심폐소생술중 심정지의 원인 규명을 위한 경식도 심초음파의 유용성*

원주의과대학 응급의학교실, 내과학교실**
황성오 · 김 현 · 이강현 · 임종천 · 오범진 · 조준휘
강구현 · 김성환 · 이승환** · 윤정한** · 최경훈**

= Abstract =

Role of Transesophageal Echocardiography in Differential Diagnosis of the Cause of Cardiac Arrest during the Secondary Survey of Advanced Cardiac Life Support

Sung Oh Hwang, M.D., Hyun Kim, M.D., Kang Hyun Lee, M.D., Jong Cheon Lim, M.D., Bum Jin Oh, M.D., June Hwi Cho, M.D., Ku Hyun Kang, M.D., Sung Hwan Kim, M.D., Seung Hwan Lee, M.D., Junghan Yoon, M.D.,** Kyung Hoon Choe, M.D.****

Department of Emergency Medicine and Cardiology, Wonju College of Medicine, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea

Background : During the secondary survey of advanced cardiac life support(ACLS), differential diagnosis to seek the cause of cardiac arrest is an important step in patients who failed to restore spontaneous circulation after the primary survey and resuscitation. This study was to evaluate the role of transesophageal echocardiography(TEE) for assessing the cause of cardiac arrest during the secondary survey of ACLS.

Methods : We performed biplane TEE during cardiopulmonary resuscitation(CPR) in 52 consecutive patients(31 male, 21 female, mean age : 58 years old) with cardiac arrest who failed to restore spontaneous circulation after the primary survey and resuscitation attempt. Initial presenting ECG rhythm was ventricular fibrillation in 7, asystole in 25, and pulseless electrical activity in 20 patients. TEE was performed immediately if spontaneous circulation was not restored after the primary survey and resuscitation. Possible causes of cardiac arrest were detected in 23 patients(44%) by TEE. Positive findings were observed in 3(43%) of 7 patients with ventricular fibrillation, 12 (48%) of 25 patients with asystole, and 8(40%) of 20 patients with pulseless electrical activity. TEE findings were as follows : pericardial effusion in 10, aortic dissection in 5, occlusion of mitral orifice

*본 논문의 요지는 제41차 대한순환기학회 학술대회에서 발표되었음.

교신저자 : 황성오, 220 - 701 강원도 원주시 일산동 162번지
전화) (0371) 741 - 1611, 전송) (0371) 42 - 3030

by a thrombus or a mass in 2, main pulmonary artery thrombus in 2, thrombotic occlusion of the prosthetic valve in 1, hypertrophic cardiomyopathy in 1, and aortic stenosis in 1. Interventions, including pericardiocentesis(n=10) and emergency thoracotomy(n=1), were attempted during resuscitation. Spontaneous circulation was restored in 16 patients(31%). One patient was discharged alive.

Conclusion : TEE is an useful diagnostic tool to identify the cause of cardiac arrest during the secondary survey of ACLS.

KEY WORDS : Transesophageal echocardiography · Cardiopulmonary resuscitation · Cardiac Arrest.

서 론

심정지환자의 전문 심장구조술(advanced cardiac life support)과정에서는 제세동을 포함한 일차평가 및 소생술(primary survey and resuscitation)후 순환이 회복되지 않은 환자에서는 이차 평가(secondary survey)를 하게 된다. 이차 평가의 과정에는 심폐소생술의 적절성을 평가하고 심정지의 원인을 진단하는 과정(differential diagnosis)이 포함되어 있다[1]. 심정지의 원인을 알아낼 수 있으면 원인에 대한 적절한 치료를 제공할 수 있으므로, 심폐소생술중에 심정지의 원인을 확인하는 것은 환자를 소생시키는데 중요하다. 그러나 심폐소생술이 진행되고 있는 과정에서 환자의 병력과 심정지상태의 임상적 소견만으로 심정지의 원인을 진단하기는 어렵다.

심정지로부터 소생된 환자에서는 여러 가지 검사를 통하여 심정지의 원인을 알아낼 수 있지만, 사망한 환자에서는 심정지의 원인이 밝혀지지 않는 경우가 많다. 특히 우리나라에서는 부검이 시행되는 경우가 매우 적으므로, 대부분의 심정지 환자에서 심정지의 원인을 알 수 없는 경우가 많다. 따라서 심정지의 원인을 확인하는 것은 심폐소생술중 환자의 치료에도 중요한 영향을 주지만, 심정지를 초래하는 원인에 대한 자료를 수집하는 면에서도 중요하다.

심초음파는 응급센터내에서 심혈관계의 구조적, 기능적 이상을 평가하는 중요한 진단기구로서 심혈관계 응급환자의 초기치료에 중요한 정보를 제공할 수 있다[2]. 특히 경식도 심초음파는 심폐소생술중에도 치료과정에 영향을 주지 않고 심장 및 주요 대혈관을 선명히 관찰할 수 있으므로, 심정지환자에서 심폐소생술과정의 효율성을 확인하고, 심정지를 유발한 구조적(structural) 원인을 찾는데 적합하다. 따라서 심폐소생술중 이차평가의 수단으로서 경식도 심초음파를 하면, 심정지의 원인을 확인할 수 있으므로 보다 궁극적인 치료를 제공할 수 있을 것이다.

저자 등은 일차 평가 및 소생술후에도 심박동이 회복되지 않은 심정지 환자에서 심정지 원인을 규명하기 위한 이차 평가의 수단으로서 경식도 심초음파의 유용성을 알아보기 위하여 다음과 같은 연구를 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1996년 8월부터 1997년 7월까지 연세대학교 원주의과대학 원주기독병원 응급센터에서 심폐소생술이 시행되었던 285명의 심정지 환자중 일차평가 및 소생술후에도 심박동이 회복되지 않았던 52예를 대상으로 하였다. 심정지환자중 1) 일차평가 및 소생술후 심박동이 회복된 환자, 2) 병력상 식도질환이 의심(간 질환자, 부식제 복용의 과거력등)되거나 위장관출혈이 있는 환자 3) 경추질환 또는 손상이 의심되는 환자, 4) 병력상 심정지의 원인질환이 분명한 환자, 5) 단순 흉부둔상이외의 외상에 의한 심정지환자는 연구대상에서 제외되었다.

2. 연구방법

1) 심폐소생술

심폐소생술은 1992년 미국심장협회의 지침[3]에 따라 시행되었다. 심정지환자가 내원하거나 응급실내에서 심정지가 발생하면 전문 심장구조술의 일차평가과정에 따라 환자를 평가하고 심폐소생술을 시작하였다.

일차평가과정에 따라 심정지가 확인되면 제세동기(defibrillator)의 전극을 사용하여 심전도를 확인하고 심실세동이 관찰되는 환자는 제세동(defibrillation)을 시행하였다. 3회의 제세동후에도 순환이 회복되지 않는 심실세동환자와 초기 심전도상 무수축 또는 무맥성 심전도 소견으로 내원한 환자에서는 기관삽관 및 정맥로 확보후 epinephrine을 투여하였다.

심폐소생술은 1명의 전공의와 1명의 간호사가 기도유지, 기관삽관 및 인공호흡을 담당하고, 다른 1명의 전공의와 1명의 간호사가 정맥로 확보, 제세동, 약물투여, 심전도 감시를 담당하였으며, 흉부압박은 응급구조사에 의하여 시행되었다.

2) 경식도 심초음파

일차평가 및 소생술(제세동 포함)후 순환이 회복되지 않는 환자에서 기관삽관, 정맥로 확보, 첫번째 epinephrine투여가 이루어진 후에도 지속적으로 심정지 상태가 계속되고 심폐소생술 시작으로부터 5분이내에 순환이 회복되지 않으면, 심정지의 원인을 확인하기 위하여 경식도 심초음파를 시행하였다. 경식도 심초음파는 5MHz biplane transesophageal probe (Ultramark-9, Advanced Technology Laboratories사)를 사용하였으며, 환자의 심폐소생술에 참여하지 않는 전문의에 의하여 시행되었다. 심초음파 기계는 연구기간동안 소생실내에 위치시킨 후 경식도 심초음파가 항상 가능하도록 운영하였다.

경식도 심초음파는 별도의 전처치없이 시행되었고, 환자의 체위는 앙와위상태에서 시행되었다. 경식도 심초음파의 탐촉자가 식도내로 삽입되면, transverse view로 심장내 구조물의 이상, 심낭삼출 유무, 심장내 종괴 유무를 확인하였다. 그 후 탐촉자를 심장의 기저부까지 움직여 상행 대동맥과 폐동맥을 확인하고, 탐촉자를 회전시켜 흉부대동맥과 대동맥궁을 확인하였다. Transverse view로 심장, 심낭 및 대혈관을 확인하는데에는 약 1 2분정도가 소요되었다. Transverse view상 이상소견이 관찰되지 않으면, longitudinal view로 대정맥, 심방, 대동맥, 폐동맥의 이상유무를 재확인하였다.

결 과

대상환자의 평균연령은 59세였으며 남자가 31예, 여자가 21예였고 평균 심정지시간은 12분이었다. 심정지가 발생한 장소는 병원외 36예(69%), 병원내 16예(31%)였다. 초기에 관찰된 심전도 소견으로는 3회의 제세동후에도 심실세동이 지속되었던 경우가 7예(13%), 무수축이었던 경우가 25예(48%), 무맥성 심전도소견이었던 경우가 20예(39%)였다.

모든 예에서 경식도 심초음파를 식도내로 삽입할 수 있었으며, 선명한 심초음파 음영을 관찰할 수 있었다. 경식도 심초음파 탐촉자를 삽입하기 시작하여 심장의 영상을 관찰하기 시작할 때까지의 시간이 1분 이상 경과된 경우는 없었다.

1. 경식도 심초음파에 의한 심정지 원인의 규명

경식도 심초음파상 심정지의 원인을 알 수 없었던 경우가 29예(56%)였으며, 심정지의 원인이 될 수 있었던 구조적인 이상이 발견된 경우가 23예(44%)였다. 경식도 심초음파상 구조적 이상이 발견되었던 23예는 대량의 심낭삼출이 10예(43%), 대동맥 박리 5예(22%), 좌심방 구형혈전에 의한 승모판 폐쇄 3예(14%), 폐동맥 혈전색전증 2예(7%), 대동맥판 협착증 1예(4%), 비후성 심근증 1예(4%), 대동맥 열상 1예(4%)였다(Table 1).

2. 경식도 심초음파 소견과 초기 심전도 소견 (Table 2)

심낭삼출이 관찰된 10예중 과거력상 악성종양을 진단받은 환자가 4예, 요독증이 2예, 대동맥박리로 인한 심장압전이 1예, 외상과 연관된 경우가 2예, 특이한 과거력이 없던 환자가 1예 있었다. 초기 심전도 소견은 3예에서 심실세동, 4예에서 무수축, 3예에서는 무

Table 1. 52예의 심정지환자에서의 경식도 심초음파소견

경식도 심초음파 소견	환자수, 예(%)
구조적 이상이 없었던 경우	29(56)
심낭삼출	10(19)*
대동맥박리	5(9)
좌심방 구형혈전	3(6)
폐동맥 혈전색전증	2(4)
대동맥판 협착증	1(2)
비후성 심근증	1(2)
대동맥 열상	1(2)

*대동맥박리와 동반된 경우 1예 포함

Table 2. 경식도 심초음파 소견과 초기 심전도 소견

경식도 심초음파 소견(예)	심실세동	무맥성 심전도 소견	무수축
구조적 이상이 없었던 경우(29)	4	12	13
심낭삼출(10)	3	3	4
대동맥박리(5)	0	2	3
좌심방 구형혈전(3)	0	1	2
폐동맥 혈전색전증(2)	0	1	1
대동맥판 협착증(1)	0	0	1
비후성 심근증(1)	0	0	1
대동맥 열상(1)	0	1	0

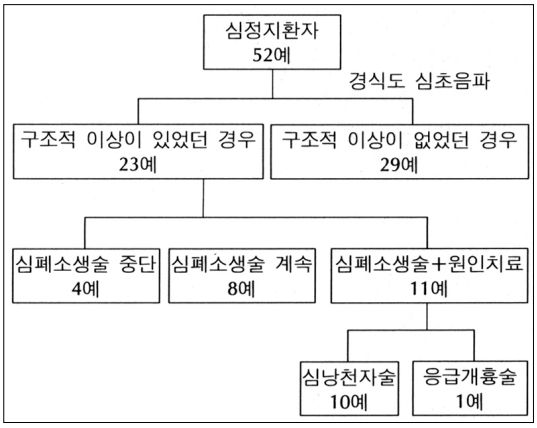

Fig. 1. 심정지 환자에서 경식도 심초음파 소견에 따른 환자의 치료.

맥성 심전도 소견을 보였다.

대동맥박리환자에서의 초기 심전도 소견은 3예에서 무수축, 2예에서 무맥성 심전도 소견을 보였다. 좌심방 구형혈전 3예의 초기 심전도 소견은 2예에서 무수축, 1예에서 무맥성 심전도 소견을 보였다. 대동맥 협착증과 비후성 심근증이 관찰되었던 예의 초기 심전도 소견은 무수축이었고 대동맥 열상이 있었던 환자에서는 무맥성 심전도 소견이 관찰되었다.

3. 경식도 심초음파 소견에 따른 응급치료

심정지의 원인이 진단된 23예중 심초음파 소견에 의하여 심폐소생술이외의 응급치료가 시행된 경우는 12예(52%)였다. 시행된 응급치료로서는 심장삼출이 있었던 10예에서 심낭천자술이 시행되었으며, 대동맥 열상이 관찰되었던 1예에서 응급개흉술이 시행되었다(Fig. 1).

4. 환자의 예후

심낭삼출이 있었던 10예중 심낭천자술을 시행한 후에도 순환이 회복되지 않았던 경우가 8예였고, 2예에서는 일시적인 순환회복이 있었으나 결국 사망하였다. 5예의 대동맥 박리환자중 4예에서 순환회복이 없었고 1예에서는 일시적으로 순환이 회복되었으나 응급실에서 사망하였다. 좌심방 구형혈전에 의한 승모판 폐쇄로 심정지가 발생하였던 3예는 순환회복없이 사망하였고, 2예의 폐동맥 혈전색전증환자중 1예는 생존하였으나 1예는 순환회복되지않고 사망하였다. 대동맥 열상이 관찰되었던 1예와 비후성 심근증 1예는 모두 순환회복되지않고 사망하였다. 대동맥 협착증이 있었던 1예도 순환회복된 후 24시간이상 생존하였으나 퇴원하지 못하고 사망하였다.

고 안

본 연구는 심폐소생술중 이차평가의 수단으로서 경식도 심초음파를 시도할 경우에 다수(44%)의 심정지 환자에서 심정지를 초래한 심장의 구조적 이상을 확인할 수 있다는 것을 증명하고 있다. 또한 경식도 심초음파에 의한 심정지 원인의 규명이 환자에게 심폐소생술이외의 실질적인 응급치료가 시행될 수 있는 기회를 제공할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 경식도 초음파가 심폐소생술중에 심장의 구조적 이상을 알아내는 용도이외에도 심폐소생술의 적절성을 평가하거나, 경동맥박이 촉지되지 않는 무맥성 심전도소견이 관찰되는 환자에서 심장의 기계적 수축여부를 확인하는데에도 사용될 수 있다는 것을 알 수 있었다.

Redberg등[4]은 18예의 심정지환자에서 심폐소생술중 경식도 심초음파를 시행하여 10예(55%)에서 심정지의 원인을 알 수 있었다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. Redberg등의 보고에서 심정지의 원인으로 추정된 경식도 심초음파소견은 심근경색에 의한 심실의 부분운동장애 4예, 확장성 심근증 2예, 비후성 심근증 2예 등이었으며, 심장압전을 의심했었던 3예와 대동맥 박리가 의심되었던 2예에서는 경식도 심초음파를 시행함으로서 심장압전이나 대동맥 박리가 없는 것을 확인할 수 있었다고 하였다. 본 연구

에서 관찰된 경식도 심초음파 소견으로는 심낭삼출이 가장 많았고, 대동맥 박리, 좌심방 구형혈전에 의한 승모판 폐쇄, 폐동맥 혈전색증, 대동맥 열상, 대동맥판 협착증 등의 순이었다. 즉 본 연구에서는 Redberg등의 연구보다 세배정도 많은 수의 심정지환자를 관찰한 결과, 그들의 보고보다 훨씬 다양한 심정지의 원인을 관찰할 수 있었던 것으로 사료된다. 본 연구에서 심낭삼출의 빈도가 높았던 원인으로 심폐소생술중 흉부압박에 의한 심장 또는 심낭의 손상으로 심낭삼출이 발생하였을 가능성이 있다. 그러나 본 연구에서는 심폐소생술이 시작된 후 5분이 경과하면 즉시 경식도 심초음파를 시행하였으므로, 심폐소생술에 의한 합병증으로서 심낭삼출이 발생하였을 가능성은 적다. 또한 심낭삼출이 관찰되었던 환자들중 과거력상 악성종양을 진단받은 환자가 4예, 요독증이 2예, 대동맥박리와 연관되어 있었던 경우가 1예, 흉부둔상이 있었던 경우가 2예였으며, 과거력상 특이한 사항이 없었던 환자는 단 1예였다는 점을 고려하더라도 심낭삼출이 심폐소생술로 인하여 발생하였을 가능성은 매우 적다.

급사를 초래하는 원인[5]에는 부정맥, 전해질 이상, 비심인성(non - cardiogenic) 심정지등과 같이 심혈관계의 구조적 변화없이 심정지를 초래하는 질환이 있는 반면, 본 연구에서 관찰된 바와 같이 심장압전, 대동맥 질환, 폐혈전색, 좌심방 종괴, 심근질환, 판막질환등 심혈관계의 구조적 이상에 의하여 심정지가 발생하는 경우도 많다. 본 연구에서 관찰되었듯이 초기 소생술(제세동, 약물투여 포함)에 반응하지 않았던 심정지환자의 약 반수에서는 경식도 심초음파상 관찰할 수 있는 구조적 이상이 발견되었다. 이러한 결과로 볼 때, 본 연구의 대상환자처럼 최초의 심폐소생술에 반응이 없는 심정지환자에서는 심정지의 원인이 심혈관계의 구조적 이상에서 기인하였기 때문에 심폐소생술에 반응하지 않았던 것으로 추정된다. 따라서 초기 심폐소생술에 반응이 없는 심정지환자에서는 가능한 빠른 시간내에 경식도 심초음파를 시행하여 심정지를 초래한 구조적 이상을 확인하여 치료방침을 세워야 할 것이다.

본 연구에서 심정지의 원인과 내원시 심전도 소견을 보면, 초기에 심실세동이 관찰되었던 환자중 3예에서 심낭삼출등의 구조적인 심정지 원인이 있었던 것을 알 수 있었다. 즉, 이 환자들에서는 심정지를 초래한 구조적인 원인(심장압전)이 치료되지 않았으므로, 초기의 반복적인 제세동에도 불구하고 순환회복에 실패하였던 것이다. 따라서 심실세동으로 내원한 환자에서도 제세동을 포함한 초기 응급치료가 실패하였을 경우에는 지속적인 소생술과 더불어 심정지를 초래한 구조적 원인을 확인하기 위하여 경식도 심초음파를 시도하여야 할 것으로 사료된다.

심정지의 원인을 알수 없는 경우에는 정형화된 방법(algorithm)[3]에 따라 심폐소생술을 시행하므로, 심폐소생술이 진행중인 상황에서 환자에 대한 치료를 개별화하기 어렵다. 그러나 본 연구에서와 같이 경식도 심초음파로 원인이 확인된 경우에는 심낭천자술이나 응급 개흉술등의 궁극적인 치료가 시행될 수도 있었다. 또한 좌심방종괴에 의한 승모판 폐쇄등 궁극적인 치료가 불가능한 경우에는 더 이상 심폐소생술을 시행하지 않도록 하는 판단을 내릴 수 있는 근거를 제공할 수도 있다. 따라서 심정지환자에서 경식도 심초음파를 하면 심정지의 원인을 치료하고 심폐소생술을 계속할 것인지에 대한 판단에 도움을 줄 것이다.

본 연구중 심정지환자에서 경식도 심초음파가 심정지의 구조적 원인을 확인하고 치료방침을 제공하는 것이외에도 부수적인 장점을 가지고 있음을 알 수 있었다. 이미 알려진 바와 같이 무맥성 심전도 소견이 관찰되는 환자중 일부에서는 심장의 수축이 있으나 심박출량이 매우 적어서 경동맥박이 촉지되지 않는 것으로 보고[6]되고 있다. 이러한 환자에서는 경식도 심초음파로 심실의 수축, 판막의 움직임, 도플러 심초음파에 의한 혈류의 확인을 통하여 심장의 기능이 유지되고 있는지를 알 수 있었다. 또한 심폐소생술중에는 흉부압박에 의하여 유발되는 심실형태의 변화, 도플러 심초음파를 사용한 혈류측정등으로 심폐소생술이 적절히 시행되고 있는지를 알 수 있었으며, 심폐소생술과정을 지속적으로 감시함으로서 순환회복(심박동의 회복) 여부를 알아내고, 순환회복후의 심실기능을 평가함으로서 소생후 심혈관계 기능을 적절히 유지하도록 할 수 있었다.

경식도 심초음파는 Higano등[7]이 흉부압박에 의하여 인체에서 혈류가 유발되는 기전을 연구하기 위하여 처음으로 시행하였다. 그 후 경식도 심초음파는 인체에서 심폐소생술중 승모판의 개폐여부 및 도플러 심초음파를 사용한 혈류방향의 결정을 통하여 심폐소

생술중 혈류유발기전을 연구[8-10]하거나 새로운 심폐소생술방법의 혈역학적 효과를 평가하는 방법[11]으로 이용되어 왔다. 본 연구를 통하여 경식도 심초음파는 심정지환자에서 심정지 원인의 규명, 심실 수축여부의 확인, 심폐소생술의 효율성의 감시, 순환회복 여부의 확인 및 순환회복후 심실기능의 평가에 중요한 역할을 할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

경식도 심초음파로 심정지의 원인을 알수 있는 경우는 심혈관계의 형태학적 이상이 동반된 경우에만 국한되므로, 모든 환자에서 심정지의 원인을 밝힐 수 있는 것은 아니다. 경식도 심초음파는 식도내로 탐촉자를 삽관하여야 하는 반침습적인 진단방법이며, 숙련된 전문가가 시행하여야 한다. 또한 심정지환자에서는 환자의 과거력이 확인되지 않은 상태에서 경식도 심초음파를 시행하여야 하는 경우도 많다. 따라서 심정지로 내원한 모든 환자에서 경식도 심초음파를 시도할 필요는 없다. 본 연구에서의 결과와 저자들의 경험으로 비추어볼 때, 경식도 심초음파는 일차평가와 소생술에 반응하지 않는 심정지환자에서 심정지의 원인을 규명하기 위한 이차평가의 감별진단과정으로서 시행되어야 할 것으로 사료된다.

요 약

연구배경 :

심정지환자에서 심폐소생술중 심정지의 원인을 규명하는 것은 심정지환자의 치료에 매우 중요하다. 경식도 심초음파는 심폐소생술중에도 환자의 치료에 영향을 주지않고 심혈관계를 선명히 관찰할 수 있으므로, 심정지의 구조적 원인을 규명하는데 유용하게 사용될 수 있다.

방 법 :

저자등은 심정지로부터 즉시 소생되지 않는 환자에서 심정지의 원인을 규명하기 위한 진단방법으로서 심폐소생술에 영향을 주지 않는 경식도 심초음파를 사용하여 1996년 8월부터 1997년 7월까지 원주의과대학 원주기독병원에서 심폐소생술 시작후 5분이내에 순환이 회복되지 않았던 52예(남자 31예, 여자 21예, 평균연령 59세)의 심정지환자를 대상으로 경식도 심초음파를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

결 과 :

1) 경식도 심초음파상 심정지의 원인을 알 수 없었던 경우가 29예(56%)였으며, 심정지의 원인이 될 수 있었던 구조적인 이상이 발견된 경우가 23예(44%)였다.

2) 경식도 심초음파상 구조적 이상이 발견되었던 23예는 대량의 심낭삼출이 10예(43%), 대동맥 박리 5예(22%), 좌심방 구형혈전에 의한 승모판 폐쇄 3예(14%), 폐동맥 혈전색전증 2예(7%), 대동맥판 협착증 1예(4%), 비후성 심근증 1예(4%), 대동맥 열상 1예(4%)였다.

3) 심정지의 원인이 진단된 23예중 심초음파 소견에 의하여 심폐소생술이외의 응급치료가 시행된 경우는 11예(48%)였다. 시행된 응급치료로서는 심장삼출이 있었던 10예에서 심낭천자술이 시행되었으며, 대동맥 열상이 관찰되었던 1예에서 응급개흉술이 시행되었다.

결 론 :

경식도 심초음파는 일차평가와 소생술에 반응하지 않는 심정지환자에서 심정지의 원인을 규명하기 위한 이차평가의 감별진단방법으로 유용하며, 경식도 심초음파에 의한 심정지 원인의 진단은 환자의 궁극적인 치료에 지침이 된다.

References

1) Cummins RO : *Textbook of Advanced Cardiac Life Support : The primary-secondary survey approach to emergency cardiac care p1－4～1－10, Dallas, American Heart Association, 1994*
2) Hauser A : *Emerging role of echocardiography in the emergency department. Ann Emerg Med 18 : 1298-1302, 1989*
3) Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiac care : *Recommendations of the 1992 national conference. JAMA 268 ; 16 : 2184-2221, 1992*
4) Redberg RF, Tucker KJ, Cohen TJ : *The utility of transesophageal echocardiographic diagnosis during cardiopulmonary arrest. J Am Soc Echocardiogr 5 : 327-331, 1992*
5) Braunwald E : *Heart disease. A textbook of cardiovascular medicine. 5th ed, p747-752, Philadelphia, WB saunders Co, 1997*
6) Paradis NA, Martin GB, Goetting MG, Rivers EP, Feingold M, Nowak RM : *Aortic pressure during human cardiac*

arrest：Identification of pseudo-electromechanical dissociation. Chest 101：123-128, 1992

7) Higano ST, Oh JK, Ewy GA, Seward JB：*The mechanism of blood flow during closed chest cardiac massage in humans：Transesophageal echocardiographic observations. Mayo Clin Proc 65：1432-1440, 1990*
8) Porter TR, Ornato JP, Guard CS, Roy VG, Burns CA, Nixon JV：*Transesophageal echocardiography to assess mitral valve function and flow during cardiopulmonary resuscitation. Am J Cardiol 70：1056-1060, 1992*
9) Redberg RF, Tucker KJ, Cohen TJ, Dutton JP, Callaham ML, Schiller NB：*Physiology of blood flow during cardiopulmonary resuscitation. A transesophageal echocardiogrphic study. Circulation 88：534-542, 1993*
10) Ma MH, Hwang JJ, Lai L, Wang SM, Huang GT, Shyu KG, Ko YL, Lin JL, Chen WJ, Hsu KL, Chen JJ, Kuan P, Tseng YZ, Lien WP：*Transesophageal echocardiographic assessment of mitral valve position and pulmonary venous flow during cardiopulmonary resuscitation in humans. Circulation 92：854-861, 1995*
11) Cohen TJ, Tucker KJ, Lurie KG, Redberg RF, Dutton JP, Dwyer KA, Schwab TM, Chin MC, Gelb AM, Scheinman MM, Schiller NB, Callaham ML：*Active compression-decompression：A new method of cardiopulmonary resscitation. Cardiopulmonary Resuscitation Working Group. JAMA 267：2916-1923, 1992*