

자기장 측정 홀소자 집게형 맥진기를 이용한 허맥과 실맥 예측 알고리즘 개발

Development of Prediction Algorithm for Replete Pulse and Vacuous Pulse by using Clip-type Pulsimeter with Hall Device Measuring a Magnetic Field

이남규*, 김근호, 김용진, 이상석

¹상지대학교 보건과학대학 한방의료공학과, 강원도 원주시 우산동, 220-702

1. 서론

본 연구는 의료기기 3등급인 맥파분석계로서 집게형 맥진기가 한국식품의약품안전청의 품목허가를 위한 진행과정의 일부분이다. 맥파를 얻기 위하여 사용된 형명 SPULS-2011의 맥진기는 미세한 자성 측정용 홀소자를 이용한 집게형 맥진기로서, 기존의 단순 압력센서로서 측정하기 어려운 맥상을 넓은 면적에 적용하여 맥파 형의 변화를 관찰할 수 있게 만든 맥진기이다. 본 연구는 자성홀소자를 이용한 집게형 맥진기의 유효성 평가를 탐색적으로 하고자 상지대학교 부속한방병원에서 수행한 연구용 임상시험의 결과이다. 특히 허맥과 실맥을 판별하는 표준화된 맥상에 대한 한방진단용 알고리즘을 얻고, 이 결과에 대한 시험적인 고찰을 하였다.

2. 홀소자를 이용한 집게형 맥진기의 구성과 측정

홀소자를 이용한 맥진기는 손목에 탈부착이 쉽고 간편하고 측정 시에 일정한 압력을 유지시켜 줄 수 있는 집게형으로 디자인하였다. 집게의 안쪽에는 맥파신호를 수집할 수 있는 측정부가 부착이 되어있는데 이곳은 자석과 센서, 그리고 자석과 센서의 고정과 일정한 간격을 유지시켜주는 실리콘 장치로 구성되어있다. 집게형 맥진기에 대한 영구자석, 홀소자, 측정 부분, LED, 디스플레이, USB port, 스위치 부분을 Fig. 1(a)에 나타내었다. 영구자석의 원판 중심이 요골동맥의 "관" 부분에 위치하고 고르게 늘어난 상태의 실리콘 고무는 손목 피부 접촉면을 둘러싸게 하였다. 움직인다. 실제 사람의 손목에 착용하여 맥파신호를 측정하는 한 예로서 집게형 맥진기 시제품의 실제 측정 모습을 Fig. 1(b)에 나타내었다. 요골동맥과 밀착시키기 위해 접촉부분은 곡선 형태로 안쪽으로 휘어져있다.

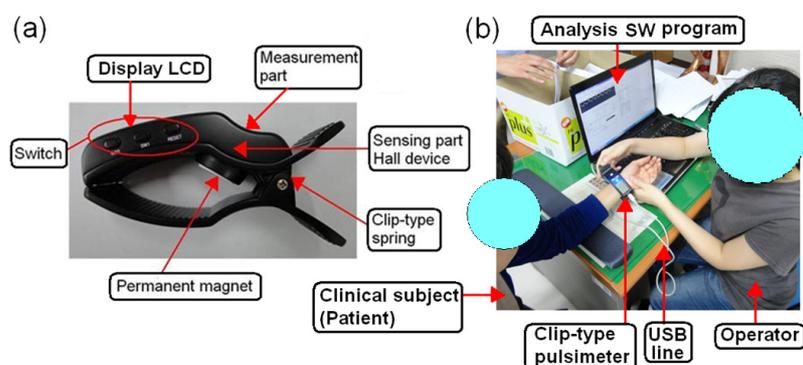


Fig. 1.

4. 대표 맥파인자의 특성과 정의

맥파변수 이외의 측정변수로는 기본 신체지수인 나이, 키, 몸무게, 수축기혈압, 확장기혈압, 체온, 사상체질이었다. 위에서 언급한 맥파파형의 생성기전을 바탕으로 요골 동맥파형인 원 맥파에서 대표변수를 Fig. 2에 나타내었다. 여기서 각각 수축기 정점(Systolic peak)까지의 크기인 S.amp, 반사파 정점(Reflective peak)까지의 크기인 R.amp, 절흔파의 정점(Notch Peak)까지의 크기인 N. amp. 수축기 정점까지 걸리는 시간 S.time, 반사파 정점까지 걸리는 시간 R.time, 절흔파 정점까지 걸리는 시간 N.time을 구하였고, 2차 미분파에서 b/a ratio를 변수로 삼았다.

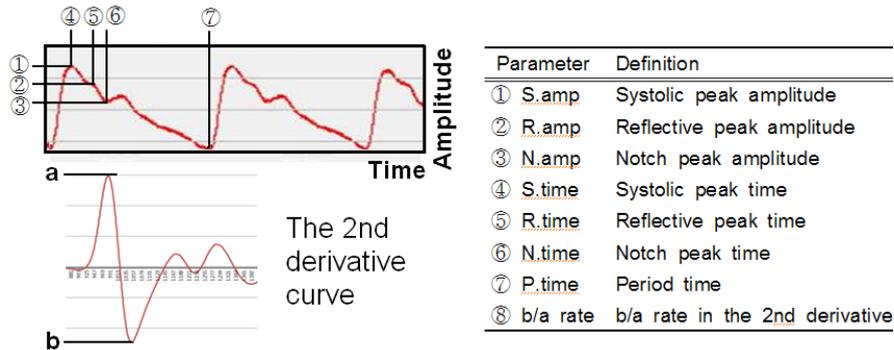


Fig. 2.

5. 임상데이터 회귀분석과 허맥과 실맥 판별용 예측 확률 회귀식 알고리즘 개발

남자 허중 31명, 실중 32명, 여자는 허중 29명, 실중 31명으로 총 123명에 대한 원맥파형에서 5개 연속구간을 택하여 Fig. 2에서 정의한 대표 맥파 변수들의 값을 평균을 낸 임상데이터를 빈도분석을 시행하였다. 통계처리에 필요한 모든 임상데이터는 자체 개발한 맥파분석 SW 프로그램을 사용하였다. 허중과 실중 집단(N=123)에 대한 기초통계 및 허중 및 실중별 맥파 및 혈압 등의 t 검정, 맥파변수의 1차 2차 상관분석을 시행하였다. 이 연구에서 가장 중요한 맥파변수의 유용성을 보기 위해 허실집단만을 대상으로 허실지표와 맥파 자료 간의 관련성을 분석하였다.

| Major parameters | R.time | | N.time | |
|------------------|--------|---------|---------|---------|
| | B | p value | B | p value |
| Sex | .060 | .882 | .057 | .889 |
| Age | -.012 | .438 | -.014 | .348 |
| BMI | .129 | .061 | .132 | .058 |
| SBP | .031 | .057 | .030 | .072 |
| DBP | -.005 | .848 | .000 | .989 |
| R.time | .011 | .040 | - | - |
| N.time | - | - | .012 | .020 |
| Constant | -9.399 | .000 | -10.425 | .000 |

Table. 1. Logistic regression coefficient (B) and p values for seven major parameters included of R.time and N.time.

허중군과 실중군의 임상데이터를 이분형 로지스틱 회귀분석을 시행하여 허맥과 실맥의 판별 회귀식은 제시된 성별(Sex), 나이(Age), 체질량지수(BMI), 수축기혈압(SBP), 확장기혈압(DBP) 및 S.amp, R.amp, N.amp,

R.time, N.time의 맥파변수를 이용하였다. 맥파의 크기와 반사파의 시간을 나타내는 대표적인 변수로 R.time과 N.time를 선택하여 각각에 대한 Table 1에 나타난 p 값과 회귀계수 B값들로부터 로지스틱 회귀식을 얻을 수 있었다. 로지스틱 회귀모형을 적용하여 반사파 크기의 최고 피크값과 시간값인 R.time와 N.time의 보정변수로 만들어진 모형에서의 허맥과 실맥 판별용 예측확률 알고리즘을 구하기 위한 로지스틱 회귀식은 식(1)과 식(2)으로 각각 표현할 수 있다.

$$\log\left(\frac{P}{1-P}\right) = -9.399 + 0.060 \times Sex - 0.012 \times Age + 0.129 \times BMI + 0.031 \times SBP - 0.005 \times DBP + 0.011 \times R.time \quad (1)$$

$$\log\left(\frac{P}{1-P}\right) = -10.425 + 0.057 \times Sex - 0.014 \times Age + 0.132 \times BMI + 0.030 \times SBP + 0.000 \times DBP + 0.012 \times N.time \quad (2)$$

통상적으로 허실 맥진기 파형에서 보통 파형의 높이가 실증과 허증을 판단하는 근거로 많이 생각하는데, 본 연구결과에서 R.time과 N.time에서도 높은 유의성을 보여주고 있다. 기본적으로 허증과 실증을 임상적으로 판단하는 근거는 그 세기와 체적을 주로 보는 경향이 있으나, 본 연구에서 시간적 차이도 실증과 허증을 판단할 수 있는 가능성을 보여주었다고 할 수 있다. 이러한 결과에 대한 물리학적 측면과 다른 임상학적 측면에서 향후 규명해야할 연구과제로 남아있다.

감사의 글

이 논문은 보건복지부 2012년 한의약선도기술과제의 3차년도 한방의료기기 개발과제(B100030)에 의해 이루어진 연구 결과입니다.