

소부(HT8) 전침이 뇌파(EEG)와 심박변이도(HRV)에 미치는 영향

윤대식¹ · 홍승원² · 이용섭³

¹누가한의원, ²명가한의원, ³현가한의원

The Effect of Electroacupuncture at *Sobu*(HT8) on the EEG and HRV

Dae Shik Yoon¹, Seung-Won Hong², Yong-Sub Lee³

¹Luke Korean Medical Clinic, ²Myung Ga Korean Medical Clinic, ³Hyun Ga Korean Medical Clinic

Objectives : The aim of this study was to examine the effect of electroacupuncture(EA) at an acupoint, HT8(Sobu), on normal humans by using power spectral analysis. We examined the effect on the Heart Rate Variability(HRV), and the balance of the autonomic nervous system. **Methods :** Thirty-two healthy volunteers participated in this study. EEG(Electroencephalogram) power spectrum exhibits site-specific and state-related differences in specific frequency bands. A thirty-two channel EEG study was carried out on thirty-two subjects(14 males; mean age=23.5 years old, 18 females; mean age=21.5 years old). HRV and EEG were simultaneously recorded before and after acupuncture. **Results :** In the α (alpha) band, during the HT8-acupoint treatment, the power values in the α (alpha) band significantly decreased($p<0.05$) at 28 channels. In the β (beta) band significantly decreased($p<0.05$) at 26 channels. In δ (delta) band significantly decreased($p<0.05$) at 18 channels. In θ (theta) band significantly decreased($p<0.05$) at 20 channels. α/β values were increased at 6 channels and decreased at 10 channels. β/θ values were increased at 10 channels and decreased at 19 channels. Mean-RR(RR-interval), Complexity, RMSSD(Root mean square of successive differences), SDSD(Standard deviations differences between adjacent normal R-R intervals), norm HF showed a significantly increased and mean-HRV, norm LF, LHR(LF/HF Ratio) showed a significantly decreased after HT8-acupoint treatment($p<0.05$). **Conclusions :** These results suggest that EA at the HT8 mostly causes significant changes on alpha(28 channels), beta(26 channels), delta(18 channels), theta(20 channels) bands and mean-HRV, mean-RR, complexity, RMSSD, SDSD, norm LF, norm HF and LHR. If practicing EA at the HT8, it will regulate the function of the cerebral cortex, decrease activity of the sympathetic and increase parasympathetic nervous activity.

Key words : HT8(*Sobu*), electroacupuncture(EA), electroencephalograph(EEG), heart rate variability(HRV).

서론

경락학설은 한의학의 특징인 우주 유기체적 관점을 보다 확연하게 만드는 핵심 이론이다. 경락의 실체에 대한 실험적 규명은 다각적으로 시도되고 있다. 최근에는 주로 신경해부학적, 생리학적, 형

태학적 접근이 이루어지고 있는데 침, 구, 전침, 약침 등을 이용하여 뇌혈류 변화¹⁻³⁾, 체표 온도 변화^{4,5)}, 면역 반응⁶⁻⁸⁾, f-MRI⁹⁻¹¹⁾, PET¹²⁾, 심박변이도¹³⁻²¹⁾ 관찰 등에 관한 보고가 있다.

특히 소부(HT8)는 수소음심경의 火穴로서 심장질환뿐 아니라 신경성 소화기 질환, 신경계 질환, 피부과 질환, 정신활동에 관련된

Received December 16, 2013, Revised December 17, 2013, Accepted December 17, 2013

Corresponding author: **Dae Shik Yoon**

Luke Korean Medical Clinic, 344-80 Daechon-dong, Boryeong 355-010, Korea
Tel: +82-41-933-2299, Fax: +82-41-933-0019, E-mail: im-vine@hanmail.net

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증상에도 다용되는데, 心은 心主血脈, 心主神志(心藏神), 心主汗液 등의 생리기능을 하며 이 중 神志를 주장하는 내용을 좀 더 살펴보면 『素問·靈蘭秘典論』의 “心者, 君主之官, 神明出焉”이나 『靈樞·邪客篇』의 “心者 五臟六腑之主, 精神之所舍也” 등에서 알 수 있듯이 사람의 정신이나 사유·의식활동이 모두 心에 의해 지배를 받고 있음을 설명하는 것이다²²⁾.

정신이나 사유활동 등은 현대의학의 관점에서 볼 때에는 뇌의 영역에 해당되며, 한의학에서도 뇌와 심장과의 관계를 긴밀하게 정의하고 있다.

뇌파(Electroencephalograph, EEG)는 주로 간질이나 뇌손상 등의 질병을 진단하는데 이용되며, 심박변이도(Heart rate variability, HRV)는 심박 주기의 시간적 변동인 심박변동을 분석하여, 자율신경계의 교감, 부교감신경간의 균형상태 및 각각의 활동도를 평가할 수 있다¹⁹⁻²¹⁾.

본 실험에서는 소부(HT8)에 대한 뇌, 신경계통에 대한 보고를 바탕으로 소부(HT8)의 전침 자극을 통하여 뇌의 작용에 영향을 줄 것이라는 예측 하에 정상인의 뇌파 자료를 수집한 후 분석을 하였으며, 심장이나 체표온도 등에 대한 보고를 바탕으로 심박변이에 영향을 줄 것이라는 예측 하에 HRV변화 분석을 시도하여 소부(HT8) 전침이 뇌파의 변화뿐만 아니라 자율신경계통에 미치는 영향까지 살펴보고자 하였다.

이에 저자는 소부(HT8)의 전침(Electroacupuncture, EA) 후 나타나는 뇌파(EEG)와 심박변이도(HRV)의 변화를 파워스펙트럼 분석 방법으로 관찰하여 유의성 있는 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 대상

우석대학교 학생(남: 14명, 여: 32명)
 평균연령: 남학생: 23.5세, 여학생: 21.5세
 시기: 2010년 10월 1일~2010년 11월 30일
 본 연구는 우석대학교 부속 한방병원 임상시험심사위원회(IRB)

Table 1. General Characteristics of 32 Volunteers

Characteristics	N(%)
Male	14(43.75)
Female	18(56.25)
Mean age±SD(yr)	22.8125±2.4

Mean follow up±SD(mon), (N=32).

의 승인을 받아 다음과 같이 진행되었다. 뇌파검사는 우석대학 보건의료센터에서 주관하여 각 학생들에게 모두 연구동의서를 받았으며, 본 연구는 우석대학교 보건의료센터를 통해 학생 개인 정보를 삭제한 상태로 넘겨받아 시행이 되었다.

남학생 14명과 여학생 18명이며 평균연령은 남 23.5세, 여 21.5세이다(Table 1). 신체적 또는 정신과적 질환이 없는 건강한 상태의 모든 대상자들에게 검사 2주일 전부터 약물 사용을 제한하였으며 음주는 1주일 전부터 제한하였고, 검사 전날에는 특별한 활동을 하지 못하도록 하였으며 일상생활은 그대로 유지하도록 하여 실험에 영향을 줄 수 있는 요인들을 가능한 배제하였다.

2. 방법

1) 실험 순서: 실험은 조명을 어둡게 한 검사실에서 외부소음을 최대한 차단한 채로 측정 전 30분 동안 충분히 안정을 취하게 한 후에 눈을 감고 누운 자세로 시행하였다. 먼저 안정시의 뇌파와 HRV를 각각 5분간 측정하였고, 그 뒤에 소부(HT8)에 전침을 5분간 시행하였고, 발침 후 5분간 뇌파와 HRV를 측정하였다. 동일한 실험 대상자들에게 30분 후 동일한 방법으로 비경혈에 전침을 하여 뇌파와 HRV를 측정하였다. 소부(HT8) 자침의 영향이 비경혈 자침 실험결과에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 고려사항이 더 많겠지만 실험의 여건상 두 실험의 간격을 30분으로 정하였다(Fig. 1).

2) 취혈 및 실험 부위: 실험에 사용된 침은 일회용 멸균침으로 길이 4.0 cm, 굵기 0.3 mm의 호침(Dong Bang Acupuncture Inc., KOREA)이며 전기자극은 Cefar-Acus II(Hipoland, Sweden)를 사용하였다. 소부(HT8)는 양측을 취혈하였는데 小指 本節後陷凹處로 手掌의 제 4, 5 중수골 간의 중앙을 취혈하였다²²⁾. 자극은 자침 깊이 1 cm 정도를 유지하였고 전침의 자극량과 지속 시간은 180 μ s, 주파수 80 Hz, 최대전류 1 mA를 5분간 지속적으로 양쪽에 주었다. 대조군으로 사용된 비경혈은 족궤음간경의 태충(LR3)과 족양명위경의 함곡(ST43)의 중간지점으로 임의로 정하였으며 소부(HT8)와 동일하게 전침을 5분간 시행하였다.

3) 뇌파 정보 수집: 머리에 부착하는 전극의 배치는 국제 뇌파

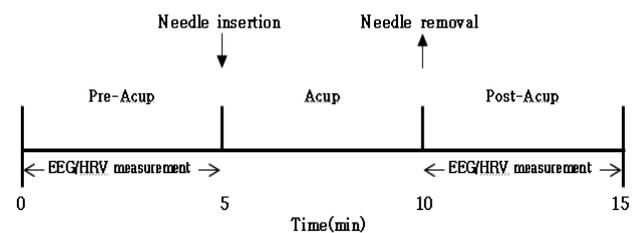


Fig. 1. Experimental protocol.

및 임상 뇌대사 학회연맹에서 추천하는 국제 10-20시스템^{23,24)}을 따라서 30개의 도금된 전극(Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, TT2, T5, P3, Pz, P4, T6, Po1, Po2, O1, Oz, O2)을 사용하였다(Fig. 2). 뇌파측정기는 Neuronic(MIRAE engineering Co., KOREA)를 사용하였다. 모든 뇌파 신호는 잔류 근전도의 활성도를 제거하기 위하여 1~35 Hz에서 여과하였고 기준 전극은 양측의 귓볼에 연결한 A1, A2로 하였다.

뇌파의 측정은 편안하게 누운 채로 눈을 가볍게 감았지만 잠이 들지 않은 상태를 유지한 후 electrode cap(ElectroCap Co., USA)을 피험자의 머리에 국제 10-20 시스템 전극법의 위치에 맞게 씌워서 이루어졌다. 뇌파 아날로그 신호를 출력 단자와 연결한 개인용 컴퓨터에 설치된 아날로그-디지털 전환기를 통하여 디지털 신호로 바꾸어 epoch(1 epoch=1초) 단위로 컴퓨터에 저장하였다. 저장된 자료는 200 epoch 동안 256 Hz의 표본 추출 속도로 디지털화하는 프로그램을 이용하여 수집하였다.

4) HRV 측정: 심박변이 측정용 맥파계인 QECG-3 LXC3203 (LAXTHA Inc., Korea)을 사용하여 피험자가 조용한 실험실내 환경에 적응한 후에 실시하였으며, 표준사지유도방식에 의해 왼쪽 팔목, 오른쪽 팔목, 왼쪽 발목에 측정전극을 부착하고, 오른쪽 발목에 접지전극을 부착하고 측정하였다.

3. 분석

1) 뇌파 자료 분석: 소부(HT8)와 비경혈 전침 전후 각 5분의 뇌파를 수집하여 신호를 1 epoch로 끊어서 FFT(Fast Fourier Transform)를 하고 난 후에 파워 스펙트럼 분석을 하였다. 스펙트럼

분석은 δ (0.2~3.99 Hz), θ (4~7.99 Hz), α (8~12.99 Hz), β (13~30 Hz)의 4개의 주파수 구간대별로 나누어 Complexity(LAXTHA Co., KOREA)를 사용하여 분석하였다. 자극 전과 후, 두 그룹의 결과는 평균으로 표시하였고 통계 프로그램 SPSS for Windows 13.0을 이용하여 Wilcoxon signed rank test²⁵⁾로 도출하였다.

2) HRV 자료 분석: 시술 전과 시술 후 변화에 대해서 모든 실험 결과는 평균±표준편차로 표시하였고, 통계처리는 SPSS for Windows 13.0을 이용하였으며, 소부(HT8) 전침 자극 전후 HRV의 변화를 보기 위하여 Wilcoxon signed rank test^{26,27)}를 시행하여 *p*-value가 0.05이하인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

HRV 분석은 일반적으로 시간영역 분석방법(Time Domain Analysis)과 주파수영역 분석방법(Frequency Domain Analysis)이 주로 사용된다²⁷⁾. 시간영역 분석은 R-R 간격의 시간성분을 분석하여 시간에 따른 심박변동에 대한 전반적인 특징을 알려주며 일차통계분석법(mean HRV, SDNN, Complexity)과 위상분포 분석법(HRV index, pNN50, RMSSD, SDSD)을 통해 표현된다. 주파수영역 분석은 일정한 주파수 대역내의 상대적 밀도를 측정하여 시간에 따라 변하는 신호의 주파수 특성을 보여주며, 파워 스펙트럼 분석을 통하여 여러 가지 변수로 추출되어 교감 및 부교감 신경의 균형 상태에 대한 정보를 제공한다²⁸⁾.

3) 파워 스펙트럼(Power Spectrum): 뇌파를 분석하기 위해 사용되는 대표적인 방법으로, 이것은 시간 영역(time domain)의 양을 주파수 영역(frequency domain)으로 변환시켜 뇌파를 분석하는 것이다²⁹⁻³²⁾.

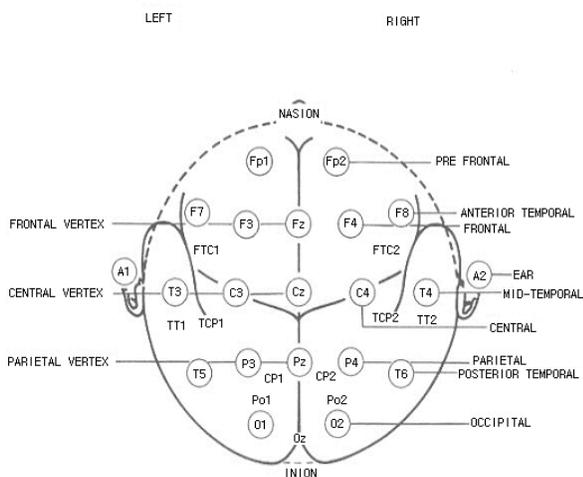


Fig. 2. Ten-twenty electrode system.

결 과

1. 뇌파 결과

뇌파 분석 대상자 32명은 남자 14명, 여자 18명으로 평균 연령은 남 23.5세, 여 21.5세이다. 소부(HT8) 전침 후에 뇌파의 변화는 아래와 같다.

1) α 파의 변화: α 파는 소부(HT8) 전침 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 특히 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, Pz, P4, T6, Po1, Po2, O1, Oz 채널에서 유의성($p < 0.05$) 있는 감소를 보였다. 그러나 비경혈 자침 후에는 모든 채널에서 유의한 변화가 발견되지 않았다(Table 2, Fig. 3, 4).

2) β 파의 변화: β 파는 소부(HT8) 전침 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 특히 F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, Pz,

Table 2. The Average Values of α Wave of the EEG from 30 Channels before and after EA Treatment

Lead position	α wave			Wilcoxon signed ranks test	
	Before EA	HT8 acupoint EA	Non-acupoint EA	HT8	Non-acp
Fp1	31.41	29.13	26.97	0.025*	0.318
Fp2	31.38	29.10	26.95	0.025*	0.318
F7	22.91	29.01	19.57	0.000*	0.254
F3	22.79	19.92	19.49	0.000*	0.262
Fz	22.76	19.90	19.46	0.000*	0.262
F4	22.63	19.79	19.35	0.000*	0.262
F8	28.51	20.92	20.31	0.000*	0.478
FTC1	28.35	20.80	20.20	0.000*	0.465
FTC2	23.86	21.41	21.84	0.002*	0.894
T3	15.61	13.39	13.46	0.000*	0.530
C3	17.47	15.01	15.08	0.000*	0.517
Cz	17.43	14.97	15.05	0.000*	0.517
C4	17.47	15.00	15.08	0.000*	0.530
T4	20.21	17.30	17.87	0.001*	0.229
TT1	19.99	17.11	17.67	0.001*	0.221
TCP1	20.09	17.20	17.77	0.001*	0.199
CP1	32.06	28.81	29.43	0.006*	0.530
CP2	29.17	26.12	25.72	0.001*	0.704
TCP2	29.00	25.96	25.57	0.001*	0.704
TT2	33.22	37.26	25.30	0.145	0.664
T5	22.80	20.65	21.50	0.003*	0.750
P3	22.70	20.57	21.42	0.003*	0.766
Pz	31.53	30.15	32.55	0.011*	0.141
P4	31.30	29.94	32.31	0.011*	0.147
T6	25.18	22.23	22.79	0.001*	0.813
Po1	30.55	27.67	27.04	0.002*	0.530
Po2	29.38	26.40	25.85	0.001*	0.644
O1	31.75	28.37	28.57	0.001*	0.926
Oz	29.65	26.73	26.43	0.002*	0.861
O2	45.70	60.92	38.70	0.549	0.262

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

P4, T6, Po1, Po2, O1, Oz 채널에서 유의성($p < 0.05$)있는 감소를 보였다. 그러나 비경혈 자침 후에는 모든 채널에서 유의한 변화가 발견되지 않았다(Table 3, Fig. 5, 6).

3) δ 파의 변화: δ 파는 소부(HT8) 전침 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, T6, O1 채널에서 유의성($p < 0.05$) 있는 감소를 보였다. 비경혈 자침 후에는 T3, CP2, TCP2에서 유의성 있는 감소가 있었다(Table 4, Fig. 7, 8).

4) θ 파의 변화: θ 파는 소부(HT8) 전침 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, T6, Po1, Po2, O1 채널에서 유의성($p < 0.05$)있는 감소를 보였다. 그러나 비경혈 자침 후에는 모든 채널에서 유의한 변화가 발견되지 않았다(Table 5, Fig. 9, 10).

5) α/β 값의 변화: α/β 값은 F7, T3, C3, Cz, C4, O2 채널에서 증가하였으며 Fp1, Fp2, F8, FTC1, FTC2, T4, TT2, T6, O1, Oz 채널에서 감소하였고 F3, Fz, F4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, Pz, P4, Po1, Po2 채널에서는 증가이 없었다(Table 6, Fig. 11).

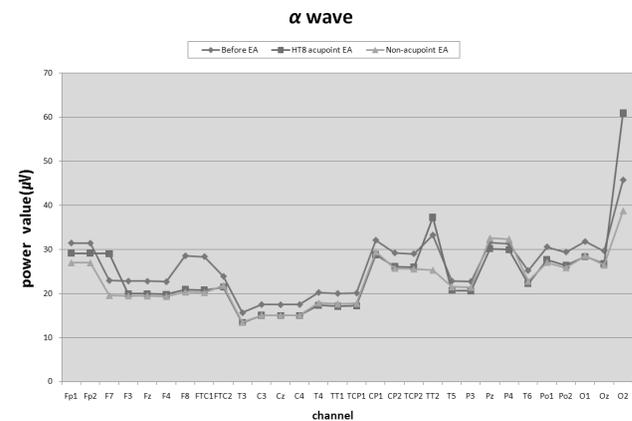


Fig. 3. The changes of average values in α wave of EEG before and after EA treatment.

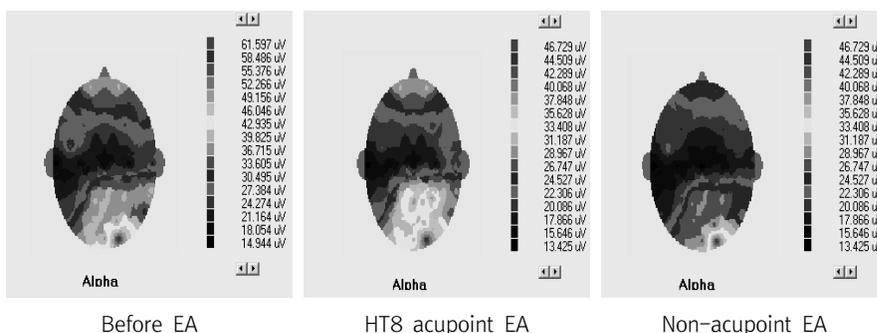


Fig. 4. Topographical display of EEG activity within the α range due to HT8 EA treatment.

6) β/θ 값의 변화: β/θ 값은 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, FTC2, TT2, Pz, P4 채널에서 증가하였으며 F8, FTC1, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, T6, Po1,

Po2, Oz, O2 채널에서 감소하였고 O1 채널에서는 증감이 없었다 (Table 7, Fig. 12).

Table 3. The Average Values of β Wave of the EEG from 30 Channels before and after EA Treatment

Lead position	β wave			Wilcoxon signed ranks test	
	Before EA	HT8 acupoint EA	Non-acupoint EA	HT8	Non-acp
Fp1	57.72	57.69	54.63	0.367	0.393
Fp2	57.59	57.54	54.48	0.367	0.393
F7	43.09	37.98	33.63	0.003*	0.054
F3	42.82	37.74	33.43	0.003*	0.054
Fz	42.69	37.62	33.32	0.003*	0.054
F4	42.40	37.36	33.09	0.003*	0.054
F8	51.19	38.26	35.91	0.005*	0.245
FTC1	50.86	38.01	35.67	0.005*	0.237
FTC2	42.31	39.40	37.14	0.009*	0.171
T3	28.85	24.50	23.37	0.001*	0.417
C3	32.23	27.38	26.14	0.001*	0.417
Cz	32.09	27.25	26.03	0.001*	0.428
C4	32.12	27.27	26.05	0.001*	0.428
T4	36.22	31.28	31.80	0.008*	0.131
TT1	35.78	30.89	31.40	0.008*	0.131
TCP1	35.92	31.00	31.52	0.008*	0.131
CP1	52.26	46.66	46.03	0.026*	0.254
CP2	45.39	40.46	37.74	0.036*	0.262
TCP2	45.07	40.16	37.48	0.036*	0.271
TT2	48.74	55.75	40.07	0.480	0.629
T5	38.29	34.54	34.38	0.004*	0.943
P3	38.08	34.37	34.21	0.004*	0.943
Pz	50.91	48.84	50.35	0.043*	0.600
P4	50.49	48.44	49.93	0.043*	0.600
T6	38.43	34.27	34.58	0.002*	0.237
Po1	47.44	42.79	39.37	0.006*	0.111
Po2	43.90	39.38	37.23	0.016*	0.262
O1	48.40	44.19	43.58	0.002*	0.959
Oz	44.46	40.67	38.56	0.017*	0.629
O2	67.86	89.56	57.69	0.879	0.254

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

2. HRV 결과

소부(HT8) 전침이 HRV의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 관련된 지표를 관찰하였다.

Mean-RR은 전침 전 846.39 ± 146.51 ms, 소부(HT8) 전침 후 883.70 ± 130.56 ms, 비경혈 전침 후 869.1 ± 138.59 ms를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 소부(HT8) 전침 후 유의하게 증가하였다(Table 8, Fig. 13).

Mean HRV는 전침 전 72.82 ± 11.72 cycle/min, 소부(HT8) 전침 후 69.31 ± 10.06 cycle/min, 비경혈 전침 후 70.69 ± 10.94 cycle/min를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 소부(HT8) 전침 후 유의하게 감소하였다(Table 8, Fig. 14).

SDNN은 전침 전 43.62 ± 14.71 ms², 소부(HT8) 전침 후 46.6 ± 13.89 ms², 비경혈 전침 후 48.87 ± 13.7 ms²를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 비경혈 전침 후 유의하게 증가하였다(Table 8, Fig. 15).

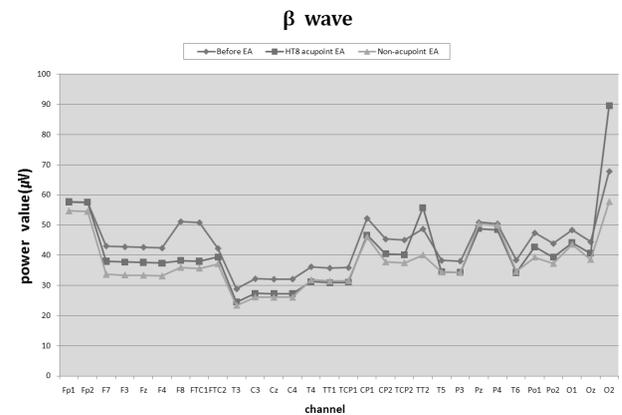


Fig. 5. The changes of average values in β wave of EEG before and after EA treatment.

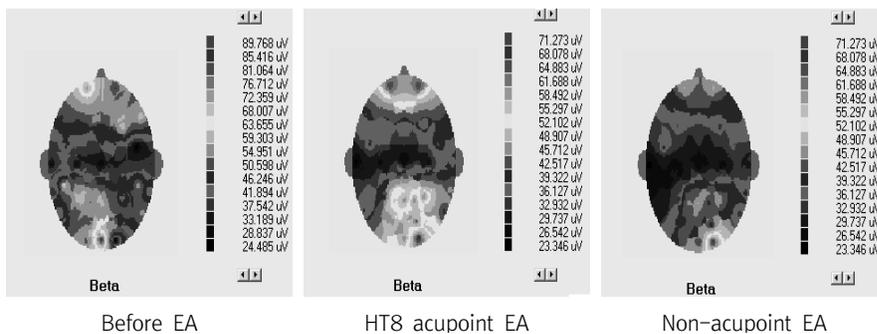


Fig. 6. Topographical display of EEG activity within the β range due to HT8 EA treatment.

Complexity는 전침 전 0.66 ± 0.19 , 소부(HT8) 전침 후 0.71 ± 0.14 , 비경혈 전침 후 0.70 ± 0.16 를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 소부(HT8) 전침 후 유의하게 증가하였다(Table 8, Fig. 16).

Table 4. The Average Values of δ Wave of the EEG from 30 Channels before and after EA Treatment

Lead position	δ wave			Wilcoxon signed ranks test	
	Before EA	HT8 acupoint EA	Non-acupoint EA	HT8	Non-acp
Fp1	7.38	4.74	4.56	0.001*	0.237
Fp2	7.38	4.75	4.56	0.001*	0.245
F7	5.97	3.80	3.54	0.001*	0.478
F3	5.94	3.79	3.53	0.001*	0.478
Fz	5.93	3.79	3.53	0.001*	0.478
F4	5.90	3.77	3.51	0.001*	0.504
F8	6.25	3.81	3.59	0.000*	0.465
FTC1	6.22	3.79	3.57	0.000*	0.441
FTC2	4.81	3.43	3.20	0.024*	0.136
T3	3.19	2.20	2.02	0.007*	0.045*
C3	3.57	2.47	2.26	0.008*	0.063
Cz	3.57	2.47	2.26	0.008*	0.052
C4	3.58	2.48	2.27	0.007*	0.057
T4	4.26	2.94	2.80	0.011*	0.069
TT1	4.21	2.91	2.78	0.011*	0.072
TCP1	4.24	2.93	2.80	0.014*	0.075
CP1	5.62	3.77	3.68	0.195	0.066
CP2	5.43	3.57	3.38	0.078	0.024*
TCP2	5.41	3.56	3.37	0.088	0.030*
TT2	4.86	4.22	3.19	0.339	0.159
T5	4.05	2.96	2.76	0.172	0.829
P3	4.04	2.96	2.75	0.177	0.877
Pz	5.58	3.97	3.81	0.195	0.090
P4	5.55	3.94	3.79	0.183	0.086
T6	4.38	2.98	2.84	0.006*	0.441
Po1	5.34	3.77	3.48	0.091	0.136
Po2	5.37	3.53	3.33	0.095	0.102
O1	5.36	3.68	3.49	0.048*	0.178
Oz	4.95	3.43	3.25	0.110	0.309
O2	5.94	7.05	3.95	0.741	0.060

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

RMSSD는 전침 전 29.53 ± 15.76 ms, 소부(HT8) 전침 후 34.67 ± 15.14 ms, 비경혈 전침 후 32.75 ± 15.41 ms를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 소부(HT8)와 비경혈 전침 후 모두 유의하게 증가하였다(Table 8, Fig. 17).

SDSD는 전침 전 36.82 ± 19.59 ms, 소부(HT8) 전침 후 42.79 ± 18.03 ms, 비경혈 전침 후 44.12 ± 18.99 ms를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 소부(HT8)와 비경혈 전침 후 모두 유의하게 증가하였다(Table 8, Fig. 18).

VLF는 전침 전 $6.43 \pm 0.75 \log\text{ms}^2$ 이었고, 소부(HT8) 전침 후 $6.63 \pm 0.67 \log\text{ms}^2$, 비경혈 전침 후 $6.63 \pm 0.72 \log\text{ms}^2$ 를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 소부(HT8) 전침 후 유의한 차이가 없었다(Table 8, Fig. 19).

Norm LF는 전침 전 50.85 ± 3.61 nu, 소부(HT8) 전침 후 49.72 ± 3.52 nu, 비경혈 전침 후 50.62 ± 3.33 nu를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 소부(HT8) 전침 후 유의하게 감소하였다(Table 8, Fig. 20).

Norm HF는 전침 전 49.15 ± 3.61 nu, 소부(HT8) 전침 후 50.28 ± 3.52 nu, 비경혈 전침 후 49.38 ± 3.3 nu를 각각 나타내었으며, 전

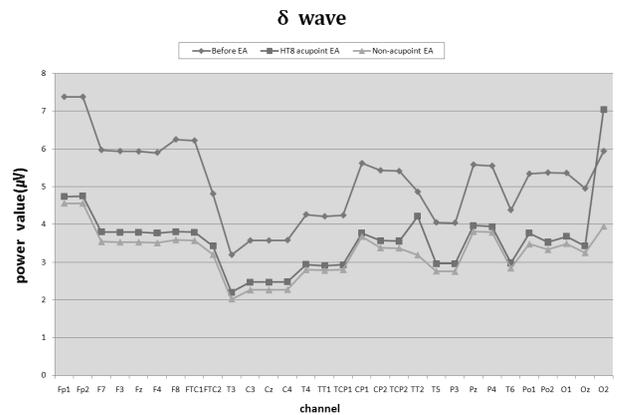


Fig. 7. The changes of average values in δ wave of EEG before and after EA treatment.

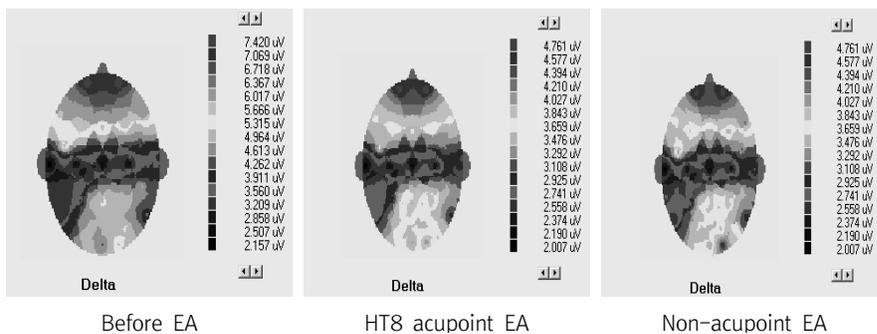


Fig. 8. Topographical display of EEG activity within the δ range due to HT8 EA treatment.

침 전에 비하여 소부(HT8) 전침 후 유의하게 증가하였다(Table 8, Fig. 21).

LF/HF Ratio(LHR)은 전침 전 1.05±0.15, 소부(HT8) 전침 후

1.00±0.14, 비경혈 전침 후 1.03±0.14를 각각 나타내었으며, 전침 전에 비하여 소부(HT8) 전침 후 유의하게 감소하였다(Table 8, Fig. 22).

Table 5. The Average Values of θ Wave of the EEG from 30 Channels before and after EA Treatment

Lead position	θ wave			Wilcoxon signed ranks test	
	Before EA	HT8 acupoint EA	Non-acupoint EA	HT8	Non-acp
Fp1	13.43	11.65	10.99	0.008*	0.734
Fp2	13.43	11.65	10.99	0.008*	0.781
F7	10.42	8.90	8.38	0.000*	0.280
F3	10.37	8.87	8.35	0.000*	0.289
Fz	10.36	8.87	8.34	0.001*	0.280
F4	10.31	8.83	8.30	0.001*	0.289
F8	11.73	9.08	8.68	0.000*	0.417
FTC1	11.67	9.04	8.64	0.001*	0.428
FTC2	10.01	8.87	8.72	0.024*	0.673
T3	6.59	5.72	5.42	0.003*	0.054
C3	7.38	6.42	6.08	0.003*	0.057
Cz	7.37	6.40	6.07	0.003*	0.057
C4	7.39	6.42	6.09	0.003*	0.052
T4	8.63	7.54	7.45	0.024*	0.131
TT1	8.54	7.47	7.38	0.025*	0.136
TCP1	8.59	7.51	7.43	0.025*	0.141
CP1	11.24	10.26	10.03	0.136	0.213
CP2	10.58	9.69	9.40	0.064	0.159
TCP2	10.54	9.65	9.36	0.064	0.159
TT2	11.10	12.20	8.81	0.538	0.600
T5	8.45	7.98	7.56	0.102	0.975
P3	8.42	7.90	7.55	0.114	0.959
Pz	11.41	10.69	11.08	0.166	0.644
P4	11.34	10.62	11.01	0.155	0.658
T6	8.97	8.04	7.85	0.002*	0.629
Po1	10.81	10.19	9.51	0.024*	0.090
Po2	10.38	9.59	9.23	0.041*	0.237
O1	10.84	9.90	9.73	0.020*	0.245
Oz	10.10	9.40	9.01	0.081	0.262
O2	13.28	19.15	11.67	0.823	0.147

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

고찰

뇌파는 진동하는 주파수의 범위에 따라 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 구분된다. 주파수대는 비정상성을 평가하기 위한 중요한 기준으로 사용되며³³⁾ 아래와 같이 정리할 수 있다.

α 파는 긴장이완, 편안한 상태일 때 발생하며 β 파는 각성상태, 의식적인 활동을 하거나 일반 작업 시 발생한다. δ 파는 수면 시 많이 발생하며 θ 파는 졸리거나 깊은 명상 시 발생한다. 눈을 감은 정상 각성 상태에서는 α 파가 우세하고, 눈을 뜨고 있을 때나 자극 시에는 β 파로 대체된다. 수면 시에는 특적으로 δ 파와 θ 파가 나타난다³⁴⁾.

α 파는 소부(HT8) 전침 자극 후에 전체적으로 감소하는 경향을

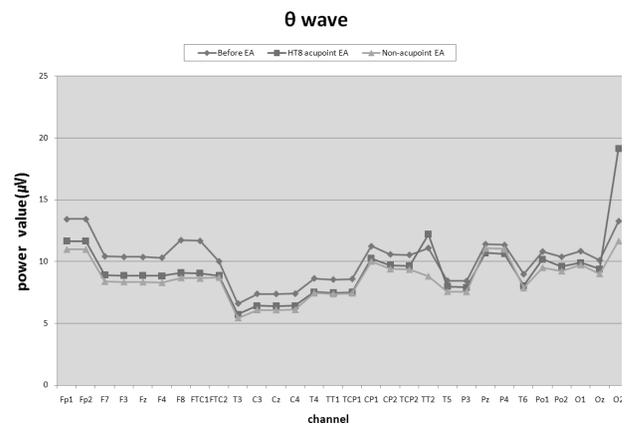


Fig. 9. The changes of average values in θ wave of EEG before and after EA treatment.

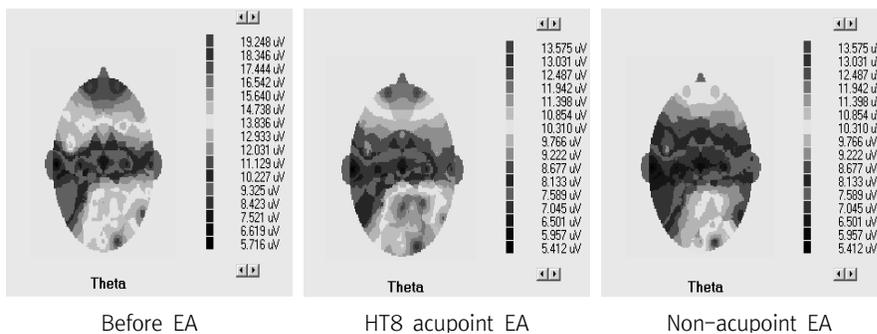


Fig. 10. Topographical display of EEG activity within the θ range due to HT8 EA treatment.

Table 6. The Average Values of α/β before and after EA Treatment

Lead position	α/β value		Increase and decrease
	Before EA	HT8 acupoint EA	
Fp1	0.54	0.50	-0.04
Fp2	0.54	0.51	-0.04
F7	0.53	0.76	0.23
F3	0.53	0.53	0.00
Fz	0.53	0.53	0.00
F4	0.53	0.53	0.00
F8	0.56	0.55	-0.01
FTC1	0.56	0.55	-0.01
FTC2	0.56	0.54	-0.02
T3	0.54	0.55	0.01
C3	0.54	0.55	0.01
Cz	0.54	0.55	0.01
C4	0.54	0.55	0.01
T4	0.56	0.55	-0.01
TT1	0.56	0.55	0.00
TCP1	0.56	0.55	0.00
CP1	0.61	0.62	0.00
CP2	0.64	0.65	0.00
TCP2	0.64	0.65	0.00
TT2	0.68	0.67	-0.01
T5	0.60	0.60	0.00
P3	0.60	0.60	0.00
Pz	0.62	0.62	0.00
P4	0.62	0.62	0.00
T6	0.66	0.65	-0.01
Po1	0.64	0.65	0.00
Po2	0.67	0.67	0.00
O1	0.66	0.64	-0.01
Oz	0.67	0.66	-0.01
O2	0.67	0.68	0.01

Table 7. The Average Values of β/θ before and after EA Treatment

Lead position	β/θ value		Increase and decrease
	Before EA	HT8 acupoint EA	
Fp1	4.30	4.95	0.66
Fp2	4.29	4.94	0.65
F7	4.14	4.27	0.13
F3	4.13	4.26	0.13
Fz	4.12	4.24	0.12
F4	4.11	4.23	0.12
F8	4.36	4.21	-0.15
FTC1	4.36	4.20	-0.15
FTC2	4.23	4.44	0.21
T3	4.38	4.28	-0.09
C3	4.36	4.27	-0.10
Cz	4.35	4.26	-0.10
C4	4.34	4.25	-0.10
T4	4.20	4.15	-0.05
TT1	4.19	4.14	-0.05
TCP1	4.18	4.13	-0.06
CP1	4.65	4.55	-0.10
CP2	4.29	4.18	-0.11
TCP2	4.28	4.16	-0.11
TT2	4.39	4.57	0.18
T5	4.53	4.33	-0.20
P3	4.52	4.35	-0.17
Pz	4.46	4.57	0.11
P4	4.45	4.56	0.11
T6	4.28	4.26	-0.02
Po1	4.39	4.20	-0.19
Po2	4.23	4.10	-0.13
O1	4.47	4.46	0.00
Oz	4.40	4.33	-0.08
O2	5.11	4.68	-0.43

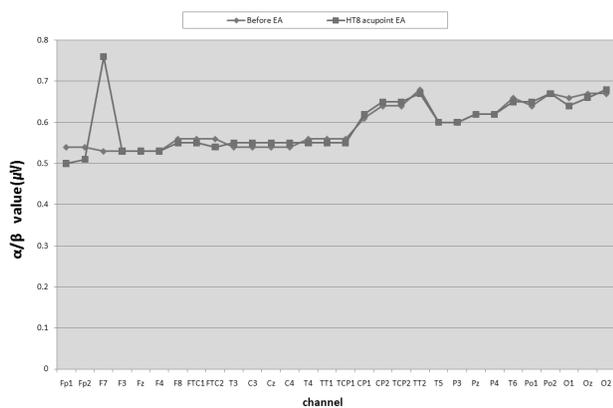


Fig. 11. The changes of α/β values before and after EA treatment.

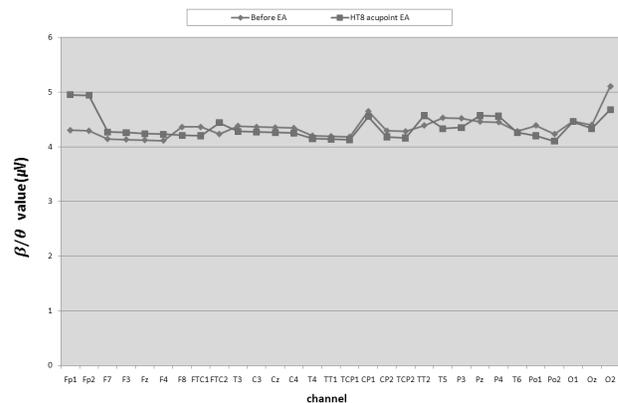


Fig. 12. The changes of β/θ values before and after EA treatment.

Table 8. Changes of HRV on EA Treatment

Parameters	Before EA	HT8-acupoint EA	Non-acupoint EA	p-value	
				HT8	Non-acp
Mean-RR(ms)	846.39±146.51	883.7±130.56	869.1±138.59	0.000*	0.216
Mean-HRV (cycle/min)	72.82±11.72	69.31±10.06	70.69±10.94	0.000*	0.163
SDNN(ms ²)	43.62±14.71	46.6±13.89	48.87±13.7	0.07	0.007*
Complexity	0.66±0.19	0.71±0.14	0.70±0.16	0.040*	0.228
RMSSD	29.53±15.76	34.67±15.14	32.75±15.41	0.000*	0.039*
SDSD	36.82±19.59	42.79±18.03	44.12±18.99	0.001*	0.001*
VLF(logms ²)	6.43±0.75	6.63±0.67	6.63±0.72	0.085	0.158
norm LF(nu)	50.85±3.61	49.72±3.52	50.62±3.33	0.007*	0.683
norm HF(nu)	49.15±3.61	50.28±3.52	49.38±3.33	0.007*	0.683
LF/HF Ratio	1.05±0.15	1.00±0.14	1.03±0.14	0.008*	0.637

*p<0.05 (Wilcoxon signed ranks test), Mean±SD.

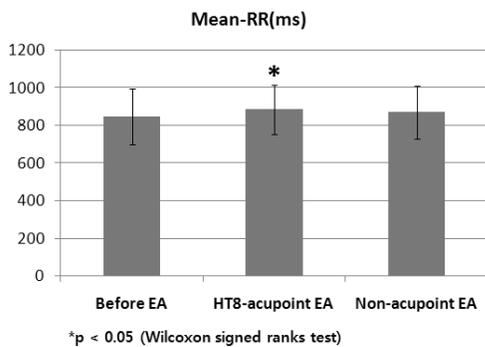


Fig. 13. Change of Mean-RR.

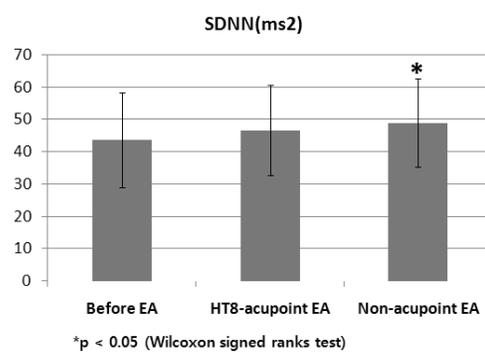


Fig. 15. Change of SDNN.

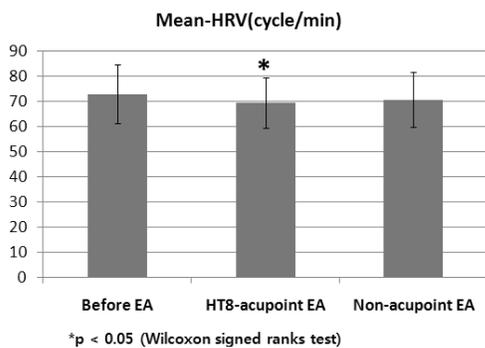


Fig. 14. Change of Mean-HRV.

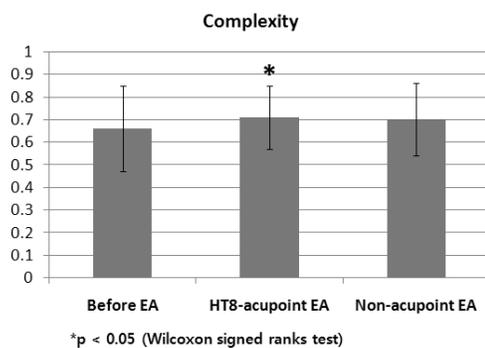


Fig. 16. Change of Complexity.

나타내었으며 특히 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, Pz, P4, T6, Po1, Po2, O1, Oz 채널에서 유의성 있는 감소를 보였다.

안정파인 α 파의 감소는 전침의 통증이나 긴장감이 실험을 진행하는 동안 피실험자의 뇌파 안정을 주지 못했다는 것을 의미한다. 경혈을 자극해서 뇌파변화를 분석하는 향후 연구에서도 이점을 늘

고려해야 할 것으로 생각된다.

β 파는 소부(HT8) 전침 자극 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 특히 F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, Pz, P4, T6, Po1, Po2, O1, Oz 채널에서 유의성 있는 감소를 보였다.

β 파의 감소는 비록 자극으로 인해서 α 파의 증가가 있었지만

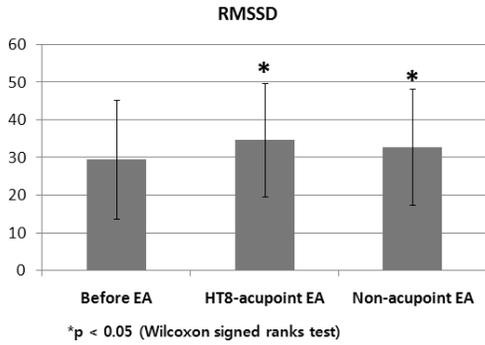


Fig. 17. Change of RMSSD.

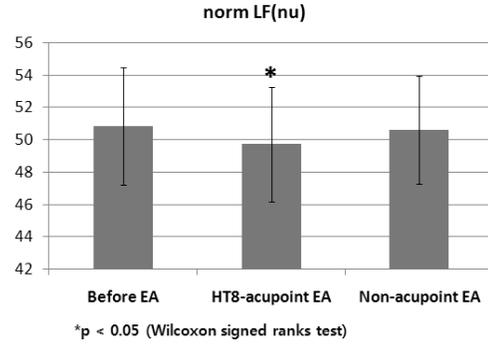


Fig. 20. Change of norm LF.

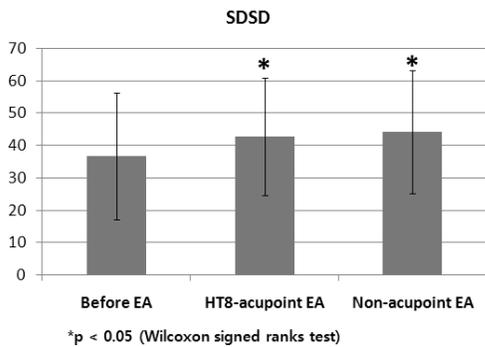


Fig. 18. Change of SDSD.

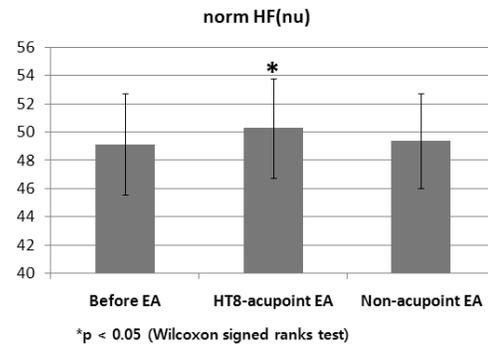


Fig. 21. Change of norm HF.

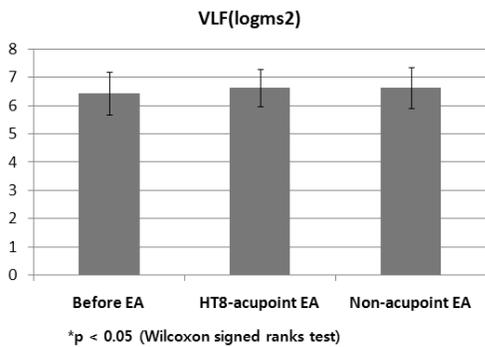


Fig. 19. Change of VLF.

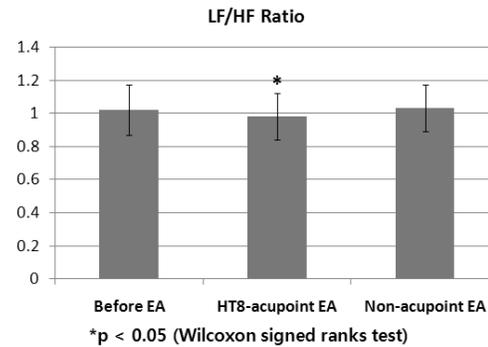


Fig. 22. Change of LF/HF Ratio.

소부(HT8) 전침 자극으로 인하여 각성상태가 일정부분 안정되었음을 의미한다.

δ 파는 소부(HT8) 전침 자극 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, T6, O1 채널에서 유의성 있는 감소를 보였다. 비경혈 자침 후에는 T3, CP2, TCP2에서 유의성 있는 감소가 있었다.

θ 파는 소부(HT8) 전침 자극 후에 전체적으로 감소하는 경향을

나타내었으며 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, T6, Po1, Po2, O1 채널에서 유의성 있는 감소를 보였다.

강박증에서의 병리적 현상은 과잉 신경활동에 의한 것으로 생각되며, 높아진 β 파를 낮추고 α 파를 증가시키는 피드백 훈련이 치료에서 이용되고 있다³⁵⁾. 피드백 훈련을 통해 안정된 상태를 강화시키며 특히 β 파를 감소시키는 동시에 α 파를 강화하여 β 파에 대한 α 파의 비율(alpha/beta)을 증가시키는 것은 효과적인 정신

이완 치료방법으로 알려져 있다^{35,36}. 이러한 이완을 유도하는 뇌파의 변화를 통해 정신적 스트레스, 과도한 긴장과 관련된 각종 질환에 효과적일 수 있다³⁶.

θ 파에 대한 β 파의 비율(beta/theta)은 흔히 주의집중과 관련된 지표로 활용되며, ADHD 아동의 치료 중 뇌파생체 피드백 훈련에서 지표로 사용된다. θ 파를 감소시키고 β 파를 강화하는 방법을 통해 ADHD 아동 학생들의 학습가능척도에서 높은 점수가 나타나며, 연속수행검사에서 수행능력의 향상 및 지능검사에서 상승을 보인다고 보고되고 있다³⁷⁻³⁹.

α/β 값은 F7, T3, C3, Cz, C4, O2 채널(6개 채널)에서 증가하였으며 Fp1, Fp2, F8, FTC1, FTC2, T4, TT2, T6, O1, Oz 채널(10개 채널)에서 감소하였다. β/θ 값은 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, FTC2, TT2, Pz, P4 채널(10개 채널)에서 증가하였으며 F8, FTC1, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, T6, Po1, Po2, Oz, O2 채널(19개 채널)에서 감소하였다.

α/β 값이 6개 채널에서 증가한 것은 측두엽 부분의 자극, β/θ 값이 10개 채널에서 증가한 것은 전두엽 및 측두엽 부분의 자극이 가해진 것으로 해석할 수 있으나, α/β β/θ 값이 증가와 감소가 명확하게 한쪽으로 치우치지 않아서 정신이완 치료방법의 지표나 주의집중과 관련된 지표의 의미가 크게 나타나지는 않았다.

소부(HT8)의 전침 자극을 통하여 α , β , δ , θ 파에서는 전체적인 감소가 관찰되었으며 α/β , β/θ 값의 변화가 있었다. 이러한 실험 결과로 미루어 보아 소부(HT8)의 전침 자극이 대뇌피질에 어떠한 영향을 줄 수 있는 것으로 사료된다.

HRV 분석방법은 교감-부교감 신경의 균형상태를 평가하는 신뢰성과 재현성이 높은 비침습적인 자율신경계 기능 평가 방법⁴⁰으로 활발한 연구가 시도되고 있으며, 감정상태와 스트레스 상황을 짧은 시간에 나타내는 유용한 방법이다.

심전도의 한 주기의 패턴은 차례로 P-Q-R-S-T파로 구성되는데, R피크 사이의 간격을 R-R간격이라 한다. R-R간격의 변화율(RR-interval Variability, 이하 RRV)은 일정 표준편차 범위 내에서 계속 변화하는 것으로 RRV Tachogram으로 나타내며, 이를 분석한 것이 심박변이율(Heart Rate Viability, HRV)로, 시간영역 분석은 일차통계 분석법과 위상분포 분석법으로, 주파수영역 분석은 파워스펙트럼 분석법을 통해 여러 가지 변수로 추출된다⁴¹⁻⁴³.

HRV는 시간 영역과 주파수 영역의 2가지 방법으로 측정되며, 어느 방법이나 각각의 연속적인 정상 QRS complex 간의 시간 간격의 측정을 기본으로 한다. 주파수 영역 분석에서 LF영역(0.04~0.15 Hz)은 우선적으로 교감신경의 활동을 나타내며 부가적으로 부교감 신경의 요소를 나타낸다. 반대로 HF영역(0.15~0.4 Hz)은

호흡성 동성 부정맥과 관련 있으며 부교감 신경의 활동만을 반영한다⁴⁴. TP(Total power)는 VLF, LF, HF power를 포함하는 전체 power의 평균으로 교감 신경 활성도와 더불어 전반적인 자율신경계 활성도에 대한 평가를 제공한다.

시간영역지수(Time domain index)로는 SDNN(Standard deviation of all normal R-R intervals;RMSM indexes), R-MSSD(the squares root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent R-R intervals)가 있는데 SDNN이 심장의 내재능력을 반영하는 지수가 되고, R-MSSD는 심장의 부교감신경성 조절을 측정하는 지수가 된다.

LF/HF ratio는 교감신경과 부교감신경의 상대적 균형상태를 나타내는 지표로, 상승하면 교감신경활동도가 증가하거나 부교감 신경 활동도가 저하되는 것을 나타내며, 하강되면 교감신경활동도의 저하의 부교감 신경 활성도의 증가를 뜻한다⁴⁵.

침, 전침 자극의 자율신경계에 대한 작용을 HRV로 측정한 실험이 최근 활발히 이루어지고 있다. Haker 등⁴⁶의 연구에서는 정상인의 합곡(LI4)에 침 자극을 시행한 후 LF, HF 모두 상승함을 보고하였고, 그 중 HF의 경우 침 자극 중 보다 자극 이후에 더 큰 증가가 나타났다고 했다. Shi 등⁴⁷은 관상동맥 질환자의 내관(PC6)에 수기조작과 전침 자극 이후에 HF는 변화가 없으나 LF가 유의하게 감소되고, 전침 자극 시 LF하강이 자극 이후 10분에 정점에 달하고 20~30분간 지속되며, LHR도 전침 자극 이후에 감소된다고 하였다. 또한 Kim 등¹³에 의하면 소부(HT8) 자침이 정신적 스트레스를 가한 성인의 HRV에 미치는 영향으로 스트레스로 인한 교감신경 항진을 억제하며, 또한 치료 후 스트레스로 인한 자율신경계 변화를 둔화시키는 예방효과를 가지고 있음을 알 수 있다고 하였다.

본 실험에서 소부(HT8) 전침 자극 후 HRV의 변화에서는 Mean-RR, Complexity, RMSSD, SDSD는 유의하게 증가하는 경향성을 보였으며 Mean HRV는 유의하게 감소하는 경향을 보였다. norm LF는 유의하게 감소하는 경향을 보였으며 norm HF는 유의하게 증가하는 경향을 보였고 LHR은 감소하였다. SDNN은 증가하였고 VLF는 감소하였으나 유의성은 없었다.

Mean-RR, SDNN, Complexity, RMSSD, SDSD의 증가와 Mean HRV의 감소는 R-R간격이 멀어졌다는 의미가 되며 이는 심박동수의 저하와 안정을 주었다고 평가할 수 있다. 또한 norm LF는 유의한 감소와 norm HF는 유의한 증가와 LHR의 감소는 교감신경 활성도의 저하와 부교감신경 활동도의 증가를 나타낸다고 평가할 수 있다.

본 연구의 경우 경혈 자침 실험이 끝난 후 같은 대상자에게 30분 휴식 후 비경혈 자침 실험을 하였으나, 이를 위해서는 실험자의 상

태가 30분 정도 휴식시에 안정시 뇌파로 회복된다는 근거가 필요할 것인데, 이에 대한 추후 검증이 고려되어야 한다고 생각된다.

소부 전침이 대뇌피질의 기능조절과 교감신경 활성화도 저하 및 부교감신경 활동도 증가에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

결 론

소부(HT8)에 전침을 시술한 후 나타나는 EEG(뇌파, Electroencephalograph)와 HRV(심박변이도, Heart rate variability)의 변화를 파워스펙트럼 분석방법으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. α 파는 소부(HT8) 전침 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, Pz, P4, T6, Po1, Po2, O1, Oz 채널에서 유의성 있는 감소를 보였다.

2. β 파는 소부(HT8) 전침 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, Pz, P4, T6, Po1, Po2, O1, Oz 채널에서 유의성 있는 감소를 보였다.

3. δ 파는 소부(HT8) 전침 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, T6, O1 채널에서 유의성 있는 감소를 보였다.

4. θ 파는 소부(HT8) 전침 후에 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, FTC1, FTC2, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, T6, Po1, Po2, O1 채널에서 유의성 있는 감소를 보였다.

5. α/β 값은 F7, T3, C3, Cz, C4, O2 채널에서 증가하였으며, Fp1, Fp2, F8, FTC1, FTC2, T4, TT2, T6, O1, Oz 채널에서 감소하였으며, β/θ 값은 Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, FTC2, TT2, Pz, P4 채널에서 증가하였고, F8, FTC1, T3, C3, Cz, C4, T4, TT1, TCP1, CP1, CP2, TCP2, T5, P3, T6, Po1, Po2, Oz, O2 채널에서 감소하였다.

6. Mean-RR, Complexity, RMSSD, SDDSD, norm HF는 소부 전침 후에 유의하게 증가하였다.

7. Mean HRV, norm LF, LHR(LF/HF Ratio)은 소부 전침 후에 유의하게 감소하였다.

이러한 사실들로 미루어 볼 때 소부 전침이 대뇌피질의 기능조절과 교감신경 활성화도 저하 및 부교감신경 활동도 증가에 영향을

미치는 것으로 사료된다.

References

1. Shin DH, Cho MR. Experimental study of dadun (LR1) · Shaofu(HT8) reduction in acupuncture on the improvement of cerebral hemodynamics. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2004 ; 21(1) : 33-50.
2. Shin JC, Ryu CR, Cho MR. Effects of Xingjian(LR2) · Shaofu(HT8) by reinforcing and reducing on the regional cerebral blood flow and mean arterial blood pressure in normal rats. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2003 ; 20(6) : 190-200.
3. Park EJ, Cho MR. Experimental study of dadun(LR1) · Shaofu(HT8) reinforcement in acupuncture on the improvement of cerebral homodynamics. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2007 ; 24(1) : 111-25.
4. Yoon DH, Na CS. Effect of acupuncture ST36 on skin temperature, galvanic skin response and heart rate in humans. Korean Journal of Acupuncture. 2003 ; 20(3) : 29-34.
5. Yoon DH, Park JS, Na CS. Effect of Acupuncture H8(Sobu, fire property), H3(sohae, water property) on skin temperature of H1(sochung, heart meridian). Korean Journal of Acupuncture. 2002 ; 19(2) : 35-9.
6. Lim SBN. Effects of On-Chim on immune response induced by irradiation. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 1995 ; 11(2) : 191-206.
7. Jang SG, Kang JH, Yim YK, Lee H, Lee BR. Influence on the Anti-cancer and Immune response improvement of Herbal-acupuncture with Asparagus cochinchinensis infusion solution put into Chung-wan(CV12) and Kwanwon(CV4). The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2003 ; 20(5) : 159-71.
8. Hong YS, Hwang WJ, Kim KS, Lee HS, Kim JS, Na CS. The effect of acupuncture at ST-36(足三里) and LI-4(合谷) on serotonin immunoreactive cells of the rat gastrointestinal tract. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 1999 ; 16(3) : 379-403.

9. Kim YI, Kim YH, Lim YK, Lee H, Lee BR, Kim YJ. A fMRI study on the cerebral activity induced by Electro-acupuncture on Zusanli(St36). The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2003 ; 20(5) : 133-50.
10. Ha CH, Lee H, Lim YK, Hong KE, Lee BR, Kim YJ. A fMRI study on the cerebral activity induced by Electro-acupuncture on Taichong(Liv3). The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2003 ; 20(5) : 187-207.
11. Wu Mt, Hsieh JC, Xiong J, Yang CF, Pan HB, Chen YC, et al. Central nervous pathway for acupuncture stimulation : localization of processing with functional MR imaging of the brain-preliminary experience. Radiology. 1999 ; 212(1) : 133-41.
12. Hsieh JC, Tu CH, Chen FP, Chen MC, Yeh TC, Cheng HC, et al. Activation of the hypothalamus characterizes the acupuncture stimulation at the analgesic point in human : a positron emission tomography study. Neurosci Lett. 2001 ; 307(2) : 105-8.
13. Kim JS, Hwang W, Bae KT, Nam SS, Kim YS. Effect of acupuncture for mental stress on short-term analysis of heart rate variability(HRV). The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2004 ; 21(5) : 227-39.
14. Park JJ, Lim LC, Seol IC, The consideration about the insomnia patient which sees as HRV. Thesis Collection of Daejeon University, Institute of Korean Medicine. 2004 ; 13(1) : 39-45.
15. Lee JB, Song BY, Yook TH. The Effects of carthami semen pharmacopuncture and bovis calculus. Fei Ursi pharmacopuncture on the heart rate variability(HRV). The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2010 ; 27(2) : 11-21.
16. Lee HY, Lee JB, Cho YH, Song BY, Yook TH. The effects of cervi pantotrichum cornu pharmacopuncture and bovis calculus. Fel Ursi Pharmacopuncture on the Heart Rate Variability. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2010 ; 27(1) : 65-74.
17. Ha SY, Kim DM, Cho SY, Im IH, Kim YS, Nam SS. Analysis of autonomic nerve system by analyzing the heart rate variability (HRV) in chronic musculoskeletal pain. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2008 ; 25(6) : 35-46.
18. Jung IT, Lee SH, Kim SY, Cha NH, Kim KS, Lee DI, et al. The effect of acupuncture treatment on the heart rate variability of chronic headache patients. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2005 ; 22(3) : 105-12.
19. Lee SH, Kim EJ, Park YC, Koh YG, Nam DW. Effect of acupuncture stimulation on heart rate variability in stroke patients. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2006 ; 23(1) : 135-43.
20. Seol H, Yook TH. Effects of hwangryunhaedoktang herbal-acupuncture at G21(Kyonjong : 肩井) on the heart rate variability. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2004 ; 21(6) : 37-42.
21. Cho SY, Ha SY, Jang JY, Nam SS, Kim YS. Effect of Hwangryunhaedok-tang Pharmacopuncture at CV17(Jeonjung : 膻中) for mental stress on short-term analysis of heart rate variability. The Journal of Korean Acupuncture & Moxibustion Society. 2009 ; 26(5) : 49-56.
22. Department Acupuncture & Moxibustion, Meridian & Acupoint of Oriental Medical schools in Nation. The Acupuncture & Moxibustion. Seoul : Jipmoondang. 1999 : 45-69, 431-4, 1447-51.
23. Jasper H. Report of committee on methods of clinical exam in EEG. Electroencephal Clin Neurophysiol. 1958 ; 10 : 370-5.
24. Cooper R, Osselson JW, Shaw JC. Origin of the electroencephalogram. In: EEG Technology. 3rd ed. Boston : Butterworths. 1980 : 1-14.
25. Park JG. Health Statistics using SPSSWIN. Seoul : Gye Chuk Mun Hwa Sa Publishing Co. 2004 : 166-8.
26. LAXTHA Inc. Complexity Manual(version 2.0). LAXTHA. 2003 : 43, 69-80.
27. Joo SJ, Kim GS, Yook DS, Lee JW. Correlation of the left ventricular diastolic function and the heart rate variability in patients with acute myocardial infarction. Korean Journal of Internal Medicine. 2005 ; 69(2) : 167-76.
28. Mukai S, Hayano J. Heart rate and blood pressure variabilities during head up tilt. Tappl Physiol. 1995 ; 78(1) : 212-6.
29. Kim NG. Introduction to biomedical engineering. Seoul : Ryo Moon Gak.P.Co. 1995 : 229-32.
30. Kim YB, Kim DS. Topographic mapping of EEG and evoked potentials. Seoul : Korea Medicine Book Publish. 1999 : 10, 31-3.
31. James R. Evans. Quantitative EEG and Neurofeedback. Sandiego : Academic Press. 1999 : 44-51.
32. Jim Robbins. A Symphony in the Brain. New York : Robbins. 2000 :

- 105-29.
33. Yoon JS. Introduction to EEG Studies. Seoul : Korea Medicine Book Publish. 1999 : 13, 71-2, 95-8.
 34. Korean Neuropsychiatric Association. Neuropsychiatry. Seoul : Hana Publishment. 1997 : 160.
 35. Michael Thompson, Lynda Tompson. The Neurofeedback Book. Colorado. The Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2003 : 35-40, 110-1, 327-8.
 36. Hardt JV, Kamiya J. Anxiety change through electroencephalographic alpha feedback seen only in high anxiety subjects. Science. 1978 ; 201(4350) : 79-81.
 37. Lubar JF. Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorders. Biofeedback Self-Regul. 1991 ; 16(3) : 201-25.
 38. Lubar JF, Swartwood MO, Swartwood JN, O'Donnell PH. Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training of ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. Biofeedback Self Regul. 1995 ; 20(1) : 83-99.
 39. Alhambra MA, Fowler TP, Alhambra AA. EEG biofeedback : a new treatment option for ADD/ADHD. J Neurotherapy. 1995 ; 1(2) : 39-43.
 40. Kamath MV, Fallen EL. Power spectral ananalysis of heart rate variability : a noninvasive signature of cardiac autonomic function. Crit Rev Biomed Eng. 1993 ; 21(3) : 2445-311.
 41. Task force of the european society of cardiology and the north American society of pacing and electrophysiolog. Heart rate variability : Stnadards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation. 1996 ; 93(5) : 1043-65.
 42. Pagani M, Furlan R, Dell'Orto S, Pizzinelli P, Baselli G, Cerutti S, et al. Simultaneous analysis of beat by beat systemic arterial pressure and heart rate variabilities in ambulatory patients. J Hypertention Suppl. 1985 ; 3(3) : 83-5.
 43. Dale Aubin. Rapid Interpretation of EKG's. Seoul : Korea Medicine Book Publish. 1989 : 19-20.
 44. Akserlrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ. Power spectrum analysis or heart rate fluctuation : aquantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. Science. 1981 ; 213(4504) : 220-2.
 45. Rollin M, Alan W. Autonomic assessment report : A comprehensive heart rate variability analysis. CA : Institute of Heart Math. 1996 : 1-42.
 46. 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.
 47. Shi X, Wang ZP, Liu KX. Effect of acupuncture on heart rate variability in coronary heart disease patients. Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi. 1995 ; 15(9) : 536-8.