

원저

내관 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향

이태영* · 김영안* · 이광규** · 육상원*** · 이창현**** · 이상룡*

*우석대학교 한의과대학 경혈학교실

**우석대학교 한의과대학 병리학교실

***우석대학교 한의과대학 원전외사학교실

****우석대학교 한의과대학 해부학교실

Abstract

The Effect of Electroacupuncture at the PC6 (Naegwan) on the EEG

Tae-Young, Lee* · Young-An, Kim* · Kwang-Gyu, Lee** · Sang-Won, Yuk*** ·
Chang-Hyun, Lee**** · Sang-Ryong, Lee*

*Department of Meridianology, College of Oriental Medicine, Woo-Suk University

**Department of Oriental Pathology, College of Oriental Medicine,
Woo-Suk University

***Department of Classics, College of Oriental Medicine, Woo-Suk University

****Department of Anatomy, College of Oriental Medicine, Woo-Suk University

Objective : The aim of this study was to examine the effects of electroacupuncture(EA) at the PC6 (Naegwan) on normal humans using power spectrum analysis.

Methods : Electroencephalogram(EEG) is a multi-scaled signal consisting of several components of time series with different dominant frequency ranges and different origins. EEG power spectrum exhibit site-specific and state-related differences in specific frequency bands. In this study, power spectrum was used as a measure of complexity. 30 channel EEG study was carried out in 8 subjects (8 males; age=21.4±0.5 years).

* 본 연구는 우석대학교 학술연구비의 연구지원을 받았음.

· 접수 : 2002년 5월 2일 · 수정 : 5월 8일 · 채택 : 2002년 5월 18일

· 교신저자 : 이상룡, 전북 완주군 삼례읍 후정리 490 우석대학교 한의과대학 경혈학교실
(Tel 063-290-1563, fax 063-290-1558 lisr@core.woosuk.ac.kr)

Results : We found that the power values of the alpha wave at F7 channel ($P<0.05$) were higher than during the acupuncture treatment, and the power values of the delta wave at TCP1, CPI, TCP2, T5 channels($P<0.05$) were lowered than during the acupuncture treatment. However, the comparison with that before and after the treatment shows no significant differences in all channels.

Key words : Electroacupuncture, EEG, PC6 (Naegwan), Complexity, power spectrum.

I. 서론

1929년 Hans Berger는 인간의 뇌 표면에서 자발적 전기활동을 최초로 기록하고 이를 EEG (Electroencephalogram)라 명명하였다. 그 후 뇌파는 신호처리분야의 발전과 뇌 활동의 변화를 시간적 공간적으로 파악하는 수단으로서 활발히 연구되어져 왔다¹⁾.

뇌 부위에서 표출되는 생체신호분석에 대한 연구는 매우 다양하게 이루어지고 있다. 그 중에서도 EEG를 이용한 연구는 두피에 전극을 부착하여 측정하는 것으로 인체에 무해하다는 이점과 실시간 두뇌활동에 대한 정보를 제공해 준다는 장점 때문에 무작위 잡음신호 등의 문제에도 불구하고 그 이용가치는 증대되고 있다.

경락학설은 역대 의가들이 장기간의 임상효과를 통하여 경험되어진 생명현상을 계통적으로 정립한 것으로서 한의학의 생리 병리 진단 치료에 있어서 중요한 이론적 근거가 되며 특히 침구치료의 기초 이론이다²⁾.

이러한 경락의 실체와 원리 규명에 대한 관심이 집중되면서 다양한 실험적 연구가 진행되어 왔는데 대체로 형태학적 전기생리학적 생물물리학적 측면에서의 연구와 침구치료의 임상 효과에 대한 연구가 주종을 이루고 있는 실정이다³⁾.

최근에는 생물전위변화 및 온도변화를 비롯한 다양한 물리적 특성에 의한 연구와 방사성동위원소, 적외선열상도촬영법, 초음파, 뇌자도, f-MRI 등을 이용하여 경락과 경혈의 실체에 대한 실험적 접근을 시도하고 있다⁴⁾.

지⁵⁾, 장⁶⁾은 내관(內關)과 간사(間使) 등 수궐음 심포경(手厥陰心包經)의 완관절 부근의 경혈을 이용하여 stress, 진통, 혈청 변화에 미치는 영향을 실험 보고 했고, 조 등⁷⁾은 침자극이 대뇌피질의 활성화에 영향을 미친다고 발표한 바 있으며, 박²⁾, 박⁸⁾, 이⁹⁾ 등은 침자극과 뇌와의 상관관계를 실험적 연구를 통하여 보고한 바 있다.

본 실험에서는 수궐음심포경(手厥陰心包經)의 낙혈(絡穴)로서 각종 심장질환을 비롯하여 정신신경계 및 일체의 내장질환에 통용되는 내관에 전침 자극을 하여 유도되는 뇌파 변화를 파워스펙트럼(power spectrum) 분석으로 관찰하였다^{10, 11)}

II. 실험

1. 대상

전북 완주에 위치한 우석대학교 한의과대학 한의학과 1학년 학생을 대상으로 선발하였다. 모든 대상자들은 신체적 또는 정신과적 질환이 없는 건강한 상태였다. 모든 대상자들에게 검사 2주일 전부터 약물사용을 제한하였고 음주는 1주일 전부터 제한하

였으며 검사 전날에는 특별한 활동을 하지 않고 일상생활을 유지하도록 하여 실험에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들을 가능한 배제하도록 하였다. 실제로 10명의 대상자의 뇌파를 수집하였으나 그 중 무작위 잡음신호가 적은 데이터를 얻기 위해 8명의 데이터를 최종적으로 사용하였다.

2. 방법

실험은 조명을 어둡게 한 검사실에서 측정전 30분간 안정을 취하게 한 후에 검사를 시행하였다. 침은 길이 4cm, 굵기 0.3mm의 호침(행림서원의료기)를 사용하였으며, 전기자극은 Cefar-Acus II (Hipoland, Sweden)를 사용하였다. 경혈의 취혈은 완관절상 2촌에 위치한 내관(PC6)을 취하였으며¹²⁾, 자침은 지속시간 180 μ s 주파수 80Hz 최대전류 1mA를 15분간 자극을 양측에 지속적으로 주었다.

1) 뇌파기록

머리에 부착하는 전극의 배치는 국제 뇌파 및 임상 뇌대사 학회연맹에서 추천하는 국제 10~20시스템^{13,14)}을 따라서 30개의 도금된 전극(F3, F4, F7, F8, Fp1, Fp2, FTC1, FTC2, Fz, T3, T4, T5, T6, TCP1, TCP2, TT1, TT2, C3, C4, CP1, CP2, Cz, P3, P4, Po1, Po2, Pz, O1, O2, Oz)을 사용하였다(Figure 1). 뇌파측정기는 Neuronics (MIRAE engineering, KOREA)를 사용하였다. 모든 뇌파 신호는 잔류 근전도의 활성도를 제거하기 위하여 1~35 Hz에서 여과하였고 기준전극은 양측의 귓볼에 연결한 A₁, A₂로 하였다.

뇌파의 측정은 편안하게 누운 채로 눈을 가볍게 감았지만 잠이 들지 않은 상태를 유지한 후 뇌파를 측정하기 위하여 electrode cap(ElectroCap, USA)을 피험자의 머리에 국제 10~20 시스템 전극법의 위치에 맞게 씌웠다. 뇌파 아날로그 신호를 출력 단자에 연결된 개인용 컴퓨터에 설치한 아날로그-디지털 전환기를 통하여 디지털 신호로 바꾸

어 epoch 단위로 컴퓨터에 저장하였다. 저장된 자료는 200 epoch(1 epoch = 1초) 동안 256 Hz의 표본 추출 속도로 연속적으로 디지털화 시키는 프로그램을 이용하여 수집하였다.

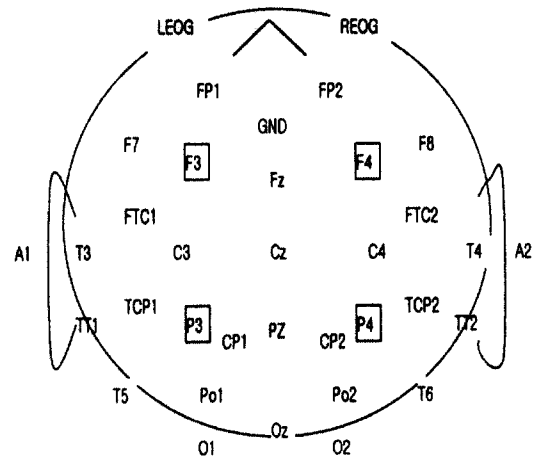


Figure 1. 국제 뇌파 및 임상 뇌대사 학회 연맹에서 추천하는 10-20시스템 전극 배치도

실험 대상자들은 모든 실험 과정에서 자침 전, 후로 구분하여 뇌파를 2회 측정하였다.

2) 자료분석

자침 전후의 뇌파의 변화를 알아보기 위하여 8명의 대상자를 자침 전과 후로 구분하여 측정하였다. 수집된 뇌파의 신호는 epoch(1초)로 끊어서 Fast Fourier Transformation(FFT)을 하고 난 후에 Power spectrum 분석을 하였다. Spectrum 분석은 델타(0.2~3.99Hz), 세타(4~7.99Hz), 알파(8~12.99Hz), 그리고 베타(13~30Hz)의 4개의 주파수 구간대별로 나누어서 시행하였다. 파워 스펙트럼(Power Spectrum)분석은 Complexity 1.0 (LAXTHA Co., KOREA)를 사용하였고, 자침 전과 후 그룹간의 차이를 통계프로그램 SPSSWIN (version 10)을 이용하여 Wilcoxon의 부호화 순위

검정¹⁵⁾으로 통계결과를 얻었다.

파워 스펙트럼(Power Spectrum)¹⁶⁾

데이터를 수집하면 시간에 따라 변화하는 시계열 데이터가 얻어진다. 이러한 시간영역 데이터는 시간에 따라 데이터가 변화하는 양상을 관찰하기는 편리하나, 데이터에서 중요한 정보를 찾아내어 분석하고자 하는 관점에서는 시간영역에서 분석하는 것만으로는 충분하지 않다. 시계열데이터를 주파수 영역으로 변환하면 신호의 주파수 성분을 파악할 수 있으며 다른 여러 분석을 하는데 정보를 제공할 수 있다. 이때 중요한 문제는 시간영역의 데이터를 어떻게 주파수영역으로 옮기냐 하는 것이다. 이 과정이 푸리에 변환(Fourier Transform)이라는 수학적 처리과정이다.

FFT(Fast Fourier Transform; 빠른 푸리에 변환)는 데이터를 수집하게 되면 시간과 진폭이 연속적인 아날로그 형태의 파형으로 데이터를 얻게 되는데 먼저 처리해야 할 과정은 연속적인 아날로그 신호를 컴퓨터에서 처리가 가능하도록 이산 디지털 신호로 변경하는 것이다. 디지털신호로 변경된 신호는 시간 축 상에서 변화하는 형태로 이루어져 있다. 즉 시간에 따라 데이터가 어떻게 변화되는지를 볼 수 있는 그래프로 표현되는 것이다. 그러나 신호에서 중요한 정보를 찾아내어 분석하고자 하는 관점에서는 시간영역에서 분석하는 것만으로는 충분하지 않은 경우가 대부분이다. 시간에 따라 변화하는 양상을 보이는 신호를 주파수 영역으로 변환하면 신호의 주파수 성분을 파악할 수 있어 여러 분석이 가능해진다. 시간영역의 데이터를 주파수 영역으로 변화시킬 때 사용되는 수학적 처리과정이 푸리에 변환(Fourier Transform)이다. 푸리에 변환 식은 아래와 같다.

$$H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad (1)$$

수집된 데이터 $h(t)$ 는 시간영역의 데이터인데, 이 데이터는 위의 수식과 같은 과정을 거쳐 주파수 영역의 데이터 $H(f)$ 로 변경된다. 그러나 현재 이산적인 디지털신호를 사용하므로 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier Transform; DFT)을 이용하게 된다. 이산 푸리에 변환 식은 아래와 같다

$$H(f_n) = \sum_{k=0}^{n-1} h_k e^{-j2\pi kn/N} = H_n \quad (2)$$

이산적인 시간영역 신호 h_k 이 이산적인 주파수 영역신호 $H(f_n)$ 로 변화되는 과정이다. 이산 푸리에 변환은 그 수학적인 특성상 계산 시간이 매우 오래 걸린다. FFT(Fast Fourier Transform; 빠른 푸리에 변환)는 1942년에 Danielson과 Lanczos에 의해서 고안되었다. 일반적으로 이산 푸리에 변환은 데이터 개수의 제곱배(N^2)의 계산 시간이 필요하다. 그러나 FFT는 이 계산 시간을 $M \log_2 N$ 으로 줄였다. 데이터 개수에 비례해 기하급수적으로 증가하던 시간을 반 이상 줄인 셈이 된다. FFT는 이산 푸리에 변환의 계산을 효율적으로 수행하여 디지털 신호처리 기술이 진일보하는데 크게 기여하였다.

FFT 방법을 이용하여 시간영역의 신호를 주파수 영역으로 변환하면 주파수의 크기에 따라 신호가 그래프에 배열되어 신호의 주파수 성분들을 시각적으로 확인할 수 있게 된다.

파워 스펙트럼은 생체신호를 포함하여 화상신호, 음성신호, 통신신호등의 많은 분야에서 널리 사용되고 있는 분석법이다. 이 분석법은 응용범위 만큼이나 다양한 이름으로 불려지는데 Power Spectral Density (PSD), Periodogram, Spectrum Normalization 등이 모두 파워 스펙트럼의 용어들이다. 우리는 이를 파워 스펙트럼(Power Spectrum)이라고 통일하여 사용한다. 파워 스펙트럼은 표현 방식에 따라 one-side 파워 스펙트럼과 two-side 파워 스펙트럼으로 나누어지는데, One-side 파워 스펙트럼은 0과 양의

주파수영역에 대해서만 그려지고, two-side 파워 스펙트럼은 음, 0, 양의 모든 주파수영역을 그려준 결과를 보여준다. 이 중에서 일반적으로 데이터 분석에 사용되는 one-side 파워 스펙트럼을 사용하게된다. 파워 스펙트럼은 앞의 식 (1)에서 정의된 푸리에 변환을 이용하여 구해진다.

아래의 식 (3)을 보면 원 신호의 제곱의 합과 푸리에 변환을 거친 신호의 제곱의 평균값이 전체 파워 즉, 파워 스펙트럼 값과 같다는 것을 알 수 있다. 이를 Parseval의 정리라고 한다.

$$Total\ Power = \sum_{k=0}^{N-1} |h_n|^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} |H_n|^2 \quad (3)$$

이 정리에서와 같이 전체 시계열 신호제곱의 합을 신호의 파워(Power)라고 하는데 이는 주파수영역의 신호제곱의 평균과 같아지므로 one-side 파워 스펙트럼 값은 아래와 같이 정의된다.

$$\begin{aligned} P(f_0) &= P(0) = \frac{1}{N^2} |H_0|^2 \\ P(f_n) &= \frac{1}{N^2} [|H_n|^2 + |H_{N-n}|^2] \\ n &= 1, 2, A, (\frac{N}{2} - 1) \\ P(f_{n/2}) &= P(f_c) = \frac{1}{N^2} |H_{N/2}|^2 \end{aligned} \quad (4)$$

본 논문에서는 one-side 파워 스펙트럼을 사용하였다.

III. 결과

뇌파 실험 대상자 10명 중 검사전 주의 사항을 지키지 않았거나 실험을 완수하지 못한 2명은 연구 대상에서 제외되었다. 분석에 포함된 8명의 나이는

21.4±0.5이었다.

1) α 파의 변화

α 파는 F7 부위에서 자침 전 0.089102625±0.047969522에서 자침 후 0.065915625±0.04719708로 유의성 있는(p<0.05) 감소가 있었다. TT1부위에서 0.12183488±0.067001891에서 0.09015750±0.055989486로 감소하였으나 유의성은 없었다(Table 1), (Figure 2).

2) β 파의 변화

β 파는 Fp1 부위에서 자침 전 0.081294500±0.043988464에서 자침 후 0.10379788±0.03919183로 증가하였고 P02 부위에서 0.092163125±0.031477093로 증가하였으나 유의성은 없었다.

β 파는 자침 전과 후에서 유의한 변화가 발견되지 않았다(Table 2), (Figure 3).

3) θ 파의 변화

θ 파는 자침 전과 후에서 유의한 변화가 발견되지 않았다(Table 3), (Figure 4).

4) δ 파의 변화

δ 파는 TCP1 부위에서 자침 전 0.65329513±0.13259848에서 자침 후 0.71599688±0.090939224로 유의한(p<0.05) 증가를 보였고 CP1 부위에서는 0.30815725±0.084454765에서 0.41091200±0.080864902로 유의한(p<0.05) 증가를 보였으며, TCP2 부위에서도 0.68301363±0.084847264에서 0.71238475±0.080052615로 유의한(p<0.05) 증가를 보였으며, T5 부위에서도 0.38470650±0.11747302에서 0.46337338±0.11441605로 유의한(p<0.05) 증가를 보였다(Table 4), (Figure 5).

Table 1. The average values and standard deviations of alpha wave of the EEG from 30 channels before and during the EA treatment.

Lead position	α wave		Wilcoxon signed ranks test
	Before acupuncture treatment	After acupuncture treatment	
Fp1	0.28997300±0.17403310	0.25615125±0.17712954	0.889
Fp2	0.18403288±0.10917251	0.14812900±0.11035772	0.208
F7	0.089102625±0.047969522	0.065915625±0.047197080	0.036*
F3	0.17015688±0.081969259	0.12755563±0.076551324	0.208
Fz	0.31585275±0.16494076	0.22215638±0.14000230	0.069
F4	0.18842350±0.087471922	0.14038825±0.079116068	0.093
F8	0.24212025±0.083462810	0.21524675±0.11030160	0.779
FTC1	0.28524188±0.13721901	0.25131200±0.13035001	0.779
FTC2	0.16515500±0.065953061	0.12973338±0.066231484	0.123
T3	0.29014413±0.13879110	0.27574325±0.14027116	0.889
C3	0.26950525±0.12490347	0.22369200±0.10286032	0.327
Cz	0.26592213±0.10666909	0.21794713±0.11784137	0.327
C4	0.33673688±0.11875511	0.30333025±0.11741297	0.575
T4	0.17281313±0.081520804	0.14354662±0.077270537	0.069
TT1	0.36358262±0.12340113	0.31096975±0.13119571	0.161
TCP1	0.14569150±0.075079696	0.12348538±0.065873081	0.401
CP1	0.36010513±0.16333533	0.30205900±0.13556698	0.327
CP2	0.43091600±0.16999009	0.34157000±0.15899011	0.161
TCP2	0.14657300±0.078293190	0.11830375±0.063824432	0.093
TT2	0.12183488±0.067001891	0.09015750±0.055989486	0.050
T5	0.36951588±0.13052904	0.26899300±0.12886071	0.069
P3	0.54595700±0.18929620	0.45246800±0.16973198	0.263
Pz	0.34709725±0.15541015	0.27695125±0.12995026	0.401
P4	0.45095025±0.20411738	0.39624700±0.17955904	0.674
T6	0.41492613±0.18006316	0.30730763±0.16235616	0.093
Po1	0.57446813±0.19584062	0.47382375±0.18778701	0.208
Po2	0.54574575±0.20275036	0.44948312±0.18371335	0.208
O1	0.55976438±0.20583435	0.42771625±0.19986485	0.208
Oz	0.64635075±0.20149705	0.53693213±0.21138647	0.401
O2	0.54648150±0.20182750	0.42269537±0.20846997	0.263

p < 0.05 (Wilcoxon signed ranks test)

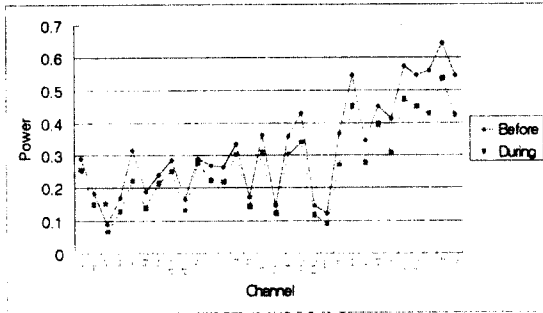
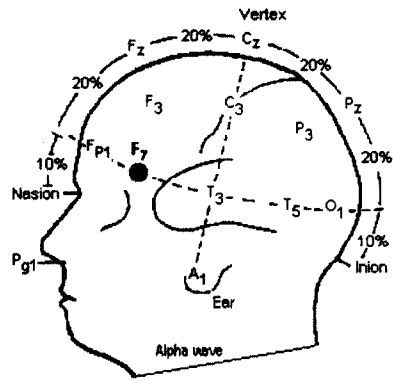


Figure 2. The changes of the average values of α wave of the EEG before and after the EA treatment.



The position of changes of the average values of α wave of the EEG after the EA treatment

Table 2. The average values and standard deviations of beta wave of the EEG from 32 channels before and during the EA treatment.

Lead position	β wave		Wilcoxon signed ranks test
	Before acupuncture treatment	After acupuncture treatment	
Fp1	0.081294500±0.043988464	0.10379788±0.039191830	0.050
Fp2	0.052643625±0.024161666	0.057973625±0.024315620	0.263
F7	0.029103750±0.098262422	0.029488125±0.010149399	0.674
F3	0.046856375±0.011579366	0.047968625±0.0092977698	0.889
Fz	0.085030000±0.030998253	0.084570375±0.020760093	0.779
F4	0.056221875±0.013480523	0.057523000±0.013110582	0.889
F8	0.095518625±0.025480540	0.11054075±0.023436075	0.263
FTC1	0.10830050±0.032142283	0.12022713±0.036719170	0.263
FTC2	0.061849250±0.012428217	0.063094375±0.015804405	0.779
T3	0.16157875±0.10310565	0.15505063±0.079080182	0.889
C3	0.082280125±0.013391551	0.078041000±0.015802529	0.161
Cz	0.075719750±0.018589486	0.074990875±0.016001945	0.575
C4	0.12131363±0.018645357	0.12071738±0.024350338	0.889
T4	0.11369100±0.050856635	0.099521375±0.052223025	0.263
TT1	0.14819663±0.051423791	0.14725963±0.051712096	0.889
TCP1	0.051072125±0.011106328	0.046282875±0.011946638	0.263
CP1	0.068024250±0.015129340	0.074445375±0.017861154	0.161
CP2	0.087563125±0.025563805	0.088372000±0.017265388	0.674
TCP2	0.058896375±0.018582317	0.054834375±0.017875549	0.327

Lead position	β wave		Wilcoxon signed ranks test
	Before acupuncture treatment	After acupuncture treatment	
TT2	0.049667625±0.019325596	0.047785250±0.018682402	0.161
T5	0.072068875±0.016132175	0.075864875±0.020576935	0.674
P3	0.11024425±0.041712123	0.12161700±0.029224051	0.327
Pz	0.069820250±0.020607014	0.070573000±0.017001420	0.674
P4	0.10781025±0.033701636	0.12080938±0.031034566	0.093
T6	0.087301500±0.023200793	0.097400750±0.023800447	0.161
Po1	0.089136125±0.036306194	0.10383775±0.019738334	0.093
Po2	0.092163125±0.031477093	0.11080625±0.029658090	0.050
O1	0.066689875±0.024658665	0.073910000±0.014496553	0.208
Oz	0.086475000±0.037149600	0.10338825±0.028990903	0.327
O2	0.066702125±0.022310185	0.074232000±0.017114191	0.093

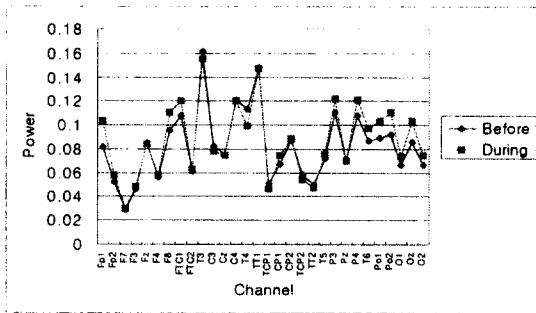


Figure 3. The changes of the average values of β wave of the EEG before and after the EA treatment.

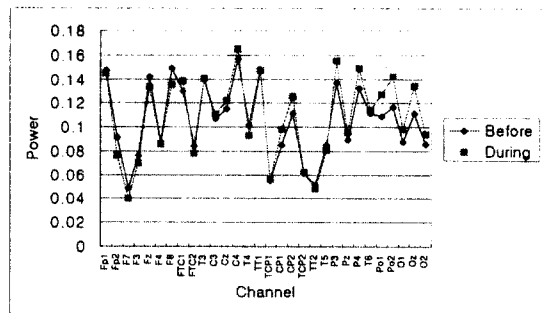


Figure 4. The changes of the average values of θ wave of the EEG before and after the EA treatment.

Table 3. The average values and standard deviations of theta wave of the EEG from 32 channels before and during the EA treatment.

Lead position	θ wave		Wilcoxon signed ranks test
	Before acupuncture treatment	After acupuncture treatment	
Fp1	0.14738763±0.051110043	0.14452338±0.080038362	0.889
Fp2	0.091505375±0.032673598	0.076722750±0.042626515	0.208
F7	0.048981125±0.016365997	0.040248500±0.020693124	0.208
F3	0.076000375±0.030571761	0.070015000±0.023110874	0.779
Fz	0.14257550±0.070569716	0.13377313±0.067103424	0.327
F4	0.088112000±0.026420241	0.086072375±0.037133317	0.889
F8	0.14917025±0.048795199	0.13503275±0.056054179	0.484
FTC1	0.13028213±0.051056067	0.13829950±0.051890429	0.575

Lead position	θ wave		Wilcoxon signed ranks test
	Before acupuncture treatment	After acupuncture treatment	
FTC2	0.084671875±0.028464677	0.078400125±0.028064598	0.674
T3	0.13997388±0.062558343	0.14054375±0.060229802	0.484
C3	0.10680450±0.039105365	0.11072600±0.039934358	0.674
Cz	0.11494475±0.038266394	0.12200638±0.047517526	1.000
C4	0.15734188±0.061032798	0.16548775±0.066391333	0.779
T4	0.10200738±0.038804622	0.093432625±0.045117132	0.327
TT1	0.14795425±0.058425662	0.14784687±0.059561498	0.575
TCP1	0.055000875±0.022806244	0.055782125±0.018940134	0.779
CP1	0.085360875±0.047897491	0.098540000±0.035796674	0.575
CP2	0.11143313±0.051107531	0.12567338±0.053054039	0.484
TCP2	0.061897250±0.022694835	0.062201125±0.031095384	1.000
TT2	0.052222625±0.022684413	0.048385500±0.026969095	0.484
T5	0.085265125±0.050058770	0.080747375±0.029063901	0.889
P3	0.13660713±0.080186369	0.15547925±0.072112068	0.401
Pz	0.089728125±0.044503080	0.095810500±0.040280030	0.889
P4	0.13296825±0.068527887	0.14963612±0.071372660	0.484
T6	0.11124375±0.054525363	0.11420550±0.062554210	0.779
Po1	0.10865475±0.071725243	0.12720688±0.067093754	0.401
Po2	0.11653613±0.068623955	0.14186738±0.082184186	0.674
O1	0.087504500±0.061266293	0.098594250±0.051471205	0.889
Oz	0.11151925±0.082861180	0.13454325±0.080239035	0.575
O2	0.085730500±0.050476291	0.093933500±0.050247041	1.000

Table 4. The average values and standard deviations of delta wave of the EEG from 32 channels before and during the EA treatment.

Lead position	δ wave		Wilcoxon signed ranks test
	Before acupuncture treatment	After acupuncture treatment	
Fp1	0.26842913±0.13718065	0.18634913±0.16188433	0.237
Fp2	0.45025663±0.13578178	0.42382738±0.13476183	0.176
F7	0.79594963±0.074030451	0.81442525±0.058384514	0.128
F3	0.62769488±0.10873314	0.64287325±0.075675201	0.612
Fz	0.11670100±0.053189335	0.10750025±0.087319936	0.398
F4	0.56055225±0.067999172	0.58837075±0.071350040	0.499
F8	0.39453650±0.10014457	0.38739013±0.10567642	0.735
FTC1	0.33671463±0.078346122	0.35000413±0.11473107	0.866
FTC2	0.63769525±0.069001777	0.65830963±0.064568061	0.398

Lead position	δ wave		Wilcoxon signed ranks test
	Before acupuncture treatment	After acupuncture treatment	
T3	0.18433738±0.12912135	0.17300188±0.13239327	0.398
C3	0.48928988±0.091836241	0.53428550±0.089842500	0.237
Cz	0.47234713±0.10485697	0.48429450±0.071468628	1.000
C4	0.32749763±0.076280683	0.33984138±0.094734280	1.000
T4	0.50197337±0.12477203	0.53247088±0.13818181	0.176
TT1	0.19064425±0.10377438	0.18962238±0.11657565	0.735
TCP1	0.65329513±0.13259848	0.71599688±0.090939224	0.043*
CP1	0.30815725±0.084454765	0.41091200±0.080864902	0.043*
CP2	0.28188125±0.088263593	0.35229725±0.092707052	0.063
TCP2	0.68301363±0.084847264	0.71238475±0.080052615	0.028*
TT2	0.72286675±0.092182580	0.74509088±0.077515736	0.128
T5	0.38470650±0.11747302	0.46337338±0.11441605	0.018*
P3	0.11375350±0.046774996	0.14723925±0.084181124	0.398
Pz	0.38901138±0.12440765	0.46212125±0.080705068	0.176
P4	0.13489388±0.049875014	0.17385600±0.060643082	0.091
T6	0.30352512±0.10758819	0.34939725±0.11628797	0.310
Po1	0.13516038±0.059242793	0.19237713±0.078857888	0.237
Po2	0.12221513±0.043046362	0.17089813±0.083662330	0.091
O1	0.23440388±0.10456231	0.35687050±0.15965819	0.128
Oz	0.081977125±0.00.071226	0.13165088±0.10534552	0.499
O2	0.21822225±0.073752841	0.31096875±0.12125551	0.091

*: $p < 0.05$ (Wilcoxon signed ranks test)

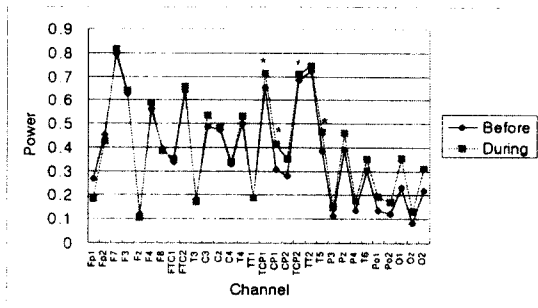
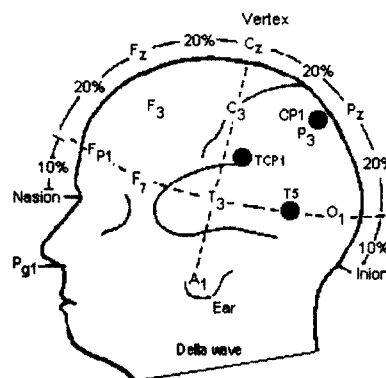


Figure 5. The changes of the average values of δ wave of the EEG before and after the EA treatment.



The position of changes of the average values of δ wave of the EEG after the EA treatment

IV. 고찰

뇌파는 대뇌피질에 있는 수많은 신경세포의 활동 전위의 총화를 기록한 것이다. 1875년 영국의 Caton이 동물의 노출된 뇌표면에서 전기활동을 기록한 이래 1929년 Hans Berger가 최초로 사람의 뇌파(EEG)를 측정하여 현재까지 사용하고 있는 두 가지 주요한 뇌파 패턴을 밝힌바 있다. 상대적으로 증폭이 크고 규칙적인 파를 α (alpha)파라 했고, 증폭이 작고 불규칙적인 뇌파를 β (beta)파라 하였으며, 이러한 파를 총칭하여 EEG(Electroencephalogram)라고 명명하였다¹⁷⁾.

뇌파는 대뇌피질(cerebral cortex)의 활동 상태에 따라 변동이 일어난다. 대뇌 피질에서 일어나는 유발 전압(evoked potential), 표면피질반응(superficial cortical response) 및 심부직접반응(direct cortical response)에 따라 대뇌에서 발생하는 전기 현상을 대뇌피질의 표면 또는 두피 위에서 기록한 것이다¹⁸⁾.

대뇌피질은 대뇌반구(cerebral hemisphere)의 표면을 거의 전역에 걸쳐 덮고 있는 회백질층을 말하고 이곳에 140억개의 신경세포가 있다고 추정된다. 이들 세포가 피질 각 부분별로 별개의 기능을 분담하고 있다는 학설로서 현재는 어느 정도의 기능 국재가 확인되고 있다. 그러나 모든 기능이 국재하고 있는 것은 아니며 전체로서 작용하고 있다고 예측할 수 있는 기능도 있다¹⁹⁾. 대뇌피질에는 신경세포가 6층을 이루고 있으며, 이들 신경세포(neuron)는 복잡한 시냅스 결합을 하고 있다. 이들 중 시냅스 후 전위가 피질뇌파의 본체를 이루고 있다고 보여진다. 그리하여 대뇌 피질 표면에서의 여러 작은 영역들의 다양한 활동 즉 뇌 활동, 정신활동 등을 두피에서 두피전극을 사용하여 기록할 수

있는 것이다^{20, 21)}.

일반적으로 뇌파는 주파수의 범위 따라 인위적으로 δ 파(0.2~3.99Hz), θ 파(4~7.99Hz), α 파(8~12.99Hz), β 파(13~30Hz)로 구분하여 부른다. 일반적으로 뇌파 데이터를 수집하면 이러한 주파수 영역들이 모두 섞인 데이터가 얻어진다. 뇌의 상태에 따라 특정 주파수가 많이 섞인 경우도 있고, 특정 주파수만 제외되고 측정되는 경우도 있다. 뇌의 활동과 뇌파의 주파수 상호관계에 대해서는 오래 전부터 연구되어져 왔고 현재까지도 활발하게 연구되고 있는 분야이다. 여러 선진 연구자들에 의해 일반적으로 받아들여지고 있는 뇌파와 주파수에 대해 기술하면 다음과 같다.

δ 파(delta wave)는 큰 진폭과 낮은 주파수를 갖는 파로서 일반적으로 0.2~3.99Hz의 주파수 영역에 해당하는 신호다. δ 파는 주로 정상인의 깊은 수면이나 신생아에서 많이 나타나는데, 만약 깨어 있는 사람에게서 δ 파가 나타날 때는 악성 종양이나 혼수 상태의 질병이 발생하였을 경우로 본다.

θ 파(theta wave)는 일반적으로 4~7.99Hz의 주파수 영역에서 측정되는 신호로서 정서안정 또는 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타나는 파로서 성인보다는 어린이에게 더 많이 분포한다. 특히 θ 파 중 7~8Hz 영역에 해당하는 파를 Fm θ 파라 하는데 불안이 해소되고 주의집중력이 높아질 때 주로 나타난다.

α 파(alpha wave)는 8~12.99Hz의 주파수 영역을 가지며, 이 파는 긴장이완과 같은 편안한 상태에서 주로 나타나며, 안정되고 편안한 상태일수록 진폭이 증가한다. 일반적으로 규칙적인 파동의 형태로 연속적으로 나타나며, 두정부와 후두부에서 가장 크게 기록되고 전두부에서 가장 작게 나타나는 특성이 있다. 특히 안정된 α 파가 나타날 때는 눈을 감고 진정한 상태에 있을 때이며, 눈을 뜨고 물체를 주시하거나 정신적으로 흥분하게 되면 α 파는 억제된다. 이 현상을 알파 저지라고 한다. α 파는 뇌의

발달과 밀접한 관계가 있고 유아기에는 4~6Hz에서 측정되나, 그 후 나이가 들수록 주파수도 증가하여 20세 정도 성인의 값에 이르게 된다.

β 파(beta wave)는 α 파보다 빠른 파동을 일컫는 것으로 일명 속파라고 한다. β 파는 13~30Hz의 주파수 영역에서 측정되는데 이 파는 주로 중심부나 전두부에서 많이 나타나며 깨어 있을 때나 말할 때와 같이 모든 의식적인 활동을 할 때 나타난다. 특히 불안한 상태나 긴장 시에 우세하게 나타나며 시각 청각 촉각 미각 후각과도 깊은 관련이 있다고 본다.

본 실험에서 쓰여진 내관(PC6)은 수혈음심포경의 낙혈로서 기경팔맥의 음유맥에 통하는 팔맥교회혈 중의 하나로 一切의 內傷疾患에 통용되는 대표적인 경혈이다. 寧心安神 寬胸理氣 鎮靜鎮痛 등의 혈성을 지닌 내관은 《침구잡을경》²⁵⁾에서 心暴痛 煩心 心惕 心驚 不能動 失智 心悲 등의 치료혈로 등재되어 있으며 이후 문헌에 나타난 내관의 주치증을 계통별로 살펴보면 순환기질환 중에서 中風失神, 偏癱, 上肢偏癱, 心痛, 心暴痛, 狹心痛, 心胸痛,, 心悸, 心悸亢進, 怔忡 등에 사용되었고, 소화기질환 중에서, 胃痛, 嘔吐, 黃疸 등에 사용되었으며, 호흡기질환 중에서는 哮喘, 咳嗽 등에 사용되었고, 비뇨기질환에 있어서는 五淋에 사용되었다. 신경정신과질환 중에서는 失志, 失眠, 健忘, 癲癇, 癲狂, 癲證, 頭痛, 偏頭痛 등에 사용되었으며, 운동기질환 중에서는 肘攣, 手中風熱 등에 사용되었으며, 안이비인후과질환에서는 目赤, 目昏, 咽喉腫痛 등에 사용되었으며, 출혈성질환 중에서는 便血, 舌裂出血, 吐血 등에 사용되었으며, 부인과질환 중에서는 月經不調, 產後血暈,, 惡阻 등에 사용되었으며, 만성소모성질환 중에서는 羸瘦, 勞熱, 虛勞, 骨蒸, 臟腑虛寒 등에 사용되었다^{10, 25)}.

침치료의 기전을 밝히기 위한 실험적 방법의 일환으로 많은 연구자들이 뇌파를 이용한 연구를 시행하여 왔다^{2, 8, 21)}. 그러나 아직 많은 연구가 진행되지 않은 관계로 각각의 경혈에 반응하는 전체적

인 뇌파의 변화를 보고한 논문은 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 임상에서 일체의 내상질환과 정신신경질환에 유효하게 사용되어온 내관이 뇌기능에 어느 정도의 변화를 유발할 것이라는 예측 하에 정상인의 뇌파 자료를 수집하여 파워 스펙트럼 분석을 시도하였다.

스펙트럼 분석은 시계열데이터를 푸리에 변환의 과정을 거쳐 주파수 영역으로 변환하여 주파수 성분을 파악하는 방법으로 뇌파신호 뿐만이 아니라 통신분야 음성처리분야 등에서도 널리 사용되는 방법이다. 주파수 영역은 δ 파(0.2~3.99Hz), θ 파(4~7.99Hz), α 파(8~12.99Hz), β 파(13~30Hz)로 구분하여 분석하여 다음과 같은 유의성있는 결과를 얻었다.

α 파는 F7 부위의 좌측두전부에 해당하는 영역에서 자침전과 후에서 유의성 있는 변화를 보였다. 또한 α 파의 전체적인 변화를 시각적으로 살펴보면 자침후에 전체적인 감소를 보였는데 이는 침자극에 의한 정신적인 일시적 흥분 상태 때문인 것으로 사료된다²²⁾.

그러나 <Figure 2>에서 보듯이 F7, F8, T3, T4, TCP1, TCP2 부위에서는 적은 감소가 있음을 알 수가 있었다.

α 파는 두정부와 후두부의 후각 영역에서 주로 나타나며 눈을 조용히 감고 쉬고 있을 때 정신을 집중 했을 때 주로 나타난다²³⁾. α 파는 기능적으로 기억의 과정, 감각 반응, 운동의 진행 등과 관련이 있다. 감각 반응으로서의 α 파는 감각자극에 대한 중추신경계의 반응으로 인하여 대뇌피질과 피질내에서 기록되어진다²⁴⁾.

이상에서 α 파의 변화는 내관의 위치가 완관절상 2촌에 있어서 손목에서의 감각자극이 체성감각 신호를 유발하여 변화가 발생한 것으로 사료된다²⁵⁾.

δ 파는 TCP1, CP1, TCP2, T5 부위 등에서 유의성 있는 변화를 보였다. TCP1, TCP2는 좌, 우측 상측두부에 해당하며, 대칭적으로 변화된 것이 특징

이다. CP1은 우측 두정부에 분포를 하며, T5는 좌측 측두후부에 분포한다고 할 수 있다.

δ 파의 변화를 시각적으로 살펴보면 <Figure 5>에서 보듯이 TCP1, CP1, CP2, T5, Pz, Po1, O1, O2 부위에서는 많은 증가가 있음을 알 수가 있었다.

δ 파는 정상인의 깊은 수면이나 신생아에게서 두드러지게 나타나는 파로서 Grey Walter가 최초로 뇌종양에 의한 병리적 전위로 파악했으나, 기초적 과정의 기전은 명확하지가 않다²⁶⁾. 다만 대뇌피질의 수입로 차단이 δ 파를 증가시킨다고 하였다. 각성시에는 대뇌피질에서의 ACh(Acetylcholine)의 분비 증가로 δ 파가 나타나지 않기 때문에 δ 파가 나타나면, 그것만으로도 이상이 있음을 판정할 수 있다^{22, 27)}.

δ 파가 나타날 때 인체에서는 교감신경의 활성은 억제되고 부교감신경의 활성은 증가하여 혈압이 낮아지고, 심박동은 감소하고 피부혈관은 확장되며, 때로는 위장관 계통의 활성이 증가하고, 근육은 주로 이완상태에 있게되며 특히 성장호르몬이 분비되는 것으로 보고되고 있다²⁸⁾.

δ 파의 발현시 성장호르몬(GH)은 뇌하수체에서 분비되는 것으로 밝혀졌으며, 성장호르몬의 농도가 낮으면 δ 파가 적게 나타나고 성장호르몬의 농도가 높으면 많이 나타난다고 하였다. 일반적으로 수면서파인 δ 파는 시상과 대뇌피질에서 기원되는 것으로 생각되며, 인체내에서 IL-1(Interleukin-1), GHRH(Growth hormone releasing hormone), GH(Growth hormone), CCK(Cholecystokinin), Leptin, SS(Somatostatin), IGF-1(Somatomedin) 등의 분비와 직간접적으로 관련이 있다^{29, 30)}.

결국 내관의 전침자극 전후에 δ 파의 변화는 일정한 침자극이 뇌의 시상과 대뇌피질에 영향을 주는 것으로 보이며, 내분비계의 변화를 유도할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결론

본 실험은 내관(PC6)의 침 자극 전후 뇌파를 측정하여 이를 파워 스펙트럼 분석을 하였을 때 나타나는 EEG 측정 부위에서의 유의성 있는 변화를 관찰한 것이다. 내관(PC6)의 전침 자극 후 EEG의 변화를 파워스펙트럼(power spectrum)으로 자침 전후 뇌파를 분석한 결과 다음과 같은 사실을 밝혀낼 수 있었다. α 파의 변화는 F7부위에서 변화를 보였으며, δ 파는 TCP1, CP1, TCP2, T5 부위에서 유의한 변화를 보였다. 이러한 사실들은 내관의 전침 자극이 대뇌에 어떠한 영향을 주는지 또한 이로 인하여 인체에는 어떠한 변화가 유도되는 지를 예측할 수 있었고, 향후 대뇌 피질과 내분비계의 연구 성과에 따라 내관 자침의 임상적 효능을 효과적으로 증명할 수 있으리라 사료된다.

VI. 참고 문헌

1. 김웅수, 조덕연, 이유정, 류창수. 청각자극에 의한 쾌/불쾌 감성상태의 뇌파에 대한 바이스펙트럼분석. 한국감성과학회 98춘계학술발표논문집. 1998:176-82.
2. 박우순, 이태영, 이상룡 등. 신맥 조해의 전침 자극이 치매환자의 뇌파에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2001; 18(2): 67-79.
3. 남봉현. 경락연구의 실제와 미래. 한국한의학연구원. 2001: 2.
4. 한국한의학연구소 임상연구부편. 경락의 신연구 부록. 서울: 한국한의학연구소. 1997: 1-25.

5. 지준찬, 방영배, 강성길. 내관, 공손의 艾灸가 Mouse의 진통 및 혈액상에 미치는 영향. 대한침구학회지. 1995; 11(2): 65.
6. 장소희, 박영배, 강성길. 간사 침자극이 소음 stress에 미치는 영향. 대한침구학회지. 1996; 13(1): 365-76.
7. 조장희, 김경요, 김형균, 이병렬등 : 침자극이 대뇌피질의 활성화에 미치는 영향, 대한침구학회지, 2001; 18(3): 105-13.
8. Hi-Joon Park, Jong-Bae Park, Hyang-Sook Lee, Kang-Sik Kim, Sung-Kil Min, Hye-Jung Lee. Acupuncture Induces of Alpha wave in EEG. Korean Journal of Oriental Medicine. 2001; 1(1): 21-6
9. Chang Hyun Lee, Han Sol Jung, Tae Young Lee, Sang Ryoung Lee, Sang Won Yuk, Kwang Gyu Lee and Bong Hee Lee. Studies of central neural pathways to the stomach and Zusanli(ST36). America Journal of Chinese Medicine. 2001; 29(2): 211-20.
10. 채우석, 육태한. 내관과 외관에 대한 문헌적 고찰, 대전대학교 한의학논문집. 1993; 2(1): 149-76.
11. 이병렬, 홍영식. 기경팔맥과 팔맥교회혈에 대한 문헌적 고찰. 대전대학교 한의학논문집. 1996; 5(1): 329-45.
12. 王德深編. 中國鍼灸穴位統監. 青島: 青島出版社. 1994: 449-63.
13. Jasper H. Report of committee on methods of clinical exam in EEG. Electroencephal Clin Neurophysiol. 1958; 10: 370-5.
14. Cooper R., Osselson J.W., Shaw J.C. : Origin of the electroencephalogram. In:EEG Technology(3rd ed.). Boston: Butterworths. 1980: 1-14.
15. 박병주. 의사를 위한 의학통계 분석의 이해. 대한의사협회지. 1996; 39(5): 609-14.
16. LAXTHA Inc. Complexity Manual(version 1.0). 1999: II-F-12~II-F-14.
17. 문성실, 최상섭, 류창수, 김경옥, 손진훈. 두 문자열의 동일성 판단과 뇌파. 한국감성과학회 98춘계학술발표논문집. 1998: 81-8.
18. 이철호. 맛성분에 의하여 유발되는 인체의 뇌파측정 실험. 식품과학과 산업, 1998; 31(3): 47-55.
19. 이태영, 이상룡. 두침의 이론적 근거에 대한 동서의학적 고찰. 침구과학회지. 1999; 16(4): 91-108.
20. 이배환, 박형준, 박용구, 손진훈. 뇌파의 전기적 모형, 전기학회지. 1997; 46(5): 3-10.
21. 오영선, 오민석, 송태원. 발바닥 특정 부위 자극이 뇌파에 미치는 효과에 대한 비선형 분석, 대전대학교 한의학연구소 논문집. 2001; 10(1): 365-74.
22. 김대식, 최장욱. 뇌파검사학. 서울: 고려의학. 2001: 130.
23. 김종대, 범진피, 성기월, 이옥경. 인체생리학. 서울: 정문각. 1999: 231-3.
24. E. Bacar, M. Schurmann, C. Bacar-Eroglu, S. Karakac. Alpha oscillations in brain functioning: an integrative theory. International Journal of Psychophysiology. 1997; 26(1-3): 5-29.
25. 황보밀. 침구잡을경. 북경: 인민위생출판사. 1982 : 50.
26. Walter G. The location of cerebral tumors by electroencephalography. Lancet. 1936; 8: 305-8.
27. Celesia G.G. and Jasper H.H. Acetylcholine released from cerebral cortex in relation to state of activation, Neurology. 1966; 16: 1053-63.

28. 민병일. 최신 생리학. 서울: 신광출판사. 2000; 15-1~36, 16-13.
29. William E.M. Alcohol, Slow Wave Sleep, and the Somatotropic Axis. *Lands Alcohol*. 1999; 18(2-3): 109-22.
30. Payne L.C. and Krueger J.M. Interactions of cytokines with the hypothalamus-pituitary axis. *J. Immunother.* 1992; 12: 171-3.