

홀센서 손목 착용형 맥진기를 이용한 혈류속도 및 맥파전달속도 측정 및 분석

김담비¹, 최슬기¹, 장덕형², 유재영², 조현성¹, 이남규¹, 김근호¹, 손일호³, 최종구⁴, 이상석^{1*}

¹한방의료공학과, 보건과학대학, 상지대학교, 강원도 원주시 우산동 산 660

²(주)메디아나, 강원도 원주시 문막읍 동화리 1650-1

³(주)신명정보통신, 서울시 금천구 가산동 345-9

⁴동서의료공학과 대학원, 상지대학교, 강원도 원주시 우산동 산 660

재현성 있는 생명 정보의 정확도가 낮은 경우에는 의료기기를 통한 진단 및 치료에 필요한 정보로 사용할 수 없다. 맥박수, 심박수 및 혈압을 모니터링 할 수 있는 가정용 혈압기는 환자들의 손목이나 팔뚝에 착용하여 가압한 상태에서 자신의 건강상태가 어떠한지 판단할 수 있다. 따라서 간편한 손목 착용형 혈압 모니터를 이용한 정밀한 맥박수, 심박수, 혈압의 측정은 곧 다가올 유비쿼터스 헬스케어 산업을 위한 필수 전제조건이다. 재현성과 신뢰성이 있는 한방진단기기는 객관적인 임상자료가 요구된다. 맥진파형을 찾는 시간을 극소화 하고, 휴대용 맥진기가 진단 기기로 널리 보급되기 위해 홀소자를 이용한 집게형 맥진기 개발이 필요하다.

한의학은 한국에서 고대로부터 발달해 온 의학으로서 수천 년 임상적 결과물이라 할 수 있다. 한의학의 중요한 진단 방법의 하나인 맥진은 요골동맥의 촌, 관, 척을 짚어 환자의 내부 장기의 상태를 판단한다. 맥진은 의사마다 주관적인 판단으로 이루어지고 있고, 이를 두고 “한의학은 과학적이다 또는 비과학적이다”라는 논쟁이 많이 일어난다. 맥진이 보다 과학적인 접근을 통한 정확한 판단이 필요한 이유이다. 최근에는 이러한 문제점들을 토대로 다양한 방식의 맥진기가 개발되고 있다. 이처럼 한의학을 현대화하려는 노력에도 불구하고 맥진기에는 객관적이지 못한 오류가 존재한다.

본 연구에 사용한 집게형 맥진기 시제품은 영구자석, 홀센서, 측정 부분, LED, 디스플레이, USB port, 스위치 부분으로 구성되어 있다. 특히 피부를 국소적으로 누르지 않기 위하여 피부 접촉 부분의 표면재질로는 탄성이 좋은 라텍스 고무를 이용하였다. 지름 2 mm, 높이 1 mm 크기의 원통모양이고, 표면에서의 자기장이 약 300 Oe인 영구자석은 탄력 있는 고무의 중심 위치에 자리해 에폭시로 고정시켰다. 즉, 영구자석의 원판 중심이 요골동맥의 "관" 부분에 위치하고 고르게 늘어난 상태의 라텍스 고무는 손목 피부 접촉면을 둘러싸게 하였다. 요골동맥의 피부와 접촉한 원통형 영구자석은 맥박의 진동에 따라 쉽게 위치가 움직일 수 있게 되어 있다. 본 실험에 사용된 양손 측정 맥진기의 핵심부품인 홀 효과 소자와 자석 사이 변위는 2.5 mm이다. 1 mm 이내에 1개의 영구 자석이 동맥 맥박에 있는 맥박 높고 낮은 진동에 의하여 상하로 움직인다.

집게형 맥진기에서 획득한 맥진파형의 입력신호를 자동적인 0의 설정, 노이즈 제거, 1000 points/s의 출력 데이터를 획득하여 PC에서 분석할 수 있는 비주얼(visual) C++ 프로그램이 내장되게 설계하였다. 즉, 시간에 따른 맥진파형에서 두드러진 한 점이 어디인지 선택한 후 집게형 맥진기를 통해 검출된 5개 이상의 반복되는 맥파신호를 정하여 본 연구팀에서 자체 개발한 사용자 메뉴얼으로 계산할 수 있었다. 프로그램의 기본 기능을 이용한 과정은 다음과 같이 4단계를 지나도록 하였다. ① 집게형 맥진기에서 측정된 데이터를 기반으로 맥파를 보여 준다. ② 측정한 기반의 데이터로 특정한 데이터를 계산함 ③ 측정된 데이터를 저장 할 수 있다. ④ 측정된 데이터를 차후에 불러와서 다시 볼 수 있다. ⑤ 측정중인 그래프는 자동적으로 스케일이 변환되어 그래프에 출력된다.

심장 수축시 대동맥에 압력파가 발생하며, 이 압력파는 대동맥을 따라서 요골동맥으로 전달된다. 요골동맥에 도달하는 압력맥파는 심장에서 요골동맥까지의 거리에 따라서 도달시간에 차이가 있어 이 압력맥파가 전달되어 온 거리를 도달시간의 차이로 나눈 것으로 표시하는 방법이 맥파전달속도(PWV; pulse wave velocity)이다.

대체적으로 근위부에서 말초부위까지 0.8 m의 거리를 맥파가 도달하는데 약 0.25초가 걸렸다고 하면 맥파속도인 PWV는 3.2 m/s가 된다. 보통 심장으로부터의 좌우 요골동맥의 거리가 다르면 5 cm 정도 차이만 고려할 수 있으므로, 임상적으로 널리 알려진 동맥경화가 진행되면 동맥의 탄성도가 감소하고 경직도가 증가하여 혈류 및 PWV가 빨라지는 데서 심장을 중심으로 하여 좌우 혈관길이의 차이가 무시할 수 있음이 타당하다고 볼 수 있다.

한편 혈관 직경의 크기에 따라서 혈류의 속도는 차이가 있다. 이미 알려진 바와 같이 혈류속도는 대동맥에서 약 50 cm/s 모세혈관에서는 약 0.5 mm/s 대정맥에서는 약 25 cm/s 모세혈관은 여러 곳으로 갈라져 있으므로 총단면적이 넓어져 혈류속도가 느려진다. 심박출량은 안정시에 약 5 l/min이며 온 몸을 순환하는데 걸리는 시간은 약 50 s ~ 60 s 걸린다. 이것은 심장의 수축력, 심장 박동수, 혈액의 점성, 혈액량 등 여러 요인과 그리고 성별, 몸의 자세, 바깥 온도 등 혈관계 이외의 요인에 따라 항상 달라지게 된다.

따라서, Fig. 1에서 알 수 있듯이 흡소자가 장착된 집게형 맥진기로 요골동맥의 맥진파형과 PPG 혹은 SPO2의 용적맥파형을 동시에 비교하였을 때 두 파형의 피크값들이 시간차로 나타난다. 피실험자의 손목과 손가락 끝의 거리를 디스플레이된 두 파형의 시간차를 나눈 값이 혈류속도를 내포하는 맥파전달속도로 측정할 수 있다. 이러한 실험결과를 통계적으로 임상데이터를 분석하면 추정혈압과의 상관관계를 유도할 수 있다.

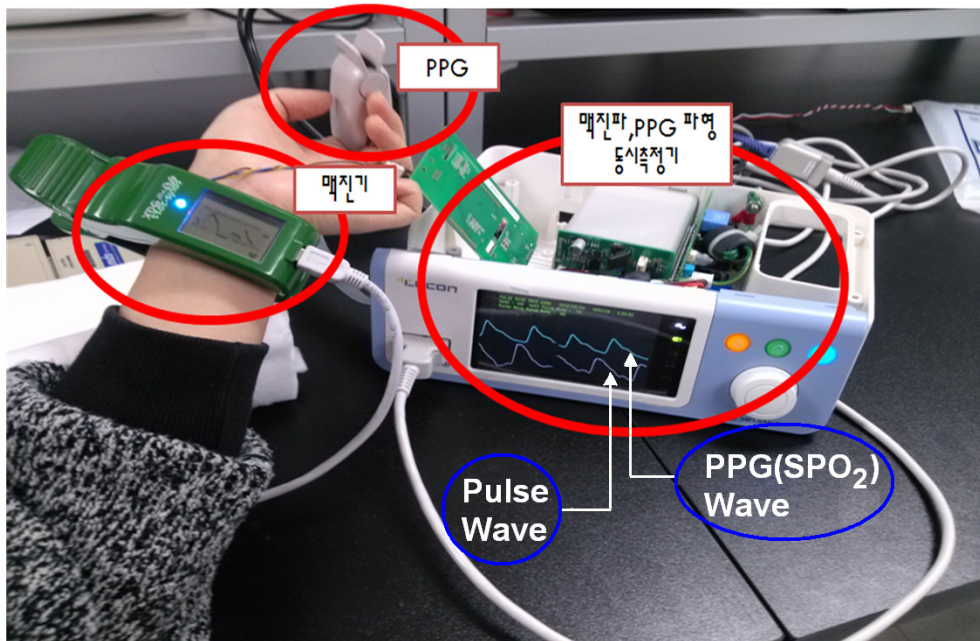


Fig. 1. Schematic diagram of simultaneously radial artery pulse wave and PPG (photoplathysmography) wave diagnostic system by using Hall device clip-type pulsimeter with real picture, respectively. The schematic and the real measuring feature of the prototype of a clip type pulsimeter is equipped with a Hall effect device passed signals through the voltage detecting hardware system.

※ 본 연구는 보건복지부와 강원도청의 지원을 받아 각각 수행하고 있는 한의약선도 기술과제의 한방의료 기기개발과제 (B100030)와 강원도 - 호주의 NSW주 국제공동연구에 대한 연구결과이다.