

발작성 심방세동 환자의 P파 간격 측정 방법에 관한 연구

이종연, 여형석, 한완택, 김인영, 이병채*, 김준수**, 민정선**, 서정돈**, 이원로**

삼성종합기술원 의료기기연구팀 의료전자연구실

* 용인송담대학 의료정보시스템과

** 성균관대학교 삼성서울병원 순환기내과

A Study for measurement method of P-wave duration in Paroxysmal Atrial Fibrillation(PAF) subjects

J.Y.Lee, H.S.Yeo, W.T.Han, I.Y.Kim, B.C.Lee*, J.S.Kim**, J.S.Min**, J.D.Seo**, W.R.Lee**

Medical Electronics Lab, Samsung Advanced Institute of Technology

* Dept. of Medical Information System, Yong-In Song-Dam College

** Dept. of Cardiology, Samsung Medical Center, Col. of Medicine, Sungkyunkwan University

Abstract

In previous study for correlation between P-wave Signal Averaged Electrocardiography (SAECG) and Paroxysmal Atrial Fibrillation (PAF) subjects, we showed that the duration of P-wave in subjects is longer than in controls. In this respect, the P-wave SAECG is a new method proving to be an accurate and independent noninvasive marker for the risk of PAF.

To prove this suggestion, accurate detection and alignment of P-wave are indispensable. In previous study, we measured P-wave duration by manual. So it was not accurate and consistent. To measure the P-wave duration accurately and automatically, we have developed an automatic algorithm for P-wave duration measurement.

We showed that the duration of P-wave in the subjects is longer than in controls with this algorithm.

서론

최근 들어 신호평균 심전도(SAECG)를 이용한 P파 간격과 발작성 심방세동과의 상관관계에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 기존에 연구된 결과에 의하면 심방세동의 병력이 있는 환자는 심방에서 심근의 전도장애로 인하여 심전도 P파 간격이 늘어남을 알 수 있다.[1][2] 이러한 P파 지연의 측정 및 정상인과의 비교는 발작성 심방세동의 징후를 진단하는 비관혈적인 방법으로 적용할 수 있다.[3]

이때 P파의 간격을 측정하기 위해서 sampling rates가 높고(1kHz이상) 신호를 평균한 SAECG가 사용되고 있다. 여기서 고려되어

야 할 사실은 측정된 P파 간격의 정확성이다. 육안을 통한 P파 간격의 측정은 검사자의 상황이나 기분에 영향을 받을 수 있으므로 일관성이 없고 정확한 검사 기준이 될 수 없다. 따라서 본 연구에서는 자체적으로 개발한 자동진단 알고리즘을 적용하여 PC에 의한 P파 길이의 측정을 시도하였다.

설계 및 구성

데이터는 Arrhythmia Research Technology 사의 LP-PAC Q signal average system을 사용하여 gain은 4,000배, sampling rate는 1kHz로 하여 수집하였다. 신호평균 방법은 기본 심전도 template를 만들어 이 template에 조화되는 신호만을 평균하였고 $1\mu V$ 이하로 잡음 수준이 감소할 때까지 신호를 평균하여 수집하였다.[4] 환자는 1997년 3월 이후부터 1998년 6월 까지 삼성서울병원 심전도 검사실에서 발작성 심방세동(Paroxysmal Atrial Fibrillation :PAF)의 병력을 가진 환자군 45명과 정상 대조군 72명에 대한 데이터를 수집하였다.

이런 과정을 통하여 얻어진 데이터를 ARTxyz라는 utility를 사용하여 ASC 코드 형태의 파일로 변환하여 신호처리를 하였다.

필터는 Least Square Filter를 사용하였고 차단주파수 20Hz인 고역통과필터를 사용하였다. 여기서 Least Square Filter를 사용한 이유는 가장 P파의 간격이 길게 나타나고 환자군과 정상 대조군의 차이가 큰 특성을 보이기 때문이다.[5]

필터의 설계는 The Math Work Inc.의 MATLAB 5.0을 사용하여 디자인하였고 프로그래밍 언어로 Visual C++ 5.0을 이용하고 윈도우즈 95 환경에서 구현하였다.

P파의 간격을 측정하기 위한 파형으로 X, Y, Z 세 개의 채널을 각각 필터링하여 벡터 합성

한 값($\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$)을 사용하였다.

자동진단 알고리즘

P파의 자동 진단은 다음과 같은 흐름도로 표시되어 진다.

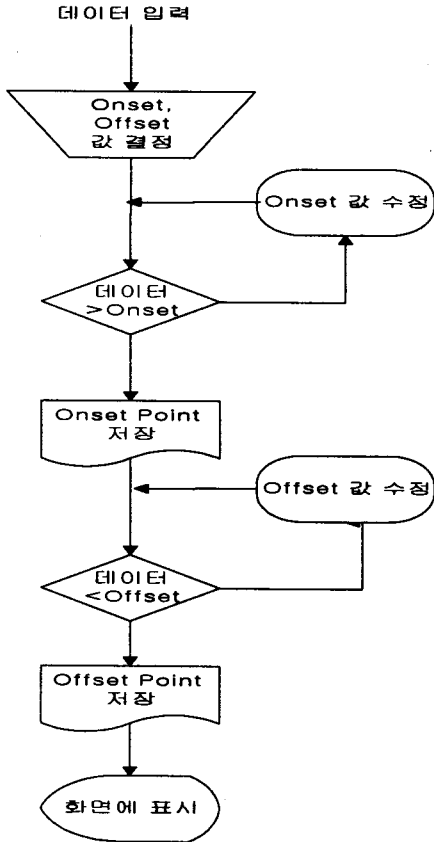


표1. P파 자동 검출 알고리즘

1000개의 sample 중에서 초기 40ms 동안 데이터의 표준편차를 구하고 5개의 데이터를 포함하는 이동윈도우의 평균값이 표준편차의 세배 이상으로 증가하는 점을 onset으로 정하였다.[6] 만약 200ms의 시간이 경과해도 이 수치 이상으로 증가하는 데이터 값이 존재하지 않는다면 Search Back 루틴에 의하여 onset 기준치의 0.1배만큼 기준값을 감소시킨 후 재환되어 다시 검색을 시작한다. 위의 과정을 onset점을 결정할 때까지 반복한다.

이렇게 하여 얻어진 onset점을 저장하고 offset 점을 찾는다. 마찬가지로 offset 기준치 이하로 5개의 데이터를 포함하는 이동윈도우의 평균값이 감소하지 않는 경우 마찬가지로 Search Back 루틴에 의하여 offset 기준치의 0.1배만큼 기준 값을 증가시킨 후 재환되어 다시 검색을 하게 된다. 위의 과정을 offset 값을 결정할 때까지 반복하고 최종적으로 얻어진

onset, offset 점에 근거하여 P파 간격을 계산하고 모니터에 표시하게 된다.

이상의 과정에 의해 얻어진 결과로 환자군 P파 간격의 평균은 $122.8\text{ms} \pm 12.6\text{ms}$ 이고 정상 대조군은 $110.9\text{ms} \pm 15.0\text{ms}$ 로 측정되어 약 12ms의 차이를 보였고 t 검정 결과 값이 p값이 7.2×10^{-7} 으로 두 모집단이 차이가 있음을 알 수 있다.

결론

이번 연구에서 개발된 알고리즘에 의한 데이터 처리 결과는 PAF 환자군과 정상 대조군 사이에서 SAECG P파 길이의 차이가 있음을 입증함으로써 이것이 PAF 환자의 사전 진단 파라미터로 사용될 수 있음을 보였고 자동화되고 일관성 있는 데이터 처리라는 관점에서 만족할 만한 결과를 이루었다.

그러나 진단의 파라미터로 사용되기 위한 sensitivity와 specificity가 예상한 만큼 높지 않았다. 이 문제를 해결하기 위하여 추후의 연구에서 절대치에 의한 onset, offset 점 결정이나 주파수영역 분석방법과 같은 다양한 신호처리 방법을 응용하여 데이터 분석이 수행되어질 것이다.

참고 문헌

- [1]Buxton et al, "The role of P wave duration as a predictor of postoperative atrial arrhythmia", Chest, vol 80, 68, 1981
- [2]Tanigawa et al, "Prolonged and fractionated right atrial electrocardiograms during sinus rhythm in patients with paroxysmal atrial fibrillation and sick sinus syndrome", J Am Coll Cardiol, vol 17,403,1991
- [3]Steven A. Guidera, Jonathan S. Steinberg, "The Signal-Averaged P Wave Duration: A Rapid and Noninvasive Maker of Risk of Atrial Fibrillation", JACC vol 21, 7, 1645-51, June 1993
- [4]Fukunami et al, "Detection of Patients at Risk for Paroxysmal Atrial Fibrillation During Sinus Rhythm by P-Wave Triggered SAECG" Circulation Vol 83, No 1, January 1991
- [5]Chan et al, "P wave Signal Averaged Electrocardiography Techniques" A.N.E. 1998; 3(2):p147-152
- [6]Valverde et al, "Influence of Filtering Techniques on the Time-Domain Analysis of Signal Averaged P wave Electrocardiogram", Journal of Cardiovascular Electrophysiology Vol. 9, No. 3, March 1998