

신문(H₇) 전침 자극이 EEG의 변화에 미치는 영향

서상수¹ · 권순철¹ · 이상룡¹

¹우석대학교 한의과대학 경혈학교실

The Effect of Electroacupuncture at the H₇ (Shinmun) on the EEG

Sang-Soo Seo¹, Sun-Cheol Kwon¹, Sang-Ryong Lee¹

¹Dept. of Meridian & Acupoint, College of Oriental Medicine, Woosuk University

Abstract

Objectives : The aim of this study was to examine the effects of electroacupuncture(EA) at the H₇ (Shinmun) 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. 32 channel EEG study was carried out in 9 subjects (9 males; age=25,8 years).

Results : In alpha band, the power values at Fp2 channels(p<0.05) during the H₇-acupoint treatment significantly were decreased.

In beta band, the power values at Fp1, Fp2 channels(p<0.05) during the H₇-acupoint treatment significantly were decreased.

In delta and theta band, the power values at the H₇-acupoint treatment significantly was increased than the before-acupuncture treatment.

Conclusions : This results suggest that electroacupuncture at the H₇ is significantly in beta band of EEG.

Key words : Electroacupuncture, EEG, H₇ (Shinmun), Complexity, Power spectrum.

I. 서 론

경락과 경혈은 고대 의가들이 장기적인 의료 실천과정을 거쳐 경험적으로 획득된 인체의 생리 병리 진단의 효율적인 반응점으로 침구치료의 이론적 근거가 되고 있다¹⁾.

최근 이러한 경락과 경혈의 실체에 대한 실험적 연구가 다각적으로 진행되고 있는데 대체로 형태학적 전기생리학적 또는 생물물리학적 측면

에서의 연구와 침구치료의 임상 효과에 대한 연구가 주종을 이루고 있다²⁾.

특히 경혈의 침자극이 체표의 온도변화³⁾에 미치는 영향, 생체전위변화⁴⁾ 및 다양한 물리적 특성에 의한 연구와 방사성동위원소⁵⁾, 뇌파^{6,7,8,10)}, f-MRI⁹⁾ 등을 이용하여 경락과 경혈의 실체에 대한 실험적 접근을 시도하고 있다¹¹⁾. 그러나 아직도 경락과 경혈의 실체에 대한 명쾌한 실험적 규명이 어려운 실정이다.

뇌파는 대뇌피질에서 일어나는 유발전압(evoked potential), 표면피질반응(superficial

• 교신저자: 이상룡, 전북 완주군 삼례읍 후정리 우석대학교 한의과대학 경혈학교실, Tel. 063-290-1563, E-mail: lsr@korea.com

• 접수: 2004/02/18 • 수정: 2004/03/05 • 채택: 2004/03/10

cortical response) 및 심부직접반응(direct cortical response)에 따라 대뇌에서 발생하는 전기 현상을 대뇌피질의 표면 또는 두피 위에서 기록한 것으로, PET, MRI 등과 같은 다른 뇌기능 측정 장비에 비해 측정이 간편하며 경제적 부담이 적고 시간해상도가 높아서 빠르게 변하는 뇌기능 연구에 적합하다¹²⁾.

이에 본 저자는 뇌파를 이용하여 경락과 경혈의 기능적 현상에 대한 원리를 규명해보고자 했다.

침자극과 뇌와의 상관관계에 대한 실험적 연구로는 박⁶⁾, 박⁷⁾, 이¹³⁾, 이⁸⁾ 등이 있는데 조 등¹⁴⁾은 침자극이 대뇌피질의 활성화에 영향을 미친다고 발표하였고 조 등⁹⁾은 崑崙 등 足太陽膀胱經의 족부위 경혈을 이용하여 안질환의 치료와 관련이 있음을 실험보고 했으며 이^{8,33)} 등은 내관, 곤륜 전침 자극이 대뇌피질의 활성화와 인체 내분비계에 미치는 영향을 뇌파를 통해 실험보고 하였고 김 등¹⁵⁾은 곤륜의 진통효과를 실험보고한 바 있다.

본 실험에서는 수소음심경의 원혈로서 安心寧神, 清心熱, 鎮靜의 혈성을 지닌 신문(H7)¹⁾에 전침 자극을 하여 유도되는 뇌파변화를 파워스펙트럼(power spectrum) 분석하여 비교 관찰하였다.

II. 실험

1. 대상

전북 완주에 위치한 우석대학교 한의과대학 한의학과 1학년 남학생 9명으로 평균연령은 25.8세이고, 신체적 또는 정신과적 질환이 없는 건강한 상태의 모든 대상자들에게 검사 2주일 전부터 약물사용을 제한하였고 음주는 1주일 전부터 제한하였으며 검사 전날에는 특별한 활동

을 하지 않고 일상생활을 유지하도록 하여 실험에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들을 가능한 배제토록 하였다. 실험 기간은 2003년 9월 7일부터 10월 21일까지이다.

2. 재료 및 방법

실험은 조명을 어둡게 한 검사실에서 측정전 30분간 안정을 취하게 한 후에 검사를 시행하였다. 침은 길이 4.0 cm, 굵기 0.3 mm의 호침(동방침구제작소, KOREA)을 사용하였으며, 전기자극은 Cefar-Acus II (Hipoland, Sweden)를 사용하였다. 경혈의 취혈은 掌後銳骨端 陷中 을 취하였다¹⁾. 자극은 자침깊이 0.5 cm 정도를 유지시켰으며 자극량과 지속시간은 180 μ s 주파수 80 Hz 최대전류 1 mA를 15분간 양측에 지속적으로 주었다.

1) 뇌파기록

머리에 부착하는 전극의 배치는 국제 뇌파 및 임상 뇌대사 학회연맹에서 추천하는 국제 10~20시스템^{21,22)}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(Electro-Cap, USA)을 피험자의 머리에 국제 10-20 시스템 전극법의 위치에 맞게 씌웠다. 뇌파 아날로

신문(H₇) 전침 자극이 EEG의 변화에 미치는 영향

그 신호를 출력 단자에 연결된 개인용 컴퓨터에 설치한 아날로그-디지털 전환기를 통하여 디지털 신호로 바꾸어 epoch 단위로 컴퓨터에 저장하였다. 저장된 자료는 200 epoch(1 epoch = 1 초) 동안 256 Hz의 표본 추출 속도로 연속적으로 디지털화 시키는 프로그램을 이용하여 수집하였다.

실험 대상자들은 모든 실험 과정에서 자극 전, 자극 직후, 자극 5분 후, 자극 10분 후, 자극 15분 후로 구분하여 총 5회 연속 측정하였다.

2) 자료분석

외관 자극 전, 외관 시간대별 자극 후 뇌파의 변화를 알아보았다. 수집된 뇌파 신호는 epoch(1초)로 끊어서 FFT를 하고 난 후에 파워 스펙트럼(Power spectrum) 분석을 하였다. 스펙트럼 분석은 δ (0.2~3.99 Hz), θ (4~7.99Hz), α (8~12.99Hz), 그리고 β (13~30Hz)의 4개의 주파수 구간대별로 나누어서 시행하였다. 파워 스펙트럼분석은 Complexity 1.0(LAXTHA Co., KOREA)을 사용하였고, 분석된 자료 중 자극 직후, 5분 후, 10분 후, 15분 후 총 4구간의 평균을 자극 후로 하였다. 자극 전과 후 그룹간의 차이를 통계프로그램 SPSSWIN(version 10)을 이용하여 Wilcoxon의 부호화 순위검정²³⁾으로 통계결과를 얻었다.

파워 스펙트럼(Power Spectrum)²⁴⁾

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 분

석을 하는데 정보를 제공할 수 있다. 이때 중요한 문제는 시간영역의 데이터를 어떻게 주파수 영역으로 옮기냐 하는 것이다.

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.

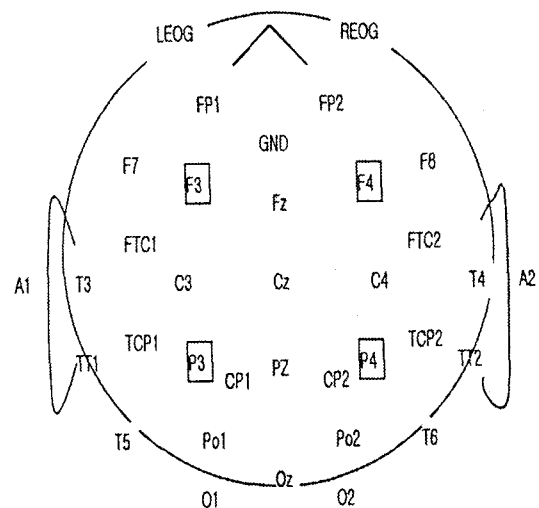


Figure 1. Ten-twenty electrode system

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

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. 이를 개선하기 위해 1942년에 Danielson과 Lanczos에 의해서 FFT(Fast Fourier Transform; 빠른 푸리에 변환)가 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 이상 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 불리는데 Pow-

er 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 주파수 영역에 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.

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

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

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

$$P(f_n) = \frac{1}{N^2} [|H_n|^2 + |H_{N-n}|^2] \quad n=1, 2, \dots, (\frac{N}{2}-1) \quad (4)$$

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

본 논문에서는 one-side 파워 스펙트럼을 사용하였다.

III. 결 과

뇌파 실험 대상자 9명의 뇌파를 수집 분석하였다. 분석에 포함된 9명의 나이는 25.8세였다.

신문(H7) 전침 자극이 EEG의 변화에 미치는 영향

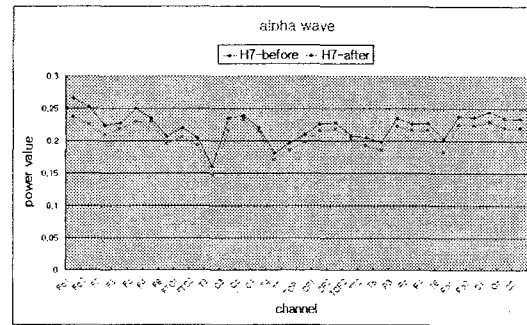
Table 1. The average values of α wave of the EEG from 30 channels before and after the electroacupuncture treatment.

Lead position	α wave		Wilcoxon signed ranks test
	H7-acupoint treatment		
	Before acupoint treatment	After acupoint treatment	H7
Fp1	0.265878	0.236529	0.051
Fp2	0.252695	0.224786	0.038*
F7	0.223769	0.209015	0.374
F3	0.227196	0.219064	0.678
Fz	0.250166	0.229056	0.26
F4	0.234981	0.229602	0.953
F8	0.206575	0.194808	0.374
FTC1	0.219747	0.206192	0.594
FTC2	0.20464	0.193118	0.374
T3	0.160942	0.147658	0.214
C3	0.234659	0.216462	0.594
Cz	0.239257	0.233291	0.953
C4	0.219983	0.215188	0.767
T4	0.180859	0.170943	0.441
TT1	0.196881	0.184985	0.515
TCP1	0.209963	0.198464	0.594
CP1	0.226705	0.215728	0.594
CP2	0.228126	0.218016	0.678
TCP2	0.207934	0.203093	0.953
TT2	0.20527	0.192653	0.374
T5	0.197922	0.185482	0.515
P3	0.234783	0.222724	0.594
Pz	0.226619	0.216284	0.594
P4	0.227861	0.217019	0.594
T6	0.203032	0.182271	0.066
Po1	0.238085	0.225262	0.515
Po2	0.23633	0.224047	0.515
O1	0.244874	0.229458	0.374
Oz	0.234999	0.220024	0.314
O2	0.234476	0.21988	0.515

* p < 0.05 (Wilcoxon signed ranks test)

1) α 파의 변화

α 파는 신문 자극 전과 후에 Fp2 채널에서 유의한(p<0.05) 변화가 발견되었고 전체적으로 감소하였다 (Table 1, Graph 1, Figure 2).



Graph 1. The changes of average values in α wave of EEG before and after electroacupuncture treatment.

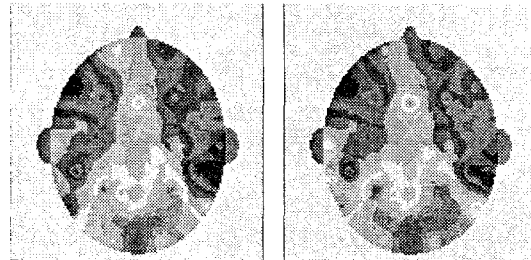


Figure 2. Topographical display of EG activity within the α range due to H7 treatment.

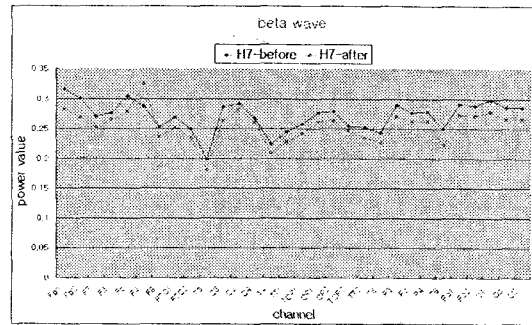
Table 2. The average values of β wave of the EEG from 30 channels before and after the electroacupuncture treatment.

Lead position	β wave		Wilcoxon signed ranks test
	H7-acupoint treatment		
	Before acupoint treatment	After acupoint treatment	H7
Fp1	0.316229	0.282266	0.011*
Fp2	0.30056	0.268609	0.015*
F7	0.270507	0.251507	0.11
F3	0.276405	0.265083	0.767
Fz	0.30538	0.278882	0.374
F4	0.286975	0.324883	0.859
F8	0.252446	0.236428	0.26
FTC1	0.268919	0.250792	0.441
FTC2	0.249775	0.234534	0.314
T3	0.198845	0.18047	0.11
C3	0.286173	0.263244	0.594
Cz	0.291764	0.282333	0.767
C4	0.267978	0.260557	0.859
T4	0.223764	0.208775	0.26
TT1	0.24486	0.227532	0.374
TCP1	0.257924	0.242033	0.441
CP1	0.277006	0.262112	0.594
CP2	0.278996	0.264066	0.594
TCP2	0.25466	0.246733	0.953
TT2	0.253039	0.23468	0.314
T5	0.244275	0.226856	0.173
P3	0.290154	0.271174	0.314
Pz	0.276847	0.262741	0.594
P4	0.278605	0.26285	0.594
T6	0.250357	0.222431	0.066
Po1	0.290438	0.272835	0.515
Po2	0.288635	0.271871	0.441
O1	0.298884	0.278412	0.26
Oz	0.285836	0.266541	0.214
O2	0.285741	0.266452	0.26

* p < 0.05 (Wilcoxon signed ranks test)

2) β 파의 변화

β 파는 신문 자극 전과 후에 Fp1, Fp2 채널에서 유의한(p<0.05) 변화가 발견되었고 전체적으로 감소하였다 (Table 2, Graph 2, Figure 3).



Graph 2. The changes of average values in β wave of EEG before and after electroacupuncture treatment.

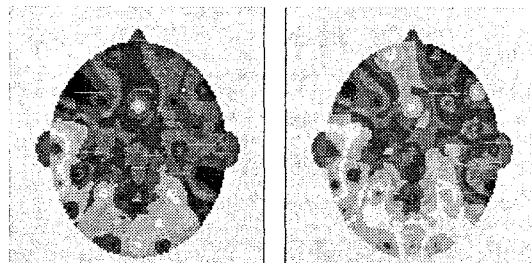


Figure 3. Topographical display of EEG activity within the β range due to H7 treatment.

신문(H7) 전침 자극이 EEG의 변화에 미치는 영향

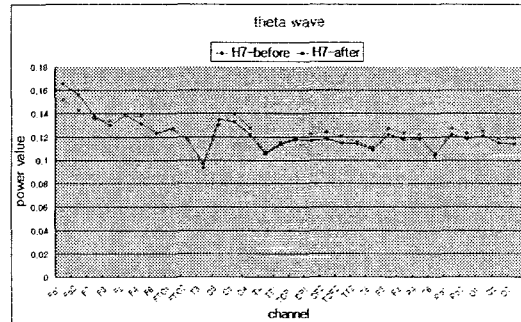
Table 3. The average values of θ wave of the EEG from 30 channels before and after the electroacupuncture treatment.

Lead position	θ wave		Wilcoxon signed ranks test
	H7-acupoint treatment		
	Before acupoint treatment	After acupoint treatment	H7
Fp1	0.165747	0.151801	0.139
Fp2	0.156426	0.14312	0.11
F7	0.137762	0.135604	0.859
F3	0.129998	0.133519	0.441
Fz	0.138729	0.138182	0.678
F4	0.131378	0.138011	0.26
F8	0.123488	0.122973	0.953
FTC1	0.127907	0.126642	0.594
FTC2	0.117292	0.118018	0.594
T3	0.097066	0.093376	0.594
C3	0.134948	0.130282	0.859
Cz	0.132642	0.139653	0.594
C4	0.122012	0.127909	0.26
T4	0.105441	0.106843	0.767
TT1	0.113961	0.114919	0.859
TCP1	0.117958	0.119534	0.859
CP1	0.117089	0.122509	0.515
CP2	0.118392	0.123895	0.594
TCP2	0.114891	0.120462	0.678
TT2	0.114376	0.115485	0.767
T5	0.109101	0.111031	0.767
P3	0.122602	0.127474	0.374
Pz	0.117834	0.123433	0.678
P4	0.118614	0.122533	0.953
T6	0.105621	0.102189	0.374
Po1	0.12237	0.127183	0.767
Po2	0.118409	0.123114	0.594
O1	0.121327	0.124874	0.678
Oz	0.114771	0.118521	0.953
O2	0.114337	0.119036	0.678

* p < 0.05 (Wilcoxon signed ranks test)

3) θ 파의 변화

θ 파는 신문 자극 전과 후에 모든 채널에서 유의한(p<0.05) 변화가 발견되지 않았지만 전체적으로 증가하였다 (Table 3, Graph 3, Figure 4).



Graph 3. The changes of average values in θ wave of EEG before and after electroacupuncture treatment.

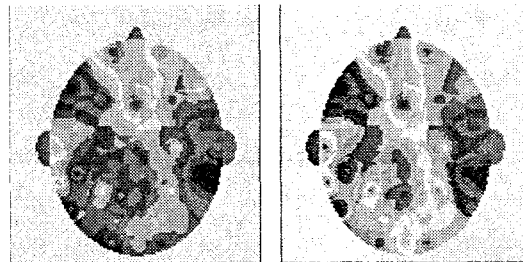


Figure 4. Topographical display of EEG activity within the θ range due to H7 treatment.

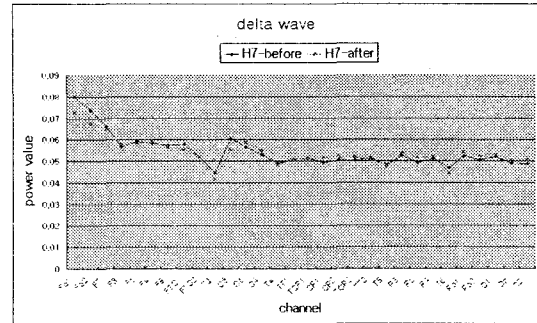
Table 4. The average values of δ wave of the EEG from 30 channels before and after the electroacupuncture treatment.

Lead position	δ wave		Wilcoxon signed ranks test
	H7-acupoint treatment		
	Before acupoint treatment	After acupoint treatment	H7
Fp1	0.080008	0.072442	0.314
Fp2	0.073823	0.067521	0.214
F7	0.066466	0.064819	0.594
F3	0.056837	0.057799	0.594
Fz	0.059073	0.058351	0.594
F4	0.058383	0.059004	0.374
F8	0.057285	0.056495	0.953
FTC1	0.05782	0.055383	0.26
FTC2	0.052118	0.051769	0.678
T3	0.044544	0.041851	0.314
C3	0.06066	0.055187	0.515
Cz	0.056464	0.058617	0.953
C4	0.052934	0.054706	0.678
T4	0.048698	0.048383	0.441
TT1	0.050853	0.05082	0.767
TCP1	0.051453	0.051401	0.889
CP1	0.049253	0.051419	0.953
CP2	0.050646	0.05225	0.859
TCP2	0.050299	0.051851	0.767
TT2	0.051578	0.050892	0.441
T5	0.047789	0.047951	0.678
P3	0.052572	0.053731	0.953
Pz	0.049278	0.051536	0.859
P4	0.051133	0.051968	0.953
T6	0.046763	0.044177	0.441
Po1	0.052194	0.054093	0.859
Po2	0.050651	0.052289	0.767
O1	0.052002	0.052945	0.953
Oz	0.048916	0.050218	0.767
O2	0.048873	0.050485	0.953

* p < 0.05 (Wilcoxon signed ranks test)

4) δ 파의 변화

δ 파는 신문 자극 전과 후에 모든 채널에서 유의한(p<0.05) 변화가 발견되지 않았지만 전체적으로 미세하게 증가하였다 (Table 4, Graph 4, Figure 5).



Graph 4. The changes of average values in δ wave of EEG before and after electroacupuncture treatment.



Figure 5. Topographical display of EEG activity within the δ range due to H7 treatment.

IV. 고 찰

뇌파(Electroencephalogram, EEG)는 뇌를 구성하고 있는 신경세포군들의 총체적인 전기적 활동을 일컫는 것으로 1875년 영국의 Caton이 동물의 노출된 뇌표면에서 전기활동을 기록한 이래 1929년 Hans Berger가 최초로 사람의 뇌파를 측정하였다¹⁷⁾.

뇌파는 대뇌피질에서 일어나는 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. PET, MRI 등과 같은 고가의 뇌기능 측정 장비에 비해 측정이 간편하며 경제적 부담이 적고 시간해상도가 높아서 빠르게 변하는 뇌기능 연구에 적합하다²⁹⁾.

특히 간질의 진단 치료 경과 등을 평가하기 위해 임상에서 널리 응용되는 유일한 뇌검사법이다. 중추신경계에 상존하는 아주 작은 전기적 흐름을 두피를 통해 포착하여 그 전위차를 이용해 파형을 구성하며 이를 종이에 그리거나 화면을 통해 관찰하므로써 뇌의 전기생리적 현상을 분석하게 된다³⁴⁾.

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 국재(局在)가 확인되고 있다. 그러나 모든 기능이 국재(局在)하고 있는 것은 아니며 전체로서 작용하고 있다고 예측할 수 있는 기능도 있다²⁶⁾. 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^{10,27)}.

일반적으로 뇌파는 주파수의 범위 따라 인위적으로 δ 파(0.2 ~ 3.99 Hz), θ 파(4 ~ 7.99 Hz), α 파(8 ~ 12.99 Hz), β 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.

δ 파는 불규칙적인 큰 진폭과 낮은 주파수를 갖는 파로서 일반적으로 0.2 ~ 3.99 Hz의 주파수 영역에 해당하는 신호다. δ 파는 주로 정상인의 깊은 수면이나 신생아에서 많이 나타나는 데, 만약 깨어 있는 사람에게서 δ 파가 나타날 때는 뇌종양이나 뇌염 의식장애의 경우로 본다.

θ 파는 규칙적인 서파로 일반적으로 4 ~ 7.99 Hz의 주파수 영역에서 측정되는 신호로서 아동에게서 흔히 나타나며 성인에게서는 경계심이 감소되어 정서안정 상태 또는 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타나는 파로 풀린 경우에 잘 나타난다. 특히 θ 파 중 7 ~ 8 Hz 영역에 해당하는 파를 Fm θ 파라 하는데 불안이 해소되고 주의집중력이 높아질 때 주로 나타난다.

안정파로 불리는 α 파는 8 ~ 12.99 Hz의 주파수 영역을 가지며, 긴장이완과 같은 편안한 상태에서 주로 나타나며, 안정되고 편안한 상태일수록 진폭이 증가한다. 일반적으로 규칙적인

파동의 형태로서 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 α 저지라고 한다. α 파는 뇌의 발달과 밀접한 관계가 있고 유아기에는 4 ~ 6 Hz에서 측정되나, 그 후 나이가 들수록 주파수도 증가하여 20세 정도 성인의 값에 이르게 된다. 세분하여 slow alpha(8-9.99Hz) fast alpha(10-12.99Hz)로 구분한다.

β 파는 활동파라고도 하며 빠른 파동 때문에 일명 속파라고 한다. β 파는 13 ~ 30 Hz의 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. 세분하여 slow beta(13-19.99Hz) fast beta(20-30Hz)로 구분한다³⁶⁾.

본 연구에서 전침 자극 부위로 선정된 신문(H7)은 수소음심경의 원혈로서 安心寧神, 清心熱, 鎮靜¹⁾ 등의 혈성을 지녔으며 神經性心悸亢進 精神分裂症 神經衰弱 健忘 癲癇 心煩 등 각종 정신질환과 심장질환에 널리 응용되고 있는 치료 요혈이다.²⁸⁾

이에 본 실험에서는 임상에서 각종 정신질환 및 심장질환과 뇌혈관 질환에 통용되며, 수소음심경의 원혈로서 뇌기능 및 정신기능에 영향을 줄 것이라는 예측 하에 정상인의 뇌파 자료를 수집한 후 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 방법이다³⁵⁾. 주파수 영역은 δ 파(0.2 ~ 3.99 Hz), θ 파(4 ~ 7.99 Hz), α 파(8 ~ 12.99 Hz), β 파(13 ~ 30 Hz)로 구분하여 분석하여 다음과 같은 유의성 있는 결과를 얻었다.

α 파는 전두엽인 Fp2에서 유의성 있는 ($p < 0.05$) 감소의 결과를 얻었다. α 파의 전체적인 변화를 시각적으로 살펴보아도 (Graph 1) (Figure 2)에서도 보듯이 자극후에 전체적인 감소를 보였는데 이는 침자극에 의한 정신적인 일시적 흥분 상태 때문인 것으로 사료된다.²⁹⁾

β 파는 Fp1, Fp2에서 유의성 있는 ($p < 0.05$) 감소의 결과를 얻었다. β 파의 전체적인 변화를 보아도 감소를 보였다. 본래 β 파는 특히 불안한 상태나 긴장시 우세하고, 이때는 뇌 전체에서 광범위하게 나타나게 된다. 하지만, 정상적으로는 전두부에서 잘 기록된다²⁹⁾.

여러 뇌파 연구에서 α 파는 이완된 상태에서 더 많이 발생하며, β 파는 외부의 자극에 대하여 각성 되거나 긴장 상태가 증가함에 따라 출현량이 많아지는데 α 파 β 파 모두 전체적으로 감소하였으니 이는 부교감신경의 활성화로 설명할 수 있다³⁰⁾.

δ 파는 신문자극시에 유의성 있는 ($p < 0.05$) 변화는 없었지만 시각적으로 (Graph 4) (Figure 5)에서 보듯이 전체적으로 증가하였다.

δ 파는 나이에 관계없이 숙면 중에 나타난다^{31,32)}. 실험방법에서 언급했듯 수면을 유도하지 않은 상황에서, 신문자극은 전체적인 증가를 보였고, 이는 신문자극이 안정을 유지시켜준다고 사료할 수 있다. 이는 내관자극이 δ 파의 유의한 증가를 보였던 것과 유사한 것이다⁸⁾. 또한 감염과 관련된 열에서 양측 동시성 서파를 일으키기도 하는데 외관자극에는 전체적으로 감소를 했으니 발열과 반대되는 즉, 해표시키는 작용을

유추해 볼 수 있겠다.

θ 파는 신문 자극에는 유의한($p < 0.05$) 변화를 보이지 않았지만, 시각적으로는 (Graph 3) (Figure 4)에서 보듯이 전체적으로 미세하게 증가하였다.

θ 파는 출현부위가 후두부와 측두부로서, 어린이에게 더 많이 분포한다. 특히 θ 파 중 7 ~ 8 Hz 영역에 해당하는 파를 Fm θ 파라 하는데 이는 연속 덧셈작업이나 지능검사 등의 정신작업 중 정중전두부에 출현하며 주의집중력이 높아질 때 주로 나타난다²⁹⁾. 이는 본래의 출현부위에서 θ 파를 유도했다고 사료된다.

V. 결 론

수소음심경의 신문 전침 자극으로 유도된 뇌파 변화를 파워 스펙트럼 분석으로 관찰한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

α 파는 Fp2에서 유의성있는 감소를 보였고, 전체적으로 감소하였다. β 파는 Fp1, Fp2에서 유의성있는 감소를 보였고, 전체적으로 감소하였다. δ 파와 θ 파는 전체적으로 증가하였다.

이러한 사실들로 미루어 볼 때 신문의 전침 자극이 자율신경계와 각성작용에 영향을 줄 수 있는 것으로 사료되며, 이는 신문의 형성인 安心寧神, 清心熱, 鎮靜과 상관관계가 있다고 본다.

향후 대뇌 피질의 심도있는 연구 성과에 따라 신문의 침자극으로 인한 임상효능을 효과적으로 증명할 수 있으리라 사료된다.

參考文獻

1. 최용태 외. 침구학(상). 서울 : 집문당. 1994(4판) : 31, 32, 427, 428.
2. 남봉현. 경락연구의 실제와 미래. 서울 : 한국한의학 연구원. 2001 : 2.

3. 김경식, 손인철, 송범용. 적외선 체열진단을 이용한 말초성 구안와사 (Bell's palsy) 환자의 예후 진단에 대한 임상연구. 대한침구학회지. 1999 ; 16(2) : 13-36.
4. 장경선, 나창수, 소철호. 침자로 유발시킨 경기 변화의 기기적 측정 가능성 연구. 대한침구학회지. 1995 ; 12(2) : 399-416.
5. 김성민, 송호천, 범희승, 강화정, 안수기, 정환정, 김지열. Tc-99m ECD 뇌혈류 SPECT를 이용한 백회, 인중, 합곡, 족삼리, 삼음교에서 체침의 뇌혈류에 대한 효과. 대한핵의학회지. 2000 ; 34(6) : 456-64.
6. 박우순, 이태영, 김수용, 이창현, 육상원, 이광규, 이상룡. 신맥 조해의 전침자극이 치매환자의 뇌파에 미치는 영향 : 대한침구학회지. 2001 ; 18(2) : 67-79.
7. 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.
8. 이태영, 김영안, 이광규, 육상원, 이창현, 이상룡. 내관전침자극이 뇌파에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지 2003 ; 20(3).
9. ZH Cho, SC Chung, JP Jones, JB Park, HJ Park, HJ Lee, EK Wong, BI Min. New findings of the correlation between acupoints and corresponding brain cortices using functional MRI. Proc Natl Acad Sci USA. 1998 ; 95 : 2670-3.
10. 오영선, 오민석, 송태원. 발바닥 특정 부위 자극이 뇌파에 미치는 효과에 대한 비선형 분석. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 2001 ; 10(1) : 365-74.
11. 한국한의학연구소 임상연구부편. 경락의 신연

- 구 부록. 서울 : 한국한의학연구소. 1997 : 1-25.
12. 이철호. 맛성분에 의하여 유발되는 인체의 뇌파측정 실험. 식품과학과 산업. 1998 ; 31(3) : 47-55.
13. Chang Hyun Lee, Han Sol Jung, Tae Young Lee, Sang Ryong Lee, Sang Won Yuk, Kwang Gyu Lee, Bong Hee Lee. Studies of central neural pathways to the stomach and Zusanli(ST36). *America Journal of Chinese Medicine*. 2001 ; 29(2) : 211-20.
14. 조장희, 김경요, 김형균, 이병렬. 침자극이 대뇌피질의 활성화에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2001 ; 18(3) : 105-13.
15. 송종규, 임규상, 김경식. 침자가 만성요통의 혈장내 β -endorphin, ACTH 및 Cortisol 함량에 미치는 영향. 대한침구학회지. 1989 ; 6(1) : 63-82.
16. 한선호, 사이토 쇼지 공저. 임상뇌파. 서울 : (주)일호각. 1998 : 1-3.
17. 윤중수 편저. 뇌파학 개론. 고려의학. 1999 : 2, 6.
18. Cooley JW, Tukey JW. An algorithm for machine calculation of complex Fourier series. *Math Comput*. 1965 ; 19 : 297-301.
19. 이도건, 황득창. 한방전문의총서. 서울 : 도해의학사. 1997 ; 7, 19.
20. 양계주. 침구대성. 인민위생출판사. 1958 ; 7 : 207.
21. Jasper H. Report of committee on methods of clinical exam in EEG. *Electroencephal Clin Neurophysiol*. 1958 ; 10 : 370-5.
22. Cooper R, Osselton JW, Shaw JC. Origin of the electroencephalogram. In : *EEG Technology*(3rd ed.). Boston : Butterworths. 1980 : 1-14.
23. 박병주. 의사를 위한 의학통계 분석의 이해. 대한의사협회지. 1996 ; 39(5) : 609-14.
24. LAXTHA Inc. Complexity Manual(version 1.0). 1999 ; II-F-12~II-F-14.
25. 문성실, 최상섭, 류창수, 김경옥, 손진훈. 두문자열의 동일성 판단과 뇌파. 한국감성과학회 98춘계학술발표논문집. 1998 : 81-8.
26. 이태영, 이상룡. 두침의 이론적 근거에 대한 동서의학적 고찰. 대한침구학회지. 1999 ; 16(4) : 91-108.
27. 이배환, 박형준, 박용구, 손진훈. 뇌파의 전기적 모형. 전기학회지. 1997 ; 46(5) : 3-10.
28. 중의연구원. 침구학간편. 인민위생출판사. 1976 : 118.
29. 김대식, 최장욱. 뇌파검사학. 서울 : 고려의학. 2001 : 4-5, 55, 73.
30. 전효정, 민병찬, 성은정, 김철중. 자동차 시물레이터에서의 급출발 및 급제동에 따른 운전자 감성 평가. 한국감성과학회지. 2002 ; 5(4) : 51-7.
31. William EM. Alcohol, Slow Wave Sleep, and the Somatotropic Axis. *Lands Alcohol*. 1999 ; 18(2-3) : 109-22.
32. Payne LC, Krueger JM. Interactions of cytokines with the hypothalamus-pituitary axis. *J Immunother*. 1992 ; 12 : 171-3.
33. 이태영, 이광규, 장윤성, 육상원, 이창현, 이상룡. 곤륜전침자극이 뇌파에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2003 ; 20(2) : 31-46.
34. 이광우, 정희원. 임상신경학. 서울 : 고려의학. 1998 : 86-8.
35. 김영배, 김대식. 뇌파와 유발전위의 지형학적 영상. 서울 : 고려의학. 1999 : 17-33.
36. 이창섭, 노재영. 뇌파학입문. 서울 : 하나의학사. 1997 : 47-57.