

## 신허요통 환자의 12 경맥 전위측정 연구

남봉현 · 최환수  
한국한의학연구원

### Abstract

#### **Differences in electric potential of meridian system - Comparing electrical potentials of patients with Lumbago due to the kidney deficiency-**

Nam Bonghyun, Choi Hwansoo  
Korea Institute of Oriental Medicine

**Objectives :** Assuming that the characteristic of meridian system has been similar to this of electric potentials in human body and that measurements of electric potential at well(井穴) and sea(合穴) points in branches of the twelve meridians(WSBTM) will be representative of measurements of the twelve meridians, to measure the electric potentials of 16 patients with Lumbago due to the kidney deficiency(腎虛腰痛, LKD), to find out the characteristic of meridian system in patients with LKD.

**Methods :** Electric potentials of well and sea points in the meridians in twenty one patients with the pain in the lion diagnosed as LKD were repeatedly measured by physiograph(PowerLab). Measurements of those electrical potentials were analyzed by factor analysis.

**Results :** The electric potentials of WSBTM at the left side were divided into five factors. On the other hand those at the right side were divided into five factors.

**Conclusions :** In conclusion, their electrical potentials at the left and right side were four different factors at each side. Thus electrical potentials of well and sea points might be the representative meridian to show their characteristics.

**Key words :** electric potential, lumbago due to the kidney deficiency, Factor Analysis

## 1. 서론

경혈 및 경맥의 존재여부와 이들의 특성에 대한 과학적인 연구가 1950년대부터 본격적으로 이루어지게 되는데 개략적으로 동위원소 추적법 등과 같은 해부·조직학적인 연구, 경락의 순경감전현상, 경락과 중추신경계통과 체액의 관계 등을 연구하는 생리학적인 연구<sup>1)</sup>, 측정기기를 이용하여 경락의 온도, 주파수, 전기저항과 전위 등을 연구하는 생물물리학적 방법<sup>2)</sup> 등의 연구들과 같은 것이다. 이러한 기존 연구를 통해 경락의 특성에 대해서 밝혀진 것은 단지 경혈과 경맥이 주변 부위보다 저항은 낮고 전위가 높은 곳이 경맥, 경혈점이라는 경락의 전기적 특성<sup>3-6)</sup>과 같은 경락의 생물물리학적 일부분의 특징이나 혹은 경락이나 경혈의 반응 및 자극효과에 대한 기초적인 특징들을 제시한 것으로써<sup>7,8)</sup>, 경락이론에 대해서 간접적인 증거자료로서의 가치만을 가진다고 볼 수 있다. 이는 기존의 이와 같은 경락에 대한 현대적이고 과학적인 연구가 전체적이고 동태적인 관점을 기반으로 성립된 경락이론을 경시하고, 단지 기존의 과학적 목표를 위한 장비를 그대로 적용하거나 몇 개의 경혈·경맥만을 대상으로 하였기 때문이라고 판단된다.

따라서 본 연구는 기존 연구들의 제한점들을 극복하기 위하여 첫째, 외부 자극에 따른 반응이 아닌 순수한 인체에서 발생하는 경락상의 전위를 좌·우 24개의 경맥을 동시에 측정·분석함으로써 전체성, 동태성이라는 한의학 이론의 특성에 부합하고자 하였고 둘째, 각 경맥을 대표할 수 있다고 생각되는 정혈(井穴)-합혈(合穴)에서 측정된 전위들이 인체의 생리 상태와 병리 상태를 나타내주는 지표가 된다는 가정 하에서 측정방법을 개발하였다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 첫째, 외부 환경 요인인 외부전 자기파, 기온, 습도, 날씨 등과 같은 변수들을 완벽하게 통제하지 못하였고, 둘째, 사용된 측정기기는

12 경맥의 전위를 측정하기에 적합할 것이라는 가정, 마지막으로 인체의 전위는 수면여부, 감정의 안정여부, 운동여부, 식사 및 대변과 배뇨전후 등의 생리적 상태 변화에 따라 차이가 나타난다고 하는데<sup>2)</sup> 이러한 변수들을 측정시에 완벽하게 제어하지 못하였다는 가장 큰 제한점이 있다고 할 수 있을 것이다.

이와같은 경맥 전위의 측정방법을 근거로 그동안 수행한 연구에서 정상인의 12경맥 측정전위 특성들이 수음경(手陰經)·수양경(手陽經)·족음경(足陰經)·족양경(足陽經)군으로 구분되어지는 것으로 설정할 수 있었고<sup>9,10)</sup>, 이 외에도 뇌경색 환자<sup>11)</sup>, 부정맥 환자<sup>12)</sup>, 견비통 환자<sup>13)</sup>, 요각통 환자<sup>14)</sup>, 그리고 항강증(項強症)<sup>15)</sup> 환자에서의 전위특성이 정상인의 것과 상이하게 나타남을 알 수 있었다.

본고에서는 정상인과 특정질환군간의 전위특성의 차이를 파악하고자 하였던 기존 연구의 연장선상에서 신허요통(腎虛腰痛) 환자의 전위특성을 살펴본 바, 신허요통 환자에서 측정된 경락 전위특성을 파악하고, 신허요통 환자의 경락 전위특성과 기존 연구를 비교 고찰한 결과를 제시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 1) 재료

#### (1) 실험대상

신허요통은 신허(腎虛)로 인해 요부동통(腰部疼痛)이 발생하는데, 상상동불이(常常疼不已), 혹은 유유통불거(悠悠痛不舉), 맥대(脈大)하면서 요부를 굴신(屈身)하거나 전측(轉側)하기가 불편하고 심하면 운신(運身)하기가 힘든 증상이다. 실험대상인 신허요통 환자를 선정하는 기준의 원칙은 환자군의 진단

명, 병명으로<sup>16-18)</sup> 확진하였고 아울러 서양의사에 의

해 진단된 서양진단명도 함께 부기토록 하였다.

표 1. 신허요통 환자군의 연령분포

신허요통	남자	5	58.40±3.72	-0.79	0.44
	여자	11	62.72±3.26		
	전체	16	61.37±2.51		

경락전위 측정에 포함된 신허요통 환자는 총 16명이었으며, 이중 남자가 5명이었고 여자가 11명이었다. 총 16명에 대한 연령 분포는 평균적으로 61.37세였고 표본오차는 2.51세였다. 이들 중 남자 신허요통 환자의 평균 연령은 58.40세였으며 표본오차는 3.72세였고, 여자 환자의 경우는 62.72세였고 이들의 표본오차는 3.26세로 나타났다. 성별에 따라서 연령간 차이가 존재하는지에 대한 t-검정 결과를 살펴본 결과, 남자와 여자간의 연령 차이가 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다(p=0.44).

(2) 측정장비 및 침 치료 방법

12 경맥에서의 정혈과 합혈간 전위를 측정하기 위하여 사용된 장비는 MacLab사의 Physiograph인 PowerLab/16s과 8s이고, front-end는 정확도 성능을 향상시키고, 또한 실험대상자의 안전을 확보키 위하여 포토커플러(photo coupler) 회로를 채택한 24 채널용 Bioamp를 (주)TNG에서 제작하였고 이 장비를 실험에 사용하였다.

측정치 분석 프로그램은 Chart 4.2를 사용하였다. 측정치 분석 프로그램의 환경설정은 전압 2V 이하, 필터 1Hz를 사용함으로써 한국의 상용 전력에서 발생할 수 있는 외부 전원의 간섭효과(60Hz)를 최대한 줄였으며, 또한 사전 연구에서 경혈점에서 전위측정치들의 주파수 특성을 분석한 결과에 의하면 대부

분의 주파수 대역들이 직류성분과 1Hz 미만에 존재 함으로 볼 때 경혈점에서 생체 전기 신호는 직류성분을 가장 많이 포함하고 있으며 약간의 교류성분이 포함되어 있는 것으로 파악되었다. 이는 이미 알려진 생체신호들 중 다수가 1Hz 미만의 성분을 포함하는 것으로 볼 때<sup>19)</sup> 경혈점에서 전위 측정시 직류성분을 위주로 측정하는 것이 측정상 대표성을 띤다고 볼 수 있을 것이다. 이외에 화면확대는 50:1, 샘플링 타임은 40 samples/sec으로 측정치 분석 프로그램의 환경을 설정하였다. 실험대상자의 경혈점에 부착한 전극은 심전도용 Grass사의 cup disk electrode로써 직경이 6mm이었다.

2) 측정방법

(1) 취혈방법

본 연구에서 채택한 12 경락의 정혈(井穴)과 합혈(合穴), 그리고 접지혈에 대한 측정혈의 개괄적인 취혈 방법은 『경혈학총서』<sup>20)</sup>를 근거로 측정자간의 측정 오차를 줄이기 위하여 실험이 실시되기 전에 정확한 경혈점들의 위치에 대한 교육을 충분히 시킨 후 본 실험에서 측정자가 취혈하는 방식을 채택하였다.

## (2) 측정방법

대부분의 기존 연구에서는 외부로부터 미약한 전기적 자극을 생체에 흘려주고 경혈에서 이들 자극을 탐지하였는데, 본 실험에서는 생체에 어떠한 자극을 가하지 않고 생체가 지니고 있는 고유의 경맥 전위를 측정하였다.

측정대상자를 침상 위에서 충분히 안정을 취하게 하여 수면을 유도하였고 전극을 부착하기 전에 측정혈을 알콜로 닦았다. 중완혈을 접지혈로 삼고, 각 채널의 접지선 24개를 접지판에 연결하고 접지판에서 나오는 접지 전극을 중완에 부착하였다. 12개 경맥 각각의 정혈(井穴)에는 - 전극, 합혈(合穴)에는 + 전극, 총 48개의 전극을 부착하고 12개 경맥을 동시에 측정하였다. 전위측정은 1분간 측정하고 1분 쉬는 것을 1회로 삼아 모두 5회 반복 측정하였다.

## (3) 통계처리

모든 전위 측정치들은 Excel 프로그램을 이용하여 자료를 구축하였으며, 이들 자료 분석에 사용된 통계분석 프로그램으로는 LISREL Version 8.52를 이용하였다. 기술분석을 이용하여 측정치들이 정규분포를 하고 있는지를 검정하였고, 특히 특이치는 분석 대상에서 제외하였다.

각 경혈 및 경맥에서 반복 측정된 전위측정치들은 상호 독립적인 분포를 따른다는 가정 하에 통계적 분석을 시도하였다. 또한 생체에서 측정한 생체신호들은 시시각각 가변적이기 때문에 이들 자료들을 정량적인 통계분석방법을 이용한 분석 결과에 대하여 통계학적인 유의성 여부를 해석하거나 혹은

이들 결과에 대하여 한의학적 해석을 시도하는 것보다 정성적 분석방법의 하나인 요인분석법(factor analysis)을 이용하여 분석한 결과가 더 의미가 있는 것으로 판단하였다. 이와 관련된 이전 연구결과<sup>9-18,21)</sup>들은 질병에 따른 전위측정치들에 대하여 정성적인 분석법을 이용한 결과를 나타낸 것이다.

12 경맥의 전위측정치들을 좌우측으로 구분하여 좌측, 우측 각각 12개의 정혈과 합혈에서 측정된 변수를 이용하여 요인분석을 실시하였다. 요인추출 과정에서 고유치(eigenvalue)가 1보다 큰 값을 갖는 경우의 요인을 유의한 요인으로 추출하였으며 요인간의 관계를 쉽게 파악하기 위하여 회전법 중의 하나인 베리맥스(varimax)법을 이용하여 회전한 요인 패턴 행렬을 구하여 각 요인들에 큰 영향을 미치는 변수들을 선정하였다.

## 3. 실험 결과

### 3.1. 신허요통 환자의 좌측 12 경락별 측정 전위

한방변증으로 신허요통으로 확진된 총 16명의 환자를 대상으로 좌측 12 경락상의 정혈과 합혈간의 전위를 반복 측정하여 얻은 각 경맥별 전위측정치(n=160)를 이용하여 요인분석(factor analysis)을 실시하였다. 실험대상 신허요통 환자들의 일반적인 특성으로는 남자가 5명이었고, 여자가 11명이었으며 남녀에 따른 평균 연령간에 통계적으로 유의하게 차이가 존재하지 않는 것으로 나타났다(p=0.44).

신허요통 환자들의 12개 좌측 경락에서의 전위측

정치 각각을 변수로 하여 요인분석을 실시하였고, 이 때 1보다 큰 값을 가지는 고유치(eigenvalue)는 4개로 나타났다. 이들 고유치들을 크기 순서로 제시하면 3.607, 2.398, 1.672, 1.411로 나타났으며 이들 4개의 인자가 12개의 총 변인의 75.75% 정도를 설명하는 것으로 분석되어졌다.

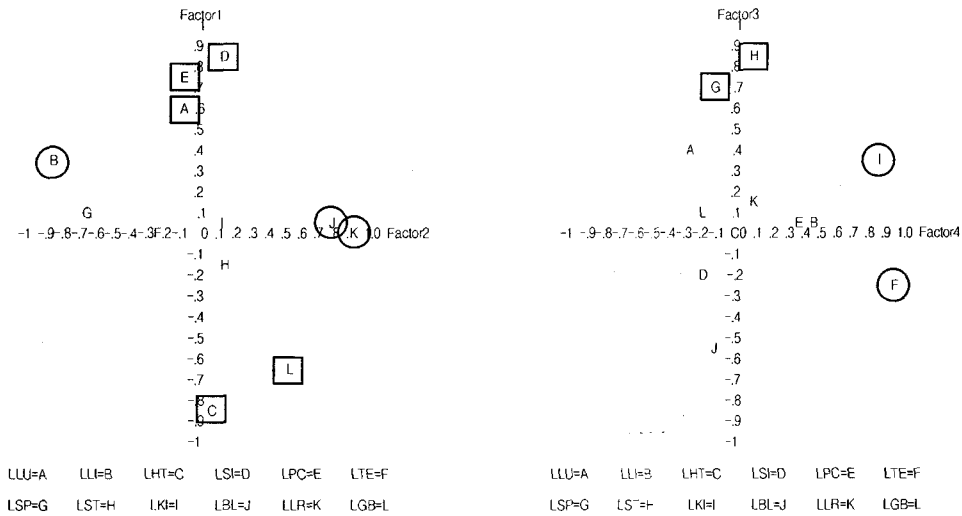
앞에서 구해진 4개의 인자와 12개의 변인들간의 관계의 정도를 쉽게 파악하기 위한 한 방법인 베리맥스법(varimax)을 이용하여 회전한 인자패턴 행렬들과 이들 행렬을 시각적으로 쉽게 이해하기 위한 그림이 각각 표 2와 그림 1에 제시되어져 있다.

회전된 인자패턴 행렬에서 인자 1에는 5개의 전

위측정 변수들로 폐경과 심경, 소장경, 심포경, 그리고 담경의 전위측정 변수가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 인자 2에는 3개의 전위측정 변수가 속했는데 대장경과 방광경, 간경의 전위측정 변수가 가장 큰 영향을 미치고 있었으며 비경과 담경의 전위측정 변수 또한 상당부분 영향을 미치고 있었다. 인자 3에는 비경과 위경의 전위측정 변수가 가장 큰 영향을 미치고 있었고 방광경의 전위측정 변수 또한 상당부분 영향을 미치고 있는 것으로 파악되어졌다. 마지막으로 2개의 변수인 삼초경과 신경의 전위측정 변수들은 인자 4에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 2. 신허요통 환자의 좌측 12 경락별 전위측정치의 회전 후 인자 패턴 행렬

변인	인자(Factor)			
	I	II	III	IV
폐	<b>0.6128</b>	-0.0839	0.4141	-0.2504
대장	0.3263	<b>-0.7358</b>	0.0585	0.3902
심	<b>-0.8476</b>	0.0500	0.0163	-0.0271
소장	<b>0.8379</b>	0.1055	-0.1957	-0.1800
심포	<b>0.7745</b>	-0.0981	0.0422	0.3121
삼초	0.0023	-0.2515	-0.2695	<b>0.8085</b>
비	0.1081	-0.5813	<b>0.6882</b>	-0.1161
위	-0.1285	0.1039	<b>0.8653</b>	0.0904
신	0.0351	0.1326	0.3600	<b>0.7533</b>
방광	0.0558	<b>0.6908</b>	-0.5341	-0.1071
간	-0.0127	<b>0.9083</b>	0.1278	0.0950
담	<b>-0.6750</b>	0.4513	0.1079	-0.1686



(1-a) 인자 1과 인자 2의 분포도

(1-b) 인자 3과 인자 4의 분포도

그림 1. 신허요통 환자의 좌측 12 경락별 전위측정치의 회전후 인자 분포도

(폐=A, 대장=B, 심=C, 소장=D, 심포=E, 삼초=F, 비=G, 위=H, 신=I, 방광=J, 간=K, 담=L)

### 3.2. 신허요통 환자의 우측 12 경락별 측정 전위

신허요통 환자의 12개 우측 경락에서 전위측정치 각각을 변수로 한 요인분석 결과에서 1보다 큰 값을 가지는 고유치(eigenvalue)는 신허요통 환자의 좌측 결과와 동일하게 4개로 나타났으며, 이를 크기의 순서로 제시하면 3.567, 2.302, 1.694, 1.657였으며 이들 4개의 인자가 12개의 총 변인의 76.85% 정도를 설명하는 것으로 분석되어졌다.

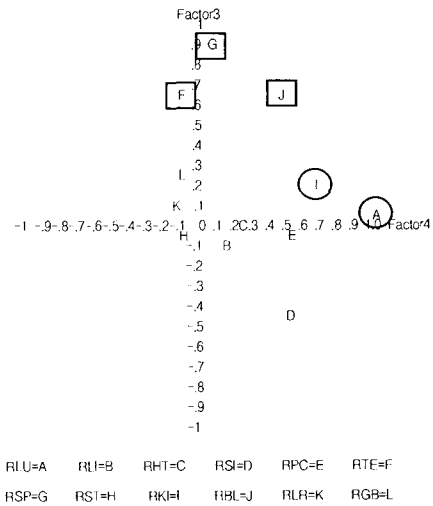
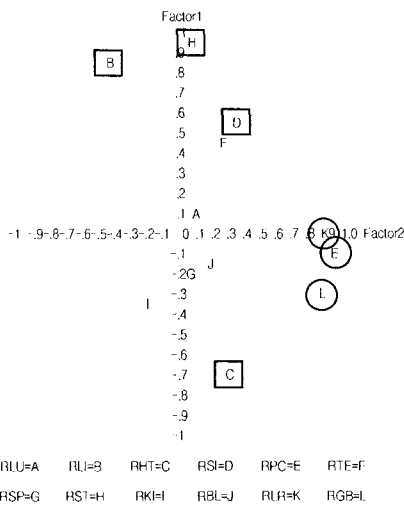
구해진 4개의 인자와 12개의 변인들간의 관계의 정도를 쉽게 파악하기 위한 한 방법인 베리맥스법(varimax)을 이용하여 회전한 인자패턴 행렬이 표 3

에 제시되어져 있고 이를 쉽게 이해하기 위해 도식한 것이 그림 2이다.

회전된 인자패턴 행렬에서 인자 1에는 대장경, 심경, 소장경과 위경의 전위측정 변수가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났고, 삼초경도 어느 정도 큰 영향을 미치는 것으로 분석되어졌다. 인자 2에는 심포경과 간경, 담경의 전위측정 변수가 가장 큰 영향을 미치고 있었으며, 인자 3에 가장 큰 영향을 미치는 전위측정 변수로는 삼초경과 비경, 그리고 방광경인 것으로 파악되었고, 인자 4에는 폐경과 신경의 전위측정 변수가 큰 영향을 미치고 있었으나 방광경과 소장경의 전위측정 변수도 많은 부분 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 3. 신허요통 환자의 우측 12 경락별 전위측정치의 회전 후 인자 패턴 행렬

변인	인자(Factor)			
	I	II	III	IV
폐	0.1109	0.0768	0.0664	<b>0.8865</b>
대장	<b>0.8444</b>	-0.3838	-0.0828	0.1409
심	<b>-0.7217</b>	0.2388	0.0235	0.2347
소장	<b>0.5747</b>	0.2775	-0.4597	0.4362
심포	-0.0899	<b>0.8214</b>	-0.0407	0.4621
삼초	0.4693	0.2321	<b>0.6582</b>	-0.0923
비	-0.2007	0.0555	<b>0.8859</b>	0.0874
위	<b>0.9400</b>	0.0398	-0.0596	-0.0750
신	-0.3303	-0.1702	0.1770	<b>0.6079</b>
방광	-0.1507	0.1650	<b>0.6679</b>	0.4208
간	0.0174	<b>0.8753</b>	0.0944	-0.1290
담	-0.2995	<b>0.7564</b>	0.2613	-0.0676



(2-a) 인자 1과 인자 2의 분포도

(2-b) 인자 3과 인자 4의 분포도

그림 2. 신허요통 환자의 우측 12 경락별 전위측정치의 회전자 인자 분포도

(폐=A, 대장=B, 심=C, 소장=D, 심포=E, 삼초=F, 비=G, 위=H, 신=I, 방광=J, 간=K, 담=L)

#### 4. 고찰 및 결론

현재까지 과학적 연구를 통하여 다양하게 경락학 설들을 제시하시하고 있으나 경락에 대한 해부조직 학적인 존재나 특징을 명확하게 밝히지 못하고 단순히 경락의 부분적인 특징이나 혹은 경락이나 경혈의 반응 및 자극효과에 대한 존재와 가치를 간접적으로 증명하고 있을 뿐이다<sup>4)</sup>. 이는 경락에 대한 과학적 연구 접근법이 지닌 한계일 뿐만 아니라 현대 과학적 연구 방법을 이용한 접근에 있어서 고전 경락에 대한 설명 용어에 내포된 추상적이고 관념적인 개념이 장애의 원인으로 작용한 것으로 추측된다. 그렇지만 현재에 이르기까지 경락의 의학적 활용측면에 있어서 고전적인 용어의 개념-수(手)와 족(足), 음(陰)과 양(陽), 장부(臟腑)의 표리(表裏)와 오행(五行), 삼음삼양(三陰三陽)의 표리와 오행 등으로 경락을 설명하고 있으며 또 침구요법상에서도 이를 운용하여 실제 질병치료에도 적용하고 있다. 따라서 경락은 단순히 해부조직학적 측면뿐만 아니라 다른 측면까지도 포함하고 있다고 추정할 수 있다. 그러므로 경락시스템에 대해서 가장 기저층에 해부조직학적 계통, 다음 층에 고전한의학에서 실존하고 있는 것처럼 설명하고 있는 경락계통, 가장 위쪽 단계에 경락현상계통으로 구성되어 있으면서 각각의 계통은 독립적이면서도 상호연관성을 가진 층차적 구조모형이라고 상정할 수 있다<sup>22)</sup>.

전기, 자기장, 전자기파, 파동 등 생체물리학적 방법을 통한 경락 연구는 경락시스템의 층차적 구조 모형 중 경락현상계통을 파악하여 임상에 활용하려는 목적을 가진다. 이는 경락에서 측정되어진 생체물리적 자료를 생체정보의 신호로 다루는 것으로서, 최하위의 해부조직학적 계통을 생체신호 발생원으로, 하위의 경락계통을 생체신호의 변환처라는 가정을 기초로 이루어진다. 생체신호 발생원에 관해서는 이미 뇌, 심장, 위장, 근육 등임이 알려져 있는데 반

해<sup>19)</sup> 생체신호의 변환처라는 경락계통에 관해서는 아직까지 과학적으로 명백하게 설명되지 않고 있기 때문에 고전한의학 이론을 그대로 사용하고 있는 실정이다. 그러므로 경락에서 측정되어진 생체신호를 분석하는데 있어서 현재까지는 과학적으로 명백하게 밝혀지지 않았기 때문에 고전한의학의 경락과 침구이론을 이용하여 해석이 시도되어지고 있는 실정이다.

현재까지 밝혀진 경락의 생체물리학적 특성으로 경맥과 경혈이 비경혈에 비해 저항은 낮고 전위가 높다는 일치된 결과를 제시하고 있지만 이는 개개 경맥의 존재를 전기적으로 증명하고 있을 뿐, 경락시스템을 전체적으로 파악하지 못하는 문제점을 지니고 있다. 따라서 본 연구는 각 경맥상에 존재하는 정혈·합혈이 그 경맥을 대표할 것이라는 가정 하에 12 경맥 각각의 정혈·합혈간 전위를 동시에 측정함으로써 전체적으로 경락시스템의 특성을 파악하고자 시도되어졌다.

신허요통 환자로 확진된 16명을 대상으로 좌우측 12 경락의 정혈과 합혈간의 전위를 반복 측정한 전위치들에 대하여 인자분석한 결과 각각 4개의 인자가 추출되었는데, 좌측의 경우 인자 1에는 폐경과 심경, 소장경, 심포경 그리고 담경이 포함되었고, 인자 2에는 대장경, 간경과 방광경과 포함되어 있는데, 특히 방광경은 인자 3에도 상당 부분 영향을 미치고 있었다. 인자 3에는 비경과 위경, 인자 4에는 삼초경과 신경이 포함되어 있었다. 우측은 인자 1에는 대장경, 심경, 소장경과 위경이, 포함되고 또한 삼초경이 어느정도 큰 영향을 미치고 있었으며, 인자 2에는 심포경, 간경과 담경이 포함되었다. 인자 3에는 삼초경, 비경과 방광경이 영향을 미치고 있었으며, 인자 4에는 2개 변수들로서 폐경, 신경이 포함되어 있고, 또한 방광경과 소장경의 전위 측정 변수도 많은 부분 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구의 신허요통 환자를 대상으로 한 연구결



과와 정상인과 다른 환자를 대상으로 한 연구결과<sup>9-15)</sup>에서 나타난 요인들을 비교하여 보면 서로 상이함을 알 수 있었고, 이는 경락에서 측정된 전위치가 신허요통의 특성을 반영하는 것으로 판단되어진다.

이러한 연구결과는 경락에서 측정된 전위가 특정질환의 특성을 반영할 수 있음을 나타내는 것이라고 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 한국한의학회연구소 임상연구부. 경락의 연구 I. 서울: 대명문화사, 1996:61-130,97-99.
2. 陝西中醫學院. 現代經絡研究文獻綜述. 人民衛生出版社. 20-39,34.
3. 胡翔龍, 包景珍, 馬廷芳. 中醫經絡現代研究. 1版1刷. 北京:人民衛生出版社. 1990:183.
4. 黃榮國. 關於經絡本質研究的反思. 山東中醫學報. 1991; 15(1):61-64.
5. 方向明. 淺談對經絡實質的研究方法. 山東中醫學院學報. 1992;16(2):39-40.
6. 祝總驥, 郝金凱. 鍼灸經絡生物物理學. 1版1刷. 北京:北京出版社. 1989:194.
7. 최문섭, 고희섭, 김창환. 經穴 및 經絡의 客觀化에 대한 小考. 大韓鍼灸學會誌. 1991;15(1):72,76.
8. 박중배, 박희준, 이혜정. fMRI를 이용한 經穴刺戟의 大腦皮質 活性變化에 관한 研究法 考察 I-視覺領域을 중심으로-. 大韓鍼灸學會誌. 1991;15(1):72.
9. 남봉현, 최환수. 정상인의 경락전위측정 실험에 대한 연구(4)-측정방법에 따른 정상인의 경락전위 비교를 중심으로-. 대한침구학회지. 2001; 18(6): 151-160.
10. 최환수, 남봉현, 이한구. 정상인의 경락전위측정 실험에 대한 연구 (I). 대한침구학회지. 1999;16(4):337-343.
11. 남봉현, 최환수. 12경맥 전위측정 실험에 대한 연구 (2) -정상인과 뇌경색환자의 측정전위 비교-. 대한침구학회지, 2000; 17(3): 25-35.
12. 남봉현, 최환수. 12경맥 전위측정 실험에 대한 연구 (3) -부정맥 환자의 측정전위 비교-. 대한침구학회지, 2000; 17(4): 172-179.
13. 남봉현, 최환수. 견비통 환자의 침 치료 전후 12경맥 전위측정 연구(5). 대한침구학회지, 2002; 19(6): 12-23.
14. 남봉현, 최환수. 요각통 환자의 12경맥 전위측정 연구(6). 한국한의학회연구 논문집, 2002; 8(2): 85-93.
15. 최환수, 남봉현. 항강증 환자의 12경맥 전위측정 연구. 대한경락경혈학회지, 2003; 20(2): 21-29.
16. 한국한의학회연구소. 『한의진단명과 진단요건의 표준화 연구 I』. 1995.
17. 한국한의학회연구소. 『한의진단명과 진단요건의 표준화 연구 II』. 1996.
18. 한국한의학회연구소. 『한의진단명과 진단요건의 표준화 연구 III』. 1997.
19. 고한우의 공저, 디지털생체신호처리, 서울:여문각, 1997: 1-4.
20. 安榮基. 經穴學叢書. 서울:成輔社, 1986: 84-85, 94-95, 100-101, 116-117, 196-197, 212-213, 218-219, 234-235, 266-267, 278-279, 284-285, 298-299, 392-393, 432-433, 438-439, 456, 482-483, 494-495, 500-501, 518-519, 584-585, 600, 606, 618-619.
21. 남봉현, 최환수. 경락 전위를 이용한 경락의 생체물리학적 연구. 대한경락경혈학회지, 2002; 19(2): 1-12.
22. Mark J Friedaman, Stephen Brich, William A Tiller. Towards the development of a mathematical model for acupuncture meridians. Proceedings of International Conference on Bioenergetic Medicine-Past, Present and Future. 1991: 46.