

경락노선상 직류 전위 측정에서의 문제점

허익범¹, 이우철², 이유정³, 인창식^{4*}

¹ (주)타스포; ² 서울보건대학 의료공학과; ³ 한국한의학연구원 의료연구부;

^{4*} 포천중문의과대학교 차바이오메디컬센터 침구과

The Problems in the Measurement of DC Potential on Meridian Skin Area

Ik-Beom Heo¹, Woo-Cheol Lee², Yoo-Jeong Lee³, Chang-Shik Yin^{4*}

¹ TASFO; ² Department of Biomedical Engineering, Seoul Health College;

³ Department of Mediactal R&D, Korea Institute of Oriental Medicine;

^{4*} Department of Acupuncture, CHA Biomedical Center, College of Medicine, Pochon CHA University

Background and purpose: The measurement of direct current (DC) potential on skin area of meridian has recently been adopted to explore the electrophysiological characteristics of meridian system. But there exists two problems to be explained; the entity of the DC potential to be measured and the characteristics of electrode gel interface of measurement system. It is not clear whether the DC potential reflect, at least hypothetically, the entity of meridian, and if there exist any unstable factor in the DC potential measurement system.

Methods: In this study, we designed an electronic circuit model of skin and applied known DC potential sources ($\pm 10.75\text{mV}$, 0mV) to the electrode interface of the skin model.

Results: The result showed that the measured DC potential changed according to the time. and the same phenomenon was observed when the electrode gel was replaced with an electric condenser. It is suggested that the measurement of DC potential on electrode gel interface is very difficult and produces unstable values due to the capacity effect of electrode gel.

Conclusion: Further studies on the DC potential evaluation in the context of meridian study should consider and bypass this problem.

Key Words: Meridian, DC potential, Electrode, Conduction Gel

I. 緒 論

기존 경락의 전기적인 연구는 여러 면에서 이루어져 왔다. 특히 한국 한의학 연구원¹⁾의 경락상의 직류 전위 측정 방식은 외부 자극을 가하지 않은 상태에서

자연 발생적인 생체 직류 전위를 동시에 측정하는 방식으로 기존의 외부 자극을 통해 반응을 보는 방법²⁾과는 달리 생리적 자연발생신호를 검출할 수 있으며 다채널 동시측정이 가능하다는 것 등 여러 면에서 유리한 점들이 있다.

· 접수 : 2005년 7월 6일 · 심사 : 2005년 7월 11일 · 채택 : 2005년 7월 16일

· 교신저자 : 인 창 식, 포천중문의과대학교 차바이오메디컬센터 침구과

Tel. 02-3468-3304 E-mail : acuyin@shinbiro.com

이러한 기존 연구의 기본 가정은 경락 상의 직류 전위는 자연 발생하며 인체 부착 시 전극의 전기 화학적인 반응에 의해 발생하는 반전지 전위의³⁾ 레퍼런스는 측정 변인에 의해 변동이 없어야 한다는 것이다.

하지만 측정 시에 발생하는 직류전위를 관찰해보면 시간에 따라 상당히 변동하며 직류 전위 발생에 대한 가정이 잘못된 것인지 아니면 전극-피부 인터페이스에 의한 특성에 변인이 있는지 혼란스러운 상황이다.

그래서 본 연구는 경락의 직류 전위 발생에 대한 가정을 논하기 전에 모의로 생성한 직류 전위를 이용하여 전극-피부 접촉과 비슷한 상황을 재현하여 반응을 관찰하고 기존에 연구되어온 전극-피부 전기 소자 모델을 이용한 실험과 비교함으로써 경락상의 직류 전위 측정의 문제점을 확인하려고 한다.

II. 方法

1. 전도성 젤을 사용한 모델에서의 직류전위 측정

생체 신호 측정 장비로 physiograph 장비인 24채널 Bioscan(한국, TASFO사)을 이용하여 측정하였으며 사용된 전극으로 FlexGold(한국, TASFO사)를 이용하였다. Bioscan은 교류 측정과 직류 측정을 선택할 수 있게 되어 있으며 직류 전위 측정에 대한 신뢰성을 확인하기 위해 +/-10mV를 전극에 바로 인가하여 정상적인 직류 전위 측정을 확인하였다. 모의 직류 전위 ($\pm 10.75\text{mV}$, 0mV)를 인가할 때 전극-피부 인터페이스

특성을 확인하기 위해 전도성 젤(Spectra360; 미국, Parker사)을 사용하여 실제와 유사한 환경을 구성하였다. 그리고 발생된 직류 전위를 전도성 젤을 통해 전극에 인가되도록 하고 Bioscan장비로 반응을 측정하였다. 모의 직류 전위는 상용화된 배터리(1.5V)를 이용하여 전압 분배를 하여 +10.75mV, 0mV, -10.75mV를 발생시켜 차례로 인가하여 일정 시간에 따라 측정을 하였다(Figure 1).

2. 콘덴서를 사용한 모델에서의 직류전위 측정

기존의 연구 자료에 의하면 전극과 전해젤 접촉면에서 반전지 전위가 생성되며 이로 인해 접촉면에서 분극 용량(Polarized capacitance)이 발생하고 반전지 전위가 0.2V정도 일 때 수십~수백 nF의 분극 용량이⁴⁾ 발생한다. 그리고 이런 분극 용량은 움직임 및 전해젤의 부피, 형태, 농도, 종류 등에 따라 변한다. 이런 근거를 바탕으로 간략화된 전기적 소자 모델을 세워 모의 직류 전위 측정 실험과 같이 변동 현상이 생기는지를 확인하였다. 앞에서 사용된 전해젤을 대체하여 10nF 용량의 콘덴서를 삽입하고 0mV를 인가해서 실험을 하였다(Figure 2).

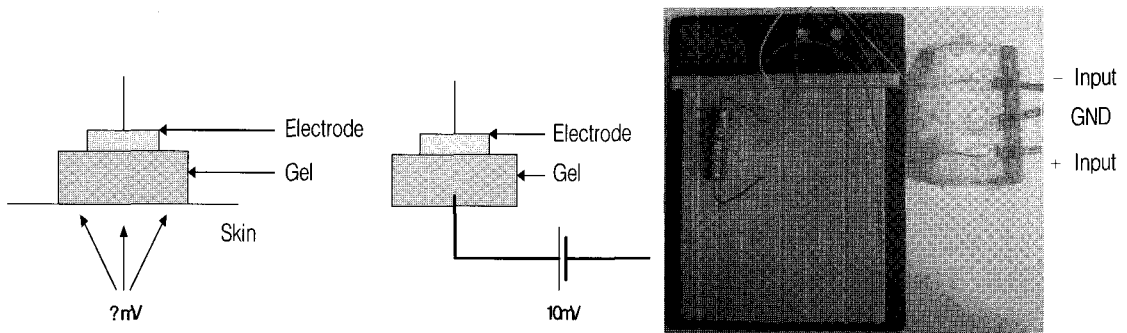


Figure 1. Experiment scheme of measurement of voltage when direct current was applied to the skin model

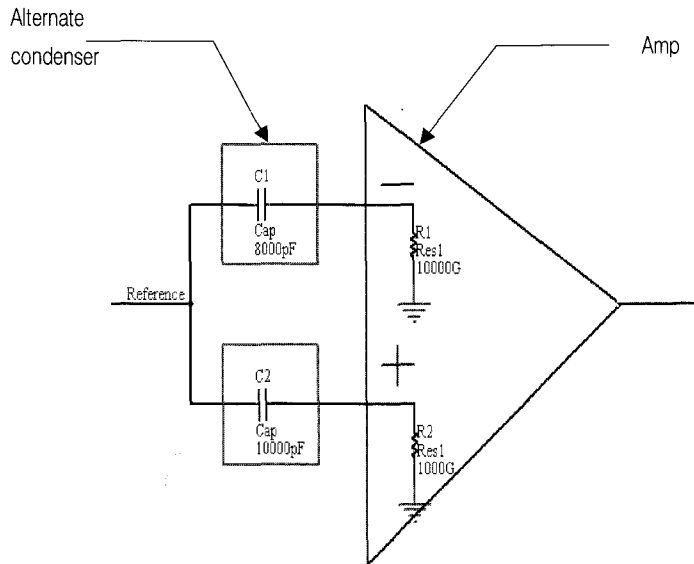


Figure 2. Experiment scheme of measurement of voltage when direct current was applied to the skin model with an alternate condenser

III. 結果

1. 전도성 젤을 사용한 모델에서 측정된 직류전위

알고 있는 직류 전위(모의 직류 전위)를 인가했을 때 측정되는 전위는 일정하지 않고 시간에 따라 변동함을 확인하였다. 하지만 동일한 시각에 측정한 신호의 절대값은 거의 일정한 현상을 확인하였다(Table 1).

Table 1. Measured Voltage when 10.75mV, 0mV, or -10.75mV Direct Current Was Applied to the Skin Model

Minutes	measured voltage (mV) at			Absolute value(mV)
	10.75mV	at 0mV	-10.75mV	
5	-11.72	-24.34	-33.2	10.74
10	-10.74	-21.48	-31.25	10.255
15	-12.69	-20.5	-32.2	9.755
20	-11.72	-24.41	-34.18	11.23
25	-8.79	-20.5	-30.27	10.74
30	-8.79	-19.53	-29.29	10.25
35	-8.79	-20.5	-29.29	10.25
40	-7.81	-19.53	-30.27	11.23
45	-6.83	-18.55	-28.32	10.745
50	-6.83	-16.6	-27.34	10.255

장시간에 걸쳐 0mV를 인가했을 때에도 측정값은 시간에 따라 변동되었다(Figure 3).

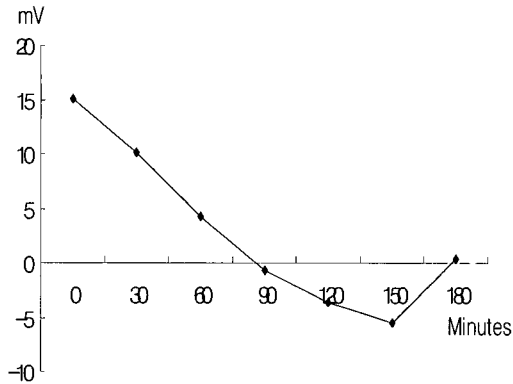


Figure 3. Measured voltage when 0mV direct current was applied to the skin model

2. 콘덴서를 사용한 모델에서 측정된 직류전위

전해질을 사용한 모의 직류 전위 측정 실험과 동일하게 전기 소자 대체 실험에서도 변동이 확인이 되었다. 하지만 변동의 방향은 상황 및 시간에 따라 일정하지 않았으며 이러한 현상은 두 가지 실험에서도 동일하였다(Figure 4).

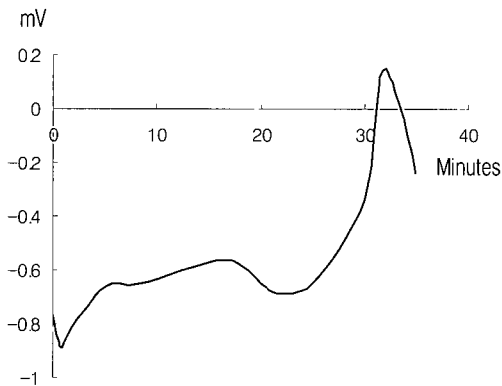


Figure 4. Measured voltage when 0mV direct current was applied to the skin model with an alternate condenser

IV. 考 察

위 두 가지 실험 결과 알고 있는 직류 신호를 실제 측정과 같은 환경에 인가했을 때 직류 전위의 변동이 발생하였으며 이것은 아직 실제 여부가 명확하지 않은 경락 노선상의 직류 전위의 변동 여부와 관련 없이 순수하게 측정 시스템 자체의 문제 즉 전극, 전해질, 피부간의 인터페이스에서의 분극 용량에 의해 신호 필터 즉 AC filter 가 형성되는 문제로 인해 측정값에 변동이 생긴다는 것을 확인할 수 있었다. 그렇기 때문에 전해질을 이용한 인터페이스가 존재하는 한 이러한 변동은 제거할 수 없기 때문에 직류 전위에 대한 정확한 측정은 어려운 실정이다. 하지만 이런 변동 중에도 아주 짧은 시간에서의 신호의 절대값의 변동이 없다는 점과 전해질의 용량 임피던스 성분이 일정하게 될 수 있다면 이런 변화정도를 예측할 수 있다는 점은 경락 노선상의 직류 전위 측정에 대한 방법을 찾는 데 실마리가 될 수 있으리라 본다.

앞으로 더 연구되어야 할 분야는 전해질의 자세한 전기적 모델설정에 의한 실험과 실제 전해질 실험에 의한 양상을 서로 비교하여 이런 reference 변동에 대한 전기적 해석이 필요하고 전극 인터페이스의 분극 용량을 감안한 직류 전위 측정 방법을 개발할 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 원판형 금전극인 FlexGold를 사용했으나 다양한 전극을 사용했을 때의 차이에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 실제 피부에서의 측정과 모델을 통한 측정 결과의 일치성을 검토해보지 못했으나 후속연구에서 전해질과 전극-피부 인터페이스에서의 변수 등 측정요인에 의한 변동을 설명할 수 있는 전기적 모델에 대한 상세한 정보가 확보되는 것을 전제로 해야만 이러한 모델에 의한 측정치와 실제 피부에서의 측정치를 대조하여 측정방법 자체에 대한 변동요인을 제거한 측정치를 구할 수 있을 것이며, 이렇게 구한 측정치라야만 비로소 경락현상을 반영하는 생체신호로 활용할 가능성이 있는지를

검토할 수 있을 것이다.

더욱 더 이런 직류 전위 측정 방식의 한계점을 극복하면서도 자연 발생적인 생체 신호의 유리한 점을 이용한 방식으로 생체 발생 교류 신호(심전도, 근전도 등)를 분석함으로써 경락 노선상의 전기적인 특성에 대한 이해가 넓어질 수 있을 것이다.

V. Acknowledgements

This study was supported by the Korean Ministry of Health and Welfare Grant No.0405-O100-08115-0002.

参考文献

1. 최환수, 남봉현, 이한구. 정상인의 경락전위측정 실험에 대한 연구(1). 대한침구학회지. 1999; 16(4): 337-343.
2. 정현민, 조정현, 신학수, 소광섭. 심포경락-곡택혈(PC3)에서의 전기 임피던스의 진동수 의존성. 새물리. 2001; 42(2): 103-107.
3. Stephen K. Lower in Simon Fraser University Electrochemistry. Vancouver, Addison Wesley, 1994: 22.
4. John G. Webster. Medical Instrumentation: Application and Design. New York, John Wiley & Sons, 1998: 188.