

원저

전침 자극이 정상 성인의 심박변동에 미치는 영향

김민수 · 광민아* · 장우석* · 이기태** · 정기삼*** · 정태영**** · 서정철***** · 서해경 · 안희덕

대구한의대학교 한의과대학 한방재활의학과교실, *내과학교실, ****침구학교실,
경희대학교 생물학과, *용인송담대학 의료정보시스템과, *****제한동의학술원

Abstract

Effect of Electroacupuncture Stimulation on Heart Rate Variability in Healthy Adults

Kim Min-su, Kwak Min-ah*, Jang Woo-seok*, Rhie Ki-tae**, Jeong Kee-sam***,
Jung Tae-young****, Seo Jung-chul*****, Seo Hae-gyoung and An Hee-duk

Department of Oriental Rehabilitation Medicine,
*Internal Medicine and ****Acupuncture & Moxibustion,
College of Oriental Medicine, Daegu Haany University,
**Department of Biology of Kyung-Hee University,
***Department of Medical Information System,
Yong-In Song-Dam College,
*****Je-Han Oriental Medical Academy

Objective : The effects of electroacupuncture(EA) stimulation on heart rate variability(HRV) for healthy adults are investigated with power spectrum analysis(PSA) of HRV.

Methods : The HRVs of every 10 minute for 22 healthy volunteers(13 men and 9 women) were measured for an hour with SA-3000P(Medicore Co., Ltd., Korea). The median age with arithmetic range of 13 men and 9 women was 26.00 years with 22.75~27.00 years. The initial 20 minutes were defined as baseline period(pre-EA period), the following 20 minutes as the EA period and the last 20 minutes as the post-EA period. In each EA periods, volunteers received EA(2Hz, 0.6~0.8ms duration, maximal tolerated stimulation without discomfort) on the right Zusanli(ST36), Shangjuxu(ST37) acupoints while supine, resting.

· 접수 : 2003년 6월 12일 · 수정 : 2003년 6월 18일 · 채택 : 2003년 7월 12일
· 교신저자 : 서정철, 경상북도 구미시 송정동 458-7번지 대구한의대학교 부속구미한방병원 침구과
Tel. 054-450-7707 FAX. 054-451-9279 E-mail : acumox@hanmail.net

Results: Heart rate of volunteers at post-EA period was significantly decreased compare to that of pre-EA period, while SDNN at post-EA period was significantly increased. Heart rate at EA period was significantly decreased compare to that of pre-EA period, but Ln(LF) and LF/HF at EA period were significantly increased. Ln(HF) at post-EA period was significantly decreased compare to that of EA period, while the other variables were not significantly changed.

Conclusions: The results suggest that EA in healthy adults is associated with changed activity in the sympathetic and parasympathetic nervous system. Further study is needed for investigating the effects of EA on HRV and autonomic nervous system.

Key words: Electroacupuncture(EA), Power spectrum analysis(PSA), Heart rate variability(HRV), Autonomic nervous system

I. 서론

심박변동(Heart rate variability, HRV) 분석방법은 신뢰성과 재현성이 높으며 비침습적인 자율신경계 기능평가 방법으로서 최근에 활발한 연구가 시도되고 있다^{1),2)}. 심장의 박동은 체내의 항상성 유지를 위하여 끊임없이 변화하는데 심박변동은 심박수의 변화를 의미하는 것이 아니라, 심장주기의 시간적 변동(flucturation of R-R interval)을 측정, 정량화한 것을 말한다³⁾. 심장의 박동은 동방결절(sinoatrial node)에 대한 자율신경계의 조절작용 및 동방결절의 자발적 흥분에 의해 결정되는데^{1),3)} 동방결절에 대하여 교감신경과 부교감신경이 서로 길항적으로 작용하여 심장박동을 조절하게 되므로 심박변동을 power spectrum 분석함으로써 자율신경계의 교감, 부교감신경간의 균형상태 및 각각의 활동도를 평가할 수 있다⁴⁾⁻⁷⁾.

전침요법은 한의학의 경락, 혈위를 기초로 전류의 자극을 이용해서 자극을 강화하거나 運鍼手技를 대체하는 치료법으로서⁸⁾, 한의학의 경락이론과 서양의

학의 저주파 전류 자극법이 결합된 것으로 임상에서 매우 다양하게 활용되고 있다⁹⁾. 전침요법은 일반적인 침구치료와 같이 순환기질환, 운동기질환, 소화기질환, 호흡기질환, 정신신경계질환, 부인과질환, 외과과질환, 마비성 질환 등에 이용되고 있으며 심지어는 獸醫 질환, 마취에까지 응용되고 있다⁹⁾.

다양한 방면으로 전침치료의 작용 기전을 설명하기 위한 연구가 활발하게 진행되어져 오고 있으며¹⁰⁾, 최근에는 동맥압, 심박수, 통증 역치, 위장관 운동, 교감신경 피부반응 등을 측정하여 자율신경계의 활성도를 평가함으로써 전침의 작용 기전을 설명하려는 실험들이 보고되고 있다¹¹⁾⁻¹⁵⁾.

침, 전침 자극의 자율신경계에 대한 작용은 동물과 임상실험을 통하여 발표되고 있는데, 심박변동을 이용한 연구도 활발히 이루어지고 있다¹⁶⁾⁻¹⁸⁾. 하지만 전침 자극이 정상 성인의 심박변동과 자율신경계에 미치는 영향에 대한 연구는 국내외에 드문 실정이다.

이에 본 저자들은 허 등¹⁹⁾의 동물실험, Hsieh 등^{15),20)}의 교감신경 피부반응 검사를 이용한 연구와 맥박, 피부온도 측정실험에서 자율신경계에 대한 작용이 있는 것으로 나타난 족삼리(Zusanli, ST36)와 상거허(Shangjuxu, ST37)혈을 이용하여 전침 자극

이 심박변동에 미치는 영향을 살펴보기 위해 정상 성인 22명을 대상으로 전침 자극 전, 중, 후의 심박변동의 변화를 비교 분석하여 약간의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

심장혈관계 또는 자율신경계 질환의 병력이 없고, 자율신경계에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하고 있지 않으며 심전도상 동조율(sinus rhythm)을 가진²¹⁾ 건강한 성인 22명을 대상으로 하였다. 남자 13명, 여자 9명이었으며 연령의 중앙값은 26.00(22.75~27.00)세였다. 연구대상자들은 실험 전날의 음주 및 실험 2시간 전에는 음식물, 카페인이 함유된 음료의 섭취 및 흡연을 금하였다²⁾.

2. 방법

측정시 외적환경에 의하여 자율신경계가 영향을 받지 않도록 하기 위하여 실험실의 온도는 24℃를 유지하였고 조명이 밝고 조용한 방에서 실시하였다²²⁾. 연구대상자들은 침대에서 앙와위 자세로 10분간의 안정을 취하면서 실험 환경에 적응하도록 하였다. 실험은 전과정을 전침 자극 전(20분), 전침 자극기(20분), 전침 자극 후(20분)로 나누어 총 60분간 시행되었고 각 분기당 심박 변동을 5분간 2회씩 측정하여 총 6회의 측정치를 순서대로 Stage 1부터 Stage 6로 나타내었다<Fig. 1>.

1) 심박변동의 측정

심박변동은 심박변동 측정용 맥파계인 SA-3000P (Medicore Co., Ltd., Korea)를 이용하여 좌우 손목 부위와 좌측 발목부위에 각각 전극(electrodes)을 부

	pre-EA period					EA period				post-EA period					
EA						▼	▼	▼	▼						
min	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60			
HRV	■		■			■		■		■		■			
Stage	1		2		3		4		5		6				

Fig. 1. Protocol of Electroacupuncture-HRV Study.

The heart rate variability(HRV) was compared for 3 different stages, the 20min pre-electroacupuncture stimulation period(pre-EA period), the 20min electroacupuncture stimulation period(EA period) and the 20 min post-electroacupuncture stimulation period(post-EA period). Marked symbols with ■ is the time of HRV was measured and ▼ is the time of electroacupuncture stimulation(EA) was treated.

착하고 5분간 측정을 시행하였다. 본 연구에서는 5분간의 심박변동을 측정 후 시간영역분석(time domain analysis)을 통하여 심박수(heart rate), SDN N(standard deviation of all normal R-R intervals)을 구하고, 주파수영역분석(frequency domain analysis)을 통하여 총전력(total power, 이하 TP), 저주파 전력(low frequency power, 이하 LF), 고주파 전력(high frequency power, 이하 HF)을 구하였으며, 이를 이용하여 로그 변환 총전력(log-transformed total power, 이하 Ln(TP)), 로그 변환 저주파 전력(log-transformed low frequency power, 이하 Ln(LF)), 로그 변환 고주파 전력(log-transformed high frequency power, 이하 Ln(HF)), LF/HF Ratio를 구하였다^{23),24)}.

2) 전침의 자극

우측 족삼리(Zusanli, ST36)와 상거허(Shangjuxu, ST37)혈에 1회용 stainless steel 멸균 호침(Tongki corporation, Korea, $\phi 0.30 \times 40\text{mm}$)으로

2cm 정도의 깊이로 직자하여 득기하게 한 후, 20분 간 유침하면서 저주파 치료기(PG-306, SUZUKI Medical Co., Japan)를 이용하여 2Hz, 0.6~0.8ms duration, 인내할 수 있는 범위내로 불쾌감을 느끼지 않을 정도의 강도로 전침 자극을 시행하였다.

3. 통계 처리

통계는 SPSS® 10.0 for Windows를 사용하였고, 모든 자료는 medians(25th~75th percentiles)로 나타내었다. 전침 자극 전·중·후의 변화를 비교하기 위하여 우선 전침 자극 전에서는 보다 안정한 상태에서 측정된 stage 2의 값을 선택하였고, 전침 자극기, 전침 자극 후는 시기내의 두 stage의 값을 비교하여 유의성 있는 변화가 없는 측정 항목에서는 stage 4, 6의 값으로 분석함을 원칙으로 하고, 시기내에 유의성 있는 변화가 있는 항목에 대해서는 두 stage의 값을 모두 비교하였다. 전침 자극 전과 후, 전침 자극 전과 전침 자극기, 전침 자극기와 전침 자극 후의 순서로 비교, 분석하였다. 효과 비교는 Wilcoxon signed rank test를 사용하였다($\alpha=0.05$).

III. 결 과

1. 전침 자극 전후의 HRV의 변화

심박수는 전침 자극 후의 stage 5와 6간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극 전 stage 2의 67.50(62.55~73.15)회/분에서 전침 자극 후 stage 5, 6의 64.55(59.30~70.75), 64.70(61.08~73.05)회/분으로 유의하게($p=0.041$, $p=0.038$) 감소하였다.

SDNN은 전침 자극 후의 stage 5와 6간에 유의한($p=0.026$) 차이가 있었고, 전침 자극 전 stage 2의 42.95(34.17~55.63)ms에서 전침 자극 후 stage 5의 52.80(42.62~68.13)ms로 유의하게($p=0.012$)

Table 1. The Change of HRV between Pre-EA Period and Post-EA Period.

Items of HRV	Post-EA period		
	Stage 2	Stage 5	Stage 6
HRT	67.50 (62.55~73.15)	64.55 [†] (59.30~70.75)	64.70 [†] (61.08~73.05)
SDNN	42.95 (34.17~55.63)	52.80 [†] (42.62~68.13)	45.40* (37.35~55.88)
Ln(HF)	5.61 (5.08~6.23)	5.91 (4.96~6.36)	5.50 (4.70~6.26)
Ln(LF)	6.03 (5.46~6.36)	6.30 (5.37~7.08)	5.83 (5.48~6.64)
Ln(TP)	7.38 (6.58~7.78)	7.61 (6.80~8.28)	7.39 (6.69~7.60)
LF/HF	1.39 (0.84~2.09)	1.69 (1.06~2.67)	1.58 (0.89~3.92)

Values are presented as medians(25th~75th percentiles).

HRV : Heart rate variability, Pre-EA period : pre-electroacupuncture stimulation period, Post-EA period : post-electroacupuncture stimulation period, HRT : Heart rate, SDNN : standard deviation of all normal R-R intervals, Ln(HF) : log-transformed high frequency power, Ln(LF) : log-transformed low frequency power, Ln(TP) : log-transformed total power, LF/HF : LF/HF Ratio

* : Significantly different from stage 5 (* : $p<0.05$)

† : Significantly different from stage 2(† : $p<0.05$)

증가하였으나, stage 6과는 유의한 차이가 없었다.

Ln(HF), Ln(LF), Ln(TP), LF/HF는 모두 전침 자극 후의 stage 5와 6 간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극 전 stage 2와 전침 자극 후 stage 6 간에 유의한 차이가 없었다<Table 1>.

2. 전침 자극 전과 전침 자극기의 HRV의 변화

심박수는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한($p<0.001$) 차이가 있었고, 전침 자극 전 stage 2의

67.50(62.55~73.15)회/분에서 전침 자극기 stage 4의 63.15(59.98~71.03)회/분으로 유의하게(p=0.002) 감소하였으나, stage 3과는 유의한 차이가 없었다.

Ln(HF)는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한(p=0.036) 차이가 있었고, 전침 자극 전 stage 2와 전침 자극기 stage 3, 4간에는 유의한 차이가 없었다.

Ln(LF)는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한(p=0.026) 차이가 있었고, 전침 자극 전 stage 2

의 6.03(5.46~6.36)에서 전침 자극기 stage 4의 6.58(5.50~6.98)로 유의하게(p=0.030) 증가하였으나, stage 3과는 유의한 차이가 없었다.

LF/HF는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극 전 stage 2의 1.39(0.84~2.09)에서 전침 자극기 stage 4의 1.42(0.93~3.66)로 유의하게(p=0.042) 증가하였다.

SDNN, Ln(TP)는 모두 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극 전 stage 2와 전침 자극기 stage 4간에 유의한 차이가 없었다 <Table 2>.

Table 2. The Change of HRV between Pre-EA Period and EA Period.

Items of HRV	Pre-EA period		EA period	
	Stage 2	Stage 3	Stage 4	
HRT	67.50 (62.55~73.15)	66.50 (62.30~75.15)	63.15* [†] (59.98~71.03)	
SDNN	42.95 (34.17~55.63)	50.70 (35.68~60.50)	46.65 (41.13~57.65)	
Ln(HF)	5.61 (5.08~6.23)	5.54 (4.55~6.36)	5.84 [†] (5.20~6.41)	
Ln(LF)	6.03 (5.46~6.36)	6.19 (5.24~6.76)	6.58 ^{†§} (5.50~6.98)	
Ln(TP)	7.38 (6.58~7.78)	7.33 (6.74~7.95)	7.49 (6.78~7.97)	
LF/HF	1.39 (0.84~2.09)	1.63 (0.90~2.32)	1.42 [§] (0.93~3.66)	

Values are presented as medians(25th~75th percentiles).

HRV : Heart rate variability, Pre-EA period : pre-electroacupuncture stimulation period, EA period : electroacupuncture stimulation period, HRT : Heart rate, SDNN : standard deviation of all normal R-R intervals, Ln(HF) : log-transformed high frequency power, Ln(LF) : log-transformed low frequency power, Ln(TP) : log-transformed total power, LF/HF : LF/HF Ratio

* : Significantly different from stage 3 (* : p<0.001)
 † : Significantly different from stage 3 († : p<0.05)
 ‡ : Significantly different from stage 2 (‡ : p<0.01)
 § : Significantly different from stage 2 (§ : p<0.05)

3. 전침 자극기와 전침 자극 후의 HRV의 변화

심박수는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한(p<0.001) 차이가 있었고, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에는 유의한 차이가 없었다. 전침 자극기 stage 3, 4와 전침 자극 후 stage 6간에는 유의한 차이가 없었다.

SDNN은 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에는 유의한(p=0.026) 차이가 있었다. 전침 자극기 stage 4와 전침 자극 후 stage 5, 6간에는 유의한 차이가 없었다.

Ln(HF)는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한(p=0.036) 차이가 있었고, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에는 유의한 차이가 없었다. 전침 자극기 stage 4의 5.84(5.20~6.41)에서 전침 자극 후 stage 6의 5.50(4.70~6.26)으로 유의하게(p=0.009) 감소하였고, stage 3과 6간에는 유의한 차이가 없었다.

Ln(LF)는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한(p=0.026) 차이가 있었고, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에는 유의한 차이가 없었다. 전침 자극기 stage 3, 4와 전침 자극 후 stage 6간에는 유의한 차이가 없었다.

Table 3. The Change of HRV between EA Period and Post-EA Period.

Items of HRV	EA period		Post-EA period	
	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
HRT	66.50 (62.30~75.15)	63.15* (59.98~71.03)	64.55 (59.30~70.75)	64.70 (61.08~73.05)
SDNN	50.70 (35.68~60.50)	46.65 (41.13~57.65)	52.80 (42.62~68.13)	45.40 [†] (37.35~55.88)
Ln(HF)	5.54 (4.55~6.36)	5.84 [†] (5.20~6.41)	5.91 (4.96~6.36)	5.50 [§] (4.70~6.26)
Ln(LF)	6.19 (5.24~6.76)	6.58 [†] (5.50~6.98)	6.30 (5.37~7.08)	5.83 (5.48~6.64)
Ln(TP)	7.33 (6.74~7.95)	7.49 (6.78~7.97)	7.61 (6.80~8.28)	7.39 (6.69~7.60)
LF/HF	1.63 (0.90~2.32)	1.42 (0.93~3.66)	1.69 (1.06~2.67)	1.58 (0.89~3.92)

Values are presented as medians(25th~75th percentiles).

HRV : Heart rate variability, EA period : electroacupuncture stimulation period, Post-EA period : post-electroacupuncture stimulation period, HRT : Heart rate, SDNN : standard deviation of all normal R-R intervals, Ln(HF) : log-transformed high frequency power, Ln(LF) : log-transformed low frequency power, Ln(TP) : log-transformed total power, LF/HF : LF/HF Ratio
 * : Significantly different from stage 3 (: p<0.001)
 † : Significantly different from stage 3 († : p<0.05)
 ‡ : Significantly different from stage 5 (‡ : p<0.05)
 § : Significantly different from stage 4 (§ : p<0.01)

Ln(TP), LF/HF는 모두 전침 자극기의 stage 3과 4간, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극기 stage 4와 전침 자극 후 stage 6간에 유의한 차이가 없었다<Table 3>.

IV. 고 찰

자율신경계의 활동도는 피검자의 상태나 외부 환

경에 따라서 민감하게 변화하므로 정확하고 신뢰성이 있는 평가방법이 중요하다. 최근 교감-부교감 신경의 균형상태 평가가 가능한 심박변동 분석방법은 신뢰성과 재현성이 높으며 비침습적인 자율신경계 기능 평가 방법으로서 활발한 연구가 시도되고 있다^{1),2)}.

심박변동은 심장주기(R-R interval)의 시간적 변동을 측정, 정량화한 것을 말한다³⁾. 정상인은 안정상태에서도 심장의 박동과 박동간의 간격(R-R interval)의 미세한 변화가 관찰되는데, 심장의 박동은 끊임없이 변화하여 체내의 환경에 대해 항상성 유지를 위한 인체의 조절 기능을 나타내며 자율신경계가 이에 관여한다²⁾. 일반적으로 건강할수록 심박변동이 크고 불규칙하다고 알려져 있으며²⁵⁾⁻²⁷⁾, 연령의 증가와 대사증후군 집단, 심장질환과 뇌졸중 환자에서 전반적으로 감소하는 경향이 있다고 한다^{24),27),28)}. 심장박동은 동방결절의 자발적 흥분과 교감신경 및 부교감신경의 상호작용에 의하여 조절되므로^{1),3)}, 심박변동을 분석하여 자율신경계의 교감 및 부교감신경간의 균형상태 및 각각의 활동도를 알 수 있다⁵⁾.

심박변동내에 내재된 신호의 특징을 찾아내어 자율신경계가 심박변동에 미치는 영향을 연구할 수 있는데 일반적으로 시간영역 분석방법과 주파수영역 분석방법이 주로 사용된다. 시간영역 분석방법은 심박변동에 대한 전반적인 특징을 알려주지만 교감 및 부교감신경의 균형상태에 대한 정보는 제한된 반면에, 주파수영역 분석방법은 일정한 주파수 대역내의 상대적 밀도를 측정하는 방법으로, 연속된 R-R 간격의 시간 성분을 주파수 성분으로 분석함으로써 시간에 따라 변하는 신호의 주파수 특성을 보여주며, power spectrum 분석을 통하여 교감신경과 부교감신경의 활동도를 분리할 수 있다^{3),5)}. SDNN은 시간영역 분석방법에서 전체 R-R 간격의 표준편차로서, 주파수영역 분석방법에서의 TP와 수학적으로 비슷

한 의미를 지니고 있다²⁵⁾.

심박변동을 power spectrum 분석하게 되면 고주파 전력, 저주파 전력, 초저주파 전력, 총전력 성분을 얻을 수 있는데, 본 연구에서는 0.0033~0.04Hz 범위의 spectrum 밀도를 초저주파 전력으로, 0.04~0.15Hz의 spectrum 밀도를 저주파 전력으로, 0.15~0.4Hz의 spectrum 밀도를 고주파 전력으로 정의하였다^{25),31)}. 호흡률과 일치하는 power spectrum상의 고주파 전력성분은 주로 부교감신경계의 활동도를 반영하는 지표로 알려져 있고, 저주파와 초저주파 전력성분은 연구자들간에 의견이 일치하지 않은 상태이나, 저주파 성분은 주로 교감신경의 활동도를 나타낸다고 한다. 하지만 부교감신경 차단제인 atropine 투여시 고주파 성분 뿐만 아니라 저주파 성분도 동시에 감소하므로, 교감 및 부교감신경 성분을 동시에 반영한다고 하기도 하고, 교감신경 절단시 나타나는 저주파 성분의 감소는 저주파 성분이 교감신경계의 활동도를 반영하기 때문이라는 보고도 있다. LF/HF ratio는 자율신경계의 활동성을 평가하는 지표로 알려져 있다^{2),25),26),32)}.

Power spectrum 밀도는 spectrum 곡선의 일정 주파수 범위를 적분한 값으로 나타나며, 단위는 절대값(msec²) 또는 0.5Hz 이하의 spectrum 밀도인 총전력에서 초저주파 성분을 뺀 나머지 값으로 각 주파수 성분을 나누어서 정규화(normalization)된 상대값(normalized unit, nu)으로 표시된다^{1),5),6)}. Kuo 등³³⁾은 심박변동의 절대값 분포는 비대칭적(skewed)인데, 로그로 변환하면 정규분포와 유사해진다고 하였다.

전침은 한의학의 경락이론을 기초로 하여 전류의 자극을 이용해서 인체의 경혈이나 동통 부위에 자극을 가하여 유효한 치료효과를 나타내어 전통적인 자침요법에 대체하는 신침요법 중의 하나로, 오늘날 임상에 있어서 매우 다양하게 활용되고 있다^{8),9)}.

현재 국내외에서 전침의 임상적 효용에 대한 연구

가 각 질병별로 이루어지고 있으며 작용기전에 관한 연구 또한 시행되고 있다. 질병에 관한 연구로는 치과 치료시의 진통에 관한 연구, 수술 후의 통증의 관리, 대장 내시경 등의 검사시의 통증의 관리, 전이암의 암성 통증 관리, 족부 구진에 의한 통증 관리, 통증 역치에 관한 연구 등 각종 진통에 관한 연구가 이루어지고 있으며, 급성기 중풍에서의 전침 치료 효과, 위장관 운동의 조절, 화상 및 헤르페스 등에 의한 피부 치유, 화학 치료시의 오심, 구토의 관리, 척수손상 환자의 신경인성 방광의 치료 등의 연구가 이루어지고 있고, 임상 적용에 관한 연구도 이루어지고 있다¹⁰⁾.

작용기전에 관한 연구에 대해서 얼마전까지만 해도 전침은 표면적으로 침과 전기의 작용 결합으로 침의 기계적 자극과 전류의 자극인 전기를 결합시킨 단순한 물리적 인자를 이용한 치료방법으로 인식되었으나, 근래에 이르러 피부의 전기저항, 전기전위의 차이에 따른 한의학의 경락학설과의 연관성과 아울러 전기가 인체에 미치는 생물화학적, 신경생리학적, 전기생리학적인 변화가 다양하게 나타남에 따라 최근 많은 연구가 진행되고 있으며³⁴⁾, 엔돌핀 및 그 수용체에 관한 연구와 frequency에 따른 엔돌핀의 다양한 변화에 관한 연구도 이루어져 있다¹⁰⁾. 이렇게 다양한 방면으로 전침 치료의 작용 기전을 설명하기 위한 연구가 활발하게 진행되어져 오고 있으며, 최근에는 자율신경계의 활성도를 평가함으로써 전침의 작용기전을 설명하려는 실험들이 보고되고 있다. Liao 등¹¹⁾은 혈압, intragastric pressure, parasympathetic vagal nerve activity 등을 측정하여 마취된 쥐의 합곡(Hegu, LI4)혈 전침자극이 교감신경을 항진시키고 동시에 위의 부교감신경을 억제하여 과다한 위장 운동을 치료하는데 도움이 될 수 있을 것이라고 하였고, Knardahl 등¹²⁾은 multiunit efferent postganglionic sympathetic activity, 혈압, 심박수, 피부 혈류의 측정을 통해 인체에 대한 전침 자극

이 통증 역치를 증가시키고, 전침 자극시 근육의 교감신경계 활동을 향진시킨다고 하였다. Mori 등¹³⁾, Nishijo 등¹⁴⁾은 전침과 침자극이 부교감신경을 자극하여 심박수의 감소를 가져온다고 하였다. Hsieh¹⁵⁾는 족삼리(Zusanli, ST36)와 상거허(Shangjuxu, ST37)혈의 전침 자극이 대뇌피질의 작용을 통하여 교감신경 피부반응을 억제한다고 하였다. Ouyang 등¹⁸⁾은 전침 자극을 가한 개에게서 gastric emptying이 촉진되고 HRV 분석을 통하여 vagal activity가 증가됨을 관찰하였다.

침, 전침 자극의 자율신경계에 대한 작용을 연구함에 있어 HRV를 이용한 실험도 활발히 이루어지고 있다. Haker 등¹⁶⁾은 이침과 합곡(Hegu, LI4)혈 근육내, 피내자침이 정상 성인의 자율신경계에 미치는 영향에 대하여, Shi 등¹⁷⁾은 내관(Neiguan, PC6)혈의 수기조작과 전침 자극이 관상동맥 질환자의 HRV에 미치는 영향에 대해 보고한 바 있다. 하지만 전침 자극이 정상 성인의 심박변동과 자율신경계에 미치는 영향에 대한 연구는 국내외에 드문 실정이다.

이에 본 저자들은 정상 성인 22명을 대상으로 전침 자극 전, 중, 후의 심박변동의 변화를 관찰하여 전침 자극이 심박변동과 자율신경계에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

자침 경혈의 선정은 허 등¹⁹⁾의 동물실험, Hsieh 등^{15),20)}의 교감신경 피부반응 검사를 이용한 연구와 맥박, 피부온도 측정실험에서 자율신경계에 대한 유의한 작용이 있는 것으로 나타난 족삼리(Zusanli, ST36)와 상거허(Shangjuxu, ST37)혈을 선택하였고, 전침 자극은 Knardahl 등¹²⁾, Hsieh 등^{15),20)}의 실험에서 이용한 2Hz, 0.6~0.8ms duration, 피침자가 인내할 수 있는 범위내로 불쾌감을 느끼지 않을 정도의 강도로 시행하였다.

전침 자극 전후의 심박변동의 변화를 살펴보면, 심박수는 전침 자극 후의 stage 5와 6간에 유의한 차이가 없었고 전침 자극 전 stage 2의 67.50(62.55

~73.15)회/분에서 전침 자극 후 stage 5, 6의 64.55(59.30~70.75), 64.70(61.08~73.05)회/분으로 유의하게($p=0.041$, $p=0.038$) 감소하였다. 많은 연구에서 침, 전침 자극 이후 부교감신경계의 활성도 증가로 인한 심박수 감소를 보고하고 있는데^{14),16),20),27)}, Nishijo 등¹⁴⁾은 극문(Ximen, PC4)혈에 침 자극 이후 심박수가 감소된다고 하였고, Haker 등¹⁶⁾도 합곡(Hegu, LI4)혈 근육내 자침 이후에 심박수가 감소됨을 보고하였다. Hsieh 등²⁰⁾은 족삼리(Zusanli, ST36)혈에 2Hz 전침 자극을 가하고 이후 10분에서 심박수의 감소가 유지되었다고 하였다. 본 연구에서도 전침 자극 후 20분에서 심박수가 유의하게 감소하여, 족삼리(Zusanli, ST36), 상거허(Shangjuxu, ST37)혈 전침 자극이 부교감신경계의 활성도를 증가시키는 것으로 사료된다.

SDNN은 전침 자극 후의 stage 5와 6간에 유의한($p=0.026$) 차이가 있었고, 전침 자극 전 stage 2의 42.95(34.17~55.63)ms에서 전침 자극 후 stage 5의 52.80(42.62~68.13)ms로 유의하게($p=0.012$) 증가하였으나, stage 6과는 유의한 차이가 없었다. 이는 전침 자극이 SDNN의 증가를 가져오나 전침 자극 이후 10분 정도만 그 효과가 지속됨을 추정케 한다.

Ln(HF), Ln(LF), Ln(TP), LF/HF는 모두 전침 자극 후의 stage 5와 6간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극 전 stage 2와 전침 자극 후 stage 6간에 유의한 차이가 없었다. 다만, stage 5와 비교하면 전반적으로 증가하는 경향을 보이나 유의성은 확인할 수 없었다. Haker 등¹⁶⁾의 연구에서는 정상인의 합곡(Hegu, LI4)혈에 침 자극을 시행한 후 LF, HF 모두 상승함을 보고하였고, 그중 HF의 경우 침 자극 중보다 자극 이후에 더 큰 증가가 나타났다. Shi 등¹⁷⁾은 관상동맥 질환자의 내관(Neiguan, PC6)혈 수기조작과 전침 자극 이후에 HF는 변화가 없으나 LF가 유의하게 감소되고, 전침 자극군에서는 LF의 하강이

자극 이후 10분에 정점에 달하고 20~30분간 지속되며, LF/HF도 전침 자극 이후에 감소된다고 하였다. 본 연구에서는 주파수영역 분석방법에 의한 측정값에서 변화를 보이지 않았다.

남 등²⁴⁾의 연령별 표준화 연구 중 20대의 평균수치와 본 연구의 처치 전의 stage 2 값(평균±표준편차)을 비교해 보면 심박수는 각각 65.03±7.06, 69.13±10.06회/분이고, SDNN은 각각 61.32±27.89, 45.95±15.08ms, Ln(HF)는 각각 5.44±0.42, 5.67±0.89, Ln(LF)는 각각 5.59±0.71, 5.99±0.85, Ln(TP)는 각각 7.28±0.86, 7.24±0.74이며, LF/HF는 각각 1.46±0.95, 1.99±2.22로 다소간의 차이가 있었고, 이를 종합하면 본 연구의 실험대상자들이 남 등²⁴⁾의 연구에서의 20대 평균보다 교감신경 기능이 조금 항진되어 있음을 짐작할 수 있다.

전침 자극 전과 전침 자극기간의 심박변동의 변화를 살펴보면, 심박수는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한($p < 0.001$) 차이가 있었고, 전침 자극 전 stage 2의 67.50(62.55~73.15)회/분에서 전침 자극기 stage 4의 63.15(59.98~71.03)회/분으로 유의하게($p = 0.002$) 감소하였으나, stage 3과는 유의한 차이가 없었다. 본 연구에서 전침 자극 시작 15분 이후에 심박수의 변화가 나타나기 시작하였고, 이는 전침 자극으로 심박수에 영향을 주려면 15분 이상의 유침 시간이 필요함을 나타내는 것으로 보인다. Hsieh 등²⁰⁾은 본 연구와 같이 족삼리(Zusanli, ST 36)혈에 2Hz, 100Hz 전침 자극을 15분간 시행하는 동안 심박수의 감소를 보고하였으나, Knardahl 등¹²⁾은 합곡(Hegu, LI4), 곡지(quchi, LI11)혈에 시행한 2Hz의 전침 자극 중에 심박수가 약간 증가한다고 하였고, Haker 등¹⁶⁾도 합곡(Hegu, LI4)혈 근육내 자침 중에 유의성은 없지만 심박수가 다소 증가함을 보고하였는데, 이는 근육의 교감신경계 활성이 증가됨으로 인한 것으로 본 연구와는 차이가 있었다.

Ln(HF)는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의

한($p = 0.036$) 차이가 있었고, 전침 자극 전 stage 2와 전침 자극기 stage 3, 4간에는 증가하는 경향을 보이거나 유의성은 확인할 수 없었다.

Ln(LF)는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한($p = 0.026$) 차이가 있었고, 전침 자극 전 stage 2의 6.03(5.46~6.36)에서 전침 자극기 stage 4의 6.58(5.50~6.98)로 유의하게($p = 0.030$) 증가하였으나, stage 3과는 유의한 차이가 없었다.

LF/HF는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극 전 stage 2의 1.39(0.84~2.09)에서 전침 자극기 stage 4의 1.42(0.93~3.66)로 유의하게($p = 0.042$) 증가하였다. Haker 등¹⁶⁾의 연구에서는 정상인의 합곡(Hegu, LI4)혈 근육내에 25분간 침 자극 시행중 LF, HF가 모두 상승함을 보고하였고, LF의 상승은 침 자극 중 근육의 교감신경계 활성이 증가됨으로 인한 것으로 본 연구에서도 Ln(HF)는 변화가 없는 반면, Ln(LF), LF/HF의 증가가 관찰되었다. 심박수에서와 같이 Ln(HF), Ln(LF), LF/HF에서도 전침 자극 15분 후에 변화가 집중되었다.

이상에서 보면 전침 자극 중에 교감신경계와 부교감신경계가 모두 영향을 받고 있는 것으로 사료되며, 이러한 영향은 전침 자극이 15분 이상 지속되어야 나타나는 것으로 보여진다. 수학적으로 비슷한 의미를 지니고 있는²⁵⁾ SDNN, Ln(TP)는 모두 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극 전 stage 2와 전침 자극기 stage 4간에 전반적으로 증가하는 경향을 보이거나 유의성은 확인할 수 없었다.

전침 자극기와 전침 자극 후간의 심박변동의 변화를 살펴보면, 심박수는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한($p < 0.001$) 차이가 있었고, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에는 유의한 차이가 없었다. 전침 자극기 stage 3, 4와 전침 자극 후 stage 6간에는 다시 증가하는 경향을 보이거나 유의성은 없었다.

SDNN은 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한

차이가 없었고, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에는 유의한($p=0.026$) 차이가 있었다. 전침 자극기 stage 4와 전침 자극 후 stage 5, 6간에는 다시 감소하는 경향을 보이거나 유의성은 없었다.

$\text{Ln}(\text{HF})$ 는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한($p=0.036$) 차이가 있었고, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에는 유의한 차이가 없었다. 전침 자극기 stage 4의 5.84(5.20~6.41)에서 전침 자극 후 stage 6의 5.50(4.70~6.26)으로 유의하게($p=0.009$) 감소하였고, stage 3과 6간에는 유의한 차이가 없었다. 이는 전침 자극기 후반에 증가하였던 $\text{Ln}(\text{HF})$ 가 자극을 중단한 후에 다시 감소한 것을 의미하며, 전침에 의한 부교감신경계의 활성이 자극 중단 후 소실된 것으로, Haker 등¹⁶⁾의 연구에서 HF가 침 자극 중보다 자극 이후에 더 큰 증가가 나타난 것과 대조를 이루었다.

$\text{Ln}(\text{LF})$ 는 전침 자극기의 stage 3과 4간에 유의한($p=0.026$) 차이가 있었고, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에는 유의한 차이가 없었다. 전침 자극기 stage 3, 4와 전침 자극 후 stage 6간에는 감소하는 경향을 보이거나 유의성은 없었다.

$\text{Ln}(\text{TP})$, LF/HF 는 모두 전침 자극기의 stage 3과 4간, 전침 자극 후의 stage 5와 6간에 유의한 차이가 없었고, 전침 자극기 stage 4와 전침 자극 후 stage 6간에 $\text{Ln}(\text{TP})$ 는 감소, LF/HF 는 증가하는 경향을 보이거나 유의성은 없었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 족삼리(Zusanli, ST 36), 상거허(Shangjuxu, ST37)혈에 20분간 시행한 전침 자극이 교감신경계와 부교감신경계에 모두 영향을 미치는 것으로 사료되며, 심박수 감소, $\text{Ln}(\text{HF})$ 의 증가는 부교감신경계의 활성을, $\text{Ln}(\text{LF})$, LF/HF 의 증가는 교감신경계의 활성을 의미한다. 이러한 결과는 교감신경계와 부교감신경계의 상호관계에 대한 기존의 일반적인 길항적 인식과는 차이가 있는 것으로, 실험 대상자의 심리적 요인이 두 신경계의 활

성과 불활성이 유도되는 과정에 영향을 주었다면 상대적으로 전침 자극이 교감, 부교감신경계의 활성 변화에 독립적으로 작용할 수 있다는 가능성을 시사하는 것으로 사료된다. 한편, 통계적 자료로 판단한다면 최소한 15분 이상의 전침 자극이 시행되어야 자율신경계에 영향을 미칠 수 있을 것으로 추정된다.

본 연구는 전침요법이 정상 성인의 심박변동 및 자율신경계에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 심박변동의 power spectrum 분석을 사용한 국내에서는 처음으로 시도되는 임상실험이지만 몇가지 한계성을 가지고 있다. 우선, 실험 대상자의 수($n=22$)가 작아 무작위 대조군 연구를 시행하지 못하고 단일군 연구에 그쳐, 전침의 효과를 비교, 분석하는데 있어 제한된 전제조건에 의존하였다는 점이다. 일반적으로 심박변동은 피검자의 연령, 성별, 체형, 성격, 심혈관 조절 기능 등 개인차에 의해 많은 영향을 받으므로 작은 모집단에 대하여 통계적인 유의성을 얻기 위해서는 상대적으로 많은 실험 대상자의 수를 요구할 뿐만 아니라 이들의 안정기를 유도하는 방법도 실험 대상자의 성격에 따른 다양한 환경 및 심리 처리를 요구하고 있다. 향후 본 연구를 기초 자료로 이용하여 더 많은 피검자를 대상으로 심박변동의 power spectrum 분석을 통해 침 자극 및 전침요법이 심박변동 및 자율신경계에 미치는 영향에 대한 무작위 대조군 연구와 함께 체질 또는 성격별 자율신경계의 활성 변화에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

정상 성인 22명에게 20분간 전침 자극을 시행한 후, 전침 자극 전, 중, 후의 심박변동 변화를 관찰하여 전침 자극이 심박변동과 자율신경계에 미치는 영향을 살펴본 결과, 다음의 결론을 얻었다.

1. 전침 자극 전후의 심박변동의 변화를 살펴본 결과, 심박수는 유의하게 감소하였고, SDNN은 유의한 증가를 보였다. Ln(HF), Ln(LF), Ln(TP), LF/HF는 유의한 변화가 없었다.

2. 전침 자극 전과 전침 자극기간의 심박변동의 변화를 살펴본 결과, 심박수는 유의하게 감소하였고, Ln(LF)와 LF/HF는 유의한 증가를 보였다. SDNN, Ln(HF), Ln(TP)는 전반적으로 증가하는 경향을 보이나 유의성은 확인할 수 없었다.

3. 전침 자극기와 전침 자극 후간의 심박변동의 변화를 살펴본 결과, Ln(HF)만이 유의하게 감소하였다. 심박수, LF/HF는 증가하는 경향을, SDNN, Ln(LF), Ln(TP)는 약간 감소하는 경향을 보이나 유의성은 확인할 수 없었다.

이상의 결과를 종합해 보면 심박변동의 power spectrum 분석에 의한 본 연구에서 족삼리(Zusanli, ST36), 상거허(Shangjuxu, ST37)혈의 전침 자극이 교감신경계와 부교감신경계에 모두 영향을 미치는 것으로 나타났고, 최소한 15분 이상의 전침 자극이 시행되어야 자율신경계에 영향을 미칠 수 있을 것으로 사료된다. 향후 본 연구를 기초 자료로 이용하여 심박변동의 power spectrum 분석을 통해 침, 전침요법의 작용기전 및 심박변동, 자율신경계에 대한 보다 심도있는 후속 연구가 이루어져야 할 것이다.

IV. 참고문헌

1. Kamath MV, Fallen EL. Power spectral analysis of heart rate variability : a noninvasive signature of cardiac autonomic function. *Crit Rev Biomed Eng.* 1993 ; 21(3) : 245-311.
2. 전중선, 전세일, 조경자, 진미령, 김태선, 김덕용, 안준, 정기삼, 신근수, 이명호. 심박변동의 Power Spectrum 분석에 의한 정상 성인의 자율신경기능 평가. *대한재활의학회지.* 1997 ; 21(5) : 928-35.
3. Cowan MJ. Measurement of heart rate variability. *West J Nurs Res.* 1995 ; 17(1) : 32-48.
4. Korpelainen JT, Huikuri HV, Sotaniemi KA, Myllyla VV. Abnormal heart rate variability reflecting autonomic dysfunction in brainstem infarction. *Acta Neurol Scand.* 1996 ; 94(5) : 337-42.
5. Malliani A, Lombardi F, Pagani M. Power spectrum analysis of heart rate variability : a tool to explore neural regulatory mechanisms. *Br Heart J.* 1994 ; 71(1) : 1-2.
6. Montano N, Ruscone TG, Porta A, Lombardi F, Pagani M, Malliani A. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. *Circulation.* 1994 ; 90(4) : 1826-31.
7. Yoshioka K, Terasaki J. Relationship between diabetic autonomic neuropathy and peripheral neuropathy as assessed by power spectral analysis of heart rate variations and vibratory perception thresholds. *Diabetes Res Clin Pract.* 1994 ; 24(1) : 9-14.
8. George AU, Han JS, Han SP. Traditional and Evidence-Based Acupuncture : History, Mechanisms and Present Status. *Southern Medical Journal.* 1998 ; 91(12) : 1115

- 20.
9. 이현, 성낙기. 전침에 대한 문헌적 고찰. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 1994 ; 3(1) : 181-212.
 10. 서동민, 강성길. Pub Med 검색을 통한 전침의 최신 연구에 관한 고찰. 대한침구학회지. 2002 ; 19(3) : 168-79.
 11. Liao JM, Lin CF, Ting H, Chang CC, Lin YJ, Lin TB. Electroacupuncture at Hoku elicits dual effect on autonomic nervous system in anesthetized rats. *Neurosci Res.* 2002 ; 42(1) : 15-20.
 12. Knardahl S, Elam M, Olausson B, Wallin BG. Sympathetic nerve activity after acupuncture in humans. *Pain.* 1998 ; 75(1) : 19-25.
 13. Mori H, Nishijo K, Kawamura H, Abo T. Unique immunomodulation by electro-acupuncture in humans possibly via stimulation of the autonomic nervous system. *Neurosci Lett.* 2002 ; 320(1-2) : 21-4.
 14. Nishijo K, Mori H, Yosikawa K, Yazawa K. Decreased heart rate by acupuncture stimulation in humans via facilitation of cardiac vagal activity and suppression of cardiac sympathetic nerve. *Neurosci Lett.* 1997 ; 227(3) : 165-8.
 15. Hsieh CL. Modulation of cerebral cortex in acupuncture stimulation : a study using sympathetic skin response and somatosensory evoked potentials. *Am J Chin Med.* 1998 ; 26(1) : 1-11.
 16. 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.
 17. 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.
 18. Ouyang H, Yin J, Wang Z, Pasricha PJ, Chen JD. Electroacupuncture accelerates gastric emptying in association with changes in vagal activity. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2002 ; 282(2) : G390-6.
 19. 허성욱, 장경전, 송춘호, 안창범. 족삼리혈 자침이 가토의 대장운동에 미치는 영향. 대한침구학회지. 1999 ; 16(3) : 213-20.
 20. Hsieh CL, Lin JG, Li TC, Chang QY. Changes of pulse rate and skin temperature evoked by electroacupuncture stimulation with different frequency on both Zusanli acupoints in humans. *Am J Chin Med.* 1999 ; 27(1) : 11-8.
 21. Murakawa Y, Ajiki K, Usui M, Yamashita T, Oikawa N, Inoue H. Parasympathetic activity is a major modulator of the circadian variability of heart rate in healthy subjects and in patients with coronary artery disease or diabetes mellitus. *Am Heart J.* 1993 ; 126(1) : 108-14.
 22. Mukai S, Hayano J. Heart rate and blood pressure variabilities during graded head-up tilt. *J Appl Physiol.* 1995 ; 78(1) : 212-6.
 23. 박영재, 박영배. 통계기법을 활용한 변증 정량화 연구. 대한한의원진단학회지. 2001 ; 5(2) : 306-30.

24. 남동현, 박영배. 연령별 맥박변이도 표준화에 관한 연구. 대한한의학진단학회지. 2001 ; 5(2) : 331-49.
25. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Eur Heart J. 1996 ; 17(3) : 354-81.
26. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation : a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. Science. 1981 ; 213(4504) : 220-2.
27. 이용제, 김문성, 김범택, 박태환, 심재용, 이혜리. 대사증후군과 심박동수 변이와의 관계. 가정의학회지. 2002 ; 23(12) : 1432-9.
28. 지남규, 이경섭, 문상관, 고창남, 조기호, 김영석, 배형섭. 뇌졸중 환자의 성별과 부위에 대한 Heart Rate Variability의 변화. 대한한방내과학회지. 1998 ; 19(2) : 7-16.
29. Pieper SJ, Hammill SC. Heart rate variability : technique and investigational applications in cardiovascular medicine. Mayo Clin Proc. 1995 ; 70(10) : 955-64.
30. Stein PK, Bosner MS, Kleiger RE, Conger BM. Heart rate variability : a measure of cardiac autonomic tone. Am Heart J. 1994 ; 127(5) : 1376-81.
31. 전중선, 전세일, 안준, 박승현, 백소영, 강윤주, 도원수, 정기삼, 신근수, 이명호. 뇌졸중 환자에서 심박변동의 Power Spectrum 분석에 의한 자율신경기능 평가. 대한재활의학회지. 1998 ; 22(4) : 778-83.
32. Shin K, Minamitani H, Onishi S, Yamazaki H, Lee M. Autonomic differences between athletes and nonathletes : spectral analysis approach. Med Sci Sports Exerc. 1997 ; 29(11) : 1482-90.
33. Kuo TB, Lin T, Yang CC, Li CL, Chen CF, Chou P. Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate. Am J Physiol. 1999 ; 277(6 Pt 2) : H2233-9.
34. 김재규, 강수일, 김현수, 나창수, 이재동, 이종석, 최준배. 전침치료의 이론과 임상. 서울 : 서원당. 1993 : 17-22.