

# 심전도와 광용적맥파 센서를 이용한 맥파전달시간 측정 및 혈압과의 상관관계 추정

## Analysis of Correlation Between Blood Pressure and Pulse Transit Time Using ECG and PPG

\*한효녕<sup>1</sup>, 한희섭<sup>2</sup>, #김정<sup>2</sup>

\*Hyonyoung Han<sup>1</sup>, Heeseop Han<sup>2</sup>, #Jung Kim(jungkim@kaist.ac.kr)

<sup>1</sup>KAIST 기계공학과, <sup>2</sup>KAIST 기계공학과

Key words : Pulse transit time, blood pressure, activity of daily living

### 1. 서론

혈압은 사람의 기본적인 활력징후 (vital sign - 혈압, 맥박, 호흡, 체온) 중 하나로 인체 건강과 직접적인 연관을 갖는다. 혈압 관련 질환인 고혈압 등은 만성질환으로 꾸준한 관리와 경고가 필요하다. 혈압 측정 cuff 를 이용한 oscillometry 방식이 주로 사용되고 있다. 이러한 cuff 를 이용한 방식은 정확도가 높지만, 다음과 같은 제약이 있다. 먼저 cuff 에 압력 주입 및 korotkoff 음 측정을 위한 감압 시간이 30 초 이상으로 즉각적인 측정이 어렵다. 정확한 측정을 위해서 측정 동안 고정된 자세로 측정해야 한다. 가압과 감압의 영향으로 직·간접적으로 순환계에 영향을 준다. 측정 후 동맥 복귀를 위해 휴식을 취해야 하는 등 연속적인 혈압 측정이 어렵다. 따라서 일상생활을 하면서도 혈압을 꾸준히 관리해야 하는 만성질환자들에게 어려움과 불편함을 주게 된다.

이러한 문제점을 극복하기 위해서 혈압과 맥파 전달 시간 (PTT, Pulse Transit Time)의 상관관계가 연구되고 있다. 혈압은 혈관의 탄성도와 상관 있으며, 심장에서 시작되는 맥파가 말초부위까지 전달되는 맥파 전달 시간에 영향을 주게 된다 [1-5]. 이러한 연구에서 나타난 혈압과 PTT의 관계는 피험자 내에서는 높게 나타나지만 일반적으로 피험자간에서는 낮게 나타나고 있다 [6]. 국내 연구팀에서는 맥파전달시간과 길이와 무게 등 신체 파라미터의 회귀분석을 통하여 수축기의

혈압을 예측하는 연구를 하였다 [3-4]. 건국대학교 의공학실용 연구소에서는 자전거 운동중의 혈압을 측정하는 연구를 하였다 [5].

이러한 연구들을 통하여 PTT 를 이용한 혈압 예측에 정확도가 높아지지만, 여전히 고정된 자세에서 측정했다는 한계점을 보이고 있다. 따라서 본 연구에서는 PTT 를 이용한 혈압 예측이 일상생활 활동 (ADL, activity of daily living) 에서도 사용할 수 있기 위한 요소와 방법에 대하여 연구하였다.

### 2. 맥파전달시간과 혈압과의 관계

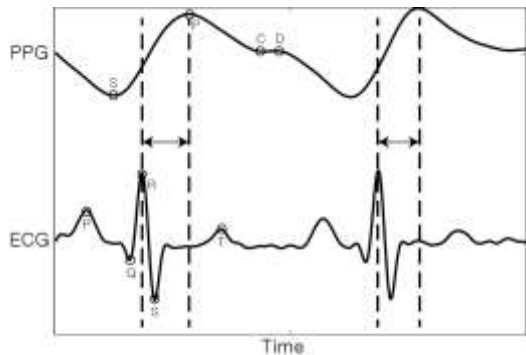


Fig. 1 심전도 및 광용적맥파의 특징점 과 맥파전달시간

심전도 (ECG)는 심장의 전기적 활성화 단계를 반영하는 파형이며, PPG 는 말초부위에서 측정되는 심장 박동에 따른 혈관 용적변화를 반영하는 파형이다. Fig.1 에 나타난 특징점 중에서 ECG 에서 심장의 수축기가 시작되는 R-peak 와 심수출에 의한

혈액방출로 용적 맥파의 크기가 최고점에 다다른 시점인 PPG의 P-peak 사이의 시간 차이가 맥파가 심장 박동 후 말초부위까지 도달하는 시간인 맥파전달시간 (PTT, pulse transit time)을 나타낸다. 이러한 PTT는 수축기의 혈압과 높은 상관관계를 보이며, 이 관계의 모델을 통한 혈압 예측이 연구되어오고 있다.

### 3. 일상생활에서 혈압 추정

일상생활 중에서 PTT를 측정하기 위해서는 PPG와 ECG 센서가 활동에 영향을 적게 받는 위치에서 측정해야 하며, PPG의 측정 위치의 영향도 고려해야 한다. 본 연구에서는 ECG는 허리에서, PPG는 손가락 근위지골에서 측정하였으며, 상용 시스템인 MP35 (BIOPAC System inc., USA)를 사용하여 계측하였다. 혈압은 PPG 측정부위에 가깝도록 커프식 손목 혈압계 (BC-20, Beurer, GER)를 이용하여 측정하였다.

PPG를 측정하고 있는 손의 높이에 따른 PTT와 혈압의 상관관계를 보았다. 총 4명의 실험자로부터 데이터를 얻었다. 실험은 정지상태에서 PPG 측정 위치인 손의 위치를 어깨 높이를 기준으로 -600mm/ 0mm/ 600mm에서 각각 PTT와 혈압을 측정 하였다.

Table 1 Comparison of measured roughness data

측정 높이	맥박 (bpm)	혈압 (mmHg)	PTT (msec)
-500 mm	64.02±1.73	132.67±1.53	275.0±10.8
0 mm	63.67±4.73	118.67±0.58	299.1±59.1
500 mm	66.01±2.83	77.5±3.54	320.8±10.6

### 4. 결론

일상생활 활동 속에서 PTT를 이용하여 혈압을 예측하기 위해서는 움직임에 방해 받지 않는 측정위치가 필요하며 허리띠 형태의 ECG와 손목시계 타입의 PPG를 측정을 위하여, 각각 허리/골반과 손가락 근위지골에서 측정하였다. 또한 손 높이 변화에 따른 혈압

및 PTT 변화를 실험 분석 하였다. 실험 결과 측정 높이에 따라 최대 65 mmHg의 차이를 보이고 이 수치는 질병 판단에 영향을 미칠 정도의 수치이다. 따라서 PTT를 이용한 혈압예측시, 측정 위치를 고려해야 하지만 제스처, 및 걷기, 뛰기, writing, typing 등에서 나타나는 움직임 구간 -500 ~ 0 mm 내에서는 15 mmHg 이내의 변화를 보이며, 영향이 줄어들음을 확인할 수 있다. 연구는 더 나아가 실제 걷기 등 움직임 상황에서의 PTT와 혈압을 측정하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

### 후기

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2009년도 중소기업기술개발지원사업(No. S1067327)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

### 참고문헌

1. P.A.Shaltis, and A. Reisner, and H.H. Asada, "Wearable, cuff-less PPG-based blood pressure monitor with novel height sensor", Inlematinal Conference of the IEEE EMBS, 2006,
2. X. F. Teng and Y. T. Zhang, "Continuous and Noninvasive Estimation of Arterial Blood Pressure Using a Photoplethysmographic Approach", Inlematinal Conference of the IEEE EMBS, 2003
3. 이상민, 박은경, 김인영, 김선일, "맥파전달 시간과 신체특징 파라미터를 이용한 수축기 혈압측정", 전자공학회 논문지, 42, 41-46, 2005.
4. 길세기, 권장우, 윤광섭, 이상민, "PTTL을 이용한 수축기 혈압 추정", 전자공학회 논문지, 57, 1095-1101, 2008.
5. 김철승, 문기욱, 권정훈, 엄광문, "PTT를 이용한 자전거 운동 중 지속적인 혈압의 예측", 대한의용생체공학회, 27, 370-375, 2006.
6. K. Meigas, R.Attai, and J.Lass, "Continuous blood pressure monitoring using pulse wave delay", Inlematinal Conference of the IEEE EMBS, 2001.