

침 자극이 인체의 자율신경계에 미치는 영향 고찰

이주호 · 박영재* · 박영배

경희대학교 한의과대학 진단 생기능의학과학교실

Abstract

Review on the Effects of Acupuncture Stimulation on Autonomic Nervous System

Ju-Ho Lee · Young-Jae Park* · Young-Bae Park

Dept. of Biofunctional Medicine and Diagnosis, College of Oriental Medicine, Kyung-Hee University

Objectives

Acupuncture has been shown to relieve pain and modulate biological function by stimulating the organ-specific meridians and enhances parasympathetic activity and suppresses sympathetic activity. The aim of this review is to summarize and understand the effects of acupuncture on autonomic nervous system.

Methods

We reviewed a total of 29 studies published from 2000 to 2010 searched by PubMed and various domestic oriental medicine journals to obtain acupuncture studies related with ANS. Each article was classified by ANS measurement index and reviewed for study objectives, outcomes, acupuncture points, experimental and control interventions.

Results

In the study of acupuncture about EEG, HRV, SCR, the experiment results are not the same by acupoints. Although same acupoint the results differ by subject's condition. But the study showed some clear tendency. In brief, in normal states acupuncture enhanced either vagal or sympathetic tone depending on the stimulated acupuncture point sites. On the other hand, most of studies demonstrated that acupuncture restored the autonomic dysfunctions in various kinds of tired or stressful states.

Conclusions

We reviewed studies that contributed to an understanding of the effects and mechanisms of acupuncture on autonomic nervous system. Although the relationship between acupuncture and ANS response is still uncertain, acupuncture could be a excellent treatment method for modulating autonomic dysfunction.

Key words

Acupuncture, autonomic nervous system (ANS), heart rate variability (HRV), electroencephalogram (EEG), skin conductance response (SCR)

* 교신저자 : 박영재 / 소속 : 경희대학교 한의과대학 진단생기능의학과교실

TEL : 02-440-7229 / E-mail : bmpomd@paran.com

투고일: 2011년3월16일, 수정일: 2011년8월11일, 게재확정일: 2011년8월12일

I. 서론

한의학의 주요 치료 수단 중 하나인 침술은 고대로부터 널리 사용되어져 왔고, 현대에 와서도 수많은 병증과 질병치료에 널리 응용되며 치료의 유효성을 인정받고 있다. 역대 의가들의 장기간 임상 경험을 통해 정립된 경락학설상 침은 각 장부와 연관된 경락, 경혈의 자극을 통해 기의 순환을 조절하여 통증을 해소하고, 또한 장부의 기능과 인체 균형을 유지한다고 알려져 왔다. 경락학설은 한의학의 생리 병리 진단 치료에 있어서 중요한 이론적 근거가 되며 침구 치료의 기초 이론이다.^{1,2)}

그동안 침의 원리와 작용 기전을 규명하려는 국내외의 연구는 진통효과의 메커니즘을 규명하려는 시도가 가장 많았으며 국소자극효과, opioid 수용체 이론, 플라시보 효과 등 다양한 시각으로 설명하려는 시도가 있었으나 명확하고 일관된 결론은 도출되지 않았다.³⁰⁾ 하지만 최소한 침이 뇌를 비롯한 신경학적 배경에서 작용하리라는 추정은 가능하게 하였고 그 중에서도 특히 자율신경계 측면에서 접근한 연구가 활발하게 진행되었다.³⁾

자율신경계란 말초신경계의 한 부분으로 주로 내장기관을 무의식적으로 제어하는 역할을 맡고 있으며 체성신경계와 달리 의지로 제어할 수 없는 신경계를 지칭한다. 자율신경계는 소화, 호흡, 땀 같은 신진 대사처럼 의식적으로 제어할 수 없는 기능에 관여하고 있으며 크게 교감신경계와 부교감신경계로 다시 나누어지고, 이 둘은 길항작용을 통해 제어된다.

교감신경계는 몸을 많이 움직이거나, 공포와 같은 상황에 처해 스트레스가 많아지면 활발해진다. 교감신경계의 활성화로 인해 이러한 스트레스에 대처하는 데 필요한 반응과 에너지공급이 나타나게 되며 그에 따라 혈압과 심장박동수가 높아지고 동공이 확대되고 소름이 돋는다. 이러한 교감신경계의 작용에 반해서, 편안한 상태가 되면 부교감신경계가 활성화된

다. 부교감신경계가 활성화되면 심장박동수와 혈압이 낮아지고 소화기관에 혈액이 많이 돌아가서 소화효소분비가 활발해져서, 에너지를 확보하는 방향으로 온몸이 작동하게 된다.

그런데 인체가 스트레스나 피로 같은 병적인 상태에 처하면 자율신경계의 항상성 기능이 깨져 두통이나 현기증이 일어나거나 땀이 많이 난다거나 손을 떨다거나 배가 아파서 설사를 하는 등 다양한 증상이 나타나게 되며, 이렇게 이렇듯 자율신경계의 조절이 제대로 이루어지지 않는 경우를 자율신경실조증이라 부른다.

이러한 자율신경실조 증상을 완화, 해소하는 데 한의학의 침 치료가 임상적으로 우수한 치료효과가 있다고 알려져 왔으며 실제로 많은 자율신경실조 관련 병증과 질병 치료에 널리 이용되고 있다. 하지만 그 작용 기전에 대해서는 아직 명확하게 밝혀지지 않은 부분이 많고 현재까지도 관련 연구가 활발히 이루어지고 있다. 자율신경계 지표 측정을 통한 침의 작용기전을 알아내기 위한 연구들에서 객관적인 지표들이 제시되어 왔는데 동공수축반사, 누선분비, 심박변이도, 뇌파도, 피부전도도, 호흡률, 근전도, 땀샘 분비, 방광 기능, 장운동 검사 등이 있다.⁴⁾

본 논문에서는 상기 자율신경 지표들 중 심박변이도(HRV), 뇌파도(EEG), 피부전도도(SCR)를 중심으로 현재까지 진행된 자율신경계에 미치는 침의 효과에 관해 연구되고 발표된 기존 논문들을 비교 분석하고 그 결과를 해석하여 침이 인체에 작용하는 기전을 이해하고자 한다.

II. 연구방법

인체의 자율신경계 기능 상태를 객관적으로 측정, 평가할 수 있는 척도로는 심박변이도-HRV(heart rate variability), 뇌전도-EEG(electroencephalo-

gram), 피부전도도-SCR(skin conductance response) [=GSR(galvanic skin response)] 등이 있다.

심박변이도(HRV)는 시간에 따른 심박수의 주기적인 변화로, 순간적인 심박동의 변화나 R-R 간격의 변동을 기록하여, 하나의 심장주기로부터 다음 심장주기 사이의 미세한 변화를 측정된 값이다. HRV신호는 각기 다른 대역의 주파수 신호가 합쳐져서 하나의 복잡한 신호로 나타나게 되는데 고주파수 영역(HF=0.15-0.4Hz의 주파수 대역)은 부교감신경의 활성도를 반영하고, 저주파수 영역(LF=0.04-0.15Hz의 주파수 대역)은 우선적으로 교감신경의 활성도를 반영하며 부가적으로 부교감신경의 요소도 나타낸다. 또한 저주파수영역과 고주파수 영역 간의 관계는 LF/HF ratio(교감신경활성도에 비례/부교감신경 활성도에 반비례) 변수로 정의되어 교감-부교감 신경계의 균형과 변화 경향성 및 정도를 나타내는 지표의 역할을 하며 교감신경의 활성도와 비례하고 부교감신경의 활성도와 반비례한다. 이런 심박변이도의 측정 및 평가는 자율신경의 활성도를 대변하는 지표로 알려져 있다.

뇌전도(EEG)란 대뇌에서 발생하는 전기적 활동을 기록하고 뇌의 전기, 생리적 현상을 분석하여 정신활동의 상태를 평가하는 것이다. 뇌파의 종류에는 α , β , δ , θ 파 등이 있으며 두뇌의 뇌파 패턴은 정신 상태와 관련이 있어 특정 주파수는 특정 정신 상태를 반영한다. 안정파로 불리는 α 파(8-14Hz)는 정상인의 각성, 안정, 눈을 감은 상태에서 관찰되며, β 파(14-30Hz)는 정신적으로 집중하고 있거나 불안한 상태, 긴장 시에 나타난다. δ 파(0.5-4Hz)는 수면상태이거나 학습장애, 뇌 손상 시에 주로 나타나고, θ 파(4-7Hz)는 정서 안정 상태 또는 수면으로 이어지는 과정의 졸린 상태에서 주로 나타난다. 이렇게 뇌의 활동 상태에 따라 나타나는 뇌파의 종류가 분명하게 다르므로 뇌전도(EEG)는 뇌의 각종 질환 진단, 활동 상태 및 인체의 의식수준 파악에 널리 이용되고 있는

지표이다.

피부전도도(SCR)는 피부에 두 개의 전극을 통한 직류전기신호를 이용하여 피부의 전기 전도성을 측정하는 방법으로 피부의 수분 정도에 따라 달라진다. 피부의 전기 전도량 변화는 땀샘의 활성도의 기능과 직접적인 연관이 있어 긴장정도가 높아지면 땀샘이 열리게 되어 피부의 저항은 감소되고 전도도는 상승한다. 다시 말하면 땀샘은 바로 교감신경계에 의해 제어되며, 피부전도도는 자율신경계 반사 표현의 일종인 것이다. 이는 전기성 피부반사(GSR)와 유사한 개념이기도 하며 심리적, 정서적 변화 또는 생리적 각성 지표로서 이와 관련된 자율신경계의 기전을 연구하기 위해 사용되어 왔다.

본 연구에서는 이러한 평가지표를 통하여 침 자극이 인체 자율신경계에 미치는 영향을 고찰하고자 2000년부터 2010년까지 국내 및 외국 학술지에 발표된 침 자극과 인체자율신경계 영향에 대한 임상 연구 논문 28편을 검색하였다. Pubmed에서 14편, 대한경락혈학회지 5편, 대한약침학회지 1편, 대한한의학회지 1편, 대한침구학회지 4편, 동의신경정신과학회지에서 3편이 검색되었다. 검색어는 acupuncture와 autonomic nervous system, HRV, EEG, SCR 이었으며 각각 검색된 관련 연구논문을 검색 비교, 정리하여 침 자극이 인체의 자율신경계에 미치는 영향을 정리해보고자 하였다. 검색된 논문은 평가 지표에 따라 EEG, HRV, HRV&EEG, SCR 및 기타 이렇게 크게 4그룹으로 나누어 도표로 정리하였다. 도표에는 각 연구에서 사용된 경혈과 실험군 대조군을 표기하였으며 자율신경계(ANS) 측정 지표별 변화를 각각 표시하여 간략하게 정리하였다.

III. 연구결과

1. EEG

침 자극이 인체의 뇌파도(electroencephalogram= EEG)에 미치는 효과에 대한 연구결과를 분석하면 Table 1과 같다.

Yoshiyuki Tanaka 등은 성인 쥐의 천골 부분에 자침 후 방광 활동과 뇌파도의 변화를 측정하여 α , β , δ , θ 모든 파에서 진폭의 상승과 침술자극이 방광 활동과 나아가 수면-각성 시스템에도 영향을 미칠 수 있을 것이라는 것을 밝혀냈고, 이에 자침이 뇌파도에 영향을 미치며 자율신경활동은 방광 활동과도 밀접하며 이는 수면-각성 시스템과도 직접적으로 연관성이 있다는 것을 유추할 수 있었다.⁵⁾

Jin-Teck Yim 등은 내관(PC6), 외관(TE5) 전침자극을 통해 뇌파의 변화를 측정하였고 내관은 α 파의

유의한 감소와 δ 파의 유의한 증가가 있었던 반면, 외관에서는 내관 자극 시 아무 변화가 없었던 β , θ 파에서 유의성 있는 증가를 보이고 증가를 보였던 δ 파에서는 오히려 감소를 보였다. 이로써 내관과 외관이 표리경의 낙혈로서 임상에서 상호보완적인 역할을 하는 두 혈이 뇌파 측정 결과상으로도 상반적으로 측정된 것이 흥미롭고 깊이 연구해 볼만한 의미가 있다고 보았다.²⁾

Tae-Young Lee 등은 곤륜(BL60) 전침자극을 통해 뇌파의 변화를 관찰하였고 α 는 감소하고, β 파는 증가함을 보였는데 이는 각종 후두부 질환과 요부통증 및 하지부 질환에 통용되는 곤륜혈의 자극에 의하여 발생하는 자극이 체성감각 신호를 유발하고, 뇌의 시상하부와 대뇌 피질의 활성화에 영향을 주는 것으로 보이며 이는 내분비계 변화를 유도하여 진통작용을 유발하는 것으로 파악하였다.⁶⁾

Sang-Soo Seo 등은 신문(H7) 전침자극에 따른 뇌

Table 1. Study about the Action of Acupuncture on EEG

Author & Year	Experimental group	Control group	ANS change	Note
Yoshiyuki Tanaka 2002	sacral segment acupuncture (N=27)		$\alpha \uparrow, \beta \uparrow, \delta \uparrow, \theta \uparrow$	EEG rats
Jin-Teck Yim 2003	PC6 EA(N=10) TE5 EA(N=10)	hip random point acu (N=10)	PC6: $\alpha \downarrow, \delta \uparrow$ TE5: $\beta \uparrow, \theta \uparrow, \delta \downarrow$	EEG human
Tae-Young Lee 2003	BL60 EA (N=10)	non-acupoint treatment (N=10)	$\alpha \downarrow, \beta \uparrow, \delta-, \theta-$	EEG human
Sang-Soo Seo 2004	H7 EA (N=9)		$\alpha \downarrow, \beta \downarrow, \delta \uparrow, \theta \uparrow$	EEG human
Soon-Chul Kwon 2006	ST36 EA (N=12)		$\alpha \downarrow \downarrow, \beta \downarrow \downarrow, \delta \downarrow, \theta \downarrow$	EEG human
Seung-Won Hong 2007	PC8 EA (N=20)		$\alpha \downarrow, \beta \downarrow, \delta \downarrow, \theta \downarrow \downarrow$	EEG human
Shyang Chang 2009	PC6 acupuncture (N=6)	sham acupuncture (N=6)	PC6: α -band \uparrow	EEG human
Cheol-Jin Park 2010	PC7 acupuncture (N=30)	non-acupoint treatment (N=30)	PC7: $\alpha \downarrow, \theta \downarrow, \delta \downarrow$ non-acupoint: $\alpha-, \theta-, \delta-, \beta \downarrow$	EEG human

PC6-내관; TE5-외관; BL60-곤륜; H7-신문; ST36-족삼리; PC8-노궁; PC7-대릉; EA-electroacupuncture; ANS-autonomic nervous system

파 변화를 측정하여 α 파, β 파는 감소하고 δ 파 θ 파는 증가함을 관찰하였다. 자침에 따라 유의성 있게 변화하는 뇌파 스펙트럼 분석을 통해 자율신경계와 각성 작용에 영향을 주는 효과가 있을 것이라 예상되었고 수소음심경의 원혈로서 安心寧神, 鎮靜 등의 혈성과 연관성을 시사하였다.⁷⁾

Soon-Chul Kwon 등은 족삼리(ST36) 전침자극이 뇌파에 미치는 영향을 측정하여 α 파, β 파, δ 파, θ 파 모두 전체적으로 감소함을 관찰하여 대뇌피질의 기능 조절에 일정한 영향을 줄 수 있을 것으로 생각되었으며 족양명위경의 합혈인 족삼리 혈성과의 연관성도 시사하였다.⁸⁾

Seung-Won Hong 등은 노궁(PC8) 전침자극을 통해 가한 후 뇌파 변화를 측정하였고 α , β , δ , θ 가 모두 감소됨을 관찰하였다. 특히 정서안정과 관련된 θ 파가 가장 유의성 있는 감소를 나타내었고 주의집중과 관련되는 β/θ 값이 전체적으로 증가한 것으로 보아 노궁의 安神鎮靜 효과가 잘 나타났으며 앞으로 많은 질환에 응용이 가능하다고 보았다.⁹⁾

Shyang Chang 등은 내관(PC6) 전침자극이 인체에 어떤 영향을 미치는지 뇌파도 측정을 통해 알아보고자 하였다. 자침으로 인해 α -band의 진폭과 파워가 상승하였고 주파수가 일정폭으로 동조되는 현상을 보였으며 유침 후 최소 10분까지도 그 효과가 지속되었다. 따라서 자침으로 인한 뇌파의 동조된 리듬이 자율신경계와 밀접한 관계가 있을 것으로 생각되었다.¹⁰⁾

Cheol-Jin Park 등은 대릉(PC7) 침자가 뇌파에 미치는 영향을 측정하였고 α 파, θ 파, δ 파의 감소를 관찰하여 대뇌피질 활성에 어떤 영향을 주는지 내분비계에는 어떤 변화가 유도되는지 관찰하여 향후 대뇌 피질과 내분비계 및 임상효능 연구 방향을 제시한 의의가 있고 수혈음심포경의 원혈로서 정신, 신경질환 및 심장질환, 불안, 불면에 응용되는 임상적응증 및 혈성과의 관계를 고찰하였다.¹¹⁾

2. HRV

침 자극이 인체의 심박변이도(heart rate variability=HRV)에 미치는 효과에 대한 연구결과를 분석하면 Table 2와 같다.

Eva Haker 등은 합곡(LI4)와 폐점(Lu1) 자침이 교감신경과 부교감신경 활성도에 어떤 영향을 미치는가를 알아내기 위하여 심박변이도 주파수 분석을 시행하였다. 부교감신경 부위(폐점)와 교감신경부위(합곡)의 침 자극을 피부 자극(Superficial)과 비교하여 침 자극에 의한 자율신경과 부교감신경의 활성도에 영향을 미치는 요인은 자극 부위와 그 효과의 관찰 기간에 의해 달라진다는 것을 보여주었다.¹²⁾

Zengyong Li 등은 3시간 동안 자동차 운전으로 유발되는 자율신경계 변화 및 대추(DU14), 내관(PC6) 자기침(magnitopuncture)의 효과를 관찰하여 1.5 cm 떨어진 비경혈에 시술한 대조군에 비해 실험군에서 LF가 감소하고 HF가 증가, LF:HF가 감소하여 피로에 따른 교감신경의 항진을 억제하였다. 따라서 침 자극에 의한 교감, 부교감신경의 조정 효과는 자침 부위와 연관이 있음을 알아낼 수 있었고, 이는 정신적 피로 상태를 경감시키는 침 효과의 생리적인 근거를 제시하였다.¹³⁾

Holly R. Middlekauff 등은 심장질환자에게 있어서 침 자극과 교감신경활성간의 관계에 대해 연구하였다. 스트레스를 가한 상황에서는 실험군 대조군 모두에서 교감신경활성도가 증가하였고 이는 실험군인 자침시술군에서 제거되었으나 비혈위 자극군이나 자침하지 않은 대조군에서는 그렇지 않았다. 따라서 침 자극은 심장질환자의 스트레스 상태에서 교감신경 흥분도를 감쇠시킬 수 있다는 사실을 알 수 있었다.¹⁴⁾

Kim Jeung-shin 등은 소부(HT8) 자침이 정신적 스트레스를 가한 성인의 심박변이도에 미치는 영향을 관찰하였다. 자침 후에 LF와 HF에서는 유의한 변화가 나타나지 않았으나 LF/HF는 유의하게 하강

Table 2. Study about the Action of Acupuncture on HRV

Author & Year	Experimental group	Control group	ANS change		Note	
			stim.	post stim.		
Eva Haker 2000	1. Lu1 2. LI4 (n=12)	3. Superficial (n=12)	1	HF ↑	HF ↑	HRV human
			2	LF ↑ ↑ HF ↑ ↑	LF ↑ ↑ HF ↑ ↑ ↑	
			3	-	LF ↑ ↑ HF ↑ ↑	
Zengyong Li 2002	DU14, PC6 (N=20)	non-acupoint acupuncture (N=20)	LF ↓, HF ↑		HRV human	
Holly R.Middlekauff 2002	1) real acupuncture (N=10)	2) non-acupoint acupuncture(N=10) 3) no-needle acupuncture(N=10)	mental stress: SNA ↑ after 1):SNA ↓ ,BP-,HR- 2),3):SNA-,BP-,HR-		SNA human	
Jeung-Shin Kim 2004	1) mental stress with acupuncture HT8 (N=5)	2)mental stress with simple rest (N=5)	2) stress→rest→stress LF/HF ↑ LF ↑ →(-)→LF/HF ↑ ,LF ↑ 1) stress→acupuncture→stress LF/HF ↑ ,LF ↑ →LF/HF ↓ →LF/HF ↑		HRV human	
Zengyong Li 2005	LI4, PC6 acu. A-fatigue+real acu C-no fatigue+real acupuncture (N=29)	B-fatigue+sham acupuncture	A: LF ↓ LF/HF ↓ HF ↑ TP ↑ C: LF ↑ HF ↑		HRV human	
Dae-Jung Lim 2006	Sa-am acu (心正格) (N=37)	no treatment and rest (N=21)	MHRT ↓, LF/HF ↓		HRV human	
Sang-Hoon Lee 2006	Stroke patients acupuncture LU8+SP3- (N=29)		HR: ↓ (continuously) After needle removal: SDNN, Total power, LF, HF: ↑ (until 5min)/ ↓ (between 5~10min)		HRV human	
Hyee-kwon Kim 2007	Sa-am acupuncture (N=5)	sham acupuncture (N=5)	LF ↓ ,LF/HF ↓ ,HF ↑		HRV human	
Seong-Uk Park 2008	PC6, SP4 acupuncture (N=12)	sham acupuncture (N=12)	PC6, SP4: LF ↓ ,LF/HF ↓ sham: -		HRV human	
Mun-Su Kang 2009	1) HT7 acupuncture (N=19)	2) non-acupoint acupuncture (N=18)	(1) LF ↓ ,LF/HF ↓ ,HF ↑ (2) LF ↑ ,LF/HF ↑ ,HF ↓		HRV human	
Jih-Huah Wu 2009	PC6 Laser acu (N=15)	PC6 sham (N=15)	HF ↑, LF ↓, LF/HF ↓		HRV human	
Chi-Sen Chang 2010	St36, LI10 EA (n=15)		LF/HF ↑		HRV human	

Lu1-폐점(耳鍼); LI4-합곡; DU14-대추; PC6-내관; HT8-소부; SP4-공손; H7-신문; St36-족삼리; LI10-수삼리; SNA (sympathetic nerve activity); BP (blood pressure); HR (heart rate); LF (low frequency); HF (high frequency); TP (hrv total power); MHRT (Mean HRT=기록시간동안의 평균 분당심박수); SDNN (standard deviation of all the normal RR intervals=전체 R-R간격의 표준편차)

하였는데 이는 침 자극의 교감억제, 부교감활성 효과로 볼 수 있고, 또한 단순 휴식 후 가한 스트레스에서는 LF와 LF/HF가 유의하게 상승한 반면, 자침 후의 스트레스에서는 LF/HF의 상승은 관찰되나 LF의 유의한 상승은 발견 할 수 없었는데 이는 침이 스트레스로 인한 교감신경 항진 억제시키는 효과가 있으며, 스트레스 해소에서 침 치료가 단순 휴식보다 유의한 효과가 있음을 밝혀냈다.¹⁵⁾

Zengyong Li 등은 합곡(LI4), 내관(PC6) 침 자극이 심박변이도에 미치는 영향을 피곤한 상태와 피곤하지 않은 상태로 나누어 측정하였다. 피곤 상태가 유발된 합곡, 내관 자침 실험군에서는 자침 후 LF, LF/HF가 감소하고, Total power, HF가 증가하였으나 피곤하지 않은 상태의 합곡, 내관 자침 실험군에서는 LF와 HF가 증가하였으나 피곤 상태 실험군에서 나타났던 변화들은 보이지 않았다. 이로써 심박변이도에 미치는 침 자극의 효과는 혈자리인지 아닌지 자극 위치뿐만 아니라 실험대상자의 신체 기능 상태에 따라서도 달라진다는 결론을 얻었다.¹⁶⁾

Lim Dae-jung 등은 사암침법 중 심정격 자침 전후 HRV측정을 통해 자율신경 기능 변화를 측정하고자 하였다. 평균 심박수, 스트레스에 대한 심박동 변화, 심장에 관여하는 자율신경 중 부교감신경의 활동, 교감신경-부교감신경 균형 상태 등을 분석하고자 하였는데 MHRT, LF/HF는 실험군에서 유의성이 있는 것으로 나타났으나, SDNN, RMSSD, TP, LF, HF 등은 통계적 유의성이 없는 한계를 나타내었다.¹⁷⁾

Lee Sang-hoon 등은 경거(LU8), 태백(SP3) 침 자극이 뇌졸중 환자의 심박변이도에 미치는 영향을 관찰하였는데, 심박동수는 지속적으로 감소하였으며, SDNN, Total power는 유침 및 발침 후 5분까지는 증가하고, 발침 후 5분과 10분 사이에는 감소하였다. LF, HF도 발침 후 5분까지는 증가하고, 발침 후 5분과 10분 사이에는 감소하였고, LF/HF는 발침 전후는 상승하다가 유침 기간과 발침 후 5분, 10분 시에

는 감소하여 침 자극의 효과가 유침 중 뿐 만 아니라 유침 후 일정시간까지도 지속됨을 확인할 수 있었다. 이는 각종 심장 문제가 뇌졸중의 유발요인이고 반대로 뇌졸중에 의해서도 심혈관과 자율신경계 기능에 변화를 초래한다는 사실과 관련하여 임상에 응용 가능할 것이라는 결론을 얻었다.¹⁸⁾

Kim Hyeekwon 등은 담정격 자침이 밤번 근무 후 간호사의 자율신경계에 미치는 영향을 HRV를 통해 알아보려고 하였다. 수면부족으로 스트레스로 교감신경 흥분, 부교감신경 저하상태가 유발된 시험군이 담정격 자침으로 LF, LF/HF가 감소하였고, HF가 증가하였고 이는 담정격 자침이 항진된 교감신경을 저하시키고 부교감신경을 항진시켜 자율신경의 불균형을 조절했다고 판단되며 임의혈보다 높은 효과를 보여 임상적응증에 활용될 수 있을 것으로 보였다.¹⁹⁾

Seong-Uk Park 등은 내관(PC6), 공손(SP4)자침이 스트레스로 유발된 교감신경 흥분상태의 정상적인 자율신경계에 미치는 영향을 측정하고자 하였다. 스트레스 유발시 시험군과 대조군 모두 LF, LF/HF가 상승하였으나 침치료 후에 시험군의 경우에만 LF, LF/HF가 유의하게 감소하였는데 이는 내관-공손 침 치료가 부교감신경을 활성화 시키고 교감신경을 억제하는 작용을 했음을 의미하며, 각각 수혈음심포경의 락혈, 족태음비경의 락혈인 혈성과 연계성도 시사하였다.²⁰⁾

Mun-Su Kang 등은 스트레스와 신문(HT7) 자침이 심박변이도에 미치는 영향을 관찰하였다. 스트레스 자극 후에 LF상승, LF/HF상승, HF하강이 관찰되었고 시험군에서 자침 후 LF, LF/HF, HF모두 감소하였다, 비경혈에 자침한 대조군에서 LF, LF/HF상승, HF감소가 관찰되었으나 유의한 차이는 없었다. 이 시험에서 스트레스 자극이 교감신경의 활성도를 높여 자율신경의 불균형을 초래함을 확인할 수 있었고 향후 신문 자침의 효과에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이라는 결론을 얻었다.²¹⁾

Jih-Huah Wu 등은 밤 근무자에 있어서 내관(PC6)

레이저침 자극과 자율신경활동변화의 관련성에 대해 연구하였다. 자침 30분 후 비교한 결과에서 내관에 레이저침 자극을 가한 실험군은 대조군에 비해 HF가 증가하고 LF와 LF/HF가 감소하였다. 이는 미주(부교감) 신경 활성도가 증가하고 심장교감신경 활성도가 억제되었음을 의미하며, 나아가 생체리듬장애 환자들에게 긍정적으로 응용될 수 있을 것이라는 결론에 도달하였다.²²⁾

Chi-Sen Chang 등은 족삼리와 수삼리 전침 자극의 효과가 자율신경에 미치는 영향을 설명하기 위해 심박변위도를 기록하여 실험하였다. 자침 후 LF/HF가 상승하였으나 LF와 HF는 유의성 있게 변화하지 않았고 전반적인 변화량도 유의성이 없었다. 따라서 족삼리 수삼리 전침 자극이 심장미주(자율신경)활성도에 영향을 미치지 않았다는 결론을 얻었는데 이는 심장-복부 미주신경활성도의 차이에 기인할 것이라고 추측하였다.²³⁾

3. EEG & HRV

침 자극이 인체의 뇌파도(EEG)와 심박변이도

(HRV)에 미치는 효과에 대한 연구결과를 분석하면 Table 3과 같다.

Shigekazu Sakai 등은 우측 승모근에 자침을 시행하여 침 자극과 뇌파도 및 심박변이도와의 관련성을 연구하였다. 자침 수기로 인해 심박수가 감소하고 수축기 혈압이 증가하였으며 LF 및 LF/HF가 감소하였다. 나아가, LF/HF변화와 득기감의 수위는 음적 상관관계가 있으며 HF변화와 득기감의 수위는 양적 상관관계를 나타내었다. 침 조작으로 인해 γ 밴드를 제외한 모든 뇌파도의 증가를 보였다. 요약하면, 특정 침 조작에 의해 감소된 자율신경 변화는 중추신경계에 의해 중재된다는 것을 알 수 있었고 이는 교감신경활성도를 억제함으로써 만성 통증 경감에 응용될 수 있을 것으로 생각하였다.²⁴⁾

Chih-Chieh Hsu 등은 두피 부분의 사신총 혈과 이침 혈자리 중 하나인 신문 자침이 인체에 어떠한 영향을 미치는지 뇌파도(EEG), 심박변이도(HRV), 맥박변이도(PRV) 측정을 통해 알아보고자 하였다. 그 결과 자침 후 심박수, 맥박수, 혈압이 감소하였고, HF가 증가하고 LF가 감소하였다. 뇌파도 결과에서는 낮은 주파수대의 파형의 숫자가 증가하는 결과를

Table 3. Study about the Action of Acupuncture on EEG & HRV

Author & Year	Experimental group	Control group	ANS change	Note
Shigekazu Sakai 2007	right trapezius m. acupuncture (N=16)		$\alpha \uparrow$, $\beta \uparrow$, $\theta \uparrow$, γ - HR \downarrow , SBP \uparrow , LF \downarrow VLF-	EEG HRV human
Chih-Chieh Hsu 2007	Sishencong, Shenmen acu (n=10)	no stimulation (n=10)	HR \downarrow PR \downarrow BP \downarrow HF \uparrow LF \downarrow	EEG HRV PRV human
Konrad Streitberger 2008	LI4 (N=20)	sham (N=20)	$\alpha 1 \uparrow$, $\alpha/\theta \uparrow$, LF/HF \uparrow	EEG HRV human
Young-Chang P Arai 2008	1) extra 1 acu. (N=24)	2) sham point acu. (N=24)	1) EEG spectral entropy \downarrow , LF/HF \downarrow 2) EEG spectral entropy $\downarrow \downarrow$, LF/HF \downarrow	EEG HRV human

Sishencong-사신총; Shenmen-신문(耳臑); LI4-합곡; HR-heart rate; SBP-systolic blood pressure; LF-low frequency; HF-high frequency; VLF-very low frequency; PR-pulse rate; BP-blood pressure; PRV-pulse rate variability

관찰하여, 사신총과 신문 침 자극이 마음을 안정시키고 심박을 감소시키며, 부교감신경을 활성화시킨다는 것을 유추할 수 있었다.²⁵⁾

Konrad Streitberger 등은 실제 침 시술이 거짓 침 시술과 비교하여 어떠한 효과가 있는지 뇌파도와 심박변이도 측정을 통해 알아보려고 하였다. 침 자극으로 인해 $\alpha 1$ 주파수가 증가하였고 그로인해 $\alpha 1/\theta$ 의 비율도 변화하였고, 심박변이도에서는 LF/HF가 유의성 있게 증가하였다. 이러한 결과로 볼 때 합곡 침 자극으로 인해 이완 효과와 관련 있는 특정 대뇌와 자율신경계 기능이 유발되었음을 추측할 수 있다. 이는 나이가 더욱 발전된 연구를 통해 만성 통증 환자에게 유용하게 활용될 수 있을 것으로 보였다.²⁶⁾

Young-Chang P Arai 등은 특정 한 혈자리(印堂)에 지압시 뇌파도와 LF/HF에 어떠한 영향을 미치는지 연구하였다. 결과적으로 남녀 실험군 모두 뇌파도 스펙트럼 파워가 감소하였으나 LF/HF는 오직 여성 실험군에서만 감소시키는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 남성에게서 지압의 효과인 교감신경지배가 교감

신경활성도 저하를 막은 때문으로 추측되었다.²⁷⁾

4. SCR

침 자극이 인체의 피부전도도(skin conductance response=SCR)에 미치는 효과에 대한 연구결과를 분석하면 Table 4와 같다.

Chih-Chieh Hsu 등은 심수(BL15) 전침 자극이 인체에 미치는 영향을 심박변이도(HRV), 맥박변이도(PRV), 피부전도도(SCR) 측정을 통해 알아보려고 하였다. 전침 자극 후HF는 증가하였고, LF, HR, PR, SCR은 감소하였다. 이러한 결과를 토대 심수 전침 자극이 이완, 평온 상태를 유발하고 긴장과 스트레스를 감소시킨 효과가 있다는 결론을 얻었다.²⁸⁾

Myeong-Suk Jeong 등은 내관과 신문 침 자극이 불안 환자와 정상 성인의 피부전도도에 미치는 영향을 연구하여 실험군 대조군 모두 침 자극이 피부전도도를 감소시키며 정상인이 환자보다 변화가 크게 나타나며 특성불안검사-STAI(State-Trait Anxiety

Table 4. Study about the Action of Acupuncture on SCR, etc.

Author & Year	Experimental group	Control group	ANS change	Note
Chih-Chieh Hsu 2006	BL15 EA (N=10)	Sham EA (N=10)	HF ↑ LF ↓ HR ↓ PR ↓ SCR ↓	HRV PRV SCR human
Myeong-Suk Jeong 2009	HT7, PC6 anxiety patient verum group(n=15) normal (n=15)	anxiety patient sham group (n=15)	SCR ↓ STAI (State-Trait Anxiety Index) ↓	SCR human
Seung-Gi Lee 2009	HT7, PC9 acupuncture (N=60)		HT7: HR ↓, HF ↓, SCR ↑, PST ↑, low α ↓, mid β ↓ PC9: HR ↓, HF ↓, LF ↑, LF/HF ↑, SCR ↑, PST ↑, low β ↑	SCR HRV EEG human
O-Seok Kang 2010	1) LI4 acupuncture (n=15)	2) sham acupuncture (n=15)	1) SCR ↑, HR ↓, pain reporting: correlate 2) SCR ↑, HR ↓ pain reporting: not correlate	SCR HR human

BL15-심수; HT7-신문; PC6-내관; PC9-중충; LI4-합곡; PR-pulse rate; SCR-skin conductance response; STAI-State-Trait Anxiety Index; PST-peripheral skin temperature

Index)점수는 실험군 대조군 모두 유의하게 감소함을 확인하였다. 이는 내관과 신문 자침이 교감신경활성도를 감소시키는 것을 의미한다는 결론을 얻었다.²⁹⁾

Seung-Gi Lee 등은 정신기능과 관련된 경혈인 신문(HT7)과 중충(PC9)에 대한 침 자극이 인체 자율신경계에 미치는 영향을 HRV, EEG, SCR측정을 통해 알아보고자 하였다. 신문 자침시 HF감소, 중충 자침시 HF감소, LF, LF/HF증가를 나타내었고, 두 혈자리 공통적으로피부전도도(SCR), 말초피부온도(PST)는 상승하였다. 뇌파는 β 파에서 신문은 감소 중충은 증가로 반대 양상으로 나타났다. 신문과 중충은 교감신경활성도를 증가시키고 부교감신경의 활성도를 감소시키는 것으로 나타났으며, 뇌파에서는 신문이 중충보다 더 안정시키는 효과가 있음을 보여주었다.³⁰⁾

O-Seok Kang 등은 합곡(LI4)에 실제 침과 거짓 침을 시술하였을 때 자율신경반응과 주관적인 반응이 어떠한 연관성이 있는지 연구하였다. 자율신경반응으로는 피부전도도(SCR)와 심박수(HR)를 측정하였고 통증정도를 주관적 반응으로 평가하였다. 실제 침과 거짓 침 모두 SCR은 증가하고 HR은 감소하였다. 실제 침 시술에서는 SCR과 주관적인 반응 정도의 상관관계가 있었으나 거짓 침 시술에서는 그렇지 않았다. 이는 침 시술시 침 자극 자체뿐 아니라 주위 환경이나 심리적 요인 등 여러 변수가 작용 할 수 있다는 것을 결론을 얻었다.³¹⁾

IV. 고 찰

본 연구에서 2000년부터 2010년까지 연구되고 발표된 논문 리뷰를 통해 침 자극이 인체에 미치는 영향을 자율신경계의 평가별로 분류하여 비교 분석하였다. EEG(뇌파도) 측정을 통한 연구들을 살펴보면,

자침 후에 분명한 뇌파도의 변화들이 관찰되었으나, 실험 전후에 따른 α , β , δ , θ 파의 증가, 감소가 일정한 방향성을 나타내지는 않았다. 이를 통해 침 자극 혈자리 위치에 따라 뇌 이완상태의 α 파, 평상시의 외부 환경과 대응하여 긴장상태에서 일을 처리하고 있는 상태의 β 파, 얇은 수면, 졸음상태의 θ 파, 깊은 수면상태에서 나타나는 δ 파가 다양하게 변화하며 인체 자율신경계에 변화를 일으킨다는 것을 알 수 있었다.

자침에 따른 HRV(심박변이도)변화 연구들을 살펴보면, 합곡(LI4) 혈자리 자극은 LF와 HF의 상승을 유도하여 교감신경계가 더 활성화 되는 경향을 보였고, 대추(DU14), 내관(PC6), 소부(HT8), 신문(HT7) 등 혈자리 자극은 LF, LF/HF가 하강하여 부교감신경계가 활성화 되었다. 그리고 Zengyong Li의 실험에서는 합곡(LI4)와 내관(PC6) 자극 실험에서 피곤 상태일 때는 LF와 LF/HF 값이 하강하고, 피곤하지 않은 상태에서는 자침시 LF, HF가 상승하여 인체 상태에 따라서 상반되는 반응이 관찰되었다. 스트레스를 가하거나, 밤번 근무 후나 운전, 작업 등 피로 상태에서 침 자극이 인체 자율신경계의 부조화 상태를 정상으로 회복하게 하는 작용이 있음을 볼 수 있었다. 이를 통해 유추해 볼 때 침 자극은 정상적 생리적 상태에서는 자극하는 경혈 위치에 따라 상반되는 자율신경계 반응이 관찰되었고, 병리적 상태에서는 자율신경계를 정상으로 회복하려는 작용을 하는 것으로 생각된다. 또한 Young-Chang P Arai의 논문에서 보듯 실험군과 대조군에서 변화 정도만 차이가 있을 뿐 EEG spectral entropy와 LF/HF 수치가 동일하게 하강하여 부교감 신경계가 활성화 되는 결과를 볼 때, 경혈의 자극이 아닌 sham point의 자극으로도 자율신경계에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었고, 이를 바탕으로 생각해 볼 때 단순히 침 자극에 따른 자율신경계 변화의 관찰 연구에서 나아가 경혈, 비 경혈점 자극에 따른 차이점도 연구해 볼 과제라고 생각한다.

리뷰한 논문들의 실험 설계에서 가장 많이 사용된

혈자리는 합곡(LI4)-5회, 내관(PC6)-5회, 신문(HT7)-3회 등이 있었는데 합곡은 수양명대장경(手陽明大腸經)의 원혈(原穴)로 通經活絡의 혈성, 내관과 신문은 각각 수厥음심포경(手厥陰心包經)의 낙혈(絡穴), 수소음심경(手少陰心經)의 원혈(原穴)로서 공통적으로 寧心安神의 혈성을 지니는데 논문 실험 결과상으로도 합곡 자극에서는 교감신경활성도가 증가하고, 내관, 신문 자극에서는 부교감신경활성도가 증가한 결과로 볼 때, 인체 특정 영역에 따라 신경지배영역이 나누어져 있고 그에 따른 자침 효과도 차이가 난다는 점을 알 수 있었다.¹²⁾

기존 논문 연구들의 몇 가지 한계점도 생각해 볼 수 있었다. 침 자극이 자율신경계에 미치는 영향을 관찰하기 위한 실험 설계 시, 자침 전과 자침 후의 자율신경계의 지표 비교는 침이라는 변수 외에도 시간, 온도, 주변 환경 등의 다른 변수들의 통제가 완벽하게 이루어 지기 쉽지 않으므로 적절한 대조군과의 비교가 필요해 보였다. 또한 실험표본이 적어 통계적으로 신뢰도 타당도가 의심되는 것, 대조군이 설정되지 않은 것 등이 있었다.^{5,7-9,18,23,24,30)} 또한 침자 효과의 피 실험자 정서와의 상호 작용, 침감, 심리적 기대, 정서적 특성, 개체차의 침자 효과에 대한 영향, 침자 방법의 특이성(예: 일반침-전침-레이저침-자기침)등 인체에 시행하는 연구인만큼 실험 결과에 영향을 미칠 수 있는 요인들이 완벽하게 통제할 수 있는 실험 설계가 이루어졌는지 살펴보는 것이 중요하다고 생각된다. 실제로 삽입이 없는 거짓 침 시술로도 효과가 있다는 연구 결과가 도출되는 것으로 보아 침 시술시 물리적인 자극뿐만 아니라 주관적이고 심리적인 요소들도 침 자극의 효과에 영향을 줄 수 있다는 것을 시사한다.^{29,31)} Cheol-Jin Park 등¹¹⁾의 논문이 비교적 실험 표본수도 충분하고 실험대상자의 남녀성비도 적절하고 대조군도 잘 설정되었다고 생각되나, 이 연구 또한 대조군의 비경혈 취혈점 위치의 적절성에 대한 부분에 대해서는 더욱 심화된 고찰도 필요할 것으

로 생각된다.

또한 대조군이 설정된 연구들 중에서도 소수의 no-stimulation 대조군 설정^{14,17,25)}을 제외하고 대부분 거짓 침(sham acupuncture) 처치로 대조군이 설정된 부분의 적절성에 대해서도 근본적인 고찰이 필요해 보인다. 침침이 뚫히며 피부를 뚫지 않고 침체가 침병 안으로 들어가도록 설계돼 시각적으로 침이 피부 안으로 들어가는 착각을 유도함으로써 실제 침처럼 보이게 하는 ‘비침습성 거짓 침’의 개발은 침 임상 연구에 새로운 역사를 열었다. 이후 거짓 침을 활용한 많은 임상연구들이 실제 침과 거짓 침 집단에서 치료하지 않은 집단보다 치료를 한 집단의 치료효과가 좋다는 결과를 보여줬지만 침 치료집단이 비침습성 플라시보 집단에 비해 치료효과가 유의하게 좋다는 결과를 보여주지 못하자 처음에는 많은 사람들이 침 치료가 단순한 플라시보 효과를 보이는 것이라는 생각을 갖게 했다. 그러나 최근 신경생리 연구에서는 플라시보 자극 자체가 생리적인 작용을 유발할 수 있다는 사실이 밝혀졌고 거짓 침 시술을 받은 경우 기존의 침 자극과 느낌이 달라 이를 구별할 수 있을 것이라는 문제점도 제기되고 있다. 실제 침과 거짓 침 자극에 대한 자율신경 및 주관적 반응 연구에 따르면 실제 침 자극 시 일시적으로 나타나는 피부전도반응 증가와 심박동수의 감소가 거짓 침 자극에서도 비슷한 정도로 관찰됐다.³¹⁾ 이는 거짓 침 자극도 실제 침과 마찬가지로 피부에 촉각자극을 하면서 나타나는 일시적인 교감신경 항진을 유도하는 인체 방어기제를 매개하면서 자율신경계의 변화를 유발한다는 것을 의미한다.

그러므로 침 자극에는 침이 피부를 뚫고 자극하는 외에 침 시술과 관련된 의학적, 문화적, 사회적 요소 등을 포함한 비 특이적 현상이 관여될 수 있다는 사실을 이해하고 침 치료를 포괄적 치료 현상으로 접근해야 할 것이다. 임상에서 침의 효과를 검증하기 위해 침 자극에 대한 정의를 명확하게 하고 얻고자 하는

연구목적에 대한 연구 설계에서 침 자극에 대한 적절한 대조군 설정에 대한 깊은 고찰이 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 논문에서 최근 10년간 국내 및 해외 학술지에 발표된 동물 및 인체를 대상으로 실험한 침 자극이 인체 자율신경계에 미치는 영향에 대하여 EEG, HRV, SCR의 자율신경계 평가지표 위주로 실험 연구되고 발표된 논문을 고찰해 보았다. 그 결과 침 자극은 정상적 생리적인 상태에서는 자극 경혈에 따라 상반되는 자율신경계 반응이 관찰되었고, 스트레스를 비롯한 병리적인 상태에서는 자율신경계를 정상으로 회복하려는 작용이 주로 관찰되었다. 또한 스트레스 상황이나 피로 상태 등 자율신경실조상태일 경우에 그 효과가 정상인보다 뚜렷이 나타났다.

이를 통해 볼 때 현재까지의 침과 자율신경계에 관한 연구는 임상연구의 특성상 실험대상의 신체 상태, 대조군, 실험군 설정 및 기타 환경 요인 등 실험결과에 영향을 미칠 수 있는 변수의 통제와, 아직까지도 명확하게 밝혀지지 않은 침의 기전을 자율신경계 지표만으로 완벽하게 설명하기 힘든 부분도 있을 것으로 생각되지만 침 자극이 자율신경계에 미치는 영향을 확실하게 연구, 분석한다면 궁극적으로 침의 작용 기전의 규명은 물론 그 치료기간의 예측과 질병 예후를 판별하는 데에도 상당한 발전이 있을 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

1. 전국한의과대학 침구경혈학교실 편저. 침구학(下). 서울, 집문당, 1988, 382-383.
2. 임진택, 김수현, 이상룡, 이상봉. 내관, 외관 전침 자극이 뇌파변화에 미치는 영향. 대한약침학회지. 2003; 6: 91-106.
3. Moffet HH. How might acupuncture work? A systematic review of physiologic rationales from clinical trials. BMC Complement Altern Med. 2006; 6: 25.
4. 채운병, 박희준, 구성태, 이혜정. 침과 자율신경계 고찰: 인체의 심박변이도 중심으로. 대한경락경혈학회지. 2007; 24: 25-36.
5. Tanaka Y, Koyama Y, Jodo E, Kayama Y, Kawauchi A, Ukimura O, Miki T. Effects of acupuncture to the sacral segment on the bladder activity and electroencephalogram. Psychiatry Clin Neurosci. 2002; 56: 249-250.
6. 이태영, 이광규, 장윤성, 육상원, 이창현, 이상룡. 곤륜의 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2003; 20: 31-46.
7. 서상수, 권순철, 이상룡. 신문(H7) 전침 자극이 EEG의 변화에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2004; 21: 29-40.
8. 권순철, 윤대식, 이상룡, 권수철, Jong Kyu Park. 족삼리(ST36) 전침 자극이 뇌파에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2006; 23: 15-36.
9. 홍승원, 윤대식, 이상룡. 노궁(PC8) 전침 자극이 뇌파변화에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2007; 24: 193-216.
10. Chang S, Chang ZG, Li SJ, Chiang MJ, Ma CM, Cheng HY, Hsieh SH. Effects of acupuncture at Neiguan (PC 6) on electroencephalogram. Chin J Physiol. 2009; 52: 1-7.
11. 박철진, 이상룡. 대릉(PC7) 침자가 뇌파에 미치는 영향. 대한경락경혈학회지. 2010; 27: 141-157.
12. Haker E, Egekvist H, Bjerring P. Effects of sensory stimulation(acupuncture) on sympathetic

- and parasympathetic activities in healthy subjects. *J Auton Nerv Syst.* 2000; 79: 52-59.
13. Li Z, Jiao K, Chen M, Wang C. Effect of magnetopuncture on sympathetic and parasympathetic nerve activities in healthy drivers-assessment by power spectrum analysis of heart rate variability. *Eur J Appl Physiol.* 2003; 88: 404-410.
 14. Middlekauff HR, Hui K, Yu JL, Hamilton MA, Fonarow GC, Moriguchi J, Maclellan WR, Hage A. Acupuncture inhibits sympathetic activation during mental stress in advanced heart failure patients. *J Card Fail.* 2002; 8: 399-406.
 15. 김정신, 황욱, 배기태, 남상수, 김용석. 少府(HT8) 刺針이 정신적 스트레스를 가한 성인의 심박변이도에 미치는 영향. *대한침구학회지.* 2004; 21: 227-239.
 16. Li Z, Wang C, Mak AF, Chow DH. Effects of acupuncture on heart rate variability in normal subjects under fatigue and non-fatigue state. *Eur J Appl Physiol.* 2005; 94: 633-640.
 17. 이현진, 황지혜, 조현석, 김경호, 임대정. HRV (Heart Rate Variability)를 통한 사암침법(舍岩鍼法) 중 심정격(心正格) 자침과 자율신경실조의 상관성 연구. *대한침구학회지.* 2006; 23: 207-218.
 18. 이상훈, 김은정, 박연철, 고영진, 남동우. 침자극이 뇌졸중 환자의 심박변이도에 미치는 영향. *대한침구학회지.* 2006; 23: 135-143.
 19. 김희권, 이상훈, 김용석. 膽正格 刺鍼이 밤번 근무 후 간호사의 자율신경계에 미치는 영향. *대한침구학회지.* 2007; 24: 13-23.
 20. 박성욱, 정우상, 문상관, 박정미, 고창남, 조기호, 김영석, 배형섭. 내관 공손 자침이 스트레스 상태의 정상성인 자율신경계에 미치는 영향. *대한한의학회지.* 2008; 29: 107-115.
 21. 강문수, 김락형. 정신적 스트레스와 神門(HT7) 刺鍼이 정상성인의 심박변이도(HRV)에 미치는 영향. *동의신경정신과학회지.* 2009; 20: 165-176.
 22. Wu JH, Chen HY, Chang YJ, Wu HC, Chang WD, Chu YJ, Jiang JA. Study of autonomic nervous activity of night shift workers treated with laser acupuncture. *Photomed Laser Surg.* 2009; 27: 273-279.
 23. Chang CS, Ko CW, Lien HC, Chou MC. Effect of electroacupuncture on St. 36 (Zusanli) and LI. 10 (Shousanli) acupuncture points on heart rate variability. *Am J Chin Med.* 2010; 38: 231-239.
 24. Sakai S, Hori E, Umeno K, Kitabayashi N, Ono T, Nishijo H. Specific acupuncture sensation correlates with eegs and autonomic changes in human subjects. *Auton Neurosci.* 2007; 133: 158-169.
 25. Hsu CC, Weng CS, Sun MF, Shyu LY, Hu WC, Chang YH. Evaluation of scalp and auricular acupuncture on EEG, HRV, and PRV. *Am J Chin Med.* 2007; 35: 219-230.
 26. 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: 505-513.
 27. Arai YC, Ushida T, Matsubara T, Shimo K, Ito H, Sato Y, Wakao Y, Komatsu T. The Influence of Acupressure at Extra 1 Acupuncture Point on the Spectral Entropy of the EEG and the LF/HF Ratio of Heart Rate Variability. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2008; Epub ahead of print.

28. 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: 23-36.
29. 정명숙, 최우진, 이경원, 이승기, 김지은, 이정찬, 박경모. 침 자극이 불안 환자와 정상 성인의 피부 전도도에 미치는 영향. *동의신경정신과학회지.* 2009; 20: 101-110.
30. 이승기, 최우진, 심성윤. 정신기능과 관련된 경혈에 대한 침자극이 인체에 미치는 영향. *동의신경정신과학회지.* 2009; 20: 85-99.
31. Kang OS, Chang DS, Lee MH, Lee H, Park HJ, Chae Y. Autonomic and subjective responses to real and sham acupuncture stimulation. *Auton Neurosci.* 2011; 159: 127-130.