

다채널 경혈평형 계측 시스템 구현에 관한 연구

김창모, 김응수, 한순천, 김정국, 허웅
명지대학교 전자공학과

A Development of Multi-Channel Acupuncture Point Balance Measurement System

Chang-Mo Kim, Eung-Soo Kim, Soon-Chen Han, Jung-Kuk Kim, Woong Huh
Dept. of Electronics Eng., Myongji University
E-mail : pommel25@korea.com

Abstract

In this paper, we developed a multichannel acupuncture point balance measurement system that measures skin resistances at various acupuncture points to evaluate the balancing state of the meridian.

The system consists of 16 channel resistance-voltage converter, signal processing part for signal amplification and filtering, A/D conversion part, micro-controller part, and data processing part.

Compared to the previously developed 1 channel or 4 channel systems, it is found that the 16 channel system can measure the skin resistances of 16 acupuncture points, simultaneously, providing various clinical information such as balance and variation of the resistance value.

1. 서론

최근 한의학에서는 경락과 경혈을 중심으로 병증을 진단하고 치료함에 있어, 그 치료의 우수성이 인정된 것에 비해 치료 상의 효과에 대한 객관적인 이론과 메카니즘이 체계적으로 정립되어 있지 않아 이에 대한 임상적 응용을 폭넓게 적용하지 못하고 있다. 이러한 점을 보완하기 위해 오래전부터 경락과 경혈의 상태를 객관적으로 계량화하고자 하는 노력이 기울여져 왔다.

이 중에도 경락과 경혈상의 전기전도를 이용한 연구가 국내외에서 가장 활발하게 진행이 되고 있다.

최초의 피부에 대한 저항의 측정은 1953년 일본의 나가다니에 의한 양도락 방법이 시초였으며, 서양에서는 1955년 독일의 R. Voll의 EAV 방법이 제시되었다. 양도락과 EAV는 동양의학에서 치료의 혈점으로 사용하는 경혈점과 대부분 일치하는 경향을 보이거나 비경혈 점에서도 양도점이 나타나는 등의 문제점을 갖고 있다. 또한, 측정점을 동시에 측정할 수 없어 경락의 평형상태를 정확하게 관측할 수 없는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 진단 시 필요한 여러 점의 경락과 경혈의 상태를 동시에 측정이 가능한 장치를 개발하여, 다수의 위치에 분포된 인체의 경혈의 평형 상태를 사용자에게 제공하고 피검자의 생리상태를 정량적으로 판정할 수 있는 장치를 개발하고자 한다.

2. 경혈과 피부저항

2.1 경락학설

경락학설은 한의학 기본이론의 하나로서 장부학설과 같이 인체 생리 활동, 병리변화 및 상호 연계를 연구하는 학설이다.

경락은 생체에 있어 기혈순행의 반응계통 노선으로서 내(內)로는 오장육부와 외(外)로는 피부와의 상관성을 가지고 반응이 체표로 나타나는 영위(營衛)의 현상적인 반응선이고, 이 반응선 계통선상의 일정한 위치의 반응점을 경혈이라고 한다. 경혈은 진찰점인 동시

에 치료점이기도 하다. 따라서 특정 경락에서의 특정 경혈의 에너지 변화를 계속하여, 오장육부의 기능을 진단하거나 조절함으로써 장기의 평형상태를 진단할 수 있다.

2.2 피부구조 및 전기모델

주위의 환경으로부터 인체를 보호하고 외부와의 통로 역할을 하는 피부의 구조를 그림 2-1에 경혈과 함께 도시하였다. 피부의 최외층에 표피, 즉 각질층은 일반적으로 매우 높은 저항값을 갖는 반면, 피하조직은 낮은 저항값을 갖는다. 따라서 피부저항의 크기는 표피를 전기적으로 접촉하는 형태에 따라 결정된다.

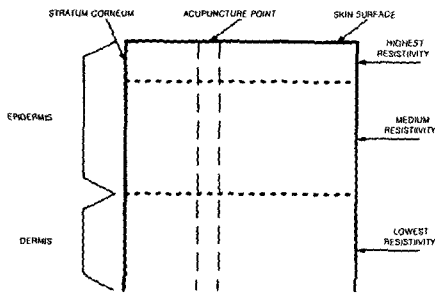


그림 2-1 피부의 구조와 경혈.

또한 피부의 생리학적 전기적인 현상을 모델링하여 전기적인 모델로 변환하면 그림 2-2와 같이 표현되며 R_1 은 진피층의 저항이고, C와 R_2 는 표피층의 용량과 저항을 나타낸다.

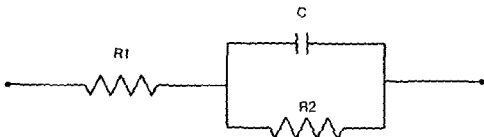


그림 2-2 피부 전기모델.

생체에서의 전기적 전도도는 세포를 구성하고 있는 이온의 종류와 형태, 각종 염이나 산등 다양하게 포함되어 있는 자유 이온과 관련이 있다.

신호 주파수와 도체의 형상이 일정하다고 가정한다면 저항은 다음식과 같이 전도체의 단면과 길이의 함수이다.

$$R = \rho L / A \quad (2-1)$$

여기서, ρ 는 매질의 비저항이고, L은 단위길이, A는 단면적이다.

2.3 경혈의 저항성

프랑스의 침구학자 Niboyet과 Mery(1958)는 피부저항 측정법을 이용하여 경혈의 저항이 주위의 피부저항보다 낮음을 발견하였고, F.Kracmar는 교류 측정기를 이용하여 분극 전기저항과 분극 전기용량의 측정 결과 경락의 분극 전기저항이 주위보다 작고, 분극 전기용량은 주위보다 크다는 실험결과를 얻었다.

이외의 많은 연구에서 경혈의 피부저항을 측정한 결과 경혈의 저항이 경혈 이외의 점보다 낮고, 특히 병이 있는 경우 저항이 더욱 하락하는 결과를 얻었다.

3. 시스템 구성

다채널 경혈 평형 계측시스템은 경혈부위의 저항값을 측정하는 하드웨어 시스템과 신호처리를 위한 소프트웨어 시스템으로 구성된다. 그림 3-1은 경혈 평형 계측시스템의 하드웨어 구성에 관한 블록도이다.

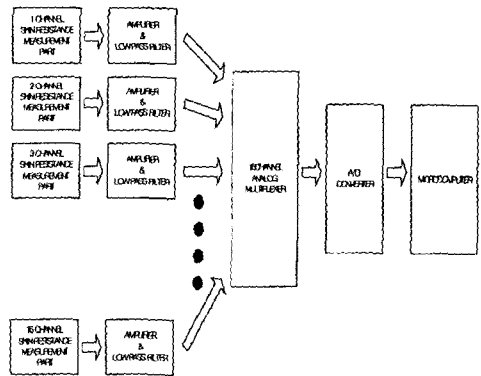


그림 3-1 하드웨어 시스템의 전체 블록도.

경혈 평형 계측시스템의 하드웨어의 구성은 다음과 같다.

1) 피부저항 계측 및 아날로그 신호처리부

경혈의 저항 계측은 16개의 리드선을 통하여 해당 경혈전에 측정 전극을 부착시킨 후 전원분리가 적용되어 안정화된 전원을 통하여 측정전극과 기준전극 사이에 미세한 전류를 흘리게 된다.

증폭 회로는 비반전 증폭방식으로 그 이득이 4배가 되게 적용하였고, 증폭 후 외란의 영향을 줄이기 위하여 10[Hz] 저역통과 필터를 후단에 적용하였다.

최종 처리된 값은 A/D컨버터의 입력전압 범위인 0~5[V]를 고려하여 이 범위 내에서 값이 출력될 수 있도록 조절하였다.

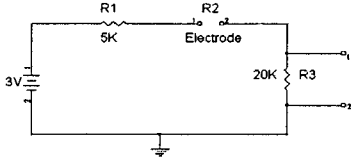


그림 3-2 피부저항 측정 회로도.

- 2) 16채널 아날로그 멀티플렉서
- 3) 디지털 신호처리부

A/D 변환을 위한 컨버터는 AVR-프로세서 내부의 A/D변환기를 이용하였다. 이 변환기는 10bit의 분해능을 가지며 변환시간은 65~260[μs]가 소요된다. 변환된 데이터는 내부에서 지원되는 직렬 통신처리 장치를 이용하여 PC로 보내어 진다.

채널별 각 신호는 C언어 프로그램으로 제어되며, 각 데이터를 화면에 디스플레이하고 분석·처리하는 구동 프로그램은 National Instrument 社의 LabVIEW 6i를 사용하여 구현하였다.

4. 실험 및 고찰

본 연구에서 개발한 경혈 평형 계측 시스템의 신뢰성 평가를 위해 표준저항계와 설계된 시스템을 이용하여 저항값을 측정하고 비교하였고, 인체의 경혈점과 비경혈점의 차이를 비교하고자 경혈과 비경혈을 측정하였다. 또한, 동시에 경락의 평형상태를 보고자 좌우의 동리 경혈에서 동시 계측하는 실험을 하였다.

4.1 신뢰성 평가 실험

본 시스템의 신뢰성 평가를 위해 표준저항 10[Ω], 50[Ω], 100[Ω], 200[Ω], 300[Ω], 400[Ω], 500[Ω], 600[Ω], 700[Ω], 800[Ω], 900[Ω], 1[kΩ]을 이용하여, 각각을 채널에 출력되는 결과를 표준저항계를 통해 계측된 저항값과 비교 평가하여 각각의 16개의 채널 오차 보정과 함께 채널간의 간섭에 관한 보정을 하였다.

4.2 경혈과 비경혈의 저항값 측정 실험 및 고찰

본 연구에서 개발한 시스템을 적용하여 동일 위(胃) 경락상에 경혈점의 저항값을 측정하였고, 피검자들의 경혈점과 비경혈점에서 저항성분의 변화와 패턴을 비교하고자 실시하였다.

Ch1~Ch4은 순차적으로 오른쪽 함곡혈, 충양혈, 해계혈, 족삼혈에 위치하였고, Ch5~Ch8은 왼쪽 함곡혈, 충양혈, 해계혈, 족삼혈에 위치하였다. 나머지 Ch9~Ch16은 좌, 우에 4개씩 비경혈점에 위치하였다. 측정시에 기준전극은 중완(中腕)혈에 위치하였다.

피검자는 건강 상태가 양호한 20대 초반의 총 5명을 대상으로 대체적으로 체내외의 기가 안정된 오전시간에 피검자가 침대에 편안하게 누운 상태에서 외부 자극에 반응하지 않도록 눈을 가리고 귀를 막은 상태에서 측정을 하였다.

취득된 데이터를 살펴보면 각 피검자 5명 모두 비경혈점에 비하여 상대적으로 경혈점이 저항값이 낮게 검출되었다. 피검자 각각의 저항값과 저항값의 분포가 다른 것은 피검자 개개인의 생리 상태나 체질에 기인하였을 것으로 사료된다. 피부저항평균값의 변화는 경혈점에서 평균 ±55.2[Ω]이며, 비경혈점에서는 평균 ±242.8[kΩ]이었다. 이는 비경혈점이 경혈점에 비하여 변동의 폭이 더욱 크다는 것을 보이며, 경혈점이 비경혈점에 비하여 안정적임을 뜻한다.

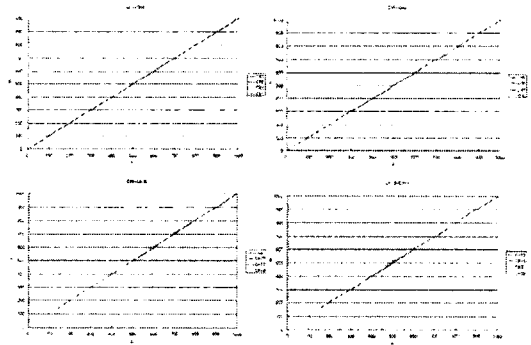


그림 4-1 Ch1 - Ch16의 측정데이터의 선형성

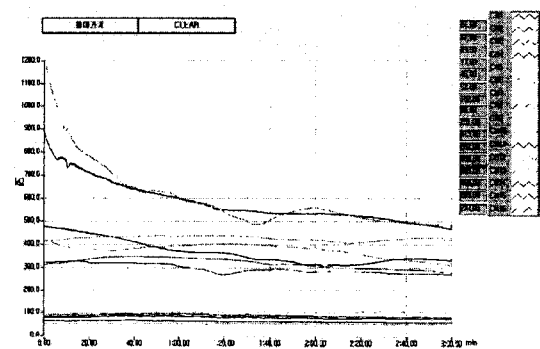


그림 4-2 피검자1의 경혈과 비경혈 저항 계측 데이터.

표4-1 경혈점 및 비경혈점의 피부저항 평균 데이터

평균값[kΩ]	피검자				
	1	2	3	4	5
CH 1 (경혈)	63	78	74	81	48
CH 2 (경혈)	61	68	90	71	52
CH 3 (경혈)	88	89	162	62	74
CH 4 (경혈)	80	76	164	61	82
CH 5 (경혈)	46	90	73	54	36
CH 6 (경혈)	53	63	75	45	33
CH 7 (경혈)	102	46	150	71	58
CH 8 (경혈)	85	84	121	97	60
CH 9 (비경혈)	302	139	357	245	296
CH 10 (비경혈)	426	245	431	224	320
CH 11 (비경혈)	356	296	850	310	376
CH 12 (비경혈)	358	244	755	341	369
CH 13 (비경혈)	564	276	533	260	231
CH 14 (비경혈)	549	159	442	201	312
CH 15 (비경혈)	288	194	385	230	367
CH 16 (비경혈)	309	160	436	282	286

5. 결 론

본 논문에서 개발한 다채널 경혈평형 계측시스템을 이용해 피부의 경혈점에 전기적인 에너지를 통전하여 경혈점과 기준전극 사이의 전압을 측정하였다. 16채널로부터 동시에 측정되어진 값은 경혈점 및 비경혈점에서 그 특성을 실시간적으로 확인할 수 있었으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 본 시스템을 이용하여 측정한 결과 경혈점에서 저항 값의 패턴은 저 저항 성분을 지니고, 그 값의 변화가 안정된 반면, 비경혈점에서 저항 값의 패턴은 고 저항 성분을 지니고 그 값의 변화가 매우 심한 결과를 얻을 수 있었다.
- 2) 본 시스템은 기존의 단일 채널을 이용하는 양도락과 EAV체계에 비해 다채널을 통하여 실시간으로 여러 경혈점으로부터 인체의 정보 수집이 가능하고, 이와 함께 장시간의 데이터 취득을 통한 분석을 통해 데이터의 신뢰성도 매우 높일 수 있었다.

표4-2 전체 피검자의 평균값과 표준편차.

채널 및 위치	단위[kΩ]	전체피검자 평균값	표준편차
CH1 함곡혈 (우측)		68.8	13.48
CH2 충양혈 (우측)		68.4	14.12
CH3 해계혈 (우측)		95	39.06
CH4 족삼리혈(우측)		92.6	40.75
CH5 함곡혈 (좌측)		59.8	21.66
CH6 충양혈 (좌측)		53.8	16.16
CH7 해계혈 (좌측)		85.4	41.71
CH8 족삼리혈(좌측)		89.4	22.19
CH9 비경혈 (우측)		267.8	82.21
CH10 비경혈 (우측)		329.2	97.44
CH11 비경혈 (우측)		437.6	232.84
CH12 비경혈 (우측)		413.4	197.27
CH13 비경혈 (좌측)		372.8	161.57
CH14 비경혈 (좌측)		332.6	163.31
CH15 비경혈 (좌측)		292.8	83.27
CH16 비경혈 (좌측)		294.6	98.17

참 고 문 헌

- [1] 김응수, 한순천, 김정국, 허웅, 박영배, “경혈 저항 특성에 관한 연구(I)”, 대한의용생체공학회 춘계학술대회, p250-p251,2001.
- [2] 한국 한의학 연구소 임상연구부, “경락의 신연구 III”, 한국 한의학 연구소, 1972. 2.
- [3] 민병일 외, “ 동양의학의 과학적 접근과 임상”, 서원당, p121-p122, 1993.
- [4] Rosendal T, “Further studies on the conducting properties of human skin to direct and alternating current”, Acta Physiol Scand, 9, pp.182-202,1944
- [5] Serisawa Kanchitasuko: “An Approach on Meridian and Acupuncture Points in Modern Medicine”, Jour. of Comprehensive Rehabilitation, (11):789, 1978.
- [6] Hu, J.H. : “Therapeutic Effects of Acupuncture”. A Review. AM. J. Acupuncture, 2(1):8-14,1974.

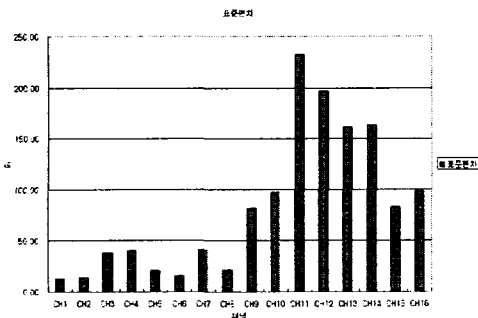


그림 4-3 전체 피검자의 표준편차.