

Automatic Implantable Cardioverter Defibrillator(AICD) 장착을 위한 수술의 마취경험

- 증례 보고 -

울산대학교 의과대학 마취과

전 회 정 · 조 명 원

- Abstract -

An Anesthetic Experience for Automatic Implantable Cardioverter Defibrillator Implantation

- A case report -

Hee Jung Jun, M.D. and Myung Won Cho, M.D.

Department of Anesthesiology, Ulsan University College of Medicine, Seoul, Korea

Automatic implantable cardioverter defibrillator(AICD) is a device that senses ventricular tachycardia and ventricular fibrillation and responds with counter-shocks to the heart. We experienced a case of AICD implantation to prevent sudden cardiac death. A 22-year-old male was operated under O₂, N₂O, fentanyl, low dose enflurane anesthesia. The diagnosis was familial long QT syndrome. Lead was introduced to the right ventricular apex through left subclavian vein and generator was placed between pectoralis muscles. Then defibrillation threshold testing was performed. Ventricular fibrillation was induced with Twave shock of 3 joule and defibrillation with 5 joule terminated ventricular fibrillation successfully. After ventricular fibrillation, his blood pressure decreased to 30mmHg. When ventricular fibrillation was converted to normal rhythm, it returned to normal range. After operation, patient was transferred to the ICU and stayed there for 3 days. (Korean J Anesthesiol 1997; 32: 1017~1022)

Key Words: Heart: arrhythmia; fibrillation; defibrillators; AICD.

심실빈맥으로 인하여 실신을 경험한 환자나 반복되는 심실빈맥이 있는 환자에서 1년 내에 돌연사를 일으킬 수 있는 가능성은 20~30%에 달한다고 한다¹⁾. 이런 환자들의 돌연사를 막기 위해서 약물치료, 심박동기장착, 심내막절제술, automatic implantable cardioverter defibrillator(이하 AICD로 약기) 장착 등의 방법이 이용되고 있다. AICD는 심실빈맥과 심실세동을 감지하고 자동적으로 종식시킬 수 있는 장치

로서 악성 심실부정맥 환자에서 돌연사를 예방하기 위해 점차 그 사용 빈도수가 증가 추세에 있다^{2~4)}.

저자들은 familial long QT syndrome과 심실 부정맥으로 인한 반복되는 실신으로 AICD를 장착 받고자 하는 환자의 마취에 대한 경험을 하였기에 보고하는 바이다.

증 례

빈맥과 반복되는 실신을 주소로 내원 하였다. 시술 5개월 전에 내원하여 시행한 검사 상, 심전도의 II, III, aV_F lead에서 Twave inversion, QT 연장(QT; 540 msec)의 소견을 보였고, 운동으로 유발되는 다형성 심실빈맥(polymorphic ventricular tachycardia)과 QT 연장(QT; 660 msec, QTc; 600 msec)으로 familial long QT syndrome을 진단 받았다. 흉부 방사선 촬영 상 결핵성 늑막염의 흔적이 있었고 심장 초음파나 관상동맥 조영술 소견은 정상이었으며 다른 이화학적 검사 상에는 특이 소견을 보이지 않았다. 진단 후 환자에게는 propranolol 160 mg이 1일 1회 경구 투여 되었다. 이후로 약 5개월간 상기 증상은 소실되었으나 환자의 두 형제들이 20대 초반에 돌연사한 가족력과 운동 시에 쉽게 다형성 심실빈맥이 유발되는 점등의 돌연사 위험 요소들이 있어 AICD 장착을 결정하게 되었다.

금식은 수술 전 날 자정부터 시행하였으며, 마취 유도 1시간 전에 환자에게 diazepam 15 mg을 경구

투여하였다. 수술실에 도착 후 측정된 환자의 혈압은 135/75 mmHg, 심박수는 분당 58회, 맥박산소포화도(SpO₂)는 98% 였다. 마취제로 thiopental sodium 350 mg, vecuronium 10 mg, fentanyl 200 µg를 정주하였고 O₂와 enflurane으로 마스크 환기를 시행하여 근육이 충분히 이완된 후 기관삽관을 시행하였다. 마취유지를 위해 분당 2 l씩의 O₂, N₂O와, enflurane 1.0~1.5 vol%를 흡입시켰고 환기는 마취기에 달린 인공 호흡기를 통하여 일회 환기량 700 ml로 기계식 조절호흡을 시행하였다. 마취유도나 유지 시에 혈압, 심전도 상에 특별한 변화는 없었다. 20 gauge 카테터로 좌측 요골동맥을 천자하여 동맥 혈압을 지속적으로 감시하였고 그 외에 심박수, 심전도, 맥박산소포화도, 호기말 이산화탄소분압 등을 수술 중 감시하였다.

좌측 쇄골 하부를 절개하여 쇄골정맥을 노출시킨 후 이를 통해 lead를 거치 하였는데(Endotak DSP, Cardiac Pacemakers Incorporation, U.S.A) 말단부 lead

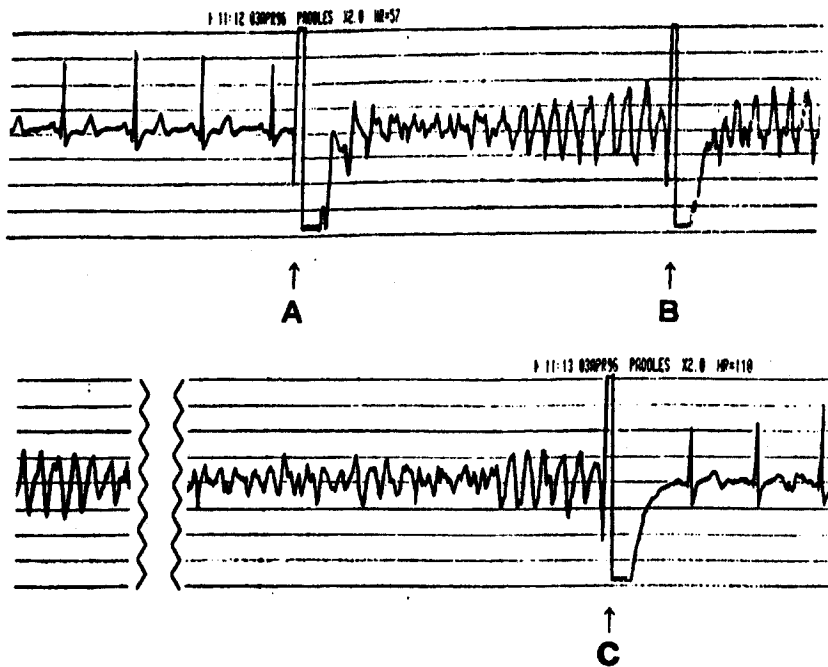


Fig. 1. EKG recording during intraoperative defibrillation threshold testing. A: Ventricular fibrillation was induced by delivering Twave shock of 3 joule. B: Defibrillation energy of 3 joule was delivered, but ventricular fibrillation persisted. C: Defibrillation energy of 20 joule successfully terminated ventricular fibrillation.

(70 cm)는 우심실 첨부에, 근위부 lead는 우심방과 상대정맥에 걸쳐 거치 되도록 하였고 c-arm을 이용한 방사선 투시(fluoroscopy)로서 위치를 확인하였다. 수술 조작에 따라 심실 조기수축이 간헐적으로 나타났으나 특별한 치료 없이 소실되었다. 그 후 pacing, sensory function test를 시행하였고, 흉근(pectoralis muscle) 사이를 박리해 generator(Ventak Mini 1740, Cardiac Pacemakers Incorporation, U.S.A.)를 위치시킨 후 lead와 연결하였다. 환자에게 사용된 generator의 크기는 $5.7 \times 8.0 \times 1.75$ cm 이었고 3.5~6년의 수명을 가진다. 제세동역치검사(defibrillation threshold testing)는 CPI PRMsystem(Cardiac Pacemakers Incorporation Programmer Recorder Monitor, Cardiac Pacemakers Incorporation, U.S.A.)으로 시행하였는데 3 joule의 T 파 충격(T wave shock)을 주어서 심실세동을 유도한 후 제세동시 15 joule의 충격을 주었을 때는 성공적으로 심실세동을 종식시킬 수 있었다. 심실세동을 유도한 후 제세동하는 과정을 반복하였는데 점차 제세동 에너지를 낮추어가며(15, 10, 5, 3 joule) 검사하였다. 5 joule까지의 에너지에서는 제세동이 성공적이었으나 3 joule에서는 심실세동이 종식되지 않았다(Fig. 1). 수술 중 유발시킨 심실세동은 AICD에 의해 적절히 감지되었으며 제세동을 위하여 10 joule을 충전시키는데 소요되는 시간은 2.6초였다. 각각의 제세동역치검사는 충격 시행 후 심전도상에 정상 리듬으로 회복되고 혈액학적으로 안정된 후에 시행하였다. 각 과정은 체외 제세동기를 준비한 상태에서 진행되었다. 심실세동 유발시 평균 동맥압은 30~40 mmHg 정도로 감소하였으나 심실세동 소실 후 즉시 정상으로 회복되었으며 승압제는 필요하지 않았다. 맥박산소포화도는 90~100%를 유지하였으며 동공의 산대는 없었다. 수술 종료 후 근 이완은 glycopyrrolate와 pyridostigmine으로 역전시켰으며 자발 호흡과 의식이 돌아온 후 환자의 기관 내 튜브를 제거하고, 혈압, 심박수, 심전도, 맥박산소포화도 등이 안정된 상태에서 회복실로 이송하였으며 총 마취시간은 135분이었다. 회복실에서 환자는 계속 안정된 상태였으며 마취에서 완전히 깨어나서 심장계 중환자실로 이동되었다. 수술 후 흉부 방사선 촬영을 시행하여 generator와 lead가 잘 위치된 것을 확인하였다(Fig. 2). 중환자실에서 환자는 propranolol 160 mg을 계속 1일 1회 경구 복용하였고 특별한 문

Fig. 2. Postoperative chest x-ray film showing location of generator and leads. A generator was placed between pectoralis major and pectoralis minor muscles. Leads were positioned at right ventricular apex.

제없이 술후 3일째 일반 병실로 이송되었다.

고 찰

생명을 위협하는 심실빈맥, 심실세동이 항부정맥제로 조절이 안되는 환자, 부정맥 수술이 성공적이지 못한 경우, 심정지 기왕력이 있는 환자에서 심근경색이 없고 전기생리적 검사(electrophysiologic testing)상에서 부정맥이 유발되지 않을 경우 등에서 부정맥으로 인한 돌연사를 예방하기 위하여 AICD를 장착하는 사례가 늘고 있다^{1-3,5-8}). 그러나 부정맥의 원인이 전해질 불균형, 저산소증, 폐혈증과 같이 가역적이거나, 심실세동이나 심실빈맥의 발생 빈도가 높아 잦은 제세동으로 정신적인 상처를 입히거나 충진기를 쉽게 소모시키는 경우, 단극성 심박동조율기(unipolar pacemaker) 장착시, 치료 안되는 울혈성 심부전이나 다른 질병으로 생존 기간이 6~12개월 미만이거나, 정신 상태가 불안정한 경우 등에는 AICD 장착을 시행하지 않는다^{1,4,9}).

AICD는 generator와 이에 연결되는 lead로 구성되어 있으며 심장의 리듬을 감시하고, 프로그램된 기준 이상의 부정맥이 발생하면 펄스를 유발하고(pulse generation), 심박동을 조율(pacing)하는 세 가지 기능

을 가진다¹⁻⁴⁾. 감시 장치에는 상대정맥과 우심실 사이에 거치되어 심전도의 모양을 감지하는 기능(probability density function, PDF)과 속도를 감지하는 기능이 있다. 만일 속도 감지기능만 작동 시에는 동빈맥, 상실성빈맥을 구별할 수 없다^{4,10)}. 이의 장착 방법은 기계 모델의 종류나 환자에 따라 다르기는 하나 좌전개흉술(left anterior thoracotomy), 정중 흉골절개술(median sternotomy), 늑골하 개흉술(subcostal thoracotomy) 등이 시행되어 왔고, 최근에는 개흉하지 않고 쇄골하를 통한 접근(subclavian approach) 방법으로 장착하고 있다^{3,4)}.

AICD 장착 예정 시에는 동반 질환이나 전해질 불균형 등이 있는지 확인하여 미리 교정하고 수술 중에 발생할 수 있는 사고 등을 미리 예상할 수 있어야 한다. 일반적으로 amiodarone을 제외한 항부정맥 약제는 수술 24~48시간 전에 투여를 중지하여 수술 중 부정맥 유도를 용이하게 해야 한다고 하나 수술 후 환자가 계속 항부정맥제를 복용하게 되면 제세동 역치가 변할 수 있기 때문에 수술 전에 항부정맥 약제를 중단하는 것에 대해서는 아직 논란의 여지가 있다^{3,11,12)}. 만일 수술 전에 항부정맥제의 투약을 중지했을 때는 계속해서 심전도 등의 감시가 필요하다.

수술 전 투약은 환자의 불안, 긴장도를 감소시키기 위해 시행하며 작용 시간이 짧은 benzodiazepine, narcotics 등이 선택될 수 있다³⁾. 이런 환자들은 부정맥 발생 역치(arrhythmic threshold)가 낮기 때문에 마취 시작 후 저산소 상태, 고탄산혈증, 호흡 억제 등의 상황을 피해야 하고 심전도, 호기말 이산화탄소 분압, 동맥 도관을 통한 혈압 등을 감시해야 하며 환자에 따라 약제 투여를 위해 중심 정맥 도관을 거치 하기도 한다³⁾.

주로 전신마취가 시행되는데 마취제중 아산화질소와 아편양 제제는 심실빈맥 유발에 영향이 적은 것으로 알려져있고 고농도의 흡입 마취제 사용은 수술중 전기자극에 의한 인위적 부정맥 유발을 저해하는 것으로 알려져 midazolam, 아산화질소, 아편양 제제, 저 농도의 흡입마취제, 근이완제등이 주로 이용된다.

최근 일부에서는 기관삽관을 하지 않고 환자의 자발호흡을 유지시킨 상태에서 AICD 장착을 위한 수술을 시행하였다. 수술 시작 전에 체중당 midazolam

0.01~0.1 mg, fentanyl 0.5~2 µg을 정주 하여 환자를 안정시켰고, 심실세동을 유발하기 전에 체중당 etomidate 0.01~0.2 mg을 언어자극에 대한 반응이 소실될 때까지 정주 하였다. 이 보고에서 저자들은 이 그룹과 기관삽관 그룹 사이에 합병증에 있어서 차이가 없다고 보고하였다¹³⁾.

수술중, 수술 후의 통증 완화를 위해 흉부 경막외 카테터를(T7-T9) 거치 할 수있는데 국소 마취제로는 chlorprocaine이 이용되며 lidocaine은 부정맥 유발을 저해하므로 사용하지 않는다. 경막외 카테터는 술후 36~48시간 동안 지니게 되며 통증으로 인한 고혈압, 빈맥, 전신저항 증가를 감소시키고, 기침, 심호흡을 촉진시켜 폐합병증 감소에 도움을 준다³⁾.

부정맥 유도 시에는 미리 100% 산소를 투여해 조직 산소화를 도와주도록 하는 것이 좋다. 수술 중에 반복되는 심실빈맥, 심실세동의 유발로 인해 저혈압, 또는 고혈압이 발생할 수 있는데 제세동 이후에도 저혈압이 교정되지 않으면 phenylephrine 등의 승압제 사용을 고려해야 한다. 제세동후 교감신경 항진에 의한 일시적인 고혈압은 치료하지 않으나 지속적인 혈압 상승으로 심근 산소 소모량이 증가하게 된 경우에는 alfentanil, esmolol 등으로 조절해야 된다. 마취중 부정맥 유발에 실패한 경우 isoproterenol을 정주 하기도 한다. 부정맥 유발 시에는 AICD에 의한 제세동이 실패할 경우에 대비해 외부에 제세동기가 항상 충전된 상태로 준비되어 있어야 한다.

수술 중에 제세동역치검사를 시행하게 되는데 이는 심실세동된 심장의 리듬을 안정된 상태로 되돌리기 위해 충격을 가할 때 필요한 최소한의 에너지를 찾는 것이다. 우선 기계의 감지 기능이 잘 작동되고 있는지를 검사한 후 심실세동을 유발하고 10~20초안에 제세동이 되는지를 관찰한다. 제세동역치와 AICD의 에너지 방출량 사이에 10~20 joule의 안전여역(margin of safety)이 있는 것이 이상적이다. 수술 시행 시 제세동역치검사를 위해 6~8회의 부정맥 유발과 제세동이 요구되지만, 환자에게 큰 영향 없이 30회의 부정맥 유발도 가능하다고 한다^{4,9)}.

기계 모델에 따라 차이가 있으나 일반적으로 심실부정맥을 인지하기 위해서 적어도 8번 이상의 심박동이 필요하며 이의 인지와 첫 번째 에너지 방출에 6~14초가 소요된다. 만일 첫 번째 에너지 방출

이후에도 부정맥이 계속되면 29 joule의 에너지가 4번까지 방출될 수 있고 각각의 에너지 방출 전에 부정맥의 재확인에 10~15초가 소요된다^{3,4,14}. 수술 후에는 일시적인 상실성빈맥(supraventricular tachycardia)이 발생할 수 있고 불필요한 방전이 일어날 수 있으므로 수 일간 AICD 작동을 중지시키는 경우도 있으며, AICD 작동이 중지된 기간에는 환자를 집중적으로 감시해야 하며 그후 장치를 다시 작동시킨다.

심정지의 기왕력이 있었던 환자가 약물 치료만 받았을 때 1년 안에 돌연사 하는 경우가 20~50%이고 Holter-monitoring을 시행하면서 약물 치료한 경우에 2~15%인 것에 비해 AICD를 장착 받은 환자에서의 돌연사는 약 2% 정도인 것으로 보고되었다^{9,15}. 연구에 의하면 AICD 장착 시 발생하는 부작용은 환자에게 동반된 심폐질환의 정도에 따라 차이가 있는데 폐합병증이 5~29%로 가장 많았고, 수술 후 심실빈맥 13%, 수술 후 심방세동 9%, 사망 0~3% 순으로 발생했으며, 그 외에 전극 이동(lead migration), 전극 절단, 감염 등도 발생할 수 있다. 폐합병 증은 개흉술 후에 발생하는 저산소증, 폐렴, 무기폐, 기흉 등을 포함한다^{1,4}.

AICD를 장착하고 있는 환자를 다른 시술을 위해 마취하게 될 때에는 주의가 필요하다. 감시 장치로는 심전도 이외에 동맥 카테터를 거치 하거나 맥박 산소계측기를 장착하는 것이 바람직하다. 수술중 전기소작을 할 때에는 이로 인해 심장 리듬이 잘못 인식될 수 있으므로 AICD 작동을 중단시키거나 전기소작을 짧은 기간에 한해(약 5초 이내) 하도록 한다. 쇄색술 시에는 빔(beam)에 의해 generator가 손상될 수 있으므로 시술 시작 전에 작동을 차단시키고 generator에 직접적인 영향이 없도록 주의해야 한다^{4,5}.

심전도상 QTc의 정상치는 0.4~0.45 sec이나 congenital long Q-T syndrome에서는 심실부정맥을 동반한 Q-T 연장이 나타나며 실신과 돌연사를 일으킬 수 있다. 이 질병의 원인에 대해서는 아직 잘 알려지지 않았으나 청각 소실을 동반한 경우에는 상염색체 열성으로, 청각 소실을 동반하지 않았을 경우에는 상염색체 우성으로 유전되며 예방적인 항부정맥제 투여가 필요하다¹⁶. 본 증례에서는 환자가 propranolol 치료에 잘 반응하였으나 이것으로 돌연사를 완전히 예방할 수는 없었고, 형제들이 돌연사한 가

족력을 중시해 AICD를 장착한 경우로 아산화질소, fentanyl, 저 농도의 enflurane으로 마취를 유지하여 수술 중 부정맥 유도를 쉽게 하였고 lidocaine은 사용하지 않았다. 부정맥은 다른 약제의 투여 없이 유도되었으며 심실부정맥 유도 후에 나타난 심한 혈압 하강은 제세동 후 다른 치료 없이 회복되었다. 이 환자의 제세동역치는 5 joule이었고, AICD 프로그램 시행 시 심실세동 발견은 분당 180회 이상에서 하였으며, 첫 번째 제세동 에너지는 10 joule로 하고 만일 이것으로 심실세동이 멈추지 않으면 4번의 29 joule 충격이 더 가해지며 제세동을 위한 충격이 가해진 후에 서맥발생시는 분당 60회로 심장 박동을 시키도록 하였다.

앞으로 국내에서도 돌연사를 일으킬 수 있는 환자를 대상으로 AICD 장착이 활성화되리라고 생각된다. 이에 따라 마취과 의사들은 AICD를 처음 장착하는 수술 이외에도 AICD를 가지고 있는 환자의 관리를 해야 하는 빈도가 늘어날 것이므로 충분한 지식을 가지고 이에 대처할 수 있어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Antonis SM, Hassan R, Mark E : Automatic implantable cardioverter defibrillator current status. JAMA 1989; 262: 1362-8.
2. Platia EV, Griffith LS, Watkins L : Management of prolonged QT syndrome and recurrent ventricular fibrillation with an implantable automatic cardioverter defibrillator. Clin Cardiol 1985; 8: 490-5.
3. David MG, Janet W, Kevin JF: Anesthesia and the automatic implantable cardioverter-defibrillator. Anesthesiology 1985; 62: 786-92.
4. Nicholas D, Charles BH, Fred M, Marvin K: Perioperative management of patient undergoing automatic internal cardioverter-defibrillator implantation. J Cardiothorac Anesth 1990; Vol 4: 236-44.
5. Stephen JT, Jan LK: Manual of cardiac anesthesia. 2nd ed. New York, Churchill Livingstone Inc. 1993; 265-73.
6. Fisher JD, Kim SG, Mercado AD: Electrical device for treatment of arrhythmia. Am J Cardiol 1988; 61: 45-57.
7. Richard JT, Richard ML, Hooshang B: Automatic implantable cardioverter defibrillator : Techniques of implantation and results. Ann Thorac Surg 1986; 42:

- 143-7.
8. David SC, Roger AW: Implantation of the automatic implantable cardio-verter defibrillator. *PACE* 1986; 793-809.
 9. Mirowski M: The automatic implantable cardioverter defibrillator. *JACC* 1985; 461-6.
 10. Astridge PS, Kaye GC, Perrins EJ: Current approaches and future development in automatic tachycardia detection and diagnosis. *Br Heart J.* 1993; 70: 106-10.
 11. Marinchak DA, Friehling TD, Kline RA: Effect of antiarrhythmic drug on defibrillation threshold : Case report of an adverse effect of mexiletine and review of the literature. *PACE* 1988; 11: 7-12.
 12. Stephen CV, Strony B: Defibrillation threshold testing: Necessary but evil ? *Am Heart J* 1989; 499-504.
 13. Mark LP, Scott TR, Richard LF, Calvert CA, Dorman BH, John MK: Intravenous sedation for placement of automatic implantable cardioverter defibrillator. *J Cardiothorac Anesth* 1996; 10: 764-766.
 14. Cannom DS, Winkle RA: Implantation of the automatic implantable cardioverter defibrillator. Practical aspects. *PACE* 1986; 9: 793-809.
 15. Kally PA, Cannom DS, Garan H: The automatic implantable cardioverter defibrillator: efficacy, complication, and survival in patients with malignant ventricular arrhythmias. *J Am Coll Cardiol* 1988; 11: 1278-86.
 16. Edward KC: Principles of cardiac arrhythmias. 4th ed. Baltimore, Williams & Wilkins. 1989; 814-5.
-