

KRISS 형 혈압 시뮬레이터의 개발 The Development of a Blood Pressure Simulator in KRISS

*송한욱, #이성준, 우삼용, 박연규, 최인묵, 이호영

*H. W. Song(hanugi16@kriiss.re.kr), #S. Lee(lsjun@kriiss.re.kr), S. Y. Woo, Y. K. Park, I. M. Choi, H. Y. Lee
한국표준과학연구원 기반표준부 역학센터

Key words : Blood, Pressure, Simulator, Standard

1. 서론

혈압은 심장이 뿜 때 피가 혈관 벽에 작용하는 단위 면적당의 힘을 말한다. 혈압은 환자의 건강을 진단하는 기본적인 지표로서 임상학적 중요도는 매우 크다. 특히 고혈압은 우리나라 성인 인구의 15% - 20% 정도가 해당될 정도로 흔한 질환이며 사전 증상이 없어 '조용한 살인자'로 그 악명을 떨치고 있다. 고혈압의 진단, 치료 및 예후 평가에 가장 중요한 것은 정확한 혈압 측정이다[1].

혈압측정 방법으로는 침습적인 방법과 비침습적인 방법이 있다[2]. 침습적인 방법은 혈관에 가는 관을 삽입하여 압력센서에 액체를 직접 접촉시킴으로써 참 압력을 정확히 측정할 수 있지만 환자에게 고통을 주고 감염의 위험도 있어 현실적으로는 특별한 경우를 제외하고는 사용할 수 없다. 반면에 비침습적인 방법은 신체 밖에서 혈압과 관련된 어떤 물리적 특성을 이용하여 측정하는 방법으로 청진법, 오실로메트릭법, 촉진법, 초음파를 이용한 방법 등이 있다.

청진기를 이용한 혈압측정은 진료실에서 많이 사용되며 현재 가장 좋은 방법으로 간주되고 있다. 오실로메트릭법을 이용한 혈압측정은 보통 자동화되어 있어 사용이 간편하기 때문에 가정에서 많이 사용된다. 하지만 오늘날 오실로메트릭법을 이용한 자동혈압계는 수은혈압계가 갖는 환경 및 건강의 유해성 때문에 일반 가정은 물론 병원에서도 점차 많이 사용되고 있는 추세에 있어 실질적인 기준 혈압 측정계로 자리 잡아가고 있다. 현재 시중에는 많은 혈압계 회사들이 제작한 혈압계가 유통되고 있다. 그러나 이러한 혈압계의 경우 각각의 회사가 보유한 know-how에 의해 제작된 혈압계 평가용 시뮬레이터에 의해 검증되어 있고 또한 사용되고 있는 혈압계의 경우 국가의 압력표준과의 소급성을 지니지 못하고 있다는 단점도 있다.

상기의 문제점들을 해결하기 위하여 최근 유럽에서는 독일표준연구소(PTB)를 중심으로 침습 혈압계 평가를 위한 EU simulator 개발 연구를 3년(2002 -2005)에 걸쳐 수행하였다[3]. 600명 이상의 혈압측정 정보로부터 1000개 이상의 혈압 신호를 수집하여 유효한 진동파형 데이터베이스를 구축한 후 이를 구현할 수 있는 혈압 시뮬레이터를 개발하여 필요한 임상시험을 대처하는 것을 목적으로 하였다. 이러한 연구의 결과로서 혈압계 평가용 시뮬레이터가 개발되어 시제품이 제작되어있는 단계이다. 하지만 현재까지 국내에서는 혈압계 평가를 위한 시뮬레이터에 대한 연구가 수행된 적이 없다고 할 수 있다[4].

본 연구에서는 보다 높은 신뢰성 있는 혈압 측정을 위해 한국인에 적합하게 설계되는 혈압계 평가용 시뮬레이터의 개발과 평가에 대해 기술하고자 한다.

2. 실험 장비 제작 및 측정 결과

그림 1에 본 연구를 위해 제작한 혈압시뮬레이터의 시제품을 보여주고 있다. 시뮬레이터는 스테핑모터, 레버, 벨로우즈로 구성되어 있다. 초기 위치를 잡기 위해 포토인터럽터가 사용되었다. 압력의 발생은 혈압계에서 이루어지고 압력이 감소하면서 미세한 압력진동을 레버시스템을 이용하여 발생시킨다. 이때 압력진동 파형은 기 수집된 인체 혈압파형과 유사하도록 스테핑모터가 제어하며 벨로우즈를



Fig. 1. Prototype of BP simulator in KRISS

운동시킨다.

그림 2에 혈압 시뮬레이터를 구동하기 위한 소프트웨어를 나타내었다. 구동용 소프트웨어의 경우 Lab-view를 이용하여 제작되었다. 측정하고자 하는 수축기 혈압과 이완기 혈압 및 맥박수를 화면에 입력하면 그에 맞는 압력과 형을 프로그램이 계산하고 스테핑모터의 펄스수를 계산한다. 이에 따라 스테핑모터가 운동하면 그림과 같은 압력파형이 생성된다. 수축기와 이완기 혈압을 계산하는 알고리즘은 A.Sapinski가 제안한 standard algorithm을 참고로 하였다.

제작된 혈압 시뮬레이터의 압력 발생에 대한 정확성을 평가하기 위하여 그림 3과 같이 교정된 압력계이저를 연결하여 생성되는 압력 신호를 10회 측정하였다. 사용된 압력계이저의 경우 Paroscientific, INC.의 Digiquartz (model No.6000-15G)로서 정확도가 0.01%로 본실에서 국가 압력 표준의 소급을 받아 교정한 제품이다. 측정되는 신호는 그림에서 나와있는 바와 같이 low pass filter 및 high pass filter를 거쳐 converter(model No. 6671-003, Paroscientific INC.)을 통해 노트북에 저장되었다. 신호의 저장은 Lab-view에 의해 제작된 소프트웨어를 통해 제어되었다.

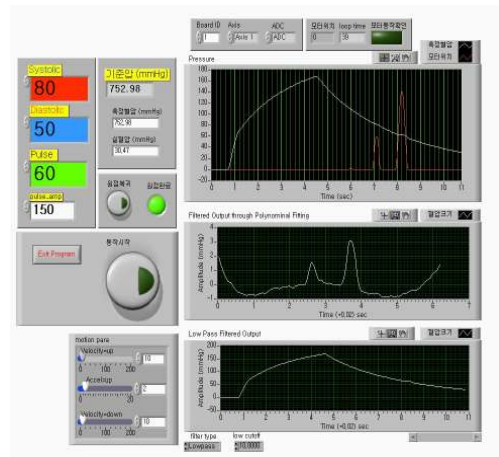


Fig. 2. Control Software



Fig. 3. Experimental arrangement for the check of measurement repeatability

그림 4 와 표 1 에 KRISS 형 혈압 시뮬레이터의 신호 검증 결과를 나타내었다. (그림 4 의 경우 데이터 간의 구별을 위하여 time 축의 스케일을 달리 그렸음.) 결과에서 알 수 있듯이 제작된 혈압 시뮬레이터의 경우 압력 신호의 발생 재현에 대한 상대 재현도 오차가 0.1 %로서 아주 정밀하게 작동됨을 알 수 있다. (상대 재현도의 경우 표준편차를 평균으로 나눈 값을 의미함.)

3. 결론

혈압은 환자의 건강을 진단하는 기본적인 지표로서 임상학적 중요도는 더할 나위 없이 매우 크다. 특히 고혈압은 우리나라 성인 인구의 20 % 정도가 해당될 정도로 흔한 질환이지만 사전 증상이 없어 진단, 치료 및 예후 평가를 위해 정확한 혈압 측정은 필수적이다. 최근 임상현장에서는 사용의 간편을 위하여 오실로메트릭법을 이용한 비침습 혈압계가 기준혈압계로 사용되고 있다. 본 연구에서는 이들 비침습혈압계의 올바른 평가를 위하여 국가 압력표준에 소급된 KRISS 혈압시뮬레이터의 prototype 을 제작하였다. 제작된 혈압 시뮬레이터의 경우 압력 발생에 대한 오차가 0.1 % 로서 신호 재현도와 정밀도가 우수하였다. 향후 임상 데이터의 축적을 통하여 더 넓은 혈압 범위에 대한 신호 재현이 가능하리라고 예상된다.

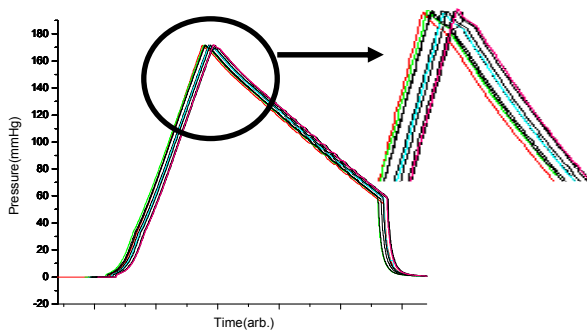


Fig. 4. Results of pressure generation

Table 1 Relative repeatability data

Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	error
Data	171.5	171.7	172	171.7	171.7	171.6	171.4	171.7	171.8	171.8	0.1%

후기

본 연구는 한국표준과학연구원 “신수요 측정 표준 개발” 과제의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

1. Bae, J. H., Kim, C. H., Lee, B. H., Chon, J. E., Seo, I., Hong, S. P., Lim, C. K., Choi, S. G., Park, J. B., and Park, C. K., “2004

2. J. I. Carr and J. M. Brown, Introduction to biomedical equipment technology, Prentice Hall, pp.197-210, 1993.
3. Mieke S., Private communication
4. S. Y. Woo, S. Lee, H. W. Song, J. H. Kim, “Development of Standard and Improvement of Reliability in Blood Pressure Measurement,” J. Kor. Soc. Prec. Eng., vol. 24, no. 9, pp.12-16, Sept. 2007.