

경동맥 내중막 두께의 시변동성 분석에 관한 연구

Carotid intima-media thickness by using time varying analysis

최형민, 장승진, 장학영, 강지윤, 김원식

한국표준과학연구원 뇌인지융합기술연구단

ABSTRACT

B-모드 초음파를 이용한 경동맥 내중막 두께(IMT : intima-media thickness) 측정은 관상동맥 질환이나 허혈성 뇌질환 위험도의 독립적인 인자로 매우 중요하다. 본 연구에서는 NTSC(national television system committee) 방식으로 경동맥 초음파 동영상신호를 획득하여 프레임으로 나누어 각각의 IMT 를 측정하였다. 각각의 측정값을 시간축으로 재구성하여 시간도메인에서 IMT 의 시변동성을 분석하였다. IMT 시변동성 분석을 통하여 상대적으로 부정맥피험자가 정상피험자에 비해 IMT 평균값이 작아 위험도가 낮다고 평가 될 수 있지만 시변동성 분석으로 IMT 평균값이 작아도 혈관의 기능적 특징이 부족하여 위험도가 높다는 것을 알 수 있었다. 경동맥의 형태적 특징과 기능적 특징을 반영하는 이 분석방법은 경동맥 내중막 두께측정의 신뢰성을 향상 시키며 관련질환의 위험도와 중증도를 세분화 할 수 있는 새로운 방법이 될 수 있을 것이다.

Keyword: 경동맥, 경동맥 내중막 두께, IMT, 시변동성

1. 서론

B-모드 초음파를 이용한 경동맥 내중막 두께 측정은 관상동맥 질환이나 허혈성 뇌질환 위험도의 독립적인 인자로 유용함이 잘 알려져 있다[1]. 이러한 내중막 두께 측정은 인체에 무해하고 비침습적(non-invasive)이며, 다른 의료 영상장비에 비해 측정이 용이하며, 정확도가 높다[1]. 그러나 경동맥 초음파영상은 초음파 간섭에 기인하여 발생하는 스펙클(speckle), 드랍아웃(dropout)과 같은 잡음을 가지게 되며, 대부분 수동측정에 의존하게 되어 주관적 측정 결과 및 시간적 소비가 크다는 단점을 갖는다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 다양한 경동맥 측정 프로토콜[2], 초음파 잡음 제거

알고리즘[3], 경동맥 내중막 경계선 분할 알고리즘[3][4]이 제시 되었다. 그러나 정지영상 분석을 이용한 IMT 측정값만으로는 경동맥의 기능적 특징을 반영하지 못하며 측정오차도 피할 수 없다.

본 논문에서는 새로운 IMT 시변동성 분석방법을 제안하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 영상수집

경동맥 초음파 동영상 수집은 Philips 사의 SONOS 7500 장치와 7~11MHz 탐촉자를 사용하였다. 게인(gain)과 동적범위(dynamic range)은 각각 40 으로 고정시켰고, 경동맥의

위상학적 특징을 고려 [2] 하였다. 초음파 탐촉자 빔이 외경동맥과 내경동맥을 통과하도록 측정하여, NTSC 방식으로 10 초간 수집하였다.

2.2. 측정 알고리즘

초음파 스펙클 잡음제거를 위하여 일관성 향상 확산 필터 (coherence enhancing diffusion filter)로 전처리 후, 캐니 (canny) 알고리즘의 비최대치 억제 (non-maxima suppression)와 히스테리시스 문턱값 (hysteresis threshold) 방법을 이용하여 경계 면의 위치와 크기를 검출한다. 마지막 후처리로 동적 프로그래밍 (dynamic programming) 방법으로 경동맥의 내막과 외막을 검출한다.

2.3. 시-변동성 분석

10 초의 동영상 신호를 30 frame/second 로 분할하여 시간 정보를 가지는 300 장의 정지영상을 분석한다. 경동맥 팽대부에서 원위벽 (far wall)에 대하여 10 mm 이후의 10 mm 이상의 관심영역을 설정한다. 본 논문에서 제시된 IMT 측정 알고리즘으로 300 장에 대하여 각각 IMT의 평균값 측정 후 cubic smoothing spline 방법으로 신호를 재구성한다. 재구성된 신호는 선형, 비선형으로 다양한 분석이 적용될 수 있다.

3. 개발 환경 및 결과

본 논문에서 제안한 방법은 Intel Core2 Quad CPU 2.4GHz, 4GB RAM, Windows XP professional 플랫폼에서 Mathworks 사의 Matlab R2007b 기반으로 시뮬레이션 한 후 National Instruments 사의 PCI-1411 보드와 Labview 8.5 기반으로 개발하였다. 개발된 시스템으로 30 대의 부정맥 및 정상피험자에게 적용해보았다. 10 초간 정상피험자의 IMT 평균, 표준편차는 $0.45 \pm 0.01\text{mm}$, 부정맥피험자의 IMT 평균, 표준편차는 $0.41 \pm 0.003\text{mm}$ 이었다. 비선형 분석 방법인 Poincare plot에서는

부정맥피험자의 그래프가 상대적으로 정상 피험자보다 규칙적이며 작은 변화율을 나타냈다.

4. 결론

본 논문에서 IMT 시변동성 분석을 통하여 상대적으로 부정맥피험자가 정상피험자에 비해 IMT 평균값이 작아 위험도가 적다고 평가 될 수 있지만 시변동성 분석으로 IMT 평균값이 작아도 혈관의 기능적 특징이 부족하여 위험도가 높다는 것을 알 수 있다.

경동맥의 형태적 특징과 기능적 특징을 반영하는 이 분석방법은 IMT 측정의 신뢰성을 향상시키며 관련질환의 위험도와 중증도를 세분화 할 수 있는 새로운 방법이 될 수 있을 것이다. 그러나 제안된 방법에서 IMT의 값을 시간 도메인에 재구성할 때 정향화된 방법이 요구되며, IMT 평균뿐만 아니라 다양한 파라미터의 시변동성 분석이 필요하다. 또한 알고리즘 계산시간을 줄이는 방법과 샘플 수를 늘려 관련질환의 객관화된 중증도와 위험도를 세분화 할 수 있는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Jang-Ho Bae, Wuon-shik Kim, al. (2006). Individual Measurement and Significance of Carotid Intima, Media, and Intima-Media Thickness by B-Mode Ultrasonographic Image Processing. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vasc. Bio., 26, 2380-2385.
- [2] 이정석, 신용주, 정슬기 (2007). 고혈압 환자에서의 경동맥 내중막두께의 위상학적 특성에 대한 선행연구. 대한신경과학회, 25(1), 55-63.
- [3] 이유부, 김명희 (2007). 다이나믹 프로그래밍 기반 경동맥 내막-중막께 자동측정 시스템. 한국시뮬레이션학회, 16(1), 21-29.
- [4] 황재호, 김원식 (2006). 순차적 층위군집판별에 의한 경동맥 내중막 두께 측정. 전자공학회, 43(5), 89-100.