

동일 경락상의 요혈(要穴)에서 체표 에너지 분포도 분석

김수병¹, 민충기¹, 이나라¹, 이승욱¹, 심태규¹, 임윤경², 이용흠¹

¹연세대학교 보건과학대학 의공학과 한의공학연구소, ²대전대학교 한의과대학 경락경혈학교실

A Distribution Chart Analysis of Electric Energy on Specific Acupoints in the Identical Meridian Pathway

Soo-Byung Kim¹, Choong-Ki Min¹, Na-Ra Lee¹, Seung-Wook Lee¹, Tae-Kyu Shim¹,
Yun-Kyoung Yim², Yong Heum Lee¹

¹Dept. of Biomedical Engineering, College of Health Science, Yonsei University,

²Dept. of Meridian & Acupoints, College of Oriental Medicine, Daejeon University

Abstract

Objectives : The object of this study is measuring energy (skin capacitance) distribution on the specific acupoints and analyzing change patterns of meridian energy according to time or synchronous time.

Methods : To check energy distribution using the meridian energy measurement system(DMM-1000), ten specific acupoints(ST34, ST36, ST40, ST41, ST42, ST43, ST44, ST45, BL21, CV12) were chosen. We checked the energy distribution and analyzed the change patterns before and after meal. We checked the state of the energy of ST meridian which is considered to have relation to stomach organ activity. Based on the hypothesis regarding energy difference due to Qi flowing, we compared energy potential on 10 specific acupoints.

Results and Conclusions : Electric energy of each specific acupoint was different according to subjects and time. Through this study, we proposed an indispensable condition of energy difference due to Qi flowing through meridian.

Keywords : specific acupoint, meridian potential, Qi difference, skin capacitance

1. 서론

한의학 진단 및 치료의 핵심인 경락에 관한 관심이 증가함에 따라 경락이론 및 임상에 적용되는 치료기술과 관련된 과학적 접근방법의 객관적 규명이 요구되고 있다. 경락이론에서는 氣가 인체의 생명에너지이며 이는 경락을 통해서 유주한다고 일컫고 있다. 12개의 경락을 통해 氣가 유주함에 따라 장부 및 인체 생명활동에 필요한 에너지와

생명정보를 제공한다고 간주하고 있다. 이에 경락의 氣의 흐름을 이해하고, 이를 증명하고자하는 많은 연구가 진행되어 왔다. 특히, 침구경락이론에 대한 전기학적 연구방법에 입각한 많은 연구가 진행되어 왔으나, 경락의 작용과 현상에 대한 명확한 근거를 확보하지 못하고 있는 실정이다¹⁻¹⁰⁾.

경락이 생명정보의 에너지인 氣가 흐르는 통로이며, 경혈이 氣가 머무는 부위라면, 전기·물리학적 관점에서, 氣는 에너지(커패시턴스 : 일정량의 전하가 충전되어 있는 상태)에 비유할수 있으며, 경혈은 에너지를

· 교신저자: 이용흠, 강원도 원주시 흥업면 매지리 234 연세대학교
보건과학대학 의공학과 한의공학연구소, Tel :
033-760-2863, E-mail : koaim@yonsei.ac.kr

· 투고 : 2009/11/28 심사 : 2009/12/14 채택 : 2009/12/18

충·방전할 수 있는 커패시터의 개념으로 해석할 수 있다. 그러나 기존의 연구들은 주로 하나의 특정한 경혈에서 임피던스(저항성분)만을 측정하는 양도락의 관점에 집중되었으며, 동일 시간영역 혹은 시간에 따른 경혈·경락간의 에너지(커패시턴스)의 상호 동적특성을 반영하지 못하고 있다. 또한 경락이론을 바탕으로 인체를 매우 유기적인 시스템으로 경혈상호간, 경락상호간의 유기적 연동에 의해 이루어지고 있다는 한의학 이론을 설명하지 못하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 비침습적인 방법을 이용한 체표 경락·경혈 에너지 측정시스템¹¹⁾을 이용하여 동일시간에 동일 경락선상에서의 10개의 경혈의 체표 경락·경혈 에너지를 측정 및 분석함에 따라 한의학적 이론에 근거한 다음과 같은 가설을 전제로 경혈과 경락의 동적 특성을 분석하고 이를 해석하고자 한다.

전기적 관점에서, 경락을 통한 氣의 흐름에 대하여 氣를 전류로, 경혈은 氣를 충·방전시키는 커패시터로 간주할 수 있다. 회로에서 전류가 흐르기 위한 조건과 경락현상과 작용이 발생하기 위한 조건이 전기적 현상과 흡사하다고 간주하면, (1)에너지의 순환구조 혹은 혈류 및 기가 흐르기 위해서는 폐회로여야 하며, (2)에너지원(Source)와 (3)기압차(전위차)가 존재하여야만 한다. 본 논문에서는 (2)와 (3)에 대한 해석을 위해 다음과 같은 가설을 제시하고 확인하고자 한다.

가설 1. 경락에 氣가 흐르기 위해서는 반드시 기압차가 존재해야 한다. 즉, 동일 시

간대에 동일 경락선상에서의 각 체표 경혈 에너지의 크기가 각각 다르게 측정되어야 한다. 이는 경혈상호간의 용량성분(source)이 다름을 의미하며, 용량성 전위차가 기압차를 발생시킨다.

가설 2. 경락을 통하여 氣가 항상 일정량과 속도로 흐르지 않는다면, 시간변화에 따라 경혈에서 측정된 체표 경락·경혈 에너지가 변화할 것이다. 즉, 氣흐름의 정도에 따라 동일한 경혈에서 시간에 따라 용량성분의 변화로 인해 에너지(용량성 전위)가 다르게 측정될 것이다.

따라서, 전기·물리학적 관점에서, 경락은 “생체 전기에너지”의 순환 통로(Path)이며, 동일 경락상의 각각의 경혈은 각 부하(Load)가 직렬연결된 구조로 간주할 수 있다. 이에 대하여 각 경혈점에서의 체표 에너지는 다를 것이며, 에너지 크기는 용량성(커패시턴스)과 비례하므로 각 경혈점에 대하여 $C1 \neq C2 \neq \dots \neq Cn$ 임을 검증하고자 한다.

II. 실험방법

1. 실험 대상자 선정

본 논문은 “氣” 흐름의 주요 원인을 각 경혈점에서의 용량성 전위차에 의한 기압차로 간주하였으므로 특정 질환에 관계없이 피험자를 선정하였다. 피험자의 평균 나이는 23 ± 2 세였으며, 남자 3명, 여자 2명을 대상으로 하였다. 전극을 부착하여 체표 경락·경혈 에너지를 측정하므로 피부 건/습으로 인한 전극과 피부간의 Impedence Matching으

로 인한 실험오차를 줄이기 위하여 측정하고자하는 경혈에 특별한 외상이 없는 피험자를 선정하였다.

2. 측정부위 선정

본 논문에서는 식사 전후에 대한 관련 체표 경락·경혈 에너지 크기와 시간에 따른 변화 패턴 및 분포를 측정하기 위하여 즉양명위경(ST)상의 要穴 중 table 1과 같이 10개의 경혈을 선택하였다.

원혈은 경락의 상태를 가장 잘 대변하며 장부의 원기(原氣)가 지나가고 머무르는 경혈이며, 배수혈은 오장 육부의 기가 배부(背部)의 특정한 곳에 모이는 혈이며, 복모혈은 장부의 氣가 흉복부의 특정한 곳에 모인 경혈이며, 배수혈과 복모혈은 경맥과 관계없이 장부의 위치에 따라 결정되므로 해당 경락선상에서의 체표 경락·경혈 에너지와 비교군으로 사용할 수 있다. “오수혈”은 수족의 팔꿈치와 무릎 아래에 존재하는 “정(井)”, “형(榮)”, “수(腧)”, “경(經)”, “합(合)”의 혈이다. “정”은 “氣”가 솟아나오는 곳이며, “형”은 “정”에서의 “氣”가 합쳐져 다소 큰 맥류를 형성한다. “수”는 “보낸다”의 의미로 맥류가 비교적 왕성함을 나타내며 “경”은 “길게 흐른다”는 뜻이다. “합”은 여러 물줄기가 합친다는 뜻으로 맥류의 깊고 큼을 나타낸다.

또한 “배수혈”이 서양의학의 척수신경 후근에 있는 척수신경절과 일치하고 있으며, “복모혈”과 “오수혈”, “기경팔맥혈” 또한 척수신경절과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다

12).

Table 1. Selected Specific Acupoints for Experiment

| CHANNEL number | Acupoint | Meaning |
|----------------|-----------|---------|
| 1 | 여태(ST45) | 정 |
| 2 | 내정(ST44) | 형 |
| 3 | 함곡(ST43) | 수 |
| 4 | 해계(ST41) | 경 |
| 5 | 충양(ST42) | 원혈 |
| 6 | 풍릉(ST40) | 락혈 |
| 7 | 족삼리(ST36) | 합 |
| 8 | 양구(ST34) | 극혈 |
| 9 | 위수(BL21) | 배수혈 |
| 10 | 중완(CV12) | 모혈 |

3. 측정자세 선정

측정자세는 측정시 피험자가 편안한 자세를 유지시키고, 움직임은 최소화하여 측정데이터의 재현성 및 신뢰성을 고려하였다. 이때, 일반적으로 침대에 누워서 측정하면, 위수(BL21)는 배부에 존재하여 전극의 압력에 따른 피부 임피던스(Impedance)가 변하여 체표 경락·경혈 에너지 값에 오차가 생길 수 있으므로 오차를 최소화하기 위하여, 상반신을 45°로 기댈 수 있도록 하였다.

4. 데이터 측정 및 분석방법

본 연구에서는 비침습적인 방법을 이용한 체표 경락·경혈 에너지 측정시스템(DMM-1000)¹¹⁾을 이용하여 동일시간에 동일 경락선상에서의 10개의 경혈의 체표 경락·경혈 에너지를 측정하였다. DMM-1000의 원리는 기존에 전기자극을 인가하는 방식을 탈피하여 경혈점에서 발생하는 전기적 용량성분(체표 에너지)을 측정할수 있으며 경혈경락의 체표 에너지 측정 원리는 전기

적 등가회로로 설명할 수 있다(Figure 1).

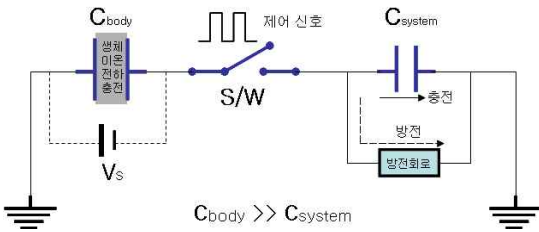


Figure 1. Proposed circuit for meridian energy measurement principal

Cbody: Capacitance in proportion to bio-electric charge on acupoint, Csystem: Capacitor(electricdevice) of system, Vs: Source generated by Cbody, S/W : switch control signal for chage/discharge of Csystem

Cbody는 측정하고자 하는 부위로 경락선상의 경혈이 될 수 있으며, 이 부위는 생체전위를 갖는다. 생체전위의 크기는 해당부위의 생체이온전하량에 비례하며, 전하가 충전된 전원(Vs : source)으로 간주할 수 있다. Csystem는 외부 전자소자로 Cbody의 생체전하를 인출하여 충방전시키기 위한 캐패시터(C)이다. Cbody >> Csystem 관계가 성립하므로 순간 스위칭으로 Cbody에서 Csystem으로 이온전하의 이동이 가능하다. Csystem은 Cbody에 충전되어 있는 이온전하를 순간적으로 충방전 하며, Csystem 충·방전 전위값은 측정된 부위의 생체이온전하량(Cbody)에 비례하게 된다.

위와 같은 원리가 적용된 DMM-1000을 이용하여 가설 1.2을 검증하기 위하여 모든 피험자에 대하여 동일한 실험방법을 적용하였다. 가설 1을 위한 실험은 동일시간 영역에서 각 경혈의 체표 경락·경혈 에너지(용량성 전위)차를 측정하기 위한 실험으로, 측정 전 30분간의 휴식시간을 취한 후 오전 10:00부터 11:00까지 1시간 동안 측정하였으

며, 2분마다 30회 측정 후, 평균을 계산하였다.

가설 2를 위한 실험은 조건(식사 전후)에 대한 시간에 따른 동일 체표 경락·경혈 에너지 변화를 검증하기 위하여 측정 전날 오후 7시부터 금식을 하였다. 식사 전 에너지는 가설 1과 동일한 방법으로 측정하였으며, 오전 11:20부터 12:00 사이에 동일한 음식량을 섭취하였으며 그 후 30분의 휴식시간으로 안정상태를 유지하였다. 오후 12:30부터 01:30까지 1시간 동안 2분마다 30회 재측정 후, 평균과 표준편차를 계산하였다. 데이터 분석시, 경혈상호간의 상관성이 미흡한 것이 확인되어, 경혈상호간의 상관관계는 별도로 분석하지 않았다.

III. 실험 결과

1. 동일 시간 영역에서의 체표 경락·경혈 에너지 크기 분석(가설 1)

Figure 2는 각 피험자마다 동일시간 동안 10개의 “요혈”에서 측정된 체표 경락·경혈 에너지(용량성 전위)의 평균값이다. 측정 경혈의 용량성 전위가 비슷한 부위는 있으나 서로 인접한 경혈이 아니며, 각각 다르게 측정됨에 따라 각 경혈간의 상관성이 있다고 보기 어렵다. 모든 피험자에서 각 경혈점에서 측정된 체표 경락·경혈 에너지 크기가 다르고, 개인마다 측정된 체표 경락·경혈 에너지 평균 환산값이 각기 다름에 따라 피험자간의 상관성이 있다고 판단하기 어렵다. 모든 피험자마다 장부의 상태를 정확히 알

수 없음에 따라 어느 경혈에서 체표 경락·경혈 에너지의 크기가 높고 낮음을 예측할 수 없다. 그러나 주로 “배수혈”에서 체표 경락·경혈 에너지 크기가 가장 크게 측정되었다. 이러한 결과는 “배수혈”이 체표 경락·경혈 에너지의 상태 반영에 유리하다는 것을 반영하는 것으로 판단되어진다.

10개의 “요혈”에서 측정된 체표 경락·경혈 에너지를 평균화한 결과값이 경락을 대변하는 에너지값이다. “원혈”이 해당경락의 상태를 가장 잘 대변한다는 한의학적 이론에 근거하여 평균화한 결과값은 “원혈”에서 측정된 값과 매우 유사할 것이라는 예측을 하였으나, 각 피험자마다 평균 체표 경락·경혈 에너지는 “원혈”이 아닌 제각기 다른 경혈과 유사하였다. 이에 따라 본 연구결과로부터 “원혈”에 관한 한의학적 이론과 에너지(커패시턴스)에 대해 다른 개념으로의 접근방법이 필요하다고 사료된다.

모든 피험자에 대한 체표 경락·경혈 에너지 측정 및 분석 결과, 측정 대상자마다 각 경혈에서 용량성 전위가 다르게 나타나고 있음을 확인하였다. 이는 피험자들의 장부의 생리적·병리적 상태가 다름에 따라 체표 경락·경혈 에너지가 다르게 측정되는 것으로 판단된다.

2. 시간에 따른 체표 경락·경혈 에너지 변화분석(가설 2)

Figure 3은 한 피험자의 시간에 따른 용량성 전위를 비교한 그림이다. 식사 후의 각 경혈에서의 평균 체표 경락·경혈 에너지 크

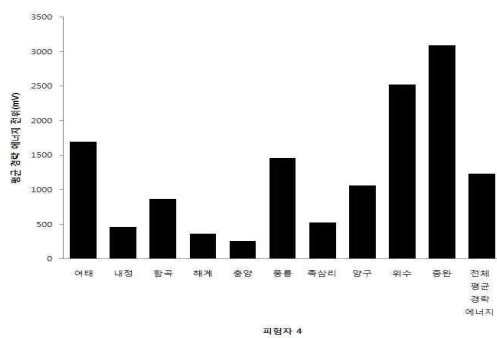
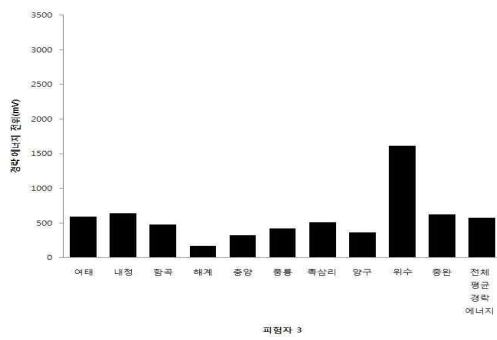
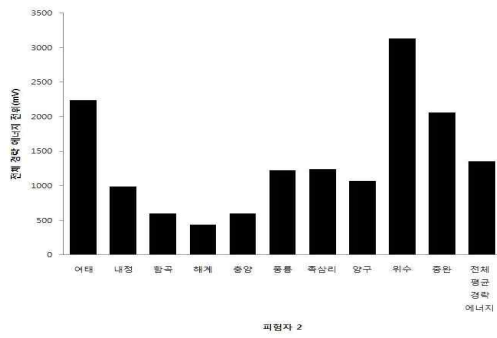
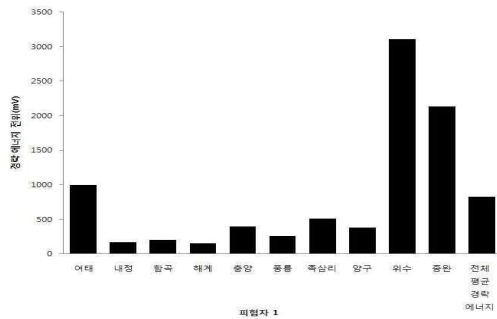
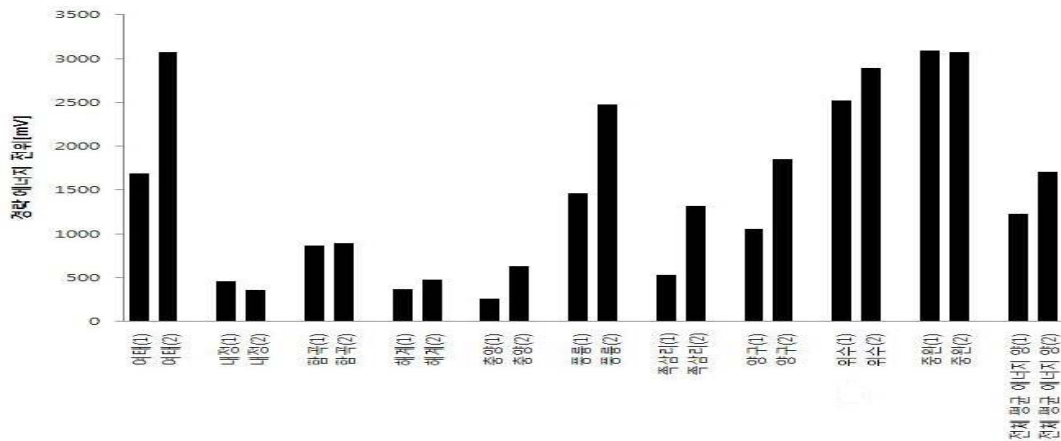


Figure 2. Skin capacitance distribution of special acupoints for each subjects



피험자 5

기는 식사 전보다 크게 측정되었다. 가설 1을 위한 실험결과와 마찬가지로 각 경혈별 용량성 전위차가 다르게 나타났으며, 식사 후, 10개 중 9개의 경혈에서 용량성 전위 크기가 상승됨을 관찰할 수 있었으며, 용량성 전위가 작아지는 경우는 내정혈을 제외하고는 발생하지 않았다. 이는 족양명위경(ST)이 위장을 대변하고 있는 경락이라는 한의학적 이론과 부합하는 것으로 위장의 활동양이 많아짐에 따라 전반적으로 체표 경락·경혈 에너지 크기가 상승된 것으로 판단된다.

Figure 4는 각 피험자들의 각 경혈점에서 체표 경락·경혈 에너지 증가를 평균으로 환산한 결과이다. 모든 피험자에서 에너지가 (용량성 전위)증가하고 있음을 확인하였으며, 그 증가 정도가 개인별 편차가 크게 나타났다. 각 피험자마다 식사 전·후 체표 경락·경혈 에너지 크기가 상승하는 경혈과 상승비율은 각각 다르게 나타났다. 전·후의 에너지가 비슷한 경우와 식사 후의 에너지 변화가 큰 경우로 나타났으며, 경혈 상호간,

피험자 상호간의 상관성은 나타나지 않았다.

본 연구 결과, 가설 1, 2에 대해 다음과 같이 판단하였다.

(가설 1)

각 경혈에서 동시간에 체표 경락·경혈 에너지 크기가 각각 다르게 측정된 결과는 각 경혈점에서의 용량성 전위가 다를 것을 의미하는 것이다. 각 경혈의 용량성 전위의 차이는 동시간에 경혈마다 용량성이 다르기 때문에 측정된 결과이며, 각 경혈점에서의 용량성 전위차가 “氣”가 유주하기 위한 기압차를 발생시키는 요인으로 판단된다.

(가설 2)

시간에 따라서 각 “요혈”의 체표 경락·경혈 에너지가 다르다는 것은, 시간에 따라 경혈에서의 용량전위가 다르며, 경혈의 용량성분이 시간에 따라 변화하고 있음을 의미한다.

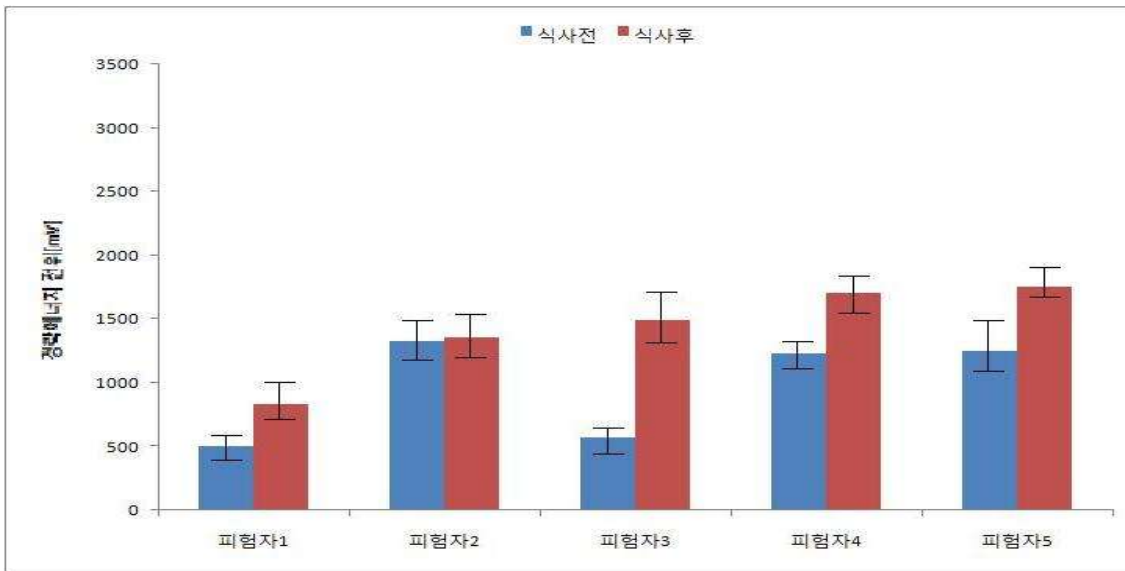


Figure 4. Comparison of total capacitance potential as time (before and after meal)

IV. 고찰

실험 결과를 통하여, 동일 경락선상의 모든 경혈에서의 체표 경락·경혈 에너지는 다르다는 것 즉, 동시간에서 경혈에서의 용량성 전위가 모두 다름을 확인하였다. 각 경혈점에서의 용량성 전위차가 다름에 따라 이는 경락의 기압차를 형성하고, 이 기압차는 경락에서의 “氣”가 이동하는 주요 원인으로 판단된다.

이를 해석하기 위하여 figure 4와 같이, 전기적 등가모델을 제시하고, 이를 이용하여 실험결과에 대한 해석이 가능하다. 전류가 흐르기 위해서는 등가회로와 “氣”가 흐르기 위한 경혈에서의 등가회로는 다음과 같이 표현할 수 있다(Figure 5). 전류가 흐르기 위해서는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

첫째, Source가 존재하여야 하며 폐회로여

야 한다. 전기적 관점에서의 Source는 인체의 생체 에너지며, 순환구조를 갖는 폐회로로 표현할 수 있다. 이와 같은 전기적 관점에서, 각 경혈마다 체표 경락·경혈 에너지의 크기가 다르게 측정되어야함을 증명할 수 있다. 또한 식사 후 생체에너지 전체의 증가가 Source의 크기를 커지게 하며, 각 경혈의 용량 성분에 의한 용량성 전위는 커져야 한다. 이에 식사 후 경락 에너지의 크기가 증가함을 증명할 수 있다.

둘째, 전압차가 존재하여야만 한다. 등전위에서는 전류가 흐르지 않으므로 전압차가 존재하여야한다. 이에 체표면 위의 경혈은 낮은 저항과 높은 용량성을 지닌 전기적 특성이 있으며, 각 경혈에서 저항과 용량성이 같아 동일한 전압이 인가된다고 가정할 경우, 등전위가 형성됨으로 전류가 흐르지 않는다. 각 경혈마다 “氣”가 흐르기 위해서는 기압차가 존재하여야 하며, 기압차가 존재하

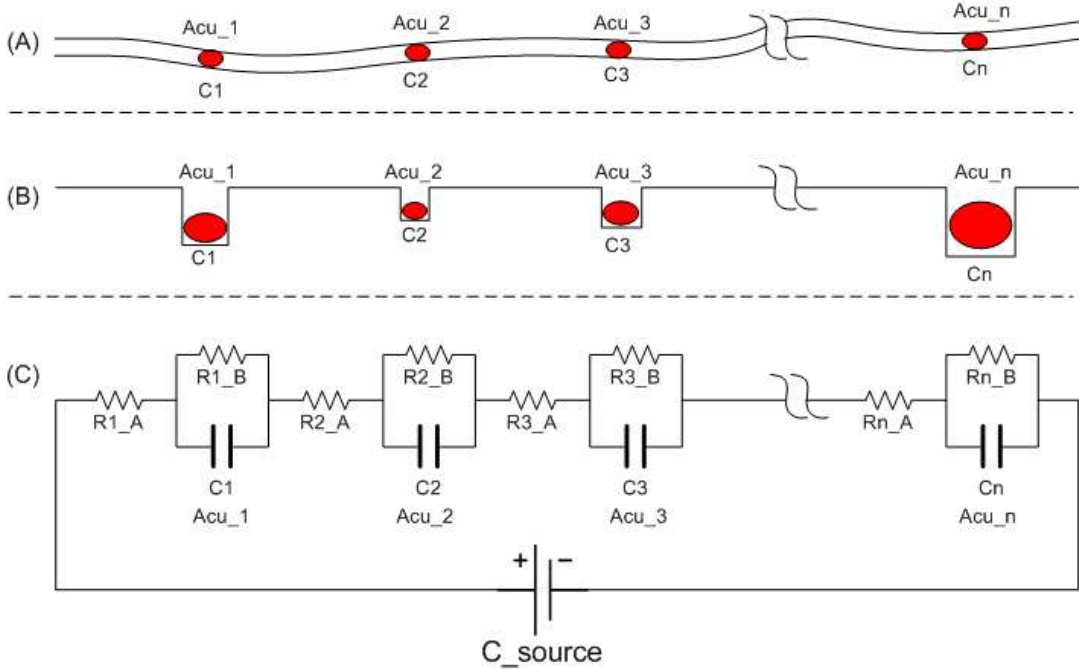


Figure 5. Schematization for meridian's equivalent circuit model

(A): Virtual picture of meridian, (B): Simple image model of meridian, (C): Equivalence model of meridian

Acu_n : each acupoint, Rn_A : Resistance of skin, Rn_B : Resistance of subcutaneous, Cn : Capacitance of each acupoint, C_source : Source of one meridian

기 위하여 각 경혈마다 저항과 용량성분이 달라야한다는 전제조건이 생긴다. 그러므로 Cn의 값들은 모두 달라야하며 이에 각 경혈마다 측정된 경락 에너지의 크기가 달라야 한다. 즉 경혈마다 기압차를 발생하기 위하여 용량성분이 다를 것으로 사료된다.

이러한 근거로, X-ray 형광법을 이용하여 경혈점에서의 화학성분을 분석 한 결과, Figure 6과 같이, 경혈점이 비경혈점보다 Ca, Fe, Cu, Zn과 같은 금속성 양이온의 분

포가 경락을 따라 경혈점에서 매우 높다는 연구결과가 발표되었다¹³⁾. 이러한 양이온들이 경혈의 기능에 중요한 요소로 작용할 것이며, 특히, 이온량이 경혈의 용량성 전위 크기와 밀접한 관계가 있을 것으로 사료된다. 또한, 이러한 이온분포는 경혈의 상태를 대변할 것이며, 침치료에서 도전성 침전극과 이온의 접촉을 통해 경혈점에서의 이온 분포에 영향을 주는 것이 침치료 효과와 밀접한 관계가 있을 것으로 사료된다.

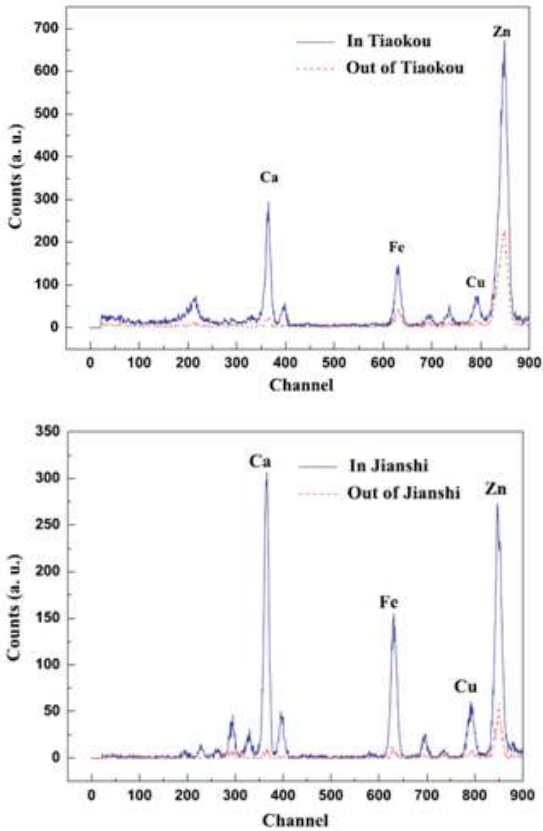


Figure 6. Ions element analysis of acupuncture points(ref. [13])

따라서, 전위차 형성 여부는 각 경혈점에서의 이온량에 비례할 것이며, 이온 분포량에 따라 $C1 \neq C2 \neq \dots \neq Cn$ 이어야 하며, 이로 인한 각 경혈점에서의 체표 경락·경혈 에너지 크기가 다르게 나타나는 것으로 판단된다. 즉, “氣”가 흐르기 위한 기압차는 경혈에서의 용량성분의 전위차로 인하여 결정되며, 전체적인 경락에너지의 크기는 Source에 의해 결정됨을 알 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 경락과 경혈의 기의 흐름을 전기·물리학적 관점으로 해석하였다. 이를 위하여 경혈경락의 체표 에너지를 측정할 수 있는 시스템을 이용하여 동일경락선상의 10부위 경혈점을 대상으로 동일시간영역에서의 체표 용량성 전위를 측정하고, 식사 전후의 경락에너지 변화를 측정하여 다음과 같이 결론을 도출하였다.

1. 동일 시간대에 경락에서의 “氣”의 유주가 나타나기 위해서는 각 경혈마다 기압차가 존재해야 하는데, 본 연구를 통해 각 경혈점에서의 용량성 전위차를 확인하였으며, 이 용량성분(캐패시턴스)의 크기와 차이가 생체에너지인 氣가 이동할 수 있는 근원적 요소임을 확인하였다.
2. 식사 전후의 체표 경락·경혈 에너지를 측정함으로써, 전체 에너지 증가가 각 경혈점에 공급하는 용량성 전위크기를 결정하고, 이것이 생체에너지 전달 및 이동량을 결정하는 중요한 요인임을 확인하였다. 또한, 시간경과에 따라 매 순간 체표 경락·경혈 에너지 크기는 변화하고 지속적인 “氣”의 유주를 위해서는 시간에 따라 모든 경혈에서의 에너지차가 유지되어야 한다는 것을 확인하였다.

따라서, 본 연구를 통하여 기존 연구들이 가지고 있던 경락이론에 대한 새로운 접근 방법을 제시하였고, 기존의 경락이론과 부합되지 않는 측정방식과 차별화된, 비침습적인 방법을 이용하여 경혈경락의 체표에서 용량성 전위를 측정함으로써 경락을 양도라적

(저저항)관점에서 벗어나 에너지적 관점에서 해석하고자 하였다. 이는 경락진단이라는 새로운 한의학적 해석을 가능하게 하고, 경락진단에 대한 객관적 지표로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 한국과학재단 일반연구자 지원(신진연구)에 의해 수행된 기초 연구 사업임[과제고유번호2009-0067323]

참고문헌

1. Reinhold Voll, Topographic Position of the Measurement Points in Electroacupuncture, Medizinisch Literarische Verlagsgesellschaft mbH. Uelzen. 1997 : 1.
2. Zhu Zong Xiang, et al. The low Impedence Nature of Meridian Lines before and after Amputation. Brit. J. Acu., 1998 ; 11(1) : 25-8.
3. Luisiani, R.L., Direct observation and photo-graphy of electro conductive points on Human skin. Am. J. Acupuncture. 1978 ; 4(6) : 311-31.
4. Kuo-Gen Chen. Electrical Properties of Meridians. IEEE Eng. in Medicine and Biology. 1996 ; 15(3) : 59.
5. Kurabayashi, Y.. Histological studies on the skin elective resistance decreased point(SERDP). OkayamaIgakukai Zasshi. 1980 ; 92 : 635-57.
6. Zhu Z.X. Research advances in the electrical specificity of meridians and acupuncture points. Am. J. Acupuncture. 1981 ; 203-16.
7. A study on Meridian(1): Korea Institute of Oriental Medicine, 1998 ; 29-40, 47-88.
8. Yong-Heum Lee. Investigation of Electrical Responses to Acupuncture Stimulation: The Effect of Electrical Grounding and Insulation Conditions. Journal of Acupuncture Meridian studies. 2009 ; 2(1) : 49-55.
9. Yong-Heum Lee, Development of the Meridian-Visualizing System that Superimposes a Bio-signal upon a Body Image, The American Journal of Chinese Medicine, 2004 ; 32(4) : 631-40.
10. Myeong-Soo Lee, Yong-Heum Lee, Byung-Cheul Shin, Dong-Myong Jeing, Mo Kyung Kim, Yoon-Gi Eo, Su-Bok Ko, Is There Any Energy Transfer During Acupuncture. The American Journal of Chinese Medicine. 2005 ; 33(3) : 507-12.
11. Soo-Byung Kim, Sun-Min Kwon, Hee-Jung Kang, Yun-Kyoung Yim, Yong-Heum Lee. Development and Evaluation of Body Surface Electric Energy Measurement System for Oriental Medicine Diagnosis. Journal of

- Meridian and Acupoint. 2009 ; 26(1) : 51-60.
12. 손인순, 서양의학의 신경생리와 동양의학 이론의 접목, Journal of the JungShin Science Society, 1997 ; 1(1) : 58-64.
13. Xiaohui Yan, Xinyi Zhang, Chenglin Liu, Ruishan Dang, Yuying Huang, WeiHe and Guanghong Ding. Do acupuncture points exist?. Physics in Medicine and Biology. 2009 ; 54 : N143-50.