

## 광전용적맥파를 이용한 혈압측정에 관한 연구

이충렬<sup>○</sup>, 김정호<sup>\*</sup>

<sup>○\*</sup>단국대학교 전기전자공학과

e-mail: cardfair@dankook.ac.kr<sup>○</sup>, joylohas@gmail.com<sup>\*</sup>

## A study on blood pressure measurement using photoplethysmography

chung-luyl Lee<sup>○</sup>, kyung-ho Kim<sup>\*</sup>

<sup>○\*</sup>Dept. of Control and Signal Processing, Dankook University

### ● 요 약 ●

본 논문에서는 손목과 손가락에서의 광전용적맥파(photoplethysmography: PPG)를 이용한 맥파 동시 측정에 있어서 두 신호의 peak간의 시간차와 혈압과의 관계를 비교하였다. 이를 통하여 연속적인 혈압측정방법에 대해 측정 가능성을 발견하였다. 본 논문에서는 적외선을 이용한 반사형 PPG 측정 시스템을 사용하였으며 손목과 손가락에서 동시에 측정한 신호를 측정된 혈압과 비교하였다. 이를 통하여 혈압에 따라 손목과 손가락의 PPG신호 peak간의 시간차에 일정한 변화가 있음을 발견하였고 이를 통하여 손목과 손가락사이의 PPG 신호만으로 연속혈압측정이 가능하다는 결론을 얻었다.

**키워드:** 광전용적맥파(photoplethysmography), 혈압(blood pressure), 맥파(pulse wave)

### I. 서론

서구화된 식습관으로 인하여 현대 사회에서는 비만이 큰 문제점으로 부각되고 있다. 고칼로리의 식습관이 지속됨에 따라 비만환자가 증가하고 이에 따른 성인병환자역시 증가하는 추세이다. 성인병에는 여러 가지 종류가 있지만 특히나 고혈압은 비만과 가장 밀접한 관계를 갖고 있는 질병중 하나이다. 고혈압의 위험성은 뇌출혈, 심장마비등 치명적인 질환과 직접적인 연관이 있기에 그 위험성이 더욱 부각되고 있다. 따라서 고혈압은 지속적으로 관리가 필요한 질환이라고 할 수 있다. 현재 가정에서나 병원에서 주로 사용하는 방법은 오실로 메트릭 방식으로 커프에 공기를 가압한 후 압력을 낮추면서 이때 맥박이 뛰면서 발생하는 진동을 측정하는 방식이다. 이 같은 방식은 필수적으로 커프가 필요하다는 단점이 있다. 이는 측정의 번거로움과 장비의 크기에 따른 휴대성 저하로 이어지게 된다. 따라서 지속적인 혈압관리를 위해서는 휴대성이 우수하고 연속적인 혈압측정이 가능한 방식이 필요하다.

### II. 관련 연구

#### 1. 관련연구

##### 1.1 국내 동향

현재 cuffless방식의 혈압측정은 많은 연구가 진행되고 있다. 하지만 대부분의 연구는 PPG와 ECG간의 PTT(pulse transit time)을 이용한 방식이 대부분이다. 이 방식은 심전도와 PPG신호를 측

정하여 이 두 신호간의 peak간 차이를 이용한 연속적인 혈압측정 방식이다. 이 방식 역시 신호간의 peak를 측정하는 방식으로 유사한 점을 가지고 있으나 서로 다른 신호간의 peak간의 비교란 점에서 다른 점을 보이고 있다. 이 밖에 손가락에서 커프 형태로 측정하는 방식 등 다양한 방식의 cuffless 혈압 측정 방법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

### III. 본론

#### 1. PPG(photoplethysmography) 측정

본 논문에서 사용한 PPG측정 방식은 적외선 발광다이오드와 수광 다이오드를 이용한 반사형 광전용적맥파 측정회로 이다. 사용한 적외선 발광 다이오드는 940nm 파장을 사용하였고 수광 다이오드 역시 900nm영역에 최적화된 센서를 사용하였다. 이때 센서는 서로 수평하게 배치하여 반사하는 광을 흡수하게 하였으며 맥파의 고유 주파수는 0.5~5Hz로 이를 위해 Amplifier & Filter 처리를 통하여 맥파신호를 얻었다.[1] 측정된 신호는 National instruments 사의 NI USB-6008모듈을 통하여 컴퓨터로 전송하여 Labview signal express로 데이터를 처리하였다.



그림1. 시스템 구조  
Fig. 1. System Architecture

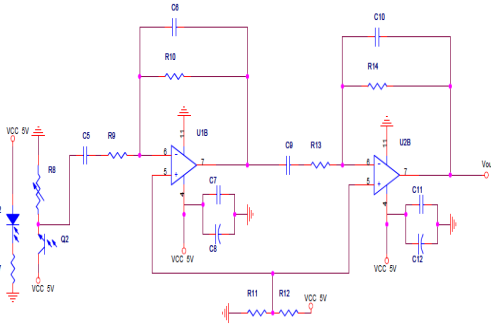


그림2. PPG 측정 회로  
Fig. 2. PPG Measurement Circuit

## 2. 측정 실험

본 논문의 실험을 위한 피 실험자는 총 3명으로 20대 남자 1명, 여자 1명, 30대 남자 한명으로 구성되어 있다. 피 실험자들은 앉은 상태에서 손목과 손가락에 PPG측정 센서를 장착하고 1분간 측정 하였다. 이와 함께 환자감시 장치를 통하여 피 실험자의 혈압과 맥박을 측정하였다. 이때 사용된 혈압측정방식은 커프를 통한 오실로메트릭 방식이다. 측정된 신호는 컴퓨터로 전송하여 Labview signal express로 데이터를 처리 한 후 각 peak간 시간차의 평균을 계산 하였다.

## 3. 측정 결과

표 1. 측정 결과  
Table 1. Measurement result

순번	피 실험자1		피 실험자2		피 실험자3	
혈압	109/72		113/75		125/94	
맥박	50		72		91	
구분	손목	손가락	손목	손가락	손목	손가락
데이터	29.7	30.5	0.2	0.26	5.48	6.1
	30.8	31.8	0.55	1.25	6.18	6.83
	32.1	32.9	1.47	2.4	6.91	7.5
	33.2	34.1	2.5	3.1	7.6	8.26
	34.3	35.4	3.22	4.22	8.35	8.95
	35.6	36.4	4.17	5.06	8.93	8.59
	36.7	37.6	5.28	6.07	9.62	10.24
	37.9	38.8	6.2	6.98	10.27	10.8
			7.66	7.82	10.91	11.49
			8.43	9.05	11.49	12.07
					12.13	12.66
					12.71	13.31
					13.42	14
평균시간차	-0.9		-0.65		-0.53	

표 2. 측정 결과 그래프  
Table 2. Measurement result graph

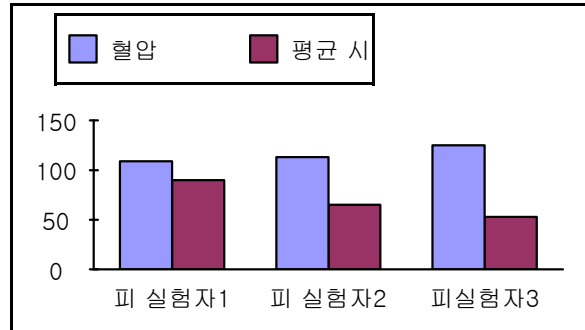


표 1.은 세 명의 피 실험자를 통하여 실험한 결과 데이터이다. 데이터는 10초간 측정된 데이터 이며 맥박에 따라 peak의 수가 다르게 나왔다. 측정된 peak별로 손목과 손가락 간의 시간을 측정하고 이 값을 모두 더한 후 peak수로 나누어 평균값을 구하였다. 그 결과 혈압 109/72인 피 실험자의 경우 손목의 peak가 0.9초 빨랐으며 혈압이 113/75 인 피 실험자2의 경우 0.65초, 혈압이 125/94인 피 실험자3의 경우 0.53초 빠르게 나타났다. 표 2.은 혈압과 평균시간이 비례관계를 갖고 있음을 알 수 있었다. 혈압이 높은 사람일수록 손목과 손가락의 평균 시간차가 적게 나타났으며 혈압이 낮은 사람일수록 그 시간차가 크게 나타났다.

## IV. 결론

본 논문에서는 손목과 손가락에서 측정된 PPG신호의 peak간 시간의 차이와 혈압과의 관계에 대하여 비교 연구 하였다. 그 결과로 혈압이 높은 사람일수록 peak간 시간의 차이가 작게 나타났으며 혈압이 낮은 사람일수록 peak간 시간의 차이가 크게 나타났다. 이를 통하여 PPG 신호간의 peak 차이와 혈압이 서로 간에 상관관계가 있으며 이를 통하여 혈압에 대한 측정이 가능하다는 결론을 얻었다. 보다 신뢰성을 얻기 위하여 보다 많은 실험군 특히 고혈압과 저혈압 환자를 대상으로 한 실험을 추가적으로 실시하여 혈압과 peak간 시간 차이 간의 상관관계를 분석할 필요가 있다. 따라서 앞으로 이에 대한 연구를 추가적으로 실시할 예정이다.

## 참고문헌

- [1] Drzewiecki G, "The Biomedical Engineering Handbook," CRC Press, pp.1-16, 2000.

이 논문은 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.  
(No. 2010-0025109)