

중증 삼첨판 폐쇄부전증 환자의 수술 후 예후를 예측하는 심초음파 인자

서울대학교 의과대학 내과학교실,¹ 흉부외과학교실²

권동아¹ · 신동호¹ · 정진욱¹ · 이승표¹ · 김유정¹ · 김선영¹ · 황석재¹ · 박진식¹
장혁재¹ · 김용진¹ · 손대원¹ · 김기봉² · 안 혁² · 오병희¹ · 박영배¹ · 최윤식¹

Echocardiographic Parameters for Predicting the Outcome of Patients Undergoing Surgery for Severe Tricuspid Regurgitation

Dong-A Kwon, MD¹, Dong-Ho Shin, MD¹, Jin-Wook Jung, MD¹, Seung-Pyo Lee, MD¹,
Yoo-Jung Kim, MD¹, Sun-Young Kim, MD¹, Suk-Jae Hwang, MD¹, Jin-Shik Park, MD¹,
Hyuk-Jae Chang, MD¹, Yong-Jin Kim, MD¹, Dae-Won Sohn, MD¹, Ki-Bong Kim, MD²,
Hyuk Ahn, MD², Byung-Hee Oh, MD¹, Young-Bae Park, MD¹ and Yun-Shik Choi, MD¹

¹Departments of Internal Medicine and ²Thoracic Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : This study was performed to identify echocardiographic parameters related to post-operative clinical outcome (PCO) in patients undergoing surgery for severe tricuspid regurgitation (TR) following mitral valve surgery. The indications for surgery due to severe TR following mitral valve surgery are not well defined largely because of a lack of knowledge of the prognostic factors of PCO in these patients. **Subjects and Methods :** Eighteen patients (male/female; 2/16, mean age 58 years) with severe TR associated with prior mitral valve surgery were prospectively enrolled. Comprehensive echocardiographic examinations were performed before and 15±7 months after surgery. Favorable PCO was defined as an improvement of ≥1 in New York Heart Association (NYHA) functional class or a >25% increase in respiratory variation of IVC diameter. Non-survivors and survivors without a favorable PCO were defined as having an unfavorable PCO. **Results :** The operative mortality was 11% (2/18). Of the 16 survivors, nine (9/16, 56%) achieved a favorable PCO. NYHA functional class, age, left ventricular ejection fraction, right ventricular fractional area change, severity of TR and pulmonary artery pressure were not related to PCO. Only systolic tricuspid annulus velocity (ST') was found to be associated with PCO (favorable vs unfavorable PCO; 12.9±2.1cm/s vs 9.7±1.7cm/s, p<0.05). For ST' value (9.5 cm/s, the sensitivity, specificity, positive and negative predictive values for predicting an unfavorable PCO were 67%, 100%, 100% and 75%, respectively. **Conclusion :** This study shows that ST' can predict PCO in patients undergoing surgery for severe TR following mitral valve surgery. (Korean Circulation J 2005;35:916-920)

KEY WORDS : Tricuspid regurgitation ; Surgical outcome ; Tricuspid annulus velocity.

서 론

삼첨판 폐쇄부전증은 승모판 폐쇄부전증보다 드물고 그

임상적 중요성도 떨어지기 때문에 상대적으로 임상 의사들의 큰 관심을 받지 못하여 온 것이 사실이다. 하지만, 최근 폐동맥고혈압의 중증도나 좌심실기능에 관계없이 삼첨판

논문접수일 : 2005년 9월 14일

수정논문접수일 : 2005년 10월 21일

심사완료일 : 2005년 10월 31일

교신저자 : 손대원, 110-799 서울 종로구 연건동 28 서울대학교 의과대학 내과학교실

전화 : (02) 2072-1963 · 전송 : (02) 2072-2577 · E-mail : dwsohn@snu.ac.kr

폐쇄부전증이 장기 생존의 독립적인 예후인자라는 사실이 보고된 바 있다.¹⁾

또한 승모판막 치환술 및 성형술을 시행 받은 환자들의 장기 생존이 가능해지고 이들 환자 중 오랜 기간이 지나 중증의 삼첨판 폐쇄부전증이 발생한 경우가 많아지면서 삼첨판 폐쇄부전증의 유병율도 점차 증가하고 있다.

삼첨판 폐쇄부전증의 치료는 많은 논란이 있는데 승모판막 치환술이나 성형술과 같은 좌심판막 질환의 수술적인 교정만으로도 기능적 삼첨판 폐쇄부전증의 중증도가 감소하고 심지어 사라진다고 보고가 있었으며²⁾³⁾ 많은 임상 의사들이 이 결과에 근거하여 내과적인 치료를 하고 있다. 그러나 다른 연구자들은 좌심판막 수술과 내과적인 치료만 시행하였을 경우 수술 전 정도의 삼첨판 폐쇄부전증이었던지라도 진행함을 보고하였고 중증의 삼첨판 폐쇄부전증 환자에서 수술을 시행하였을 경우 사망률과 이환율이 높아지기 때문에⁴⁻⁶⁾ 빠른 수술, 심지어는 좌측심장수술을 시행하는 시기에 동시에 수술을 시행해야 한다고 주장하고 있다. 그러나 좌심판막 수술 후에 발생한 중증의 삼첨판 폐쇄부전증 환자의 수술 시기 및 위험 인자에 대한 연구가 충분히 이루어지지 않아 치료 방침 및 수술 시기를 결정하기에 많은 어려움을 겪고 있다. 본 연구는 과거에 승모판막 수술을 시행한 후 중증의 삼첨판 폐쇄부전증이 발생한 환자에서 수술 전 조직 도플러 검사를 포함한 심초음파 검사를 시행하고 수술 후 결과를 예측할 수 있는 인자를 찾기 위하여 시행하였다.

대상 및 방법

대상환자

2003년 8월부터 2005년 1월까지 중증 삼첨판 폐쇄부전증으로 심초음파 검사를 시행한 41명의 환자 중 2명의 환자가 추적관찰 기간 중 탈락하였고 25명의 환자가 추적관찰기간 중 삼첨판막 수술을 시행받았으며, 이중 삼첨판 척삭파열이 삼첨판 폐쇄부전의 원인이었던 1명과 좌심판막 질환에 대한 수술을 같이 시행한 6명을 제외한 18명을 대상으로 연구를 진행하였다. 수술을 시행받은 18명의 환자의 평균연령은 58 ± 5 세이고 2명(11%)이 남자였다. 삼첨판 폐쇄부전증의 원인은 승모판막 수술 후 진행한 기능성 삼첨판막 폐쇄부전이었다.

심초음파검사

모든 환자에서 일반 심초음파 검사와 함께 조직 도플러 검사를 이용한 삼첨판윤속도 측정을 시행하였다. 심초음파 검사는 2.5 MHz 탐촉자가 부착된 Acuson Sequoia Echo256 (Siemens, Mountain View, CA, U.S.A.) 또는 Vivid 7 (GE Vingmed US, Horten, Norway) 심초음파 시스템을 사용하여 시행하였다. 좌심실 이완기말 내경 및 수축기말 내경 그리고 좌심실 구출율은 흉골좌면 장축단면도와 단축단면도에서 M-mode 심초음파도를 이용하여 측정하였다. 심첨4방

도에서 우심실 이완기말 면적 및 수축기말 면적을 구하여 면적변화율(fractional area change)을 계산하였고 Fukuda 등⁷⁾이 제시한 방법으로 최대 수축기에 심첨4방도에서 삼첨판의 구속거리(tethering distance), 구속면적(tethering area), 윤직경(annular diameter)을 측정하였다. 이때 심첨4방도에서 우심실의 장축 및 단축거리가 최대가 되는 영상을 얻도록 주의하였다.

승모판막 및 삼첨판 유입혈류 도플러 검사는 심첨 4방도에서 표본용적(sample volume)을 승모판엽 또는 삼첨판엽에 각각 위치하고 간헐파형 도플러를 사용하여 시행하였고 초기 이완기속도(E_T), 감속시간(deceleration time)을 측정하였고 호흡에 따른 변화도 측정하였다. 간헐파형 조직 도플러 검사는 심초음파기에서 제공하는 조직 도플러 기능을 이용하여 시행하였다. 표본용적은 심첨 4방도에서 우심실 외벽의 삼첨판윤에 위치한 후 간헐파형 조직 도플러 검사를 시행하여 수축기 삼첨판윤 속도(S_T')와 초기(E_T') 이완기 삼첨판윤 속도를 측정하였다.

모든 환자에서 심방세동의 소견을 보였으며 도플러측정치는 3회 측정치의 평균을 이용하였고 후기 이완기 속도(A velocity)는 측정할 수 없어 분석에서 제외하였다.

임상 결과 및 경과 관찰

수술 시행 후 중환자실 재원기간, 총 입원기간, 수술 후 합병증, 재수술 여부를 확인하였고 입원 기간 중 사망한 경우는 사망 시기와 사망 원인을 확인하였다. 환자들의 입원기간은 43.2 ± 31.5 일(중간값: 33.5일)이고 중환자실 재원기간은 17.4 ± 26.0 일(중간값: 6.0일)이었다.

퇴원 후 평균 15 ± 7 개월 지난 후 임상경과에 대한 추적과 심초음파 추적 검사를 시행하였다. 추적 관찰시 NYHA 기능성 분류가 1단계 이상 호전되었거나 심초음파 검사에서 흡기시에 하대정맥이 25% 이상 허탈되는 경우를 양호한 수술 후 임상 결과(favorable postoperative clinical outcome: PCO)를 보이는 것으로 정의하였고 추적 관찰시 양호한 결과를 보이지 않거나 수술 후 사망한 경우를 나쁜 수술 후 임상 결과(unfavorable PCO)를 보이는 것으로 정의하였다.

통계 분석

임상 결과 및 심초음파 검사 결과에서 빈도 변수는%로 표시하였고 연속 변수는 평균 \pm 표준편차로 표시하였다. 임상 소견 및 빈도 변수와 사망 또는 임상 결과에 대한 유의성을 비교하기 위하여 χ^2 test를 시행하였고 심초음파 변수에 대하여는 사망 또는 임상 결과에 따른 평균치 비교를 하였고 student t-test 또는 Mann-Whitney test를 이용하였다. 모든 통계 처리는 SPSS(Statistical Package for the Social Science, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) for windows, version 11.5를 이용하여 시행하였고 $p < 0.05$ 이하이면 통계학적으로 유의한 차이를 갖는 것으로 처리하였다.

결 과

환자의 기본적 정보

삼첨판막 수술을 시행받은 18명 환자의 기본 정보는 Table 1과 같다. 대부분의 환자(16명, 89%)가 여자이었고 12명(66.7%)의 환자에서 삼첨판막 치환술을 시행하였고 6명(33.3%)의 환자에서 삼첨판막 성형술 또는 삼첨판막 성형술을 시행하였다. 과거 승모판막 수술을 시행하였을 때 동시에 삼첨판막 성형술을 시행한 환자는 3명(16.7%)이었다.

입원 기간 중 사망한 경우는 총 2명(11.1%)으로 사망 원인은 각각 우심실부전과 장기간의 중환자실입원 및 혈관내 도관유지가 선행원인으로 생각되는 패혈증이었다. 사망까지 입원기간은 38일, 116일이었고 수술 전 NYHA 기능성 분류는 각각 Ⅲ군, Ⅱ군이었고 수술방법은 각각 삼첨판막 치환술과 삼첨판막 성형술이 시행되었다.

생존자 16명 중 추적 심초음파 검사는 14명에서 시행할 수

Table 1. Baseline characteristics

	Favorable (n=9)	Unfavorable (n=9)	p
Age (years)	57 ± 7.1	57 ± 3.4	NS
M : F	1 : 8	1 : 8	
NYHA functional class	3.0 ± 0.8	2.6 ± 0.7	NS
Mode of TV surgery			NS
Repair	2 (22%)	4 (44%)	
Replacement	7 (78%)	5 (56%)	
Hospital stay (days)	31 ± 12.7	55 ± 40.3	NS
ICU stay (days)	5.0 ± 1.4	30 ± 33.2	0.055

Favorable/Unfavorable: favorable/unfavorable postoperative clinical outcome, M: male, F: female, TR: tricuspid regurgitation, TV: tricuspid valve, ICU: intensive care unit, NS: no significance

Table 2. Echocardiographic parameters according postoperative clinical outcome (PCO)

	Favorable (n=9)	Unfavorable (n=9)	p
LVEF (%)	59.7 ± 6.4	53.7 ± 7.6	NS
LVEDD (mm)	45.2 ± 10.0	43.6 ± 11.8	NS
RV Fractional area change (%)	39.4 ± 9.8	39.3 ± 9.7	NS
RVESA (cm ²)	22.5 ± 6.1	24.0 ± 7.6	NS
RVEDA (cm ³)	37.2 ± 8.1	39.2 ± 9.5	NS
%TR	41.7 ± 14.7	48.9 ± 11.7	NS
Trans-tricuspid PG (mmHg)	27.7 ± 13.9	21.7 ± 8.9	NS
S _T ' (cm/s)	12.9 ± 2.1	9.7 ± 1.7	0.002
E _T ' (cm/s)	9.2 ± 3.9	12.6 ± 5.6	NS
IVC change (%)	17.7 ± 12.2	16.7 ± 16.9	NS
TV annular diameter (cm)	4.6 ± 0.8	4.9 ± 0.5	NS
TV tethering distance (cm)	1.6 ± 0.5	1.6 ± 0.6	NS
TV tethering area (cm ²)	4.9 ± 2.0	4.9 ± 0.5	NS

Favorable/Unfavorable: favorable/unfavorable PCO, LV: left ventricle, EF: ejection fraction, EDD: end-diastolic diameter, RV: right ventricle, ESA/EDA: end-systolic/diastolic area, TR: tricuspid regurgitation, PG: pressure gradient, S_T'/E_T': peak systolic/early diastolic tricuspid annular velocity, TV: tricuspid valve, NS: no significance

있었고 2명은 전화 인터뷰만 시행하였다. 생존자 중 7명(44%)이 나쁜 임상 결과를 보였고 사망환자를 포함하여 9명(50%)이 나쁜 임상 결과를 보였다. 나이, 성별, 수술 방법에서 양호한 임상 결과를 보이는 환자군과 통계적인 차이는 없었다. 나쁜 임상 결과를 보이는 환자의 수술 전 NYHA 기능성 분류는 Ⅱ군에 4명, Ⅲ군에 4명, Ⅳ군에 1명이었고 양호한 임상 결과를 보이는 환자는 각각 2명, 4명, 3명으로 통계적인 차이는 없었다.

심초음파 검사 결과와 임상 결과

수술 후 임상 결과에 따른 심초음파 결과는 Table 2와 같다. 좌심실구혈율, 폐동맥고혈압, 호흡에 따른 삼첨판 유입 혈류 초기 이완기 속도(E_T)와 하대정맥 직경의 변화, 삼첨판 유입 초기(E_T') 이완기 속도, E_T/E_T' 등은 사망을 및 임상 결과에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 심초음파 추적 검사를 시행한 모든 생존 환자에서 수술 후 우심실면적변화율이 감소하였다(41.8 ± 8.9% vs. 23.6 ± 10.8%, p < 0.001).

수축기 삼첨판 유 속도만이 수술 후 임상 결과를 예측할 수 있는 위험인자였다(양호한 임상 결과군 12.9 ± 2.1 cm/s, 나쁜 임상 결과군 9.7 ± 1.7 cm/s, p < 0.002). 수축기 삼첨판 유 속도가 9.5 cm/s보다 작은 환자는 모두 나쁜 임상 결과를 보였고 13 cm/s보다 큰 환자는 모두 양호한 임상 결과를 보였다(Fig. 1). 수축기 삼첨판 유 속도의 기준을 9.5 cm/s로 할 때 나쁜 임상 결과를 예측하는 민감도 및 특이도는 각각 66.7%(6/9), 100%(9/9)이고 양성 예측율 및 음성 예측율은 각각 100%(6/6), 75.0%(9/12)이다.

고 찰

좌심판막 질환을 가지고 있는 환자에서 좌심판막 치환술을 시행한 후 장기합병증으로 중증의 삼첨판 폐쇄부전증이

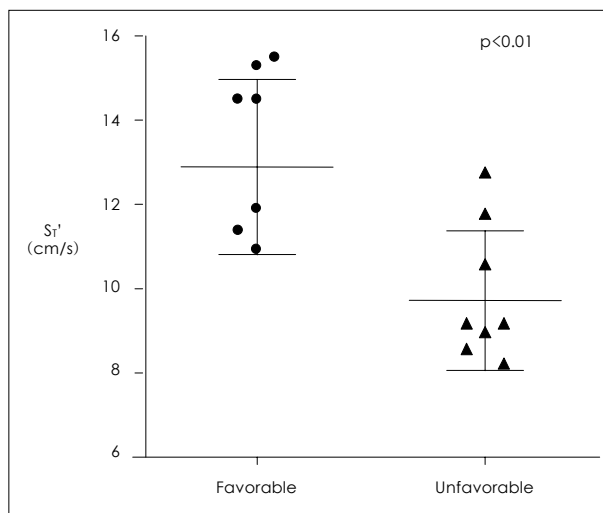


Fig. 1. Systolic tricuspid annular velocity (S_T') is different between favorable and unfavorable postoperative clinical outcome.

발생하여 유병율이 증가하고 있지만 삼첨판 폐쇄부전증의 예후 인자, 수술 시기 및 수술 적응증에 대한 연구가 명확히 되지 않아 임상에서 어려움을 겪는 게 현실이다. 본 연구는 중증 삼첨판 폐쇄부전증을 가지고 있는 환자에서 수술 전 심초음파를 시행하고 수축기 삼첨판윤속도를 측정하여 수술 후 사망이나 기능의 호전을 예측할 수 있음을 보여 주었다.

삼첨판윤속도

조직 도플러 검사를 이용한 승모판윤속도는 여러 질병에서 좌심실의 수축기능 및 이완기능, 예후를 반영한다⁹⁻¹¹⁾고 잘 알려져 있는 반면 삼첨판윤속도의 임상 의미는 잘 알려져 있지 않다. Meluzin 등^{12,13)}은 수축기 삼첨판윤속도가 우심실 수축기능과 관련이 있으며 심부전 환자에서 생존을 예측할 수 있으며 확장성 심근병증이나 허혈성 심질환 환자에서도 예후를 예측할 수 있음을 보고하였다. Alam 등¹⁴⁾과 Yilmaz 등¹⁵⁾은 삼첨판윤속도를 이용하여 하벽 심근경색 환자에서 우심실 기능을 평가할 수 있고 우심실 경색을 진단하는 데도 도움이 될 수 있음을 보고하였고 Watanabe 등¹⁶⁾은 삼첨판윤 후기 및 초기 이완기 속도비(A_T'/E_T')가 선천성 심질환 환자의 우심실 압력을 반영한다고 보고하였다. Nageh 등¹⁷⁾은 삼첨판 유입혈류 초기 이완기 속도와 삼첨판윤 초기 이완기 속도의 비(E_T/E_T')로 우심방압력을 예측할 수 있다고 보고하였다.

그러나 삼첨판윤속도가 삼첨판 폐쇄부전증 환자에서 어떤 임상적인 의미가 있는지 알려진 바는 없다. 본 연구의 분석 결과 E_T' , E_T/E_T' 등은 삼첨판 폐쇄부전증 환자에서 수술 후 예후와 관련이 없었으며 오직 수축기 삼첨판윤속도만이 관련이 있었다.

본 연구의 결과에 따르면 수축기 삼첨판윤 속도가 9.5 cm/s보다 작을 때 나쁜 수술 후 임상 결과를 보일 양성 예측률이 100%로 모든 환자가 나쁜 수술 후 임상 결과를 보였고 12 cm/s보다 큰 경우 88.3%(5/6)의 환자가 양호한 수술 후 임상 결과를 보였고 13 cm/s보다 큰 경우 모든 환자(4명)가 양호한 수술 후 임상 결과를 보여 수축기 삼첨판윤 속도가 9.5 cm/s보다 작다면 수술보다는 내과적 치료를 고려해야 하겠고 12 또는 13 cm/s보다 클 때 적극적으로 수술을 고려해야 하겠다.

다른 위험 인자

기존의 여러 연구에서 삼첨판막 수술의 예후를 예측하는 인자로는 관상동맥질환이 동반된 경우,^{18,19)} NYHA 기능성 분류,^{18,22)} 심장수술의 기왕력,^{20,23)} 심부전의 증상 및 징후,^{18,21-23)} 남성,^{21,23)} 원발성 폐질환의 유무¹⁸⁾ 등으로 알려져 있다. 본 연구에서 관상동맥질환이나 폐질환이 동반된 환자가 없었고 모든 환자가 좌심판막 질환에 대하여 수술적인 교정을 시행하였기 때문에 심장 수술의 기왕력은 통계처리에서 제외

하였고 성별은 남성이 2명만 연구에 포함되어 통계처리에서 제외하였다. 그러나 NYHA 기능성 분류는 기존 연구와는 달리 본 연구에서는 예후를 예측하는 데 유의한 의미를 보이지 않았다. NYHA 기능성 분류는 매우 많이 진행된 환자들 이 연구에 포함되었기 때문에 차이가 없었던 것으로 생각된다. 또 Fukuda 등⁷⁾이 제시한 삼첨판 구축과 관련한 인자들은 본 연구에서 삼첨판막 치환수술이 많이 시행되어 임상적인 의미를 보이지 않았다.

한편 수축기 삼첨판윤 속도와 함께 우심실의 수축기능을 잘 반영하는 것으로 알려진 우심실 면적변화율은 통계적인 의미를 보이지 않았다. 이는 심한 삼첨판 폐쇄부전증이 있는 경우 우심실 면적변화율은 우심실의 수축기능을 과대평가하게 되기 때문으로 보인다. 본 연구에서 수술 후 모든 환자에서 우심실 면적변화율이 감소되었는데 이는 중증 삼첨판 폐쇄부전증에서 우심실 면적변화율이 우심실의 수축기능을 과대평가한다는 증거라고 하겠다.

제한점

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째 연구에 포함된 환자수가 적었다. 하지만, 중증의 삼첨판 폐쇄부전증이 흔하지 않은 점과 전향적 연구인 점을 감안할 때, 본 연구의 결과는 적은 환자수에도 불구하고 임상적 의미가 크다고 생각된다. 추후 보다 많은 환자를 대상으로 한 전향적 연구가 필요할 것으로 사료된다. 둘째 추적 관찰 기간이 다소 짧았다. 향후 장기간의 추적관찰을 통해 대상환자들의 장기생존율에 영향을 미치는 지표들에 대한 연구가 있어야 할 것이다. 셋째 삼첨판막 치환술 및 삼첨판윤 성형술 등 다양한 수술 방법이 시행되었다. 본 연구의 결과는 수술 방법은 환자의 예후를 예측하는 데 영향을 미치지 않는 것으로 많은 환자를 대상으로 수술 방법에 따른 분석이 필요할 것이다.

요 약

배경 및 목적 :

중증의 삼첨판 폐쇄부전증의 예후를 예측하는 인자는 잘 알려져 있지 않아 치료에 대해 많은 논란이 있으며 이로 인하여 수술의 적응증을 정하기 어렵다. 본 연구는 중증 삼첨판 폐쇄부전증을 가진 환자에서 수술 후 예후를 예측하는 심초음파 인자를 찾기 위하여 시행하였다.

방 법 :

2003년 8월부터 2005년 1월까지 중증의 기능성 삼첨판 폐쇄부전증으로 심초음파 검사를 시행하고 삼첨판막 수술을 시행한 18명의 환자를 대상으로 연구를 전향적으로 진행하였다. 모든 환자에서 수술 전 일반 심초음파 검사와 함께 조직 도플러 검사를 이용한 삼첨판윤속도 측정을 시행하였다. 12명의 환자에서 삼첨판막 치환술을 시행하였고 나머지 환

자에서 성형술을 시행하였다. 수술 후 평균 15±7개월 지난 후 심초음파 추적 검사를 시행하였다. 양호한 수술 후 임상 결과는 추적 검사에서 NYHA 기능성 분류가 1단계 이상 호전되었거나 호흡에 따른 하대정맥 직경의 변화가 증가된 경우로 정의하였다.

결 과 :

수술 후 사망 환자는 2명으로 사망률은 11%이었다. NYHA 기능성 분류, 나이와 좌심실 구혈율, 우심실 면적변화를 등의 일반적인 심초음파 인자는 수술 후 사망률이나 임상 결과와 무관하였다. 오직 수축기 삼첨판윤속도가 수술 후 사망률과 임상 결과와 관련있었다(양호한 임상 결과: 12.9 ± 2.1 cm/s, 나쁜 임상 결과: 9.7 ± 1.7 cm/s, $p < 0.05$). 수축기 삼첨판윤속도의 기준을 9.5 cm/s로 할 때 사망 및 나쁜 임상 결과를 예측하는 민감도 및 특이도는 각각 67%, 100%이고 양성 및 음성 예측율은 각각 100% 및 75%이다.

결 론 :

중증의 삼첨판 폐쇄부전증을 가지고 있는 환자에서 수축기 삼첨판윤속도를 측정하여 수술 후 사망률이나 임상 결과를 예측할 수 있어 치료 방침을 결정하는데 도움이 된다.

중심 단어 : 삼첨판 폐쇄부전증 ; 조직 심초음파도 ; 예후.

REFERENCES

- Nath J, Foster E, Heidenreich PA. Impact of tricuspid regurgitation on long-term survival. *J Am Coll Cardiol* 2004;43:405-9.
- Braunwald NS, Ross J Jr, Morrow AG. Conservative management of tricuspid regurgitation in patients undergoing mitral valve replacement. *Circulation* 1967;35:163-9.
- Duran CM, Pomar JL, Colman T, Figueroa A, Revuelta JM, Ubago JL. Is tricuspid valve repair necessary? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980;80:849-60.
- Carpentier A, Deloche A, Hanania G, et al. Surgical management of acquired tricuspid valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1974;67:53-65.
- Simon R, Oelert H, Borst HG, Lichtlen PR. Influence of mitral valve surgery on tricuspid incompetence concomitant with mitral valve disease. *Circulation* 1980;62:1152-7.
- King RM, Schaff HV, Danielson GK, et al. Surgery for tricuspid regurgitation late after mitral valve replacement. *Circulation* 1984;70:1193-7.
- Fukuda S, Song JM, Gillinov AM, et al. Tricuspid valve tethering predicts residual tricuspid regurgitation after tricuspid annuloplasty. *Circulation* 2005;111:975-9.
- Dreyfus GD, Corbi PJ, Chan KM, Bahrami T. Secondary tricuspid regurgitation or dilatation: which should be the criteria for surgical repair? *Ann Thorac Surg* 2005;79:127-32.
- Kim KS. The usefulness of Doppler tissue image in evaluation of left ventricular systolic and diastolic dysfunction. *Korean Circ J* 2002;32:99-105.
- Nah DY, Lee DC, Park NH, et al. Assessment of diastolic function using mitral annulus velocity by Doppler tissue velocity in the patients with hypertension. *Korean Circ J* 2000;30:1117-24.
- Bae JW, Kang HJ, Kim KI, et al. Usefulness of mitral inflow velocity and mitral annulus velocity for predicting long-term prognosis in heart failure with restrictive filling pattern. *J Korean Soc Echocardiogr* 2003;11:81-6.
- Meluzin J, Spinarova L, Bakala J, et al. Pulsed Doppler tissue imaging of the velocity of tricuspid annular systolic motion: a new, rapid, and non-invasive method of evaluating right ventricular systolic function. *Eur Heart J* 2001;22:340-8.
- Meluzin J, Spinarova L, Dusek L, Toman J, Hude P, Krejci J. Prognostic importance of the right ventricular function assessed by Doppler tissue imaging. *Eur J Echocardiogr* 2003;4:262-71.
- Alam M, Wardell J, Andersson E, Samad BA, Nordlander R. Right ventricular function in patients with first inferior myocardial infarction: assessment by tricuspid annular motion and tricuspid annular velocity. *Am Heart J* 2000;139:710-5.
- Yilmaz M, Erol MK, Acikel M, Sevimli S, Alp N. Pulsed Doppler tissue imaging can help to identify patients with right ventricular infarction. *Heart Vessels* 2003;18:112-6.
- Watanabe M, Ono S, Tomomasa T, et al. Measurement of tricuspid annular diastolic velocities by Doppler tissue imaging to assess right ventricular function in patients with congenital heart disease. *Pediatr Cardiol* 2003;24:463-7.
- Nageh MF, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quinones MA, Nagueh SF. Estimation of mean right atrial pressure using tissue Doppler imaging. *Am J Cardiol* 1999;84:1448-51.
- Kaul TK, Mercer JL. Tricuspid valve replacement: factors influencing early and late mortality. *Thorac Cardiovasc Surg* 1990;38:229-35.
- Flameng WJ, Herijgers P, Szecsi J, Sergeant PT, Daenen WJ, Scheyls I. Determinants of early and late results of combined valve operations and coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1996;61:621-8.
- Sanfelippo PM, Giuliani ER, Danielson GK, Wallace RB, Pluth JR, McGoon DC. Tricuspid valve prosthetic replacement: early and late results with the Starr-Edwards prosthesis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976;71:441-5.
- Baughman KL, Kallman CH, Yurchak PM, Daggett WM, Buckley MJ. Predictors of survival after tricuspid valve surgery. *Am J Cardiol* 1984;54:137-41.
- van Nooten GJ, Caes F, Taeymans Y, et al. Tricuspid valve replacement: postoperative and long-term results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;110:672-9.
- McGrath LB, Gonzalez-Lavin L, Bailey BM, Grunkemeier GL, Fernandez J, Laub GW. Tricuspid valve operations in 530 patients: twenty-five year assessment of early and late phase events. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;99:124-33.