

혈관기능평가를 위한 새로운 맥압증폭지수

이충근[○], 박성하^{*}, 하종원^{**}

^{○**}연세대학교 의과대학 의생명과학부

^{*} ^{**}연세대학교 의과대학 심장내과

e-mail: chungkeun@yuhs.ac

A Novel Pulse Pressure Amplification Index for Assessment of Artery

Chungkeun Lee[○], Sungha Park^{*}, Jong-Won Ha^{**}

^{○**}Severance Biomedical Science Institute, College of Medicine, Yonsei University

^{*} ^{**}Division of Cardiology, College of Medicine, Yonsei University

● 요약 ●

맥압증폭은 대동맥과 말초기관과의 혈압기능 평가 및 심혈관 질환을 예측하는 주요 매개변수로 나이와 관련이 높다. 그러나, 기존의 맥압증폭을 구하기 위해서는 관혈적인 방법으로 대동맥압을 측정하거나 혹은 전달함수와 같은 복잡한 대동맥압 추정 알고리즘을 구현하여 측정하여야 한다. 그러나, 유헤스를 활용한 스마트케어 환경에서 복잡한 알고리즘은 오히려, 계산량을 높이고 시스템가격을 높일 수 있으므로, 최대한 단순화된 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 맥압증폭을 주파수영역의 에너지 관점으로 맥압증폭을 접근하였고, 대동맥압 추정없이 추정할 수 있는 새로운 지수를 제안한다.

키워드: 대동맥 혈압(central blood pressure), 맥압증폭(pulse pressure amplification)

I. 서론

최근 연구에서는 대동맥혈압이 심혈관질환에 관련성이 높은 것으로 보고되고 있으며, 상완동맥혈압은 대동맥혈압을 대변하지 못하는 것으로 알려져 있다[1]. 이는 맥압증폭(pulse pressure amplification)이라고 하는 중심에서 말초로 가면서, 혈관의 크기가 작아지고, 콜라겐 증착율이 높아져 혈압이 상승하는 현상에 의한 것이다. 따라서, 맥압증폭은 혈관이나 심혈관질환 예측에 중요한 매개변수이다[2]. 그러나, 유헤스로 대변되는 스마트케어환경에서 이 임상적 매개변수를 활용하기 위해서는 대동맥과 요골동맥간의 모델기반의 전달함수 등 복잡한 대동맥추정 알고리즘을 구현하여야 한다[3]. 그러나, 복잡한 알고리즘은 하드웨어적인 부담과 시스템 가격 상승을 가지고 오히려 스마트케어환경에서는 적합하지 않다.

따라서, 본 논문에서는 대동맥압 추정없이도 맥압증폭을 추정할 수 있는 새로운 지수를 제안하고 이를 평가하였다.

II. 방법

1. 에너지 맥압증폭지수

에너지맥압증폭지수는 시간영역이 아닌 주파수영역에서의 에너지증폭을 비교하는 지수이다. 혈압파형의 에너지는 첫 번째 고조파에서부터 5번째 고조파에 대부분 놓여 있다[4]. n 번째, 말초혈

압의 고조파성분을 P_n , 대동맥혈압의 고조파성분을 C_n 로 놓을 때, 에너지 맥압증폭율은 아래 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$ePA = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5} \quad (1)$$

$P_2 + P_3 + P_4 + P_5$ 을 α 로 치환하고, $C_2 + C_3 + C_4 + C_5$ 를 β 로 치환하면 식(1)은 아래와 같이 변형될 수 있다.

$$ePA = \frac{P_1 + \alpha}{C_1 + \beta} \quad (2)$$

전달함수 이론에 따르면, 전달함수의 DC부터 2 Hz 근방에서는 증폭율이 1에서 1.5 이하로 상당히 낮은 값을 유지하고 있다. 만약 주파수영역에서 말초동맥혈압파형의 1차 고조파 크기가 대동맥혈압파형의 1차 고조파와 높은 상관성을 지니면, 식 (3)은 아래와 같이 단순화 된다.

$$ePA = \frac{P_1 + \alpha}{C_1 + \beta} \approx \frac{P_1 + \alpha}{P_1 + \beta} = \frac{1 + \alpha/P_1}{1 + \beta/P_1} \quad (3)$$

$$ePA \propto \alpha/P_1 = \frac{P_2 + P_3 + P_4 + P_5}{P_1} \quad (4)$$

로 나타낼 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 식(4)를 유도하기 위한 전제조건인 P_1 과 C_1 의 상관성을 검증하고, 실제 맥압증폭율과 나이증가에 따른 특성을 고찰한다.

2. 실험

연세대학교 심혈관병원에서 내원하여 혈관기능검사를 받은 1,840명(50±15세, 남:1080, 여:760)에 대하여 실험을 수행하였다. Sphygmocor(Atcor Medical, Australia)를 사용하여 비침습적으로 말초혈압 및 대동맥압을 측정하였고, 모든 신호 및 통계처리는 Matlab(Mathworks, US)과 PASW(IBM, US)를 이용하였다.

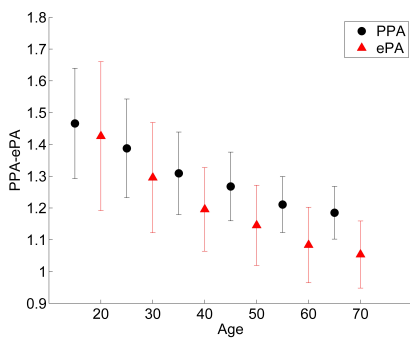


그림 1. 연령증가에 따른 PPA와 ePA의 특성

Fig. 1. Characteristics PPA and ePA according to increase of age

III. 결과 및 토의

P_1 과 C_1 의 상관성은 0.987로 높은 값을 가지고 있어, 식(3)에 있는 P_1 과 C_1 의 대치를 할 수 있음을 확인하였다.

그림 1은 나이에 대해 맥압증폭($r=0.561$), 제안된 맥압증폭의 특성($r=0.581$)을 그린 것이며, 그림 2는 맥압증폭과 제안된 에너지 맥압증폭간의 bland-altman plot을 나타낸 것으로 두 방법간의 차이는 0.108 ± 0.12 이었다.

따라서, 이 결과는 제안된 지수가 나이에 대해선 조금 우세한 상관 특성을 지니면서도, 기존 방법과 비교하였을 때 대체가능함을 나타낸다.

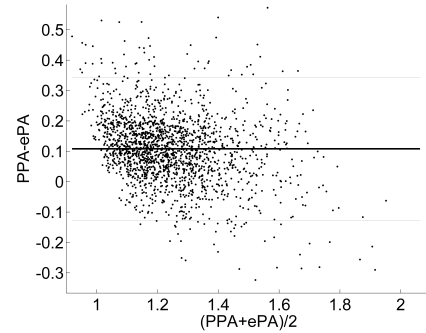


그림 2. 맥압증폭과 제안된 에너지맥압증폭간의 Bland-Altman 그림

Fig. 2. Bland-Altman plot between PPA and ePA

IV. 결론

본 논문에서는 대동맥압을 추정하지 않고도 말초동맥의 주파수 성분의 에너지만으로 맥압증폭현상을 추정할 수 있는 새로운 지수를 제안하였고, 그 기능성에 대해 고찰하였다.

참고문헌

- [1] B. Williams, P. S. Lacy, S. M. Thom et al., "Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study," *Circulation*, vol. 113, no. 9, pp. 1213-25, Mar 7, 2006.
- [2] A. P. Avolio, L. M. Van Bortel, P. Boutouyrie et al., "Role of pulse pressure amplification in arterial hypertension: experts' opinion and review of the data," *Hypertension*, vol. 54, no. 2, pp. 375-83, Aug, 2009.
- [3] C. H. Chen, E. Nevo, B. Fetis et al., "Estimation of central aortic pressure waveform by mathematical transformation of radial tonometry pressure. Validation of generalized transfer function," *Circulation*, vol. 95, no. 7, pp. 1827-36, Apr 1, 1997.
- [4] W. W. Nichols, and M. F. O'Rourke, *McDonald's blood flow in arteries: theoretic, experimental, and clinical principles*: E. Arnold, 1990.