

## 총안 맥진을 위한 맥동검출기 개발에 관한 연구(I)

김 규상, 양 승렬\*, 한 순천, 박 영배\*\*, 김 정국, 허 응  
명지대학교 대학원 전자공학과, \*동원대학 정보통신과, \*\*경희대학교 한의과대학 기기진단과  
경기도 용인시 남동 산 38-2  
E-mail : bis8@wh.myongji.ac.kr

### A Study on the Radial Pulse Detection System for the Total Macjin(I)

K. S. Kim, S. Y. Yang, S. C. Han, Y. B. Park\*, J. K. Kim, W. Huh  
Dept. of Electronics Eng. Myongji Univ.  
\*Dept. of Information and Communication. Tongwon Collage.  
\*\*Dept. of Instrument Diagnosis. Kyung Hee Univ.  
38-2 Nam-Dong Yong-In city Kyunggi-Do

#### ABSTRACT

In this paper, we developed a radial pulse transducer that has strain-gauge cantilever type load cell for total pulse detection on chongu arterial. The transducer consist of load cell and driving electronic circuits. Load cell consist of cantilever and two metal film strain gauge.

The pressure signal from chongu artery is delivered to load cell using artery rider that attached to cantilever. Therefore the pressure signal convert to voltage signals by the developed transducer.

As the results of experiment, the developed transducer has very good linearity at pressure to voltage conversion. The total pulse detection transducer can detected three kinds of chongu artery pulse with conveniently.

#### 1. 서 론

한의학에서 절진에 의한 병증을 진단하는 방법중 대표적인 것이 맥진(脈診)이다. 맥진에서는 먼저 총안법을 사용하여 좌우 손구맥의寸,關,尺의 위치에서 각

장부의 맥상을 살핀 후 단안법으로 의심 장부의 맥상을 정밀하게 검사하여 병증의 형태를 살피는 것이 일반적인 절차이다.

총안법이란 의사의 검지, 중지 그리고 약지의 첨두부를 피검자의 손목의 안쪽에서 엄지 쪽의 요골 동맥박동부에 대고 진찰하는 방법을 말한다. 요골 경상동기 부위를 관이라 하고 그 전후 부위를 각각 촌과 척이라 하는데, 일반적으로 의사가 환자를 진맥할 때 이들 촌·관·척의 세 부위에서 나타나는 맥박의 성질과 상태를 3개의 손가락을 사용하여 각각의 맥점에 가압의 조건을 변화시키면서 가압 조건에 반응하는 맥동의 변화를 손가락에 분포된 압력감지신경을 통하여 검출한다.

이러한 총안법을 객관화된 맥진으로 발전시키기 위해서는 이에 적절한 맥동 검출기의 개발이 중요하다. 단안적인 맥동 검출기에 대한 연구는 70년대 미분형 맥동 검출기<sup>1)</sup>의 개발이 그 효시이고, 그후 다양한 형태의 검출기가 본 저자를 비롯한 연구진에 의하여 개발된 바가 있다<sup>2-5)</sup>.

본 연구에서는 총안 검출이 가능한 변환기를 개발하여 총안법의 타당성 유무를 검증하기 위한 기초연구를 목적으로 하고있다. 연구의 방법은 변환기를 구성하고 변환기의 검출평가를 한다. 구성하고자 하는 변환기의 요소는 캔틸레버형의 로드셀<sup>5)</sup>을 기본으로 구성하고 촌·관·척의 세 부위에서 각각의 맥동을 검출할 수 있는 변환장치의 기구를 개발하고 각 변환부의 변환특성을 검토한 후 촌·관·척에서 맥동을 검출하는 기본

본 연구는 1997년 한국 산업기술평가원의 연구비 지원에 의하여 이루어졌습니다.

실험을 하고자 한다. 검출되는 각 맥동과는 압력맥파의 기본형상을 온전하게 유지하는 비미분형의 맥동과이다.

## 2. 총안 맥동 검출법

### 1) 맥동과 변환모델

의사가 환자를 진맥할 때 3개의 수지를 사용하여 환자의 동맥상의 촌·관·척의 맥점에 가압의 조건을 변화시키면서 가압 조건에 반응하는 맥동의 변화를 수지의 압력감지신경을 통하여 검출한다. 그러므로 맥진의 객관화를 위해서 맥을 검출하는 경우 촌·관·척의 부위에서 동맥의 압력변화를 각 동맥부위에서 발생하는 측압을 이용하여 검출한다. 수지에 의한 진맥과 같이 가압에 대한 측맥동의 발생은 그림 1과 같이 모델 할 수 있다.

그림 1은 수지대신에 일정한 하중을 갖는 물체를 촌구에 적절히 가하면 하중에 의해서 연부조직과 동맥의 변형이 발생한다. 이러한 동맥관로의 변형점에서 측압이 형성되며, 이 측압은 하중체에 미치게 된다. 가해지는 하중은 정압이고 동맥관로의 압력은 심장의 박동에 따라 압력이 변하므로 측압은 시간에 따라 변화하는 형태의 압력으로 나타난다. 시간에 따라 변동되는 측압은 가압장치에 미치게 되며, 이 힘에 의하여 가압장치에 미소한 변위가 발생된다. 따라서, 이 미소 변위는 측압의 변동에 따라 변동하게 되고 이 변위의 양을 계측하면 측압의 형태를 알 수 있다.

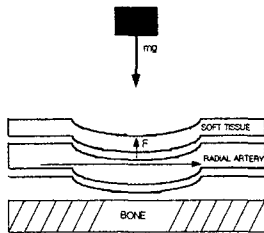


그림 1. Pulse Wave Conversion Model

### 2) 측맥동 검출기 모델

그림 1과 같은 모델로 발생되는 측압을 기계적으로 측정하기 위하여 변환기구의 모델을 설정하면 그림 2와 같다. 캔틸레버형의 로드셀에 부착된 동맥 라이더로 촌구 동맥에 압을 가하여 측압을 발생시킨다. 발생된 측압은 가압의 반작용과 함께 로드셀에 나타나며 이 값을 부착된 스트레인 게이지<sup>6)</sup>로 검출할 수 있다.

이 때, 가압의 조건과 방법은 일정하여야 한다.

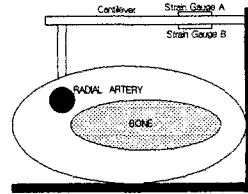


Fig.2. Radial Pulse Detection Model

### 3. 총안용 맥동 변환기

본 연구를 위하여 개발한 총안용 맥동 검출 변환기는 촌·관·척의 세 부위로부터 입력되는 압력신호를 전압신호로 변화하는 장치이다. 개발된 장치는 전희의 연구에서 개발된 변환기를 확장하여 구현된 것이다<sup>3)</sup>.

구현된 변환기의 구성은 그림 3과 같이 캔틸레버형의 로드셀을 3개 병렬로 구성하여 각 부위에서 발생된 맥동에 의해 변위되는 압력 신호가 압력전달자를 통하여 로드셀에 전달되도록 설계하였다. 인가된 압력신호가 로드셀에 부착된 금속 박막형 스트레인 게이지의 길이를 변화시키며, 길이의 변화는 저항변화를 유도한다. 이때의 저항변화는 매우 작으므로 스트레인 게이지를 정전류가 흐르는 저항 브리지의 한 변에 삽입하여 전위의 변화로 유도되도록 설계하였다.

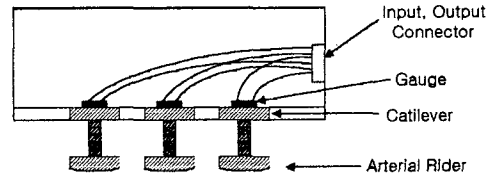


그림 3. Layout of the Total Pulse Detection Transducer

본 연구에서 설계된 변환기는 촌구의 각 위치에서 발생된 동맥의 측압력신호를 맥압 전달자를 통하여 로드셀인 캔틸레버에 인가되도록 구성하였다. 검출된 측압력신호는 로드셀에서 전압신호로 나타나며, 이 전압값은 커넥터를 통하여 그림 4와 같은 전자회로에 연결된다. 전자회로<sup>7-8)</sup>는 저항 브리지와 증폭기, 필터, 및 정전류원 회로로 구성된다. 1개의 로드셀에 사용된 스트레인 게이지는 2개이고, 하나는 압축력을 감지하고 다른 하나는 신장력을 감지하게 배치하여 응력의 검출 감도가 높은 구조를 사용하였다.

사용된 스트레인 게이지는 금속 박막형이며, 공칭 저항이 120Ω인 것을 사용하였다.

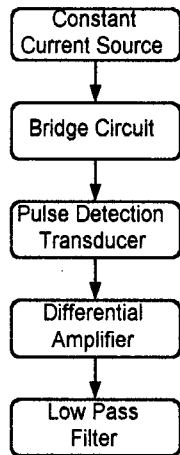


그림 4. Pulse detection system block diagram

#### 4. 실험 및 고찰

##### 1) 교정 실험

본 연구에서 개발된 총안용 맥동 검출기의 압력에 대한 출력전압 변환특성을 검토하기 위하여 그림 5와 같이 교정시스템을 구성하여 채널별로 각각 실험을 하였다. 그림에서 M은 동맥 전달자에 올려지는 하중을 나타내며 M을 변화시키면서 나오는 출력 전압의 값을 오실로스코프와 디지털 멀티미터를 이용하여서 계속하였다. 실험에서 사용된 하중의 범위는 1g에서 80g까지이다.

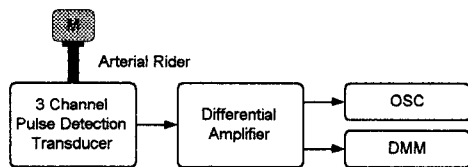


그림 5. Transducer calibration system block diagram

인가 무게(M)를 가변 시키면서 얻어진 채널별 결과 값에 대한 그래프는 그림 6과 같다.

그림 6에서 각 채널별로 나타나는 추의 무게에 대한 출력 전압이 선형적인 모습을 나타냄을 알 수 있다.

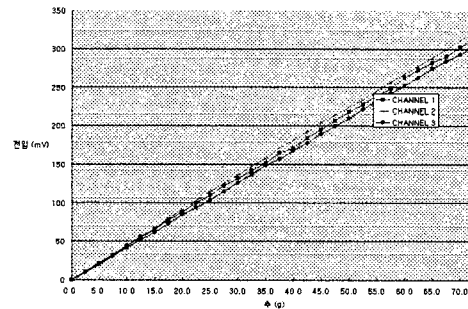


그림 6. 3 Channel Transducer Calibration Graph

##### 2) 총안용 맥동의 검출실험

구현된 총안용 3채널 맥동 검출 변환기를 사용하여 실제 촌구에서 촌(寸), 관(關), 척(尺)의 맥동을 검출하였다. 총안용 맥동의 검출은 변환기를 촌구의 관의 위치를 중심으로 하여 동맥부위에 접촉시킨 후 맥동 신호가 가장 잘 검출되는 위치에 고정화하고, 일정한 시간의 맥동 신호를 저장하였다. 그림 7은 촌구에서 측정된 촌·관·척에 해당하는 맥동 신호를 보여주고 있다. 그림에서 맨 위에 보이는 파형이 촌에 해당하는 신호이고, 중간이 관, 맨 아래의 파형이 척에 해당하는 파형이다. 각각의 채널에서 절흔의 모양이 매우 잘 나타나고 있으며, 비미분맥파의 전형을 보여주고 있다. 피검자는 29세의 심장질환이 없는 여자이었다.

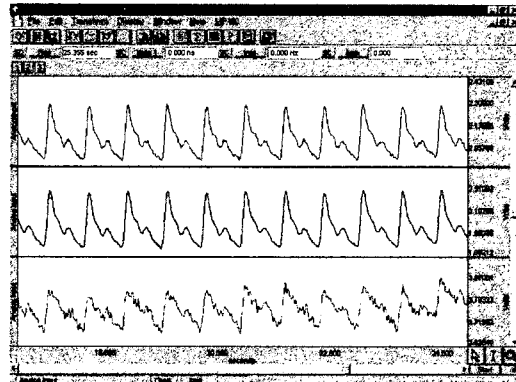


그림 7. Results of total radial pulse wave by using developed total transducer

##### 3) 고찰

본 연구에서 개발된 총안용 3채널 맥동 검출 변환기는 가압량에 선형적으로 비례하는 출력전압신호를 얻을 수 있어 변환특성이 매우 양호한 것을 알 수 있었

으며, 정압에 대한 출력을 얻을 수 있어 비미분형의 맥압을 얻는데 매우 적합한 것으로 평가된다.

총안용 검출 실험에서 얻어진 측맥동파형은 촌과 관의 부위에서 검출된 파형은 맥동의 모양을 매우 잘 재현하는 모양을 얻을 수 있었으나, 척 부분의 검출 파형에는 난류형의 압력변화성분이 나타나는 것이 매우 흥미롭다. 이 현상은 관 부위의 가압에 의한 혈관의 변형에서 발생한 혈류의 난류현상이 척 부위의 검출기에서 검출된 것으로 생각된다. 그러나 자세한 검증을 위하여 좀더 많은 경우의 실험을 수행하여 규명해야 할 현상으로 보여진다.

또한 반복된 실험의 결과를 비교한 결과 우수한 재현성과 압력검출 해상도가 맥동 검출에 적합한 것으로 평가되었다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 촌·관·척 세 부위에서의 맥동 신호를 동시에 검출하기 위하여 스트레인 게이지를 이용한 3 채널 총안용 맥동 변환기를 연구 개발하였다.

개발된 맥동 변환기의 효율성을 입증하기 위하여 변화하중을 이용한 기초실험을 하였으며, 실제로 사람을 대상으로 한 임상 실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 각 변환부의 변환특성은 가압에 대한 출력전압변환의 비를 검토한 결과 그 선형성이 매우 우수하였다.
- 2) 정압에 대한 출력을 안정되게 얻을 수 있어 비미분형 맥신호를 검출할 수 있으며, 가압에 대한 조건을 정량화 할 수 있다.
- 3) 3개의 촌구 부위로부터 촌·관·척의 측맥동신호를 얻을 수 있어 총안용 맥동 검출기로 사용할 수 있는 가능성을 보였다.

위의 결과를 종합하면 본 연구에서 개발된 총안용 맥동 검출기는 맥진에서 종래 보다 다양한 맥상의 정보를 제공할 수 있을 것으로 평가된다.

## 참고문헌

- [1]이봉교, "맥진계에 의한 팔요맥의 파형기록관별에 관한 실험적 연구", 최신의학, Vol.13, No.7, pp.41-47, 1970.
- [2]이호재, 김홍오, 박영배, 허 응, "한방용 맥파검출 시스템", 대한의용생체공학회 추계학술대회, pp.66-69, 1991.
- [3]김현규, 박영배, 허응, "비미분형 맥동검출변환기 개

발", 대한전자공학회 하계학술대회, Vol.21, No. 1, pp.573-576, 1998

[4]이호재, 박영배, 허 응, "인영 촌구 대비맥법을 이용한 맥진단 시스템 구현", 대한의용생체공학회지, Vol.14, No.1, pp.73-80, 1993.

[5]박영배, 김현규, 허 응, "맥율검출장치에 관한 연구", 대한전자공학회하계학술대회, Vol.20, No.2, pp.437-440, 1997

[6]한응교, "스트레인 게이지", 보성문화사, 1993.

[7]전재승, "센서회로 디자인북", 기전연구소, 1989.

[8]Robert F. Coughlin, "Operational Amplifier & Linear Integrated Circuits", PRENTICE HALL, 1993.

[9]이봉교, 박영배, 김태희, "한방진단학", 정보사, 1986.