 미국에서는 응급실이나 중환자실 등에서 흔하게 쓰이는 방법이고 현장 응급치료 상황에서도 종종 쓰인다. 응급상황에서 빠른연속기관삽관은 마취의 시작과정과 동일한 것이 아니고 기관 내 삽관을 용이하게 하기 위해 깊게 진정을 시킨 경우나 마비를 이용하는 것으로 이해하면 된다. 빠른연속기관삽관은 약물을 사용하지 않는 나라에서 마취과 의사만 사용하도록 제한하고 있다. 장소에 관계없이 빠른연속기관삽관은 그 적용과 비적용을 구분할 줄 아는 숙련된 시술자에 의해 행해져야 한다. 이러한 시술자는 소아기도처치에 능숙해야 할뿐만 아니라 각종약물(진정제, 근육마비제, 기타 부속약물들)에 대한 완벽한 사용능력이 요구된다. 빠른연속기관삽관의 적응증은 일반적인 기관 내 삽관의 적응증과 같다. 빠른연속기관삽관은 심정지나 깊은 혼수상태에 있어서 기관 내 삽관을 지체할 수 없는 상황의 환자에서는 적용해서는 안 된다. 상대적 금기상황은 얼굴이나 후두가 심한 부종이나 외상, 변형 등으로 삽관이나 마스크가 성공하기 힘든 상황이거나 상기도 폐쇄나 후두개열 등이 있어 기도유지가 스스로의 상기도 근장도와 체위잡기(positioning)에 의존하고 있는 경우 등이다.

지금까지는 빠른연속기관삽관 약물에 대한 정해진 지침이 성립되어 있지 않다. 향후 지침이 성립되기 위해서는 빠른연속기관삽관을 하고 있는 각 의료기관에서의 성공률과 합병증의 발생에 대한 결과가 종합되어야 할 것이다.

2. 산소투여와 폐 환기

1) 산소 투여

심정지 상황에서는 여러 요인들로 인해 조직의 산소부족상태가 점점 악화되고 산소공급이 필요하게 된다. 입-입 인공호흡은 16%내지 17%의 산소를 공급함으로써 폐포산소분압이 80mmHg내외로 유지하도록 한다. 게다가 심폐소생술 중에는 환기-관류 불균형으로 인해 폐순환의 우좌단락이 증가되어 혈액의 산소화를 방해하게 된다. 이로 인해 대사성 산증이 초래되고 각 장기들은 기능부전상태에 빠지게 된다. 따라서 심폐정지에 이르게 되거나 아니면 비록 산소분압이 높게 측정되더라도 동맥산소량을 최대화시킬 수 없는 소아에게는 반드시 산소를 공급해줘야 한다. 왜냐하면 낮은 심박출량 상태에서는 여전히 조직으로의 산소공급에 제한이 있기 때문이다. 가능하다면 습기를 포함한 산소를 공급해야 폐의 분비물이 말라서 두꺼워짐으로써

발생할 수 있는 기도나 인공기도의 폐쇄를 막아주도록 한다.

소생술 중에는 100%농도의 산소를 공급한다. 소생술 후에는 산소농도를 측정하고 환자가 안정이 되면 투여량을 줄인다. 선천성 심장병 환자의 경우 심장 기형과 그에 따른 혈액학 상황에 따라 적절한 산소 포화도가 다르다. 따라서 소생술 직후에 심혈관 기형이 의심되면 즉시 심초음파 등의 검사를 통하여 심장 기형을 확인 하여야 한다.

맥박산소측정은 장소에 관계없이 지속적으로 산소포화도를 평가할 수 있는 매우 유용한 비침습적 방법이다. 맥박산소측정은 인공기도의 소실이나 산소연결장치와의 단락 등 저산소증을 유발할 수 있는 상황, 호흡부전의 압박이나 발생 등을 조기에 알려줌으로써, 환자의 안정 시 뿐만 아니라 이송도중에도 저산소증을 쉽고 객관적으로 알 수 있게 해준다. 말초순환이 원활치 않다면(쇼크나 심정지의 경우) 맥박산소측정은 정확치 않을 뿐더러 측정조차도 어려울 수 있어 정확한 측정을 위해서는 맥박성 혈류의 존재가 요구된다. 또한 환자의 혈액이 이미 충분히 산소화 되어 있을 경우에는 산소가 체내에서 소모될 때까지의 일정 시간 동안에는 폐환기가 부적절 하여도 산소포화도가 저하되지 않을 수도 있다.

2) 마스크를 사용하는 인공호흡

만약 환자가 효과적인 자발호흡을 하고 있다면 안면마스크로도 30%내지 50%의 농도로 산소를 공급할 수 있다. 만약 좀 더 높은 농도를 원한다면 재호흡이 방지되는 마스크에 산소저장소를 연결하여 15L/min으로 산소를 공급하면 된다. 마스크는 반드시 적절한 크기를 선택해야 한다.

① 백-마스크 인공호흡(bag-mask ventilation)

이 도구에 의한 환기는 입-입 인공호흡이나 입-마스크 인공호흡보다 시행하기 어렵기 때문에 충분한 교육을 받은 사람이 시행하여야 한다. 백-마스크 인공호흡을 하려면 우선 적절한 크기의 마스크와 백(bag)을 선택하는 것이다. 그 후 기도를 열고 마스크를 안면에 밀착시킨 후 적절한 환기를 하고 적절한 간격으로 환기의 결과를 감시해야 한다.

백-마스크 인공호흡 과정에서의 주의점은 종종 소생술시 과도한 환기가 되어 흉곽내압이 증가하고, 정맥 환류의 장애가 발생하여 심박출량이 감소함으로써, 뇌 혈류량과 관상동맥 관류 저하가 발생한다. 과도한 환기는 또한 공기 저류, 압력 손상을 유발하고, 위 팽창을 유발함으로써 역류와 흡인의 위험성을 높인다.

소생술시 기관 내 삽관이나 후두마스크기도기 등 전문기도유지술이 시행되지 않은 경우에는 흉부압박-인공호흡의 비는 30:2(1인) 또는 15:2(2인)를 유지한다. 인공호흡은 1초에 걸쳐서 가슴이 부풀어 오를 정도의 일회 호흡량으로 시행한다. 전문기도유지술이 시행된 경우는 흉부압

박을 멈추지 말고 분당 8-10회의 환기를 시행한다. 환자가 맥박은 있으나 적절한 호흡이 유지되지 않는 경우는 분당 12-20번 정도의 인공호흡을 한다. squeeze-release-release를 정상속도로 말하는 시간에 따라서 시행하면 된다.

② 2인 백-마스크 인공호흡

이 방법은 폐 유순도가 좋지 않거나, 심각한 기도 폐쇄가 있는 경우, 마스크가 얼굴에 잘 밀착이 되지 않는 경우에 효과적으로 사용할 수 있는 방법이다. 2인 백-마스크 인공호흡은 한 사람이 두 손으로 기도를 열고 마스크를 얼굴에 밀착을 시키고 동시에 다른 사람이 백을 눌러서 인공호흡을 하는 방법이다.

3) 위 팽창

위 팽창은 효과적인 환기를 저해하고 역류를 유발 할 수 있다. 이를 최소화하려면 과도한 흡기압력과 과도한 환기를 피하고, 의식이 없는 환자의 경우 위 팽창을 줄이기 위해서는 윤상연골 부위를 눌러주어야 한다(너무 세게 누르면 기관까지 압박해 상기도의 구조를 변형시킬 수도 있다). 만약 기관 내 삽관이 시행된다면 위장관삽관은 기관 내 삽관이 끝난 후 실시하도록 한다. 코-위삽관이나 입-위삽관을 해서 위 팽창을 완화시켜줄 수 있지만 역류를 조장할 수도 있으므로 가능하면 기관 삽관 후에 시행한다.

4) 경기관 카테터환기(transtracheal catheter ventilation)

심한 기도 폐쇄로 산소공급이나 환기가 불가능할 때 기관지를 통한 도관환기를 시도할 수 있다. 경기관 카테터 환기는 숙련된 사람이 적절한 준비를 갖추고 시행하여야 한다.

3. 흡인 도구

응급 소생술 상황에서는 흡인도구가 준비되어야 한다. 이동용은 기관과 인두 흡인에 부족함이 없게 진공과 유량이 충분히 제공될 수 있는 것이어야 한다. 고정된 장비는 흡인튜브 끝에서의 유량이 최소 30L/min이상이고 막았을 때 진공압이 300mmHg이상이어야 한다. 각 도구는 모두 조절장치가 있어야 한다.

일반적으로 소아와 유아에게는 80-120mmHg의 최대 흡인력을 가진 도구가 쓰인다. 그리고 직경이 크고 음압에도 찌그러지지 않는 흡인 튜브(large-bore noncollapsing suction tube)가 흡

인 장치에 연결되어야 한다. 그리고 인두부의 흡인을 위하여 약간 딱딱한 흡인 카테터도 준비되어 있어야 한다. 다양한 크기의 카테터가 준비되어 있어야 하고 쉽게 사용 할 수 있도록 준비하여야 한다. 기관 흡인 카테터는 다양한 연결 장치(Y-piece, T-piece)를 사용하거나 카테터의 측면에 구멍이 있어야 흡인을 조절할 수 있다.

4. 인공 순환

1) 병상 지지판(bedboard)

심폐소생술은 심정지 환자가 발견된 즉시 시작되어야 한다. 만일 심정지가 병상에서 발생하면 환자의 등 밑에 단단한 지지판을 놓는다. 어깨에서 허리까지의 길이와 침대 넓이의 상판으로 적절한 지지력을 얻을 수 있다. 상판의 넓이는 연장아에서 더욱 중요한데 흉곽을 누를 때 매트리스가 아래로 같이 밀려서 누르는 힘을 잃을 수 있기 때문이다. 응급차량이나 이동 구급대에서는 척추 고정판을 사용해야 하며 머리 고정장치가 있으면 더 좋다. 지지판은 응급차량이나 들것에서 심폐소생술을 위한 견고한 평면을 제공해 주며 환자를 구조하고 움직이지 않도록 고정하는 데에도 도움이 된다. 영아에서는 단단한 평면을 등 아래에 받혀준다. 두 개의 엄지와 감싸는 손(2 thumb-encircling hands technique)을 이용하면 아기 등 뒤의 손가락들이 지지력을 제공하게 된다.

2) 인공순환을 위한 기구

흉골을 압박하는 기구들은 성인들을 위해 고안되었고 성인에게만 실험되었으며 또한 소아에 있어서의 안정성과 효율성에 대한 입증된 자료가 없기 때문에 소아에게 사용이 추천되지 않는다. 흉부를 직접 압박·감압하는 심폐소생술은 여러 동물 모델에서 표준 심폐소생술보다는 심박출량을 증가시키고, 인간에서는 관상 동맥 순환을 유지시키며, 기도가 열려 있을 경우 환기를 도와준다.

(1) 중간복부압박 심폐소생술

중간복부압박 심폐소생술을 할 때에는 다른 보조 기구는 필요 없으나 세 사람의 구조원이 필요하다. 중간복부압박 심폐소생술은 병원 내 성인 심폐소생술 시에는 선택적 방법으로 추천되지만, 현 시점에서 소아들에게 추천되지 않는다.

(2) 의료용 쇼크방지 바지(medical anti-shock trousers)

의료용 쇼크방지 바지는 소아 심폐 소생술에서의 효과가 아직 알려져 있지 않기 때문에 추천되지 않는다.

(3) 개흉 심장 압박(open-chest cardiac compression)

동물과 성인에서는 개흉 심장 압박은 흉부압박보다 심박출량과 뇌 및 심근 혈류를 향상시키지만, 소아나 영아에서는 흉벽이 매우 유연하기 때문에 성인에 상응하는 심박출량의 향상이 나타나지 않을 수 있다. 흉벽을 열고 개흉 심장 압박을 하는 것은 외상성 소아 심정지에서는 도움이 되지 않으며, 심폐소생술의 말기에 사용할 경우에도 단기 생존자에게 의료비용만 증가시킨다. 제한된 자료에 의하면 조기 개흉 심장 압박은 성인의 비외상성 심정지에서 도움이 된다고 하나 이 방법은 소아의 비외상성 심정지에서는 평가되지 않았다. 개흉 심장 압박이 좋은 효과가 있다는 적합한 임상 자료가 없기 때문에 현재 소아들에게 권장할 수는 없다.

(4) 체외순환막성산소화(extracorporeal membrane oxygenation; ECMO)

병원 내 심정지 시 원인이 가역적이거나, 심장이식을 받을 수 있는 경우에 초기 소생술에 반응이 없으면 체외순환막성산소화를 고려한다. 심정지 발생 수분 내에 적절한 소생술을 시행한 경우이며 경험 있는 의료진과 시설이 가능하여 체외순환막성산소화의 시행이 가능한 경우에 즉시 시행한다. 심장 수술을 받은 일부 소아들에서 50분 이상 동안 표준 심폐소생술을 시행한 후에도 체외순환막성산소화를 사용하였을 때 장기 생존이 가능하였다는 보고도 있다. 체외순환막성산소화와 응급 심폐우회술은 경험 있고 전문화된 센터에서 전문적인 수련을 받은 의료진에 의해 선택적인 방법으로 고려되어야 한다.

3) 심혈관 감시

심전도 감시와 제세동 전극을 가능하면 빨리 부착하고, 혈압을 감시 관찰한다. 동맥도관이 삽관되어 있으면 흉부압박이 적절하게 이루어지는지를 혈압 파형을 관찰함으로써 알 수 있다.

5. 주사로의 확보와 유지

1) 정맥 주사로

정맥 주사로의 확보는 약물과 수액을 투여하는데 매우 중요하지만 소아 환자들에서는 정맥

주사로를 확보하기가 어렵다. 심폐소생술 중에 우선적인 경로는 가장 크고 확보하기 쉬우면서 소생술을 시행하는데 방해가 되지 않는 정맥이다.

중심 정맥이 장기간 안전하게 사용할 수 있지만, 약물의 주입은 말초 혈관 주입보다 더 빠른 효과와 더 높은 혈중 약물 농도를 보이지는 않는다. 중심 정맥은 혈액 순환으로의 보다 확실한 주입 경로를 확보해주고 혈관수축제, 고장성의 중탄산나트륨, 칼슘과 같이 말초 부위로 새어들면 조직 손상을 일으키는 약물의 투여를 가능하게 한다. 이러한 이유로 심정지 때 이미 중심정맥 주사로가 확보 되어있는 경우에는 중심정맥 주사로를 사용하여야 한다. 대퇴정맥은 아마도 가장 안전하고 쉽게 확보할 수 있는 정맥 주사로일 것이다. 신속한 수액 소생술을 하려면 수액 투여에 저항이 적은 단일 구경, 넓은 직경의 길이가 짧은 도관이 좋다. 도관의 길이는 보통 영아에서는 5cm, 어린 소아에서는 8cm, 큰 소아에서는 12cm가 적절하다. 대퇴정맥을 통해 중심정맥압 측정이 필요할 때, 하대정맥이 막히지 않았다면 도관의 끝이 횡격막보다 상부에 위치할 필요는 없다.

말초정맥 주사로를 빨리 확보할 경우에는 수액과 약물을 투여하는데 충분한 주입 경로가 된다. 말초 정맥은 팔, 손, 다리, 또는 발에서 확보할 수 있다. 심폐소생술 중에 말초정맥을 통해 약물을 투여할 때에는 약물이 중심 순환계에 들어갈 수 있도록 곧바로 5-10mL정도의 수액을 투여해야 한다.

응급 정맥 주사로 확보가 요구되는 심각한 쇼크 또는 심정지 직전과 같은 경우의 영아 또는 소아에서 신속한 정맥로 확보가 불가능하면 골내 주사로를 확보해야 한다.

2) 골내 주사로(intraosseous access)

골내 주사로는 심폐소생술 중에 약물, 수액, 또는 혈액 주입의 빠르고 안전한 경로의 역할을 하며, 심정지가 발생하더라도 허탈이 발생하지 않는(noncollapsible) 골수 정맥총(venous plexus)으로의 통로를 제공해 준다. 골내 주사로는 대개 30에서 60초 이내에 확보할 수 있다. 이 기술은 곧은 바늘을 사용하는데 특별히 고안된 골내 바늘 또는 잠시디(Jamshidi)형의 골수 천자 바늘이 좋다. 바늘이 골 피질로 막히는 것을 방지하기 위해 철침이 들어있는 골내 바늘이 좋지만 18-gauge 나비 바늘도 심하게 탈수된 소아들에서 수액 요법을 하는 데에 성공적으로 사용될 수 있으므로 통상적으로 추천할 수는 없지만 고려해 볼 수는 있다.

골내 바늘은 주로 경골 골수 앞쪽으로 삽입한다. 골내 주사로를 확보할 수 있는 다른 부위는 대퇴골 원위부, 경골과의 중앙, 전상 장골극이다. 연장아와 성인에서 골내 도관은 경골 근위부 외에 요골과 척골 원위부에도 성공적으로 삽입될 수 있다. 병원이외의 환경에서 연장아의 골내 도관 삽입의 성공률은 낮은 경향이 있지만 정맥로가 신속히 확보되지 못할 경우에는 합리적인

대안이다.

에피네프린과 아데노신 같은 심폐소생술 약물, 수액, 그리고 혈액 제제는 골내 주사로도 안전하게 투여할 수 있다. 강력한 카테콜아민 용액들도 골내로 주입될 수 있다. 심폐소생술 중에 골내 약물 투여 후 약물의 작용 시작 시간과 혈중농도는 혈관으로 투여된 약물과 비슷하며, 중심 정맥 주사로를 통해 주입된 약물의 농도와 비슷하게 유지되는 것이 입증되었다. 신속한 체액량 회복을 위한 수액과 점성이 큰 약물 및 용액은 도출 정맥(emissary vein)의 저항을 극복하기 위해 주입 펌프나 수동적 가압을 통한 압력 하에서 투여해야 할 수도 있다.

골내 주사로를 통한 약물 투여 후 부작용은 1%미만의 환자에서 보고 되었다. 부작용으로는 경골 골절, 하지 분획 증후군(compartment syndrome)이나 약물의 심한 누출, 그리고 골수염 등이 있다. 이러한 부작용 중 일부는 조심스러운 시술로 예방할 수 있다. 동물 실험 및 환자의 추적 연구에서는 골내 주입이 골수와 골 성장에 미치는 영향은 적은 것으로 나타났다. 지방과 골수의 현미경적 폐색전이 보고 되었으나 임상적으로 보고 된 경우가 없고 골내 약물 주입을 하지 않은 심정지의 경우와 비슷한 빈도로 나타난다.

3) 기관 내 약물 투여

정맥로가 확보될 때까지 리도카인, 에피네프린, 아트로핀, 날록손(영문 첫 자의 조합이 LEAN으로 기억)과 같은 지용성 약물들은 기관 내로 주입할 수 있다. 지용성이 아닌 약물(중탄산나트륨과 칼슘) 들은 기도에 손상을 주기 때문에 기도로 투여해서는 안 된다. 기도로 주입되는 약물의 적정 용량은 심정지 상태에서 폐포와 기관 상피를 통한 약물 흡수율의 변이가 심하기 때문에 잘 알려져 있지 않다.

기도로 약물을 주입할 경우 약물을 생리식염수 5cc에 희석시킨 다음 5회 수동 환기를 시켜주면, 기관 내 튜브에 도관이나 급식 튜브를 넣고 여기를 통해 약물을 주입하는 것과 비슷한 정도의 흡수도와 약리학적 작용을 보인다는 것이 동물 실험에서 증명되었다. 따라서 도관이나 급식 튜브를 통한 약물 주입은 종종 거추장스럽고 기관튜브에 넣기 적합한 크기의 도관을 찾아야 하는 문제가 있으므로, 기관튜브로 직접 약물을 주입하는 것이 더 편리하다.

6. 수액과 약물 투여

1) 응급 상황에서 환자의 몸무게 측정

소아 환자의 약물 치료는 몸무게에 따라 용량을 조절하는 문제로 복잡해진다. 특히 병원이나

응급실 밖에서의 응급상황에서는 불행히도 환자의 몸무게를 알 수 없다. 잘 훈련된 의료진도 의모로 환자의 체중을 정확하게 추정하지 못할 수 있다. 성장표를 사용하여 나이에 따른 몸무게를 추정하는 것 또한 성장표를 가지고 있지 않은 경우도 있고 환자의 나이를 모를 수도 있기 때문에 실용적이지 못하다. 더구나 특정한 나이에 해당하는 정상 몸무게는 그 범위가 넓다.

키는 쉽게 측정할 수 있으며 키를 통해 적절한 응급약물 용량을 계산할 수 있다. 키로부터 몸무게를 추정해 주며 키에 따라 미리 계산된 약물 용량을 인쇄해 놓은 줄자를 사용할 수 있다. 이러한 줄자들은 키를 몸무게와 연관시킨 표준적 자료에 근거한 것으로 임상적으로도 신빙성이 입증되었으며 소아 응급 상황에서 큰 도움이 될 수 있다. 입원한 환자의 경우에는 체중을 측정하여 응급 약물 용량을 미리 계산해 놓아야 하며 응급 상황에서 쉽게 찾을 수 있어야 한다.

2) 수액 투여

반응 없는 쇼크나 심정지로의 진행을 막으려면 순환 혈액량을 빨리 보충하는 것이 중요하다. 혈액량의 확장은 젖산 링거액이나 생리 식염수와 같은 등장성 정질용액으로 하는 것이 가장 좋다. 교질용액(colloid)의 투여가 정질용액(crystalloid)보다 초기 소생술시 장점은 없다.

포도당이 포함된 수액은 저혈당이 확인된 경우에만 사용한다. 5% 포도당 수액은 소아의 초기 수액 소생술에는 사용하지 말아야 하는데, 그 이유는 포도당을 함유한 다량의 정맥용 수액은 혈액의 혈관 내 분획을 효과적으로 확장시키지 못하며 고혈당 및 이차적인 삼투성 이노를 유발하기 때문이다.

두부 손상이나 저혈액량과 관련된 쇼크에서 고장성식염수 사용의 제한이나 권장에 대한 충분한 근거 자료가 없다.

심정지 중에 정맥용 수액은 약물의 투여를 위해 정맥 주입 경로를 유지시켜주고 약물들을 도관에서 중심 정맥 순환계로 밀어주는 역할을 한다. 일반적으로 심정지 상태이거나 소생술을 시행 받는 소아에게 투여되는 약물 중 일부는 포도당과 함께 투여하는 것이 부적합하기 때문에 정맥용 수액은 젖산 링거액이나 생리 식염수를 사용해야 한다. 또한 등장성 수액의 사용은 환자에게 수액의 계속 투여가 필요한 경우에 포도당을 함유한 수액이 다량 투여되는 것을 예방해준다.

7. 소아 전문소생술에 사용되는 약물(표 5-1)

1) 아데노신

아데노신은 일시적으로 방실결절의 전도를 차단하여 회귀성 재입 기전을 차단한다. 반감기

가 매우 짧아서 안전범위가 넓다. 중심 정맥을 통한 투여시보다 말초혈관을 통한 투여 시 더 많은 용량을 투여하여야한다. 골내 투여도 가능하다. 정맥 투여 후에는 곧바로 생리 식염수를 추가 투여하여 아테노신이 중심순환으로 들어가도록 한다.

2) 아미오다론

아미오다론은 방실결절 전도를 지연시키고, 불응기를 연장하고, QT 간격을 늘리고, 심실전도를 느리게 한다. 아미오다론을 투여할 때 주의할 점은 환자 상태가 허락하는 한 가능한 천천히 투여하며, 혈압을 관찰하여야한다. 맥박이 있는 경우는 천천히 투여하나 심정지나 심실세동이 경우에는 빨리 주입한다. 투여 시 혈관확장 성질에 의하여 저혈압이 발생할 수 있다. 저혈압의 정도는 약물 투여 속도와 관련이 있으며, 액상 형태의 경우에서 더 적게 발생한다.

아미오다론을 투여할 때에는 심전도 감시를 통해 서맥, 방실차단, 비틀림심실빈맥 등의 합병증을 관찰한다. 다른 QT간격 연장을 유발하는 약제를 함께 투여할 경우에는 특히 주의 하여야 한다. 아미오다론은 반감기가 40일로 길기 때문에 부작용이 오래 지속될 수 있다.

3) 아트로핀

아트로핀은 부교감신경차단 약제로 심장박동을 증가시키고, 방실 전달을 증가 시킨다.

아트로핀 투여 시 주의 할 점은 0.1mg 이하의 소량을 투여하면 빈맥이 아니라 반대로 서맥이 발생할 수도 있다. 신경가스 중독이나 유기인제 중독 시 다량의 아트로핀 투여가 필요하다.

4) 칼슘

심정지에서 칼슘의 정규적 투여는 심정지의 예후를 향상시키지 않는다. 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 활성화 시켜 세포 괴사를 초래한다.

무수축 환자의 소생술에서 칼슘의 통상적인 투여를 권장할 수는 없다. 칼슘의 투여는, 입증된 저칼슘혈증이나 고칼륨혈증의 치료 시에, 특히 혈액학적으로 문제가 있는 환자에서 적응이 된다. 이온화 칼슘의 부족은 중증 소아, 특히 패혈증이 동반된 경우에 상대적으로 흔하다. 칼슘은 또한 고마그네슘혈증과 칼슘 통로 차단제가 과량 투여된 경우의 치료에 있어서도 고려되어야 한다

10% 염화칼슘(calcium chloride)은 글루콘산칼슘(calcium gluconate)보다 생체이용률이 높아 소아에서 일차로 선택되는 칼슘 제제이다. 말초 정맥 손상의 위험이 있으므로 중심정맥을 통해

서 주입하도록 한다. 칼슘을 투여할 때, 심정지 중에는 10에서 20초에 걸쳐, 혈액순환이 있는 환자들에게는 5에서 10분 이상에 걸쳐 천천히 정맥 투여해야 한다. 심정지 중에는 필요 시 칼슘을 10분 내에 반복 투여할 수 있다. 추가 용량은 이온화 칼슘의 결핍량을 계산하여 이를 바탕으로 투여해야 한다.

5) 에피네프린

에피네프린은 알파 및 베타 교감신경수용체를 강하게 자극하는 성질을 가지는 있는 내인성 카테콜아민(endogenous catecholamine)이다. 심정지에서 알파 교감신경수용체를 매개로 한 혈관 수축은 가장 중요한 약리적인 작용이다. 심정지 시 혈관 수축은 대동맥 이완기 혈압을 증가시켜 관상 동맥 관류압을 증가시키며 이는 소생술의 성공과 실패의 중요한 결정 요인이 된다. 흉부 압박 중에 에피네프린에 의해 증가된 관상동맥 관류압은 심장으로의 산소 공급을 증가시킨다. 에피네프린은 또한 심장의 수축력을 증가시켜 자발적인 수축을 자극하고 심실세동의 진폭을 증가시킴으로써 제세동의 성공률을 향상시킨다.

심정지 상태의 소아 환자에서 가장 흔히 관찰되는 리듬은 무수축과 서맥이며, 에피네프린은 이러한 환자에서 관류를 가능케 하는 리듬을 발생시킬 수도 있다. 증상이 동반된 서맥을 보이면서 효과적인 보조 환기법이나 산소투여에 반응이 없는 소아에게는 에피네프린 0.01mg/kg (1:10,000 희석액으로 0.1mL/kg)을 정맥 또는 골내로 투여하거나 0.1mg/kg (1:1000 희석액으로 0.1mL/kg)을 기관으로 투여할 수 있다. 산증이나 저산소증으로 카테콜아민의 작용이 저하될 수 있기 때문에 환기, 산소 공급과 순환에 주의를 기울이는 것이 필수적이다.

더구나 고용량의 에피네프린은 부작용들이 있을 수 있으며, 에피네프린의 부작용은 심폐소생술 중 심근 산소 소모의 증가, 심정지 후의 빈맥을 동반한 교감신경작용 항진 상태, 고혈압, 이소성 심실 빈맥, 심근 괴사, 또는 심정지 후에 심근 기능 부전 등이 있다.

심정지에서 에피네프린의 초기 소생술 용량은 정맥 또는 골내로 주입할 경우 0.01mg/kg (1:10,000 희석액으로 0.1mL/kg)이며 기관으로 주입할 경우에는 0.1mg/kg(1:1000 희석액으로 0.1mL/kg)이다. 에피네프린의 초기 투여 용량으로 효과가 없으면 3분에서 5분 내에 추가로 투여하고 소생술을 시행하는 동안 3분 내지 5분 간격으로 반복 투여한다. 심폐소생술 중에 지속적으로 동맥압을 감시하고 있을 경우에는 에피네프린의 효과를 보면서 투여 용량을 결정할 수 있다.

기관 내로 투여 된 에피네프린은 흡수되지만 흡수 정도와 이에 따른 혈중농도는 예측할 수 없다. 기관 내 투여의 추천 용량은 0.1mg/kg(1:1000 희석액으로 0.1mL/kg)이다. 환자가 심정지 상태로 남아있는 경우, 혈관 주입 경로가 확보되면 에피네프린을 0.01mg/kg부터 시작하여 혈관 내로 투여한다.

자발순환이 일단 회복되면 에피네프린의 지속적 정맥주사가 도움이 될 수 있다. 에피네프린의 혈액학적 효과는 용량과 연관된다. 낮은 용량($<0.3 \mu\text{g/kg/min}$)의 투여는 베타 교감신경 흥분 작용의 유발이 두드러지고, 더 높은 용량($>0.3 \mu\text{g/kg/min}$)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.

에피네프린은 확보된 정맥 주사기로 주입해야 하며, 중심 순환계로 투여하는 것이 더 바람직하다. 에피네프린이 조직으로 스며들면 국소적 허혈을 초래하여 조직 손상과 괴사를 유발할 수 있다. 에피네프린(그리고 다른 카테콜아민들)은 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 혈관수축을 유발할 수 있다.

6) 포도당

영아들은 포도당 요구도가 높고 축적된 당원이 적다. 결과적으로 쇼크 상태와 같이 에너지 요구도가 증가되는 상황에서는 저혈당에 빠질 수 있다. 이러한 이유로 혼수상태, 쇼크, 또는 호흡부전 시에는 침상 옆에서 신속히 시행할 수 있는 검사로 혈당을 세심하게 관찰해야 한다. 저혈당이 입증되면 포도당을 함유한 수액으로 치료해야 한다.

체중 킬로그램 당 2-4 mL의 25% 포도당 수액(250 mg/mL)은 체중 킬로그램 당 0.5-1.0g의 포도당을 제공하고 체중 킬로그램 당 5-10 mL의 10% 포도당 수액(100 mg/mL)은 유사한 양의 포도당을 제공해준다.

가능하면 저혈당은 포도당 수액의 지속적인 투여로 치료하는 것이 좋다. 고장성 포도당 수액을 일시에 투여하면 혈장 삼투압을 갑자기 증가시켜 삼투성 이뇨를 유발하므로 제한해야 한다. 아직 뇌 허혈 후의 고혈당이 신경학적 기능에 미치는 영향에 대해서는 알려져 있지 않지만, 뇌 허혈 전의 고혈당은 신경학적인 예후를 악화시키는 것으로 알려져 있다. 심정지 후의 고혈당이 이롭거나 해롭다는 확신할 만한 자료가 없는 이상, 현재 권장하는 것은 소생술 중에 혈당 농도를 적어도 정상으로 유지시키고 소생술 후에 저혈당이 나타나지 않도록 하라는 것이다.

7) 리도카인

리도카인은 심근의 자율성을 낮추고 심실부정맥을 억제한다. 리도카인을 투여 받은 심실세동환자는 아미오다론을 투여 받은 경우보다 생존입원율이 낮은 것으로 알려졌다.

리도카인은 심근 기능저하, 순환저하, 졸립, 지남력장애, 근육움찔수축(muscle twitching), 경련을 유발할 수 있으며, 특히 심박출량이 낮고 간이나 신장기능에 이상이 있는 경우에 부작용의 발생 가능성이 높다.

8) 마그네슘

마그네슘은 칼슘 통로를 억제하여 세포 내 칼슘 농도를 감소시킴으로써 평활근을 이완시키는 데 이러한 작용 때문에 급성 중증 천식 치료에 사용되었다. 또한 마그네슘의 칼슘 통로에 대한 영향과 다른 세포막효과(membrane effects)로 비틀림심실빈맥의 치료에 사용된다.

마그네슘은 입증된 저마그네슘혈증과 비틀림 심실 빈맥환자에게만 투여한다. 원인에 상관없이 비틀림 심실 빈맥 시에는 체중 킬로그램 당 25 mg에서 50 mg(최대 2g)의 황산마그네슘을 정맥 내로 신속히(수분동안) 투여하는 것이 권장된다.

마그네슘은 혈관 확장을 유발하며, 빠르게 주입 시 저혈압이 생길 수 있다.

9) 중탄산나트륨

대부분의 연구에서 중탄산나트륨의 통상적인 투여가 심정지 후의 예후를 향상시키지 못했다. 소아에서는 호흡 부전이 심정지의 주요 원인이며 중탄산나트륨의 투여는 일시적으로 이산화탄소 분압을 증가시키므로, 소생술 중 소아 환자에게 이 약물을 투여하는 것은 이미 존재하는 호흡성 산증을 더 악화시킬 수 있다. 이러한 이유로 영아나 소아의 심정지에서는 보조 환기, 산소 공급, 효과적인 전신 관류의 회복(조직의 허혈을 교정하기 위한) 등이 우선적으로 제공되어야 한다. 일단 효과적인 환기가 이루어지고 있는 것이 확인되고 순환을 최대화하기 위한 에피네프린 투여 및 흉부 압박이 시행되고 있으면, 심정지가 장시간 지속된 환자에서 중탄산나트륨의 투여를 고려할 수 있다.

중탄산나트륨은 고칼륨혈증, 고마그네슘혈증, 삼환계 항우울제의 과량 복용 및 기타 나트륨 통로 차단제들의 과량 복용으로 증상이 나타나는 환자에게 투여가 권장된다.

투여의 적응이 되면, 중탄산나트륨은 정맥이나 골내로 투여하며, 초기 용량은 체중 킬로그램 당 1 mEq(8.4% 용액으로 체중 킬로그램 당 1 mL)이다. 신생아에서는 삼투압이 높아지는 것을 방지하기 위해 희석액(0.5 mEq/mL; 4.2% 용액)이 사용되기도 하지만 좀 더 큰 영아나 소아에서는 희석액이 유익하다는 근거가 없다. 중탄산나트륨의 추가 용량은 혈액 가스 검사에 근거하여 결정할 수 있다. 혈액 가스 검사가 불가능하면 심정지가 지속되는 동안 매 10분마다 중탄산나트륨을 추가적으로 투여하는 것을 고려할 수 있다. 만일 검사가 가능해도 심정지나 심한 쇼크 상태에서는 동맥혈 가스 검사가 조직과 정맥혈의 산도를 정확히 반영하지 못할 수도 있다. 심정지

후 대사성 산증이 확인된 소아에서 중탄산나트륨의 역할은 여전히 불명확하다.

중탄산나트륨을 과량으로 투여하면 몇 가지 부작용이 있을 수 있다. 중탄산나트륨 투여의 결과로 나타나는 대사성 알칼리증은 산화헤모글로빈 해리 곡선을 좌측으로 이동시켜 조직으로의 산소 공급을 저하시키며, 갑작스런 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 불활성화되며 칼슘은 중탄산나트륨과 섞이면 침전을 형성하므로 중탄산나트륨의 투여 후에는 정맥 주사관에 5~10 mL의 생리식염수를 투여하여 중탄산나트륨을 씻어 주어야 한다.

10) 바소프레신

바소프레신은 특정한 수용체에 작용을 하여 전신적인 혈관 수축(V1 receptor)이나 신장의 세뇨관에서 물의 재흡수(V2 receptor)를 매개하는 내인성 호르몬이다. 순환 쇼크 상태에서는 바소프레신이 다량 분비되며 피부, 골격근, 장, 지방에 분포하는 혈관들을 선택적으로 수축시키고 관상동맥, 뇌 및 신장 혈관들은 상대적으로 덜 수축시킨다. 이러한 혈역학적 작용으로 심정지의 실험 모델에서 심장 또는 뇌로의 혈류를 선택적으로 증가시키고 에피네프린에 비해서 양호한 장기 생존율을 보였다. 다량의 바소프레신 투여 후에 내장 혈류의 감소가 이론적으로 우려되지만, 동물 실험에서는 부신 또는 신장 혈류가 약간 감소되었고 반복적인 투여에도 장 또는 간으로의 혈류는 영향이 없었다.

동물 실험과 제한적인 임상 자료에서 기대되었던 효과에도 불구하고 소아 심정지에서 바소프레신의 사용에 대한 자료는 없다. 현재로서는 소아나 영아에서의 바소프레신의 효과와 안전성을 평가하기에는 자료가 미흡하여 바소프레신을 심폐소생술의 정규 약제로 권장하지 않는다.

8. 심정지의 치료(그림 5-7)

1) 제세동이 필요한 리듬(심실세동/무맥성 심실빈맥)

심실세동은 병원이외의 장소에서 심정지가 발생한 소아 환자의 5-15%에서 관찰되며, 병원 내 심정지의 20%까지도 보고되고 있다.

(1) 제세동

제세동기는 수동형과 자동형이 있고 단상 파형 또는 이상 파형을 사용하는 종류가 있다.

표 5-1. 소아 심폐소생술과 부정맥에 사용하는 약물

약물	소아 용량(정맥/골내 주사)	참고 사항
아데노신	0.1 mg/kg (최대 6mg) 추가 용량: 0.2 mg/kg (최대 12 mg)	심전도 감시 하에 투여 정맥/골내로 신속히 일시주사
아미오다론	5mg/kg (반복투여 시 15mg/kg까지 사용) 최대 300mg	심전도 혈압 감시 위급도에 따라서 투여속도 조절 QT 간격 연장 유발 약물과 병용 투여시 주의
아트로핀	0.02 mg/kg 기관 내 투여: 0.03mg/kg 최소 용량: 0.1 mg 최대 1회 용량: 0.5 mg (소아), 1.0 mg (청소년)	유기인제 중독시 고용량 사용
10% 염화 칼슘	20mg/kg(0.2 mL/kg)	천천히 투여 중심정맥 내로의 투여를 권장함 서맥이 나타날 수 있으므로 심박동수를 감시
에피네프린	0.01mg/kg(1:10000. 0.1 mL/kg) 기관 내 투여: 0.1mg/kg (1:1000. 0.1 mL/kg) 최대용량:1mg(정맥/골내), 10mg(기관 내)	매 3-5분마다 투여
포도당	0.5-1g/kg	10% 포도당 : 5-10mL/kg 25% 포도당 : 2-4mL/kg 50% 포도당 : 1-2mL/kg
리도카인	일시주입: 1mg/kg (정맥/골내, 최대용량: 100mg) 지속주입: 20-50ug/kg/min 기관 내 투여: 2-3mg	
마그네슘	25-50 mg/kg (10-20 분 이상에 걸쳐서 투여) 최대 용량: 2 g	비틀림 심실빈맥의 경우 더 빨리 투여
날록손	0.1 mg/kg (5세 또는 20kg 이하) 2.0 mg/kg (5세 또는 20kg 초과)	
프로카인아마이드	15 mg/kg (30-60분에 걸쳐 주입)	심전도 및 혈압 감시 QT 간격 지연을 유발하는 약물과 병용시 전문가와 상의하고 주의가 필요함
중탄산나트륨	1 mEq/kg	적절한 환기가 된 후에 사용

제세동이란 심실세동이냐 맥박이 없는 심실 빈맥환자에게 강한 전기를 가하여 심근을 탈분극시키는 것이다. 심실세동이 발생 직후에 제세동을 하면 쉽게 정상 동리듬을 회복할 수 있다. 그러나 만약 심정지가 오래 되었고 아이가 제세동의 첫 시도에 반응이 없었다면 호흡 유지, 산소

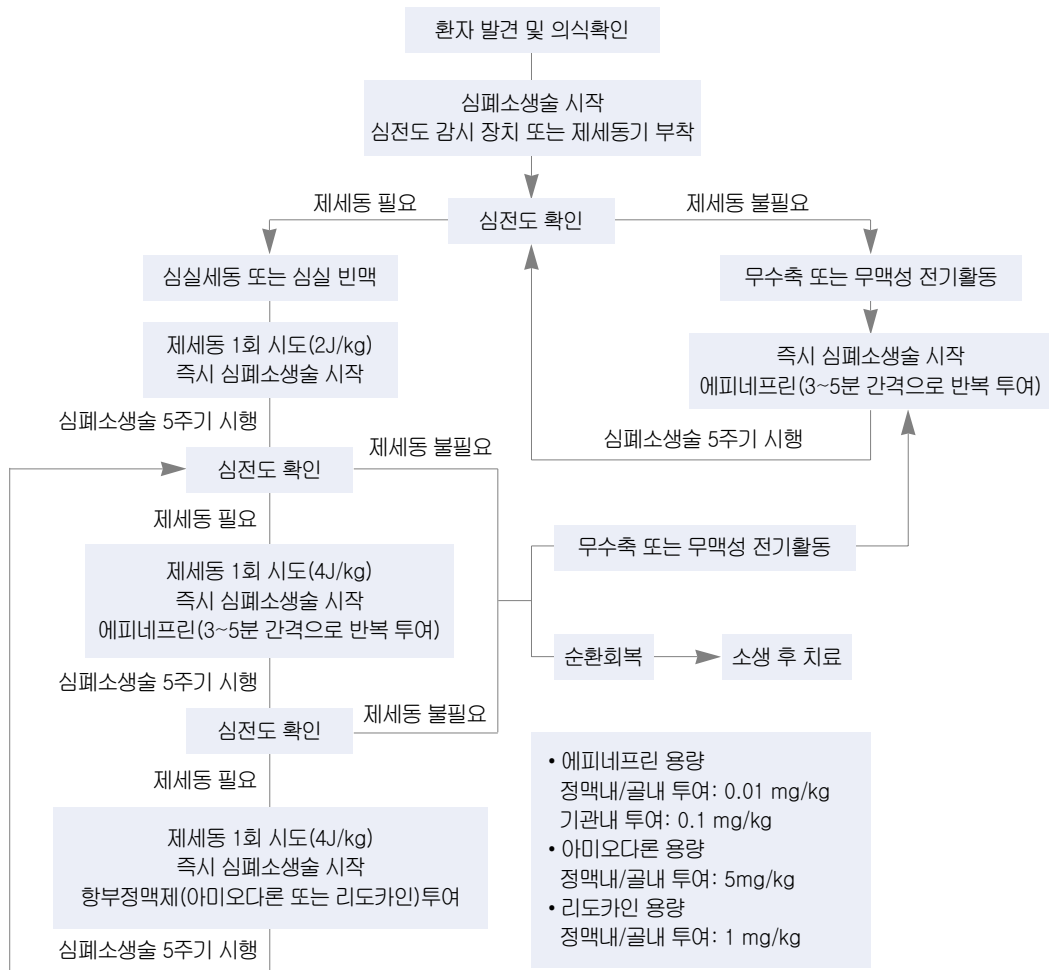


그림 5-7. 소아 심정지의 전문소생술 흐름도

공급, 흉부 압박 그리고 심근의 대사성 환경을 호전시킬 수 있는 약물의 투여가 필요하다. 제세동은 전혀 수축이 없는 무수축에는 효과가 없다.

제세동 전극의 크기는 경흉 저항을 결정하는 한 요인이다. 몸무게 10 kg 이상(1 세 이상)의 소아는 어른용 전극(지름 8-10cm)을 사용하는 것이 권장된다. 제세동을 할 때 사용하는 전극은 성인용을 사용할 수 있으나, 적어도 전극 사이는 3cm 이상의 간격이 떨어져 있어야 한다. 큰 패들일수록 저항이 적고 전류 흐름을 최대화 한다. 전류는 저항이 가장 적은 길을 찾기 때문에 한 전

극의 젤이나 젤 패드가 다른 측과 서로 접촉하지 않도록 한다. 만약 서로 연결이 일어나면 짧은 회로가 형성되어 심장을 관통하는 전류는 부족할 수 있다. 영아용 전극은 일반적으로 10kg 미만의 영아에게만 쓰는데, 전극 간의 접촉을 피할 수 있다면 영아에서도 큰 전극을 쓸 수 있다.

전극-흉벽 접촉은 전극 크림, 페이스트, 혹은 자가 흡착성 제세동 전극을 쓸 수 있다. 식염수에 전극을 담그는 것은 금기이다. 초음파기계에서 쓰는 젤은 전도가 잘 되지 않으므로 사용해서는 안 된다. 아무 것도 바르지 않은 전극이나 알코올 전극은 쓰지 말아야 한다.

제세동 할 때에는 피부에 견고한 압박으로 전극을 접촉시킨다. 일반적으로는 하나는 상흉부 우측 위에 나머지는 심첨부에 위치시키나 흉곽의 앞, 뒤로 위치시킬 수도 있다.

영아나 소아에서 가장 적은 에너지용량과 안전하게 제세동이 되는 상한 용량은 알려져 있지 않다. 4J/kg로 시행해서 최고 9J/kg까지는 효과적이면서 특별한 부작용이 없는 것으로 알려져 있다. 파형에 따른 제세동 성공률의 차이는 뚜렷하지 않다. 수동으로 제세동할 때에는 처음에 2J/kg로 시도하고 다음부터는 4J/kg로 시행한다.

(2) 소아에서의 자동제세동기 사용

대부분의 자동제세동기는 모든 연령의 소아에서도 심실세동을 정확하게 발견하고 제세동이 필요한지의 여부도 정확하게 평가할 수 있다. 1세부터 8세 까지의 소아에서는 안전하고도 효과적으로 자동제세동기를 사용할 수 있다. 하지만 1세 미만에서의 자동제세동기 사용에 대한 충분한 자료가 없다. 1-8세의 소아에서 자동제세동기를 사용할 때에는 소아에게 적절한 에너지를 알맞게 조절하는 소아 감량 프로그램을 사용한다. 이런 프로그램을 가진 자동제세동기가 사용이 가능하지 않다면 일반 자동제세동기를 사용한다. 일반적으로는 소아환자를 다루는 자가 진단 기능을 갖추고 있으며 또한 소아감량 프로그램을 갖춘 자동제세동기를 사용도록 권장한다.

(3) 제세동이 필요한 심정지 리듬(심실세동/무맥성 심실빈맥)의 치료

심실세동이 발견되면 제세동이 즉각 시행되어야 한다. 제세동을 일찍 시도 할수록 제세동 결과가 성공적이다.

제세동기를 가져오고 충전을 할 때까지 인공호흡, 산소 투여, 그리고 흉부압박을 해야 한다. 심폐소생술이 시작되면 흉부압박이 중단되는 시간을 최소화 하여야 한다. 심정지가 오래 지속된 성인이나 동물 시험에서 흉부압박이 효율적으로 시행된 경우에 제세동 성공률이 높았다. 흉부압박은 인공호흡, 맥박확인, 제세동 시도 시에만 잠시 중단할 수 있다. 맥박 확인 후 자동제세동기가 충전되는 동안에도 흉부압박을 계속하여야 한다.

가능한 빨리 제세동(2J/kg)을 시도하고 즉시 다시 심폐소생술을 한다. 이상파형 제세동기를

사용하는 경우에는 첫 번째 제세동 시도에서 90% 이상의 성공률을 보인다. 만약 첫 번째 시도가 실패하면 용량을 증가하여 다시 시도하는 것보다는 즉시 심폐소생술을 시작하는 것이 중요하다. 소생술은 관상동맥 관류를 제공하고 다음번 제세동 시도에서 제세동이 될 확률을 높인다. 5주기(2분간)의 심폐소생술을 한 후에 심전도 리듬을 확인하고, 제세동이 필요하면 4J/kg의 에너지로 제세동을 다시 시도한다. 제세동 후에는 즉시 흉부압박을 시작한다. 흉부압박을 시행하는 동안 다른 구조자가 정맥로 확보 및 에피네프린 투여를 위한 준비를 한 후, 심전도 리듬을 확인하는 동안 에피네프린을 투여한다. 즉 약물은 제세동기를 충전하는 동안, 소생술을 시행하는 중 혹은 제세동 쇼크 직후에 투여한다.

에피네프린 표준량을 3-5분 간격으로 투여한다. 고용량 에피네프린 투여는 생존에 도움이 되지 않으며, 질식성 심정지에서 특히 해로울 수 있다. 고용량 에피네프린은 베타교감신경차단제 중독에 의한 심정지를 치료하는 경우에만 사용한다.

제세동 직후에는 5주기의 소생술을 2분간 시행 후 심전도 리듬과 맥박을 확인한다. 제세동이 필요하다면 4J/kg로 제세동을 시행한 후 즉시 다시 소생술을 재개하고 아미오다론을 투여한다. 만약 아미오다론이 없다면 리도카인을 투여한다.

기관 내 삽관이 되어 있는 경우에는 흉부압박과 인공호흡의 비율을 일정하게 유지할 필요 없이 흉부압박을 분당 100회로 중단 없이 지속하면서 분당 8-10회로 인공호흡을 시행한다. 2명 이상의 구조자가 심폐소생술을 할 때에는 매 2분마다 교대로 흉부압박을 시행하여 피로에 의한 흉부압박의 횟수와 질적 저하를 막는 것이 필요하다. 심정지를 유발한 가역적인 원인을 찾아서 치료하여야 한다.

(4) 비틀림심실빈맥의 치료

비틀림심실빈맥은 QT 연장 증후군 환자에서 볼 수 있다. QT간격의 연장은 선천적이거나 혹은 QT간격을 연장시키는 약제(procainamide, quinidine, disopyramide, sotalol, amiodarone, tricyclic antidepressants, digitalis)에 의하여 발생한다. 치료는 원인과 관계없이 마그네슘을 수분 간에 걸쳐서 빠르게 주입하는 것이다.

2) 제세동이 필요치 않은 심정지 리듬(무수축/무맥성전기활동)의 치료

소아와 영아에서 가장 흔한 심전도 소견은 무수축과 무맥성전기활동이다.

무맥성전기활동이란 심전도 모니터에서는 전기활동이 관찰되지만 심근 수축(또는 맥박)이 없는 경우를 말한다. 무맥성전기활동은 임상적으로 심정지 직전 또는 심정지 시에 관찰된다. 무맥성전기활동은 심장 마비와 동일하게 치료해야 한다. 때로는 무맥성전기활동의 원인이 가

역적인 경우(저혈량, 저/고칼륨혈증, 산독증, 약물중독, 심장눌림증, 긴장성 기흉 등)가 있으므로, 원인을 확인하여 치료하는 것이 가장 중요하다.

무수축과 무맥성전기활동의 심폐소생술은 유사하다. 심폐소생술을 시작하고, 다른 시술자는 정맥 주사로를 확보한 후 에피네프린을 준비하여 투여한다. 표준용량의 에피네프린을 투여하여야 하며, 고용량 에피네프린은 소생률을 높이지 못한다. 단지 베타교감신경차단제 과다 사용에 의한 심정지의 치료에는 예외적으로 고용량 에피네프린이 고려된다. 무수축과 무맥성전기활동을 유발한 원인을 찾아서 교정하여야 환자를 소생시킬 수 있다.

9. 서맥성 부정맥

혈역학적으로 불안정한 모든 서맥은 즉각적인 치료를 필요로 한다. 6개월 미만의 소아는 연장에 비해 심박출량이 심박동수에 더욱 의존하고 있어서 작은 영아에서 서맥이 발생하면 임상 증상을 일으킬 가능성이 더 크다. 임상적으로 의미 있는 서맥은 맥박 수가 분당 60회 미만이거나 전신 혈액 순환 장애와 동반하여 적절한 산소와 호흡에도 불구하고 초래되는 급격한 심박동수의 감소로 정의된다. 서맥의 치료과정은 다음과 같다. 먼저 기도를 유지하고, 호흡과 순환을 적절히 유지시키고 산소를 투여 한다. 적절한 산소 투여와 환기에도 불구하고 서맥이 심폐증상을 유발하는지 판단하고 환자를 재평가한다. 만약 맥박, 조직관류, 호흡이 정상이라면 반드시 응급치료가 필요하지는 않다. 환자를 면밀히 관찰하고 평가결과에 따라 치료를 진행한다. 만약 산소투여와 적절한 환기에도 불구하고 맥박이 60회 미만이고 전신 관류의 악화 소견을 보이면 흉부 압박을 시작한다. 폐환기와 산소투여를 지속하고 필요하다면 흉부압박을 시행하며 에피네프린을 투여한다. 만약 서맥이 위와 같은 조치에도 반응이 없거나 일시적 반응만 있으면 에피네프린을 연속적으로 정주한다. 저혈압이 발생하지 않은 서맥환자에게는 이소프로테레놀 투여도 고려할 수 있으나 저혈압의 발생가능성이 있다는 점을 항상 기억하여야 한다.

서맥이 미주신경 자극에 의한 것이라면 아트로핀을 투여한다. 아트로핀은 부교감 신경 차단제로서 동결절이나 심방성 조율을 가속시키고 방실 전도를 촉진한다. 아트로핀은 방실 차단이나 기관 내 삽관 중 야기된 미주신경 매개성 서맥 등 미주 신경 항진에 의한 서맥의 치료에 추천된다. 비록 아트로핀이 순환 장애와 저혈압이 동반된 서맥에 쓰일 수 있으나 에피네프린이 저혈압과 동반된 서맥을 치료하는 데에는 더욱 효과적이다. 아트로핀은 적은 용량을 사용하면 오히려 맥박이 느려질 수 있다. 권장량은 0.02mg/kg 이며 최소량이 0.1mg 이고 최대량은 소아는 0.5mg 그리고 청소년은 1.0mg 이다. 약 5분마다 재차 투여 할 수 있다. 아트로핀의 누적 사용

량은 소아에서는 최고 1.0mg, 청소년기에는 2.0mg이다.

아트로핀 투여 후에 빈맥이 초래되는 경우가 있지만 소아 연령에서는 크게 문제되지 않는다. 기관 내 삽관 시에 미주 신경성 서맥의 치료로 아트로핀을 투여한 경우 애기치 않게 저산소증에 따른 서맥이 간과될 수 있다. 그러므로 기관 내 삽관을 시행할 때에는 맥박 산소 측정법으로 산소 포화도를 감시하고 삽관을 장시간 시도하는 것은 피해야 한다.

완전 방실 차단 혹은 동결절의 기능 이상에 의한 서맥이 발생한 후 소생술과 약물에 반응하지 않는 경우에는 경피심장박동조율이 생명을 구하는 수단이 될 수 있다. 소아에서는 심정지 이후의 심근의 저산소성/허혈성 손상에 의한 무수축이나 서맥은 경피심장박동조율에 반응하지 않는다.

10. 빈맥의 치료

빈맥 환자에서는 맥박을 우선 확인하고 맥박이 없으면 심정지의 치료과정에 따라 치료를 시작한다. 맥박이 만져지면 혈액학적 변화를 초래할 수 있는 다른 원인이 있는지를 확인한 후 기도 유지, 호흡보조, 산소투여, 심전도 감시를 시행한다. QRS 간격을 평가하여 0.08초 이하이면 좁은 QRS과 빈맥, 0.08초 이상이면 넓은 QRS과 빈맥으로 구분한다.

1) 좁은 QRS과 빈맥(심실상성 빈맥이 의심되는 경우)

12유도 체표심전도 소견과 환자의 임상 양상 및 병력은 동성 빈맥과 심실상성 빈맥을 구분하는데 도움이 된다. 만약 동성빈맥이라면 가역적 원인을 찾아 치료한다.

치료방법의 선택은 환자가 혈액학적으로 불안정한지에 따라 결정된다. 혈액학적으로 불안정한 경우에는 동기화 전기 심율동전환을 시도한다.

혈액학적으로 불안정하지 않은 경우에는 우선 미주신경 자극을 시도한다. 미주신경자극은 혈액학적으로 불안정 하지 않은 경우에 시도하며, 미주신경자극을 하기 위하여 약물투여치료나 전기 심율동전환을 지연시키지 않는다. 영아나 소아는 얼음물을 수건에 적시거나 차가운 물주머니를 만들어서 얼굴에 대보는 것이 가장 효과적이다. 부순 얼음을 물과 섞어서 비닐 백이나 고무장갑에 넣어 얼굴에 대는 것이 한 방법인데 이때 아이의 호흡을 막지 않도록 주의해야 한다. 다른 미주신경 자극법으로 발살바(Valsalva)법은 의사소통이 되는 연장이 이상에서 시행이 가능하며 경동맥동 마사지는 청소년 이상의 성인에서 효과적이고 안전하게 시행할 수 있다. 다른 미주신경 자극법으로 아이로 하여금 빨대를 불게 하는 수도 있다. 어떤 방법을 쓰든 시행 전

후에 심전도를 기록하여야 하며 시행 중에도 심전도를 연속적으로 모니터 하여야 한다. 안구를 압박하는 것은 위험하므로 금기이다.

아데노신을 투여하여 화학적으로 정상맥박으로 전환을 시도 하는 것은 심실상성 빈맥의 치료에 매우 효과적이다. 반감기가 10 초에 불과한 아데노신은 부작용이 매우 적지만 심실상성 빈맥의 치료에 효과적이다. 아데노신을 투여할 때에는 심전도를 모니터 하면서 0.1mg/kg를 빠르게 정맥 주사한다. 약이 심장에 빨리 도달하게 하려면 가급적 심장에 가까운 곳에서 주사하여야 한다. 주사기 2 개를 이용하는 방법이 권장되는데 하나는 약을 그리고 나머지 한 주사기에는 최소한 5 ml 이상의 생리 식염수를 담고 T형 connector나 stopcock을 이용하여 빠르게 주입한다. 아데노신은 적혈구 표면에 있는 효소인 adenosine deaminase에 의해 분해 되므로 중심 정맥이 아닌 말초 정맥으로 투여 할 때는 더 많은 용량이 필요하다. 만약 효과가 나타나지 않으면 2배의 용량을 사용한다(0.2 mg/kg).

만약 환자가 혈액학적으로 매우 불안정(저혈압, 심박출량 저하 등)하고 정맥 주사료가 확보되어 있지 않으면, 전기적 심율동전환을 시행한다. 전기적 심율동전환을 할 때에는 가능하면 진정제를 투여하고 시행한다. 동기화 전기적 심율동전환은 0.5-1.0 J/kg부터 시행한다. 전기적 심율동전환에 실패하면 2 J/kg로 다시 시행한다. 만약 두 번째 시도도 실패하거나 바로 다시 빈맥이 재발하면 세 번째 전기적 심율동전환을 시도 하기 전에 항부정맥제(아미오다론, 프로케이나마이드)투여를 고려한다.

심실상성 빈맥이 아데노신이나 미주신경자극에 반응하지 않으면 아미오다론 혹은 프로케이나마이드의 투여를 고려한다. 수분 간에 걸쳐서 아미오다론 혹은 프로케이나마이드를 천천히 투여하며, 심전도와 혈압을 관찰한다. 효과가 없거나 독성증상이 없으면 추가로 투여를 고려한다. QT간격 연장을 유발하는 약제를 한 가지 이상 투여할 때에는 매우 주의 하여야 한다. 이 경우에는 반드시 소아 부정맥 전문가의 자문을 구한다.

베라파밀(verapamil)은 심한 저혈압과 심정지를 유발할 수 있으므로 영아에서 사용하지 않는다. 소아에서도 저혈압과 심근기능저하를 야기할 수 있으므로 투여 시 주의하여야 한다.

2) 넓은 QRS파 빈맥

넓은 QRS파 빈맥이 발생한 환자에서 조직관류 저하 소견이 동반되어 있다면 심실상성빈맥보다는 심실빈맥의 가능성이 높다. 넓은 QRS파를 보이는 심실상성 빈맥(즉, 이상전도가 동반된 심실상성 빈맥)은 영아나 소아에서는 드물다. 심실성 빈맥과 감별을 정확히 하려면 최소한 12 유도 심전도를 면밀히 분석해야하며, 경식도 유도로 도움을 받을 수 있다. 혈액학적으로 안정된 상태라면 부정맥과 연관된 과거 병력이나 가족력을 확인해 본다. 심실성 빈맥뿐 아니라 심실상

성 빈맥이 발생하여도 혈액학적으로 불안정할 수 있으므로, 단순히 혈액학적인 상태만으로 빈맥의 기전에 대해 유추해서는 안 된다. 대부분의 경우 넓은 QRS 파 빈맥은 심실성 빈맥에 준해 치료를 시작해야 한다.

넓은 QRS파 빈맥이 발생한 환자에서 혈액학적 상태가 불안정하면 0.5-1 J/kg로 동기화 전기적 심율동전환을 시행한다. 심율동전환을 지연시키지 않는다면 아데노신을 투여하여 심실상성 빈맥여부를 확인해볼 수 있다. 2 J/kg로 두 번째 시도한 전기적 심율동전환이 실패하거나 곧바로 빈맥이 재발하는 경우에는 세 번째 전기적 심율동전환을 시도하기 전에 항부정맥제(아미오다론, 프로케이나마이드)의 투여를 고려한다.

혈액학적으로 안정된 상태라면 우선 소아 부정맥 전문가에게 자문을 구한다. 아미오다론과 프로케이나마이드가 혈액학적으로 안정적인 넓은 QRS파 빈맥의 치료에 사용된다.

11. 특수 소생술 상황

1) 외상

소아 외상 환자 소생술에 있어서 흔히 범하는 오류는 기도의 개방과 유지의 실패, 적절하고 신속한 수액공급의 실패(두부외상의 환자를 포함하여) 그리고 내출혈의 진단과 치료의 실패에 있다. 따라서 숙련된 외과 의사가 소생술의 초기에 관여해야 한다. 그리고 가능하다면 여러 장기의 외상이 있는 환자는 소아 응급의료 이송 전문가에 의해 외상 전문 치료기관으로 신속하게 이송되는 것이 필요하다.

외상 환자의 초기 안정은 단계적인 자세한 검사에 따라 이루어진다. 검사의 주요 목적은 생명에 지장이 초래되는 상태를 판단하고 치료하는 데 있다. 일차로 기도확보, 호흡확인, 순환확인을 포함한 기본 소생술을 하고 신경학적인 평가를 시행한다. 환자를 따뜻하게 하고 감춰진 상처를 볼 수 있게 옷을 벗겨서 검사한다. 기도관리는 경추의 고정으로 시작되는데, 경추고정은 환자 이송부터 전문소생술이 이루어지는 의료기관에 안전하게 이송될 때까지 계속되어야 한다. 영아나 어린 소아는 후두가 크기 때문에 중립적 위치로 경추를 고정하기 어렵다. 경추고정은 머리 부분에 흡이 파여져 있는 등판을 사용하거나 다양한 크기의 반경식 경추고정대를 사용할 수도 있다. 머리와 목은 수건봉치와 테이프를 사용하여 척추판 위에 이차적으로 고정을 하여 움직이지 않도록 한다.

호흡 보조는 필요하다고 판단되면 즉시 시작한다. 이송 시간이 아주 짧은 경우는 마스크 환기로 적절한 산소공급과 환기를 할 수도 있다. 외상 환자가 스스로 숨을 적절하게 유지 하지 못하

는 경우나 기도유지가 안될 경우 혹은 의식불명상태인 경우에는 기관 내 삽관이 필요하다. 병원 이외의 장소에서 시행되는 기관 내 삽관은 전문 교육을 받고 경험이 있는 사람에 의해 시행되어야 하며 기관 내 삽관을 하는 동안에는 항상 경추의 고정도 유지되어야 한다. 운상연골 누르기가 경추 고정이 필요한 환자의 기관 내 삽관에 도움을 줄 수 있다. 기관 내 삽관 후와 이송 중에는 호기 이산화탄소 측정 등을 통하여 기관 튜브가 기관 내에 잘 위치하고 있는지 확인하여야 한다.

두부 손상 환자라도 과호흡을 시행하지 않는다. 과호흡은 더 좋은 신경학적 회복을 유도하지 못할 뿐 아니라, 흉강내압을 증가시켜 정맥혈의 유입과 심박출량을 저하시키는 결과를 초래한다. 또한 동맥혈 이산화탄소압에 반응하는 뇌 영역의 혈관을 수축시켜 뇌 관류량의 감소를 초래하여 부분 혹은 광범위한 뇌 영역의 경색을 유발한다. 따라서 과호흡은 경천막뇌탈출 등 두개 내 압력이 증가하여 생기는 임상 징후가 관찰되는 경우에만 일시적으로 사용할 수 있다.

흉부 및 복부 외상을 입은 모든 환자는 외부 손상이 없어도 흉곽 손상을 의심해야 한다. 외상 환자의 경우 긴장성 기흉이나 개방성 기흉, 혈흉 혹은 연가양 가슴으로 환기 장애가 발생할 수 있다. 아이들의 흉부는 매우 탄력적이기 때문에 흉부손상은 흉부 외상의 흔적 없이도 발생할 수 있으며, 심한 흉부 둔상에도 늑골 골절이 없는 경우도 있다.

악안면 외상이나 두개 기저골 골절이 의심 또는 확인된 경우에 코-위 삽관을 시도하면 위관이 두개 내로 들어갈 위험이 있으므로 입-위 삽관을 시행한다.

출혈성 쇼크의 소견이 관찰되면 비록 혈압이 정상이라 해도 20 ml/kg의 등장성 정질액(즉 생리 식염수 혹은 젖산 링거액)을 일시 주사로 투여하여 혈장량을 급속히 보충해야 한다. 수액 투여 후에도 심박동수, 의식수준, 모세혈관 재충전, 관류상태 등 쇼크의 징후가 회복되지 않으면 다시 20ml/kg의 수액을 투여한다. 조직 관류가 매우 저하된 외상환자가 40-60 ml/kg의 정질액에 의해서도 반응하지 않을 경우에는 10-15 ml/kg의 수혈이 쇼크를 치료할 수 있다. 가능한 혈액형 교차시험을 거친 혈액을 투여하여야 하지만, 위급한 경우에는 Rh음성인 O형 혈액을 사용할 수 있다. 수혈 전 혈액은 따뜻하게 준비되어야 하는데 이는 급속한 주입으로 인한 저체온화가 일시적으로 이온화 저칼슘혈증을 유발할 수 있기 때문이다.

적절한 산소화와 환기 그리고 수액 소생술에도 불구하고 혈액학적 불안정한 환자에서는 복강 내 출혈, 긴장성 기흉, 심장눌림증, 척수 손상을 의심해야 한다.

2) 기관절개술 또는 기관창을 통한 폐환기

기관절개술을 한 아이 또는 기관창을 가진 아이의 부모와 보건교사는 반드시 기도유지의 평가, 기도 청소방법을 알고 있어야 하며, 기관창으로의 인공호흡 방법을 알아야 한다.

기관절개 튜브 또는 기관창을 통한 폐 환기를 할 수 있어야 하고 폐 환기 상태의 적절성을 평가할 수 있어야 한다. 튜브를 흡인한 후에도 호흡곤란이 계속되면 튜브를 교체하고, 소독된 튜브가 없다면 입-기관창 또는 마스크-기관창 인공호흡을 시도한다. 상기도가 열려 있다면 기관창을 막고 백-마스크 인공호흡을 할 수도 있다.

3) 독성학적 응급상황

어린 소아에서는 약물과 관계된 사망(중독 또는 약물 과다복용)이 드물지만, 15-24세에 이르면 약물중독이 중요한 사망원인이다. 청소년기 중독의 주요 원인은 코카인, 마약, 삼환계 항우울제, 갈슘통로차단제, 베타교감신경차단제 등이다.

독성학적 응급상황에 대한 초기 접근은 산소투여, 폐 환기, 그리고 순환의 평가와 확인으로 시작된다. 초기 접근 이후에 우선적으로 할 것은 독소의 유해효과를 역전시키고 가능하다면 약물의 지속적인 흡수를 방지하는 일이다. 유해가능 물질을 알아내거나 각각의 독소에 의하여 나타나는 특징적인 임상 징후(toxidromes)를 빨리 인지하는 것이 성공적인 소생술의 열쇠이다.

(1) 코카인

코카인에 의한 주요 임상증상은 급성 관상동맥 증후군으로 인한 흉통과 다양한 형태의 심장 박동 이상이다. 급성 관상동맥 증후군은 코카인의 복합된 효과로 나타나는데, 베타 교감신경수용체의 자극으로 심근의 산소 요구가 증가하는 것과 세로토닌 흥분작용으로 관상동맥이 수축하여 심근경색이 발생할 수 있다. 그리고 코카인은 다양한 아민의 재섭취를 방해하고 빠른 나트륨 통로를 억제하여 활동전위의 전파를 연장시킴으로써 QRS기간을 연장시키고 심근 수축의 이상을 초래한다. 이와 같은 교감신경 작용과 나트륨 통로 효과의 결합으로 코카인은 심실빈맥과 심실조동을 포함한 다양한 빈맥성 부정맥을 일으킬 수 있다.

코카인 중독환자에서 고체온증이 발생하면 독성의 상승을 초래하므로, 적극적으로 체온을 하강시킨다. 관상동맥 혈관수축에 대하여 니트로글리세린, 벤조디아제핀(디아제팜, 로라제팜), 펜토아민을 투여한다. 관상동맥 혈관연축을 회복시키기 위하여 알파 교감신경차단제인 펜토아민이 고려될 수 있으나, 반드시 산소, 벤조디아제핀 그리고 니트로글리세린을 먼저 투여해야 한다. 코카인 중독에서 베타교감신경차단제의 투여는 혈압의 상승과 관상동맥 수축을 가져오기 때문에 절대 금기이다. 코카인은 나트륨통로차단제이므로 심실 부정맥을 치료하기 위하여 1-2 mEq/kg의 중탄산나트륨을 투여할 것을 고려한다. 심근경색으로 인한 부정맥을 예방하기 위하여 리도카인의 투여를 고려한다.

(2) 삼환계 항우울제와 기타 나트륨통로차단제

우울증의 치료제로 보다 안전한 세로토닌 재섭취 억제제의 사용이 증가함에도 불구하고, 삼환계 항우울제에 의한 중독은 가장 높은 사망률과 이환율을 보이고 있다. 삼환계 항우울제의 독성 효과는 뇌와 심근의 빠른 나트륨 통로 차단으로 기인한다. 삼환계 항우울제의 심혈관계 부작용은 심근 내 전도 지연, 심박 차단, 서맥, QT 연장, 심실 부정맥, 저혈압 등이며, 경련과 의식저하도 발생한다.

나트륨통로차단제에 의한 독성의 치료는 기도 보호와 적절한 산소공급과 환기, 지속적인 심전도 감시 그리고 중탄산나트륨의 투여이다. 치료목표는 나트륨 농도와 동맥혈 pH를 높이는 것이고, 동맥혈 pH가 적어도 7.45를 넘을 때까지 중탄산나트륨 1-2 mEq/kg을 일시에 정주하는 것으로 가능하다. 중탄산나트륨을 일시 주사한 뒤 5% 포도당수액 1 리터당 중탄산나트륨 150 mEq의 용액으로 알칼리혈증을 유지하도록 정주하여야 한다. 심각한 중독의 경우 pH를 7.50-7.55로 올리도록 권장하고 있는데 이보다 더 높은 pH는 역효과의 위험이 있어 권장되지 않는다. 부정맥 약물의 분류 상 Ia(퀴니딘, 프로카이나마이드)계와 Ic계(플레카이나이드, 프로파페논)의 항부정맥제제는 심장의 독성을 심화시킬 수 있으므로 금기이며 III계의 항부정맥제제(아미오다론과 소탈롤)도 QT 간격을 연장시키기 때문에 적용이 되지 않는다.

저혈압이 발생하면 중탄산나트륨과 함께 10 ml/kg의 생리 식염수를 일시에 투여해야 한다. 또한 삼환계 항우울제가 신경근접합부에서 노르에피네프린의 재섭취를 억제하여 카테콜아민의 결핍을 가져오기 때문에 혈관의 긴장과 혈압을 유지하기 위해 혈관수축제가 필요할 수도 있다. 보통 노르에피네프린이나 에피네프린이 효과적인데 전통적인 자료에서는 도파민보다 노르에피네프린에 의한 치료를 권장하고 있다. 순수한 베타교감신경작용제(도부타민과 이소프로테레놀)는 혈관이완을 유발하여 저혈압을 악화시키므로 금기이다.

만일 혈관수축제가 혈압을 유지시키기에 부족할 경우, 비록 신속한 장비의 사용과 훈련된 인력이 필요하지만 체외막형산소섭취나 심폐우회술이 효과적일 수 있다. 따라서 위험한 환자를 조기에 감별하여 중증의 중독환자는 이와 같은 치료를 할 수 있는 기관으로 이송하는 것이 고려되어야 한다.

(3) 칼슘통로차단제 중독

칼슘통로차단제 중독의 임상 증세는 심전도 변화(QT 간격 연장, 우각차단), 부정맥(서맥, 심실상성 빈맥, 심실 빈맥, 비틀림심실빈맥, 심실세동)과 혈관확장과 심근 수축의 이상에 의한 저혈압이 나타난다. 또한 뇌 관류의 저하로 실신, 발작, 혼수와 같은 의식상태의 변화가 나타나기도 한다.

칼슘통로차단제 중독의 치료를 위한 초기 접근은 산소공급과 환기, 지속적인 심전도 감시, 혈압과 혈액학적 상태를 집중 감시하는 것이다. 저혈압 등 임상 증상이 있는 환자의 경우, 동맥 혈압의 지속 감시를 고려해야 한다. 저혈압이 나타날 경우, 경도일 때는 생리 식염수의 일시 정주에 반응할 수도 있으나 중한 중독일 때는 수액을 투여하는 것만으로는 반응을 보이지 않는 경우가 많다. 칼슘통로차단제 중독환자에서는 심근의 기능장애로 인하여 폐부종이 발생할 수 있으므로, 폐부종을 방지하기 위해 수액의 일회 주사량을 5-10ml/kg로 제한하고 매번 주사 후 세밀하게 환자를 재평가해야 한다.

칼슘통로 차단제의 효과를 극복하기 위해 흔히 칼슘을 주사하는데 그 효과는 증례에 따라 다양하게 보고하고 있다. 칼슘의 적정 용량은 뚜렷이 제시되고 있지 않지만, 염화칼슘이 칼슘 이온의 농도를 높이기 때문에 일반적으로 권장된다. 10% 염화칼슘 20mg/kg (0.2ml/kg)을 5-10분에 걸쳐 주사할 수 있고 유의한 효과가 관찰되면 시간당 20-50mg/kg로 이어서 주사한다. 칼슘을 주사한 후에는 고칼슘혈증에 의한 독성을 방지하기 위해 칼슘 이온의 농도는 측정한다. 칼슘은 가능한 중심정맥으로 투여하여야 한다.

칼슘통로차단제의 심각한 독성에 따른 저혈압과 서맥의 성공적인 치료를 위해 고용량의 혈관 수축제(노르에피네프린 혹은 에피네프린) 치료를 고려할 수 있다. 고용량의 혈관 수축제를 주사할 경우, 환자의 상태를 잘 감시해야 하며 원하는 혈액학적 효과가 성취되도록 주사 속도를 조절하여야 한다.

인슐린을 첨가한 포도당이나 중탄산나트륨의 투여가 칼슘통로차단제 독성에 효과적일 수 있다고 보고되었지만 충분한 자료가 없다.

(4) 베타교감신경차단제 중독

베타교감신경차단제는 베타교감신경수용체에서 노르에피네프린 및 에피네프린과 경쟁하여 서맥을 일으키고 심근 수축력을 저하시킨다. 일부의 베타교감신경차단제(프로프라놀롤과 소탈롤)는 중증의 중독 상태에서 나트륨통로 차단제의 효과를 나타냄으로서, QRS 너비와 QT 간격의 연장을 유발한다. 베타교감신경차단제에 의한 독성에서 흔히 나타나는 임상적 소견은 서맥이 동반된 저혈압과 다양한 정도의 방실차단이다. 발작과 혼수 등의 의식변화가 일어나기도 하는데 프로프라놀롤 중독 시에 특히 잘 발생한다.

초기 치료 접근은 적절한 산소공급과 환기, 관류의 평가를 하며, 정맥 주사로를 확보하고 쇼크가 발생하였으며 치료한다. 지속적인 심전도 감시와 임상적 재평가를 빈번히 하는 것도 중요하다. 베타 교감신경 차단 효과를 극복하기 위하여 에피네프린을 주사하는 것이 효과적일 수 있는데 매우 많은 용량이 필요할 수 있다.

베타교감신경차단제 과다복용을 치료하는데 글루카곤의 투여를 고려한다. 청소년에서는 5-10mg의 글루카곤을 몇 분에 걸쳐 서서히 주사해야 하며 이 후 시간당 1-5mg으로 정맥 투여한다. 만일 2mg이상의 용량이 필요한 경우는 글루카곤을 증류수에 가공하여 1mg/ml미만의 농도로 만들어 사용한다.

칼슘통로차단제 과다복용의 경우와 같이 인슐린과 포도당의 치료를 고려할 수 있다. 칼슘 투여가 유용하다는 충분한 자료는 없다. 그러나 글루카곤과 카테콜아민을 투여하여도 효과가 없다면 칼슘의 투여를 고려할 수도 있다.

(5) 아편유사약물 독성

마약류는 중추신경계의 억제제를 조장하고 과소호흡, 무호흡 그리고 호흡부전을 일으킬 수 있다. 마약류에 의한 호흡부전이 발생하면 적절한 환기를 유지하도록 노력하여야 한다.

날록손은 아편양 수용체의 효과적인 길항제로서 마약 독성을 역전시키는 1차 약물이다. 하지만 장기 중독자나 심혈관질환이 있는 경우에 날록손을 투여하면 심박동수를 증가시키고, 혈압이 증가하며, 폐부종, 부정맥, 경련이 발생할 수도 있다. 날록손이 투여되기 전 적절한 환기를 통해 동맥혈 이산화탄소압이 정상화되면 에피네프린의 농도가 급격히 상승함으로써 존재하던 독성 작용이 저하되기 때문에 날록손을 투여하기 전 폐 환기를 정상화하여야 한다. 날록손의 권장용량은 0.1 mg/kg이며, 한번에 2 mg까지를 정맥 투여할 수 있다. 또는 아편양 역전에 의한 갑작스런 혈역학적 영향을 피하기 위해 0.01- 0.03 mg/kg의 용량을 반복적으로 사용하기도 한다. 날록손은 근육주사나 피하투여 혹은 기관 튜브를 통해서도 투여할 수 있다.

12. 소생 후 치료

소생 후 치료는 쇼크나 호흡부전, 심정지가 있었던 환아에서 자발순환이 회복된 직후부터 시작되어야 한다. 소생 후 치료의 목표는 1) 뇌기능을 유지하고, 2) 기관의 이차 손상을 피하고, 3) 심정지의 원인을 교정하고, 4) 환자가 가능한 가장 좋은 혈역학적 상태로 다음 치료단계에 도착할 수 있도록 하는 것이다.

중환자나 복합 손상 환아를 치료하려면 모든 장기에 대한 평가가 필요하며, 여러 장기의 손상과 기능부전을 함께 치료할 수 있는 지식과 경험이 요구된다.

소생 후에는 환자 상태를 자주 평가하는 것이 필요한데 이는 환자의 상태가 소생 후 일시적으로 안정이 되었다가 짧은 시간 후에 다시 악화될 수 있기 때문이다.

기도를 안정적으로 유지하고 산소를 공급하며, 환기 및 관류 상태를 안정화시킨 후에는 면밀하게 신체검사를 한다. 신체검사를 할 때에는 환자를 주의 깊게 살펴서 외상의 증거를 찾고, 환자의 신경학적 상태를 재평가한다. 그리고 알레르기, 질병, 약물, 예방접종과 같은 병력이 있는지를 확인하고 생명에 지장을 주지는 않지만 예후에 영향을 줄 수 있는 신장이나 간의 기능 이상 등을 평가한다.

1) 호흡계 관리

소생술 후 상태의 모든 소아에게 산소를 공급하여야 하며, 맥박산소측정법을 이용하거나 직접 동맥혈 산소분압을 측정하여 적절한 산소화 및 적절한 산소 운반능이 확인이 유지될 때까지 산소를 투여한다. 심정지 후 단계에서 초조성, 환기장애, 청색증, 저산소혈증 등 의미 있는 호흡 장애증상이 관찰되는 경우에는 고농도의 산소를 투여하고 환기상태를 유지하기 위하여 기관 삽관과 기계적 환기를 시행한다. 기관 삽관 후에는 튜브의 위치를 임상적 검사로 확인하고 호기 이산화탄소를 측정하여 평가한다. 호기 이산화탄소를 측정하여 기관 내 튜브의 위치를 확인하는 방법은 특히 병원간이나 병원 내에서 환자를 이송한 한 경우에 권장된다. 환자를 이송하기 전에는 기관 내 튜브의 위치와 안정성을 임상적 검사와 흉부사진으로 확인한다. 환자를 이송할 때에는 산소포화도와 심박동수는 지속적으로 감시하여야 하며, 혈압과 호흡음, 관류 상태, 피부색을 자주 검사 하여야 한다.

효과적인 기계적 환기 보조를 하고 있음에도 불구하고 불안정한 상태를 보이는 경우와 환자를 옮겨야 하는 경우에는 매번 기관 내 튜브의 위치, 개통성 및 안정성을 재평가한다. 기관 내 삽관된 환자의 상태가 갑자기 악화된다면, 기도에서 튜브가 빠진 경우, 튜브가 막힌 경우, 기흉의 발생, 장비 결함 등을 의심하여야 한다. 만약 기관 내 튜브 위치와 개통성이 확인되고, 기계 장애 또는 기흉이 없는 상태에서 환자가 초조해 하는 경우에는 진통과 진정이 필요할 수 있다. 종종 신경근 차단제(vecuronium, pancuronium)를 진통제(fentanyl, morphine)나 진정제(lorazepam, midazolam)와 함께 사용하는 것이 환기를 적정화 시키고, 튜브가 빠지는 사고나, 폐포의 압력외상을 최소화하는데 필요하다. 하지만 신경근 차단제의 사용으로 경련 발작이 생긴 것을 알 수 없을 수도 있으므로 유의하여야 한다.

병원에서는 지속적으로 호기 이산화탄소를 측정하면 기계 환기 환자에서 이송이나 진단 시술 중에 발생하는 저환기나 과환기를 예방할 수 있다. 위 팽창은 불쾌감과 환기 장애를 유발할 수 있으므로, 위 팽창이 발생하면 코-위 삽관이나 입-위 삽관을 시행하여야 한다.

기관 내 삽관된 환자에서는 일단 100% 산소를 공급하며, 호흡수는 영아에서는 분당 20-30회, 소아에서는 분당 12-20회를 유지한다. 적절한 폐 환기는 호흡수와 일회 호흡량에 좌우된다. 일

반적으로 일회 호흡량은 흉곽 관찰 시 가슴을 부풀어 오를 정도면 충분하다. 기계 환기가 시작 되면 초기 일회 호흡량을 7-10ml/kg로 유지하는데, 육안으로 가슴이 확장되는 것이 보이고 폐 원위부에서 호흡음이 청진 되면 충분한 환기가 이루어진다고 판단할 수 있다. 기계 환기에서 최대 흡기 시 압력은 20-25 cmH₂O에서 시작하여 흉부 확장이 관찰되고 호흡음이 양측에서 적절 하게 청진 될 때까지 점차 증가시킨다. 폐 질환이 있는 상태에서는 더 높은 최대 흡기 압력이 요구 될 수도 있다. 그러나 가능하면 최대 흡기 압력이 35 cmH₂O 이상을 넘지 않도록 한다. 용적 환기를 하는 동안에는 기도에 고압력이 작용하는 것을 피하기 위하여 흡기 시간을 적어도 0.6-1.0초로 하여야 한다. 하부기도 폐쇄 질환이나 폐 탄성도가 낮은 경우(급성호흡곤란증후군)에는 흡기 시간을 더 길게 유지하여야 한다. 호기 말 양압은 2-5 cmH₂O 정도가 통상 사용되며, 더 높은 양압은 미만성 폐포질환이나 저산소증을 동반한 심한 환기-관류 불균형을 보이는 경우에 필요하다.

동맥혈 가스 분석은 초기 인공 환기 적용 후 10-15분에 시행하고 동맥혈 가스 분석 결과에 따라 인공 환기를 조절한다. 동맥혈 이산화탄소압, 호기 이산화탄소 및 동맥혈 산소 농도를 측정 하고 맥박 산소포화도 측정기를 사용하면 폐 환기 및 혈액의 산소화 상태를 지속적 감시할 수 있다. 초조, 청색증, 호흡음 감소, 흉곽의 움직임, 빈맥, 기계 환기와 조화된 자발적 호흡 등 지속적인 임상적 평가를 하여 적절한 폐 환기 여부를 평가한다.

경피 산소 및 이산화탄소 감지기가 소아(특히 영아, 신생아)에서 사용되나, 혈액의 산소화 정도나 폐환기의 변화가 빠르게 감지되지는 않는다. 반면 경피 이산화탄소 감시기는 호기 이산화탄소 감지기보다 동맥혈 이산화탄소 농도와 더 정확하게 상관성을 보인다. 저체온상태이거나 관류 상태가 저조한 경우 경피 감시기구가 부정확하거나 적절하게 기능하지 못하기 때문에 감시기구에만 의존하지 말고 환자의 상태를 반복적으로 평가하는 것이 중요하다.

소아에는 소생 직후의 단계에서 반드시 심혈관계 기형에 대하여 평가하여야 한다. 선천성 심장병의 경우에는 기형의 해부 생리학적 상황에 따라 각 환아에게 적절한 산소포화도가 심혈관계가 정상인 환자와 다를 수 있기 때문이다. 따라서 심정지로부터 소생된 환아에서 심혈관 기형이 의심되는 경우에는 반드시 심초음파 등을 통한 평가가 조기에 이루어져야 한다.

2) 심혈관계 관리

심정지로부터 소생된 이후에 지속적인 순환장애가 발생하는 경우가 있으므로, 심박출량의 감소, 쇼크의 발생을 조기에 발견하기 위하여 심혈관계 기능에 대한 평가를 자주하여야 한다. 조직 관류가 부적절한 경우에는 모세혈관 재충전의 감소, 말초 맥박 강도의 저하나 소실, 의식의 변화, 차가운 사지, 빈맥, 요량의 감소, 그리고 저혈압 등을 관찰할 수 있다. 심박출량의 감소나

쇼크는 충분히 수액량이 공급이 되지 않는 경우, 말초 혈관 저항의 감소, 소생 후 기절 심근현상에 의하여 이차적으로 발생한다.

소생 직후에는 심박동수, 혈압, 산소포화도는 지속적으로 감시하여야 하고, 환아에 대한 직접 평가도 적어도 매 5분간 반복적으로 하여야 한다. 혈액학적으로 불안정한 소아에서는 커프를 이용한 혈압 측정은 부정확할 수 있다. 지속적으로 심혈관계 이상이 있는 환자에서는 가능하다면 동맥 내 삽관을 하여 혈압을 감시한다. 요량은 내장 기관 관류의 중요한 지표이다. 말초관류 상태, 심박동수, 의식상태가 반드시 혈액학적 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. 혈액학적으로 문제가 있는 환자에서는 가능한 요관을 삽관하여 요량을 감시하여야 한다.

골내 주사로는 안전한 중심정맥로가 확보된 후 제거한다. 환자의 순환상태를 확인하기 위하여 중심 정맥혈 또는 동맥혈 가스분석과 혈청 전해질, 포도당, 칼슘, 젖산농도의 수치를 측정한다. 흉부방사선사진은 기관 튜브의 위치와 심장크기, 그리고 폐 상태를 평가하는 데 도움이 된다.

3) 심박출량 유지를 위하여 사용되는 약물(표 5-2)

심정지나 쇼크로부터 소생된 후의 환자에서는 심근기능의 저하가 흔히 발생하며, 패혈성 쇼크를 제외하고는 체혈관저항과 폐혈관 저항이 증가한다. 혈관수축제를 사용하면 혈액학적 상태를 호전시킬 수가 있지만, 사용 제제와 용량에 대한 반응이 환자에 따라 다양하기 때문에 혈관수축제의 사용은 조절되어야 한다. 나이와 질병에 따라서 약력동학 반응이 일정하지 않기 때문에 환자의 혈관수축제에 대한 반응을 주의 깊게 감시하는 것이 혈관수축제를 적절히 사용하는데 필수적이다. 혈관수축제는 안전한 혈관경로로 투여하여야 한다.

카테콜아민계열 약물의 부작용은 국소 허혈, 궤양, 빈맥, 심방 및 심실 빈맥, 고혈압과 대사성 변화로 고혈당, 젖산농도증가, 저칼륨증이 발생할 수 있다.

카테콜아민계열 약물을 적절히 사용하려면 환자의 혈액학적 상태에 대한 정확한 정보가 필요하며, 임상적 검사로는 환자의 혈액학적 상태를 완전히 파악하기는 어렵다. 침습적인 혈액학적 감시를 하면 중심 정맥압, 폐모세혈관쇄기압, 심박출량 등을 측정할 수 있다.

(1) 에피네프린

에피네프린은 어떤 원인으로든 전신 관류가 극도로 저하되어 있으면서 수액 요법에 반응하지 않는 쇼크의 치료에 사용된다. 에피네프린은 강력한 혈관수축제로 체혈관저항을 증가시키고, 강력한 심박동수변동작용으로 심박동수를 올린다. 혈액학적 변화가 초래된 서맥환자에서 산소

투여와 인공호흡에 반응하지 않는 경우에 에피네프린을 투여할 수 있다.

낮은 주입 속도($<0.3 \text{ ug/kg/min}$)에서 에피네프린은 강력한 심근 수축 촉진제로 작용하며 혈관의 베타 교감신경 수용체에 작용하여 체혈관 저항을 감소시킨다. 주입 속도를 높이면($>0.3 \text{ ug/kg/min}$) 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 조절하여야 한다. 에피네프린은 심한 순환장애를 보이는 환자, 특히 영아에서는 도파민보다 효과적이다

에피네프린의 주입은 일반적으로 $0.1-0.3 \text{ ug/kg/min}$ 으로 시작하며 1.0 ug/kg/min 까지 혈역학 상태에 따라서 증량한다. 에피네프린은 안전한 정맥 주사 경로로 주입하여야 하며 조직으로 새는 경우 국소적 허혈과 괴양을 유발할 수 있다. 에피네프린은 또한 심방과 심실의 빈맥성 부정맥, 심한 고혈압, 대사성 변화(고혈당, 젖산농도 증가, 저칼륨혈증)등을 일으킨다.

(2) 도파민

도파민은 내인성 카테콜아민으로 심혈관계에 다양한 영향을 미친다. 낮은 주입속도($0.5-2 \text{ ug/kg/min}$)에서 도파민은 전형적으로 심장과 내장의 혈류를 증가시키고, 전신 혈역학에는 거의 영향을 미치지 않으며, 신생아에서는 $0.5-1.0 \text{ ug/kg/min}$ 의 낮은 속도에서도 심박출량과 혈압이 증가한다.

도파민은 심근수축과 혈관수축 효과를 가지고 있으므로, 소생술 후 순환성 쇼크의 치료에 사용되거나 수액요법에 반응하지 않고 혈관저항이 낮은 쇼크에서 사용된다. 도파민은 정맥 주사 경로를 안전하게 확보한 다음에 주입하여야 한다. 주입속도는 대개 $2-5 \text{ ug/kg/min}$ 으로 시작하고 $10-20 \text{ ug/kg/min}$ 까지 증량하여 혈압, 조직 관류, 요량이 개선되도록 한다. 하지만 최근 연구에 의하면, 낮은 주입속도의 도파민 투여가 신혈류 및 신기능 개선 효과가 있다는 증거는 발견되지 않았다.

5 ug/kg/min 이상으로 도파민을 투여하면, 심장의 베타교감신경수용체 흥분효과가 발생하며 심장의 교감신경에 저장된 노르에피네프린이 분비된다. 만성 심부전 환자에서는 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 20 ug/kg/min 이상에서는 과도한 혈관수축작용이 발생하며 신혈관의 확장이 소실된다. 만약 심근수축력을 증가시키기 위하여 도파민이 20 ug/kg/min 이상 투여되어야 하는 상황이라면, 도파민보다는 에피네프린이나 도부타민을 투여하는 것이 권장된다. 또한 혈압유지를 위하여 고용량 도파민이 투여되어야 한다면, 노르에피네프린이나 에피네프린의 투여가 권

장된다.

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.

(3) 도부타민

도부타민은 합성 카테콜아민으로 비교적 베타1 교감신경 수용체에 선택적으로 작용하며 베타2 교감신경 수용체에는 적은 영향을 미친다. 따라서 도부타민은 비교적 선택적인 수축촉진제이며 심근의 수축력을 증가 시키고 체혈관저항을 감소시킨다. 도부타민은 영아와 소아에서 심박출량을 증가시키고 혈압을 높이는데 효과적이다. 도부타민은 특히 심정지 후와 같이 심근기능 저하로 인한 이차적인 심박출량 저하를 치료하는 데에 사용될 수 있다. 도부타민은 2-20 ug/kg/min 용량범위에서 대개 사용된다. 고농도 주입 시에는 빈맥과 심실 기외수축이 생긴다. 소아에서는 도부타민의 약동학과 임상적 반응이 환자마다 편차가 크므로 도부타민에 대한 각 환자의 반응에 따라 약 용량을 조절하여야 한다.

(4) 노르에피네프린

노르에피네프린은 교감신경에서 분비되는 신경전달 물질로 강력한 수축촉진제로서 말단의 알파, 베타 교감신경 수용체에 작용하여 강력한 심근 수축촉진과 말초혈관 수축을 가져온다.

임상적으로 사용되는 주입 속도에서는 알파 교감신경흥분 효과가 우세하며 이것이 노르에피네프린의 효과와 부작용을 일으킨다. 강력한 혈관수축제이므로 노르에피네프린은 수액주입에 반응하지 않으며 체혈관 저항이 낮은 경우인 패혈성 쇼크, 척수 쇼크(spinal shock), 아나필락시스, 혈관확장성 쇼크의 치료에 사용될 수 있다.

노르에피네프린은 0.1-2 ug/kg/min 정도로 주입한다. 주입속도는 원하는 혈압과 관류의 변화에 따라서 조절한다. 주요 부작용은 고혈압, 기관 허혈, 부정맥이다. 노르에피네프린은 안전한 중심 정맥 경로로 투여하여야 한다.

(5) 니트로푸르사이드 (sodium nitroprusside)

니트로푸르사이드는 혈관 확장제로서 국소적 산화 질소 생산을 통하여 모든 혈관을 확장시킨다. 니트로푸르사이드는 치료 용량에서는 심근에 대한 직접 작용이 없고, 체혈관 및 폐혈관 저항을 감소시키므로 심박출량을 증가시킨다. 고도의 고혈압이 발생한 환자나 심근 기능이 저하와 체혈관저항의 증가로 심박출량이 감소되어 있는 환자에게 심근 수축촉진제와 함께 니트로

푸르사이드를 사용할 수 있다. 만약 혈액량이 감소한 상태라면 니트로푸르사이드는 심각한 저혈압을 유발할 수 있기 때문에 사용하지 말아야 한다.

니트로푸르사이드는 빠르게 대사되기 때문에 지속적으로 주입하여야 한다. 니트로푸르사이드는 포도당 용액과 섞어야 하며 식염수와 함께 투여하여서는 안 된다. 식염수를 투여하여야 한다면, 니트로푸르사이드를 투여하는 경로와 다른 주입경로를 확보하여야 한다. 니트로푸르사이드의 투여량은 전형적으로 1.0 ug/kg/min에서 시작하여 8 ug/kg/min까지 조절한다. 니트로푸르사이드는 혈관 내피세포와 적혈구에서 대사되며 일산화질소(nitric oxide)와 시안화물(cyanide)을 생성한다. 시안화물은 간 기능이 정상이면 간에서 대사되어 티오시안산염(thiocyanate)이 된다. 니트로푸르사이드를 고용량으로 주입하거나 간 기능이 저하된 경우, 간이 시안화물을 대사하지 못하게 되면 임상적으로 니트로푸르사이드독성이 나타난다. 게다가 간에서 대사된 티오시안산염은 신장으로 배출이 되어야만 한다. 신장기능이 나쁜 환자에서는 티오시안산염이 축적되어 환자가 보채는 것에서부터 경련까지의 중추신경계장애, 복통, 구역, 구토 등의 증상을 보이게 된다. 장기간 니트로푸르사이드의 사용을 하는 경우, 특히 주입속도가 2 ug/kg/min을 넘는 경우에는 티오시안산염 수치를 측정하여야 한다.

(6) 심근수축-혈관확장제(inodilators)

심근수축-혈관확장제는 심근 산소 요구량의 영향을 주지 않으면서 심박출량을 증가시킨다. 심근수축-혈관확장제는 심기능 저하와 체혈관 및 폐혈관 저항이 증가된 환자에서 사용된다. 현재 사용되는 제제는 암리논(amrinone)과 밀리논(milrinone)이 있다. 혈관 확장제처럼 심근수축-혈관확장제는 심근 산소 요구량을 높이지 않고 심박출량을 증가 시키며, 흔히 심박동수에는 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 상기하여야 한다.

심근수축-혈관확장제의 주요 단점은 반감기가 길다는 것이다. 투여 시 부하용량을 사용하고 유지용량을 주사한다. 대략 암리논은 투여 속도 조절 후 혈역학적 효과가 나타나는 데 18시간이 걸리고, 밀리논은 대략 4.5시간이 걸린다. 따라서 만약 독성이 나타나서 투여를 중지하여도 부작용이 바로 없어지지 않고 오래 지속된다.

밀리논은 신장으로 배설되며 암리논에 비하여 짧은 반감기를 가지고 있으므로, 흔히 선호된다. 밀리논은 초기에 50-75 ug/kg로 부하용량을 투여하고 0.5-0.75 ug/kg/min로 주입한다.

표 5-2. 소생술 후 혈액학적 안정화와 심박출량 유지위한 약물

약물	소아 용량	참고사항
에피네프린	0.1-0.3 ug/kg/min으로 시작하며 최대 1.0 ug/kg/min까지 투여	부정맥, 빈맥, 고혈압 발생 가능성이 높음
도부타민	2-20 ug/kg/min(정맥/골내 주사)	수축촉진제, 혈관 확장제
도파민	2-20 ug/kg/min(정맥/골내 주사)	투여량에 따라 심혈관계의 작용에 차이가 있음 (저용량: 신장 및 내장 혈관확장, 고용량: 혈관 수축, 심박동수 증가)
노르에피네프린	0.1-2 ug/kg/min	
암리논	부하용량: 2-3분에 걸쳐 0.75 mg/kg (정맥/골내 투여) 유지용량: 2-20 ug/kg/min	첫 부하용량 투여 후 30분 후 0.75 mg/kg로 추가 부하용량 투여 가능
밀리논	부하용량: 50-75 ug/kg (정맥 또는 골내 투여) 유지용량: 0.5-0.75 ug/kg/min	부하용량은 10-60분 이상 걸쳐서 투여
니트로푸르사이드	1-8 ug/kg/min	5% 포도당에 섞어서 사용

4) 신경계 관리

신경계기능을 보전하기 위한 핵심은 뇌에 산소 공급을 빠르게 회복시키고 신경계의 이차 손상을 방지하는 것이다. 소생 후 신경계 기능을 회복시킬 수 있는 획기적인 치료법이 없기 때문에 뇌의 추가 손상을 방지할 수 있는 일반적 지지요법을 한다.

심정지로부터 회복된 환자에서 소생 후 초기에 과호흡을 유발하지 않는다. 과호흡은 심박출량 및 뇌 정맥 환류량 감소, 뇌혈관 긴장도의 증가 등으로 뇌 관류량을 감소시키기 때문에, 과호흡을 유발하면 환자의 신경학적 예후에 악영향을 준다. 하지만 뇌압 상승으로 인하여 뇌헤르니아 소견이 관찰되는 경우에는 단기간 의도적으로 과호흡을 적용할 수 있다.

소생술 후 환자의식이 회복되지 않았을 때 12-24시간 동안 저체온(중심체온이 섭씨32-34도)을 유지하는 것이 뇌기능 회복에 도움이 될 수 있다. 하지만 체온강화 방법, 체온 강화 및 회복 시간에 대한 정해진 지침은 아직 확정되어 있지 않다. 저체온의 합병증으로 심박출량 감소, 저인산혈증, 저마그네슘혈증, 부정맥, 췌장염, 혈액응고장애, 저혈소판증 등이 발생할 수 있다.

고열은 뇌 대사량을 증가시키므로, 허혈성 뇌손상의 회복에 나쁜 영향을 준다. 심정지로부터 소생된 후에는 체온을 정상으로 유지하도록 적극 노력해야 하며, 고체온이 발생하면 최선의 노력으로 고체온을 교정하여야 한다. 체온을 주기적으로 측정하고 고체온이 발생하면 해열제와 체온강화를 위한 보조요법을 사용한다. 또한 감염의 소견이 있는지 주의 깊게 관찰한다.

경련의 발생은 대사요구량을 증가시키기 때문에 경련의 발생을 최대한 방지하여야 하고, 경

련이 발생하면 진정제를 투여하여 조절한다. 반복하여 발생하는 경련을 치료하기 위하여 신경-근 차단제가 필요할 수도 있다. 신경-근 차단제가 투여되고 있는 상태에서는 경련의 발생을 감지할 수 없을 수도 있으므로 유의하여야 한다. 경련을 유발시킬 가능성이 있는 교정 가능한 대사 이상(저혈당, 전해질 이상)을 찾아내어 교정한다.

5) 신장계 관리

심정지로부터 소생된 후 요량이 감소(영아와 소아에서 $<1.0 \text{ mL/kg/hour}$, 청소년 경우 $<30 \text{ mL/hour}$)하는 것은 탈수, 관류량의 부족과 같은 신장 전 원인이나 신장 자체의 허혈성 손상, 혹은 이 두 가지 상황의 조합으로 인해 발생한다. 혈액뇨소질소와 크레아티닌 수치를 가능한 빨리 검사한다. 신독성이 있는 약제나 신장으로 배설되는 약제는 신장 상태가 확인이 될 때 까지 피하거나 주의하여 투여한다.

6) 위장관계 관리

장음이 없거나, 복부가 팽창된 경우, 혹은 환자가 기계 환기를 필요로 할 때는 코-위 또는 입-위 삽관을 하여 위 팽창을 막거나 치료한다. 안면 손상이나 두개 기저골 골절 환자에서는 튜브가 두개 내로 들어갈 수 있기 때문에 코-위 삽관은 금기이다.

13. 병원 간 이송

소생술 후 치료는 소아중환자 치료전문가로 구성된 전문 의료팀에 의하여 시행되는 것이 필요하다. 전문 의료팀이 있는 소아 전문 치료시설로의 이송은 환자가 안정되거나 호전된 상태에서 전원 받는 의료기관과의 협조를 통하여 환아가 안전하게 이송될 수 있도록 하여야 한다. 이송 시 발생할 수 있는 합병증을 줄이기 위하여 환아의 이송을 담당하는 의료인 또는 응급구조사는 중증 상태의 소아를 처치할 수 있는 전문 교육을 받아야 하며, 소아 응급의학이나 소아 중환자 치료의 경험과 전문 교육을 받은 의사가 이송체계를 확인하고 감독하여야 한다. 환아를 이송할 때 필요한 이송장비와 이송 팀의 구성은 환자의 상황에 따라서 적절하게 구성한다. 기관 내 삽관된 환자를 이송할 때에는 이송 중에 호기이산화탄소 측정과 맥박산소측정으로 폐환기와 산소화 상태를 감시한다.

14. 소생술 시 가족의 참관

대부분의 가족들은 사랑하는 아이가 소생술을 받고 있는 동안 어떻게 진행되고 있는지 알고 싶어 한다. 특히 만성 질환으로 치료를 받고 있던 아이의 경우는 간호하던 부모나 보호자가 치료 장비와 응급처치에 대해 어느 정도 알고 있으므로, 소생술 과정 자체를 비교적 생소하지 않게 받아들일 수 있다. 사랑하는 아이의 마지막 순간을 옆에서 지켜보고 이별을 하는 것이 가족들에게 무척 정신적인 위안이 된다고 한다. 소생술 동안 옆에 있었던 가족들이 그렇지 않았던 가족들에 비해 불안감과 우울정도가 적었고, 슬픔을 잘 받아들였다고 보고되었다.

소생술시에는 소생술 의료진중 한사람이 소생술의 과정에 대하여 부모나 가족에게 가능하면 자세히 설명하고 곁에서 지켜보겠는지에 대하여 상의한다. 만약 가족이 원한다면 언제든지 참관할 수 있도록 기회를 제공해주어야 할 것이다. 병원이외의 장소에서 소생술이 시작되는 경우에는 소생술 시작 단계에서 이미 가족들이 같이 있게 될 수 있고, 병원내의 경우는 환자의 상황에 따라 참관여부가 달라질 수 있다. 가족의 참관이 소생술에 장애가 될 수 있고 사회 문화적 관점에서 소생시도가 잘못 받아들여질 수 있는 경우에는 자세한 설명을 하고 자리를 비켜주길 정중히 요구하여야 한다. 소생술 동안 가족이 참관하고 있을 때 소생술을 시행하는 의료진들은 가족들을 반드시 의식하고 주의하여야 할 것이다. 가족이 소생술 과정에 참관하고 있을 때는 가능하면 소생술 의료진중 한 사람은 가족을 위로하고, 궁금한 질문에 답변을 해주고, 가족들에게 무엇이 필요한지 상의 하도록 하여야 한다.

15. 소아에서 소생시도의 종료

불행하게도 소생시도의 종료를 결정할 수 있는 기준으로 사용할 수 있는 믿을 수 있는 지표는 없다. 쓰러지는 순간이 목격된 경우, 소생술이 빠른 시간 내에 시작된 경우, 짧은 시간 안에 전문 병원으로 이동된 경우는 소생될 가능성이 높다. 과거에는 만약 적어도 2번의 에피네프린 투여에 자발적 순환의 회복을 보이지 않는다면 살아날 가능성이 적다고 여겨졌으나, 병원 내에서 장시간 소생술을 시행 한 후에도 생존한 경우들이 보고되었다. 따라서 재발하거나 치료에 듣지 않는 심실빈맥이나 심실세동, 약물 독성으로 인한 심정지, 저체온 손상 등 가역적인 요인에 의하여 심정지가 발생한 소아 및 영, 유아에서는 장시간 지속적인 소생시도를 해보아야 한다.

제3장 신생아 소생술

전 세계에서 해마다 500만 명 정도의 신생아가 사망하고 있고, 그 중 약 19%가 신생아가사로 인한 것으로 추정된다(1995, WHO). 이들에게 적절한 소생술을 시행하면 수천 명의 신생아가 소생할 수도 있을 것이다. 약 10%의 신생아들은 출생 시 호흡을 개시하는데 약간의 도움이 필요하며, 약 1%의 신생아는 집중적인 소생술이 필요하다. 반면 적어도 90%의 신생아들은 어려움 없이 자궁 속 환경에서 자궁 밖 환경으로 이행되어, 특별한 도움이 없어도 자발 호흡을 시작할 수 있고, 태아 순환에서 신생아 순환으로 정상적인 이행과정을 마칠 수 있다.

1. 출생 전후의 생리적 반응

출생 전 태아는 모든 산소를 모체의 혈액에서 태반을 통해 확산에 의해 공급받는다. 태아의 폐는 가스교환을 하지 않기 때문에, 폐포는 공기 대신 액체로 차 있고, 폐혈관은 현저하게 수축되어 폐혈관 저항이 증가하고, 우측 심장에서 나온 혈액 중 소량의 혈액만 폐로 공급되고 대부분은 동맥관을 통해 대동맥으로 가게 된다.

출생 직후 폐포 속에 있는 액체가 폐 조직으로 흡수되고, 폐포에 공기가 차게 된다. 혈중 산소가 증가하면서 폐혈관이 이완되고 폐동맥압이 감소되어 폐혈류가 급격히 증가되며, 동맥관을 통한 혈류는 급감하고 12-24 시간 후 마침내 동맥관이 닫히게 된다. 폐포에서 흡수된 산소가 증가된 폐혈류를 통해 흡수되어, 산소가 풍부한 혈액이 좌측 심장을 통해 전신으로 순환된다. 이러한 정상적인 이행과정이 잘못되는 원인으로는 폐포의 액체를 밀어버릴 만큼 아기의 호흡이 강하지 못하거나, 기도가 태변 등의 이물로 막혀있을 경우, 과다한 출혈이 있거나 저산소성 허혈로 말미암아 심장수축이 감소되거나 서맥이 있는 경우, 폐가 가스로 팽창되지 못하거나 산소의 부족으로 폐동맥이 지속적으로 수축되고 이로 인해 폐혈류가 감소하고 전신에 산소공급에 차질을 빚는 경우 등이 있다. 순환의 이행과정이 잘못되어 산소공급이 감소하면, 장관, 신장, 근육, 피부로 가는 소동맥들이 수축하면서, 심장이나 뇌로 가는 혈류는 유지하는 혈액의 재배치가 일어나 생명유지에 필요한 기관의 기능을 보존시키게 된다. 그러나 산소부족이 계속되면, 심근 기능과 심박출량이 감소하여 혈압이 감소하고 모든 기관의 혈액공급에 차질을 빚어 비가역적인 뇌손상, 기타 기관의 손상, 더 나아가 사망에 이르게 된다. 산소부족상태가 지속되었을 때 아기가 보이는 증상으로는, 근 긴장도 저하, 호흡욕구 감소, 서맥, 저혈압, 빠른 호흡, 청색증 등이 있다. 이러한 증상들은 감염, 저혈당증, 약물 등에 의해 오는 증상과 유사하므로 감별이 필요하다.

산소 공급이 중단되면 초기에는 빠른 호흡이 있다가 결국 호흡이 멈추게 되는데, 이를 일차적 무호흡이라고 한다. 이 기간에 아기에게 말려주거나 발을 톹 톹 치는 것 같은 자극을 가하면 호흡이 회복된다. 그러나 일차적 무호흡 후에도 산소공급이 계속 중단되면 수회의 혈떡거림이 있고 나서 이차적 무호흡 단계에 이르게 된다. 이때에는 자극을 가해도 호흡이 회복되지 않으며, 반드시 보조 환기를 해야만 회복될 수 있다. 일차적 무호흡 시기에 심박동수는 감소하지만, 혈압은 이차적 무호흡 시기까지는 유지된다. 진찰로는 구별할 수 없기 때문에 자극에 의해 반응하면 일차적 무호흡으로, 반응하지 않으면 이차적 무호흡으로 간주해야 한다. 반응이 없는데도 계속적으로 자극을 가하면서 시간을 지체하는 것은 무의미한 일이다. 자극으로 즉시 호흡이 회복되지 않으면 이차적 무호흡으로 생각하여 양압 환기를 가해 주어야 한다. 이차적 무호흡 상태로 있는 시간이 길수록, 자발 호흡으로 회복하는데도 오래 시간이 걸린다. 만일 너무 시간이 오래 경과되어 심근 기능이 감소하고 혈압도 떨어져 있으면, 심장 마사지나 약물이 필요할 수도 있다.

2. 신생아소생술 개요(그림 5-8)

1) 소생술 필요에 대한 예측

신생아소생술을 성공적으로 수행하기 위해서는 미리 예측하고, 적절하게 준비하고, 정확하게 평가하여, 즉각적으로 처치해야 한다. 모두는 아니지만 대부분의 경우, 산전 혹은 분만 도중의 위험인자를 주의 깊게 살펴보면, 소생술이 필요한지 여부를 대부분 출생 전에 가려낼 수 있다. 소생술이 필요할 것으로 예상되면 추가로 숙련된 인력을 동원하고, 필요한 장비들을 준비해야 한다.

만일 37주 미만 미숙아의 분만이 예상되면 특별한 준비가 더 필요하게 된다. 미숙아의 폐는 미성숙하기 때문에 환기가 잘 안되고, 양압환기에 의해 손상 받기 더 쉽다. 또 미숙아의 뇌혈관도 미성숙하여 출혈되기 쉽고 피부도 얇으며 상대적인 표면적이 넓기 때문에 열 손실 되기 쉽고 감염에 대한 감수성이 높으며 혈액량이 적기 때문에 저혈량성 쇼크가 될 위험성이 높다.

2) 첫 신생아 평가

모든 신생아가 태어나면 소생술이 필요한지 여부를 알기 위해 다음의 4가지 질문으로 아기 상태를 재빨리 평가할 수 있다.

- 아기가 만삭아로 출생했는가?
- 양수는 태변 없이 깨끗하며, 감염의 증거가 없는가?

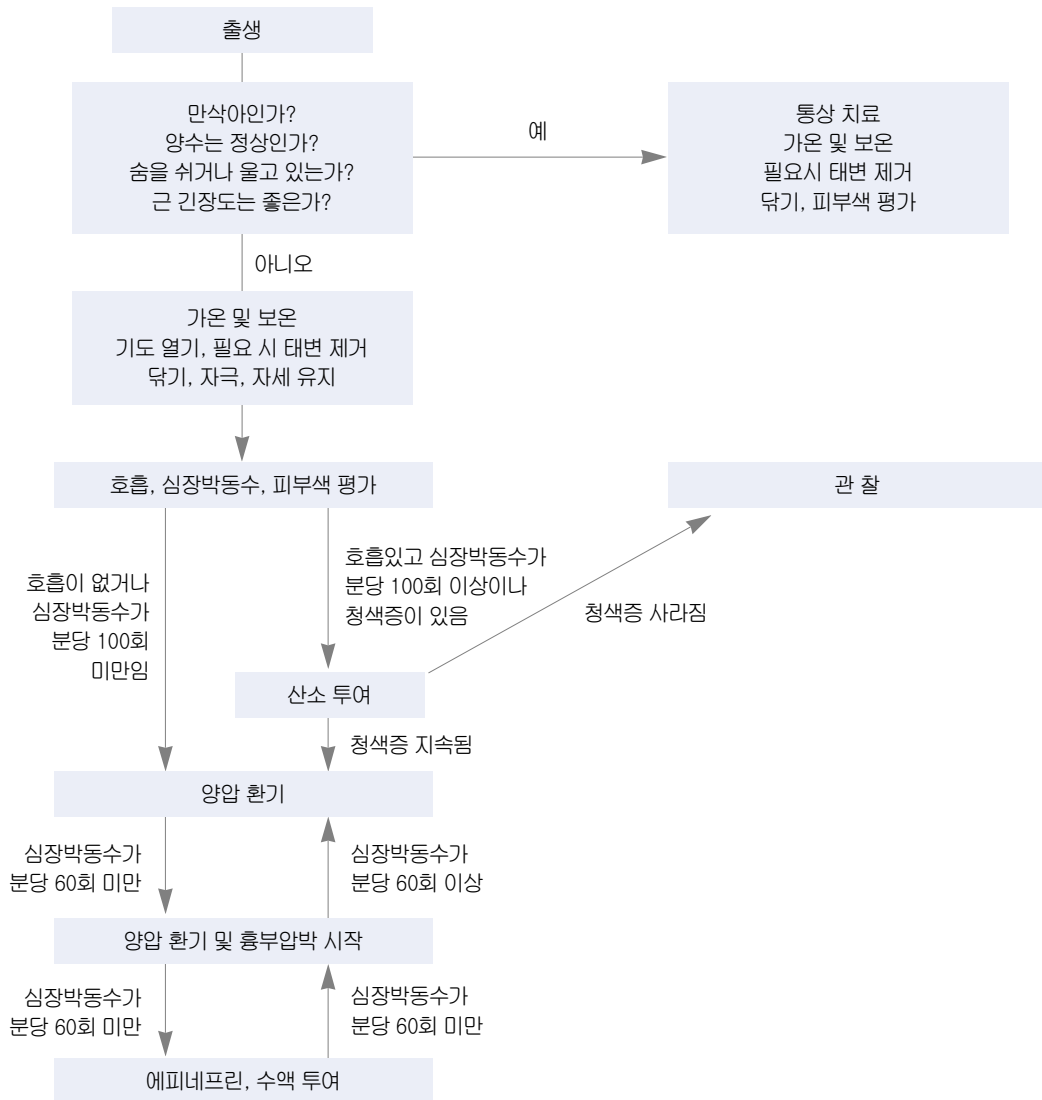


그림 5-8. 신생아소생술의 흐름도

- 아기가 숨을 쉬거나 울고 있는가?
- 아기의 근 긴장도는 좋은가?

이상의 4가지 질문에 대한 대답이 모두 ‘예’ 이면, 아기는 소생술이 필요하지 않으며, 엄마와

격리할 필요가 없다. 아기의 체온을 보온하기 위해 아기를 잘 덮고, 엄마의 가슴에 올려놓은 다음 마른 천으로 덮어준다. 그리고 숨을 쉬는지, 활동은 좋은지, 그리고 피부색이 핑크빛인지, 아기 상태를 잘 관찰한다. 만일 4가지 평가 질문에 대한 답이 한 가지라도 '아니요'가 있다면, 그 아기는 다음의 4가지 범주의 소생술 중 적어도 한 가지 이상을 실시해야 한다.

- A. 안정화를 위한 초기 처치(가온, 자세유지, 기도 청소, 닦기, 자극, 자세 재조정)
- B. 환기
- C. 흉부 압박
- D. 약물(에피네프린, 혈장 확장제 등)

3) 30초 간격의 주기적인 평가

소생술의 어느 단계만 오래 지속해서 시간 끄는 일이 없어야 한다. 즉 각 단계의 소생술은 30초간 실시하고 그 단계의 소생술이 효과적인지 주기적으로 평가해야 하며, 효과적이지 않다면 지체 없이 다음 단계로 진행해야 한다. 이러한 평가는 10초 안에 이루어져야 하며, 간단하게 측정하기 위하여 6초간 심박동수를 측정하고, 여기에 10을 곱해 분당 심박동수를 결정한다. 심박동수와 동시에 호흡, 피부색을 평가하여 추가적인 소생술을 실시할지 여부를 결정하는 과정을 반복한다.

(1) 호흡

첫 호흡 노력 이후, 신생아는 피부색이 좋아지고 심박동수가 분당 100 회 이상을 유지하기에 충분하도록 규칙적인 호흡이 유지되어야 한다. 다시 말해, 정상적인 호흡수와 깊이가 있어야 하고, 흉부의 호흡 운동이 좋아야 한다. 헐떡 호흡이 있거나 무호흡이 있다는 것은 보조 환기가 필요하다라는 것을 가리킨다. 심박동수가 올라가거나 내려가는 것도 상태가 호전되거나 악화된다는 것의 증거가 된다.

(2) 심박동수

분당 100회 이상 유지되어야 한다. 심박동수를 측정하는 장소는 제대의 하부를 두 손가락으로 가볍게 잡고 제대동맥의 맥박을 느끼거나, 흉부 좌측에 청진기로 심박음을 들으면 된다. 심박동수를 측정하는 사람은 박동과 동시에 손가락으로 까딱거리어서 다른 사람도 아기의 심장 박동수를 알 수 있도록 해야 한다.

(3) 피부색

아기의 입술과 몸통은 핑크색이어야 한다. 아기의 피부색을 관찰하는 것은 호흡과 순환이 적절한지를 평가하는 가장 빠르고, 눈으로 확인할 수 있는 지표가 된다. 산소가 부족해서 발생하는 중심성 청색증은 입술, 혀, 그리고 몸통에서 푸른빛을 띠게 된다. 일단 적절한 심박동수와 환기가 확립되었다면, 중심성 청색증은 아니며, 단순한 저산소증을 의미한다. 손상되지 않은 신생아는 산소를 공급하지 않아도 점막이 핑크빛으로 되고, 핑크빛 상태를 유지한다. 이에 반해 말단 청색증(손과 발에만 국한된 청색증)은 출생 직후 정상에서도 보일 수 있는 소견이며 간혹 오래 지속하기도 한다. 중심성 청색증이 없는 말단 청색증은 산소 부족을 의미하지 않으며, 따라서 말단 청색증만으로 산소를 투여할 필요가 없다.

창백하거나 피부가 얼룩거리는 것은 심박출량 저하, 심한 빈혈, 저혈량, 저체온, 산혈증 등의 징후일 수도 있다.

3. 초기 처치

소생술에서 초기 처치란 아기를 복사열원 아래에 두어 가운을 해주고, 머리를 소위 ‘냄새 맡는 자세(sniffing position)로 두어 기도를 열어주고, 고무 구 주사기나 흡인 카테터로 기도를 청소해주고, 아기를 잘 닦으면서 호흡에 대한 자극을 주는 것 등을 말한다.

1) 체온 유지

신생아들은 나면서 양수나 피로 젖어 있어 증발열에 의한 열손실을 당하기 쉽다. 또 상대적으로 표면적이 넓고, 피하지방이 얇기 때문에 더욱 열손실을 당하기 쉽다. 그래서 아기가 낳자마자 온 몸, 특히 머리를 잘 닦고, 엄마와 피부를 맞대고 담요로 덮어 주거나, 복사 가온기나 가온패드 등을 사용해서 주위 온도를 올려 주어야 한다.

소생술을 시행할 때에도 아기를 반드시 복사 가온기 밑에 두어야 하며, 이렇게 함으로써 의료가진이 아기에게 접근하기 쉽고, 복사열로 열손실을 감소시키도록 한다. 이 때 아기를 담요나 타월로 덮지 말고, 벗긴 채로 두어 아기의 상태를 관찰하기 쉽고, 복사열이 아기에게 도달하도록 해야 한다. 기관내삽관, 흉부 압박, 혈관 주사로 확보 등의 처치를 할 때도 반드시 체온 조절을 하는 조치를 취하면서 실시해야 한다.

출생체중 1500 g 미만의 극소 저체중출생아들은 열손실을 줄여주는 전통적인 방법을 사용한다고 해도 저체온이 되기 쉽다. 이러한 이유로 아기를 복사 가온기 아래에 두거나 아기를 플라

스티크 랩(식용, 내열성 비닐)으로 싸 주는 것 같이 추가적인 가온 방법을 할 것을 추천한다. 추가적인 가온으로 인해 고체온이 되지 않도록 체온을 주의 깊게 모니터해야 한다.

열이 있는 산모에서 태어난 아기들은 주산기에 호흡 저하, 신생아 경련, 뇌성 마비, 사망률 등이 높은 것으로 보고되고 있다. 허혈 동안이나 허혈 이후에 고온에 노출되면 뇌 손상의 진행과 연관이 있으므로, 고온은 반드시 피해야 한다. 목표는 정상 체온이 되도록 한 다음에 인위적인 고체온을 피하는 것이다.

2) 자세 유지

아기의 목을 약간 신전시켜 소위 ‘냄새맡는 자세(sniffing position)’ 상태로 하고, 인두 후방, 후두, 기관이 일직선에 놓이도록 자세를 잡아 주어야 한다(그림 5-9). 이런 자세는 보조 환기를 할 때나 기관내삽관을 할 때도 필요하다. 특히 목이 과도하게 신전되거나 굴곡 되지 않도록 주의해야 한다. 이런 자세를 유지하기 위하여 담요나 타월을 조금 말아서 어깨 밑에 넣어 주면 좋다.

3) 기도 청소

기도를 청소하는 방법은 태변착색의 유무, 아기의 활동 정도에 따라 3가지로 나눌 수 있다.

① 태변착색이 있고 활발하지 않을 경우

호흡이 저하되어 있거나, 근 긴장도가 감소되어 있거나, 심박동수가 분당 100회 미만일 경우 활발하지 않다(not vigorous)고 정의한다. 태변 착색이 있고 활발하지 않다면 다음의 조치를 시행하여 태변흡입 증후군이 발생하지 않도록 예방해야 한다.

- 후두경을 삽입하고 12F나 14F 흡입관을 이용하여 입과 인두 후방부를 깨끗하게 볼 수 있도록

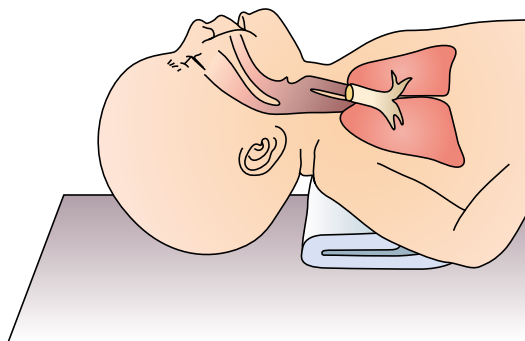


그림 5-9. 신생아의 기도 열기

록 이물을 흡인한다.

- 기관내삽관을 실시한다.
- 튜브 끝에 흡인 장치를 연결한다. 특별한 태변 흡인장치(meconium aspirator)를 사용하면 편리하다.
- 튜브를 서서히 빼면서 흡인을 걸어준다.
- 더 이상의 태변이 거의 없을 때까지 필요하면 반복한다. 당장 소생술이 필요할 정도로 심박동수가 감소되지만 앓다면 태변제거를 우선으로 한다.

태변농도가 연하든지 진하다는 분류는 기관 내 흡인을 위해서는 더 이상 사용하지 않는다. 태변 흡입을 방지하기 위한 다른 조치들(흉부를 쥐어짜거나 손가락을 입안에 넣어 제거하는 것, 혹은 밖에서 기도를 막는 방법 등)도 더 이상 사용하지 않는다.

② 태변착색은 있지만 활발한 경우

태변은 있지만, 호흡 노력이 정상적이고, 근 긴장도도 정상이며, 심박동수가 분당 100회 이상으로 아기가 활발한 경우에 해당한다. 출생 후 평상시처럼 구형 고무주사기(bulb syringe)나 직경이 큰 흡인관을 이용하여 입과 코 안에 있는 분비물이나 태변을 제거한다.

양수에 태변이 착색된 산모에서 태어난 아기에 일상적으로 분만 중에 입-인두 혹은 코-인두 흡인을 하는 것은 현재 더 이상 추천하지 않고 있다. 또 아기가 활발하면 출생 직후에 기관내삽관을 통한 흡인도 권장되지 않는다.

③ 태변이 없는 경우

코와 입을 타월로 닦아주거나 구형 고무주사기나 흡인관을 이용하여 기도에 있는 분비물을 제거할 수 있다. 만일 분비물이 너무 많으면 머리를 한쪽으로 돌려서, 뺨 안에 고이도록 하여 쉽게 제거할 수 있다. 벽이나 펌프를 이용하여 흡인할 경우, 흡인 강도는 흡인관을 막았을 때 음압이 대략 100mmHg 정도 되도록 조정한다. 코 안에 있는 분비물을 먼저 제거할 경우 아기가 혈떡 호흡을 하면서 입안의 분비물을 흡입할 수도 있다. 이를 방지하기 위하여 반드시 코보다 입을 먼저 흡인해야 한다(알파벳 순서처럼, 'Mouth 먼저, Nose 다음!'). 이러한 입과 코의 분비물은 아기가 호흡하기 전에 제거해야 기관이나 폐로 흡입되는 것을 막을 수 있다.

흡인관을 통해 흡인할 경우 너무 심하게 흡인 하거나 관을 깊숙이 삽입하면 미주신경을 자극하여 심한 서맥이나 무호흡을 초래할 수도 있다. 그래서 평상시에는 구형 고무주사기를 이용하여 짧고, 부드럽게 흡인하는 것이 좋다. 만일 서맥이 나타나면 흡인을 중지하고 심박동수를 체크

해야 한다. 흡인하는 것이 기도를 청소하는 역할 뿐 아니라 어느 정도 자극의 역할도 하게 된다.

4) 닦아주기, 자극하기, 다시 자세잡기

자세를 잡아주거나 이물질들을 흡인하는 것으로 호흡을 시작하게 하는 충분한 자극이 될 수 있지만, 젖은 아기를 닦아 주는 것도 또 하나의 자극이 될 수 있다. 온 몸과 머리를 마른 수건으로 잘 닦아주어 열손실을 줄여줄 수 있다. 만일 두 사람이 소생술을 실시하고 있다면, 한사람은 자세를 잡고 기도를 깨끗하게 하는 동안, 다른 사람은 아기를 닦아주면 된다. 닦을 타월이나 담요를 미리 덥혀 놓아야 한다. 첫 번째 타월로 아기의 젖은 몸을 대부분 닦아 낸 다음 젖은 타월은 버리고, 미리 덥혀진 두 번째 타월을 이용하여 계속 나머지를 닦아 주면서 아기를 자극한다. 담요나 타월이 젖으면 즉시 제거하여 이로 인해 열손실이 일어나지 않도록 해야 한다. 아기를 닦아주고 나서 아기의 머리가 ‘냄새 맡는 자세’가 되도록 다시 자세를 잡아주어야 한다.

대부분의 경우 닦아주고 흡인하는 것으로 호흡이 시작되는 자극이 충분히 이루어지지만, 적절한 호흡이 안 되면 간단한 추가적인 피부 자극이 필요할 수도 있다. 이런 자극은 호흡을 시작하는 것을 자극할 뿐 아니라, 양압환기 후 자발호흡을 지속할 수 있도록 자극하는 데도 유용하다.

안전하고 적절한 피부 자극 방법에는

- 발바닥을 손바닥으로 가볍게 때리거나 손가락으로 톡톡 치기
- 아기의 등, 몸통, 사지를 부드럽게 비벼주기

등이 있다.

과격하게 자극하거나 아기를 흔들면 심각한 손상을 줄 수 있으므로, 절대로 하면 안 된다(표 5-3).

또 피부 자극으로 호흡이 돌아오지 않으면 이것은 이차적 무호흡 상태에 있음을 의미하므로, 양압호흡을 실시해야 한다. 계속 피부 자극하는 데 시간을 허비해서는 안 된다.

5) 환기의 중요성

신생아 소생술에서 가장 효과적이며, 가장 중요한 행위는 환기를 도와주는 것이다. 어떤 활력 징후가 이상이 있든지 관계없이 환기를 확립시켜주고, 환기를 개선시키면 거의 모든 신생아가 반응한다. 열손실을 최소화하고, 기도를 깨끗하게 하며, 자발호흡이 생기도록 자극하는데 수초 정도만 사용하도록 하라. 만일 그 때도 아기가 무호흡 상태이면, 그 다음 가장 적절한 행동은 환기를 보조해 주는 일이다. 태변을 제거하려면 다소 시간이 더 걸릴 수도 있지만, 첫 처치의 전 과정에 걸리는 시간이 30초인 것을 명심해야 한다. 숨을 쉬지 않거나 심박동수가 분당 100회 미

표 5-3. 아기를 자극하는 방법 중 아기에게 해로운 행동과 부작용

아기에게 해로운 행동	가능성이 있는 부작용
아기를 거꾸로 세워 등이나 엉덩이를 때린다.	멍
흉곽을 짜준다.	골절, 기흉, 호흡곤란, 사망
아기의 대퇴부를 구부려 배에 힘을 가한다.	간이나 비장 파열
항문 괄약근을 넓혀준다.	괄약근 파열
뜨겁거나 찬 물로 자극하거나 목욕시킨다.	고체온, 저체온, 화상
아기를 흔들어댄다.	뇌손상

만일 아기에게 산소를 공급하거나 계속해서 자극하는 행위는 아무 소용도 없고 적절한 치료를 지연시킬 뿐이다.

6) 산소 투여

아기가 자발적으로 호흡은 하지만 중심성 청색증을 보일 경우 산소 투여의 적응증이 된다. 일부에서는 공기(산소 21%)로 소생술을 실시하여도 100% 산소로 소생술을 실시한 경우와 유사한 효과를 보인다고 주장하지만, 결론을 내리기에는 좀 더 연구가 필요하다. 만일 실내 공기로 소생술을 시작하였다면, 출생 후 90초 내에 상당한 정도로 좋아지지 않는다면 산소 보충요법을 사용하는 것을 추천하고 있다. 그 상황에서 추가적인 산소가 준비되지 않다면, 실내 공기로 양압 환기를 반드시 실시해야 한다.

자유 유출 산소(free flow oxygen)란 아기 코 위에 산소를 붙어 넣어줘서 아기가 산소가 풍부한 공기를 호흡하게 하는 것을 말한다. 자유 유출 산소를 공급하는 방법으로는 산소 마스크, flow-inflating bag, T-piece resuscitator, 산소 튜브 등을 이용하는 방법이 있으며, self-inflating bag으로 자유 유출 산소를 공급하는 것은 신뢰할 수 없다.

만일 소생술 이후에도 호흡과 심박동수는 안정되었지만 산소투여가 계속 필요할 경우, 반드시 맥박산소측정기와 동맥혈 가스분석을 통해 산소투여 농도를 결정해야 한다. 특히 미숙아의 경우 과도한 산소에 쉽게 손상 받을 수 있다. 또 장기간 산소투여를 해야 하는 경우 반드시 가온, 가습으로 열손실이나 호흡기 점막 손상을 방지해야 한다. 소생술에서와 같이 수 분간 산소를 투여하는 경우에도 반드시 가온, 가습시켜 줄 필요야 없지만, 분당 10L 이상으로 유속이 빠를 경우에는 대류에 의한 열손실이 심각한 문제가 될 수도 있다. 보통 자유 유출 산소로 산소를 줄 경우 유속은 분당 5L 정도가 적절하다.

산소투여로 중심성 청색증이 더 이상 나타나지 않으면 공기로 호흡해도 핑크빛이 유지될 때까지 보충 산소를 점차적으로 중단한다. 자유 유출 산소로도 청색증이 지속되면 심각한 폐질환,

청색증 심질환, 신생아 지속적 폐고혈압 등 다른 원인들을 고려해야 한다.

4. 양압 환기

만일 계속 무호흡이나 혈색 호흡 상태이거나, 초기 처치를 시행하고 30초 후에 심박동수가 계속 분당 100회 미만이거나, 산소 보충요법을 실시함에도 지속적으로 중심성 청색증을 보이면, 양압환기를 시작한다.

양압환기를 주는 방법으로는 self-inflating bag, flow-inflating bag, T-piece resuscitator를 이용하는 방법이 있다. 먼저 self-inflating bag은 가장 흔하게 사용되며, 짜낸 다음에 저절로 부풀어 오르기 때문에 사용하기 쉽다고들 생각하며, 압력강하밸브(pressure releasing valve, pop-off valve)를 가지고 있어 최고 흡기 압력을 제한하여 과도한 압력의 공기가 들어오는 것을 방지한다. 그러나 아가의 얼굴에 마스크가 잘 대어져 있지 않아도 부풀어 오르기 때문에 마스크의 밀착 여부를 알 수 없고, 고농도의 산소를 공급하기 위해서는 산소 저장소를 백의 꼬리부분에 연결하여야 하며, 자유 유출 산소를 공급하는 데에 사용하기는 적당치 않다. 또 지속적 양압환기(CPAP: continuous positive airway pressure)를 효과적으로 공급해 주는 것은 불가능하고, 호기말 양압환기(PEEP: positive end-expiratory pressure)는 특수 'PEEP valve'를 장착하는 경우에만 가능하다.

Flow-inflating bag은 수술장에서 널리 사용하기 때문에 흔히 '마취과 백'으로 알려져 있다. 장점으로는 백을 통하여 나가는 산소의 농도는 백 안으로 들어온 산소의 농도와 똑 같고, 마스크 밀착이 잘 되어있는지 알기 쉬우며, 100% 농도의 산소를 자유 유출 산소로 주는 데에 적합하다. 그러나 마스크 밀착이 잘 되어있지 않다면 백이 부풀어 오르지 않기 때문에 사용하기 쉽지 않고, 반드시 압축 공기가 필요하기 때문에 병원 밖에서는 사용할 수 없으며, 과도한 압력을 조절하는 안전밸브가 없는 단점이 있다.

T-piece resuscitator는 새로운 환기방법으로 균일한 압력을 줄 수 있고, 최고 흡기압력(PIP)과 호기말 양압환기(PEEP)를 확실하게 조절할 수 있으며, 100% 산소 같은 고농도의 산소를 줄 수 있고, 시술자가 훨씬 덜 피곤한 장점이 있다. 그러나 사용하기 위해서는 압축공기가 필요하기 때문에 병원 밖에서는 사용할 수 없고, 폐가 얼마나 '딱딱한지' 시술자가 느낄 수 없으며, 소생술 중 압력의 변경이 어렵다. 압축된 공기가 소진되거나 T-piece resuscitator의 오작동에 대비하여 self-inflating bag은 소생술이 필요한 곳에는 꼭 준비되어 있어야 한다.

각 소생기마다 과도한 압력이 가해지지 않도록 안전장치가 있는데, self-inflating bag에는

pop-off valve, flow-inflating bag에는 flow-control valve와 pressure manometer, T-piece resuscitator에는 maximum pressure relief와 inspiratory pressure controls 등이 있다.

만일 심박동수가 빠르게 증가하고, 색깔과 근 긴장도가 호전되며, 청진기로 호흡음이 잘 들리고, 적당하게 흉벽이 움직인다면 효과적으로 양압환기 되고 있다는 징후로 볼 수 있다.

마스크는 크게 쿠션이 있는 제품과 쿠션이 없는 제품으로 나누어진다. 쿠션이 있는 마스크는 테두리가 아가의 얼굴 모양에 잘 맞아 쉽게 잘 밀착되고, 밀착을 시키기 위하여 압력을 세게 가할 필요가 없으며, 마스크의 위치가 좋지 않은 경우에도 눈에 손상을 줄 가능성이 적다. 쿠션 없는 제품은 아가의 얼굴 융기부에 잘 안착되지 않아 밀착시키기가 어렵고, 마스크의 위치가 좋지 않을 경우 눈에 손상을 입힐 수 있으며, 마스크를 너무 세게 압박하면 얼굴에 멍이 들게 하기 때문에, 가능하면 쿠션이 있는 마스크를 사용하는 것이 좋다. 만삭아용 마스크로 미숙아에게 효과적 인 환기를 시키는 것은 불가능하다. 그러므로 다양한 크기의 마스크를 준비해야 한다.

소생술을 시행하기 전에 반드시 기구들이 조립되어 있어야 하고, 기구들이 잘 작동되는지 검사해야 한다. 먼저 각 기구들이 조립하여 산소에 연결되어 있어야 하고, 필요하면 산소 저장소도 준비해야 한다. 또 적절한 크기의 마스크들을 준비되어야 하고, 산소 혼합기(oxygen blender)는 꼭 필요한 것은 아니지만 있으면 준비해 놓는다. 성공적인 마스크 환기에는 현대식 장비와 숙련된 시술자 보다 더 필요한 것이 있으니, 바로 제대로 동작하여야 한다는 것이다. 그래서 잘 작동하는지 반드시 사용 전에 검사해야 하고, 검사 방법과 제대로 동작하는지 빨리 알아내는 법을 숙지해야 한다.

양압환기 전에 옳은 크기의 마스크인지, 기도 청결이 되었는지, 자세는 괜찮은지, 침상 옆에서 시술자의 위치는 적절한지 등을 확인해야 한다.

각 소생기에서 양압을 공급하여 폐를 확장시키려면, 마스크 밀착이 매우 중요하다. 특히 flow-inflating bag을 사용할 경우에는 얼굴과 마스크 사이에 밀착이 제대로 되어있지 않으면 백이 부풀어 오르지 않기 때문에, 마스크 밀착에 더욱 신경을 써야 한다. 양압 환기는 분당 40에서 60회를 실시한다.

마스크가 밀착되고 폐가 적절히 팽창되어 적절한 환기가 제공되면, 심박동수가 증가하고, 색깔과 근 긴장도가 호전되며, 자발 호흡이 회복되는 것으로 알 수 있다. 아기가 호전되면 양압환기를 서서히 중단하고, 자유 유출 산소를 주면서 자발호흡을 관찰한다. 또 부드러운 자극으로 호흡을 유도하고, 회복된 자발호흡이 적절한지, 적절한 호흡이 지속되는지를 모니터한다. 아기가 중심성 청색증을 보이면 자유 유출 산소를 주어 아기가 핑크 빛을 띠도록 해 준다.

만일 호전이 안 된다면, 마스크 밀착이 잘 안 되었거나 기도가 막혔거나, 압력이 적절하지 못한 경우를 고려해야 한다. 만일 마스크 밀착이 잘 안 되었다면, 마스크를 다시 위치하고, 테두리

에 조금 더 힘을 주고, 턱을 좀 더 치켜들어 본다. 그렇다고 얼굴 쪽으로 눌러대지는 말아야 한다. 만일 기도가 막혔다면 아기의 자세를 확인하고 목을 좀 더 펼쳐 본다. 또 입과 구강인두, 코에 분비물이 있는지 확인하고 필요하다면, 입과 코를 흡인한다. 아기의 입을 약간 벌리고 호흡 시키면 도움이 된다. 만일 압력이 약하다고 생각되면, 압력을 더 높인다. 압력강하밸브가 달린 백을 사용하는 중이라면 밸브가 동작할 때까지 압력을 높인다. 그래도 생리적인 호전이 전혀 없다면 기관내삽관을 시행한다.

양압환기를 수분 이상 계속하게 될 경우, 공기로 가득한 위가 팽창하면 횡격막에 압력을 주어 폐의 충분한 확장을 방해하고, 위 내용물의 역류로 폐내 흡입을 일으킬 수 있다. 이러한 문제를 방지하기 위하여, 양압환기를 오래 할 것으로 예상되면 입-위삽관을 한다. 먼저 8F 영양관과 20 mL 주사기를 준비한다. 삽입할 구위관의 길이는 인중부터 귀밑까지 거리와 귀밑부터 검상돌기와 배꼽의 중간까지의 거리를 합하면 된다.

계속해서 아기가 좋아지지 않는다면 흉곽 움직임은 적당한지, 산소 공급이 적절한지 점검해야 한다. 만일 흉곽 움직임이 적절하지 않다면, 마스크는 잘 밀착되어 있는지, 머리 자세가 나빠져나, 코 입 인두의 분비물로 기도가 막힌 것은 아닌지, 소생기가 잘 작동하고 있는지, 압력은 적절한지, 위에 공기가 들어차서 폐의 확장을 방해하는 것은 아닌지 등을 다시 점검해 본다. 만일 적절한 산소가 공급되지 않다면, 산소투병이 산소원과 소생기 사이에 잘 연결되어있는지, 공기가 유량계를 통하여 나오는지, self-inflating bag을 이용한다면 산소저장소가 연결되어 있는지, 벽에서 나오는 산소가 아닌 탱크를 이용하여 산소를 공급한다면 탱크에 산소는 남아있는지 등을 다시 점검 해 본다.

이 모든 요소를 다 체크하였는데도 흉곽확장이 잘 안된다거나, 양측으로 호흡음이 잘 들리지 않는다면 기관내삽관을 해야 하는 순간이다. 효과적인 환기를 시켜주는 것이 모든 성공적인 소생술의 핵심이다. 30초 동안의 적절한 양압환기로도 아기의 상황이 점점 더 나빠지거나 호전의 기미가 없고, 심박동수가 분당 60회 미만이라면 다음 단계는 흉부압박을 시행해야 한다.

5. 기관내삽관

신생아 소생술 도중 다음과 같은 경우 기관내삽관의 적응이 될 수 있다:

- 태면을 기관 내로 흡인해야 하는 경우
- 백-마스크 환기가 비효율적이거나 오래 해야 하는 경우
- 흉부 압박을 실시할 때

- 약물을 기관지 내로 주입해야 하는 경우
- 선천성 횡격막 탈장이나 초극소 저체중출생아(<1000 g)와 같이 특별한 소생술의 경우

기관내삽관에 소요되는 시간은 의료진의 숙련도나 경험에 따라 달라질 수 있다.

기관내삽관을 하고 나서 간헐적인 양압환기를 실시하면 신속하게 심박동수가 올라가는 것으로 튜브가 기관지에 위치하고 있고 환기가 효과적이라는 사실을 알려주는 가장 좋은 지침이 된다. 극소 저체중출생아를 포함한 영아들에게 있어서 기관내삽관의 위치를 확증시켜주는데 호기 이산화탄소 검출이 효과적이다. 심박출량이 적절한 경우, 검사가 양성(이산화탄소 검출)이면 관이 기관지 내에 위치하고 있다는 것을 확증할 수 있으며, 결과가 음성(이산화탄소 미검출)이면 관이 식도 내에 위치한다는 것을 암시한다. 폐혈류가 약하거나 없으면 위음성(튜브가 기관지에 있으면서도 이산화탄소 미검출)이 나올 수도 있지만, 심폐정지 상태에 있지 않는 한 거의 모든 환자에 있어서 튜브의 위치를 정확하게 분별시켜 준다. 위양성이 나오면 심박출량이 적은 위독한 아기에게 불필요하게 발관을 유도할 수도 있다.

튜브의 위치를 알려주는 다른 임상 증상으로는 호기 시 튜브 내에 습기 찬 가스가 응결하는지 보는 것과 흉곽 운동 여부 등이지만, 이런 것은 신생아를 체계적으로 평가하는 것은 아니다. 튜브의 위치는 삽관 시 반드시 눈으로 확인해야 하며, 만일 심박동수가 계속 낮거나 상승하지 않으면 삽관 후 튜브 위치를 확인하는 절차를 거쳐야 한다.

6. 흉부 압박

산소보충과 함께 30초간 적절한 환기에도 불구하고 심박동수가 분당 60회 미만인 경우 흉부 압박의 적응이 된다. 환기가 신생아 소생술에서 가장 효과적인 조치이며, 흉부 압박이 효과적인 환기를 저해할 수도 있기 때문에, 흉부 압박을 실시하기 전에 의료진은 보조 환기가 적절하게 이루어지고 있다는 것을 다시 확인해야 한다.

흉부 압박을 하는 위치는 흉골의 아래쪽 1/3 지점인데, 양쪽 젖꼭지를 연결한 가상선과 흉골이 만나는 부위부터 검상돌기 위쪽 사이를 압박하면 된다. 이때 검상돌기 부분을 압박하면 검상돌기로 인한 간 손상이 올 수 있기 때문에 너무 아래쪽을 압박하는 것은 피해야 한다. 압박하는 깊이는 흉곽의 전후 길이의 1/3정도로 압박을 실시해야 한다. 두 가지 방법이 있는데, 손가락으로 흉곽을 감싸고 등 뒤를 받쳐준 다음 엄지손가락 2개로 압박하는 방법(2 thumb-encircling hands technique)과 다른 손으로 등을 받치고 손가락 두 개로 압박하는 방법(2-finger



그림 5-10. 신생아에서 두 엄지손가락으로 흉부압박을 하는 방법

technique)이 있다(그림 5-10). 엄지손가락을 이용하는 방법은 손가락 두개를 이용하는 방법 보다 높은 수축기 압력과 관상동맥 관류압을 얻을 수 있기 때문에, 엄지손가락을 이용하는 방법이 신생아의 흉부압박을 실시하는 방법으로 추천되고 있다. 그러나 제대도관을 삽입할 때에는 손가락 두 개를 이용하는 방법이 선호되고 있다.

압박을 이완하는 시간보다 약간 짧게 하는 것이 아주 어린 아기에서 혈류를 증가시키는데 이론적으로 유리하다. 또한 흉부 압박과 환기가 동시에 가해지지 않도록 반드시 협조해야 한다. 흉부 압박을 이완시키는 동안 흉부가 완전하게 다시 팽창되도록 해야 하며, 이때도 흉부 압박하는 사람의 엄지손가락이 아기의 흉곽에 떨어지면 안 된다. 흉부 압박과 환기의 비율은 반드시 3:1이 되어야 하며, 1분에 90회의 흉부 압박과 30회의 호흡이 이루어져서 합해서 대략 분당 120회가 될 수 있도록 한다. 각 event 마다 1/2초의 시간이 배당되도록 하고, 각 환기 이후 처음 흉부 압박 동안에 호기가 일어나도록 한다.

호흡, 심박동수, 피부색을 30초 마다 다시 평가해야 하며, 자발적으로 심박동수가 분당 60회 이상이 될 때까지 조화된 흉부 압박과 환기를 계속 실시해야 한다.

7. 약물

신생아의 소생술에서 약물이 필요한 경우는 드물다. 신생아에서 보이는 서맥은 대개 폐의 팽

창이 부적절하게 되거나 저산소증이 심할 때 발생하기 때문에, 이를 교정하기 위해서는 적절하게 환기를 확보해 주는 것이 가장 중요하다. 그러나 100% 산소와 함께 적절한 환기를 실시하고 흉부 압박을 해주었음에도 불구하고 심박동수가 계속 분당 60회 미만이면 에피네프린이나 혈장 확장제 혹은 모두를 주입해야 하는 적응증이 될 수 있다. 드물게 완충액, 마약 길항제, 혈압 상승제 등을 소생술 이후에 사용할 수도 있다.

1) 에피네프린

과거에는 에피네프린을 처음 주입할 때 기관튜브로 주는 것을 권장하였다. 왜냐하면 정맥으로 주입하기 위해 혈관 주사로를 확보하는데 걸리는 시간보다 기관튜브로 주입하는 것이 빨리 주입할 수 있기 때문이다. 에피네프린을 기관내로 주입할 때 적절한 용량에 대한 자료가 아직 부족하기 때문에, 에피네프린을 주입하려면 혈관이 확보 되는대로 정맥 내에 주사해야 한다.

정맥 내로 주입할 때 추천되는 용량은 0.01~0.03 mg/kg/dose이다. 혈관을 확보하는 도중에, 기관 내관을 통하여 용량을 더 늘려서(0.1 mg/kg까지) 사용하는 것을 고려할 수 있지만, 아직 효과나 안정성은 검증되지 않았다. 어떤 경로를 사용하든지 epinephrine의 농도는 반드시 1:10,000 (0.1 mg/mL)이어야 하고, 주입속도는 가능한 한 빠르게 주입한다.

2) 혈장 확장제

실혈이 의심되거나 아기가 쇼크(피부가 창백하고, 관류가 나쁘고, 맥박이 약할 때)에 빠진 것 같이 보일 때, 그리고 다른 소생술 방법으로 적절하게 반응을 보이지 않을 때 혈장 확장제의 사용을 고려해야 한다. 분만실에서 혈장 확장제를 사용할 때 알부민을 사용하기 보다는 등장성 결정질 용액(예, 생리 식염수)을 우선 사용한다. 추천되는 용량은 10 mL/kg이고, 필요하면 다시 반복할 수도 있다. 미숙아의 소생술 시에 많은 용량의 주사액을 너무 빨리 주입하면 뇌실 내 출혈이 야기될 수 있으므로, 혈장 확장제를 너무 빠르게 주입하지 않도록(5~10 분에 걸쳐 주입) 주의를 기울여야 한다.

3) 중탄산나트륨

심한 대사성 산증이 의심되거나 동맥혈 가스검사에서 대사성 산증이 확진되면 중탄산나트륨의 사용을 고려해 볼 수 있다. 그러나 환기가 제대로 되지 않을 경우 중탄산나트륨을 사용하면 산증이 더욱 악화될 수 있기 때문에, 사용하기 전 환기가 제대로 이루어지는지 반드시 확인해야 한다. 중탄산나트륨은 고농도로 부식성이 매우 강하기 때문에 기관 내로 주입해서는 안 된다. 고농도이기 때문에 1:1로 희석하여 4.2%로 준비해서 사용하며, 반드시 혈류가 많은 중심정맥에

사용해야 하는데 제대정맥이 선호된다. 용량은 2 mEq/kg(4.2% 용액 4 mL/kg)으로 아주 천천히 (1 mEq/kg/min 보다 빠르지 않게) 주입해야 한다.

4) 날록손

분만실에서 호흡 저하가 있는 신생아를 소생술을 실시할 때, 초기에 날록손을 주사하는 것은 추천되지 않는다. 만일 날록손 주입이 고려되는 상황이라도, 환기를 보조해 주어 심박동수와 피부색을 먼저 회복시켜야 한다. 선호하는 주입 경로는 정맥주사 혹은 근육주사이다. 아직 신생아에 대한 임상 자료가 부족하기 때문에, 날록손을 기관 내로 주입하는 것은 권장되지 않는다. 권장 용량은 0.1 mg/kg이다. 산모가 장기간 마약을 복용하고 있을 때 신생아에게 날록손을 주면 경련 등의 위험이 있기 때문에 주어서는 안 된다. 날록손은 원래 엄마에게 있었던 마약보다 반감기가 짧을 수도 있기 때문에, 신생아가 반복적으로 무호흡이 있는지 혹은 저환기에 빠졌는지 면밀하게 모니터링해야 하고, 필요하다면 날록손을 다시 투여할 수 있다.

8. 소생술 이후 처치

소생술이 필요했던 아기들은 활력징후가 정상으로 회복한 다음에도 다시 나빠질 수 있는 위험이 있다. 일단 적절한 환기와 순환이 확립되면, 세심한 모니터와 그에 따른 처치가 가능한 곳에 입원하거나 전원 시켜야 한다. 시행한 소생술 단계에 따라 소생술 이후 처치를 3단계로 분류한다.

1) 일반적 처치

거의 90%에 이르는 활발한 만삭아이면서 위험인자도 없고, 태변착색도 없는 경우이다. 이 아기들은 출생 후 처치를 위해 엄마와 격리될 필요가 없이 엄마의 가슴에 안아 엄마의 체온으로 따뜻하게 해 주고, 젖은 몸을 건조시켜 주고, 마른 리넨을 덮어줌으로 체온조절을 실시할 수 있다. 아기의 입과 코를 닦아주어서 상기도의 이물을 제거해 준다. 이러한 처치를 하면서 아기의 상태(호흡, 활동, 피부색)를 평가하여 다음 단계의 처치가 필요한지 판단한다.

2) 관찰

출생 전 혹은 출생당시 위험인자가 있거나, 양수나 피부에 태변 착색이 있거나, 호흡이나 활동이 저하된 경우, 청색증이 있는 경우 등이 해당된다. 이런 아기들은 반드시 복사 온열기 밑에

두어야 하며, 온열기 밑에서 아기를 평가하고 적절하게 첫 처치를 실시해야 한다. 여러 가지 문제로 발전될 위험인자들을 가지고 있기 때문에 출생 직후에는 자주 아기를 평가해야 한다. 대부분의 경우 심폐모니터링이 가능한 중간단계 신생아 집중치료실에 입원하며, 활력징후를 자주 체크한다. 그러나 보호자 면회를 허용하여 아기를 보고 만지고 가능하면 안게 하여 안정감을 주고 애착관계를 향상시키게 한다.

3) 소생술 후 치료

양압환기나 그 이상의 집중적인 소생술이 필요한 경우로, 악화를 반복하고 나중에 후유증이 생길 가능성이 높은 경우이다. 일반적으로 이런 아기들은 계속되는 처치나 모니터링이 가능한 신생아 집중치료실에 입원해야 한다. 이 경우에도 부모의 자유로운 면회를 허용해야 한다.

9. 소생술 보류와 중단에 대한 지침

신생아에 대한 유병률과 사망률은 지역이나 의료자원에 따라 매우 다양하다. 또한 아기들에게 적극적인 치료의 장단점에 관한 의견이 신생아 치료에 관련된 사람마다 매우 다양하다.

1) 소생술 보류

높은 사망률과 나쁜 결과가 예상되는 상태를 미리 예견하여, 특별히 부모의 동의를 구할 수 있는 경우, 소생술을 보류하는 것이 타당한 것으로 간주할 수 있다. 각각의 증례마다 산과팀, 신생아팀, 부모들이 일관성 있고 동등한 접근을 하는 것이 중요한 목표다. 소생술을 처음부터 하지 않는 것과 소생술 도중이나 소생술 이후에 생명연장 수단을 중지하는 것은 윤리적으로 타당해야 하고, 의사는 기능적인 생존이 높지 않을 것으로 예상될 때 생명 연장을 중단하는데 주저해서는 안 된다. 다음의 지침들은 해당 지역의 현재 결과들에 의해 재해석되어야 한다.

- ① 재태기간, 출생체중, 혹은 선천성 기형이 거의 확실하게 조기 사망과 연관이 있을 때, 드문 생존자 중에 수용하기 힘든 심한 후유증이 예상될 때, 소생술이 적용되지 않는다. 예를 들면, 극심한 미숙아(재태기간 23주 미만, 출생체중 400 g 미만), 무뇌증, trisomy 13 같이 생존하기 힘든 염색체 이상.
- ② 생존율이 높고, 수용가능한 후유증이 예상되는 경우에는 소생술이 거의 항상 적용이 된다. 재태기간 25주 이상(자궁내 감염이나 저산소성-허혈성 같은 태아 손상의 증거가 없다면),

대부분의 선천성 기형 등이 일반적으로 이에 해당한다.

- ③ 생존율이 경계에 있고, 유병률은 비교적 높으며, 아기에 대한 부담이 높을 것으로 예상되면서 예후가 불확실할 때, 부모가 소생술을 시작하고 싶은 욕망이 있으면 마땅히 존중해 주어야 한다.

2) 소생 노력 중지

소생술을 10분 동안 실시했음에도 불구하고 생명의 징후(심박이 없고, 호흡 노력이 없음)가 없는 아기들은 사망률이 높거나 심한 신경 발달적 장애를 보인다. 지속적이고 적절한 소생술을 10분간 시행한 후에 생명에 대한 징후를 보이지 않으면 소생술을 중단하는 것이 정당화될 수 있다.

부록 1.

신생아 소생술 장비와 공급물품 목록

흡인 장비
구 주사기(bulb syringe)
흡인 기계와 흡인 관
흡인 카테터 5F or 6F, 8F, 10F, 12F, 14F
8F 영양관 20-mL 주사기
태변 흡인기(meconium aspirator)
백과 마스크 장비
90%에서 100% 산소를 공급할 수 있는 양압 환기 장치
안면 마스크, 신생아용, 미숙아용(테두리에 쿠션이 있는 것이 더 좋다)
산소 공급원, 유량계(유속은 10 L/min까지), 공급관
기관내 삽관 장비
후두경 직선날, No.0 (미숙아용), No.1 (만삭아용)
여분의 후두경 전구, 전지
기관지 내관 내경 2.5 mm, 3.0 mm, 3.5 mm, 4.0 mm
속침(stylet) [선택사항]
가위
테이프, 혹은 기관지내관 고정 장치
알코올 스펀지
후두마스크기도기[선택사항]
약물
에피네프린 1:10,000 (0.1 mg/mL) – 3 mL 혹은 10 mL 앰플
혈장확장용 등장 정질액(isotonic crystalloid)
– 생리 식염수 혹은 링거액 100 혹은 250 mL

중탄산나트륨 4.2% (5mEq/10 mL) 10 mL 앰플 날록손 0.4 mg/mL – 1 mL 앰플 또는 1.0 mg/mL – 2 mL 앰플 포도당 10%, 250 mL 관세척(flushing)용 생리 식염수 제대 혈관 삽관 물품 - 열균 장갑 - 작은칼(scalpel) 혹은 가위 - 소독액 - 제대 테이프 - 제대관, 3.5F, 5F - Three-way stopcock 주사기 1, 3, 5, 10, 20, 50 mL 주사바늘 25, 21, 18 G
기타 장갑 및 개인 보호 장구 복사열 가온기 혹은 기타 열원(heat source) 초침이 있는 시계 [선택사양 타이머] 덥혀진 린넨 청진기 (가능하면 신생아용) 테이프 1/2 or 3/4 인치 심장 모니터와 전극 혹은 맥박 산소측정기와 탐색자(probe) [분만실 선택사양] 입-인두기도기 (사이즈 0, 00, 000, 혹은 길이 30 mm, 40 mm, 50 mm)
미숙아용 [선택사양] 압력 공기원 산소 혼합기 (oxygen blender) 맥박산소측정기와 탐색자(probe) 이송용 보육기 (신생아실로 이송도중 아기 체온 유지위해)

부록 2.

신생아 소생술의 필요성과 연관된 위험 인자

산전 위험인자	
당뇨병 산모	과속아
임신성 고혈압	다태아
만성 고혈압	재태연령과 맞지 않은 태아의 체중
태아 빈혈 혹은 동종면역	약물치료
태아사망 혹은 신생아 사망 과거력	마그네슘
임신 중기나 후기의 출혈	아드레날린 차단제
산모의 감염	산모의 약물남용
산모의 심장, 신장, 폐, 갑상선 혹은 신경 질환	태아의 기형
태아 수종	태아의 활동 감소
양수과다증, 혹은 양수과소증	산전 진찰 소홀
양막조기파수	산모 나이 < 16 혹은 >35
분만 중 위험인자	
응급 제왕절개술	지속적인 태아 서맥
겸자 분만 혹은 진공 분만	태아 심박 패턴의 이상
둔위 혹은 다른 자세 이상	전신마취 사용
조산	자궁에 대한 과도한 자극
난산	분만 4시간 전 산모의 마약 투여
용모양막염	양수의 태변 착색
조기 양막 파수	제대 탈출
(분만 전 18 시간 이상)	태반 박리
진통 지속 (>24 시간)	전치 태반
분만 2기 지연 (>2 시간)	분만 중 심각한 출혈
과체중아	

참고문헌

1. 2005 American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. Circulation 2005;112:IV156-195.
2. Allwood AC, Madar RJ, Baumer JH, Readdy L, Wright D. Changes in resuscitation practice at birth. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2003;88:F375-F379.
3. American Academy of Pediatrics, American College of Obstetricians and Gynecologists. In: Gilstrap LC, Oh W, eds. Guidelines for Perinatal Care. 5th ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2002:2187.
4. Atkins DL, Jorgenson DB. Attenuated pediatric electrode pads for automated external defibrillator use in children. Resuscitation 2005;66:31-37.

5. Atkins DL, Sirna S, Kieso R, Charbonnier F, Kerber RE. Pediatric defibrillation: importance of paddle size in determining transthoracic impedance. *Pediatrics* 1988;82:914-918.
6. Atkinson E, Mikysa B, Conway JA, Parker M, Christian K, Deshpande J, et al. Specificity and sensitivity of automated external defibrillator rhythm analysis in infants and children. *Ann Emerg Med* 2003;42: 185-196.
7. Aufderheide TP, Pirralo RG, Yannopoulos D, Klein JP, von Briesen C, Sparks CW, et al. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest?compression-decompression techniques. *Resuscitation* 2005;64:353-362.
8. Bailey JM, Miller BE, Lu W, Tosone SR, Kanter KR, Tam VK. The pharmacokinetics of milrinone in pediatric patients after cardiac surgery. *Anesthesiology* 1999;90:1012-1018.
9. 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;31:1511-1520.
10. Barton P, Garcia J, Kouatli A, Kitchen L, Zorka A, Lindsay C, Lawless S, Giroir B. Hemodynamic effects of i.v. milrinone lactate in pediatric patients with septic shock: a prospective, double-blinded, randomized, placebo-controlled, interventional study. *Chest* 1996;109:1302-1312.
11. Beland MJ, Hesslein PS, Finlay CD, Faerron-Angel JE, Williams WG, Rowe RD. Noninvasive transcutaneous cardiac pacing in children. *Pacing Clin Electrophysiol* 1987;10:1262-1270.
12. Berg RA, Otto CW, Kern KB, Sanders AB, Hilwig RW, Hansen KK, et al. High-dose epinephrine results in greater early mortality after resuscitation from prolonged cardiac arrest in pigs: a prospective, randomized study. *Crit Care Med* 1994;22:282-290.
13. Bhende MS, Thompson AE, Orr RA. Utility of an end-tidal carbon dioxide detector during stabilization and transport of critically ill children. *Pediatrics* 1992;89(pt 1):1042-1044.
14. Birmingham PK, Cheney FW, Ward RJ. Esophageal intubation: a review of detection techniques. *Anesth Analg* 1986;65:886-891.
15. Boie ET, Moore GP, Brummett C, Nelson DR. Do parents want to be present during invasive procedures performed on their children in the emergency department? A survey of 400 parents. *Ann Emerg Med* 1999;34:70-74.
16. Buunke G, van der Hoeven JG, Meinders AE. Cerebrovascular reactivity in comatose patients resuscitated from a cardiac arrest. *Stroke* 1997;28:1569 -1573.
17. 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;103:2483-2488.
18. Davis PG, Tan A, O'Donnell CP, Schulze A. Resuscitation of newborn infants with 100% oxygen or air: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2004;364:1329-1333.
19. De Leeuw R, Cuttini M, Nadai M, Berbik I, Hansen G, Kucinska A, et al. Treatment choices for extremely preterm infants: an international perspective. *J Pediatr* 2000;137:608-616.
20. Doyle CJ, Post H, Burney RE, Maino J, Keefe M, Rhee KJ. Family participation during

- resuscitation: an option. *Ann Emerg Med* 1987;16:673-675.
21. Draper ES, Manktelow B, Field DJ, James D. Tables for predicting survival for preterm births are updated. *BMJ* 2003;327:872.
 22. Duncan BW, Ibrahim AE, Hraska V, del Nido PJ, Laussen PC, Wessel DL, et al. Use of rapid-deployment extracorporeal membrane oxygenation for the resuscitation of pediatric patients with heart disease after cardiac arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:305-311.
 23. Fiser DH. Intraosseous infusion. *N Engl J Med*. 1990;322:1579-1581.
 24. Friedman FD. Intraosseous adenosine for the termination of supraventricular tachycardia in an infant. *Ann Emerg Med* 1996;28:356-358.
 25. Gluckman PD, Wyatt JS, Azzopardi D, Ballard R, Edwards AD, Ferriero DM, et al. Selective head cooling with mild systemic hypothermia after neonatal encephalopathy: multicentre randomised trial. *Lancet* 2005;365:663-670.
 26. Guidelines for the transfer of critically ill patients. Guidelines Committee of the American College of Critical Care Medicine; Society of Critical Care Medicine and American Association of Critical-Care Nurses Transfer Guidelines Task Force. *Crit Care Med* 1993;21: 931-937.
 27. Gurnett CA, Atkins DL. Successful use of a biphasic waveform automated external defibrillator in a high-risk child. *Am J Cardiol* 2000;86:1051-1053.
 28. Haddad B, Mercer BM, Livingston JC, Talati A, Sibai BM. Outcome after successful resuscitation of babies born with Apgar scores of 0 at both 1 and 5 minutes. *Am J Obstet Gynecol* 2000;182:1210-1214.
 29. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Angquist KA, Holmberg S. Characteristics and outcome among children suffering from out of hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation* 2005;64:37-40.
 30. Herzenberg JE, Hensinger RN, Dedrick DK, Phillips WA. Emergency transport and positioning of young children who have an injury of the cervical spine. The standard backboard may be hazardous. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:15-22.
 31. Hollander JE, Hoffman RS, Gennis P, Fairweather P, DiSano MJ, Schumb DA, et al. Prospective multicenter evaluation of cocaine-associated chest pain. Cocaine Associated Chest Pain (COCHPA) Study Group. *Acad Emerg Med* 1994;1:330-339.
 32. Kattwinkel J, Niermeyer S, Nadkarni V, Tibballs J, Phillips B, Zideman D, et al. An advisory statement from the Pediatric Working Group of the International Liaison Committee on Resuscitation. *Middle East J Anesthesiol* 2001;16:315-351.
 33. Kerns W II, Kline J, Ford MD. Beta-blocker and calcium channel blocker toxicity. *Emerg Med Clin North Am* 1994;12:365-390.
 34. Kirk CR, Gibbs JL, Thomas R, Radley-Smith R, Qureshi SA. Cardiovascular collapse after verapamil in supraventricular tachycardia. *Arch Dis Child* 1987;62:1265-1266.
 35. Kleinman ME, Oh W, Stonestreet BS. Comparison of intravenous and endotracheal epinephrine during cardiopulmonary resuscitation in newborn piglets. *Crit Care Med* 1999;27:2748-2754.
 36. Kolecki PF, Curry SC. Poisoning by sodium channel blocking agents. *Crit Care Clin* 1997;13:829-848.

37. Liebelt EL. Targeted management strategies for cardiovascular toxicity from tricyclic antidepressant overdose: the pivotal role for alkalization and sodium loading. *Pediatr Emerg Care* 1998;14:293-298.
38. Lim SH, Anantharaman V, Teo WS, Goh PP, Tan AT. Comparison of treatment of supraventricular tachycardia by Valsalva maneuver and carotid sinus massage. *Ann Emerg Med* 1998;31:30-35.
39. Lindner KH, Dirks B, Strohmenger HU, Prengel AW, Lindner IM, Lurie KG. Randomised comparison of epinephrine and vasopressin in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Lancet* 1997;349:535-537.
40. Lopez-Herce J, Garcia C, Dominguez P, Carrillo A, Rodriguez-Nunez A, Calvo C, et al. Characteristics and outcome of cardiorespiratory arrest in children. *Resuscitation* 2004;63:311-320.
41. Meyers TA, Eichhorn DJ, Guzzetta CE. Do families want to be present during CPR? A retrospective survey. *J Emerg Nurs* 1998;24:400-405.
42. Morris MC, Wernovsky G, Nadkarni VM. Survival outcomes after extracorporeal cardiopulmonary resuscitation instituted during active chest compressions following refractory in-hospital pediatric cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2004;5:440-446.
43. Oca MJ, Nelson M, Donn SM. Randomized trial of normal saline versus 5% albumin for the treatment of neonatal hypotension. *J Perinatol* 2003;23:473-476.
44. Offord RJ. Should relatives of patients with cardiac arrest be invited to be present during cardiopulmonary resuscitation? *Intensive Crit Care Nurs* 1998;14:288-293.
45. Orlowski JP, Porembka DT, Gallagher JM, Lockrem JD, VanLente F. Comparison study of intraosseous, central intravenous, and peripheral intravenous infusions of emergency drugs. *Am J Dis Child* 1990;144:112-117.
46. Park C, Bahk JH, Ahn WS, Do SH, Lee KH. The laryngeal mask airway in infants and children. *Can J Anaesth* 2001;48:413-417.
47. Parra DA, Totapally BR, Zahn E, Jacobs J, Aldousany A, Burke RP, et al. Outcome of cardiopulmonary resuscitation in a pediatric cardiac intensive care unit. *Crit Care Med* 2000;28:3296-3300.
48. Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NL, Cobbe SM. Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying etiology. *Heart* 2003;89:839-842.
49. Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room: associated clinical events. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149:20-25.
50. Perondi M, Reis A, Paiva E, Nadkarni V, Berg RA. A comparison of high-dose and standard-dose epinephrine in children with cardiac arrest. *N Engl J Med* 2004;350:1722-1730.
51. Quan L, Graves JR, Kinder DR, Horan S, Cummins RO. Transcutaneous cardiac pacing in the treatment of out-of-hospital pediatric cardiac arrests. *Ann Emerg Med* 1992;21:905-909.
52. Ramenofsky ML, Luterman A, Quindlen E, Riddick L, Curreri PW. Maximum survival in pediatric trauma: the ideal system. *J Trauma* 1984;24:818-823.
53. Rankin AC, Rae AP, Oldroyd KG, Cobbe SM. Verapamil or adenosine for the immediate

- treatment of supraventricular tachycardia. *Q J Med* 1990;74:203-208.
54. 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;109:200-209.
 55. Sagarin MJ, Chiang V, Sakles JC, Barton ED, Wolfe RE, Vissers RJ, Walls RM. Rapid sequence intubation for pediatric emergency airway management. *Pediatr Emerg Care* 2002;18:417-423.
 56. 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;107:3250-3255.
 57. Schierhout G, Roberts I. Fluid resuscitation with colloid or crystalloid solutions in critically ill patients: a systematic review of randomised trials. *BMJ* 1998;316:961-964.
 58. Shankaran S, Laptook AR, Ehrenkranz RA, Tyson JE, McDonald SA, Donovan EF, et al. Whole-body hypothermia for neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy. *N Engl J Med* 2005;353:1574-1584.
 59. Simma B, Burger R, Falk M, Sacher P, Fanconi S. A prospective, randomized, and controlled study of fluid management in children with severe head injury: lactated Ringer's solution versus hypertonic saline. *Crit Care Med* 1998;26:1265-1270.
 60. Somberg JC, Bailin SJ, Haffajee CI, Paladino WP, Kerin NZ, Bridges D, et al. Intravenous lidocaine versus intravenous amiodarone (in a new aqueous formulation) for incessant ventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 2002;90:853-859.
 61. Tobias JD, Meyer DJ. Noninvasive monitoring of carbon dioxide during respiratory failure in toddlers and infants: end-tidal versus transcutaneous carbon dioxide. *Anesth Analg* 1997;85:55-58.
 62. Ushay HM, Notterman DA. Pharmacology of pediatric resuscitation. *Pediatr Clin North Am* 1997;44:207-233.
 63. Vain NE, Szyld EG, Prudent LM, Wiswell TE, Aguilar AM, Vivas NI. Oropharyngeal and nasopharyngeal suctioning of meconium-stained neonates before delivery of their shoulders: multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2004;364:597-602.
 64. Weinstein RS. Recognition and management of poisoning with betaadrenergic blocking agents. *Ann Emerg Med* 1984;13:1123-1131.
 65. Wiswell TE, Gannon CM, Jacob J, Goldsmith L, Szyld E, Weiss K, et al. Delivery room management of the apparently vigorous meconium-stained neonate: results of the multicenter, international collaborative trial. *Pediatrics* 2000;105:1-7.
 66. Young KD, Gausche-Hill M, McClung CD, Lewis RJ. A prospective, population-based study of the epidemiology and outcome of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest. *Pediatrics* 2004;114:157-164.
 67. Zaritsky AL. Catecholamines, inotropic medications, and vasopressor agents. In: Chernow B, ed. *The Pharmacologic Approach to the Critically Ill Patient*, 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994: p.387-404.

