

## 곤륜의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향

이태영<sup>1</sup> · 이광규<sup>2</sup> · 장윤성<sup>1</sup> · 육상원<sup>3</sup> · 이창현<sup>4</sup> · 이상룡<sup>1</sup>

우석대학교 한의과대학 <sup>1</sup>경혈학교실, <sup>2</sup>병리학교실, <sup>3</sup>침구학교실, <sup>4</sup>해부학교실

### The Effect of Electroacupuncture at the BL60 (*Kollyun*) on the EEG

<sup>1</sup>Tae-Young Lee, <sup>2</sup>Kwang-Gyu Lee, <sup>1</sup>Yun-Sung Jang, <sup>3</sup>Sang-Won Yuk,  
<sup>4</sup>Chang-Hyun Lee, <sup>1</sup>Sang-Ryong Lee

Dept. of <sup>1</sup>Meridian & Acupoint, <sup>2</sup>Oriental Pathology, <sup>3</sup>Acupuncture & Moxibustion, <sup>4</sup>Anatomy,  
College of Oriental Medicine, Woosuk University

#### Abstract

Objectives : The aim of this study was to examine the effects of electroacupuncture(EA) at the BL60 (*Kollyun*) on normal humans using power spectral analysis.

Methods : 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 10 subjects (10 males; age=22.4±0.5 years).

Results : In alpha band, the power values at Fz during the non-acupoint treatment and at Fp2, T5 during the BL60-acupoint treatment significantly were decreased. In beta band, the power values at C3, Po2, O2, Oz during the BL60-acupoint treatment significantly were increased than the before-acupuncture treatment. In theta band, the power values at F7 during the BL60-acupoint treatment significantly was increased. However, the comparison with that before and after the treatment shows no significant differences in all channels.

Key words : Electroacupuncture, EEG, BL60 (*Kollyun*), Complexity, power spectrum.

## I. 서 론

현재 뇌 부위에서 표출되는 생체신호분석에 대한 연구는 매우 다양하게 이루어지고 있다. 최초로 동물의 뇌에서 전기활동을 기록한 사람은 영국의 Coton(1875)이며, 1929년 Hans Berger는 인간의 뇌 표면에서 자발적 전기활동을 최초로 기록하고 이를 EEG(Electroencepha-

logram)라 명명하였다. 그 후 뇌파는 신호처리 분야의 발전과 뇌 활동의 변화를 시간적 공간적으로 파악하는 수단으로서 활발히 연구되어져 왔다<sup>1)</sup>. 또한 Cooley와 Tukey(1965)는 Berger(1932)의 Fourier analysis의 영향으로 fast Fourier transforms를 도입하여, power spectral analysis의 기초가 되었다<sup>2)</sup>.

EEG를 이용한 연구는 두피에 전극을 부착하여 측정하는 것으로 인체에 무해하다는 이점과 실시간 두뇌활동에 대한 정보를 제공해 준다는 장점 때문에 무작위 잡음신호 등의 문제에도 불

· 교신저자 : 이상룡, 전북 완주군 삼례읍 후정리 490 우석대학교 한의과 대학 경혈학교실, Tel. 063-290-1563, Fax. 063-290-1558, E-mail : lisr@core.woosuk.ac.kr

구하고 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 이론이다<sup>2)</sup>.

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 있다<sup>3)</sup>.

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 있다<sup>4)</sup>.

침자극과 뇌와의 상관관계에 대한 실험적 연구로는 박<sup>2)</sup>, 박<sup>5)</sup>, 이<sup>9)</sup> 등이 있는데, 조 등<sup>7)</sup>은 침자극이 대뇌피질의 활성화에 영향을 미친다고 발표하였다. 또한 조 등<sup>5)</sup>은 곤륜(崑崙) 등 족태양방광경(足太陽膀胱經)의 족부위 경혈을 이용하여 안질환의 치료와 관련이 있음을 실험보고했고, 김 등<sup>6)</sup>은 곤륜의 진통효과를 실험 보고한 바 있다.

본 실험에서는 족태양방광경(足太陽膀胱經)의 경혈(經穴)로서 각종 후두부 질환을 비롯하여 요부통증 및 하지부 질환에 통용되는 곤륜(崑崙)에 전침 자극을 하여 유도되는 뇌파와 비 경혈에 전침 자극 하였을 때의 뇌파 변화를 파워스펙트럼(power spectrum) 분석하여 비교 관찰하였다<sup>10, 11)</sup>.

## 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 제한하였으며 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(행림서원 의료기)를 사용하였으며, 전기자극은 Cefar-Acus II (Hipoland, Sweden)를 사용하였다. 경혈의 취혈은 완관절상 2촌에 위치한 내관(PC6)을 취하였으며<sup>12)</sup>, 자침은 지속시간 180 $\mu$ 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<sup>13,14)</sup>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(Fig. 1). 뇌파측정기는 Neuro-nics(MIRAE engineering, KOREA)를 사용하였다. 모든 뇌파 신호는 잔류 근전도의 활성도를 제거하기 위하여 1~35 Hz에서 여과하였고 기

## 근원의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향

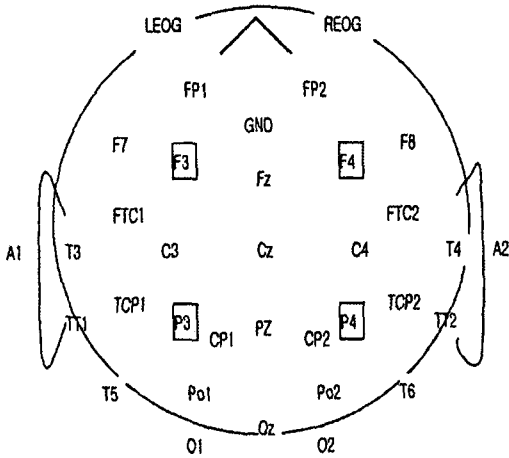


Fig. 1. 국제 뇌파 및 임상 뇌대사 학회 연맹에서 추천하는 10-20시스템 전극 배치도

준전극은 양측의 귓볼에 연결한 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>로 하였다.

뇌파의 측정은 편안하게 누운 채로 눈을 가볍게 감았지만 잠이 들지 않은 상태를 유지한 후 뇌파를 측정하기 위하여 electrode cap(Electro-Cap, 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 바꾸어 epoch 단위로 컴퓨터에 저장하였다. 저장된 자료는 200 epoch(1 epoch = 1초) 동안 256 Hz의 표본 추출 속도로 연속적으로 디지털화 시키는 프로그램을 이용하여 수집하였다.

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 끊

어서 Fast Fourier Transformation(FFT)을 하고 난 후에 Power spectrum 분석을 하였다. Spectrum 분석은 델타(0.2~3.99 Hz), 쉼타(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 통계 프로그램 SPSSWIN(version 10)을 이용하여 Wilcoxon의 부호화 순위검정<sup>15)</sup>으로 통계결과를 얻었다.

### 파워 스펙트럼(Power Spectrum)<sup>16)</sup>

데이터를 수집하면 시간에 따라 변화하는 시계열데이터가 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 주파수 영역으로 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 표현

되는 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 변환식은 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 변환식은 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 수학적 특성상 계산 시간이 매우 오래 걸린다. FFT(Fast Fourier Transform; 빠른 푸리에 변환)는 1942년에 Danielson과 Lanczoc에 의해서 고안되었다. 일반적으로 이산 푸리에 변환은 데이터 개수의 제곱배( $N^2$ )의 계산 시간이 필요하다. 그러나 FFT는 이 계산 시간을  $N \log_2 N$ 으로 줄였다. 데이터 개수에 비례해 기하급수적으로 증가하던 시간을 반 이

상 줄인 셈이 된다. FFT는 이산 푸리에 변환의 계산을 효율적으로 수행하여 디지털 신호처리 기술이 진일보하는데 크게 기여하였다.

FFT 방법을 이용하여 시간영역의 신호를 주파수영역으로 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 Normalization등이 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 사용하게 된다. 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 Parserval의 정리라고 한다.

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

이 정리에서와 같이 전체 시계열 신호제곱의 합을 신호의 파워(Power)라고 하는데 이는 주파

근륜의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향

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	a wave			P-value	
	Before-acupuncture treatment	Non- acupoint treatment	BL60-acupoint treatment		
Fp1	.43440590±.15267291	.45869565±.18420983	.38189190±.13852387	.721	.074
Fp2	.29018420±.10204343	.26056690±.12306822	.25061390±.09445950	.575	.022*
F7	.10571503±.04035351	.09347705±.04753638	.09362227±.04020229	.799	.093
F3	.21936200±.08569223	.19274430±.08995105	.20192068±.07722976	.721	.241
Fz	.54424333±.12885522	.36857595±.21006254	.49556705±.13130721	.047*	.093
F4	.24062053±.07879833	.20983658±.09240531	.21318615±.08099146	.721	.093
F8	.31800743±.12292517	.31454300±.12994149	.27973823±.10458658	.721	.139
FTC1	.37548443±.11138601	.34515725±.12600562	.35227538±.09759173	.959	.333
FTC2	.20707587±.07666618	.18476788±.07293541	.18093515±.06373254	.878	.114
T3	.47762397±.14148569	.45117533±.14232392	.45865685±.12495787	.646	.646
C3	.37141550±.12358227	.31350583±.10625231	.31732983±.10731822	.386	.285
Cz	.36670410±.11675626	.31293427±.12039910	.34848600±.12152760	.386	.508
C4	.39982483±.10831388	.37229613±.11829591	.37402640±.08834445	.575	.333
T4	.30404223±.12331593	.29175418±.11220115	.27007627±.12299608	.959	.093
TT1	.54244347±.12702489	.47316858±.14394272	.50571378±.13586522	.139	.139
TCP1	.19956537±.07465160	.15236073±.07313233	.17833275±.07327559	.059	.093
CP1	.46437557±.13799169	.39476218±.14596677	.43646985±.14565438	.169	.445
CP2	.49967350±.14147762	.45520410±.15231916	.47349230±.14739404	.508	.646
TCP2	.18461883±.10302227	.16352660±.07627389	.17312125±.09931078	.959	.959
TT2	.13994970±.11408225	.14556640±.07387657	.12585920±.09601759	.721	.203
T5	.45066733±.13002031	.36709858±.16082057	.39881888±.13424849	.169	.013*
P3	.64056580±.11391978	.59398910±.13545446	.59398910±.13545446	.074	.074
Pz	.42373560±.14079121	.36625900±.13255508	.39081173±.14395922	.203	.333
P4	.59582757±.13656443	.56939005±.17526958	.56440483±.15769944	.646	.508
T6	.44974613±.15716899	.43817810±.15606552	.42873457±.14183566	.799	.575
Po1	.62283920±.11102274	.55720240±.17050727	.58616033±.12574498	.241	.445
Po2	.64998750±.10974682	.61144675±.16248173	.60856697±.13823843	.575	.139
O1	.59236077±.10425205	.51512835±.17981818	.56164583±.12202560	.333	.285
Oz	.71776077±.09131625	.64130333±.17406132	.69774990±.11654110	.333	.646
O2	.60345313±.11343476	.53698648±.17939421	.58237413±.12131626	.241	.508

\* p < 0.05 (Wilcoxon signed ranks test)

수영역의 신호제공의 평균과 같아지므로 one-side 파워 스펙트럼 값은 아래와 같이 정의된다.

$$P(f_0) = P(0) = \frac{1}{N^2} |H_0|^2$$

$$P(f_n) = \frac{1}{N^2} \left[ |H_n|^2 + |H_{N-n}|^2 \right] \quad n = 1, 2, \dots, \left( \frac{N}{2} - 1 \right)$$

$$P(f_{n/2}) = P(f_c) = \frac{1}{N^2} |H_{N/2}|^2 \quad (4)$$

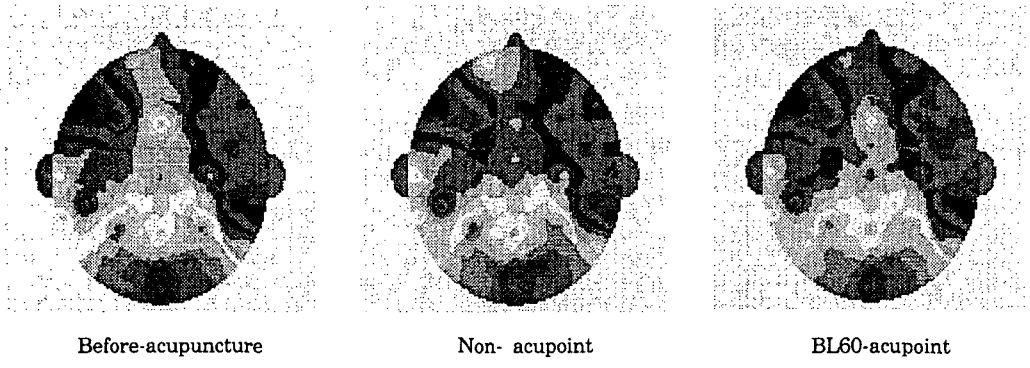
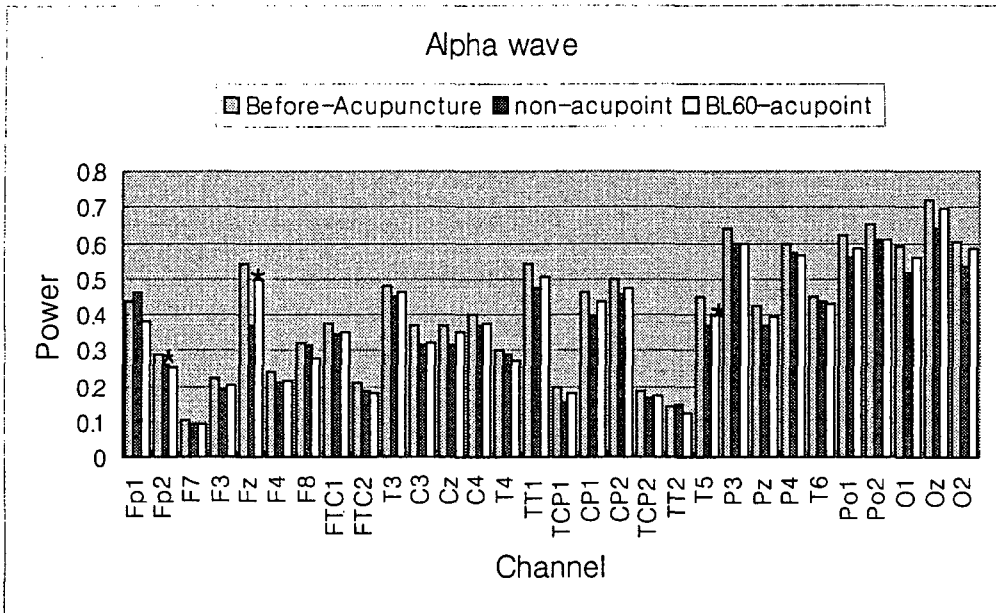


Fig. 2. Distribution of alpha wave of the EEG from 30 channels before and during the EA treatment.

본 논문에서는 one-side 파워 스펙트럼을 사용하였다.

### III. 결 과

뇌파 실험 대상자 10명의 뇌파를 수집 분석하였다. 분석에 포함된 10명의 나이는  $22.4 \pm 0.5$ 였다.

#### 1) a파의 변화

a파의 자침전과 비혈위 자침 후의 비교를 보면, Fz에서  $0.54424333 \pm 0.12885522$ 가  $0.36857595 \pm 0.21006254$ 로 유의성 있는( $p < 0.05$ ) 감소가 있었다. 자침전과 곤륜 자침 후의 비교에서는 Fp2에서  $0.29018420 \pm 0.10204343$ 가  $0.25061390 \pm 0.09445950$ 로 유의성 있는( $p < 0.05$ ) 감소가 있었

곤륜의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향

Table 2. The average values and standard deviations of beta wave of the EEG from 30 channels before and during the EA treatment.

Lead position	β wave			P-value	
	Before-acupuncture treatment	Non- acupoint treatment	BL60-acupoint treatment		
Fp1	.06712688±.02303093	.08944905±.02308890	.09010115±.04625895	.093	.114
Fp2	.04386833±.01291299	.04813330±.01042475	.06110157±.04399717	.594	.260
F7	.02236670±.00655577	.01881463±.00419214	.03266527±.03882878	.646	.799
F3	.03906090±.01215315	.03677011±.00782531	.06028120±.05717590	.859	.074
Fz	.08513350±.02341926	.18999758±.20009610	.11206943±.06508301	.203	.139
F4	.04651340±.01409285	.04511536±.00775760	.06504842±.06052927	.959	.285
F8	.07444520±.02476606	.08183890±.02366476	.09031350±.06025360	.445	.959
FTC1	.08224060±.03702423	.07699717±.01380364	.09595702±.04040393	.721	.241
FTC2	.04630650±.01772581	.04363087±.00791916	.06222207±.06202589	.445	.508
T3	.14690270±.07240184	.12843070±.03402840	.16404805±.06538968	.386	.386
C3	.06241390±.01313791	.06261790±.01062008	.12713567±.14828156	.799	.028*
Cz	.05448480±.01008538	.05586712±.00778540	.06359610±.03030676	.646	.721
C4	.08499480±.02331164	.09175400±.04178906	.11041665±.05883893	.508	.445
T4	.08112010±.01607033	.07894322±.02266461	.09861710±.06686194	.508	.878
TT1	.12017540±.04315615	.11660555±.02530275	.14077258±.06286362	.878	.445
TCP1	.03497310±.00722160	.03018780±.00577941	.03923765±.01807510	.093	.445
CP1	.05568680±.01178260	.05706190±.00918802	.06993550±.03838305	.285	.139
CP2	.06357870±.01468860	.06529782±.01099707	.08717737±.06596667	.508	.114
TCP2	.03827700±.00974378	.03425127±.00671669	.05553852±.05586760	.333	.508
TT2	.02972960±.00974353	.02549050±.00548495	.04545562±.05791459	.285	.959
T5	.05866660±.01393921	.06167365±.01318789	.07858167±.05802064	.508	.333
P3	.08027940±.02554101	.09090017±.02008703	.10450505±.06020643	.093	.093
Pz	.05141800±.01044614	.05414472±.01029539	.06874670±.05373692	.139	.575
P4	.08594320±.02032461	.08390062±.01644213	.10701600±.05343499	.959	.169
T6	.06558330±.01785073	.06743825±.01036042	.08782192±.06068168	.114	.093
Po1	.06982280±.02170606	.07549647±.01850241	.09531740±.06233011	.575	.059
Po2	.07506160±.02171043	.07954450±.01829979	.10258303±.06615547	.333	.022*
O1	.05718430±.01260904	.05807712±.01469905	.08175095±.06217578	.799	.059
Oz	.06435910±.01566288	.07977763±.02374248	.09158700±.05254406	.139	.005*
O2	.05379870±.01131551	.05990944±.01509552	.07920645±.06390365	.333	.037*

다. 또한 T5에서 0.45066733±0.13002031가 0.39881888±0.13424849로 유의성 있는(p<0.05) 감소가 있었다 (Table 1, Fig. 2).

2) β파의 변화

β파의 자침전과 비혈위 자침 후의 비교를 보면 유의성 있는 변화가 없었다. 또한, 자침전과 곤륜 자침 후의 비교에서는 C3에서 0.0390609±0.01215315가 0.0602812±0.0571759로 유의성 있는(p<0.05) 증가가 있었고, Po2에서

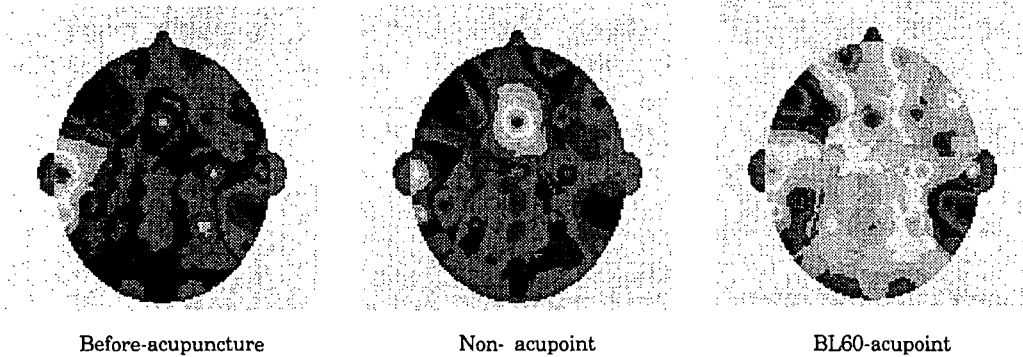
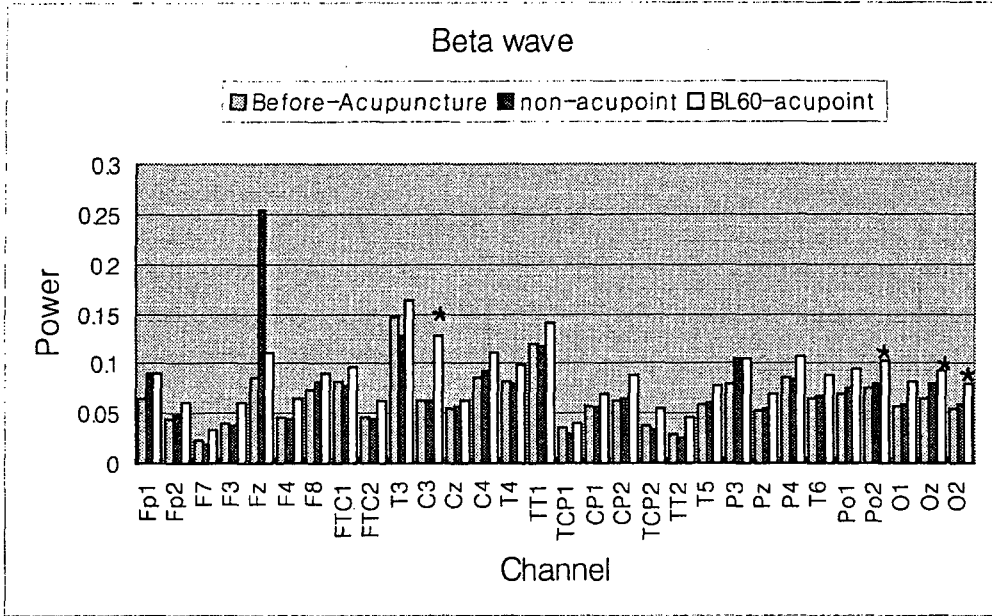


Fig. 3. Distribution of beta wave of the EEG from 30 channels before and during the EA treatment.

0.07506160±0.02171043가 0.10258303±0.06615547로 유의성 있는(p<0.05) 증가가 있었고, Oz에서 0.0643591±0.01566288가 0.091587±0.05254406로 유의성 있는(p<0.01)증가가 있었으며, O2에서 0.0537987±0.01131551가 0.07920645±0.06390365로 유의성 있는(p<0.05) 증가가 있었다 (Table 2, Fig. 3).

### 3) θ파의 변화

θ파의 자침전과 비혈위 자침 후의 비교를 보면 모든 채널에서 유의한 변화가 발견되지 않았다. 자침전과 곤륜 자침 후의 비교에서는 F7에서 0.04084516±0.01084235가 0.03673085±0.01177288로 유의성 있는(p<0.05) 감소가 있었다(Table 3, Fig. 4).



곤륜의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향

Table 3. The average values and standard deviations of theta wave of the EEG from 30 channels before and during the EA treatment.

Lead position	θ wave			P-value	
	Before-acupuncture treatment	Non- acupoint treatment	BL60-acupoint treatment		
Fp1	.16627810±.05407258	.18467775±.06746967	.17190685±.05945192	.445	.333
Fp2	.09868320±.02933347	.09947715±.03665936	.10117370±.02891534	.959	.959
F7	.04084516±.01084235	.03485427±.09193707	.03673085±.01177288	.169	.047
F3	.07792703±.03215670	.08152515±.03287927	.07943605±.03432252	.878	.386
Fz	.17410057±.06590518	.17909455±.10325320	.18670288±.07526176	.878	.386
F4	.08577160±.03420136	.09730987±.03821560	.08853430±.03262389	.285	.799
F8	.12825350±.03875234	.13534550±.03908564	.11929583±.03692787	.646	.445
FTC1	.12145667±.04980153	.14323428±.04260401	.12410550±.05147545	.241	.878
FTC2	.07614730±.03415564	.08385287±.02836041	.07446430±.03312513	.445	.445
T3	.14928010±.05549565	.17991763±.05414506	.15614943±.06123743	.333	.959
C3	.11260493±.04860516	.13057103±.04645148	.11991398±.06529137	.203	.799
Cz	.10832837±.05016350	.13816265±.05429618	.11316627±.06477443	.241	.721
C4	.14410283±.05820091	.16353925±.06448001	.14135113±.06331060	.386	.445
T4	.12290407±.04568290	.11961057±.03162353	.11645825±.04588964	.799	.333
TT1	.13976843±.04437347	.17844243±.05698070	.14892070±.06032130	.114	.878
TCP1	.04973663±.02444629	.05840102±.02760980	.05259767±.02666809	.445	.799
CP1	.09813766±.05811980	.11345410±.04571133	.10179378±.06557343	.575	.508
CP2	.11141323±.06319942	.13201590±.05733627	.11518130±.07068439	.445	.445
TCP2	.05837343±.02456008	.06004237±.02255029	.05954640±.02617375	.959	.508
TT2	.03837833±.01478036	.03894872±.01129899	.03699132±.01420817	.959	.575
T5	.08087723±.03329235	.08815590±.02923692	.08417490±.03485810	.386	.878
P3	.12888507±.06095960	.13722603±.07859799	.13722603±.07859799	.878	.878
Pz	.09288090±.05465474	.10952393±.04551208	.09749435±.05957694	.445	.878
P4	.14253787±.07645502	.16782498±.08088076	.14888828±.08898446	.721	.721
T6	.09639196±.03927587	.10354060±.04024771	.09330275±.04317600	.575	.333
Po1	.11511623±.06390586	.13820920±.06377582	.12277443±.07454039	.445	.799
Po2	.12366123±.06799347	.14658245±.07224999	.12867530±.08393916	.386	.646
O1	.08587270±.04615741	.11457995±.05622677	.08430190±.04896948	.169	.445
Oz	.10248130±.05252502	.14993308±.08484431	.10696898±.07428077	.114	.445
O2	.08514863±.04763852	.10960353±.05387174	.08397195±.05416210	.241	.333

4) δ파의 변화

δ파는 자침전과 비혈위 자침 후, 자침전과 곤륜 자침 후에 모든 채널에서 유의한 변화가 발견되지 않았다(Table 4, Fig. 5).

IV. 고찰

뇌파는 대뇌피질에 있는 수많은 신경세포의 활동전위의 총화(總和)를 기록한 것이다. 1875년 영국의 Caton이 동물의 노출된 뇌표면에서 전기활동을 기록한 이래 1929년 Hans Berger

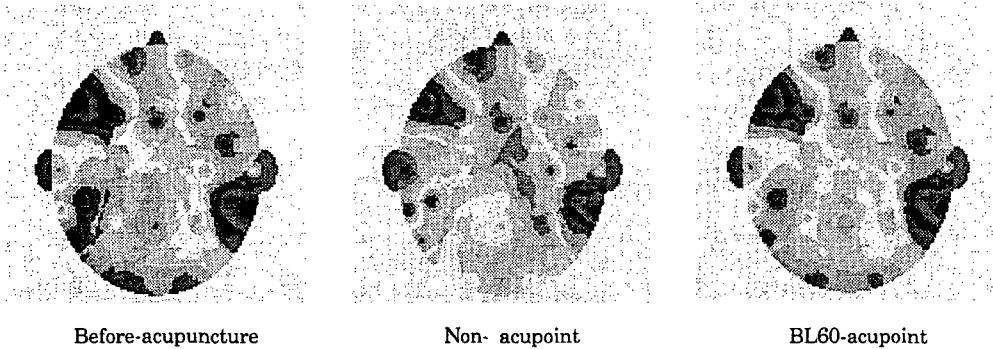
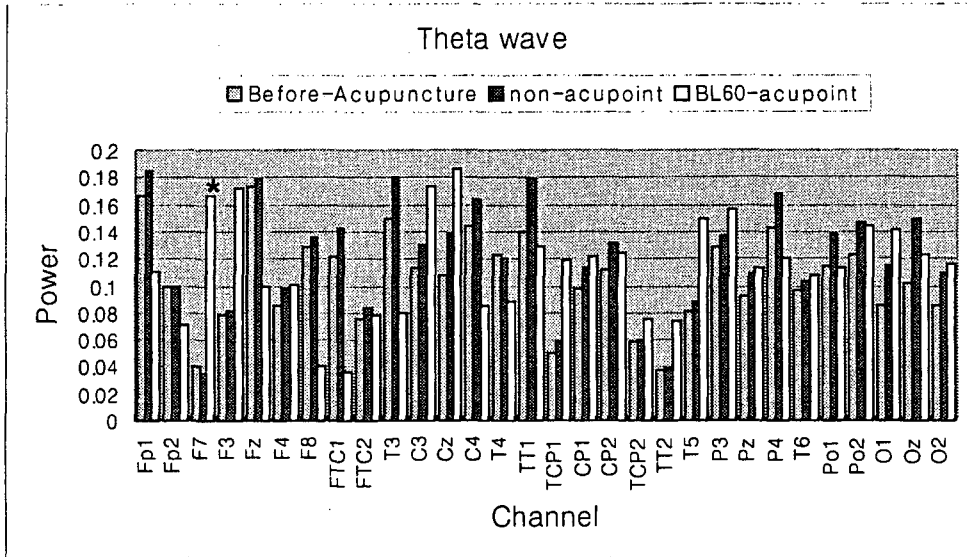


Fig. 4. Distribution of theta wave of the EEG from 30 channels before and during the EA treatment.

가 최초로 사람의 뇌파(EEG)를 측정하여 현재 까지 사용하고 있는 두 가지 주요한 뇌파 패턴을 밝힌바 있다. 상대적으로 증폭이 크고 규칙적인 파를  $\alpha$ (alpha)파라 했고, 증폭이 작고 불규칙적인 뇌파를  $\beta$ (beta)파라 하였으며, 이러한 파를 총칭하여 EEG(Electroencephalogram)라고 명명하였다<sup>17)</sup>.

뇌파는 대뇌피질(cerebral cortex)의 활동 상태에 따라 변동이 일어난다. 대뇌 피질에서 일어

나는 유발전압(evoked potential), 표면피질반응(superficial cortical response) 및 심부직접반응(direct cortical response)에 따라 대뇌에서 발생하는 전기 현상을 대뇌피질의 표면 또는 두피 위에서 기록한 것이다<sup>18)</sup>.

대뇌피질은 대뇌반구(cerebral hemisphere)의 표면을 거의 전역에 걸쳐 덮고 있는 회백질층을 말하고 이곳에 140억개의 신경세포가 있다고 추정된다. 이들 세포가 피질 각 부분별로 별개의

곤륜의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향

Table 4. The average values and standard deviations of delta wave of the EEG from 30 channels before and during the EA treatment.

Lead position	δ wave			P-value	
	Before-acupuncture treatment	None- acupoint treatment	BL60-acupoint treatment		
Fp1	.33677987±.15599199	.26437802±.11743646	.34738255±.13608120	.285	.721
Fp2	.57179263±.11279411	.58990735±.09886659	.57830535±.09567185	.575	.721
F7	.83326457±.04259247	.85112113±.04528038	.83425363±.04963789	.508	.646
F3	.66818410±.08952501	.68748620±.06731104	.65428265±.07217450	.721	.508
Fz	.19852397±.11764323	.18300275±.11833587	.19187375±.09461735	.799	.959
F4	.62884357±.08422485	.64649023±.05890422	.62936050±.08246618	.721	.799
F8	.48716337±.13542281	.46235388±.10000459	.50239645±.10450226	.721	.721
FTC1	.42935810±.11022405	.43217318±.09122512	.41728550±.08266554	.959	.445
FTC2	.66810110±.08298140	.68534002±.05010774	.67743580±.06459787	.878	.721
T3	.21098620±.14561846	.23360878±.09989927	.20328360±.09031841	.285	.646
C3	.44644287±.12794360	.49198257±.06464676	.41620408±.13206541	.333	.169
Cz	.47459277±.12372027	.49207163±.07872673	.47180385±.10165975	.959	.445
C4	.37450580±.10584465	.36145488±.07385044	.36758615±.06470910	.878	.508
T4	.49620047±.15207454	.50391672±.10003347	.50689383±.14290393	.959	.508
TT1	.19050263±.11829960	.22714640±.08584517	.19459838±.09820024	.139	.508
TCP1	.71887587±.08576998	.75850053±.07008754	.72677390±.06949302	.169	.646
CP1	.38369850±.12828199	.43403398±.11454093	.38908515±.11105533	.575	.878
CP2	.32551720±.12084819	.34632155±.10384274	.32130665±.10287814	.721	.241
TCP2	.72142753±.11298545	.74070840±.06727648	.70853698±.10743800	.721	.203
TT2	.79277167±.12607580	.78875077±.07421169	.78813983±.11187982	.959	.959
T5	.41120287±.13710466	.48115130±.13672226	.43489960±.12736730	.169	.114
P3	.14790137±.08756581	.15317140±.08152120	.15317140±.08152120	.333	.333
Pz	.43349303±.13204331	.46942920±.10070541	.44038207±.11733772	.878	.878
P4	.17234217±.10225718	.17777015±.09392969	.17386493±.10094545	.508	.878
T6	.38810173±.15602669	.38859410±.12275970	.38457053±.13808016	.959	.959
Po1	.19154407±.08361645	.22820298±.10461608	.19242220±.07606577	.203	.508
Po2	.14800853±.07659770	.16116703±.08571762	.15636878±.07978504	.646	.878
O1	.26533140±.10589000	.31223617±.13191603	.27004995±.10761672	.445	.575
Oz	.11063990±.07546264	.13222245±.08620482	.09936095±.06060840	.508	.878
O2	.25423263±.10902505	.29466827±.13013469	.25202080±.09920759	.646	.575

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

기능을 분담하고 있다는 학설로서 현재는 어느 정도의 기능 국재(局在)가 확인되고 있다. 그러나 모든 기능이 국재(局在)하고 있는 것은 아니며 전체로서 작용하고 있다고 예측할 수 있는 기능도 있다<sup>19)</sup>. 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 등

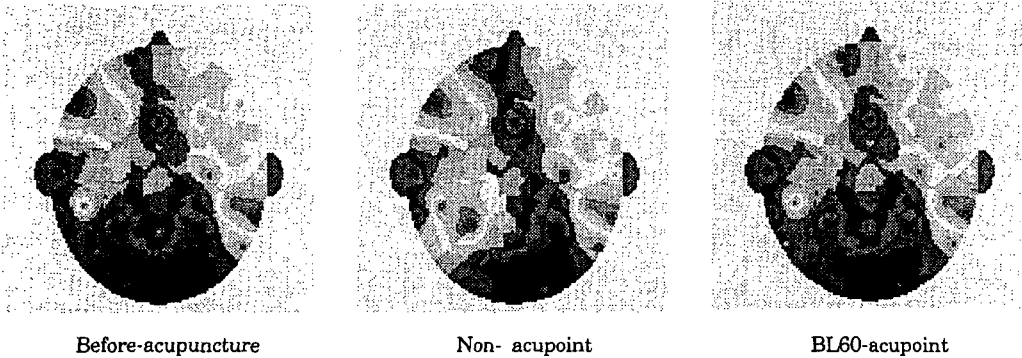
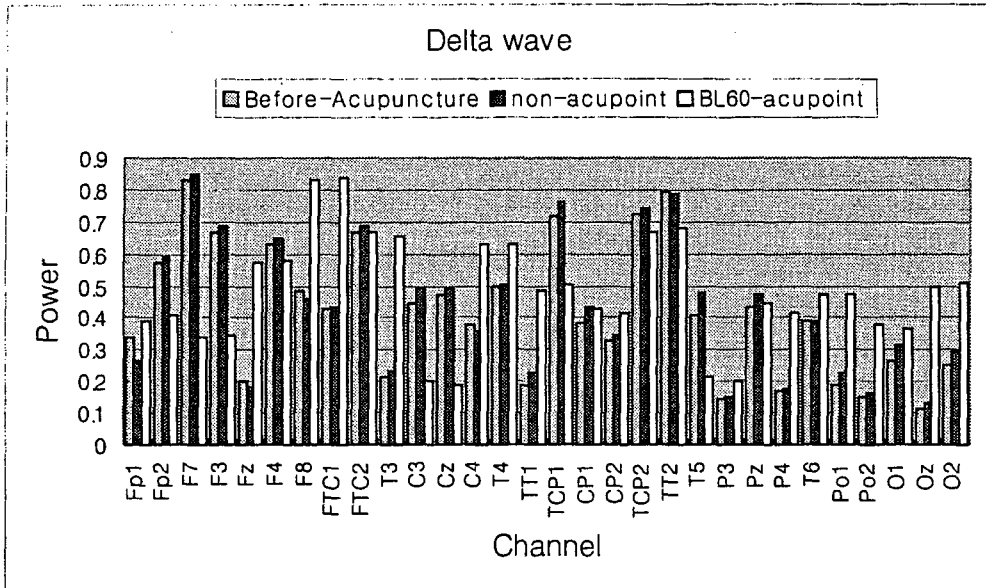


Fig. 5. Distribution of delta wave of the EEG from 30 channels before and during the EA treatment.

을 두피에서 두피전극을 사용하여 기록할 수 있는 것이다<sup>20,21)</sup>.

일반적으로 뇌파는 주파수의 범위 따라 인위적으로  $\delta$ 파(0.2 ~ 3.99 Hz),  $\theta$ 파(4 ~ 7.99 Hz),  $\alpha$ 파(8 ~ 12.99 Hz),  $\beta$ 파(13 ~ 30 Hz)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.

$\delta$ 파(delta wave)는 큰 진폭과 낮은 주파수를

## 근륜의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향

갖는 파로서 일반적으로 20 ~ 200 $\mu$ V의 진폭을 보이며, 0.2 ~ 3.99Hz의 주파수 영역에 해당하는 신호다.  $\theta$ 파와 함께 서파(徐波)라 한다. 젓먹이, 유아의 각성시 및 소아, 성인의 수면시 뇌의 여러 부위에서 나타나며, 병적으로는 뇌종양, 뇌염, 의식장애 등에서 볼 수 있다.

$\theta$ 파(theta wave)는 일반적으로 20 ~ 100 $\mu$ V의 진폭을 보이며, 4 ~ 7.99Hz의 주파수 영역에서 측정되는 신호로서 아동에게 흔히 나타나며, 성인은 경계심이 감소되었을 때 나타난다. 전두엽, 측두엽에서 두드러지게 나타나며, 진폭은 높기도 하고, 낮기도 하며, 높은 것은 수백  $\mu$ V에 미치는 것도 있다. 불유쾌하거나 졸린 경우에 잘 나타난다.

$\alpha$ 파(alpha wave)는 안정파라고도 하는데, 20 ~ 60 $\mu$ V의 진폭을 보이며 8 ~ 12.99Hz의 주파수 영역을 가진다. 정상성인의 각성, 안정, 폐안(蔽眼) 상태에서 잘 보여지며, 후두엽과 두정엽에서 진폭이 큰 율동성 파가 우세하다. 세분화하여 slow alpha(8-9.99Hz), fast alpha(10-12.99Hz)로 구분한다.

$\beta$ 파(beta wave)는 활동파라고도 하며, 20 $\mu$ V 이하로서 전두엽·중심엽·측두엽에서 비교적 많이 나타난다. 불안, 긴장, 암산 등의 정신활동 및 개안, 자극 통증 등의 흥분에 의해  $\alpha$ 파가 억제되어 진폭이 작은 속파가 돌발적으로 나타난다. 또한, 시각 청각 촉각 미각 후각과도 깊은 관련이 있다고 본다. 세분화하여 slow beta(13-19.99Hz), fast beta(20-30Hz)로 구분한다.

본 실험에서 쓰여진 곤륜은 족태양방광경의 경화혈(經火穴)로서 祛太陽經邪, 理胞宮滯血, 舒筋化濕, 健腰強腎, 消腫止痛, 清頭明目 등의 혈성(穴性)을 지니고 腰痛, 腰背神經痛, 坐骨神經痛, 下肢癱瘓, 膝踝關節炎, 後頭痛, 小兒發癩, 癩疾, 高血壓, 頭項強痛, 神經性頭痛, 偏頭痛, 難

産 등의 질환에 널리 응용되었다<sup>10,22</sup>.

침치로의 기전을 밝히기 위한 실험적 방법의 일환으로 국내의 많은 연구자들이 뇌파를 이용한 연구를 시행하여 왔다<sup>2,5,8,21</sup>. 그러나 아직 많은 연구가 진행되지 않은 관계로 각각의 경혈에 반응하는 전체적인 뇌파의 변화를 보고한 논문은 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 임상에서 각종 후두부 질환을 비롯하여 요부통증, 하지부 질환 및 안질환에 사용되어온 곤륜이 뇌기능에 영향을 줄 것이라는 예측 하에 정상인의 뇌파 자료를 수집하여 파워 스펙트럼 분석을 시도하였다. 또한 비혈위 자침을 통하여 뇌파의 변화를 혈위 자침시와 비교 하였다.

스펙트럼 분석은 시계열데이터를 퓨리에 변환의 과정을 거쳐 주파수 영역으로 변환하여 주파수 성분을 파악하는 방법으로 뇌파신호 뿐만이 아니라 통신분야 음성처리분야 등에서도 널리 사용되는 방법이다. 주파수 영역은  $\delta$ 파(0.2 ~ 3.99 Hz),  $\theta$ 파(4 ~ 7.99 Hz),  $\alpha$ 파(8 ~ 12.99 Hz),  $\beta$ 파(13 ~ 30 Hz)로 구분하여 분석하여 다음과 같은 유의성 있는 결과를 얻었다.

$\alpha$ 파는 자침전과 비혈위 자침 후의 비교에서는 Fz에서 유의성 있는(p<0.05) 감소가 있었다. 자침전과 곤륜 자침 후의 비교에서는 Fp2, T5에서 유의성 있는(p<0.05) 감소가 있었다

$\alpha$ 파는 두정부와 후두부의 후각 영역에서 주로 나타나며 눈을 조용히 감고 쉬고 있을 때 정신을 집중했을 때 주로 나타난다<sup>23</sup>.  $\alpha$ 파는 기능적으로 기억의 과정, 감각 반응, 운동의 진행 등과 관련이 있다. 감각 반응으로서의  $\alpha$ 파는 감각 자극에 대한 중추신경계의 반응으로 인하여 대뇌 피질과 피질 내에서 기록되어 진다<sup>24</sup>. 또한, 어떤 정신적 또는 육체적 활동을 하게되면,  $\alpha$ 파는 일반적으로 크기가 감소하거나 사라진다<sup>20</sup>.

이상에서  $\alpha$ 파의 변화는 족외과 후 5분<sup>25)</sup>에 위치한 곤륵과 둔부의 자극에 의하여 발생하는 감각자극이 체성감각 신호를 유발하여 변화가 발생한 것으로 사료된다<sup>24)</sup>.

$\beta$ 파는 자침전과 곤륵 자침 후의 비교에서는 C3, Po2, O2 에서 유의성 있는( $p < 0.05$ ) 증가가 있었고, 또한 Oz에서 유의성 있는( $p < 0.01$ ) 증가가 있었다. Florian C 등<sup>26)</sup>은  $\beta$ 파의 활동이 혈류내 Cortisol 호르몬의 분비량의 증가와 관련이 있고, 명료한 각성 상태를 유지 시켜준다고 하였다. 또한 Lorenzo I 등은<sup>27)</sup>  $\beta$ 파의 증가는 각성을 유지하려는 증진된 작용의 결과라고 하였다. 즉  $\beta$ 파의 활동성은 중추 각성의 지시자로서 HPA(hypothalmo-pituitary -adrenal) 축의 조절과 밀접한 관련이 있다고 하였다.

Cortisol은 부신피질에서 분비되는 호르몬으로 뇌하수체 전엽에서 분비되는 ACTH에 의해 분비 조절된다.<sup>28)</sup> 침 자극에 의한 Cortisol의 분비 증가에 대한 연구가 진행 되었으며<sup>29)</sup>, 최근 전침 자극에 의하여 시상하부 신경핵들이 활성화 되고, 시상하부-뇌하수체-부신피질 (HPA hypothalmo-pituitary-adrenal) 축의 호르몬 분비에 매우 중요한 영향을 나타냄을 보여주었다<sup>30,31)</sup>.

조<sup>5)</sup> 등은 곤륵 등의 경혈 자극을 통하여 후두부 대뇌피질 즉 시각영역 부위에서의 f-MRI의 변화를 보고하였다.

이상에서  $\beta$ 파의 변화는 곤륵 자극에 의하여 발생하는 감각자극이 뇌의 시상하부와 대뇌피질의 활성화에 영향을 주는 것으로 보이며, 내분비계의 변화를 유도하여 진통작용을 유발하는 것으로 사료된다.

$\delta$ 파는 자침전과 비혈위 자침 후, 자침전과 곤륵 자침 후에 모든 채널에서 유의한 변화가 발견되지 않았다.

$\theta$ 파는 자침전과 비혈위 자침 후의 비교에서는 모든 채널에서 유의한 변화가 발견되지 않았다. 자침전과 곤륵 자침 후의 비교에서는 F7에서 유의성 있는( $p < 0.05$ ) 감소가 있었다.

$\theta$ 파는 정서적으로 불안한 상태에 있거나 주위가 산만할 때 주로 나타나는데, 자침으로 인한 불안감이 영향을 준 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 실험은 곤륵(BL6)의 침 자극 전후와 비혈위 침 자극 전후의 뇌파를 측정하여 이를 파워스펙트럼 분석을 하여 비교하였을 때 나타나는 EEG 측정 부위에서의 유의성 있는 변화를 관찰한 것이다.  $\alpha$ 파의 변화는 자침전과 비혈위 자침 후의 비교에서는 Fz부위에서 변화를 보였으며, 자침전과 곤륵 자침 후의 비교에서는 Fp2, T5에서 감소가 있었다.  $\beta$ 파는 자침전과 곤륵 자침 후의 비교에서는 C3, Po2, O2, Oz에서 유의성 있는 증가가 있었다. 이러한 사실들은 곤륵의 전침 자극이 대뇌피질의 활성화에 어떠한 영향을 주는 지 또한, 이로 인하여 인체 내분비계에는 어떠한 변화가 유도되는 지를 예측할 수 있었고, 향후 대뇌 피질과 내분비계의 연구 성과에 따라 곤륵 자침의 임상적 효능을 효과적으로 증명할 수 있으리라 사료된다.

## 참고문헌

1. 김응수, 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 신 연구 부록. 서울 : 한국한의학연구소. 1997 : 1-25.
5. Cho ZH, Chung SC, Jones JP, Park JB, Park HJ, Lee HJ, Wong EK, Min BI. New findings of the correlation between acupoints and corresponding brain cortices using functional MRI. PNAS. 95 : 2670-3
6. 송종규, 임규상, 김경식. 침자가 만성요통의 혈장내  $\beta$ -endorphin, ACTH 및 Cortisol 함량에 미치는 영향. 대한침구학회지. 1989 ; 6(1) : 63-82.
7. 조장희, 김경요, 김형균, 이병렬 등 : 침자극이 대뇌피질의 활성화에 미치는 영향, 대한침구학회지. 2001 ; 18(3) : 105-13.
8. Park HJ, Park JB, Lee HS, Kim KS, Kang SK, Min BI, Lee HJ. Acupuncture Induces of Alpha wave in EEG. Korean Journal of Oriental Medicine. 2001 ; 1(1) : 21-6.
9. Lee CH, Jung HS, Lee TY, Lee SR, Yuk SW, Lee KG, Lee BH. Studies of central neural pathways to the stomach and Zusanli(ST36). America Journal of Chinese Medicine. 2001 ; 29(2) : 211-20.
10. 郭長青 等主編. 針灸學現代研究與應用. 北京 : 學苑出版社. 1998 : 365-6.
11. 路加鍼灸研習中心王. 鍼灸大成校釋. 臺北 : 啓業書局. 中華民國 76년 : 853-4.
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, Osselton JW, Shaw JC. 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. 두문자열의 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. 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. 임종국 : 침구 치료학. 서울 : 집문당. 2001 : 384-5.
23. 김종대, 범진피, 성기월, 이옥경. 인체생리학. 서울 : 정문각. 1999 : 231-3.
24. Bacar E, Schurmann M, Bacar-Eroglu C, Karakac S. 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. Florian Chapotot, Claude Gronfier, Christophe Jouny, Alain Muzet, Gabrielle

- Brandenberger. Cortisol Secretion Is Related to Electroencephalographic Alertness in Human Subjects during Daytime Wakefulness. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1998 ; 83 : 4263-8.
27. Lorenzo I, Ramos J, Arce MA, Guevara M, Corsi-Cabrera M. Effect of total sleep deprivation on reaction time and waking EEG activity in man. *Sleep.* 1995 ; 18 : 346-54.
28. 조성태, 이호섭, 김경식. 애구가 가토 혈장 Aldosterone, Antidiuretic Hormone, Cortisol 농도 및 Renin 활성도에 미치는 영향. *대한침구학회지.* 1991 ; 8(1) : 241-54.
29. 권용택, 최용태, 이윤호, 안병철. Laser침이 백서의 부신피질기능에 미치는 영향. *경희의학.* 1987 ; 3(1) : 73-81.
30. 손영주, 원란, 정혁상, 김용석, 박영배, 손낙원. 자침자극에 의한 흰쥐 중추신경계내 대사 활성 변화의 영상화 연구. *대한침구학회지.* 2001 ; 18(3) : 56-68.
31. 송종규, 김경식, 임규상. 침자가 만성요통의 혈장내  $\beta$ -endorphin ACTH 및 Cortisol 함량에 미치는 영향. *대한침구학회지.* 1989 ; 6(1) : 63-82.
32. Cooley JW, Tukey JW. An algorithm for machine calculation of complex Fourier series. *Math Comput.* 1965 ; 19 : 297-301.