

원저

자침수기가 뇌파에 미치는 영향 -대표도자 및 파형 간의 상관관계 분석을 중심으로-

윤가영¹ · 이승덕² · 한승무³ · 김태민³ · 선종인¹ · 강중원¹ · 남동우¹ · 최도영¹ · 이재동¹

¹경희대학교 한의과대학 침구학교실
²동국대학교 서울캠퍼스 일반대학원 한의학과 침구학교실
³경희대학교 전자정보대학 생체의공학과

Abstract

The Effect of Manual Acupuncture on the Waves of the Electroencephalogram -Typical Electrodes and Correlation Analysis between Wave Form-

Yoon Ga-young¹, Lee Seung-deok², Han Seung-moo³, Kim Tae-min³, Seon Jong-in¹,
Kang Jung-won¹, Nam Dong-woo¹, Choi Do-young¹ and Lee Jae-dong¹

¹Department of Acupuncture and Moxibustion, College of Oriental Medicine,
Kyung Hee University

²Department of Acupuncture and Moxibustion, Graduate School of Oriental Medicine,
Dongguk Univ-Seoul

³Department of Biomedical Engineering, College of Electronic Information Engineering,
Kyung Hee University

Objectives : The primary purpose of this study was to examine the effect of manual acupuncture at the LL₄, ST₃₆ and LR₃ on normal human EEG (Electroencephalogram). And the secondary purpose of this study was to analyze the relationships between the change of EEG wave form using correlation analysis.

Methods : 32 channel EEG measurement was carried out in 25 healthy participants (23 males and 2 females). EEG was measured for 21 minutes including 15 minutes of retention time. In this study, power spectrum was used as a measure of complexity. Statistical analysis was performed using Spearman correlation.

Results : The results were as follows;

1. In C₄, O₁, F_z, P_z, C_z, FC_z, CP₄, FC₄, TP₇, FT₇ among 32 electrodes, δ , θ and β wave increased

* 본 연구는 보건복지부 한의약선도기술개발사업(B090025)의 지원으로 수행되었음

· 접수 : 2011. 6. 11. · 수정 : 2011. 6. 14. · 채택 : 2011. 6. 14.

· 교신저자 : 이재동, 서울시 동대문구 회기동 1 경희의료원 한방병원 침구과

Tel. 02-958-9208 E-mail : ljdacu@khmc.ac.kr

during 0-3 time intervals, and especially in case of TP7, FT7 a wave spontaneously decreased during 12~15 time intervals in manipulation group.

2. Between θ and β wave and θ and δ wave, there was statistically significant positive correlation in C4, O1, Fz, Pz, Cz, FCz, CP4, FC4, TP7, FT7 according to Spearman correlation analysis.

3. Between α and β wave, there was statistically significant positive correlation in TP7, FT7 according to Spearman correlation analysis.

Conclusions : These results suggest that TP7 and FT7 could be typical electrodes representing change of EEG after manipulated acupuncture at the LL₄, ST₃₆ and LR₃. The relationships between the change of EEG wave form appear to have statistically significant positive correlation between θ and β wave, θ and δ wave and α and β wave.

Key words : EEG, acupuncture, LL₄, ST₃₆, LR₃, correlation analysis

I. 서론

한의학에서의 鍼의 작용은 經絡을 통해 氣血을 조절하는 것으로 설명되어져 왔으며¹⁾, 《黃帝內經·靈樞·九鍼十二原》²⁾에서 “刺之要 氣至而有效”라는 말에서 알 수 있듯이 자침 시에는 得氣라는 과정을 거쳐 그 효과가 극대화 될 수 있다. 이는 국내외의 여러 연구들을 통해서도 뒷받침되고 있다^{3,4)}.

침자극이 인체에 미치는 영향을 주제로 한 연구들은 뇌파⁵⁻¹³⁾, 심박변이도^{9,14-20)}, 피부전도도²⁰⁾ 등을 활용하고 있다. 최근 국내에서는 경혈과 뇌신경계와의 상관성에 대한 실험 연구가 활발히 시도되고 있으며²¹⁾, 특히 EEG⁵⁻¹³⁾, SPECT^{22,23)}, fMRI²⁴⁻²⁹⁾, TCDI³⁰⁻³³⁾ 등을 이용한 연구 성과가 보고되었다. 이들 중 인체에 무해하면서도 실시간으로 변화하는 두뇌활동에 대한 시간 분해능이 뛰어난 뇌파는 그 중요성 및 활용도가 높다고 하겠다⁷⁾.

현재까지 국내 한의학계에서 뇌파 관련 연구는 경혈 자극 후 일어나는 뇌파 파형의 변화를 관찰한 연구가 대부분으로⁷⁻¹³⁾, 得氣 시 일어나는 뇌파의 반응을 대조군을 설정하여 관찰한 연구는 부족하다.

뇌파를 활용하여 기지감응 시 나타나는 뇌파의 변화상 정립을 통해 자침중 나타나는 뇌파 변동을 간편하고 정확하게 읽어낼 수 있는 한의학적 기기를 개발한다면 침치료 효과를 극대화 할 수 있을 것이다³⁴⁾. 이를 위해서는 유효 채널을 파악하여 측정 채널의 숫자를 줄이고, 뇌파의 시간별·파형별 변화에 대한 분석과 동시에 변화하는 파형간의 상호관계와 같은 다

각적인 접근이 필요하리라 생각된다.

이러한 시점에서 제시된 선³⁵⁾ 등의 연구는, 본 연구의 선행연구의 결과로서, 침자극 후 뇌파의 변화가 어느 시간대에서 어떤 양상으로 나타나는지에 대해 밝혔다는 의의가 있다. 그러나 뇌파의 파형에 따른 병렬식 나열로 인하여, 주로 어떤 도자에서 어떠한 반응이 공통적으로 나타났는지에 대한 분석이 미흡하다. 또한 각 파형별 변화에 대한 상관관계 분석을 추가로 살펴본다면 뇌파 변화에 대한 새로운 접근이 가능할 것이다.

이에 본 논문에서는 수기법에 따른 침자극 후 정상인 25명에게 나타나는 뇌파 변화를 3분 간격으로 관찰한 결과로, 공통적으로 유의한 뇌파의 변화를 나타낸 도자를 분류하고자 하였다. 또한 추려낸 도자들 안에서 각 변화의 파형별 상관관계 분석을 통해 자침 후 일어나는 뇌파의 변화를 좀더 구체적이고 다각적으로 알아보았다.

그 결과 향후 뇌파를 이용한 침연구 및 침자극 후 유효성을 평가하는 한의학적 진단기기 개발에 있어서 의미가 있을 것으로 생각되어 이를 보고하는 바이다.

II. 방 법

1. 대상

20~29세 사이의 건강한 남녀 지원자 25명을 대상으로 2010년 1월 1일부터 2010년 2월 25일까지 진행

하였다. 임상시험 과정에 대한 설명을 들은 후 자발적으로 동의한 사람 중, 아래와 같은 자는 제외하였다.

- ① 뇌졸중 등을 포함한 기타 중추신경계의 장애가 있는 자
- ② 정신분열증 등 정신과적인 문제가 있으며 심리적으로 불안정한 자
- ③ 고혈압 등 심장질환자
- ④ 임상시험 전날 흡연, 음주, 약물복용 및 파로를 한 자
- ⑤ 임상시험 1개월 이내에 침치료를 받은 자
- ⑥ 임신 또는 수유 중이거나 임신할 가능성이 있는 자
- ⑦ 연구진행 과정상 협조 및 동의가 불가능한 자

2. 뇌파 측정

1) 측정도구

뇌파 측정기는 Laxtha사의 WEEG-32(LXE3232-RF)를 사용하였다.

전극의 배치는 국제 뇌파 및 임상 뇌대사학회 연맹에서 추천하는 국제 10-20 시스템³⁶⁾을 따라서 32개의 도금된 전극(Fp1·Fp2·F3·F4·C3·C4·P3·P4·O1·O2·F7·F8·T3·T4·T5·T6·Fz·Pz·Cz·PG1·PG2·Afz·FCz·CPz·CP3·CP4·FC3·FC4·TP7·TP8·FT7·FT8)을 사용하였다(Fig. 1).

뇌파를 측정하기 위하여 electrode cap을 피험자의 머리에 씌우고, 기준 전극은 양쪽 귓볼에 부착하였다(A1·A2).

측정된 뇌파 아날로그 신호를 출력 단자에 연결된 전환기를 통하여 디지털 신호로 바꾸어 개인용 컴퓨터

터에 저장하였다.

2) 측정지표

자침수기 시행 전 3분, 유침 중 15분, 발침 후 3분, 이렇게 총 21분간 측정된 뇌파신호를 fast fourier transformation(FFT)을 하였다. 그 후 δ(0.2~3.99 Hz), θ(4~7.99Hz), α(8~11.99Hz), β(12~29.99 Hz), γ(30~50Hz)의 5개의 주파수 영역별로 나누어 파워 스펙트럼(power spectrum) 분석을 하였다.

3. 연구 과정

1) 혈위선정 및 침자극

연구에 사용된 혈위는 고정혈위(standardized treatment)로, 3명의 침구과 전문의를 포함한 5명의 한의사 연구자들의 토론을 통해 임상적 다용성과 혈성을 고려하여 3가지 혈위로 결정되었다. 양측 합곡(LL₄)·족삼리(ST₃₆)·태충(LR₃) 6곳으로, 골도분촌법(骨度分寸法)³⁷⁾ 의거하여 취혈하였다. 길이 30mm, 굵기 0.25mm의 1회용 멸균침(동방침구사, 한국) 및 동봉된 침관을 사용하여, 길이 10~20mm로 자침하였으며, 15분간 유침하였다.

1차 시험은 수기법을 적용하지 않은 단순자침군(simple needling group), 2차 시험은 제삼(提插)·염전(捻轉)수기법²⁾을 시행한 수기자침군(manipulation needling group)으로 하였다. 염전수기는 1회/1초의 속도로 시계방향과 반시계방향을 반복하여 시행하였으며, 제삼수기는 10mm 내외의 간격으로 시행하였다. 염전과 제삼은 균등하게 시행되었으며, 시술자의 손에 저항감이 느껴질 때 수기법을 중단하였다.

모든 자침은 3년 이상의 임상경력을 가진 한의사 1인이 시행하였다. 피험자에게는 자극방법을 달리하여 시험한다는 설명을 하지 않았으며, 신뢰도 향상을 위해 반복 측정한다고 설명하였다.

2) 연구진행 과정

피험자 모집은 광고를 통해 이루어졌다. 임상시험은 총 2회에 걸쳐 진행되었고, 1차 시험과 2차 시험의 간격은 시술한 침의 영향과 피험자의 방문 일정을 고려하여 1일 이상의 차이를 두었다(Fig. 2).

3) 시험과정

시험장소는 경희대학교 수원캠퍼스 동서의료공학

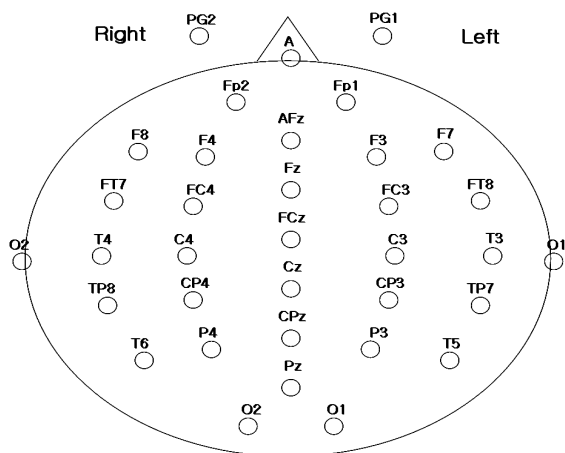


Fig. 1. The 32-channel electrodes of EEG using the international 10-20 system

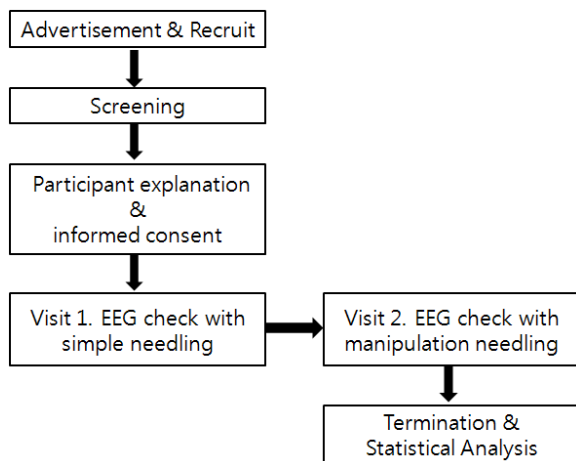


Fig. 2. Experimental flow chart

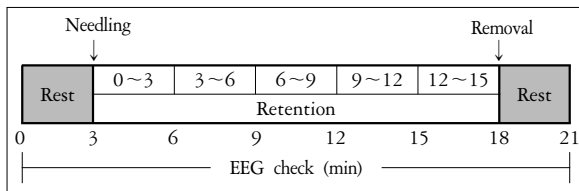


Fig. 3. Experimental protocol

과 시험실에서 시행하였다. 시험 공간은 침대, 의자, 컴퓨터, 책상이 있는 18m²(3×6m) 규모의 공간이었으며, 시험실내 온도는 25~28℃를 유지하였다.

대상자가 시험 장소에 도착하면 시험 시 주의사항에 대하여 숙지하도록 하였고, 10분간 편안한 의자에 앉아 휴식을 취하게 하였다. 휴식 후 양쪽 귓볼(earlobe)에 A1, A2 기준전극을 부착하였고 32개의 도자가 배열된 마스크형 측정도구를 머리에 착용하였다. 착용 후에는 다시 5분간 안정을 취하게 하였다. 안정 후 침대에 양와위(仰臥位)로 누워 시험을 시작하였다. 뇌파의 측정은 편안하게 누운 채로 가볍게 눈을 감았지만 잠은 들지 않은 상태를 유지한 채 이뤄졌다.

측정 시작 3분 후 자침하여 15분간 유지하였으며 발침 후 3분간 지속적으로 뇌파를 측정 후 종료하였다(Fig. 3). 시험은 자극 강약을 달리하여 2회 시행하였으며, 각 시험은 자극 강약만 달리 하였을 뿐 다른 조건은 동일하게 유지하였다. 자침수기를 달리하여 측정함에 있어 측정방법간의 영향을 없애기 위하여 일차방문과 이차방문 사이에 만 하루 이상의 간격을 두었으며, 1차 방문 시는 수기법을 적용하지 않은 침자극을 주고 2차 방문 시에는 수기법을 적용한 침자극을 주었다.

4. 통계분석

모든 데이터의 통계 분석을 위해 SPSS 19.0 program을 사용하였다. 수기자침군과 단순자침군에서의 측정 결과를 토대로 시간대·도자별로 유의한 변화가 나타난 파형을 정리하였고, 파형들 간에 공통적으로 유의한 변화가 나타났던 도자들을 대상으로 특정 도자에서의 파형의 변화에 대한 상관관계를 알아보고자 비모수적 상관분석 방법인 Spearman correlation analysis를 사용하였다. 상관관계 분석 시 비교값으로는 변화량을 사용하였다. 자침 전 값을 baseline으로 하여 0~3분 구간의 평균값에서 기본값을 뺀 값을 변화량으로 하였으며, 이를 통해 각 파형의 단순 상관관계가 아닌 변화의 상관관계를 분석할 수 있었다. α파의 경우에는 12~15분 구간의 평균값에서 기본값을 뺀 후 이를 변화량으로 하였다. p-value가 0.05 이하인 경우 유의성이 있는 것으로 하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

대상자는 20~29세의 남녀 25명이었고, 대상자의 성별, 평균연령, 체질량지수(BMI, body mass index), 신장, 체중, 흡연유무는 Table 1과 같았다.

Table 1. General Characteristics of the Participants

Characteristics	Numbers(n=25)
Male : female	23 : 2
Age (yrs)	24.48±8.65
BMI (kg/m ²)	22.7±2.19
Height (cm)	174.9±6.13
Weight (kg)	69.6±8.83
Non-smoker : smoker	20 : 5

2. 대표도자 분석

수기법 유무에 따른 합곡·족삼리·태충혈 자침 후 나타난 뇌파 변화를 파워 스펙트럼 분석 후 3분 간격으로 유의한 변화를 나타냈던 파형을 정리하면 Table 2와 같았다.

Table 2. Significant Time Intervals during 15 Minutes Retention on the 32 Channel Electrodes of EEG

Time (min)	Simple needling group					Manipulation needling group				
	0~3	3~6	6~9	9~12	12~15	0~3	3~6	6~9	9~12	12~15
Fp1	$\delta\beta$		δ		α	$\delta\beta$				α
Fp2	$\delta\theta$		α		$\delta\alpha$	δ	$\delta\theta$			α
F3										
F4	δ									
C3										α
C4	$\delta\theta\beta$		α							
P3	β				β			β		$\alpha\beta$
P4	$\delta\beta$		β				θ	α		α
O1	$\delta\theta\beta$				β	$\beta\gamma$		$\alpha\beta$	$\alpha\beta$	$\alpha\beta$
O2	$\delta\theta$				α		θ	α		α
F7	$\delta\theta$		α		α			α	α	α
F8	$\delta\theta\alpha$				α		θ			
T3	$\delta\theta$				α	$\beta\gamma$				α
T4	$\delta\theta\alpha$				α					
T5	$\theta\beta$					$\beta\gamma$				α
T6	$\delta\theta$				α	δ	$\delta\theta$			α
Fz	$\delta\theta\beta$									
Pz	$\delta\theta\beta$		β							α
Cz	$\delta\theta\beta$									
PG1										
PG2										
Afz	$\delta\theta$		$\delta\alpha$		$\delta\alpha$	δ	$\delta\theta$			
FCz	$\delta\theta\beta$									
CPz	$\delta\theta$								α	α
CP3										α
CP4	$\delta\theta\beta$						θ			α
FC3										
FC4	$\delta\theta\beta$						θ			
TP7	$\delta\theta\beta$				α	$\beta\gamma$				$\alpha\beta\gamma$
TP8	$\delta\theta$				α					
FT7	$\delta\theta\beta$		α		α					α
FT8	$\delta\theta\alpha$				α					

선행 연구에서 합곡·족삼리·태충혈 자침 후 나타나는 뇌파의 변화에 대해 단순자침군의 경우 자침 0~3분 구간의 γ 파 증가 및 자침 12~15분 구간의 α 파 감소의 변화를 보이며, 수기자침군의 경우 자침 0~3분 구간의 δ 파· θ 파· β 파 증가 및 자침 12~15분 구간의 α 파 감소의 변화를 보인다고 결론내린 바

있다. 이를 바탕으로 32개의 도자 중 공통적으로 유의한 변화를 나타낸 도자에 대해 분석하였다.

단순자침군의 경우 δ 파· θ 파· β 파· α 파· γ 파의 5가지 파형 중 한 구간에서 3가지 이상의 파형이 동시에 유의한 변화를 나타낸 도자는 TP7 1개였으며, 자침 0~3분 구간에서 γ 파가 증가하고, 자침 12~15분

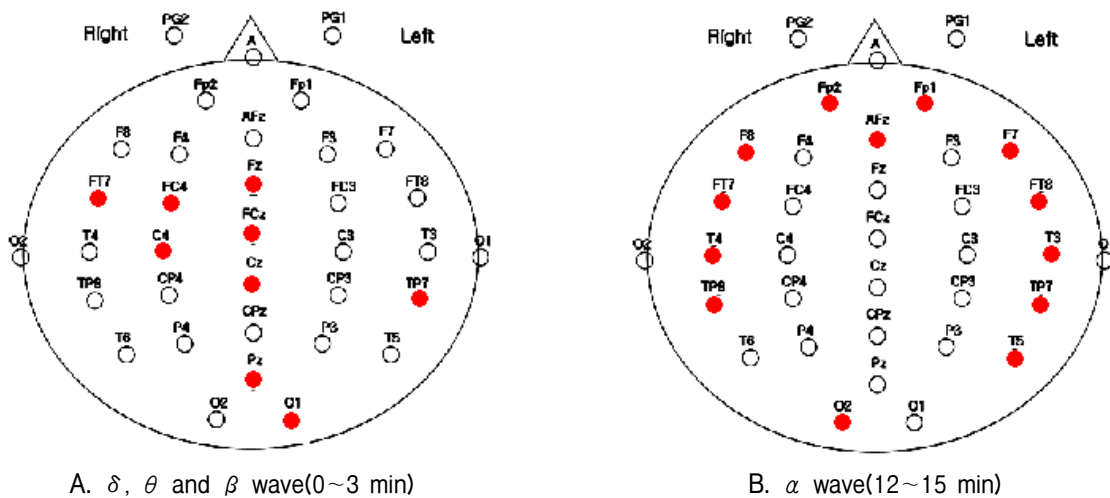


Fig. 4. Significant electrodes on the 32 channel electrodes of EEG

구간에서 α 파가 감소하는 변화가 동시에 나타난 도자는 O1 · T3 · T5 · TP7였다.

수기자침군의 경우 한 구간에서 3가지 이상의 파형이 동시에 유의한 변화를 나타낸 도자는 C4 · O1 · F8 · T4 · Fz · Pz · Cz · FCz · CP4 · FC4 · TP7 · FT7 · FT8의 13개 도자였으며, 이들 중 자침 후 0~3분 구간에서 δ 파 · θ 파 · β 파가 동시에 증가하는 도자는 F8 · T4 · FT8을 제외한 C4 · O1 · Fz · Pz · Cz · FCz · CP4 · FC4 · TP7 · FT7의 10개 도자였다. 또한 이 중 자침 12~15분 구간에서 α 파의 감소까지 동시에 나타난 도자는 TP7 · FT7의 2개 도자였다.

이를 국제 10-20 시스템²⁴⁾을 따라서 32개의 전극에 그림으로 표시하면 Fig. 4와 같았다.

위의 결과를 통해 수기자침 후 뇌파의 반응성이 가장 두드러진 도자는 TP7 · FT7이라고 결론내릴 수 있다.

3. 각 파형간의 상관관계

침자극 후 나타난 뇌파의 변화를 가지고 파형간의 상관관계를 알아보기 위하여 spearman correlation analysis를 시행하였다.

자침 후 0~3분 구간에서 δ 파 · θ 파 · β 파가 동시에 증가를 보였던 C4 · O1 · Fz · Pz · Cz · FCz · CP4 · FC4 · TP7 · FT7의 10개 도자를 대상으로 δ 파~ θ 파, δ 파~ β 파, θ 파~ β 파 간의 상관관계 분석을 시행하였다. 각 도자 내에서의 파형에 따른 변화량의 비교이므로 비교값은 자침 전과 0~3분 구간의 변화값으로 이용하였으며, 그 결과는 Table 3과 같았다.

δ 파와 θ 파의 변화값에 대한 상관관계 분석 결과

10개의 도자 중 10개의 도자 모두에서 통계적으로 유의한 수준으로 양의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 상관계수는 0.5542에서 0.7939까지의 값을 보였고, 그 중 TP7와 FT7에서는 각각 0.7330, 0.7939(p -value < 0.0001)로 나타나 통계적으로 매우 유의한 수준의 양의 상관관계를 보였다. 가장 높은 양의 상관관계를 나타낸 도자는 FT7로, 이를 산점도로 나타내면 Fig. 5와 같다.

δ 파와 β 파의 변화값에 대한 상관관계 분석결과 10개의 도자 중 양의 상관관계를 보인 것이 9개, 음의 상관관계를 보인 것이 1개(TP7)로 나타났으나, 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

Delta wave

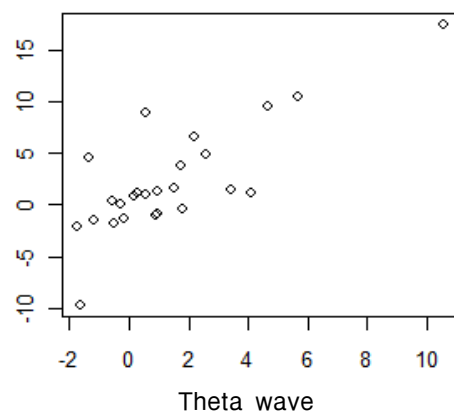


Fig. 5. Scatter plots in FT7 represent result of spearman correlation analysis

* : $r=0.7939(p<0.0001)$

Table 3. Spearman Correlation Analysis between δ and θ Wave, δ and β Wave and θ and β Wave on the Electrodes(0~3 min)

	Manipulation needling group					
	$\delta \sim \theta$		$\delta \sim \beta$		$\theta \sim \beta$	
	Correlation coefficient	<i>p</i> -value	Correlation coefficient	<i>p</i> -value	Correlation coefficient	<i>p</i> -value
C4	0.6940*	< 0.05	0.2983	NS	0.5551*	< 0.05
O1	0.7727*	< 0.05	0.2986	NS	0.6064*	< 0.05
Fz	0.6348*	< 0.05	0.1763	NS	0.5499*	< 0.05
Pz	0.5542*	< 0.05	0.2175	NS	0.6163*	< 0.05
Cz	0.5881*	< 0.05	0.1955	NS	0.6182*	< 0.05
FCz	0.6424*	< 0.05	0.2303	NS	0.6213*	< 0.05
CP4	0.6877*	< 0.05	0.3493	NS	0.6816*	< 0.05
FC4	0.6855*	< 0.05	0.3347	NS	0.5918*	< 0.05
TP7	0.7330†	< 0.0001	-0.0470	NS	0.3267	N.S
FT7	0.7939†	< 0.0001	0.3077	NS	0.5164*	< 0.05

NS : not significant. * : $p < 0.05$. † : $p < 0.0001$.

θ 파와 β 파의 변화값에 대한 상관관계 분석결과 10개의 도자 중 9개의 도자 모두에서 통계적으로 유의한 수준으로 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 가장 높은 양의 상관관계를 나타낸 도자는 CP4로 상관계수 0.6816이었으며, 이를 산점도로 나타내면 Fig. 6과 같다. TP7에서도 양의 상관관계를 갖는 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의하지는 않았다.

이로 미루어 볼 때 δ 파~ θ 파, θ 파~ β 파의 변화는 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있다는 추론이 가능하다.

자침 후 0~3분 구간에서 δ 파· θ 파· β 파의 증가와 12~15분 구간에서 α 파의 감소를 동시에 보였던 TP7·FT7의 2개 도자를 대상으로 α 파~ δ 파, α 파~ θ 파, α 파~ β 파 간의 상관관계 분석을 시행하였다. 마찬가지로 자침 전과 12~15분 구간의 변화값을 비교값으로 이용하였으며, 그 결과는 Table 4와 같았다.

α 파와 δ 파의 변화값에 대한 상관관계 분석결과 TP7와 FT7 두 도자에서 상관계수는 각각 -0.1491, -0.0863으로 음의 상관관계를 나타내었으나 통계적으로 유의하지 않았다.

α 파와 β 파의 변화값에 대한 상관관계 분석결과 FT7에서 상관계수 0.4606(p -value<0.05)로 유의한 수준으로 양의 상관관계를 보였다(Fig. 7). TP7에서도 상관계수는 0.2103을 나타냈으나 통계적으로 유의하지 않았다.

α 파와 θ 파의 변화값에 대한 상관관계 분석결과 TP7와 FT7 두 도자에서 상관계수는 각각 0.2171,

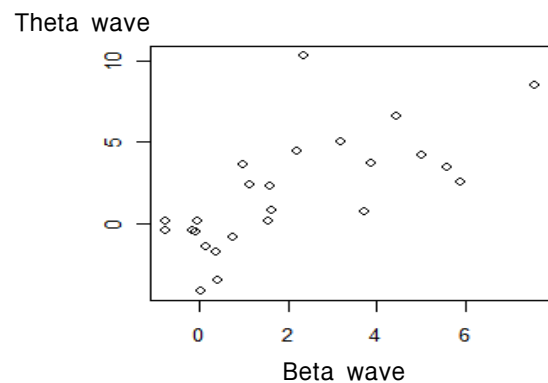


Fig. 6. Scatter plots in CP4 represent result of spearman correlation analysis

* : $r=0.6816(p < 0.05)$.

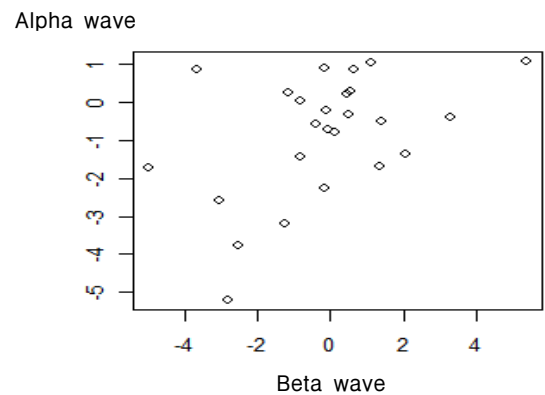


Fig. 7. Scatter plots in FT7 represent result of spearman correlation analysis

* : $r=0.34606(p < 0.05)$.

Table 4. Spearman Correlation Analysis between α and δ Wave, α and β Wave and α and θ Wave on the Electrodes(12~15 min)

Manipulation needling group						
	$\alpha \sim \delta$		$\alpha \sim \beta$		$\alpha \sim \theta$	
	Correlation coefficient	<i>p</i> -value	Correlation coefficient	<i>p</i> -value	Correlation coefficient	<i>p</i> -value
TP7	-0.1491	NS	0.2103	NS	0.2171	NS
FT7	-0.0863	NS	0.4606*	< 0.05	0.1995	NS

NS : not significant. * : $p < 0.05$.

0.1995로 양의 상관관계를 나타내었으나 통계적으로 유의하지 않았다.

이로 미루어 볼 때 α 파~ β 파의 변화량은 비교적 유의하게 양의 상관관계가 있으나, α 파~ δ 파, α 파~ θ 파의 변화는 상관관계가 적다는 추론이 가능하다.

γ 파는 그 반응성이 두드러지지 않고, 수기자침군에서는 유의한 변화를 나타낸 도자가 없어서 상관관계 분석에서 제외하였다.

IV. 고 찰

한의학에서의 鍼의 작용은 經絡을 통해 인체 내에 운행되고 있는 氣血의 虛實盛衰를 조정함으로써, 陰陽의 평형을 이루며 발현되는 것으로 알려져 왔다¹⁾. 이러한 침의 작용은 得氣라는 과정을 거쳐 그 효과가 극대화 될 수 있다²⁾.

得氣는 ‘鍼感’이라고도 하며, 임상상 得氣가 되면 환자는 자침부위에서 酸·麻·重·脹의 감각을 느끼게 되고, 감응이 확산전도되기도 하는데²⁾, 이러한 현상은 침감(鍼感), 침기(鍼氣), 침향(鍼響) 또는 기지(氣至), 기래(氣來), 기만(氣滿), 기하(氣下) 등으로 표현되기도 하며³⁸⁾, 《黃帝內經·靈樞·九鍼十二原》에서 “刺之要 氣至而有效”라고 하였듯이 침자극의 효과와 밀접한 관계가 있다²⁾.

임상적으로도 득기의 유발이 환자의 치료율에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며, 임상 연구의 방법론적 질을 평가함에 있어서 득기감의 유발 유무를 평가 지표로 사용하여 침치료의 적절성을 평가하는 지표로 사용되기도 한다^{3,4)}.

침에 대한 초기 연구는 침의 진통 효과에 대한 생리학·실험적 연구가 대부분이었으나, 서양에서는 1970년대 이후 수백 종류의 임상연구가 진행되어 왔

고, 현재는 이런 무작위 임상시험에 대한 메타 분석과 체계적 문헌고찰이 행해지고 있다³⁹⁾. 이러한 상황에서 침치료의 유효성을 평가할 수 있는 기기가 개발된다면, 임상에서는 침치료의 효과를 극대화 할 수 있을 뿐만 아니라 향후 다양한 연구에서 침을 변인(intervention)으로 설정했을 때에 침시술의 정확성을 높이거나 평가하는 데에 활용될 수 있을 것이라 생각된다. 이를 위해서는 자침으로 인한 得氣 시 인체에 나타나는 반응을 정량적, 객관적으로 평가하는 지표가 필요하다.

자침이 인체에 미치는 영향을 파악하고자 하는 연구들은 뇌파⁵⁻¹³⁾, 심박변이도^{9,14-20)}, 피부전도도²⁰⁾ 등을 활용하고 있다. 최근 국내에서는 경혈과 뇌신경계와의 상관성에 대한 실험연구가 활발히 시도되고 있으며²¹⁾, 특히 EEG⁵⁻¹³⁾, SPECT^{22,23)}, fMRI²⁴⁻²⁹⁾, TCD³⁰⁻³³⁾ 등을 이용한 연구 성과가 보고되었다. 이들 중 인체에 무해하면서도 실시간으로 변화하는 두뇌활동에 대한 시간분해능이 뛰어난 뇌파는 그 중요성 및 활용도가 높다고 하겠다. 또한 최근 컴퓨터공학의 발전으로 인해 정확한 정량화 뇌파 검사가 가능해져 대뇌의 기능적 측면을 평가하기에 효과적이다^{7,40)}.

뇌파를 활용하여 기지감응 시 나타나는 뇌파의 변화상 정립을 통해 자침중 나타나는 뇌파 변동을 간편하고 정확하게 읽어낼 수 있는 한의학적 기기 개발한다면 침치료 효과를 극대화 할 수 있을 것이다³⁴⁾. 이를 위해서는 유효 채널을 파악하여 측정 채널의 숫자를 줄여 간편성을 도모하고, 뇌파의 시간별, 파형별 변화에 대한 분석과 동시에 변화하는 파형간의 상호관계 분석과 같은 다각적인 접근이 필요하리라 생각된다.

국내 한의학계에서 뇌파관련 연구는 2001년도에서부터 서서히 이루어지기 시작하였다⁴¹⁾. 경혈 자극 후 일어나는 뇌파 파형의 변화를 연구한 논문이 대부분이었고, 그 외에 뇌파와 다른 측정변수와의 상관관계

또는 뇌파의 한의학적 해석논문 몇 편이 있는 정도이다³⁴⁾. 이들 중 대다수의 논문은 경혈 자극 시 전침을 사용하였고, 일반 침(manual acupuncture)을 사용한 경우 得氣를 유도하려는 시도는 하였으나, 得氣만을 제외한 대조군 설정은 부족한 실정이다.

이러한 시점에서 제시된 선 등³⁵⁾의 연구는 기지감을 유도한 수기자침군과 단순자침군을 비교하여, 자침 후 뇌파의 변화가 어느 시간대에서 어떤 양상으로 나타나는지에 대해 밝혔다는 의의가 있으나, 뇌파의 파형에 따른 병렬식 나열로 인하여, 주로 어떤 도자에서 어떠한 반응이 공통적으로 나타났는지에 대한 분석이 미흡하다. 또한 각 파형별 변화에 대한 상관관계 분석을 추가로 살펴본다면 뇌파변화에 대한 새로운 접근이 가능할 것이다.

이에 본 논문에서는 수기법에 따른 침자극 후 정상인 25명에게 나타나는 뇌파 변화를 3분 간격으로 관찰한 결과를 바탕으로, 공통적으로 유의한 뇌파의 변화를 나타낸 도자를 분류하여, 가장 반응성이 뛰어난 도자를 파악하고자 하였다. 또한 추려낸 도자들 안에서 각 변화의 파형별 상관관계 분석을 통해 자침 후 일어나는 뇌파의 변화를 좀더 구체적이고 다각적으로 알아보하고자 spearman correlation analysis를 시행하였다.

본 논문에서 사용된 혈위는 합곡(LL₄)·족삼리(ST₃₆)·태충(LR₃)의 세 가지 혈위이다. 합곡혈은 대장경의 原穴로 사충혈에 속하며, 침마비의 상용혈이다. 족삼리혈은 위경의 合穴로 중풍칠처혈 및 사충혈에 속하며, 소화·호흡·비뇨생식기계통의 질환에 광범위하게 사용된다. 태충혈은 간경의 原穴로 합곡혈과 함께 사관혈에 속한다³⁷⁾. 이 세 가지 혈위는 주치 범위가 광범위하고 임상적으로 다용되는 혈자리로, 침자극이라는 변인에 대표성이 있다고 판단되어 선정하였다.

뇌파란 간단하게 대뇌에서 발생하는 전기 현상을 대뇌 피질의 표면 또는 두피 위에서 기록하는 것이라고 정의내릴 수 있다. 주파수 범위에 따라 델타파(δ , 0.2~3.99Hz)·세타파(θ , 4~7.99Hz)·알파파(α , 8~11.99Hz)·베타파(β , 12~29.99Hz)·감마파(γ , 30~50Hz)로 구분된다. 뇌의 활동과 뇌파의 주파수간의 상호관계는 오래 전부터 연구되어왔고, 현재까지도 활발하게 연구되는 분야이기도 하다^{42,43)}.

대표도자로서의 관점에서 앞서 살펴본 결과를 고찰해보면, γ 파를 제외한 δ 파· θ 파· β 파· α 파의 네 가지 파형 모두 유의한 변화가 공통되게 나타난 도자

는 FT7·TP7의 2개 도자였다. 이는 우측 전측두부와 좌측 측후두부에 위치하는 전극이다. 0~3분 구간에 δ 파· θ 파· β 파에서 공통적으로 유의한 변화를 나타냈던 도자는 총 10개로, C4·O1·Fz·Pz·Cz·FCz·CP4·FC4·TP7·FT7이다. 이들을 도시화하면 Fig. 4-A 같이 나타낼 수 있는데, 주로 머리의 중앙부에 위치하고 있음을 알 수 있다. β 파는 주로 중심부나 전두부에서 많이 나타나는 특성을 보이는데⁴⁴⁻⁴⁶⁾, 이와 일치하는 결과를 보였다. 또한 12~15분 구간에 α 파에서 유의한 변화를 나타냈던 도자는 총 13개로 Fig. 4-B에서 보듯 주로 머리의 바깥쪽에 위치하고 있음을 알 수 있다. 이와같은 결과는 일반적으로 α 파가 갖는 두정부와 후두부에서 가장 크게 기록되고 전두부에서 가장 작게 나타나는 특성⁴²⁻⁴⁶⁾과는 차이가 있다. 침자극 후 나타나는 뇌파의 반응을 살펴볼 때에, 상대적으로 δ 파· θ 파· β 파의 경우 두정부에 해당하는 중심쪽을, α 파의 경우 전두부 및 측두부에 해당하는 바깥쪽을 살펴보는 것이 유용하리라 생각되며, 이 4가지 파형 모두의 관찰을 위해서는 좌우 측두부의 전극이 가장 유용할 것이다.

파형간의 상관관계를 알아보기 위해서 시행한 spearman correlation analysis 결과, δ 파~ θ 파, θ 파~ β 파, α 파~ β 파가 서로 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

θ 파는 성인의 경우 경계심이 감소되어 정서안정 상태 또는 수면으로 이어지는 과정에서 주로 나타나는 파로 명상 상태를 반영한다. 이는 정상 성인의 경우 각성상태에서는 거의 출현하지 않지만, 깊은 명상이나 정서불안 시에는 나타날 수 있다⁴²⁻⁴⁶⁾.

δ 파는 주로 정상인이 깊은 수면에서 많이 나타나고, 불규칙적인 큰 진폭과 낮은 주파수를 가지며, 건강인의 경우 눈을 깜박이거나 몸의 움직임에 의해 발생하는 잡음과 주파수 영역이 같아 장시간 뇌파 측정 실험 시 분석 요소로서의 가치는 조금 떨어진다⁴²⁻⁴⁶⁾.

이러한 특성을 가진 θ 파와 δ 파가 매우 높은 유의 수준으로 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 자침으로 인해 깊은 수면, 혹은 명상상태에서 나타나는 파형을 유도하였을 것으로 생각해 볼 수 있으나, 자침 초기 환자의 눈깜박임이나 움직임이 영향을 주었을 가능성도 배제할 수는 없을 것이다.

θ 파와 β 파와의 상관관계에 있어, β 파는 활동과파라고 하며 긴장하거나 집중되는 정신활동 시 나타나는 특징이 있는데⁴²⁻⁴⁶⁾, 이같은 특성은 깊은 명상 상태에서 나타나는 θ 파와는 직접적 관련은 적어 보인다. 다

만 θ 파가 주의 산만함, 부주의, 정서 불안 시에도 나타난다는 점을 고려할 때에는 β 파와의 연관성을 찾아 볼 수 있다.

α 파는 β 파와만 상관관계를 보였다. 일반적으로 α 파는 안정파라고 하며 이완상태나 명상상태에서 주로 나타난다⁴²⁻⁴⁶⁾. α 파와 활동파인 β 파형과의 변화가 양의 상관관계를 보였다는 것은 침자극이 인체에 일종의 자극으로서 긴장을 유발하긴 하였으나, 그 효과면에서는 이완과 같은 편안함을 주었으리라 생각해 볼 수 있다. 그러나 α 파와 다른 파형과의 상관관계 분석은 2가지 도자에서 밖에 시행되지 않았고, α 파와 β 파가 보인 양의 상관관계 또한 1개의 도자에서만 나타난 결과이므로, 일반화시키기에는 부족한 면이 많다.

각 파형의 특성으로 파형간의 상관관계 분석에서 나온 결과를 모두 명쾌하게 설명하기란 어렵다. 침자극이 뇌파에 미치는 영향을 다각적으로 분석하여 더 많은 데이터베이스를 구축하는 연구들이 뒤따라야 할 것이다.

이상으로 뇌파를 이용하여 정상인 25명을 대상으로 침자극 전·중·후에 나타나는 변화를 관찰해 보았다. 기지감응 시 나타나는 뇌파의 변화상 정립을 위해서는, 향후 대조군을 동반하여 정상인을 대상으로 다양한 혈위를 이용한 뇌파연구 및 특정 질환자들에게서 동일한 자극 시 나타나는 뇌파의 비교 등과 같은 추가적 연구들이 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 정상인 25명을 대상으로 자침수기 전, 중, 후에 나타나는 뇌파 변화를 관찰하였다. 침자극 시 합곡·족삼리·태충에 염전·제삼수기법을 시행하고 유침한 수기자침군과 자침 후 유침만한 단순자침군에서의 측정 결과를 파워 스펙트럼 분석한 후, 공통적으로 유의한 변화를 나타낸 도자를 추려내고, 해당 도자에서의 파형별 변화의 상관관계를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총 32개의 도자 중 합곡·족삼리·태충의 수기자침군에서 자침 0-3분 구간에서 δ 파· θ 파· β 파가 공통적으로 증가하는 도자는 C4·O1·Fz·Pz·Cz·FCz·CP4·FC4·TP7·FT7의 10개 도

자였으며, 이 중 자침 12-15분 구간에서 α 파의 감소까지 동시에 나타난 도자는 TP7·FT7의 2개 도자였다.

2. 수기자침 후 0~3분 구간의 10개 도자에서 각 파형간의 상관관계 분석 결과 θ 파~ β 파, θ 파~ δ 파가 통계적으로 유의하게 뚜렷한 양의 상관관계를 보였다.
3. 수기자침 후 12~15분 구간의 TP7·FT7에서 각 파형간의 상관관계 분석 결과, α 파~ β 파가 통계적으로 유의하게 뚜렷한 양의 상관관계를 보였다.

VI. 참고문헌

1. 임중국. 침구치료학. 서울 : 집문당. 2001 : 177, 181.
2. 대한침구학회 교재편찬위원회. 침구학 中. 파주 : 집문당. 2008 : 266.
3. White AR, Ernst E. A trial method for assessing the adequacy of acupuncture treatments. *Altern Ther Health Med.* 1998 ; 4(6) : 66-71.
4. Kong J, Fufa DT, Gerber AJ, Rosman IS, Vangel MG, Gracely RH et al. Psychophysical outcomes from a randomized pilot study of manual, electro, and sham acupuncture treatment on experimentally induced thermal pain. *J Pain.* 2005 ; 6(1) : 55-64.
5. Streitberger K, Steppan J, Maier C, Hill H, Backs J, Plaschke K. Effects of Verum Acupuncture Compared to Placebo Acupuncture on Quantitative EEG and Heart Rate Variability in Healthy Volunteers. *J Altern Complement Med.* 2008 ; 14(5) : 505-13.
6. Rosted P, Griffiths PA, Bacon P, Gravill N. Is there an effect of acupuncture on the resting EEG?. *Complement Ther Med.* 2001 ; 9(2) : 77-81.
7. 이용섭. 外關 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향. 우석대학교 대학원. 2003.
8. 김수현. 內關, 外關 전침자극이 뇌파 변화에 미치는 영향. 우석대학교 대학원. 2003.

9. 이상룡, 이태영. 삼음교-현중 자침이 EEG에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2003 ; 20(3) : 9-27.
10. 이태영, 이광규, 장윤성, 육상원, 이창현, 이상룡. 곤륜의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2003 ; 20(2) : 31-46.
11. 서상수, 권순철, 이상룡. 신문(H7) 전침 자극이 EEG의 변화에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2004 ; 21(1) : 29-40.
12. 임진택. 湧泉(K11) 전침 자극이 EEG의 변화에 미치는 영향. 우석대학교 대학원. 2004.
13. 홍승원, 윤대식, 이상룡. 勞宮(PC8) 전침 자극이 뇌파 변화에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2007 ; 24(2) : 193-216.
14. Haker E, Egekvist H, Bjerring P. Effect of sensory stimulation(acupuncture) on sympathetic and parasympathetic activities in healthy subjects. J Auton Nerv Syst. 2000 ; 79(1) : 52-9.
15. 이현진, 이동건, 황지혜, 조현석, 김경호, 김갑성. 心俞穴 자침이 HRV(Heart Rate Variability)로 측정된 자율신경에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2007 ; 24(5) : 1-12.
16. 김희권, 이상훈, 김용석. 膽正格 刺鍼이 밤번근무 후 간호사의 자율신경에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2007 ; 24(4) : 13-23.
17. 정인태, 이상훈, 김수영, 차남현, 김건식, 이두익, 이재동, 임사비나, 이윤호, 최도영. 만성두통환자에 대한 침치료가 심박변이도에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2005 ; 22(3) : 148-55.
18. Bäcker M, Grossman P, Schneider J, Michalsen A, Knoblauch N, Tan L, Niggemeyer C, Linde K, Melchart D, Dobos GJ. Acupuncture in migraine: investigation of autonomic effects. Clin J Pain. 2008 ; 24(2) : 106-15.
19. 강문수, 김락형. 정신적 스트레스와 神門(HT7) 刺鍼이 정상성인의 심박변이도(HRV)에 미치는 영향. 동의신경정신과학회지. 2009 ; 20(1) : 165-76.
20. Hsu CC, Weng CS, Liu TS, Tsai YS, Chang YH. Effects of electrical acupuncture on acupoint BL15 evaluated in terms of heart rate variability, pulse rate variability and skin conductance response. Am J Chin Med. 2006 ; 34(1) : 23-36.
21. 김후동, 고흥균, 김창환. PubMed 와 대한침구학회지 논문 검색을 통한 침료법과 뇌와의 관계에 대한 연구동향 고찰. 대한침구학회지. 2001 ; 18(4) : 188-200.
22. 문상관, 김영석, 박성욱, 정우상, 고창남, 조기호, 배형섭, 이재동, 김덕윤. SPECT를 이용한 뇌경색 환자의 건측 합곡-곡지 전침치료가 뇌관류에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2004 ; 21(1) : 111-8.
23. 김일두, 오희홍, 송호천, 범희승, 변재영, 안수기. 삼족리 전침자극이 뇌혈류에 미치는 영향에 관한 핵의학적 고찰. 대한침구학회지. 2001 ; 18(2) : 18-26.
24. 윤중화, 황민섭, 배건태, 이수홍, 이승덕, 장준혁, 김경호, 장용민, 변우목, 김갑성. fMRI를 이용한 조해혈(KI6) 자침이 대뇌피질 운동영역의 활성변화에 관한 연구. 대한침구학회지. 2001 ; 18(5) : 60-9.
25. 홍권의, 이병렬, 이현, 임윤경, 김연진. 삼음교(SP6) 전침자극이 fMRI상 뇌활성변화에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2003 ; 20(3) : 86-103.
26. 박기영, 이병렬, 이현, 임윤경, 홍권의, 김연진. 태계(KI3) 전침자극이 fMRI상 뇌활성변화에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2003 ; 20(3) : 194-208.
27. 강재희, 이현, 이병렬, 홍권의, 임윤경, 김연진. 복류(KI7) 전침자극이 Functional MRI상 뇌기능 변화에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2003 ; 20(4) : 66-84.
28. 김정호, 이현, 임윤경, 홍권의, 이병렬, 김연진. 음릉천(SP9)의 전침자극이 Functional MRI상 뇌활성 변화에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2003 ; 20(4) : 114-33.
29. 김영일, 김영화, 임윤경, 이현, 이병렬, 김연진. 족삼리(ST36)의 전침자극이 fMRI상 뇌활성 변화에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2003 ; 20(5) : 133-50.
30. 이순호, 신경호, 김종욱. 중풍칠치혈 자침이 뇌혈류에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2004 ; 21(3) : 83-98.
31. 문상관, 조기호, 고창남, 김영석, 배형섭, 이경섭. 뇌경색 환자의 뇌혈류에 대하여 건측 및 환측 침치료가 미치는 영향에 관한 비교 연구. 경희의학. 2000 ; 16(1) : 94-101.
32. 서효석, 윤영대. 경혈에 적용한 온침점 자극치료가 두통환자의 중대뇌동맥 혈류속도 및 통증에 미치는 영향. 경락경혈학회지. 2008 ; 25(3) : 29-41.
33. 이주형, 이흥민, 정병식, 윤형석, 조성규, 이상훈,

- 전형준, 남상수, 김용석. 백회혈 자침이 뇌혈류에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2001 ; 18(6) : 105-13.
34. 변혁, 이진호, 정찬영, 김은정, 이재동, 최도영, 김갑성, 이승덕. 뇌파 관련 국내 한의학 연구에 대한 고찰. 대한침구학회지. 2010 ; 27(1) : 137-48.
35. 선종인, 이승덕, 한승무, 박미주, 강중원, 남동우, 윤가영, 최도영, 이재동. 자침수기가 뇌파에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2011 ; 28(2) : 27-42.
36. Cooper R, Osselton JW, Shaw JC. Origin of the electroencephalogram. In EEG Technology(3rd edition). Boston : Butterworths. 1980.
37. 대한침구학회 교재편찬위원회. 침구학 上. 파주 : 집문당. 2008 : 24, 63, 257.
38. 김성철. 침감 및 침향에 대한 문헌적 고찰. 대한침구학회지. 2001 ; 18(3) : 201-14.
39. Hugh MacPherson, Richard Hammerschlag, George Lewith, Rosa Schnyer. Acupuncture Research Strategies for Estavlishing an Evidence Base. Elsevier Korea. 2008 : 28.
40. 한상익, 전양환, 이창욱. 알코올의존 환자에서 알코올이 뇌파, 사건관련전위 P300 및 인지기능에 미치는 영향. 신경정신의학. 2000 ; 39(5) : 944-54.
41. 박우순, 이태영, 김수용, 이광규, 육상원, 이창현, 이상룡. 신탁 조해의 전침자극이 치매환자의 뇌파에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2001 ; 18(2) : 67-78.
42. 한선호 외. 임상뇌파. 일조각. 1998 : 1-3. 50-1.
43. 김대식, 최장욱. 뇌파검사학. 서울 : 고려의학. 2001 : 49-55. 129-50.
44. 이창섭, 노재영. 뇌파학입문. 서울 : 하나의학사. 1997 : 47-57.
45. John N Demos. Neurofeedback. New York : Norton. 2005 : 112-21.
46. Mark S Schwartz. Biofeedback. New York : Guilford. 2003 : 90-3.