

병원 전 영아 심정지 환자에서 150J 제세동과 심폐소생술 시행 후 생존한 1례

윤형완¹ · 홍수미² · 전윤철³ · 이재민^{4*}

¹전주비전대학교 응급구조과, ²전주비전대학교 보건행정학과

³익산소방서 팔봉119안전센터, ⁴광주보건대학교 응급구조과

A survived case after 150J defibrillation and CPR were performed for out-of-hospital infant cardiac arrest

Hyeong-Wan Yun¹ · Soo-Mi Hong² · Yoon-chul Jeon³ · Jae-Min Lee^{4*}

¹Department of Emergency Medical Technology, Vision University, College of Jeonju

²Department of Healthcare Management, Vision University, College of Jeonju

³Palbong 119center, Iksan Fire-Fighter Station

⁴Department of Emergency Medical Technology, Gwangju Health University

=Abstract =

Purpose: The purpose of the study is to emphasize the importance of out-of-hospital cardiac arrest resuscitation. This resuscitation by paramedic is very effectively performed under the medical direction of the doctors.

Methods: The cardiac arrest victim was 4 month old infant. Informed consent from the parents of the infant was received. CPR combined with 150J defibrillation was performed to the 4 month old infant.

Results: We reported that the 4 month old infant survived the cardiac arrest. Out-of-hospital cardiac arrest infant survived after 150J automated external defibrillator and CPR performance.

Conclusion: Specific operative protocol is important because the paramedic can apply the proper manual defibrillator effectively. It is important to extend the work scope of the EMT.

접수일: 2013년 10월 17일 수정일: 2013년 11월 22일 게재확정일: 2013년 12월 17일

* Corresponding Author: Jae-Min Lee

Department of Emergency Medical Service, Gwangju Health University, 73 bungmun-daero(st) 419beon-gil(rd), Gwangsan-gu, Gwangju, Republic of Korea

Tel: +82-62-958-7753 Fax: +82-62-958-7797 E-mail: mediemt1@ghu.ac.kr

Key words: Automated external defibrillator, Cardiopulmonary resuscitation, Out of hospital cardiac arrest, Pediatric advanced life support

I. 서 론

소아 심정지의 생존율은 양질의 소아전문소생술을 어떻게 제공하는가에 달려 있다. 소아전문소생술을 하는 동안에는 기관삽관이나 심전도 모니터링 및 환자이동으로 양질의 기본소생술이 시행되는 것이 지연되므로 소아소생술을 하는 동안에는 기본소생술의 알고리즘대로 소생술을 제공할 수 있도록 하여야 한다[1,2]. 일반적으로 병원외의 장소에서 심정지(Out-of-hospital cardiac arrest)가 발생한 환자는 심정지의 원인질환, 심정지로부터 기본소생술이 시작될 때까지의 시간, 심정지시의 심전도 소견, 전문소생술이 시행될 때까지의 시간이 생존율에 영향을 줄 수 있다[3]. 그러나 영아는 호흡기 질환이나 쇼크와 관련된 사망으로 초기 심전도에서 무수축의 빈도가 높고, 생존율이 훨씬 낮은 것으로 보고되었다[4,5]. 성인 심정지에 대한 병원 전 AED(Automated external defibrillator) 사용과 심폐소생술에 대한 연구는 국내·외에서 많이 보고되었으나, 병원 전 소아의 심폐소생술에 대한 보고는 많이 부족하며, 특히 영아 심정지 환자에서 병원 전에 제세동을 시행할 경우에 1급 응급구조사가 수동으로 적절한 전기용량을 시행해야 할지에 대한 연구는 부족하다. 또한 응급의료에 관한 법률의 응급구조사 업무범위와 119구급대원 현장응급처치 표준지침의 내용이 차이가 있어 통일된 지침이 필요하다.

본 사례연구는 병원 전 영아 심정지 환자를 심폐소생술과 자동제세동 150J을 시행하여 자발순환이 회복(ROSC, Return of spontaneous circulation)되어 생존 퇴원한 1세 이하 심정지 환자 소생사례를 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 절차

환아는 전북지역 M소방서에 J119안전센터 출동지역에서 거주한 환아를 대상으로 하였다. 본 사례연구 대상자는 병원 전 영아 심정지 환자로 심폐소생술과 자동제세동 150J을 시행하여 회복된 환자(ROSC)로, 한 번의 구급차 이송과 두 번의 헬기 이송으로 생존 퇴원한 1세 이하 심정지 소생환자를 대상으로 하였다. 연구를 위해 M소방서 및 환아 보호자에게 연구목적을 설명하고 연구동의를 구한 뒤 연구동의서에 서명을 받았다. 연구를 위해 구급활동일지, 심폐정지환자 응급처치 세부 상황표, 진료환자기록부, 진료소견서를 이용하였다.

III. 증 례

아침 07:53분 4개월된 영아가 무호흡 및 청색증을 보인다고 119소방재난종합상황실에 신고가 접수되었다. J119안전센터와 현장과의 거리는 2 km 이고 6분이 지난 07:59분에 현장에 도착하였다.

4개월된 환아는 이전에 서맥(2:1 AV Block with escape) 및 심장질환으로 J대학교병원에 정기적으로 외래 검사를 하는 환아였다. 평소와 다름없이 저녁에 잠을 잘 이루었으나 아침에 갑자기 의식 변화를 보이고 이상하다고 하여 환아 어머니가 119에 신고를 하였다.

119구급대가 현장 도착시 환아는 청색증을 동반하고 의식 및 호흡과 맥박도 없었다. 119구급대는 1급 응급구조사와 2주 구급교육을 받은 구급대원으로 구성되었으며, 1급 응급구조사는 즉시 흉부

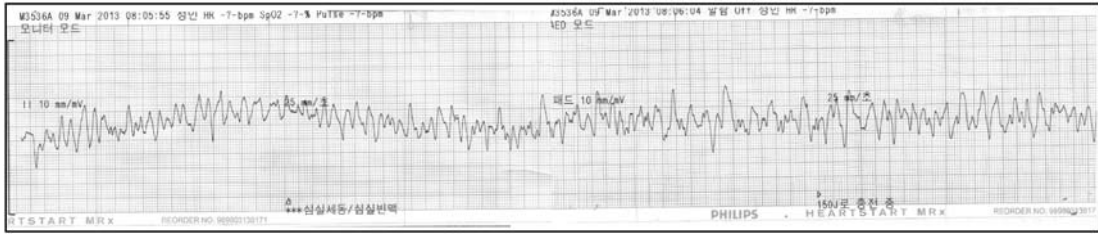


Fig. 1. Rhythm was a patient's initial ventricular fibrillation rhythm.

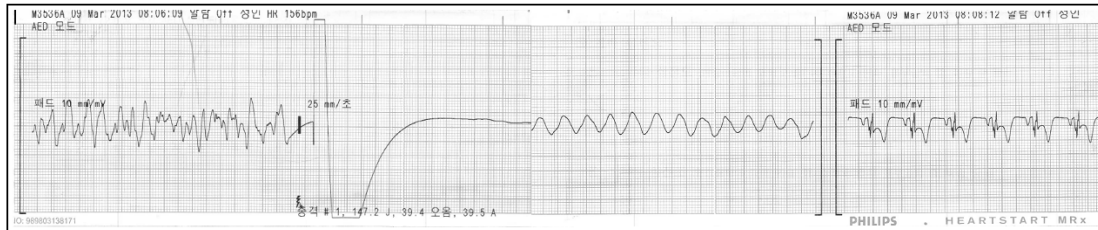


Fig. 2. Ventricular fibrillation rhythm following the first electric shock.

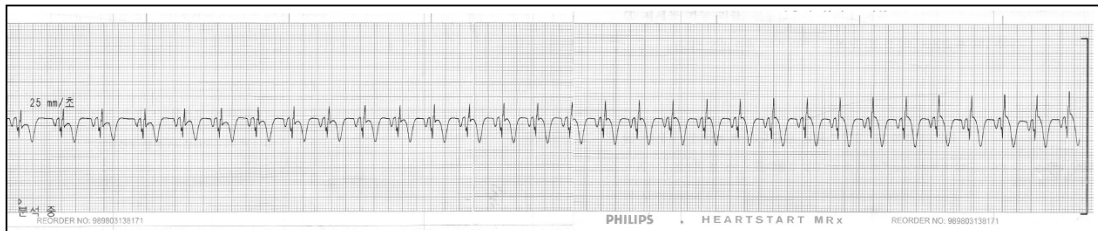


Fig. 3. ROSC(Return of spontaneous circulation) rhythm following the first electric shock.

압박과 인공호흡을 시작하였고, 다른 구급대원은 1급 응급구조사가 영아 심폐소생술을 하는 동안 구급차로 이동하여 이송준비를 하였다. 환아는 AED 모니터에서 심실세동이 관찰되어 즉시 제세동 150J를 시행하였고(Fig. 1), 즉시 흉부압박과 인공호흡을 2분간 지속하였다. 이후 환아는 자발 호흡이 돌아왔으며, 위팔동맥에서 맥박이 촉진되었다(Fig. 2). 환아의 의식은 여전히 반응이 없었고 호흡은 분당 6회로, BVM을 이용하여 인공호흡을 시행하였으며 맥박은 분당 115회로 규칙적인 동성리듬으로 보여졌다(Fig. 3). SpO₂는 LOW, 동공반사는 양쪽산동(5 mm/5 mm)으로 무반응이

었다. 현장에서 가장 가까운 의료원까지 10여분 만에 도착하였다. 병원 내원시 환아 상태가 불안정하여 공중보건국의에 의해 기관삽관이 시행되었고 Epinephrine을 3회 투여하면서 흉부압박을 5분간 지속하였다. 염화나트륨포도당주사액(1:4) 500 ml를 정맥주사하고, 100%산소를 제공하여 SpO₂ 100%까지 확인되었다. 맥박은 강하고 명확해졌으며 동공반사 또한 양성으로 호전되었다. 환아는 자발순환이 회복되었으나 환자상태가 안정되지 않아 권역응급의료센터로 이송을 결정하였다. 지방 의료원에서 권역응급의료센터까지는 약 1시간 정도 소요되며 장거리 이송으로 이차 심정지 가능성

이 있어 119소방중합상황실에 헬기를 요청하였다. 구급대원이 헬기에 동승하여 환자 심전도 모니터링과 인공호흡을 하면서 권역응급의료센터에 이송하였다.

권역응급의료센터 응급실 내원 당시 서맥이 있어서 Isoproterenol을 0.05 mcg/kg/min으로 주입하였으며, 중환자실(ICU, Intensive care unit) 입원 중 맥박이 39회/min로 떨어져 1:10,000 Epinephrine 0.5 mL를 주사 하였다. 발병 24시간 후 오전에 다시 동빈맥(Sinus tachycardia)과 심실빈맥(Ventricular tachycardia)이 보였으나 자발순환이 회복되었고, 이후 EKG(Electrocardiography) rhythm이 불안정하여 심박동이 100~170회/분으로 불안정한(Fluctuation) 소견을 보였다. 이후 전신강직간대발작(Generalized tonic clonic seizure)이 지속되어 Ativan 2회 투여, Midazolam 9 mcg/kg/min, Phenobarbital 6 mg을 점적투여하였다. 환자는 Ventilator care(PIP 12/PEEP 4, FiO₂ 0.35, RR 20)와 Isoproterenol 0.035 mcg/kg/min으로 투여하였고 심정지가 의심되어 AED로 모니터링을 유지하고 있었다. 환자는 심방실차단, Long QT syndrome, 원인불명의 서맥, 경련성 발작으로 최종 진단하고 Chest X-ray 검사 상 원인불명의 기흉을 보였으며 마지막 동맥혈 가스 검사시 pH 7.465, PCO₂ 27.9 mmHg, PO₂ 171.2 mmHg, HCO₃⁻ 20.3 mmol/L이었다. Pacemaker insertion 및 추가적인 치료를 위해 서울 S병원으로 헬기 이송하였다.

S병원에서 EEG(Electroencephalography)를 시행 후 Isoproterenol을 주사하였고 이후 AED 모니터링을 유지하며 Isoproterenol을 감량하며 대중요법에 들어갔다. 당시 심장질환으로 서맥(Bradycardia)이 지속되고 심실세동 재발 가능성이 있어 Pacemaker나 ICD(Implantable cardioverter defibrillator) insertion을 해야 하나, 지속적인 경련으로 뇌 상태가 좋지 않아 늦추었다.

Congenital long QT syndrome을 감별하기 위해 염색체 검사를 진행하였고, 이후 Pacemaker insertion을 위해 수술 전 혈액검사, 소아 진정 Brain MRI(Magnetic resonance imaging), Nasal MRSA 등을 진행하였다. 발병 10일째 Implantation of ICD를 결정하고 수술 직후 BP 38/23 mmHg, SpO₂ 78%로 저하되어 심폐소생술을 2분간 시행한 후 회복되었다. 수술 이후 활력징후는 정상으로 유지되었으며 특별한 이상증상을 보이지 않고 상태 호전되어 퇴원하였다.

IV. 고 찰

소아의 심정지는 갑작스럽게 발생하지 않으며 “심장외의” 원인으로 인한 경우가 많다. 이러한 원인으로서는 영아돌연사증후군(SIDS, Sudden infant death syndrome), 외상, 익수, 중독, 호흡기 질환, 이물에 의한 기도폐쇄, 패혈증, 신경계질환들이 심폐정지의 가장 흔한 원인으로 알려져 있으나 [6], 일반적으로 병원 외에서 발생하는 소아 심정지는 특징적으로 저산소증과 고탄산혈증으로 인한 호흡정지와 서맥에서부터 진행되는 무수축 심정지라고 하였다[7]. 병원 외에서 발생한 심폐정지로부터 소아 심정지 환자가 생존한 경우는 대부분의 연구에서 3~17%로 보고되었으나, 호흡정지만 있었던 소아는 소생술 후 신경학적 문제가 없는 생존율이 50% 이상 보고가 되었고[6], 즉각적이고 효과적인 흉부압박과 인공호흡이 심정지가 있는 소아에서 자발순환회복을 향상시키고 신경학적 손상이 없는 생존을 증가시킬 수 있다[8]. 국제소생술교류위원회의 권고안에 의하면 적절한 EMS(Emergency medical services) 체계와 자원의 활용도 그리고 소생술 시행자가 적절히 적용될 수 있어야 한다고 하였다[6].

본 환자가 병원 전 현장에서 10분의 심폐소생

술에도 생존할 수 있었던 요인은 심정지 시간이 짧았고, 119구급대의 적절한 흉부압박과 인공호흡, 초기 흉부압박 후 심전도 리듬이 심실세동으로 전환되었고, 즉각적인 AED 제세동으로 소생 치료와 병원에서의 전문소아심장소생술이 적절히 이루어졌다는 점을 들 수 있다. 본 환자는 평소 2:1 방실차단을 가지고 있는 환자로 서맥에 의한 심정지가 의심되어 심폐소생술 시작과 동시에 약물투여가 필요하였다. 심폐소생술 진행 중 심실세동에 대해서는 AED를 이용한 제세동을 시행하였다. 가까운 응급의료기관까지는 12 km이고 구급차 운전을 담당하는 대원 1명과 구급차 내에서 응급처치를 담당하는 1급 응급구조사 1명으로 심폐소생술이 이루어졌다. AED 제세동은 성인 용량으로 지정되어 있으며, 소아용 패드나 전기용량 감쇄기는 별도로 지급받지 못하였기 때문에 지정된 AED를 이용하여 제세동을 할 수밖에 없었다. 영아에게 제세동을 할 때는 전문 응급구조사가 수동 제세동기를 사용하는 것이 좋다고 보고된 바 있다[9]. 또한 영아에게 적절한 에너지를 선택하는 것이 성인용으로 지정된 AED보다 심근손상을 줄일 수 있고 성인 제세동 용량은 해로울 수 있다고 보고되었다[10,11]. 1세 이하의 영아에서는 수동 제세동기를 권장하지만 수동제세동기가 없다면 에너지 감소시스템이 있는 자동 제세동기를 사

용할 수 있다. 그러나, 수동제세동기와 에너지 감소시스템이 없다면 일반 AED를 사용하도록 미국 심장협회에서 권장하고 있다[2]. 심정지에서 최종 진료까지 미국심장협회에서 제공한 절차와 시간별 응급처치관계를 본 연구에 시간별로 적용해 보면 <Fig. 4>와 같다[12].

국내에서 현재 119구급대 장비 규정에는 자동제세동기와 수동제세동기가 가능한 AED로 지급되어 있지만 수동제세동은 사용하지 못하도록 되어 있다. 제세동의 순서는 제세동기가 준비될 때까지 심폐소생술을 시행하고 제세동을 시행한 이후에도 즉시 흉부 압박을 시행하도록 하여 흉부압박중단 (Hands off time)을 최소화 하여야 한다[13,14]. 소아는 가능한 빨리 최초 제세동(2~4 J/kg)을 주고 즉시 흉부압박을 시행하도록 해야 하며 이후에는 최소한 4 J/kg을 사용하도록 하고 이후에는 10 J/kg 또는 성인용량의 에너지를 주도록 하고 있다[6,15]. 따라서 현재 119구급대에서는 AED로 제세동(150J)이 규정에 정당하고 별도의 지도의사와 협의가 없으면 수동으로는 현장에서 사용이 어렵다. 또한 약물투여도 마찬가지다. 에피네프린과 아트로핀 역시 약물투여를 정맥로나 골내 투여 혹은 기관내로 투여해야 하지만 역시 지도의사와 협의를 거치지 않고는 어려운 일이다[15,16]. de Caen AR 등[1]에 의하면 병원 전에서 심정지 소아나 유아에게 Epinephrine 0.01mg/kg약물 투여를 권장하고 있다.

본 환아는 출생 후부터 2:1 AV block Sinus rhythm이 보였고 진료결과 Long QT syndrome과 VSD(Ventricular septal defeat), Seizure, Hypoxic ischemic encephalopathy로 보여 심장의 원인으로 인한 서맥성 심정지 가능성이 높다. 환아의 Long QT syndrome은 유전자 이상으로 인한 선천성 질환으로 진단되었다. Long QT syndrome은 실신이나 급사를 초래할 수 있는 질환이며 대부분의 경우 심장의 이온 채널이상으로

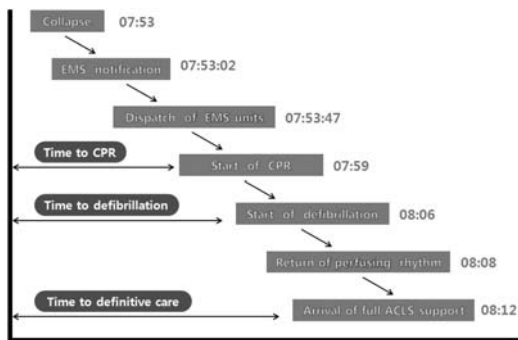


Fig. 4. Sequence of events and time intervals that occur with cardiac arrest.

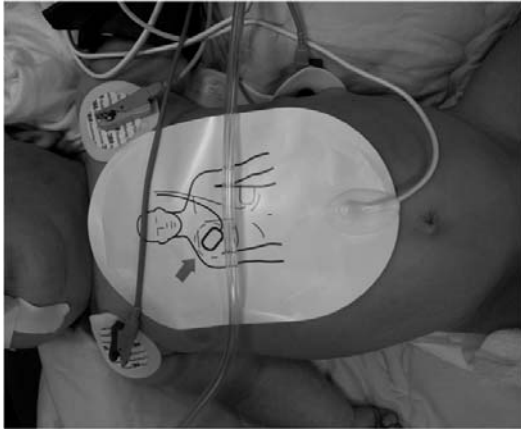


Fig. 5. Apply adult defibrillation patches on infant.

Potassium과 Sodium 등의 이온장애로 재분극 기간연장이 발생하게 된다[17]. 또한 서맥은 소아에서 관찰되는 가장 흔한 리듬 가운데 하나이며 응급의료종사자에게는 심박동수가 60회 미만으로 인해 전신관류가 악화되기 시작할 때도 흉부압박을 시작하도록 교육하고 있다[6]. 병원 외에서 발생한 소아 심정지 환자의 경우에는 성인 심정지 프로토콜인 즉각적인 EMS 신고와 제세동 시행보다는 즉각적인 CPR(Cardiopulmonary resuscitation) 시행을 권고하고, 영아와 소아에서는 가능한 한 빨리 효과적인 BLS(Basic life support)를 시행해야 한다는 연구 결과가 있었다[18,19]. 국내에서 응급구조사의 업무범위를 보면 응급의료에 관한 법률 41조와 규칙 33조에 의거 ‘자동제세동기를 이용한 규칙적 심박동의 유도’를 할 수 있다고 나와 있어 AED만의 사용을 강조하며 수동제세동기는 업무범위에서 벗어난다. 그러나 119구급대원 현장응급처치 표준지침에서 ‘영아의 경우 수동제세동기 리듬 확인’으로 나와 있고 제세동 용량이 처음 2 J/kg, 두 번째 4 J/kg, 이후 4 J/kg 이상(최대 10 J/kg)으로 명시되어 있으며, 직접의료지도 요청기준에 수동제세동기를 사용하는 경우가 나와 있지 않아 혼란스럽다[20].

본 환자에서는 병원 전에 영아에게 10분간 심폐

소생술과 AED를 이용하여 제세동을 시도하였다. 이어서 병원에서 5분의 심폐소생술과 전문소아소생술로 환자는 성공적으로 소생하였다. 국내 119구급대에 소아용 제세동기 패드(용량 감쇄기)가 없어서 성인용 패드를 사용하여 AED를 적절히 사용하였으며(Fig. 5), 적합한 응급의료기관을 선정하여 전문소아소생술과 2번의 헬기 이송으로 후유증 없이 환자는 소생할 수 있었다.

V. 결론 및 제언

4개월 된 영아가 무호흡 및 청색증으로 119소방재난종합상황실에 신고가 접수되어 현장에 6분만에 도착한 1급 응급구조사에 의해 즉시 흉부압박과 인공호흡이 시행되었고, 심실세동 리듬이 관찰되어 즉시 150J로 제세동을 실시하였다. 2분간 심폐소생술을 한 후 자발호흡이 회복되고 맥박이 촉진되었으며 현장에서 가장 가까운 병원에 10여분만에 도착하였다.

도착한 병원에서 기관내삽관, 약물투여, 흉부압박을 한 후 환자는 자발순환이 회복되었으나, 환자상태가 불안정하여 권역응급의료센터와 서울 S 병원으로 두 번의 헬기이송이 되었다.

환자는 발병 10일째 Implantation of ICD 수술한 후 회복되어 특별한 이상증상 없이 호전되어 퇴원하였다.

본 증례는 영아 심폐소생술의 성공적인 예를 보여주었을 뿐만 아니라 병원 전 영아에게 AED를 이용한 제세동을 시행하는 예와 적절한 헬기 이송법을 보여 주었다. 그러나 선진 응급의료체계를 가지고 있는 미국이나 프랑스 등과는 달리 국내에서는 병원 전 심정지 환자에게 성인용 AED 제세동(150J)만 사용하게 되어있다. 국내에서도 병원 전 1급 응급구조사가 영아에게 수동 제세동을 사용할 수 있도록 근거를 마련해야 하며, 에피네프

린 약물 투여와 같은 업무범위 확대가 필요할 것이다. 또한 효과적인 의료지도와 1급 응급구조사의 업무범위에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

1. De Caen AR, Kleinman ME, Chameides L, Atkins DL, Berg RA, Berg MD, et al. Paediatric basic and advanced life support: 2010 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2010;81: 213-59.
2. Chameides L, Samson RA, Schexnayder SM, Hazinski MF. Pediatric advanced life support: Provider manual 2011. American Heart Association, 2011. 154-9.
3. Yun HW, Jung EK. The effectiveness of quality control of 119 emergency medical service on survival rate of cardiac arrest patients. *The Korean J. of Health Society* 2013;7(1):21-34.
4. Yun YY, Kim HJ, Han SC, Youm KI, Moon JM, Chun BI, et al. Clinical analysis of CPR in infants with out-of-hospital cardiopulmonary arrest. *J Korean Soc Emerg Med* 2004;15(6):567-74.
5. Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, Osmond MH, Wells G, Nesbitt L, et al. Out-of-hospital pediatric cardiac arrest: An epidemiologic review and assessment of current knowledge. *Ann Emerg Med* 2005; 46(6): 512-22.
6. Cummins RO, Hazinski MF, Baskett PJ, Chamberlain D, Bossaert LL, Callanam Vic, et al. Pediatric basic life support. *Resuscitation* 2000;46(1-3):301-41.
7. Young KD, Seidel JS. Pediatric cardiopulmonary resuscitation: a collective review. *Ann Emerg Med* 1999;33(2):195-205.
8. Cho YC, Koo DH, Ryu S, Lee JW, Kim SW, Yoo IS, et al. Structures does a rescuer compress in one rescuer cardiopulmonary resuscitation for infant. *Korean J Emerg Med Ser* 2009;20(4):372-8.
9. Kim YM, Gim UJ, Gim JJ, An MU, Lee TH, Jeong SP, et al. *Emergency medicine*. 1st ed. The Korean Society of Emergency Medicine: Koonja, 2011. 121-8.
10. Biarent D, Bingham R, Eich C, López-Herce J, Maconochie I, Rodríguez-Núñez A, et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2010 section 6. paediatric life support. *Resuscitation* 2010;81(10):1364-88.
11. Berg RA, Samson RA, Berg MD, Chapman FW, Hilwig RW, Banville I, et al. Better outcome after pediatric defibrillation dosage than adult dosage in a swine model of pediatric ventricular fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2005;45(5):786-9.
12. Sinz E, Navarro K. *Advanced cardiac life support provider manual 2011*. American Heart Association, 2011. 54.
13. Park SE, Shin DM. The changes of defibrillation time depending on the manual external defibrillator device. *Korean J Emerg Med Ser* 2012;16(1):81-90.
14. Yun HW, Lee JM, Jung JY. Out-of-hospital resuscitation if cardiac arrest by 119

- emergency medical service system, *Fire Science and Engineering* 2010;24(5): 142-9.
15. Berg MD, Samson RA, Meyer RJ, Clark LL, Valenzuela TD, Berg RA, Pediatric defibrillation doses often fail to terminate prolonged out-of-hospital ventricular fibrillation in children. *Resuscitation* 2005; 67(1):63-7.
 16. Lim JM, Yun SJ, Lim GS, Kang KK, Choi ES, Seo KH. Psychological burden for legal responsibility of 119 emergency personnels. *Korean J Emerg Med Ser* 2009;13(1):87-96.
 17. Onay OS, Yildirim I, Beken B, Erdem S, Karagoz T, Yilmaz M, et al. Successful implantation of an intracardiac defibrillator in an infant with long qt syndrome and isolated noncompaction of the ventricular myocardium. *Pediatr cardiol* 2012;34(1): 189-93.
 18. Alsoufi B, Al-Radi OO, Nazer RI, Gruenwald C, Foreman C, Williams WG, et al. Survival outcomes after rescue extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in pediatric patients with refractory cardiac arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007; 134(4):952-9.
 19. Sutton RM, French B, Nishisaki A, Niles DE, Maltese MR, Boyle L, et al. American Heart Association cardiopulmonary resuscitation quality targets are associated with improved arterial blood pressure during pediatric cardiac arrest. *Resuscitation* 2013;84(2):168-72.
 20. National Emergency Management Agency. 119 EMS field standard guidelines 2013. National Emergency Management Agency. 2012. 71-5.