

원 개

少衝 刺鍼 후 穴位에 나타난 저주파수 대역의 전기적 특성 變化

구성태* · 김재우** · 방석원** · 김경식* · 손인철*

* 원광대학교 한의과대학 경혈학교실

** 삼성종합기술원 휴먼 컴퓨터 인터렉션 실험실

Abstract

Electrical Quality Changes of Low Frequency Level Following Acupuncture at So-Chung(HT9) in Humans

Koo, Sung-Tae* · Kim, Jay-Woo** · Bang, Seok-Won** · Kim, Kyung-Sik* · Sohn, In-Chul*

* Department of AM-Meridian & Pointology, College of Oriental Medicine, Wonkwang University

** Human Computer Interaction Lab, Samsung Advanced Institute of Technology

Subject : After acupuncture at So-Chung(HT9) in humans(n=4) we intend to know the differents of acupuncture at acupuncture and non-acupuncture on the electrical frequency change and signal transmission along the meridian with different acupuncture manipulation method.

Methods : The electrical signal on the heart meridian acupuncture point, So-Bu(HT8), Shin-Moon(HT7) and So-Hae(HT3), and control non acupuncture points was measured by electrodes biopack instrument. Acupuncture needles(diameter: 0.25mm, length:30mm) were used for acupuncture. The frequency was recorded before, during and after needling the So-chung.

Results : After acupuncture the components between 2 and 5Hz frequency level were decreased comparing with that of pre-acupuncture state. Time-delayed correlation coefficient was increased every 10 seconds. It imply that the signal may be transferred. These effects did not appear at non acupuncture point and also did not arise when there was no ki(氣) feeling. These results suggest that acupuncture stimulation is similar to 2~5Hz frequency electric acupuncture. and ki feeling and manipulation which can induce ki feeling is very important in acupuncture clinic.

Key words : acupuncture, meridian, acupoint, electrical frequency, intensity, manipulation

· 접수 : 1월 10일 · 수정 : 1월 16일 · 채택 : 1월 17일

· 교신저자 ; 손인철, 전북 익산시 신룡동 344-2, 원광대학교 한의과대학 경혈학교실(Tel. 063-850-6448)

E-mail : ichsohn@wonnms.wonkwang.ac.kr

I. 서론

최근에 동양의학의 다양한 치료효과를 자연과학적 방법론을 통하여 설명하려는 다양한 연구들이 보고되고 있다. 침구학 분야에서도 이러한 보고들이 계속해서 발표되고 있다. 이와 관련된 연구의 관심은 침구학의 기본이 되는 기와 경락과 경혈에 집중되고 있다. 그리고 침구의 효과와 경락의 실체를 증명하기 위한 다양한 연구가 시도되었다. 이러한 경락과 경혈에 관련된 최근의 연구로 眼病의 치료와 관련이 있는 經穴인 足太陽膀胱經의 至陰穴에 刺鍼했을 때, 뇌에서 시각영역의 sensory cortex가 활성화됨을 fMRI를 통해 보여준 것(조장희 등)¹⁾ 이라든지, 경락의 매카니즘을 신경세포와 관련지어 생각하지 않고, 일종의 물질 이동 통로로 바라보는 연구(정동명 등)²⁾ 등이 있다.

한편, 경혈의 특성에 관한 연구로 피부전기저항이 낮아서 전기전도성이 좋다는 것을 밝히는 연구(Nakatani, Y³⁾, Reichmanis M. 등⁴⁾)가 보고되었고, 전기전도성을 발광정도를 측정하여 경혈과 비경혈을 비교하면 十二經絡經穴의 발광강도는 非經穴部位보다 높아 양자의 발광강도에는 현저한 차이가 있는데 井穴, 原穴, 下合穴의 발광강도는 다른 특정혈에 비하여 현저하게 높았다는 보고(Wu B. 등)⁵⁾가 있다. 경락계통의 전기전도는 일정한 특징을 나타낸다고 하는데, 신경계통에서의 전기전도와는 달리 전도속도가 더디고(20cm/s), 전도가 쌍방향성을 나타내며, 또 압력을 가함으로써 차단되는 것이 그 특징이라고 한다(Yan Z 등⁶⁾, Xu J 등⁷⁾, Wu B. 등⁸⁾). 穴位의 특징중의 하나가 임피던스가 낮다는 것인데, 이러한 임피던스가 낮은 신체상의 부위를 LSIP(Low Skin Impedance Point)라고 한다. 그래서 피부의 감소된 전기적인 임피던스는 穴位의

기능적인 특징의 하나로 알려져 왔다^{3),4)}. 足三陽經과 任督脈에서 LSIP의 분포와 經絡의 유주를 관찰한 실험(Hwang X 등)⁹⁾과 상박 내측에서 LSIP의 분포와 경락의 유주를 관찰한 실험(Hu X. 등)¹⁰⁾ 모두에서 LSIP와 경락의 유주가 기본적으로 일치하는 것으로 나타났다.

그리고, 침의 효과에 대해서 많이 연구되고 있는 것중의 하나가 침의 진통효과에 대한 것인데, 이런 실험에서는 실험동물에 침을 꼽은 다음에 자극을 정량화하기 위해서 전기자극을 주었다. 신경학자들은 침의 효과가 신경자극에서 크게 벗어나지 않는다고 생각하고 표피신경을 자극하는 TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation)를 가지고 실험하였다. 반복된 실험을 통해서 진통작용에 더 효과적인 전기자극의 강도와 주파수를 알게 되었다. 그 결과 전침(Electroacupuncture) 자극과 TENS 자극을 비교했을 때 전침 자극은 낮은 주파수대역, 높은 자극강도(Low Frequency High Intensity)에서 그리고 TENS 자극은 높은 주파수대역, 낮은 자극강도(High Frequency Low Intensity)에서 진통작용이 더욱 효과적인 것으로 알려져 있다(Acupuncture, Stux and Polmeranz¹¹⁾, Wang 등(1997)¹²⁾, Romita 등¹³⁾, Han 등¹⁴⁾, Wang 등(1993)¹⁵⁾).

실제 임상에서 자침의 치료효과를 높이기 위해서 중요한 것이 得氣(氣至感應) 與否와 補瀉 등의 手技法을 통한 刺鍼이다. 刺鍼을 이용한 치료는 물리적 자극이 주체가 되는 자극요법의 일종으로 鍼刺戟의 양과 질 또는 침 감응상태는 치료효과와 깊은 관련이 있다. 치료에 적합한 鍼刺戟의 감응을 침구 문헌에서는 氣至, 得氣, 氣來, 氣滿, 氣下 또는 鍼響, 鍼氣 등 다양하게 표현하고 있으며, 이는 침구 임상에서 매우 중요하게 인식되고 있다. 靈樞 九鍼十二原篇에 「자침하는 것의 요점은 기가 이르면 효과가 있다는 것이다...자침을 했는데 기가 이르지 않

면 그 자침수효에 관계없이 계속 수기를 하여야 하고 자침하여 기가 이르면 이에 발침하고 다시 침을 놓지 말라.」(刺之要 氣至而有效 ... 刺之而氣未至 無問其數 刺之而氣至乃去之 勿復鍼)¹⁶⁾라고 한 것은 鍼療法에 있어서 그 목적과 자극기준은 氣至感應에 있음을 뜻하는 것으로 여러 침구문헌에 이와 같은 氣至感應이 치료효과와 깊은 관련이 있음을 강조하고 있으며 여러 手技 補瀉法도 질병치료에 적합한 기지감응을 얻어내고 조절하는데 목적이 있다고 하였다¹⁷⁾. 氣至感應을 얻기 위해서 手技法을 실시하였을 때 어떤 수용체가 있는가 그리고 어떤 물질적 기초에 의해서 이런 효과가 나오는지 알아보기 위한 실험(Michio K. 등)¹⁸⁾에서는 捻轉法과 提插法을 사용하여 경혈 부위에 국소적인 상해를 입히게 되고 이 상해는 자율신경종말이나 다른 수용체의 흥분을 매개하고 마침내는 신경 임펄스가 신경성 반응이 기감으로 나타나도록 활성화시킨다고 생각하였다. 즉 手技法을 실시하면 mast cell의 탈과립이 일어나고 그 다음에 mast cell로부터 히스타민이 유리되어 CGRP를 자극하고 이것이 氣感을 유발하게 한다고 하였다.

본 연구는 인체에서 刺鍼한 후 穴位에 나타나는 주파수 변화는 어떠한지, 이러한 변화가 얼마만한 속도로 경락을 따라서 나타나는지, 得氣 했을 때와 그렇지 않을 때는 그 변화가 어떻게 다른지, 補瀉法을 달리했을 때는 어떤 변화가 있는지, 이러한 변화는 非經穴과는 어떻게 다른지에 대해서 알아보고자 하였다. 그 결과 약간의 知見을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 연구방법

手少陰心經의 井穴인 少衝에 刺鍼하는 동안 手少陰心經의 다른 經穴 부위에 어떤 변화가 생기는지

를 생체전압 측정센서를 통해서 관찰하였다. 이때 非經絡 상의 다른 부위에서도 같은 생체전압 측정센서를 사용하여 변화를 관찰하고, 經絡상의 經穴의 변화와 비교하였다.

1. 실험 방법

측정 경혈에 센서 부착을 편리하게 하기 위하여 측정 대상 경락으로 手少陰心經을 선택하였다.

少府(HT8 : CH1), 神門(HT7 : CH2), 少海(HT3 : CH6)에 전극을 연결하고 또한 非經穴점을 선택하여 (CH4, CH5) 전극을 연결하였다. 少衝(HT9)에 호침(길이 30mm, 직경 0.25mm, 동방침구)을 刺鍼한후 少府(HT8), 神門(HT7), 少海(HT3)에서 측정되는 전기신호가 그 전과는 다른 어떤 변화가 나타나는지, 이러한 변화가 시간 간격을 두고 HT8 → HT7 → HT3 방향으로 전파되는지, 나타난 변화가 非經穴에서는 나타나는지 그리고 刺鍼을 방법을 달리 하였을 때, 경혈 상의 전기신호의 변화가 있는지 여부를 조사하였다. 단 이 경우 몸의 움직임에 의한 근육전기가 전극을 통해 유입되지 않도록 몸을 되도록 움직이지 않도록 유지하였다.

2. 실험 과정

1) 과정 1 : 2분간 刺鍼하지 아니한 상태에서의 (=정상신호) 신호의 변동여부를 점검한다. 피험자가 몸을 움직이지 아니하고 침도 가해지지 않은 상태에서 각 센서를 통해서 측정된 신호가 별다른 변동이 없는지를 점검하는 과정으로 이 과정에서 이상 변동 신호가 발견되면 더 이상의 실험이 불가능한데 과정 2에서 신호의 변동이 발생되어도 이것이 침에 의한 것인지, 아닌지를 분간할 수 없기 때문이다.

2) 과정 2 : 처음 1분간은 刺鍼을 하지 않은 과정 1과 같은 상태를 유지하고 이후 3분간 直刺로

刺鍼한다. 3분 경과 시 拔針하고 이후 1분간 휴식을 취한다.

3) 과정 3 : 처음 1분간 과정 1과 같은 상태를 유지하고 이후 3분간 迎隨補瀉의 瀉法으로 刺鍼하고, 이후 3분간은 迎隨補瀉의 補法으로 刺鍼한 후, 이후 1분간은 拔針한 상태로 휴식을 취했다.

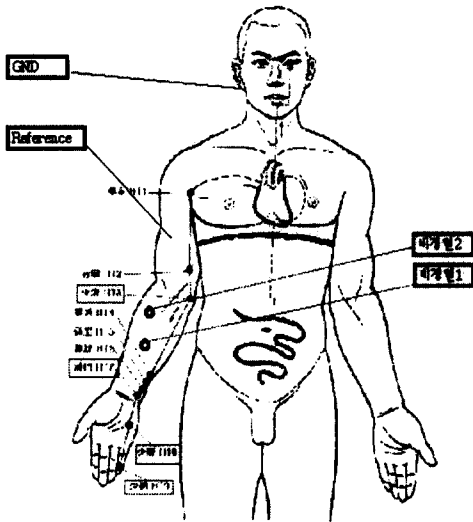


Fig. 1. 사용한 경혈과 부착한 측정장치의 위치.

분홍색 사각형으로 표기된 곳이 刺鍼한 經穴. 붉은색 사각형으로 표기된 곳이 측정센서가 장착된 경혈. 푸른색 사각형으로 표기된 곳이 비교를 위해 선정된 비경혈점. 검은색 사각형으로 표기된 곳이 GND와 Reference를 위해 채택된 점.

3. 측정기기 Setting

Reference Point는 센서와 같은 쪽 사지부분에 부착하여야 심장에 의한 영향을 제거할 수 있기 때문에 상박에서 잡았다. GND Point는 가장 움직임 적고 안정적인 Ground를 제공할 수 있으므로 왼쪽 컷바퀴에 위치시켰으며, Sampling Rate는 100Hz, 증폭도는 10 K배, 사용한 측정기기는 Biopack System이었다.

III. 실험결과

1. 실험 중 관찰사항

피험자 A를 제외하고는 모든 피험자에게서 과정 1을 통해 안정되고 평활한 Data를 얻을 수 있었다. 刺鍼을 하지 않은 상태에서 다른 원인에 의해 전극의 신호가 변동되지 않음을 확인하였다. 모든 피험자에게서 침을 맞거나 빼는 순간에는 측정범위를 벗어나는 전기적 변화가 발생하였다. 이는 손바닥에 장치된 少府 전극에서만 발생하였는데 기에 의한 전기적 변화인지 침을 놓으면서 자연스럽게 발생하는 손바닥 근육변동에 의한 생체전기 변화인지를

Table 1. 피험자의 刺鍼 후 느낌 표현과 得氣 여부

피험자	피험자의 느낌 표현	침감 체험 정도
피험자 A	제일 처음 침을 놓지 않고 있는 상황에서, 少府에서 잡히는 신호가 상당히 흔들렸다. 아무런 움직임도 없었고, 참여자는 가끔씩 손 안쪽으로 액이 흘러가는 느낌이 있었다고는 하나, 전극으로 측정된 Fluctuating Signal과 1:1 Matching은 이루어지지 않았음. 과정 2에서 침감을 느꼈다고 진술. 과정 3 사법으로 刺鍼했을 때 과정 2와는 다르게 지속적으로 "숙 숙" 소리가 들리는 느낌이 (아픔의 강도가 달라지며) 손가락으로부터, 몸 안쪽으로 전달되어 왔다고 하나 신호로 잡히지는 않았음.	침을 맞은 부분부터 시작하여 점차적으로 그 근방으로 빼 근하면서 약간 저린 (온도 또한 높아지는) 느낌이 확산. (특기가 있었던 것으로 보임)
피험자 B	과정 2에서는 별다른 느낌 없었음. 과정 3의 사법 刺鍼 시 약간 아픈 것을 느낌. 과정 3의 보법 刺鍼 시는 별다른 느낌(아픔)이 없었음. 과정 3의 사법 刺鍼 시 피험자 A와 비슷한 느낌을 받았다고 진술.	침감이 있었는지에 대한 증언없었음. (특기하지 못한 것으로 봄)
피험자 C	과정 2를 시행하는 동안 약 30초간 침으로 인한 고통이 지속됨. 과정 3 사법 刺鍼 시는 별다른 아픔이 없었음. 과정 3 보법 刺鍼 시 약간의 고통이 지속됨	피험자 A와 비슷한 느낌을 체험 (특기한 것으로 보임)
피험자 D	아프고 빠르한 느낌이 과정 2에서 제일 강했고, 과정 3의 보법, 사법에서는 약해졌으며 별 변화가 없었다고 진술.	침감을 느꼈다고 진술

구별할 수 없으므로 본 실험에서는 의미있는 Data로 판단하지 않기로 하였다. 모든 피험자의 경우, 침을 맞고 있는 동안, 모든 經穴 전극상에 눈에 띄일만한 급격하거나, 진폭이 큰 변화는 발생하지 않았으며 대체적으로 과정 1에서 측정된 신호 Level을 그다지 벗어나지 않는 선에서 실험이 이루어졌다. (단 피험자 A의 경우는 예외) 직관적인 관찰에 의하면, 자침하고 있는 동안에 經穴과 非經穴 사이에 눈에 띄일만한 변화는 발생하지 않았다. 피험자의 자침 후 느낌과 得氣 여부 판정은 Table 1과 같다.

2. FFT 분석

실험 목적을 보다 세분화하고 각각의 목적에 적합한 분석방법을 택할 필요성 때문에, 아래와 같이 분석 방법을 사용하였다(Table 2).

Table 2. 분석방법

	실험목적	분석방법
1	과정 2에서 直刺했을 때, 刺鍼하는 동안 혈위에서 刺鍼하기 전과 비교하여 어떠한 변화가 있었는가?	혈위에서 측정된 신호를 바탕으로, 과정 2의 초기 1분간의 신호(=평활상태)를 FFT 분석을 하고, 이를 刺鍼하고 있던 3분간의 FFT 분석신호와 비교
2	상기의 결과가 유의하다면 이 유의한 변화는 경락을 통하여 전파(전송)되는 경향성이 있는가?	과정 2에서 刺鍼 중 3분간 각 경혈에서 측정된 신호를 바탕으로, 각 신호끼리의 Time-Delayed Correlation Coefficient를 계산함
3	상기의 결과가 유의하다면 경혈에 나타난 변화가 비경혈에서는 보이는가?	과정 2에서 刺鍼 중 3분간의 經穴과 非經穴의 신호를 FFT 분석, 비교함
4	과정 3에서 補法과 瀉法으로 刺鍼했을 경우, 刺鍼 전과 비교하여 경혈에서 어떤 변화가 있었는가?	혈위에서 측정된 신호를 바탕으로, 과정 3의 초기 1분간(=평활상태)의 신호를 FFT 분석을 하고, 이를 刺鍼후 각 3분간의 FFT 분석신호와 비교함.
5	상기의 결과가 유의하다면 경혈에 나타난 변화가 비경혈에서는 보였는가?	과정 3에서 刺鍼 중 각 3분간의 經穴과 非經穴의 신호를 FFT분석, 비교함

1) 평활상태 신호의 분포 분석

평활상태의 신호와 刺鍼상태의 신호를 비교하기에 앞서, 평활상태의 신호가 어느 정도의 변화 Range를 가지는지를 보기 위해 피험자의 평활상태에 대한 FFT분석(19)20)21)22)을 시행하였다. Fig. 2에서 보는 것처럼, 파란색의 실선이 피험자 C가 평활상태를 유지할 때 少府(HT8)에서 측정된 신호를 (0초~60초) FFT분석을 한 것이다. (Blackman Window를 사용함. 비교를 위하여 두 신호 모두다 FFT변환을 한 후 Smoothing Process를 거침) 붉은색 실선은 동일조건에서 단지 측정된 시간만 바뀐 신호의 FFT분석이다(61초~120초). 그림에서 보듯이 고주파 (5~50 Hz)대역에서 Power Spectrum의 차이를 보여주는 하나, 이미 -80 dB이하의 미세한 Power를 가지는 구간에서의 일이므로 전체적으로 이 평활신호는 고주파 성분이 거의 없는 (대체적으로 3Hz이하의 신호해석으로도 충분한) 신호로 구성되어 있다고 보아야 한다.

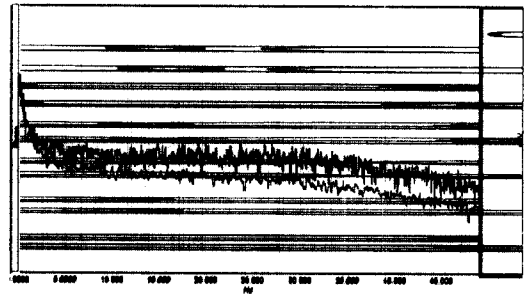


Fig. 2. 피험자가 평활상태때에, 경혈점에서 측정된 신호의 FFT 분석.

FFT Tool은 Biopack에서 제공한 AcqKnowledge내의 Function을 사용했으며 이후의 실험에서도 모두 (Pad with Zeros, Blackman Window) Option을 사용하였다.

상기 스펙트럼의 저주파 부분을 확대하면 아래와 같다

이상에서 보는 바와 같이 12 Hz이하의 신호에서는 두 구간의 차이를 알아내기 어려울 정도로 같은

신호 구성비를 가지고 있는 것을 알 수 있다.

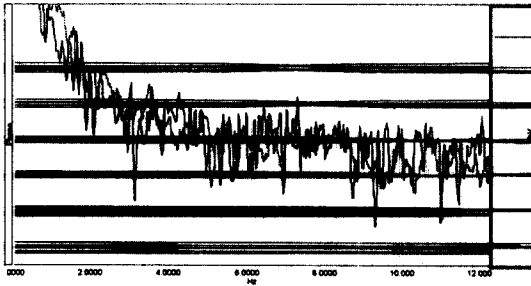
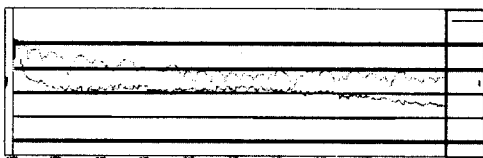


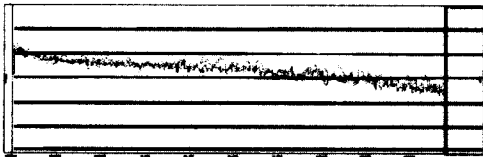
Fig. 3. Fig 4의 저주파 대역을 확대한 그림

2) 直刺 후의 변화

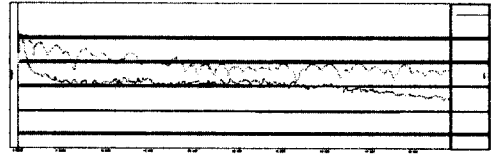
피험자 4인을 대상으로 과정 2에서 침을 놓기 전과 침을 놓은 후에 經穴에서 어떤 피부전위 변화가 있는지를 살펴보았다. 일반적으로 少府(HT8)에서 침을 놓는 순간 피부전위의 변화가 눈에 띄이게 나타나는 등, 가장 즉각적인 반응을 보였다. 그러나 침을 놓는 순간의 전위변화는 침을 놓음에 따른 근육반응일 수가 있으므로, 비교대상에서는 제외하였다. 少府(HT8)에 일어난 변화를 FFT분석을 통하여 비교한 결과, 네 명의 피험자중 세 명에게서 침을 놓은 후, 2~5 Hz의 구간에서 급격한 Power Spectrum 곡선의 하강을 가져왔다(Fig.4).



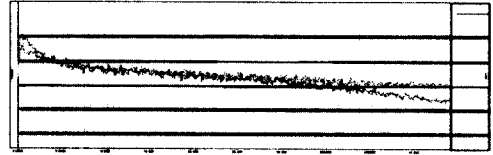
(a)



(b)



(c)



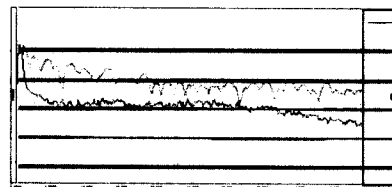
(d)

Fig. 4. 少府(HT8)에서 측정된 刺鍼 전 피부전위 (적색 실선)와 刺鍼 후 피부전위(청색 실선).

(a), (b), (c), (d)는 각각 피험자 A, B, C, D의 피부전위에 대한 FFT 분석 결과임.

FFT 분석의 특성상, 그리고 비교를 손쉽게 하기 위해 刺鍼 전, 후 신호의 Sample 개수를 비슷하게 맞추었고, DC 성분에 의한 영향을 제거하기 위해 Cut Off Frequency가 0.5Hz인 FIR, IIR Filter를 통과시켰으며, 이후 FFT 분석을 행하여 이 결과를 Smoothing Factor=45로 처리하였다. 피험자 B를 제외한 모든 피험자에게서 刺鍼 전보다 (1~5 Hz)대역의 급격한 Power Spectrum 강하를 볼 수 있다

神門(HT7)에서 측정된 결과에서도 동일한 대역의 Spectrum곡선의 하강이 발견되나, 少海(HT3)에서는 少府(HT8)에서 보인 변화가 거의 보이지 않고, 모든 피험자에게서 刺鍼 후에 어떠한 변화도 발견하기 어려웠다(Fig.5).



(a)

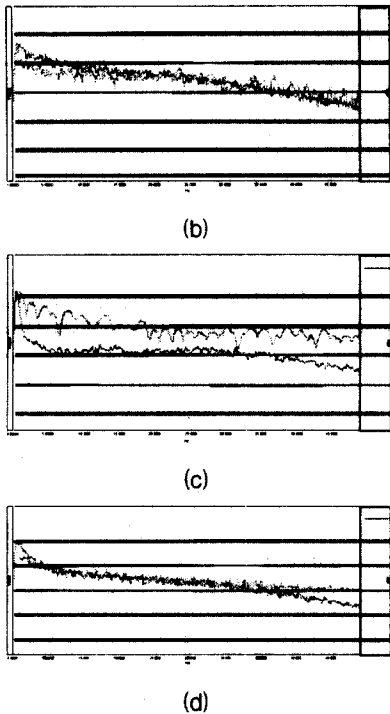


Fig. 5. 神門(HT7)에서 측정된 刺鍼 전 피부전위(적색 실선)와 刺鍼 후 피부전위(청색 실선).

(a), (b), (c), (d)는 각각 피험자 A, B, C, D의 피부전위에 대한 FFT 분석 결과임.

FFT 분석의 특성상, 그리고 비교를 손쉽게 하기 위해 刺鍼 전, 후 신호의 Sample 개수를 비슷하게 맞추었고, DC 성분에 의한 영향을 제거하기 위해 Cut Off Frequency가 0.5Hz인 FIR, IIR Filter를 통과시켰으며, 이후 FFT 분석을 행하여 이 결과를 Smoothing Factor=45로 처리하였다. 피험자 B를 제외한 모든 피험자에게서 刺鍼 전보다 (1~5 Hz)대역의 급격한 Power Spectrum 감하를 볼 수 있다.

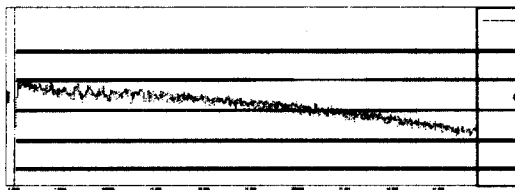


Fig. 6 : HT3에서 측정된 피험자 D의 刺鍼 전 피부전위 (적색 실선)와 刺鍼 후 피부전위(청색 실선)에 대한 FFT 분석.

FFT 분석의 특성상, 그리고 비교를 손쉽게 하기 위해 刺鍼

전, 후 신호의 Sample 개수를 비슷하게 맞추었고, DC 성분에 의한 영향을 제거하기 위해 Cut Off Frequency가 0.5Hz인 FIR, IIR Filter를 통과시켰으며, 이후 FFT 분석을 행하여 이 결과를 Smoothing Factor=45로 처리하였다. 피험자 D뿐만 아니라 모든 피험자에게서 刺鍼 전과 후의 어떠한 변화도 발견하기 어려웠다.

시간축에서 비교해도 刺鍼을 한 순간을 제외한 모든 영역에서 급격한 신호의 발생 및 변동이 없었기 거의 刺鍼전과 신호의 Level이 비슷한 양상을 띠었다. 이러한 “변동없음”은 특히 少海(HT3)에서 가장 심했고, 神門(HT8)에서는 약간의 변화가 나타나기는 했으나, 유의할 만한 수준의 시간축 신호 변화는 발견하기 어려웠다. 각 개인마다의 “개인차”가 있었으며, 피험자 A가 가장 흔들리는 신호 Level을, 피험자 B가 가장 안정된 신호 Level을 유지하였다.

결론적으로 피험자 대부분에서 刺鍼후에, 2~5 Hz 대역의 신호가 많이 감소됨을 알 수 있었다.

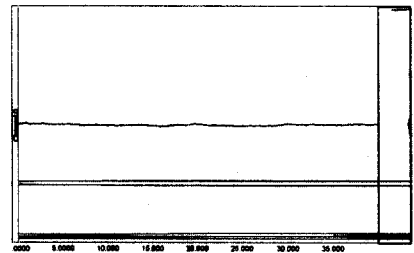
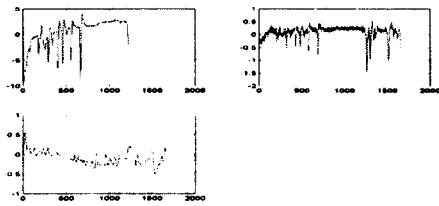


Fig. 7. 少海(HT3)에서 측정된 피험자 B의 刺鍼 전 피부전위(위)와 刺鍼 후 피부전위(아래).

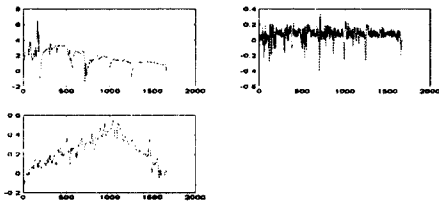
3) 자침 후 신호의 전달

少府와 神門에서 刺鍼을 하기 전에 비해, 1~5 Hz의 대역의 신호성분이 많이 감소한 경우가 몇몇 피험자에게서 발생하였다(4명의 피험자 중 3명). 이번 분석에서는 이런 주파수대역 변화를 발생시킨 신호가 시간축 상에서 전송되는 경향이 있는지를 검사하였다. 일단 변화가 나타난 피험자들의 少府,

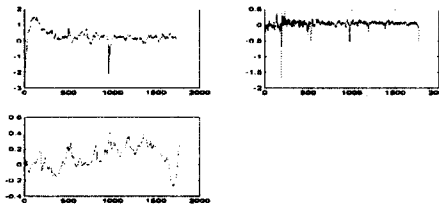
神門에서 측정된 Data를(刺鍼 후 Data) 10 Sample당 1의 비율로 축소한 후 (100Hz→10Hz), 少府의 Data에 대해 神門의 Data를 하나씩 움직여 가면서 상호간의 Correlation Coefficient를 검사하여 보았다 (비교의 편리성을 위하여 Data를 하나씩 움직여 가면서 발생하는 Data String 후면의 비는 자리에는 0을 집어 넣었다).



(a)



(b)



(c)

Fig. 8 : 분석 1에서 변화를 보인 피험자 A (Subpicture (a) 참조), C(Subpicture (b) 참조), D(Subpicture (c) 참조) 에 대하여 Time-Delayed Correlation Coefficient를 구하였다. 각 Subpicture의 좌측상단은 少府(HT8)에서 측정된 신호를, 우측상단은 神門(HT7)에서 측정된 신호를 보여준다 (X 축의 단위는 100 [ms]이고 Y 축의 단위는 [V]이다.). 좌측하단의 그래프는 상단의 두 신호 사이의 Time-Delayed Correlation Coefficient

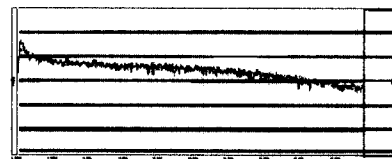
를 표기한 것으로 X 축은 상호간의 Delayed Time을 100 [ms]의 단위로 표기한 것이다. Delay차이가 10 Sec. 이상되는 구역에서 발생한 높은 Coefficient 값은 비교 중에 가한 인위적인 조작에 의한 것일 수 있으므로, 여기서는 취급치 않는다.

Fig. 8에서 보이는 것처럼, 피험자 A를 제외한 나머지 피험자에서, 약 10 초의 간격을 두고 少府(HT8)와 神門(HT7)에서 측정된 신호사이에서 높은 상관관계를 가지는 것을 볼 수 있다. 피험자 A는 분석 1에서 다른 피험자들과 유사한 반응을 보인 바 있으나, 시간축 신호를 자세히 관찰해 보면, 다른 피험자들의 少府(HT8) 신호와는 다르게 상당히 신호의 굴곡이 심한 모습을 띠고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 피험자 D에서는 10초의 Delay 간격뿐 아니라 다른 영역에서도 몇 개의 Peak가 발생하였다.

4) 刺鍼 후 非經穴과 비교

經穴에서 나타난 변화가 비경혈점에서도 동일하게 나타나는지 여부를 검사하는 분석방법이다. 분석 방법 1에서 행했던 FFT분석과 똑같은 방법을 아래 팔뚝에 부착시켰던 비경혈점 측정센서에서 채집된 신호들에 대하여 가하였다.

분석 결과, 少府(HT8)와 神門(HT7)에서 변화를 나타내었던 두 피험자 모두에게서 어떤 주파수 파워스펙트럼적인 차이를 발견할 수가 없었다.(Fig. 9)



(a)

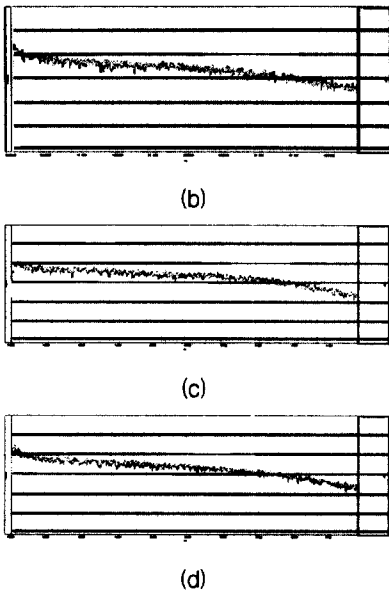


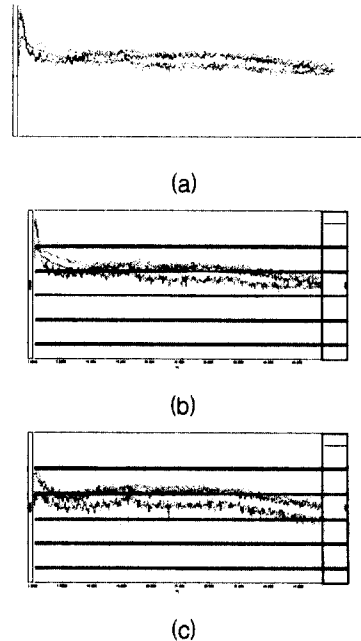
Fig. 9. (a), (b)는 피험자 C의 비경혈점에서 채집된 신호에 대한 FFT분석 결과. (c), (d)는 피험자 D의 비경혈점에서 채집된 신호에 대한 FFT분석 결과. (刺鍼전의 신호는 흑색으로, 刺鍼 후의 신호는 비흑색으로 표시) 그림에서 보이는 것처럼 刺鍼 전후의 신호사이에 주파수 대역에서 발견할 수 있는 변화는 없다.

5) 補瀉法에 따른 변화

補法으로 刺鍼했을 경우와 瀉法으로 刺鍼했을 경우가 상호간에 어떤 차이가 있는지, 또 이 두 刺鍼 방법이 直刺했을때와 차이가 있는지를 검사하여 분석하였다. 補法으로 刺鍼했을 경우의 少府(HT8), 神門(HT7), 少海(HT3)에서 측정되는 신호를 각각 3분씩, 瀉法으로 刺鍼했을 경우의 少府(HT8), 神門(HT7), 少海(HT3)에서 측정되는 신호를 각각 3분씩 채집하여 이를 분석방법 1에서와 똑같은 방법으로 Preprocessing을 한 후, FFT분석을 행하였다.

분석 결과에 의하면 피험자 B(直刺했을때에도 별다른 반응을 나타내지 않았음)는 여전히 모든 경혈에서 아무런 특이 주파수 특성을 나타내지 않았고, 피험자 D(直刺때에는 변화가 있었던) 또한 전 경혈에서 별다른 특이 주파수 특성을 나타내 보이지 못했다(오히려 無刺鍼시의 신호 결과가 이전 刺鍼시

의 주파수 패턴과 비슷하게 2~3 Hz 부근에서 급격하게 Power Spectrum 성분이 감소하는 모습을 나타내었다). 피험자 A와 피험자 C의 경우에는 少府(HT8)과 神門(HT7)에서 약간의 특이점을 보였는데, 피험자 A는 直刺때와 마찬가지로 2~5 Hz 부근에서 Power Spectrum곡선이 급격히 떨어지는 모습을 보였고(少府(HT8)와 神門(HT7)에서 '補' '瀉' 모두 비슷한 현상 발견), 피험자 C는 다른 피험자에게서는 발견되지 않았던 상당히 특이한 현상이 발견되었다. 피험자 C의 경우, 少府(HT8)에서 약 2초에 한번씩 간헐적으로 발생하는 신호에 의한 영향('瀉')이 표현되었지만(HT8), 다음 경혈에까지 이런 움직임이 포착되지는 않는다(HT7). 또한 피험자 A에서 나타난 것과 같은 刺鍼시의 2~5 Hz 주파수 성분 감소와 같은 현상은 '瀉法'에서만 나타나고 있을 뿐(HT7), 다른 방법에서는 그다지 나타나지 않았다.



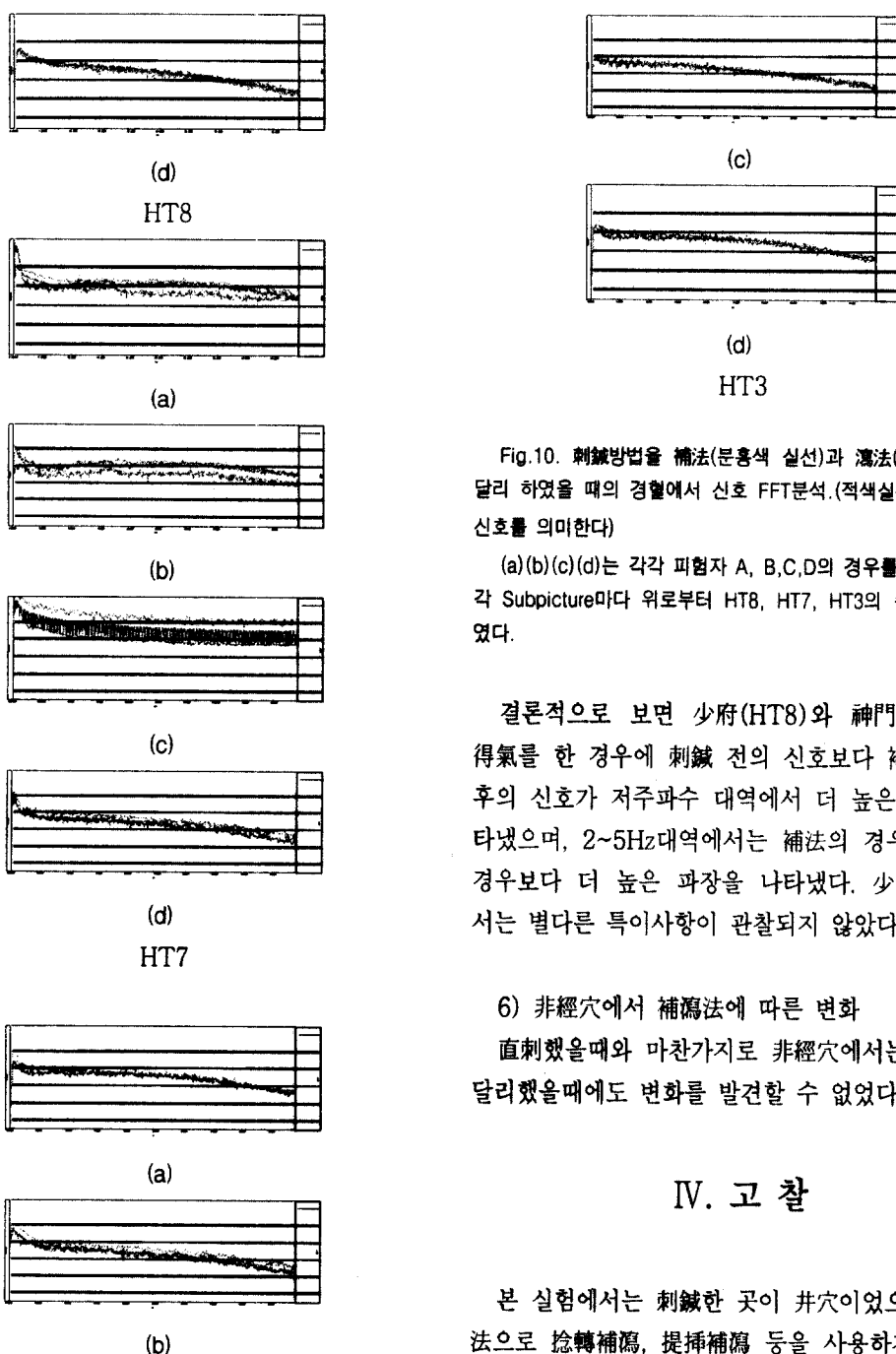


Fig.10. 刺鍼방법을 補法(분홍색 실선)과 瀉法(청색실선)으로 달리 하였을 때의 경혈에서 신호 FFT분석. (적색실선은 刺鍼전의 신호를 의미한다)

(a)(b)(c)(d)는 각각 피험자 A, B, C, D의 경우를 그린 것이며, 각 Subpicture마다 위로부터 HT8, HT7, HT3의 순서로 표기하였다.

결론적으로 보면 少府(HT8)와 神門(HT7)에서 得氣를 한 경우에 刺鍼 전의 신호보다 補瀉法을 한 후의 신호가 저주파수 대역에서 더 높은 파장을 나타냈으며, 2~5Hz대역에서는 補法의 경우가 瀉法의 경우보다 더 높은 파장을 나타냈다. 少海(HT3)에서는 별다른 특이사항이 관찰되지 않았다.

6) 非經穴에서 補瀉法에 따른 변화

直刺했을때와 마찬가지로 非經穴에서는 補瀉法을 달리했을때에도 변화를 발견할 수 없었다.

IV. 고찰

본 실험에서는 刺鍼한 곳이 井穴이었으므로 補瀉法으로 捻轉補瀉, 提插補瀉 등을 사용하지 않고 迎隨補瀉를 사용하였다.

3분간의 측정으로 少衝에서 시작된 기의 흐름이 少海까지 전달될 수 있을지에 대해서는 의문의 여

지가 있으나, 문헌에 의하면, [靈樞 五十營篇 삽입], 기의 속도를 20 cm/s를 주장하고 있는 바, 3분이면 少海까지 충분히 기의 변화가 전달되리라고 가정하였다. 발침 한 후, 1분간 쉬는 의미는 침에 의한 효과가 발침 한 후에도 지속될 가능성에 대비하여 이 침을 뺀 후 1분이 刺鍼 1분 전과 비교하여 어떤 차이가 있는지를 알아보기 위해서였다.

자침 후 변화가 관찰된 少府(HT8)와 神門(HT7)의 신호간에 상호연관성은 약 10초의 간격을 가지고 어느 정도 있는 것으로 (少府(HT8)에서 발생된 어떤 변화가 神門(HT7)에 10초 후에 나타날 확률이 높은 것으로) 보이나, 다른 시간간격에 비해 월등히 그 상관관계가 높아 유의할 수준인 경우는 4명의 피험자 중 한 명이 그쳤다. 刺鍼 한 후, 4명의 피험자 중 지지감응이 있었던 3명에게서 특정 주파수 대역(2~5Hz)의 주파수 성분이 刺鍼전에 비해 급격히 감소하는 현상과 인접해 있는(약 7 cm) 經穴 간에 약 10초간의 간격을 가지고 신호간 상호관련성이 높아지는 현상을 찾아낼 수 있었다. 또한 이러한 변화는 비경혈점에서는 발견되지 않았다.

이러한 결과는 중국의 논문들에서 얘기되었던 20 Cm/s의 속도⁶⁻⁸⁾나 黃帝內經靈樞 五十營篇에서 얘기되었던 기의 유주 속도보다는 훨씬 느린 속도로 변화가 전파됨을 알 수 있는데 이는 득기현상은 일정시간 유지되는 특성이 있으며, 환자의 특성과 병정에 따라 다는 것과 관련지어 생각해야 할 것이다. <刺之而氣至乃去之>라든지 <既至也 量寒熱而留疾> 하라고 한 것은 득기현상이 유지되는 시간을 보아 발침의 시기를 판단하여야 하며 병중에 따라 득기현상의 유지시간을 조절해야 함을 말한 것으로 임상에 있어 일정한 의의가 있다. 따라서 침치료에서는 득기현상을 일정 시간 유지시키기 위하여 留鍼 하기도 하며, 捻轉, 提插, 彈搖 등의 誘氣手法를 운용하므로 치료효과를 높일 수 있다¹⁷⁾고 하였다.

자침한 후 경혈에서 나타나는 주파수 변화는 침을 놓은 경혈과 근접한 두개의 경혈에서만(少府(HT8), 神門(HT7)) 관찰되었을 뿐, 少海(HT3)에서는 관찰되지 않았는데,(관찰시간 3분) 이 이유는 少海의 위치가 피부표면이 굴곡되어 있기 때문에 측정센서가 정확히 부착되지 않은 것으로 사료된다. 추후의 실험에서는 이점을 고려해야 할 것으로 보인다.

1700년대 이탈리아 의사이자 물리학자인 Luigi Galvani는 살아있는 근육과 신경세포에서 전기가 발생한다는 것을 발견했다. 1900년대에 electr-ophysiology가 발달함에 따라 세명의 독일 생리학자(Emil DuBois~Reymond, Johannes Muller, Hermann von Helmholtz)들이 신경세포의 전기적 활성이 추측가능한 방향으로 근접한 세포의 활성에 영향을 미침을 보여주었다²³⁾. 이러한 발견과 더불어 생체 내의 전기적 활성에 대한 연구가 시작되었다. 생체 전기와 관련있는 경혈의 특성을 살펴본 연구로 자침이 임피던스에 미치는 영향(Zhang W. 등)에 대한 연구²⁴⁾와 피부에서 직류파를 분석하여 경혈을 찾는 연구²⁵⁾ 등이 발표되었다.

Stux, G. Pomeranz, B.의 연구¹¹⁾나 전침의 기전과 임상응용에 대한 Han Ji Sheng 등의 연구²⁶⁾ 그리고, TENS와 전침의 효과를 비교한 Sakita M 등의 연구²⁷⁾를 살펴보면 전침(electroacupuncture)의 치료효과는 낮은 주파수 대역(2~5Hz)에서 우수한 것으로 알려져 있다. 이러한 사실은 이번 실험에서 나타난 결과와 일치하는 것으로 인체에 수기로 자침했을 때의 자극이 2~5Hz 대역의 주파수 범위의 전기자극과 유사한 자극임을 알 수 있다. 더불어 전침자극은 낮은 주파수와 높은 강도(Intensity)에서 보다 우수한 효과가 있는데 이것은 손으로 자침했을 때 수기자극이나, 보사법을 실시해야 치료효과를 높일 수 있는 것과 같은 원리로 사료된다. 다시 말하면, 전침에서 낮은 주파수의 개념은 자침했을

때 인체에서 나타나는 2~5Hz대역의 반응과 같은 것이고, 높은 강도는 수기자극이나 보사법으로 얻을 수 있는 효과인 것으로 보인다.

수기법과 자침의 효과는 실제 임상에서 매우 밀접한 관계가 있다. Giron G 등은 수기 자침과 전침을 했을 때 나타나는 진통효과의 차이²⁸⁾를 살펴보고, D. S. Park 등은 전침과 수기 자극을 함께 주었을 때 진통효과를 비교했는데 전침 단독으로 자극을 주었을 때 보다 전침과 수기자극을 함께 주었을 때 보다 더 좋은 진통효과를 얻었다고 보고²⁹⁾하였다. 이와같은 연구와 본 실험의 결과를 종합해 보면 임상에서 침구치료효과를 높이기 위해서는 반드시 수기자극을 통한 보사법을 실시하여 치료효과를 높여야 할 것으로 사료된다.

또 생각해 볼 문제는 득기와 침구치료의 효과의 상관성이다. 자침했을 때 득기현상은 환자나 시술자의 手指上에 특이한 형태로 느껴지는데 일반적으로 환자는 산(散), 마(麻), 중(重), 창(脹), 긴(緊) 등의 감각을 느끼며 때로는 감전되었을 때와 같은 복합적 감각을 갖기도 하고 또 쾌(快), 열(熱), 화(和) 등의 감응을 일으킬 때도 있다. 氣至 때 醫者의 手指上에는 보통 緊澁而不轉하나 氣未至일 경우에는 轉鍼則輕滑而不緊하다. 자침 득기현상은 일정한 속도가 있는데 <氣速效速 氣遲效遲>라하여 치료 효과에 영향을 주며 또 <邪氣來也 緊而疾 穀氣來也 徐而和>, <手之陰陽 其受氣之道近 其氣來疾 ...>이라하여 病證이나 穴位에 따라서도 得氣現狀을 빨리 얻을 수도 있고 늦게 얻기도 한다. 따라서 임상에 있어서는 病證, 體質, 穴位 등에 따라 상대적으로 轉, 彈, 搖 등 催氣手法를 운용하여 빨리 득기현상을 얻음으로써 치료효과를 높이도록 해야 한다.

이번 실험에서 알 수 있는 것처럼 자침했을 때 득기현상이 없으면 아무리 많은 자극량을 주어도 치료효과가 거의 없을 것으로 사료된다. 그리고, 자침했을 때 나타나는 득기현상은 사람에 따라서 민

감하게 나타나는 사람과 그렇지 않은 사람이 있다. 이런 현상과 관련된 연구로 전침으로 진통효과가 더 잘 나타나는 군과 그렇지 않은 군을 비교 한 연구³⁰⁾가 있는데 여기에서는 뇌에서의 CCK (cholecystokinin) level과 관계가 있다고 주장하였다. 뇌의 CCK level 농도가 낮은 쥐에서 진통효과가 더 잘 나타났다고 한다.

鍼灸治療에 있어 得氣現狀의 중요성은 內經 이후 철학사상에 근거한 각종 手技 補瀉法の 발전으로 경시되는 경향이 있었으나 최근 이에 대한 중요성이 재인식되어 그 실체를 밝히기 위한 과학적인 연구가 여러 방면에 걸쳐 진행되고 있다. 인체에서도 득기현상이 잘 나타나는 사람과 그렇지 않은 사람에 대한 비교 연구 등의 득기현상에 관한 과학적 규명은 침구치료의 기전을 밝히는 데 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

본 실험은 피험자의 수가 통계적인 기법을 적용하기에는 적고, 측정된 신호 중에서 눈의 쓰일만한 신호 Level의 변화도 없었으며, 또 분석결과 나타난 刺鍼 전후의 변화라는 것이 "단지 측정센서의 위치가 다른 측정센서의 위치에 비해 刺鍼부위와 가까웠기 때문은 아닌가" 하는 의문을 해소할 만한 실험방법이었나 하는 의문점은 다음 연구에서 해결해야 할 문제로 남겨둔다.

V. 결 론

少衝穴에 刺鍼한 후 穴位에 나타나는 여러 가지 변화를 FFT분석을 한 결과 다음과 결론을 얻을 수 있었다.

1. 刺鍼 한 후 2~5Hz 구간의 성분이 刺鍼 전에 비해 급격하게 감소하는 경향을 보였다.

2. 刺鍼 한 후 變化가 관찰된 少府와 神門의 상호연관성은 약 10초의 간격을 두고 나타났다.

3. 刺鍼 한 후 得氣를 하지 않은 경우에는 得氣했을 때 나타나는 變化가 발견되지 않았다.

4. 迎隨補瀉法을 사용했을 때는 直刺했을 때보다 더 강한 파장變化가 발견되었다.

5. 手少陰心經에서 벗어나 있는 비경혈에서는 위의 變化가 발견되지 않았다.

이상의 내용으로 볼 때, 임상에서 침구치료를 할 때 득기와 더불어 적당한 수기법을 사용하여 자극을 주어야 더욱 효과적인 치료성적을 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 그리고, 추후에 본 실험의 가정, 방법론, 분석방법 등의 미비점을 보완하여 본 실험에서 진행된 것보다 더 정교한 실험을 행해야 할 필요성이 있다고 사료된다.

VI. 참고문헌

1. Z. H. Cho, S. C. Chung, J. P. Jones, J. B. Park, H. J. Park, H. J. Lee, E. K. Wong, and B. I. Min New findings of the correlation between acupoints and corresponding brain cortices using functional MRI PNAS 95: 2670~2673.
2. 정동명, 손인철, 경락실체 객관화를 위한 인체의 진동자극과 유체역학적 분석, 한국정신과학회지, 1999; 3(1); 141~154,
3. Nakatani, Y. On the nature of the acupuncture points and meridians: J.Jap.

- Orint.Med.3, 1953:39~49.
4. Reichmanis M., Marino A.A., Becker R.O. Electrical correlates of acupuncture point: IEEE.Trans.Bio.Med.Eng BME22, 1975: 533~535.
5. Wu B, Hu X, Xu J, Yang B, Li W, Li B. Localization of the meridian rack over body surface by the method of blocking the acupuncture effect with mechanical pressure: Acupuncture Res.18(2), 1993: 128~131, 114.
6. Yan Z, Chi Y, Wang P, Cheng J, Wang Y, Shu Q, Huang G. Studies on the luminescence of channels in rats and its law of changes with "syndromes" and treatment of acupuncture and moxibustion: Journal of Traditional Chinese Medicine. 12(4), 1992: 283~287.
7. Xu J., Huang X., Wu B., Hu X. Influence of mechanical pressure applied on the stomach meridian upon the effectiveness of acupuncture of Zusanli: Acupuncture Res. 18(2), 1993:137~142.
8. Wu B., Hu X., Yang B., Xu J., Li W., Li B., Chen J. The influence of pressing the meridian course on electroretinogram during acupuncture: Acupuncture Res.18(2), 1993: 132~136.
9. Huang X., Xu J., Wu B., Hu X. Observation on the distribution of LSIPs along three yang meridians as well as ren and du meridians: Acupuncture Res.18(2), 1993: 98~103.
10. Hu X., Huang X., Xu J., Wu B. Distribution of low skin impedance points

- along meridians over the medial side of forearm: *Acupuncture Res.*18(2), 1993: 94~97.
11. Stux, G. Pomeranz, B. *Akupunktur. Lehrbuch und Atlas.* Berlin: Springer-Verlag, 1989
 12. Wang B, Tang J, White PF et al, Effect of the intensity of transcutaneous acupoint electrical stimulation on the postoperative analgesic requirement, *Anesth Analg* 1997 Aug;85(2):406~13
 13. Romita VV, Suk A, Henry JL, Parametric studies on electroacupuncture-like stimulation in a rat model: effects of intensity, frequency, and duration of stimulation on evoked antinociception, *Brain Res Bull* 1997;42(4):289~96
 14. Han Z, Jiang YH, Wan Y, Wang Y, Chang JK, Han JS, Endomorphin-1 mediates 2 Hz but not 100 Hz electroacupuncture analgesia in the rat. *Neurosci Lett* 1999 Oct 22;274(2): 75~8
 15. Wang Y, Wang S., Analgesic effects of electroacupuncture stimulation at different intensities and frequencies, *Chen Tzu Yen Chiu* 1993;18(1):44~7
 16. 黃帝內經 靈樞. 서울: 大星文化社, 1990: 10.
 17. 전국한의과대학 침구 경혈학교실편저. 침구학(하). 서울: 집문당(3판), 1993:1077~1079.
 18. Michio K, Kazuo T. Electron microscopical and immunohistochemical studies on the induction of "Qi" employing needling manipulation: *Am.J.Chin.Med.* Vol.XX No1. 1992: 25~35.
 19. Duda R. O. and Hart P. E., *Pattern Classification and Scene Analysis*, Wiley Interscience, 1973
 20. Papoulis A., *Probability, Random Variables, and Stochastic Processes*, McGraw Hill, 1991
 21. Schurmann J., *Pattern Classification: A Unified View of Statistical and Neural Approaches*, Wiley Interscience, 1996
 22. Oppenheim A. V. and Schaffer R. W., *Discrete-Time Signal Processing*, Prentice Hall, 1989
 23. Eric R. Kandel, *Principles of Neural Science*, 4th edition, McGraw Hill. p.6
 24. Zhang W, Xu R, Zhu Z., The influence of acupuncture on the impedance measured by four electrodes on meridians, *Acupunct Electrother Res* 1999;24(3~4):181~8
 25. Kwok G, Cohen M, Cosic I., Mapping acupuncture points using multi channel device, *Australas Phys Eng Sci Med* 1998 Jun;21(2):68~72
 26. Ulett GA, Han S, Han JS., Electroacupuncture: mechanisms and clinical application, *Biol Psychiatry* 1998 Jul 15;44(2):129~38
 27. Ishimaru K, Kawakita K, Sakita M., Analgesic effects induced by TENS and electroacupuncture with different types of stimulating electrodes on deep tissues in human subjects, *Pain* 1995

- Nov ; 63(2):181~7
28. Ceccherelli F, Gagliardi G, Seda R, Corradin M, Giron G., Different analgesic effects of manual and electrical acupuncture stimulation of real and sham auricular points: a blind controlled study with rats, *Acupunct Electrother Res* 1999;24(3~4):169~79
29. J. H. Kim, B. I. Min, D. Schmidt, H. J. Lee and D. S. Park., The difference between electroacupuncture only and electroacupuncture with manipulation on analgesia in rats, *Neuroscience Letters*, 2000, 279(3), 149~152.
30. Li-Xin Zhang, Xiu-Li Li, Li Wang and Ji-Sheng Han., Rats with decreased brain cholecystokinin levels show increased responsiveness to peripheral electrical stimulation-induced analgesia, *Brain Research*, 1997, 745(1~2), 158~164