

# 음향 스펙트럼과 인공신경망을 이용한 기계식 판막의 비침습적 모의 혈전현상 검출

이혁수 · 이상훈

## Noninvasive In-Vitro Thrombosis Detection of Mechanical Valve using Acoustic Spectrum and Artificial Neural Network

Hyuk Soo Lee, Sang Hoon Lee

### I. 서론

심장판막의 이상으로 여러 형태의 심부전증이 나타나며 적당한 시기에 치료하지 않을 경우 비가역적 심장기능부전까지도 초래될 수 있다. 심장판막증의 외과적 수술의 원칙은 가능한 한 고유의 판막 기능을 살리는 재건술을 시도하는 것이나, 이것이 불가능 할 경우 환자의 상황에 따라 인공판막을 사용하여 치환하게 된다. 인공심장 판막 치환술을 받은 환자들 중 판막혈전에 의한 인공심장 판막 기능이상, 판막혈전이 떨어져 나가 말초혈관에서 전색증을 일으키는 합병증, 특히 관상동맥 폐쇄로 인한 급성 심장사나 뇌혈관 발작들은 그 결과가 환자에게 매우 위험하다. 따라서 이러한 판막혈전 현상을 조기에 발견하는 것은 매우 중요하다. 인공심장 판막 치환술을 시행한 뒤 나타날 수 있는 여러 합병증 중에서 기계적인 고장의 경우는 환자의 급작스런 죽음을 야기할 수 있다. 따라서 고장상태를 비침습적(Noninvasive)으로 조기에 탐지하기 위해 기계식 판막 주위에서 형성되는 혈전에 대한 모델을 만들고, in-vitro 실험을 통하여 방법의 타당성을 입증하기 위해 공압식 심실보조장치에 장착된 기계식 인공판막으로부터 나오는 음향 스펙트럼을 이용하여 혈전을 정량적으로 탐지하기 위해 인공신경망을 이용하였다.

### II. 본론

모의 실험을 하기 위해 기계식 판막에 펠레세인과 실리콘을 이용하여 인공 판첩(leaflet)과 봉합링 주위에 생기는 혈전과 거의 같은 형상의 혈전 모델을 만들었으며, 혈전이 형성되지 않은 판막과 혈전이 형성된 판막에 대한 스펙트럼을 각각 구하여 보았다. 이후 이 스펙트럼을 인공신경망을 통해 판별할 수 있는지를 시험을 통하여 평가하여 보았다. 이를 위하여 기계식 판막을 공압식 심실보조장치에 장착하고 모의순환장치를 통하여 유체를 순환 시킨 후, 고감도 마이크로폰을 이용하여 심실보조장치에 장착된 판막으로부터 소리를 얻고, 이를 컴퓨터로 읽어 들였으며, Periodogram 방식에 의해 스펙트럼을 구하였다. 우선 시스템의 feasibility를 평가하기 위해 1KHz 정현파를 인가하여 출력 스펙트럼이 제대로 나오는지 평가하여 보았다. 그리고 기계식 판막의 판첩에 나타나는 모의 혈전현상과 봉합링의 주위에서 20%, 40%, 60%로 자라나는 혈전현상은 펠레세인과 실리콘을 이용하여 제작하였다. 정상

적인 판막과 5 종류의 혈전현상의 스펙트럼은 혈전현상의 정보를 지닌 개폐시 peak의 신호 파형에서 구하였다. 측정된 스펙트럼으로부터 인공판막의 혈전여부를 판단하는 방법으로는 정상적인 판막과 봉합링 부근에서 혈전이 형성된 판막의 스펙트럼을 이용하여 인공신경망을 이용하였다. 정량적인 해석을 위해 정상적인 판막과 비정상적인 판막의 스펙트럼 데이터 40개를 신경망 회로에 입력하였다. 학습율(learning rate)은 0.002, 에러의 목표치(error goal)는  $10^{-4}$ , 최대 epoch는  $10^5$ 을 주었다. 학습 알고리즘으로는 오류 역전파 알고리즘을 사용하였으며, 7,000개의 입력 노드와 20개의 은닉층과 1개의 출력층으로 구성된 인공신경망을 사용하였다.

### III. 결론

결론적으로 훈련된 인공신경망을 사용한 결과 정상 판막과 비정상 판막을 판단하는데 90%의 판단능력을 보였다. 이상의 실험을 통해 판막의 이상유무를 신호의 스펙트럼 해석과 인공신경망을 통해 평가할 수 있음을 알 수 있었다. 본 논문의 결과는 앞으로 인공장기를 몸속에 지니고 있는 환자에게서 장기의 상태를 지속적으로 감시할 수 있는 기술적 토대를 제공할 것이다.

통신저자 : 이상훈, (330-714) 충남 천안시 안서동 산29  
단국대학교 의과대학 의학과  
Tel. (0417) 550-6990, Fax. (0417) 550-6993