

# 정상인의 자세에 따른 자침 효과의 차이

김지은, 박경모

경희대학교 전자정보대학 동서의료공학과

(Received November 20, 2006. Accepted February 12, 2007)

## The Differential Effects of Acupuncture on Postures of Healthy Subjects

Ji-Eun Kim, Kyung-Mo Park

Department of biomedical engineering, College of Electronics and information, Kyung Hee University

### Abstract

**Objective :** The first aim of this study is to determine the effects of acupuncture on the autonomic nervous system (ANS) via Heart Rate (HR) and Pupil Size (PS), and to compare the effects of acupuncture on the subjects' ANS when they are in a sitting position with the effects when they are in a supine position.

**Methods :** Ten healthy male subjects were randomized to receive either verum acupuncture stimulation in a sitting position (SitV), verum acupuncture stimulation in a supine position (SupV), sham acupuncture stimulation in a sitting position (SitS), and sham acupuncture stimulation in a supine position (SupS). Acupuncture stimulation was applied to Neguan point (PC6) on the forearm. The subject's electrocardiogram (ECG) and pupil size were recorded continuously from 5 min before stimulation to 12 min after stimulation.

**Results :** Verum and sham acupuncture stimulation were found to have reduced heart rate ( $p < 0.01$ ) and to have increased pupil size ( $p < 0.01$ ) in all the subjects. But when the reduction in HR and the increment in PS after verum acupuncture stimulation (both sitting and supine position) were compared with those after sham acupuncture stimulation, it was found that the reduction in HR (74.48 and 73.47 bpm,  $p < 0.063$ ) and the increment of PS (7.32 and, 6.10 mm,  $p < 0.001$ ) after verum acupuncture stimulation were greater than those after sham acupuncture stimulation, and that the corresponding values were statistically significant. In addition, at the baseline, it was found that the subjects had a larger PS and a faster HR in a sitting position than when they did so in a supine position. And then the reduction and increment ratio in the subject's HR and PS when they underwent acupuncture stimulation in a sitting position was significantly different from the reduction and increment in their HR and PS when they underwent the procedure in a supine position-i.e., the reduction ratio in HR was greater when they underwent the procedure in a sitting position, and such reduction ratio was statistically significant ( $p < 0.05$ ). As for the increment in PS, it was greater when the subjects underwent the procedure in a supine position, and such increment was significant ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion :** Manual acupuncture stimulation on Neguan point (PC6) has more significant influence on the autonomic nervous system rather than sham acupuncture (tactile stimulation). And the position-induced different states of ANS have different influence on the acupuncture effect.

**Key words :** posture, pupil size, heart rate variability, neguan

### 1. 서론

임상에서의 침의 효과는 환자를 치료하고 환자가 치유됨으로써 그 효과를 평가한다. 이러한 "현상"을 설명하고자 노력들은 오랫동안 이어져오고 있으며, 순경감전현상과 같은 고대 한의

학의 경락, 경혈 이론으로 침의 효과 기전을 설명하기도 하고 근육의 이완 또는 혈액의 순환으로 침의 치료 효과가 발현되는 기전을 설명하기도 한다[1]. 또는 전기저항 특성[2,3]이나 광 특성[4]과 같은 생물물리학적 특성을 밝히고자 하기도 하였다.

Howard[5]의 침의 임상 연구들을 분석한 논문에 따르면 2005년 한 해 동안에 출판된 침과 관련된 임상 연구논문 중 가장 많은 연구는 neurochemical mechanisms 을 연구하는데 집중되어 있음을 보고한다. 이러한 침 연구는 아직까지 인체에 적용하기 어렵다는 한계와 이러한 연구를 통해 밝혀진 효과 기전이 침에 의한 치료 현상이나 경혈의 특이성과 관련하여 설명될 수 없다는 한계를

이 논문은 한국보건산업진흥원의 한방치료기술연구개발사업의 지원을 받아 수행되었음(0405-O100-0815-0002)  
Corresponding Author : 박경모  
경기도 용인시 기흥읍 서천리 경희대학교 전자정보대학 신관 705호  
Tel : +82-31-201-2757 / Fax : +81-31-202-4993  
E-mail : saenim@khu.ac.kr

가지고 있다.

최근 침과 자율신경계와의 관계를 보고자 하는 연구들이 시도되고 있으며 Howard의 보고에 따르면 침의 자율신경계의 영향을 보고하는 논문은 2005년 발행논문을 기준으로 11%에 해당한다. 자율신경계의 활동을 관찰하는 연구는 기존의 침 관련 연구의 문제점을 해결할 수 있어 침 연구의 새로운 방향으로 제시되고 있다.

침의 자율신경계에 미치는 영향을 평가한 연구들은 자침 이후 심박수가 감소하고, Heart Rate Variability (HRV)의 부교감 신경계의 활동을 나타내는 HF, HFn 지표들이 증가함을 보여 침이 부교감신경계의 활동을 증가함을 설명하거나[6], efferent muscle sympathetic nerve activity (MSNA)의 증가와 자침 이후 일시적으로 증가하는 심박수를 cardiac vagal nerve와 muscle sympathetic nerve의 상호 작용으로 해석하여 침이 교감신경계의 활동을 증가시킨다고 설명하였다[7,8].

반면 Nishijo K. [9], Wang J.D. [10] 과 Li Z[11]. 등은 HRV 분석을 통해 침이 부교감신경계의 활동을 증가시키고 동시에 교감신경계의 활동을 감소 시킨다고 주장한다. 이렇듯 침의 자율신경계에 유발하는 효과는 아직 논쟁이 여지가 많은 부분이지만, 침이 자율신경계에 영향을 미친다는 "현상"이 존재한다는 것은 사실로 받아들여지고 있다.

자세 또한 자율신경계의 활동을 변화시킨다. 순간적인 자세의 변화에 반응하는 것은 압수용기 반사(Baroreceptor reflex)로 많이 알려져 있다. 자세가 변화하면 혈관 내에 존재하는 압수용기에서 동맥압의 변화를 감지한다. 이러한 동맥압의 변화는 중추신경계에 전달되고, 전달된 신호가 자율신경계를 통하여 순환계에 전달되어 다시 동맥압을 변화시킨다[12]. 따라서 특정한 자세가 요구하는 동맥압의 차이와 이러한 상태의 정상 동맥압을 유지하기 위한 자율신경계의 활동이 차이가 존재함을 예상할 수 있다.

본 실험의 목적은 2가지이다. 첫 번째, 침과 자세로 유발된 자율신경계의 변화를 심박수와 동공 크기를 통해 측정하고자 하는 것이다. 심장과 동공은 각각 자율신경계의 교감과 부교감 신경계의 영향을 받아 그 활동 정도를 조절한다. 자율신경계는 동맥압을 일정하게 유지하기 위해 정맥환류와 심박출량 및 심박수를 조절한다. 따라서 교감신경계가 활성화 되면 심박수 및 심박출량이 증가하고, 부교감 신경계가 활성화 되면 그 반대의 작용을 관찰 할 수 있다. 동공은 이와는 조금 다르게 동공의 크기를 조절하는 두 개의 근육이 각각 교감과 부교감성 신경의 지배를 받는다. 흥분 1번 척수 신경에서 나온 교감신경은 홍채의 산대근을 조절하여 교감성 흥분이 발생하면 동공의 크기를 증가 시킨다. 3번째 뇌신경인 동안신경은 홍채의 괄약근을 조절하여 부교감성 흥분은 동공 크기를 축소시킨다[13]. 이러한 생리학적 이론을 바탕으로 우리는 침이나 자세가 자율신경계에 미치는 영향을 심박수와 동공 크기의 변화를 통하여 관찰하여 자율신경계의 상태 평가를 위한 생리학적 지표로서의 의미를 평가하고자 한다.

두 번째, 서로 다른 자세로 유발된 자율신경계의 다른 상태가 침

의 효과에 미치는 영향에 대한 평가이다. 이는 침 이전의 자율신경계의 기본 상태가 이후에 발생하는 침 자극에 대해 반응하는 양상을 평가하고자 하는 것이다. 이는 인체가 가질 수 있는 다양한 상태에 대해서 동일한 자극이 상황마다 다른 변화를 유발할 수 있을 것이라는 가설에서 시작되었다. 만약, 이러한 가설이 사실이라면 실제 임상에서 환자를 치료하는데 있어 더욱 효과적인 방법을 제안할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 심박수와 동공 크기를 통하여 내관 혈위에 대한 침이 유발한 자율신경계의 유의한 변화를 확인하였고, 자극 전의 자율신경계의 상태를 다르게 유도하기 위해 제시한 자세와 누운 자세가 동일한 자극에 대해 자세간의 유의한 차이를 보이는 결과를 관찰하였다.

## II. 방법

### A. 피험자

특정한 자율신경질환이나 안과 질환, 심장질환을 가지고 있지 않은 정상인 10명(24.3±2.0세)이 실험에 참가하였으며, 피험자는 모든 실험에 대한 충분한 설명을 받고 행해지는 모든 실험절차에 동의하였다. 피험자는 실험 전, 충분한 수면을 취하고 흡연과 카페인 섭취, 기타 약물의 복용을 제한하였으며, 공복 상태에서 실험에 참가하였다.

### B. 자침방법

자침 혈위는 정신질환 및 소화기질환에 사용하는 내관(PC6)을 선택하여 자극하였다. 내관의 자침은 일회용 호침 (AcuPrime, stainless steel, ø 0.3×40mm, 동방침구제작소, 한국)을 이용하여, 약 10~15mm 깊이로 삽입한 후, 0.5Hz의 수기 자극을 인가하였다. 대조군으로 설정한 sham군의 자극은 같은 업체의 제품으로, 호침 끝의 바늘이 뭉뚱하게 처리되고 침병 안으로 호침의 일부가 밀려들어가게 제작된 것을 사용하였다. 따라서 실험의 피험자가 침이 삽입된것으로 인식하게 하였으며 그 후 침을 찢어 넣지 않은 채 피부 표면을 가볍게 누르는 자극으로 수기자극을 대신하게 설계하였다.

### C. 실험절차

심전도는 16 channel (PowerLab 16/30, AD instrument)과 동일 회사의 ECG 측정용 Amp를 사용하여 측정하였으며, Matlab 7.x으로 개발된 분석 프로그램을 이용하여 심박수와 자율신경시스템의 활성정도의 비침습적인 방법으로 평가하는 HRV를 계산하였다. 동공 영상은 암실에서 측정이 가능하도록 적외선 카메라(660D, Watec, Japen)와 적외선 반사경으로 구성된 시스템으로 본 연구팀에서 제작[14]하여 사용하였다. 동공 크기 측정시스템은 30frame/sec의 시간주파수와 0.066mm/pixel의 공간주파수를 가진다. 동공 크기는 획득된 동공 영상으로부터 MatLab 7.0으로 개발한 분석 프로그램[15,16]을 이용하여 추산하였다.

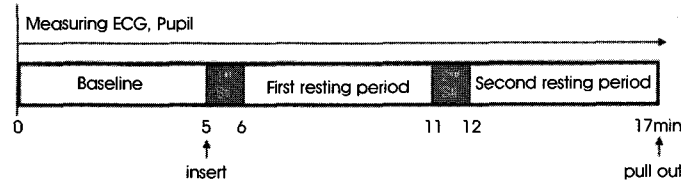


그림 1. 실험 절차  
Fig. 1. The schema of the experimental procedure

각 실험군은 앉은 자세에서 자침하는 그룹(SitV), 누운 자세에서 자침하는 그룹(SupV), 앉은 자세에서 sham 자침 그룹(SitS)과 누운 자세에서 sham 자침 그룹(SupS)으로 구성된다(Table 1). 실험의 순서는 무작위로 선별되었으며 실험은 최소한 1일의 간격을 두고 4번 수행되었다. 피험자는 방음 처리된 암실(4 LUX)에서 실험자가 요구하는 자세를 취한 후, 환경에 적응하기 위해 10분간 안정을 취하였다.

실험은 총 17분간 동공 크기와 심전도를 측정한다. 첫 번째 자극은 측정 이후 5분 후에 1분간 주어지고, 첫 번째 자극 종료 후 다시 5분 후에 두 번째 자극이 1분간 주어진다. 두 번째 자극 종료 후 다시 5분간 측정 후 실험을 종료한다. 피험자는 실험 동안 동공의 안정된 측정을 위해 실험자가 제시하는 십자(+)모양의 표적에 시선을 고정한다. 표적은 피험자의 안구로부터 약 2.5m 떨어진 곳에 제시된다. 따라서 피험자는 실험이 진행되는 동안 자침되는 부위를 바라볼 수 없으며 실험자는 4번의 실험이 모두 종료될 때까지 인가된 자극의 형태를 피험자에게 알려주지 않았다.

피험자는 각 실험이 끝난 후, 인가된 자극에 대한 침감(Acupuncture sensation)과 졸음 정도를 평가하는 설문지를 작성한다. 침감은 21개 종류의 감각으로 구성된 설문지를 사용하고, 졸음 정도는 Stanford sleepiness scale (SSS)[17] 을 사용하여 평가하였다.

D. 통계분석

모든 데이터는 평균±표준오차로 나타내었으며 각 실험군간의 측정 지표차이는 student's t-test 분석방법을 통해 유의성을 검증하였고, 측정 지표의 개체간 영향의 분석은 pearson 상관분석을 수행하였다.

III. 결과

A. 침의 효과

본 실험에서 고려한 인체에 영향을 미치는 외부 자극은 첫 번째 침이다. 침이 자율신경계에 미치는 영향을 평가하기 위해 심박수와 동공 크기를 측정하고, 각 1분간의 평균크기를 계산하여 관찰하였다. 제시한 자극의 효과를 평가하기 위해 자극을 인가하기 전 1분(4분-5분)과, 첫 번째 자극이 인가된 1분(5분-6분), 두 번째 자극이 인가된 1분(11분-12분)의 심박수와 평균크기를 비교하였다.

자극 이후, 피험자의 심박수는 첫 번째 자극과 두 번째 자극에 대해 각각 평균 5.6, 6.6 bpm (73.8→68.2, 67.2 bpm) 만큼 감소하고, 자극이 끝난 후 다시 증가하는 형태를 보였다. 심박수는 피험자의 자세나 자극의 형태와 상관없이 모든 실험군에서 자극 전후의 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보인다.

동공 크기의 경우, 자극 이후 2번의 자극에 대해 평균 0.57mm

표 1. 자침 방법과 자세로 구분된 실험그룹

Table 1. The experimental session

Experimental type	Acupuncture type	Posture type
Verum acupuncture in sitting position [SitV]	Verum	Sitting
Verum acupuncture in supine position [SupV]	Verum	Supine
Sham acupuncture in sitting position [SitS]	Sham	Sitting
Sham acupuncture in supine position [SupS]	Sham	Supine

표 2. 자극 이후 동공크기와 심박수에 각 자극이 미치는 효과

Table 2. Stimulation Effects on heart Rate and pupil size after acupuncture stimulation

Group	Heart Rate (bpm)			Pupil Diameter (mm)		
	base	1 <sup>st</sup> sti.	2 <sup>nd</sup> sti.	base	1 <sup>st</sup> sti.	2 <sup>nd</sup> sti.
SitV	73.73±6.80	66.05±6.64 **	65.04±6.91 **	7.18±1.56	7.68±1.47 **	7.89±1.19 *
SupV	71.92±9.16	65.99±8.13 **	64.66±8.64 **	5.89±1.52	6.75±1.38 **	6.88±1.16 **
SitS	75.80±10.17	71.24±8.63 **	71.04±7.31 **	7.31±1.61	7.66±1.45 **	7.56±1.42 *
SupS	73.87±9.31	69.47±9.66 **	68.07±9.22 **	6.08±1.36	6.65±1.30 **	6.41±1.28

\*, \*\* : Significantly different from base period at p<0.05 and p <0.01

표 3. 자극 이후 심박변이도에 각 자극이 미치는 효과

Table 3. Stimulation Effects on heart rate variability after acupuncture stimulation

□	SitV			SupV		
	base	1 <sup>st</sup> rest	2 <sup>nd</sup> rest	base	1 <sup>st</sup> rest	2 <sup>nd</sup> rest
LF(mm <sup>2</sup> )	526.2±186.8	772.0±438.6*	971.6±675.6*	633.7±490.2	851.5±762.1	873.8±713.1 *
HF(mm <sup>2</sup> )	441.3±295.0	572.0±420.4*	648.3±536.7*	528.6±559.2	658.0±912.3	622.3±741.0
LFn(n.u.)	58.0±9.8	59.3±10.4	62.0±12.3	56.2±12.2	59.1±11.8	60.6±9.4 *
HFn(n.u.)	42.0±9.8	40.7±10.4	38.0±12.3	43.8±12.2	40.9±11.8	39.4±9.4 *
Ratio	1.5±0.6	1.6±0.8	1.9±1.1	1.5±0.9	1.7±0.9	1.7±1.0 *
□	SitS			SupS		
	Base	1 <sup>st</sup> rest	2 <sup>nd</sup> rest	Base	1 <sup>st</sup> rest	2 <sup>nd</sup> rest
LF(mm <sup>2</sup> )	485.9±171.1	713.8±384.4*	972.2±812.2	702.1±630.6	875.5±638.1	1122.7±944.0*
HF(mm <sup>2</sup> )	288.1±137.1	435.9±354.4	507.0±390.9*	572.9±750.5	774.9±783.6*	880.0±899.8*
LFn(n.u.)	64.0±9.4	64.8±10.1	64.9±11.2	60.6±12.5	58.1±14.0	62.5±12.7
HFn(n.u.)	36.0±9.4	35.2±10.1	35.1±11.2	39.4±12.5	41.9±14.0	37.5±12.7
Ratio	2.0±0.9	2.0±0.8	2.2±1.1	1.8±1.1	1.7±0.9	2.1±1.6

\*, \*\*: Significantly different from base period at p<0.05 and p <0.01

(6.61→7.18, 7.18mm)의 동공 크기의 증가를 보였다. 자극에 의해 산대된 정도는 자극 이전에 비해 약 8.64%에 해당한다. 자극 이후 동공 산대량 각 실험군마다 차이가 있으나, 심박수의 변화와 마찬가지로 모든 실험군에서 통계적으로 유의하게 산대되었다 (Table 1).

심박변이율은(Heart Rate Variability: HRV)은 자극 전의 5분 구간과 첫 번째 자극이 끝난 후의 반응기간 5분 (6분-11분), 두 번째 자극이 끝난 후의 반응기간 5분 (12분-17분)의 데이터를 분석하여 결과를 얻었다. 침과 자세에 상관없이 모든 실험군에서 자침 이후에 HRV의 LF와 HF가 증가하였으며, 자세나 자극에 따른 그 증가 정도의 차이가 없었다.

**B. 자침군과 sham 자침군의 효과 차이**

본 실험의 sham군의 자극방법은 자침군과 동일한 내관혈의 피부자극이다. 위에서 언급한 바와 같이 자극 이후, 심박수의 감소와 동공의 산대는 자극의 형태와 상관없이 모두 유의한 변화를 보였

다. 하지만, 자침군의 경우 sham군에 비해 더 큰 심박수 감소와 더 큰 동공의 산대를 보인다.

자침군의 심박수는 자극 이전에 비해 각각 6.81, 7.97 bpm이 감소하였고, sham군의 경우 4.48, 5.29bpm 감소하였다. 이 수치는 자극 전에 비해 자침군이 10.14%, sham군이 6.53%의 심박수 감소시킨 것으로 자침군과 sham군의 심박수의 감소량은 서로 통계적으로 유의수준에서 구분된다(p<0.01). 동공의 크기의 경우, 자침군은 각각 0.68, 0.85mm로 12.07%, sham군이 각각 0.46, 0.29mm로 5.77%의 동공 산대를 유발한다(p<0.001).

**C. 자세에 따른 침 효과의 차이**

본 실험에서 인체에 영향을 미칠 수 있는 변수로 고려한 두 번째는 자세이다. 특정한 자세가 유발하는 자율신경계의 상태를 평가하기 위해 자극 방법과 자세 형태에 따라 정의되는 4개의 각 실험군에 대해서 자극을 인가하기 전인 base period 5분과 자침을 한 이후의 12분의 심박수와 동공 크기를 각각 비교하였다(Fig. 2). 앞

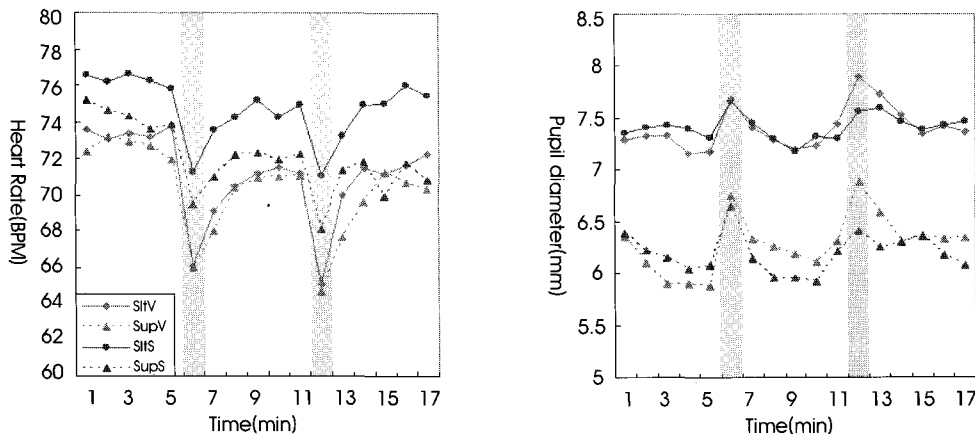


그림 2. 각 실험군의 심박수와 동공 지름의 평균 (어둡게 표시된 영역은 자극 구간임)

Fig. 2. Grand mean of Heart Rate (left), Pupil Diameter (right) across subjects (The shadow areas represent the stimulation period)

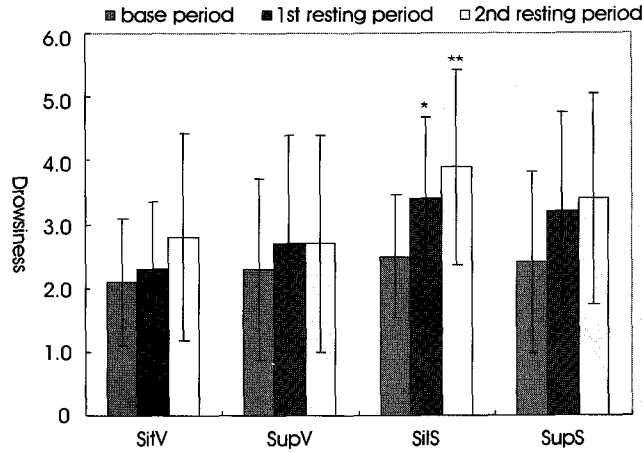


그림 3. 각 실험군의 졸음 정도

Fig. 3. Drowsiness degree according to experimental group (\*, \*\*: significantly different from base period at  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )

은 자세와 누운 자세의 평균 심박수는 각각 74.84, 73.47bpm로 앉은 자세가 누운 자세에 비해 평균 심박수가 더 높다 ( $p < 0.063$ ). 동공 크기의 경우 각 자세에 대해 7.32, 6.10mm로 자세에 대한 뚜렷한 차이를 보인다( $p < 0.001$ )(Fig. 2).

자극 이후 유발된 심박수와 동공크기의 변화에 자세가 미치는 영향을 평가하기 위해 자극의 효과가 큰 자침군에 대해 비교하였다. 자침 후 앉은 자세의 심박수 감소는 2번의 침 자극에 대해 각각 7.68, 8.69bpm, 누운 자세의 심박수 감소는 각각 5.93, 7.26bpm이다. 자침으로 유발된 심박수의 감소는 앉은 자세에서 더 크게 나타났다( $p = 0.028$ ).

침에 의한 동공 산대량에 자세가 미치는 영향은 앉은 자세의 경우 각각 0.5, 0.71mm, 누운 자세의 경우 0.86, 0.99mm로 누운 자세에서 더 크게 관찰되었다( $p = 0.018$ ).

#### D. 졸음과 자침

피험자는 자침을 기준으로 실험 기간을 세 구간(base period: 자침 전 5분, first resting period: 첫 번째 자극 후부터 두 번째 자극 전까지의 5분, second resting period: 두 번째 자극 후부터 실험이 끝날 때까지의 5분)으로 나누어 졸음의 정도를 기억하고 실험을 마친 후 졸음 상태를 설문지를 통해 기술하였다. 피험자의 졸음 상태는 자극 전에 비해 다소 증가하며 시간이 경과함에 따라 증가하는 양상을 보이지만, 졸음의 상태는 SitS 실험군을 제외한 나머지 실험군에서 통계적으로 유의하게 차이를 보이지 않는다(Fig. 3). 졸음 점수는 평균 2,3점으로 집중하는 상태이거나 다소 긴장이 풀려있는 상태이다.

하지만 졸음이 오게 되면 각성상태에서 수면 상태로 이행함에 따라 교감신경계의 활동이 감소되고 부교감신경계의 활동이 증가

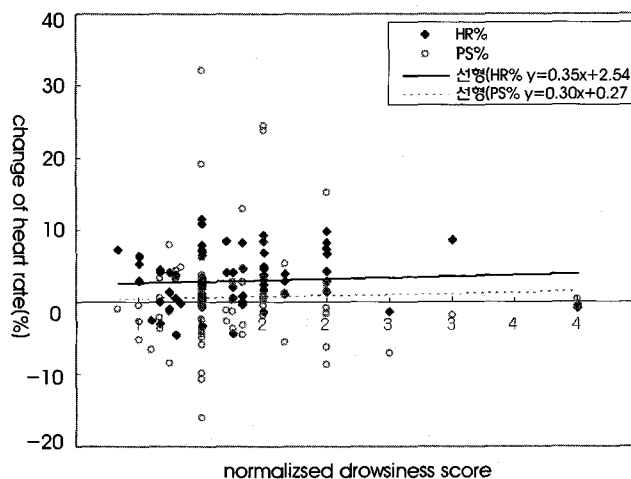


그림 4. 심박수, 동공 크기 변화율과 졸음 간 관계

Fig. 4. Relation between drowsiness and changes of HR and PS

표 4. 각 자침 방법에 대한 침 감각의 차이

Table 4. Difference of acupuncture sensation between acupuncture types

	SitV	SupV	SitS	SupS
DeQi	1.91±1.34	2.23±1.23	1.36±1.09 ** †	1.34±1.27 * ††
Pain only	3.06±1.55	3.52±1.16	2.40±1.18 ††	2.04±1.29 ** ††

\*, \*\* : Significantly different from SitV at p<0.05 and p <0.01  
 †, †† : Significantly different from SupV at p<0.05 and p <0.01

된다. 이러한 줄음이 심박수와 동공 크기의 변화에 미치는 영향을 평가하기 위해 줄음 정도와 각 변화율의 상관분석을 수행하였다. 줄음 정도의 개체간 차이를 고려하기 위해 base period 줄음 정도에 대한 상대적인 값으로 고려하고, 심박수와 동공크기의 변화는 자극을 인가한 1분 이후의 5분 데이터(1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> resting period)의 변화율을 분석에 사용하였다.

분석 결과, 줄음 정도와 심박수와 동공크기 변화량 사이에는 자세와 침의 형태에 상관없이 상관관계가 없음을 확인하였다. Pearson 상관계수는 각각 0.063(p=0.58), 0.026(p=0.817)이다.

E. 자침과 침자감각

Acupuncture sensation은 피험자가 각 실험에서 인가된 자극에 대해 총 21가지 감각으로 이루어진 설문지를 작성하여 평가된다. 설문은 Vincent[19]가 개발하여 한국어로 번안된 설문을 사용하였다. 이 설문지는 자침으로 유발되는 특정 감각인 "득기"의 정도를 평가한다. 설문 항목의 감각은 자침 시, 시술자의 수기로 인해 유발되는 "득기(DeQi)"와 득기와는 구분되는 바늘에 찔린 듯한 감각(Pain only)으로 나누어 평가하였다. Table 4에서 보여주는 것과 같이 "DeQi"와 "Pain only"은 sham군에 비해 자침군

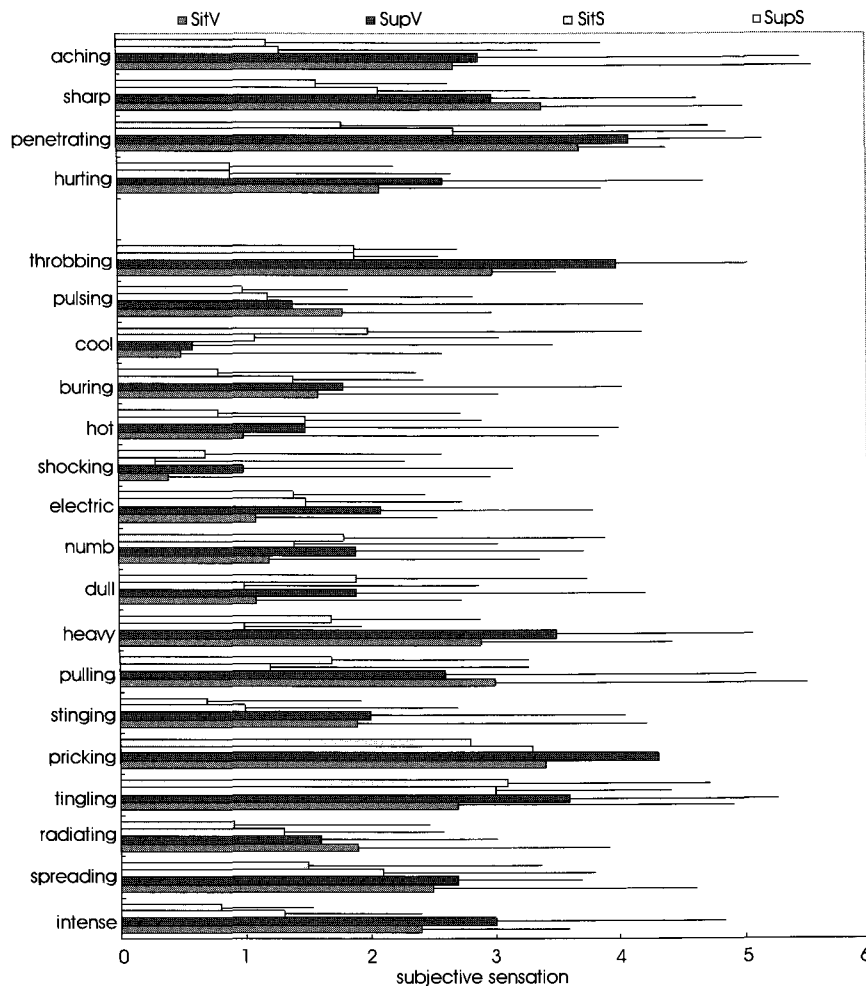


그림 5. 내관 혈위 자침에 대한 침 감각 지표  
 Fig. 5. Acupuncture Sensation scores on PC6

표 5. 침 감각과 심박수, 동공 크기간의 상관계수

Table 5. Correlation coefficient between acupuncture sensation and heart rate and pupil size

□	SitV				SupV			
	1 <sup>st</sup> HR%	2 <sup>nd</sup> HR%	1 <sup>st</sup> PS%	2 <sup>nd</sup> PS%	1 <sup>st</sup> HR%	2 <sup>nd</sup> HR%	1 <sup>st</sup> PS%	2 <sup>nd</sup> PS%
deQi	0.101	0.243	-0.106	-0.376	-0.203	0.140	0.096	-0.186
Needling	-0.023	0.007	-0.042	-0.427	0.115	0.398	0.248	0.082
□	SitS				SupS			
	1 <sup>st</sup> HR%	2 <sup>nd</sup> HR%	1 <sup>st</sup> PS%	2 <sup>nd</sup> PS%	1 <sup>st</sup> HR%	2 <sup>nd</sup> HR%	1 <sup>st</sup> PS%	2 <sup>nd</sup> PS%
DeQi	-0.461	-0.641*	0.183	0.246	-0.177	-0.140	-0.309	-0.141
Needling	-0.474	-0.536	-0.043	0.044	0.023	-0.202	0.336	0.381

에서 모두 유의성 있는 높은 값을 나타낸다.

특기는 일반 통증과는 구분되는, 자침으로 유발되는 특정한 감각이다. 이러한 특기가 심박수와 동공 크기 변화량에 미치는 영향을 평가하기 위해 상관분석을 수행하였다. 분석에 사용한 심박수와 동공크기의 변화량은 자극 바로 이전 1분 데이터에 대한 각각의 1분 간 자극 구간의 변화율을 사용하였다. SitS 실험군의 첫 번째 자극에 대한 특기 정도와 심박수 변화량이 유의성 있는 음의 상관관계를 보인다. 하지만, 전반적으로 특기나 needling의 감각 크기와 심박수 감소량과 동공 산대량 사이의 유의성 있는 상관관계는 발견되지 않았다.

#### IV. 고찰

본 실험은 위에서 언급한 것과 같이 두 가지의 목적을 가지고 수행되었다. 침의 영향을 심박수와 동공 크기로 측정할 수 있는가를 평가하는 것이 첫 번째이고, 두 번째는 특정한 자세로 유발된 자율신경계의 차이가 이후에 발생하는 침에 어떠한 영향을 미치는가를 평가하는 것이다.

##### A. 침은 심박수와 동공 크기에 영향을 미치는가?

본 실험을 통해 침이 심박수의 감소와 동공 크기의 산대를 유발하는 것을 발견하였다(Table 2). 두 번의 자침에 대해 심박수와 동공 크기는 즉각적이고 일시적인 심박수의 감소와 동공의 산대 반응을 보인다. 자침 이후 이러한 심박수의 감소는 이 실험에서 채택된 혈위와 동일한 혈위인 내관에 대한 Li Z. [11]의 실험과 같은 결과를 보인다. Li Z 등은 침이 부교감신경계의 활동을 향상시키고 교감신경계의 활동을 감소시키는 기능을 한다고 주장한다. 또한 Nishijo 등[9]은 신문(H7)의 자침 이후 심박수의 감소를 보고하였다. Nishijo는 자침 이후 심박수의 감소하는 반응이 atropine과 propranol에 의해 감소하는 것을 보임으로써, 자침이 심장의 미주 신경성 활동의 증가와 교감성 활동의 감소를 유발하여 심박수를 감소시킨다고 주장한다. 이와 비슷하게 Zhou [20] 등은 자침의 심박수 감소에 대한 원심성 기전을 설명하였는데, 자침 자극은 혈관수축중추로 잘 알려진 입쪽복외연수(rostral ventro-lateral medullar: rVLM)를 자극하고 이러한 자극이 심혈관계의 반응을 억제시켜 심박수를 감소시킨다고 보았다. 하지만 본 실험의 심박수변이율은 자침 이후 부교감과 교감신경계의 활동을 모두 증가시

키는 것으로 나타났다. 이는 Haker[21] 등도 함곡(LI4) 자침한 결과 자침 이후에 유의성 있는 심박수의 감소를 초반의 교감신경계의 활동 증가와 자침 자극 이후 특정 시간에 나타나는 부교감신경계의 활동 증가로 설명하였다. 하지만 초반의 교감신경계의 활동 증가는 심박수의 감소를 설명할 수 없다.

또한, 자침에 대한 동공 산대 반응은 Ohsawa [22] 등이 전침 자극으로 마취한 쥐의 동공의 산대반응의 결과와 일치한다. Ohsawa는 경추 교감신경(cervical sympathetic nerves)과 3차 뇌신경(3rd cranial nerve)을 절단한 쥐의 전침 자극 이후 동공 반응을 관찰하였다. 그 결과로 전침 자극에 의해 유발된 동공의 산대 반응은 부교감신경인 3차 뇌신경을 통해 유발됨을 주장한다. 즉, 자침을 통한 체성 감각이 부교감신경계의 활동을 억제시키는 역할을 하기 때문이라는 것이 그의 설명이다.

하지만 본 실험에서 발견한 자극에 대한 심박수의 감소는 부교감신경계 활동의 증가로 인한 결과로 설명할 수 있으나, 동공 산대 반응을 설명할 수는 없다. 또한 자침의 부교감신경계의 활동을 억제시키는 기능에 의한 동공 산대는 설명할 수 있으나, 감소한 심박수를 설명하기는 어렵다.

비교적 많이 알려진 자침에 의한 통증억제 기전에 의하면[23], 자침에 의한 신호는 Aδ 혹은 C섬유를 통해 척수로 전달되고, 척수내의 상행 경로를 따라 중뇌로 연결되는 경로는 중뇌수도회백질(peri-aqueductal gray matter: PAG)을 자극한다. 자극된 PAG는 연수의 솔기핵(raphe nuclei)에 연결하는 하행 경로와 Edinger Westpal Nucleus(E.W.N)에도 함께 연결한다. E.W.N에서 연결한 신경은 부교감 신경성 섬유로 모양체 신경절에 다시 연결하고, 절후 섬유가 동공 괄약근을 지배한다. 우리의 실험 결과를 토대로 예상해 볼 수 있는 가설은 자침에 의해 자극된 PAG와 솔기핵과의 연결 이후 rVLM에 영향을 미쳐 결과적으로 심혈관계의 억제성 반응의 유발되고, PAG와 E.W.N과의 부교감 억제성 연결에 의한 동공 크기의 산대이다. 하지만, 이러한 가설을 정확하게 해석하기 위해서는 중추신경계의 활동을 관찰해야만 가능하다.

본 실험을 통해 침이 효과를 평가하기 위해 생리학적 모니터링을 가능하게 하는 동공, 심장과 같은 효과기의 관찰과 함께 fMRI와 같은 뇌기능영상(functional brain imaging)을 통해 말단부의 효과기를 조절하는 자율신경조절중추를 함께 관찰해야 하는 필요

성을 확인하였다.

자침의 영향을 평가하기 위해 대조군인 sham acupuncture 실험군을 피부를 뚫지 않는 비침습적 자극으로 설계하였다. 자침군에서 유발된 심박수와 동공크기의 변화에 비해 sham군의 변화는 그 정도가 작지만, sham군의 심박수와 동공 크기의 변화는 자극에 대해 통계적으로 유의한 변화를 보인다(Table 2). 자침의 고유한 감각인 득기는 자침군과 sham군에서 유의성 있는 차이를 보이지만, 이 결과는 sham군에서 유발된 득기감이 유효하지 않은 수준임을 설명하진 않는다. 또한 득기감이 자침이 인체에 미치는 영향의 정도를 평가할 수 있는 지표라면 자침 이후의 심박수와 동공 크기의 변화량을 설명할 수 있어야 한다. 하지만, 득기감은 심박수의 감소량과 동공의 산대량과 상관성이 없는 것으로 분석되었다(결과 3.5. acupuncture sensation). 즉 득기감의 크기 정도는 자침이 인체에 미치는 영향과 관련이 없으며, 따라서 자침군과 sham군의 득기감의 유의성 있는 차이는 자침군과 sham군이 심박수와 동공 크기를 변화시키는 정도의 차이와 관련이 없는 것으로 보여진다.

Felhendler D [24] 등은 경혈부위를 누르는 자극, 경락을 따라 두드리는 자극, 그리고 아무런 자극을 인가하지 않은 각 그룹에서 경혈부위를 누르는 자극에서만 유의성 있는 심박수의 감소를 보이는 결과를 보고 하고 있다. 본 실험에서는 강한 자극은 아니지만, 피험자가 침을 맞고 있다는 믿음을 주기 위해 침병을 이용하여 경혈 부위를 살짝 누르는 자극을 인가했다.

Sham군의 유의성 있는 변화는 이러한 감각자극이 자침과 비슷한 효과를 유발했을 가능성과 피험자의 자침의 치료효과에 대한 기대가 유발한 결과일 수도 있다. 따라서 추후 피험자의 기대가 자침 효과에 미치는 영향에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다. 자침의 효과는 환자의 기본적인 생리적 상태에 의존하여 달라진다는 믿음들이 있다. 이러한 믿음은 환자의 스트레스 상태에 따른 통증 정도 또는 진통효과의 차이와 같은 실험을 통해 해석되고 있다. 이러한 믿음의 생리학적인 해석 중 하나로서 환자의 자율신경 상태에 따라 침 효과가 달리 나타날 수도 있다는 가설을 세우는 것은 타당해 보인다.

### B. 자세로 유발된 자율신경계의 차이는 자침에 효과에 영향을 미치는가?

자세의 영향을 평가하기 위해 자극을 인가하기 전에 측정된 base period를 분석한 결과, 앉은 자세의 더 큰 심박수와 누운 자세의 작은 동공 크기를 관찰하였다. 이를 통해 앉은 자세는 교감신경계의 활동이 증가되고, 누운 자세는 부교감신경계의 활동이 증가됨을 확인하였다. 이러한 자세에 따른 심박수는 Okubo [25] 등이 수평 하게 누운 자세에 비해 등받이가 있고 목 지지대는 없는 의자에 앉은 자세에서 교감신경계의 활동이 증가함을 보인 결과와 같다. 하지만 자세에 대한 동공 크기의 변화를 관찰한 연구는 아직까지 없으며 본 연구팀의 Lee 등이 진행한 연구결과에 따르면 서있는 자세에서 가장 큰 동공 크기가 관찰되며 다음으로는 앉

은 자세, 누운 자세 순으로 동공 크기가 작아지는 것으로 나타났다 [26].

자침의 효과에 자세가 미치는 영향은 Imai[27] 등이 수삼리혈(LI10)에 자침을 하고 심박수의 감소량을 측정하여 평가한 바 있다. Imai 등은 앉은 자세의 자침군이 누운 자세의 자침군에 비해 심박수의 감소율이 더 크게 나타났음을 보고하고, 앉은 자세로 유발된 상대적으로 증가된 교감신경계의 활동이 자침에 의해 더 크게 떨어진다고 설명하였다. 우리의 실험결과는 심박수의 경우 앉은 자세의 심박수 감소율이 더 큰 Imai와 동일한 결과를 보인다. 이는 자침이 교감신경계의 활동이 증가되어 있는 앉은 자세에서는 교감신경계를 더욱 크게 억제하여 심박수의 감소를 더 크게 만들고, 부교감신경계의 활동이 증가 되어 있는 누운 자세에서는 부교감신경계의 활동을 더욱 크게 억제하여 동공 산대량을 증가시키는 것으로 보여진다. 이러한 결과는 자극 전 자율신경계의 기본 상태가 이후 자극에 대해 영향을 미치는 것으로 보여진다. 하지만, 피험자 수를 증가시키고 자침이 심박수의 감소와 동공 산대를 동시에 유발하는 기전에 대한 연구와 같은 추가 실험이 선행된 후에야 자세가 미치는 영향에 대한 해석이 정확하게 이루어 질 수 있을 것이다.

## V. 결론

자세가 자침의 효과에 미치는 영향을 평가하기 위하여 자율신경계의 다른 상태를 가지는 앉은 자세와 누운 자세를 취하고, 자율신경계의 변화를 유발하기 위해 내관(PC 6)에 acupuncture와 sham acupuncture로 각각 자극한 후, 자율신경계의 변화를 반영하는 심박수와 동공 크기를 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 내관 자극은 심박수를 감소시키고, 동공 크기를 증가시킨다.
- 2) 실제 침 자극과 거짓 침 자극 (sham acupuncture) 모두 심박수 감소와 동공 산대에서 유의한 차이를 보인다.
- 3) 앉은 자세는 교감신경계의 활동이 증가하고 누운 자세는 부교감신경계의 활동이 증가한다.
- 4) 앉은 자세에서 자침에 의한 심박수 감소가 더 크게 나타나고, 누운 자세에서 자침에 의한 동공 산대량이 더 크게 나타난다.

이상의 결과를 통해, 자침은 자율신경계의 변화를 유발하며 특정한 자세로 유발된 자율신경계의 상태는 자침이 유발하는 자율신경계의 변화에 영향을 미치는 것을 확인하였다.

## 참고문헌

- [1] Nishijo Kazushi, et al., *Scientific Appraisal of Clinical Acupuncture*, Tokyo, Japan: Ishiyaky publishers, 2000
- [2] Zhu Zong Xiang, "The low Impedance Nature of Meridian Lines before and after Amputation," *Brit. J. Acupuncture*, vol.11, no.1, pp.25-28, 1988.
- [3] Kuo-Gen Chen, "Electrical Properties of Meridians," *IEEE Eng.*



- in Medicine and Biology*, vol.15, no.3, pp.59-67, 1996.
- [4] Kobayashi M., Takeda M., Ito K.I., Kato H., and Inaba H., "Two-dimensional photon counting imaging and spatiotemporal characterization of ultraweak photon emission from a rat's brain in vivo," *Journal of Neuroscience Methods*, vol.93, no.2, pp.163-168, 1999.
- [5] Howard H.M., "How might acupuncture work? A systematic review of physiologic rationales from clinical trials," *BMC Complementary and Alternative Medicines*, vol.6, no.25, 2006.
- [6] Huang S.T., Chen G.Y., Lo H.M., Lin J.G., L Y.S., and Kuo C.D., "Increase in the vagal modulation by acupuncture at Neiguan point in the healthy subjects," *The American Journal of Chinese Medicine*, vol.33, no.1, pp.157-164, 2005.
- [7] Sugiyama Y, Xue Y.X., and Mano T., "Transient increase in human muscle sympathetic nerve activity during manual acupuncture," *Japanese Journal of Physiology*, vol.45, no.2, pp.337-345, 1995.
- [8] Stein Knardahl, Mikael Elam, Bengt Olausson, and B. Gunnar Wallin, "Sympathetic nerve activity after acupuncture in humans," *Pain*, vol.75, pp.19-25, 1998.
- [9] Nishijo K., Mori H., Yosikawa K., and Yazawa K., "Decreased heart rate by acupuncture stimulation in humans via facilitation of cardiac vagal activity and suppression of cardiac sympathetic nerve," *Neuroscience Letters*, vol.227, pp.165-168, 1997.
- [10] J.D. Wang, Terry B.J. Kuo, and Cheryl C.H. Yang, "An alternative method to enhance vagal activities and suppress sympathetic activities in human," *Autonomic Neuroscience: Basic and clinical*, vol.100, pp.90-95, 2002.
- [11] Li Z., Wang C., Mar A. F., and Chow D.H., "Effects of acupuncture on heart rate variability in normal subjects under fatigue and non-fatigue state," *Eur J Appl Physiol.*, vol.94, pp.633-640, 2005.
- [12] Arthur C. Guyton, John E. Hall, *Textbook of Medical Physiology*, USA: W.B. Saunders company, 2000, pp.184-193.
- [13] William F. Ganong, *Review of Medical Physiology*, Appleton & Lange, 1967
- [14] Jeong-Chan Lee, Ji-Eun Kim, and Kyung-Mo Park, "The preliminary study of pupil-size measurement system for human ANS activity estimation," in *Proc. 27th the Korea Society of Medical & Biological Engineering*, Seoul, Korea, Nov. 2002.
- [15] Ji-Eun Kim, Kyung-Mo Park, "A method for size estimation of amorphous pupil on 3 dimensional geometry," in *Proc. 31th the Korea Society of Medical & Biological Engineering*, Seoul, Korea, Nov. 2004.
- [16] Ji-Eun Kim, Kyung-Mo Park, "Novel algorithms for pupil edge detection using adaptive thresholding and shape evaluation," in *Proc. 30th the Korea Society of Medical & Biological Engineering*, DaeGu, Korea, May. 2004.
- [17] Hoddes E, Zarcone V, Smythe H, Phillips R, and Dement WC, "Qualification of sleepiness: a new approach," *Psychophysiology*, vol.10, pp. 431-436, 1973.
- [18] 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," *Circulation*, vol.93, pp. 1043-1065, 1996.
- [19] Vincent, C.A., P.H. Richardson and J.J. Black, "The significance of needle placement site in acupuncture," *J. Psychosom. Res.*, vol.33, no.4, pp.489-496, 1989.
- [20] Wei Zhou, Liang-Wu Fu, Stephanie C. Tjen-A-Looi, Peng Li, and John C. Longhurst, "Afferent mechanisms underlying stimulation modality-related modulation of acupuncture-related cardiovascular responses," *J. Appl. Physiol.*, vol.98, pp.872-880, 2005.
- [21] Haker E., Egekvist H., and Bjerring P., "Effect of sensory stimulation (acupuncture) on sympathetic and parasympathetic activities in normal subjects," *J. Auton. Nerv. Syst.*, vol.79, pp.52-59, 2000.
- [22] Ohsawa H, Yamaguchi S, Ishimaru H, Shimura M, and Sato Y., "Neural mechanism of pupillary dilation elicited by electroacupuncture stimulation in anesthetized rats," *J. Auton. Nerv. Syst.*, vol.64, no.2-3, pp. 101-106, 1997.
- [23] Jacqueline Filshie, Adrian White, *Medical Acupuncture: A Western Scientific Approach*, Newyork, USA: Harcourt Brace and Company, 1998.
- [24] Felhendler D., Lisandr B., "Effects of non-invasive stimulation of acupoints on the cardiovascular system," *Complementary therapies in medicine*, vol.7, pp.231-234, 1999.
- [25] Okubo N, Hishinuma M., "Effects of aided and unaided support of the neck while sitting (with back support), on autonomic nervous system activities," *Japan Journal of Nursing Science*, vol.2, pp.33-39, 2005.
- [26] Lee JC, Kim JE, and Park KM, "Posture change affects indices of pupil size - korean males in their twenties," *Journal of Biomedical Engineering Research*, in Press.
- [27] Imai K., Kitakoji H., "Comparison of transient heart rate reduction associated with acupuncture stimulation in supine and sitting subjects," *Acupuncture in medicine*, vol. 21, no.4, pp.133-137, 2003.