

# 人體 前腕部 內側의 電氣抵抗 分布에 關한 觀察 報告

김기왕\* · 박경모\*\*

## Distribution of Electrical Resistance in Medial Side of Forearm

Gi-Wang Kim\* · Kyung-Mo Park\*\*

\*Dept. of Biomedical Engineering, Graduate School of East-West Medical Science,

\*\*Dept. of Oriental Medical System Engineering, School of Electronics and Information, Kyunghee University

### Abstract

We have observed the electrical resistance of every point in a 16×64 matrix that is projected to the medial side of human forearm. The electrical resistance against the 1.25V directing current was rated in discrete scale and illustrated in contour maps. The characteristics of distribution of electrical resistance and it's relations to so called Meridians were also discussed.

### I. 서 론

체표 전기저항의 측정은 의학적 진단에 아직 광범위하게 사용되고 있지 않으나 심리적 상황의 분석이나 자율신경의 문제를 살펴보기 위한 발한량(發汗量) 측정, 비만 여부를 알아보기 위한 체성분 분석 등에 사용되고 있으며 체내 전기 전도 물질의 분포 상황 및 체내 장기의 전기적 활동 상황을 공간적으로 측정하기 위한 임피던스 단층촬영술(impedance tomography)에도 사용되고 있다. 특히 동양의학 쪽에서는 1950년 일본의 나카다니(中谷義雄)가 인체 표면의 저저항점(低抵抗點)이 경혈(經穴)과 일치한다는 보고를 한 이래 경혈 또는 경맥이 체표의 다른 부위에 대해 상대적으로 낮은 저항을 갖는다는 보고가 여러 차례 이루어져 경혈 및

경맥의 저항 특성에 대해 많은 연구자들이 관심을 기울이고 있는 실정이다.

그러나 체표의 저저항(低抵抗) 부위가 과연 경혈 또는 경맥과 일치하는지에 대해 아직 다소의 논란이 계속되고 있고, 체표의 저저항점을 보고한 기존의 많은 논문들이 특정 체표 영역 전체의 전기저항 분포를 전면적으로 보여주지 못하고 있어, 경혈 및 경맥의 전기저항 특성에 대해 주변과의 대조를 통해 보다 명백히 조사해 볼 필요가 있다고 할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 인체의 전완부 내측을 비교적 작은 크기의 다수의 사각형 구역으로 나누어 체표 전기저항의 분포를 측정, 전완 내측의 2차원적인 전기저항 분포도를 작성하였다.

Key Words : Meridian, Electrical resistance

\* : 경희대학교 동서의학대학원 의료공학전공

\*\* : 경희대학교 전자정보학부 한방시스템공학과

연락처 : saenim@nms.kyunghee.ac.kr 0331-201-2979

## II. 재 료

20대의 건강한 남(손××, 20세), 여(김××, 21세) 각 1명을 대상으로 오른쪽 전완 내측부의 전기저항을 측정하였다. 전기저항 측정에는 (주)메리디안(Meridian co. ltd.)에서 제작한 EAV(Electroacupuncture according to Voll) 기기(Meridian™)를 사용하였으며, 피실험자의 왼손바닥에 킨톤사(Quinton instrument co.)에서 제작한 일회용 은-염화은 전극(Quik-Trace™)을 부착하여 사용하였고, 전완 내측부의 각 측정 지점에는 위의 EAV기기에 연결된 황동전극을 사용하였다. 은-염화은 전극의 부착면 지름은 약 2cm, 황동전극의 지름은 약 3.5mm였다.

측정결과는 엑셀(MS Excel™ 2000)로 처리하여 등고선 그래프(표면형 그래프)로 도시하였으며, 일부 그래프는 포토샵(Adobe Photo-shop™ 5.02)으로 블러링(blurring)하여, 측정 전에 디지털 카메라(Kodak DC210)로 미리 촬영한 피실험자의 전완부 사진에 매핑(mapping)하였다.

## III. 방 법

피실험자의 오른쪽 전완 내측부에 16×64의 격자를 체표 넓이에 맞춰 비례 등분 방법으로 그리고, 격자를 통해 그려진 각 사각형 구역에서 체표 전기저항을 측정하였다. 측정기기의 특성에 따라 1.25V의 통전 전압에 대한 인체의 직류 저항 특성은 0에서 100 사이의 정수로 측정하였다.(100은 12 $\mu$ A, 50은 6 $\mu$ A의 도전량을 가리킨다) 통전 시간은 매 지점에서 약 5초로 하였으며 매 지점에서 1회씩 전극에 전도성 젤(gel)을 약간 묻히고 피부에 접촉시켜 전기 저항을 측정하였으나, 황동전극을 접촉하고 정해진 압력을 가한 후 2초 이후에도 도전량(導電量) 증가가 3단위 이상 생긴 지점에서는 그와 같은 도전량 증가가 나타나지 않을 때까지 측정을 반복하였다. 전극을 누르는 압력을 일정하게 하기 위해 위 기기의 황동전극에 내장된

스프링을 이용, 스프링이 완전히 수축한 지점에서 더 누르거나 덜 누르지 않은 상태로 측정에 임하였다. 측정은 격자가 그려진 전완부 내측 구역 중 가장 원위부 외측에 있는 지점으로부터 시작하여 해당 횡열(橫列)의 점들에 대해 차례로(외측으로부터 내측으로) 전기저항을 측정하고 다음 횡열로 이동(원위에서 근위로)하여 전기저항을 측정하는 방식으로 1024개 지점의 전기저항을 모두 측정하였다.

위와 같은 측정을 1주 간격으로 4회 실시하였으며 실험 기간 동안 측정자-피측정자(피실험자) 조합은 동일하게 하였다. 측정 기간 동안 실내 온도는 21~24°C, 습도는 25~35%로 유지하였다. 1회 측정에 소요된 시간은 최초에 약 4시간 30분이었으며 마지막에는 약 2시간 30분으로 단축되었다. 모든 측정은 측정자가 침상에 누어 있는 상태에서 이루어졌다.

측정 결과는 위의 EAV기기에 표시된 상대 단위로 엑셀 시트에 입력되었으며 이 값과 함께 이 값을 정규화(normalizing)한 값들이 2차원 등고선 그래프로 도시되었다.

## IV. 결 과

김××(여, 21세)의 경우 전기저항의 분포는 1, 2, 3, 4회 각각 그림 1~4와 같이 나타났으며 김××와 손××(남, 20세)의 4회 측정값의 평균은 그림 5 및 그림 6과 같이 나타났다.

이러한 분포는 전기 도전량의 분포를 그대로 그린 것인데, 그림에 나타난 대로 팔오금 근처에서 도전량이 크고(전기저항이 낮고) 팔목에서 약간 근위로 들어온 곳에서 도전량이 최저가 되는 것을 알 수 있다. 이러한 부위별 도전량 변화 추이에 관계 없이 도전량의 분포를 관찰하기 위해 우리는 매회 측정된 값을 횡열(橫列)에 대해 정규화(normalizing)하여 이 값의 분포를 등고선 그래프로 그려 보았다. 즉,

$$Z = \frac{m_i - x_{ij}}{\sigma_i} \times 1000$$

( $x_{ij}$ 는  $i$  열,  $j$  행의 도전량 값,  $m_i$ 는  $i$  열의 도전량 평균,  $\sigma_i$ 는  $i$  열의 도전량 분산)

人體 前腕部 內側의 電氣抵抗 分布에 關한 觀察 報告

을 취하여 이 값의 분포를 2차원 등고선 그래프로 도시하였다. 그림 7은 김××의 첫 번째 측정에서 나타난 Z값의 분포이고 그림 9는 김××의 4회 측정값을 모두 위와 같은 방법으로 정규화한 후 평균을 취한 값들의 분포이다. 그림 8은 그림 7을 원래의 사진에 매핑(mapping)한 것이다.



그림 1. 김××(여, 21세)의 제1회 측정값 분포. 그림의 오른쪽이 근위부, 즉 팔오금쪽이고 위쪽이 요골측임. 아래 줄 범례의 수치는 본 실험에서 사용한 EAV기기의 상대 단위로 표시한 도전량(導電量)이며, 이하 그림 2~6에서도 동일함.



그림 2. 김××의 제2회 측정값 분포.

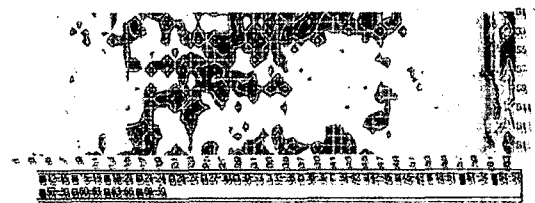


그림 3. 김××의 제3회 측정값 분포.

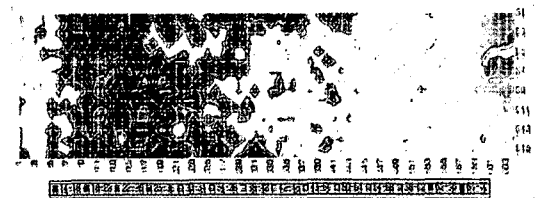


그림 4. 김××의 제4회 측정값 분포.

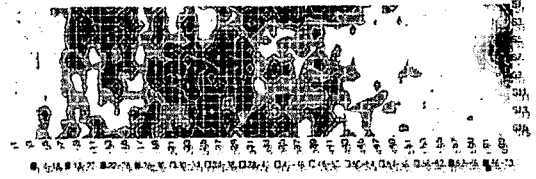


그림 5. 김××의 측정값 평균



그림 6. 손××(남, 20세)의 측정값 평균

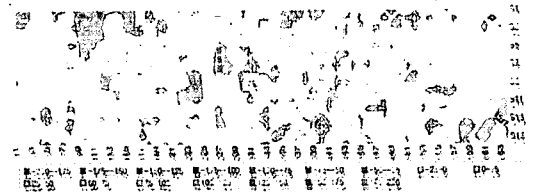


그림 7. 김××의 제1회 측정값을 정규화하여 도시한 것. 정규화 방법에 대해서는 본문을 참조할 것.

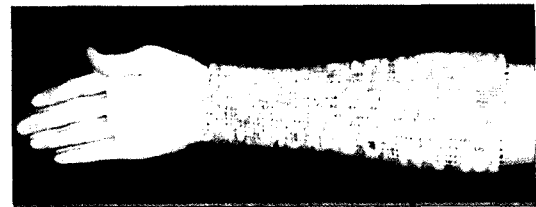


그림 8. 그림 7의 측정값을 원래의 측정 위치에 매핑(mapping)한 결과. 이 측정례에서는 수태음폐경(手太陰肺經)과 유사한 저저항선(低抵抗線)이 나타났다.



그림 9. 김××의 4회 측정값 각각을 정규화한 후 구한 평균값의 분포.

## V. 토 론

그림 1~4에 나타났듯이 전완 내측 각 지점에서 도전량 값들은 매번 적지 않은 차이를 보이고 피실험자에 따라서도 차이를 보이는 것으로 나타났다. 즉, 1.25V의 직류를 인체에 통전시켰을 때, 어떤 지점이 어떤 전기저항 값을 나타내는가에 대해서는 확정적으로 말할 수 없었다. 그러나 그림 1~4에 나타났듯이 도전량의 상대적 고저분포는 비교적 일정한 패턴을 유지한다는 것을 관찰할 수 있었다.

본 실험에서 측정된 1024개 지점의 도전량 값들(1~100의 정수로 표시된)의 뚝수분포는, 예를 들어, 그림 10과 같이 나타났는데, 뚝수분포도의 형태 역시 측정 일자와 피실험자에 무관하게 일정한 형태를 유지하고 있음을 관찰할 수 있었다.

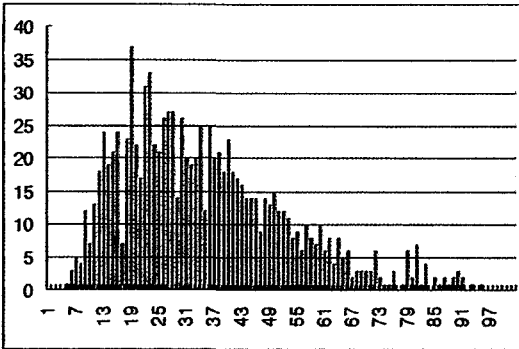


그림 10. 김××의 제1회 측정값의 뚝수분포도. 가로축은 1~100사이의 정수로 표시된 도전량, 세로축은 특정 도전량이 관측된 지점의 개수를 나타낸다.

서론에 제기한 문제인 경맥 또는 경혈과 체표 저저항 부위가 일치하는가 하는 점에 대해 본 실험에서는 명확한 결론을 얻을 수 없었다. 다만 체표에서의 도전량을 본 논문에서 제시한 방법으로 정규화하였을 경우 일부의 측정례에서 한의학 고전에 제시된 경맥 노선과 유사한 저저항 부위가 나타나는 것을 관찰할 수 있었다. 예를 들어 그림 8에 도시한 도전량 분포를 보면 한의학 고전에 보이는 수태음폐경(手太陰

肺經)과 흡사한 고전도성 노선(저저항선)이 나타난 것을 살펴볼 수 있다. 그러나 모든 측정례에서 경맥과 상관성을 가진 저저항선이 관측된 것은 아니므로 이번의 측정 결과를 토대로 경맥 또는 경혈과 저저항 부위의 일치 여부에 대해 확정적인 견해를 제시하기는 어렵다.

## VI. 결 론

본 논문에 보고한 측정례들은 1.25V의 직류에 대해 인체가 어떠한 전기저항 값을 나타내는가에 대해 관찰한 것이다.

이 관찰을 통해 경맥 또는 경혈과 체표의 저저항 부위와의 상관성에 대해서는 명확한 결론을 얻기 어려웠으나 이 관찰을 통해 인체 전완부 내측의 전기저항 분포가 관찰 시기와 피실험자에 관계 없이 비교적 일정한 고저의 패턴을 유지한다는 것을 확인할 수 있었으며 전기저항 값의 뚝수분포 역시 관찰 시기와 피실험자에 관계없이 비교적 유사한 형태로 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한, 내측 전완부 패턴의 상대적인 고저의 값을 해부학적 위치로 고정시킬 수는 없었다.

전완부 내측에서 왜 그림 1~4에 도시한 것과 같은 전기저항 분포 특성이 나타나는지 이해하고, 경맥·경혈과 체표 저저항 지점의 상관성에 대해 보다 분명히 관찰하기 위해서는 향후 통전 전압의 조절, 통전 전류 주파수의 조절, 측정 격자의 공간 해상도 향상, 전극 배치 방법의 변경 등을 통해 다양한 관측을 수행해 보아야 하리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Milburn MP. Bioelectromagnetics: Implications for oriental medicine and acupuncture. *Americal Journal of Acupuncture*. 1995;23(1):53-62
- 2) Chiou SY, Chao CK, Yang YW. Topography of low skin resistance points(LSRP)

人體 前腕部 內側의 電氣抵抗 分布에 關한 觀察 報告

in rats. American Journal of Chinese Medicine. 1998;26(1):19-27 이 논문은 체표 저항에 대한 실험을 간략하게 요약하고 있다.

- 3) 胡翔龍, 黃曉卿, 許金森, 吳寶華. 前臂內側皮膚低阻點的循經分布. 針刺研究. 1993;18(2):94-97 이 논문은 저자들과 유사

한 실험을 보고하고 있으나 논란의 여지가 있는 논문 중 하나이다.

- 4) 李志超, 張維波, 陸紀興, 劉雨亭, 張立劍, 蔡虬. 經絡循經線低抵抗電特性的初步驗證. 中國針灸. 1990;10(3):33-34 이 논문에서는 실험을 통해 2.5mm 이하의 전극을 사용할 것을 권장하고 있다.