

침자극과 이완요법이 시험 스트레스에 미치는 영향

- 심박변이도와 동공크기변이도를 사용하여 -

곽 선¹ · 최우진¹ · 이승기¹ · 박경모²

¹상지대학교 부속한방병원 신경정신과학 교실, ²경희대학교 전자정보학부 동서의료공학과

The Effects of Acupuncture Stimulation and Progressive Relaxation Therapy on Examination Stress of Students

- Using Heart Rate Variability and Pupil Size Variability -

Sun Kwak¹, Woo-Jin Choi¹, Seung-Gi Lee¹, Kyung-Mo Park²

¹Dept. Of Neuropsychiatry, College of Oriental Medicine, Sangji University;

²Dept. of Biomedical Engineering, Kyunghee University

Abstract

Objectives : The purpose of this study was to investigate the effects of acupuncture stimulation and relaxation therapy on autonomic nervous system for students with examination stress by HRV, PSV and to find out relationship with anti-stress effect.

Methods : The study group consists of 42 students were classified into three groups randomly : acupuncture stimulation group(male n=8, female n=6), relaxation therapy group(male n=8, female n=6) and rest group(male n=8, female n=6).

Using heart rate variability and pupil size variability, we measured the value of HRT, SDNN, SDSD, LF norm, HF norm, LF/HF ratio, Pupil area, and compared the changes the sympathetic- parasympathetic activity. Measurement value were compared before and after, during midterm examination and normal times.

Results :

1. HRT, LF/HF ratio, LF norm of acupuncture group was significantly decreased and HF norm were significantly increased in HRV after acupuncture stimulation at a term of examination. While variables of the other group were no significantly different.

2. SDNN of acupuncture group were significantly increased in HRV after acupuncture stimulation at normal times.

3. Pupil area, LF norm, HF norm of three group were no significantly different in PSV at a term of examination.

• 교신저자 : 최우진, 강원 원주시 우산동 283 상지대학교 부속한방병원
신경정신과, Tel. 033-741-9370, Fax. 033-732-2124,

E-mail : jinny21c@hanmail.net

• 본 연구는 보건복지부 의료공학융합기술개발사업의 지원에 의하여
이루어진 것임(02-PJ3-PCG-EV01-001)

• 접수 : 2004/05/24 • 수정 : 2004/06/14 • 채택 : 2004/6/16

4. Pupil area of relaxation group were significantly decreased in PSV at normal times. While variables of the other group were no significantly different.

5. HRT of rest group were significantly decreased in HRV between three groups at a term of examination and normal times.

6. Pupil area of relaxation group were significantly decreased in PSV between three groups at a term of examination and normal times.

Conclusion : The results suggest that acupuncture stimulation is associated with changed activity in the sympathetic and parasympathetic nervous system. Measurement values of HRV and PSV are suitable to estimate the activity of automatic nervous system.

Key words : Examination stress, heart rate variability, pupil size variability, acupuncture stimulation, relaxation therapy, autonomic nervous system

I. 서 론

스트레스는 인체 내외의 자극에 대한 신체의 비특이적 반응¹⁾을 말하며 스트레스로 인해 교감신경이 항진되면 심박동의 증가, 혈압상승, 빌한이 나타나고, 스트레스 호르몬의 증가와 면역기능의 변화도 야기될 수 있다²⁾. 韓醫學에서는 스트레스를 內因, 外因, 不內外因의 자극을 모두 포함하고 있으며 그 중 內因인 七情은 五臟과 氣機升降에 영향을 미쳐 질병에 이르게 한다^{3,4)}.

스트레스를 평가하기 위하여 스트레스 지각과 반응^{5,6)}, 생화학적 검사⁷⁾, 면역기능 검사⁸⁾가 시행되고 있는데, 근래에는 자율신경계의 활성도를 측정하는 심박변이도^{9,10)}와 동공크기변이도가 많이 쓰이고 있다. 심박변이도(Heart Rate Variability: HRV)⁹⁾는 심박수의 변화양상을 분석하여 교감신경과 부교감신경의 활성도를 평가하는 것이고, 동공크기변이도(Pupil Size Variability : PSV)¹²⁾는 동공의 크기 변화로 자율신경 기능과 변화를 평가하는 검사이다.

한편 스트레스의 영향을 감소시키고 인체 기능을 정상적으로 유지하기 위하여 한의학에서는 한약¹³⁾과 기공¹⁴⁾, 그리고 침^{7,15)}을 사용하여 항스트레스 효과를 연구하였다. 그 중 자침은 스트레스관련호르몬⁷⁾과 심박수¹⁵⁾, 교감신경¹⁶⁾에 영

향을 미쳐 항스트레스 효과가 있는 것으로 보고되었으며, 이 때 理氣, 解鬱, 安神 등의 효능이 있는 합谷¹⁶⁾, 太衝¹⁶⁾, 神門⁷⁾, 內關¹⁶⁾, 足三里¹⁵⁾의穴位가 사용되었다. 이 밖에도 명상¹⁷⁾과 단전호흡¹⁸⁾, 이완요법¹⁹⁾ 등이 스트레스척도의 변화와 심박수, 혈장, 혈압, 면역에 변화를 주어 항스트레스 효과가 있다고 보고된 바 있다.

시험은 누구에게나 큰 정신적 스트레스가 될 수 있는데 Maes 등²⁰⁾은 시험스트레스가 혈액학적으로 신체에 미치는 영향에 대해 보고하였고, Borella 등²¹⁾은 불안척도가 증가하고 면역세포 활성도가 저하되었다고 보고하였으며, 김 등²²⁾은 안압이 증가하고 혈압에 변화가 있었다고 보고하였다.

이와같이 스트레스를 다양한 방법으로 측정하고 자율신경계의 불균형을 해소하기 위한 연구가 시행되었으나, 시험스트레스를 받은 사람을 대상으로 자침과 이완요법의 효과를 심박변이도와 동공크기변이도를 통해 살펴 본 연구는 찾아보기 어려웠다.

본 연구는 상지대학교 한의학과 학생을 대상으로 시험기간과 평상시에 심박변이도와 동공크기변이도를 측정하고 자침, 이완요법, 휴식 전후의 변화를 비교하면서 자침과 이완요법이 자율신경계에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

상지대학교 한의학과 학생 42명(남자 24명, 여자 18명)을 자침군과 이완요법군, 그리고 휴식군 3개의 집단으로 무작위로 구분하여 성비와 연령을 일치시키고 평상시와 시험기간에 측정하였다. 심박변이도와 동공대광반사에 영향을 줄 수 있는 환경변수를 줄이기 위하여 심장질환이나 기질적인 장애가 있는 자, 시각장애나 안질환을 가진 자와 밀폐되고 어두운 공간에서 불안을 느끼는 사람은 실험대상에서 제외하였다.

2. 연구 방법

가. 일반적 특성

성, 연령, 심장질환과 안질환 등의 유무를 파악하였다.

나. 스트레스량 측정

최근 일주간의 스트레스지각을 평가할 수 있는 Global Assessment of Recent Stress (GARS) Scale²³⁾을 번안한 것⁶⁾을 사용하였다. 이 척도는 8개의 항목으로 구성되어 있고 각 항목마다 스트레스지각점수가 0-9점까지 표기하도록 되어있으며, 피검자들이 스트레스의 정도를 잘 구분할 수 있도록 하기 위해 각 숫자 밑에 그에 상응하는 우리말이 따로 기술되어 있는데 이 중에 마지막 항목만 사용하였다.

다. 심박변이도(HRV) 측정

1) 측정 기구와 방법

심박변이도는 범용 생리기록기인 MP30(Bio-pac system Inc.)을 이용하여 측정하였다. 가로와 세로 2.5 m의 정신요법실에 설치된 침대 위에서 베개를 이용하여 벽에 편안히 기대고 앉아

10분 간 안정을 취한 뒤 오른쪽과 왼쪽 손목, 오른쪽 발목에 센서를 부착하고 심전도를 5분간 측정하였다. 20분간 침자극과 이완요법, 휴식을 한 뒤 다시 5분간 심전도를 측정하였다.

2) 측정 지표

심박변이도의 측정은 심전도를 측정하여 RR interval(peak to peak interval)을 계산해 낸 후 이러한 연속적인 interval 변화를 시간 영역 분석(time domain analysis)과 고속 푸리에 변환 기법(fast fourier transformation; FFT)을 이용한 주파수영역분석(frequency domain analysis)을 실시하여 측정지표를 산출하였다.

(1) 시간영역분석(time domain analysis)

Mean HRT(mean heart rate), SDNN(standard deviation of the NN intervals), SDSD (standard deviation of difference between adjacent NN intervals)를 산출하여 측정지표로 사용하였다.

(2) 주파수영역분석(frequency domain analysis)

VLF(power in very low frequency range: 0.04이하의 초저주파수 영역), LF(power in low frequency range: 0.04~0.15 Hz의 저주파수 영역), HF(power in high frequency range: 0.15~0.4 Hz 이상의 고주파수 영역), LF norm(LF power in normalised units: LF/[Total Power-VLF]×100), HF norm(HF power in normalised units: HF/[Total Power-VLF]×100), LF/HF ratio의 값을 산출하였으며, 이 중에 LF norm, HF norm, LF/HF ratio를 측정지표로 사용하였다.

3) 분석 방법

Matlab version 6.5를 사용하여 RR interval

을 검출하고, FFT를 수행할 수 있는 분석 프로그램을 개발하여 사용하였다.

라. 동공 측정

1) 측정 기구

촬영을 위한 전체적인 시스템은 640×480크기 영상을 획득하는 Watec 社 IR 카메라 704R과 IR reflection mirror [reflectance 95 % > 800~1000 nm, transmittance 85 % > 450nm~650 nm], 적절한 영상의 밝기를 인가하기 위해 860~960 nm 파장대역의 IR LED [half angel : ± 36°] 4개를 조명으로 사용하였다. reflection mirror를 사용하여 피시험자의 시야를 확보하면서 mirror에 반사된 영상을 수집한다. 획득용 장치는 머리의 움직임을 고정하는 helmet형으로 제작되었다. 영상 수집은 NI instrument 社의 1407E frame grabber를 통해 임의의 동공영역 (less than 1/2 size)을 평균 29 frame/sec로 수집하는 방식으로 Window XP 기반환경에서 Lab VIEW를 통해 구현된다.

2) 측정 방법

빛자극을 최소화하기 위해 50 Lux의 비교적 낮은 조명으로 10 분간 암순응 시키면서 침대에 기대어 앓아 안정을 취하도록 하였다. 적외선 카메라가 장착된 측정 기구를 머리의 정중앙에 오도록 쓰게 했으며 머리 크기에 맞게 조절하도록 부착된 조임장치를 조절하여 머리에 압박을 주거나 흘러내리지 않도록 했다. 눈동자의 움직임을 방지하고 카메라와 동공축의 오차가 최소가 되게 하기 위하여 시선은 카메라 바로 위를 지나 2.5 m 떨어진 벽에 부착된 직경 10cm 의 검은 원형의 시표를 바라보도록 했으며, 이 때 시표에 집중하여 초점을 맞추면 수정체의 굴절로 인하여 안구의 변화가 일어나므로 편안히 응시하도록 하였다. 심전도 측정과 동시에 적외선 카

메라(infrared video pupillometer)로 5분 동안 좌안을 관찰하여 동공을 측정하였다.

3) 측정 지표

동공의 크기 변화를 계산하기 위하여 획득된 동공 영상에 대해 여러 영상처리 과정을 통해 면적을 산출하였다. 그리고 동공 영상에서 계산된 동공 면적에 대해 심박변이도와 같은 시간 영역분석으로 동공면적을 구하였고, 주파수 영역의 분석을 수행하여 LF, HF, LF norm, HF norm, LF/HF를 산출하여 그 중에 LF norm, HF norm, LF/HF ratio를 측정 지표로 사용하였다.

4) 분석 방법

Matlab version 6.5를 사용하여 획득된 영상으로부터 동공을 분리하고 그 면적을 계산하는 분석 프로그램을 개발하여 사용하였다. 계산된 면적 값은 영상에서의 pixel로 계산되며, 이를 실제 면적으로 환산하였다.

마. 자극방법

1) 刺針

자침군은 1회용 stainless steel 멸균 호침(제우스코리아 침개발사 무궁침, 0.3 mm× 40 mm)을 사용하여 항스트레스 효과가 있다고 보고된 경혈 중 合谷(LI4)^{16,24,25)}, 太衝(LR3)^{16,24,25)}, 神門(HT7)^{7,24)}, 內關(PC6)^{16,24)}, 足三里(ST36)^{15,24)}을 骨度分寸法에 의거하여 취혈한 후 양측으로 2分에서 1寸 5分의 깊이로 直刺하였다.

2) 이완요법

이완요법군은 녹음테이프로 프로그램에 따라 침대에 편안히 누워 20분간 근이완요법을 실시하도록 하였다. 근이완요법²⁶⁾은 Jacobson이 고

침자극과 이완요법이 시험 스트레스에 미치는 영향

안한 점진적 근육이완요법(progressive muscle relaxation therapy)을 번역한 녹음 테이프(서울 음반, 1985)를 사용하였다. 양팔과 다리, 가슴과 몸통, 목, 머리 및 어깨, 눈, 입술, 혀, 목의 근육 순으로 긴장과 이완을 교대로 경험하도록 하여 근육을 이완시키고자 하였다.

3) 휴식

휴식군은 20분간 침대에 누워 휴식을 취하였으며, 소음은 제거하였다.

3. 연구 진행

시험기간과 평상시의 수치 변화를 알아보기 위하여 시험 중에 1차 검사, 시험 1달 후에 2차 검사를 시행하였으며, 각 자극에 치료효과에 따른 측정수치의 변화를 알아보기 위해 다음과 같이 진행하였다(Fig. 1.).

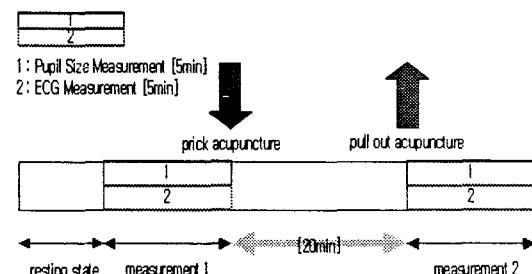


Fig. 1. Whole Flowchart of an Experiment

Table 1. General Characteristics of Student Group

Character istics	Acupunct ure n=14	Relaxation therapy n=14	Rest n=14
Age (Mean ± S.D.yrs)	27.38 ± 3.3	27.27 ± 3.5	27.79 ± 3.5
Sex			
male	8	8	8
female	6	6	6

Table 2. Comparison of Score of Stress Perception among Three group

Group	GARS (Mean ± S.D.)
Acupuncture(n=14)	4.15 ± 0.56
Relaxation therapy(n=14)	4.20 ± 0.56
Rest(n=14)	4.07 ± 0.48
P-value*	0.807

* : P value of Kruskall-Wallis test

4. 통계 분석

통계학적 분석은 SPSS 11.0을 이용하였으며, 먼저 각 군에서 측정한 측정치에 대한 Mean \pm Standard deviation을 구하였다. 요법 전후의 비교는 Wilcoxon singed ranks test를 사용하였고, 세 군 사이의 비교는 Kruskall-Wallis test를 시행하여 P-value가 0.05 미만인 경우 유의성이 있는 것으로 하였다.

III. 결 과

1. 일반적 특징

평균연령은 자침군이 27.38 ± 3.3 세, 이완요법 군이 27.27 ± 3.5 세, 휴식군이 27.79 ± 3.5 세였으며 성별은 세 군 모두 남자 8명, 여자 6명이었다.(Table 1.)

2. 스트레스 지각척도

스트레스 지각척도(GARS)는 총 8개 항목 중 지난 1주일 동안 전반적으로 느끼는 스트레스에 대한 항목만 설문하여 평가하였다. 자침군은 4.15 ± 0.56 , 이완요법군은 4.20 ± 0.56 , 휴식군은 4.07 ± 0.48 으로 세 군간 유의한 차이는 없었다 (Table 2.).

Table 3. The Comparison of HRV among Three groups at a term of Examination

Item of HRV	Group	At a term of examination		P-value
		Before	After	
HRT (beats/min)	Acupuncture (n=14)	68.95±6.59	66.89±5.17	0.035
	Relaxation(n=14)	68.13±8.49	68.48±9.20	0.609
	Rest(n=14)	70.72±9.64	69.63±9.26	0.753
	P-value ^{**}	0.322	0.420	
SDNN (ms)	Acupuncture	30.09±13.47	42.84±36.62	0.087
	Relaxation	52.61±70.76	45.78±37.83	0.140
	Rest	68.55±76.02	36.67±43.94	0.064
	P-value ^{**}	0.525	0.487	
SDSD (ms)	Acupuncture	30.06±22.18	42.00±42.96	0.116
	Relaxation	52.05±76.78	44.00±45.91	0.334
	Rest	67.02±76.59	32.97±42.18	0.056
	P-value ^{**}	0.501	0.432	
LF norm (n.u.)	Acupuncture	47.29±18.17	36.61±11.01	0.046
	Relaxation	37.72±10.96	36.42±7.68	0.650
	Rest	48.87±9.89	43.79±12.85	0.198
	P-value ^{**}	0.037	0.139	
HF norm (n.u.)	Acupuncture	53.62±16.77	64.30±10.78	0.039
	Relaxation	64.10±10.40	65.09±8.02	0.650
	Rest	53.08±13.54	61.32±10.47	0.124
	P-value ^{**}	0.022	0.124	
LF/HF	Acupuncture	1.16±1.00	0.62±0.30	0.046
	Relaxation	0.65±0.39	0.58±0.21	0.650
	Rest	1.00±0.44	0.87±0.60	0.397
	P-value ^{**}	0.034	0.137	

Mean HRT: mean heart rate, SDNN: standard deviation of the NN intervals, SDSD: standard deviation of difference between adjacent NN intervals, LF norm: low frequency normalization, HF norm: high frequency normalization, n.u.: normalized unit.

* : P value for Wilcoxon singed rank test

** : P value for Kruskall-Wallis test

3. 심박변이도(HRV)

가. 시험기간 중 세 군의 심박변이도 비교

요법 이전의 세 군의 비교에서 이완요법군이 LF norm, LF/HF가 유의성 있게 낮았고, HF norm은 유의성 있게 높았다. HRT, SDNN, SDSD는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 요법 이후의 세 군의 HRT, SDNN, SDSD, LF norm, HF norm, LF/HF는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 요법 전후의 변화에 있어서는 요법 전에 비해 요법 후 자침군은 HRT와 LF norm,

LF/HF가 유의하게 감소하였고, HF norm이 유의하게 증가하였으나 SDNN과 SDSD는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이완요법군과 휴식군은 모든 항목에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. (Table 3.)

나. 평상시 세 군의 심박변이도 비교

요법 이전의 세 군의 HRT, SDNN, SDSD, LF norm, HF norm, LF/HF는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 요법 이후의 세 군의 HRT, SDNN, SDSD, LF norm, HF norm, LF/HF는

침자극과 이완요법이 시험 스트레스에 미치는 영향

Table 4. The Comparison of HRV among Three groups at Normal times

Item of HRV	Group	At normal times		P-value
		Before	After	
HRT (beats/min)	Acupuncture (n=14)	72.27±8.12	70.07±6.49	0.530
	Relaxation(n=14)	68.98±9.25	66.99±7.16	0.328
	Rest(n=14)	73.65±9.88	73.49±8.86	0.059
	P-value ^{**}	0.130	0.327	
SDNN (ms)	Acupuncture	30.68±20.70	49.14±48.89	0.023
	Relaxation	32.42±26.75	35.46±33.74	0.209
	Rest	39.38±41.60	27.86±14.38	0.790
	P-value ^{**}	0.964	0.543	
SDSD (ms)	Acupuncture	33.45±35.55	51.44±59.26	0.239
	Relaxation	29.57±33.76	29.76±38.71	0.388
	Rest	36.44±45.14	27.61±25.26	0.859
	P-value ^{**}	0.885	0.416	
LF norm (n.u.)	Acupuncture	36.76±10.56	40.01±10.58	0.239
	Relaxation	34.33±7.23	34.84±12.17	0.814
	Rest	41.51±8.96	37.85±12.16	0.213
	P-value ^{**}	0.130	0.327	
HF norm (n.u.)	Acupuncture	63.62±9.52	60.05±9.59	0.209
	Relaxation	66.48±8.74	66.45±12.62	0.937
	Rest	59.08±10.16	63.48±11.87	0.117
	P-value ^{**}	0.165	0.206	
LF/HF	Acupuncture	0.61±0.27	0.72±0.35	0.347
	Relaxation	0.54±0.21	0.60±0.43	1.00
	Rest	0.74±0.29	0.64±0.31	0.131
	P-value ^{**}	0.166	0.292	

Mean HRT: mean heart rate, SDNN: standard deviation of the NN intervals, SDSD: standard deviation of difference between adjacent NN intervals, LF norm: low frequency normalization, HF norm: high frequency normalization, n.u.: normalized unit

* : P value for Wilcoxon singed rank test

** : P value for Kruskall-Wallis test

유의한 차이를 나타내지 않았다. 요법 전후의 변화에 있어서는 요법 후에 자침군의 SDNN가 유의하게 증가하였을 뿐 다른 항목에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이완요법군과 휴식군은 모든 항목에서 유의한 차이를 나타내지 않았다.(Table 4.)

4. 시험기간과 평상시 세 군의 심박변이도 비교

시험기간과 평상시의 요법 전 심박변이도에서 시험기간에 비하여 평상시의 LF norm과 LF/HF는 세 군 모두 감소하였고, HF norm은 증가하였으나 유의한 차이를 나타내지 않았다. HRT

Table 5. The Comparison of HRV among Three groups at a term of Examination and Normal times

Item of HRV	Group	The number of times		P-value*
		At a term of examination	At normal times	
HRT (beats/min)	Acupuncture (n=14)	68.95±6.59	72.27±8.12	0.173
	Relaxation(n=14)	68.13±8.49	67.98±9.25	0.530
	Rest(n=14)	70.72±9.64	73.65±9.88	0.028
	P-value**	0.322	0.130	
SDNN (ms)	Acupuncture	30.09±13.47	30.68±20.70	0.347
	Relaxation	52.61±70.76	32.42±26.75	0.530
	Rest	68.55±76.02	39.38 ±41.60	0.213
	P-value**	0.525	0.964	
SDSD (ms)	Acupuncture	30.06±22.18	33.45±35.55	0.583
	Relaxation	52.05±76.78	29.57±33.76	0.695
	Rest	67.02±76.59	36.44±45.14	0.213
	P-value**	0.501	0.885	
LF norm (n.u.)	Acupuncture	47.29±18.17	36.76±10.56	0.117
	Relaxation	37.72±10.96	34.33±7.33	0.117
	Rest	48.87±9.89	41.51±8.96	0.182
	P-value**	0.037	0.130	
HF norm (n.u.)	Acupuncture	53.62±16.77	63.62±9.52	0.117
	Relaxation	64.10±10.40	66.48±8.74	0.158
	Rest	53.08±13.54	59.08±10.16	0.594
	P-value**	0.022	0.165	
LF/HF	Acupuncture	1.16±1.00	0.61±0.27	0.099
	Relaxation	0.65±0.39	0.54±0.21	0.117
	Rest	1.00±0.44	0.74±0.29	0.480
	P-value**	0.034	0.166	

Mean HRT: mean heart rate, SDNN: standard deviation of the NN intervals, SDSD: standard deviation of difference between adjacent NN intervals, LF norm: low frequency normalization, HF norm: high frequency normalization, n.u.: normalized unit

* : P value for Wilcoxon singed rank test

** : P value for Kruskall-Wallis test

와 SDNN, SDSD는 세 군 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다.(Table 5.)

4. 동공크기변이도 (PSV)

가. 시험기간 중 세 군의 동공크기변이도 비교

요법 이전의 세 군간의 동공면적, LF norm, HF norm, LF/HF는 유의한 차이가 없었다. 요법 이후의 세 군간의 동공면적, LF norm, HF norm, LF/HF는 유의한 차이가 없었다. 요법 전에 비해 요법 후의 동공면적과 LF norm은 세 군 모두 감소하였고, HF norm은 세 군 모두 증가하였으나 유의한 차이를 나타내지 않았다.

침자극과 이완요법이 시험 스트레스에 미치는 영향

LF/HF는 세 군 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다.(Table 6.)

나. 평상시 세 군의 동공크기변이도의 비교

요법 이전의 세 군간의 동공면적, LF norm, HF norm, LF/HF는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 요법 이후의 세 군간의 동공면적, LF norm, HF norm, LF/HF는 유의한 차이를 나타내지 않았다. 요법 전후의 변화에 있어서는 요법 전에 비해 요법 후의 동공면적은 세 군 모두 감소하였으나 이완요법군만 유의한 차이가 있었다. LF norm과 HF norm, LF/HF는 세 군 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다.(Table 7.)

다. 시험기간과 평상시 세 군의 동공크기변이도 비교

시험기간과 평상시의 요법 전 동공크기변이도 비교에서 시험기간에 비해 평상시의 동공크기는 세 군 모두 감소하였으나 이완요법군에서만 유의한 차이가 있었다. LF norm과 HF norm, LF/HF는 유의한 차이를 나타내지 않았다. (Table 8.)

IV. 고 칠

스트레스는 인체 내외의 자극에 대한 신체의 비특이적 반응¹⁾으로서 자율신경계와 내분비계,

Table 6. The Comparison of PSV among Three groups at a term of Examination

Item of PSV	Group	At a term of examination		P-value*
		Before	After	
Pupil area (mm ²)	Acupuncture (n=14)	43.01±15.06	35.98±15.17	0.779
	Relaxation (n=14)	44.37±17.40	41.03±11.44	0.715
	Rest(n=14)	36.01±11.17	27.88±9.64	0.176
	P-value**	0.839	0.489	
LF norm (n.u.)	Acupuncture	23.20±23.35	7.75±9.56	0.173
	Relaxation	18.07±12.04	13.41±13.22	0.715
	Rest	9.18±4.39	9.23±4.22	0.735
	P-value**	0.716	0.554	
HF norm (n.u.)	Acupuncture	4.68±5.26	0.84±0.6	0.139
	Relaxation	5.00±4.45	3.19±2.47	0.465
	Rest	3.67±5.27	2.39±2.61	0.612
	P-value**	0.964	0.480	
LF/HF	Acupuncture	5.85±2.56	11.35±10.46	0.086
	Relaxation	6.62±4.06	4.92±4.80	0.465
	Rest	9.18±4.39	9.23±4.22	0.735
	P-value**	0.514	0.158	

LF norm: low frequency normalization, HF norm: high frequency normalization,
n.u.: normalized unit.

* : P value for Wilcoxon singed rank test

** : P value for Kruskall-Wallis test

Table 7. The Comparison of PSV among Three groups at Normal times

Item of PSV	Group	At normal times		P-value*
		Before	After	
Pupil area (mm ²)	Acupuncture (n=14)	37.78±11.24	35.03±11.59	0.203
	Relaxation (n=14)	42.78±13.63	36.88±13.37	0.015
	Rest(n=14)	35.09±12.61	32.86±10.96	0.5
P-value**		0.869	0.713	
LF norm (n.u.)	Acupuncture	15.70±15.83	16.32±13.66	0.878
	Relaxation	30.85±21.35	20.97±15.72	0.345
	Rest	5.69±4.94	4.99±2.71	0.686
P-value**		0.438	0.250	
HF norm (n.u.)	Acupuncture	10.17±16.02	7.00±7.06	0.442
	Relaxation	13.66±10.49	6.06±7.33	0.08
	Rest	10.67±8.71	7.10±8.05	0.345
P-value**		0.650	0.750	
LF/HF	Acupuncture	4.48±5.83	3.89±3.07	0.799
	Relaxation	3.72±3.17	4.92±3.32	0.345
	Rest	5.69±4.94	4.92±2.70	0.686
P-value**		0.195	0.240	

LF norm: low frequency normalization, HF norm: high frequency normalization,

n.u.: normalized unit

*: P value for Wilcoxon singed rank test

**: P value for Kruskall-Wallis test

면역계에 영향을 주어 혈압이 상승하고 빈맥, 불안, 발한 등의 증상을 일으키며 질병의 발생에 영향을 미친다²⁷⁾. 한편 시험은 누구에게나 큰 정신적 스트레스가 될 수 있는데 Maes 등²⁰⁾은 시험스트레스가 혈액학적으로 신체에 미치는 영향에 대해 보고하였고, Borella 등²¹⁾은 불안척도가 증가하고 면역세포 활성도가 저하되었다고 하였으며, 김 등²²⁾은 안압이 증가하고 혈압에 변화가 있었다고 하여 시험스트레스가 신체에 부정적인 결과를 초래함을 보여주고 있다.

韓醫學에서는 스트레스 인자를 内因, 外因, 不內外因으로 구분하고 있다.³⁾ 内因은 사람의 감정에 해당하는 喜·怒·憂·思·悲·恐·驚의 七情이고,

外因은 기후에 해당되는 風·寒·暑·濕·燥·火의 六淫이며, 不內外因은 음식, 피로, 음주, 성생활의 문제 등이다^{3,4)}. 감정 스트레스가 인체의 생리기능에 미치는 영향에 대해 <素問·陰陽應象大論>²⁸⁾에서는 “怒傷肝, 喜傷心, 思傷脾, 脾傷肺, 恐傷腎”이라 하였으며, <靈樞·舉痛論>²⁹⁾에서는 “怒則氣上 喜則氣緩 思則氣結 悲則氣消 恐則氣下 驚則氣亂”이라 하여 감정이나 氣의 변화가 하나의 스트레스로 작용하여 升降機能에 이상을 일으키거나 臟腑를 상하게 한다고 하였다.

심장박동은 외부의 영향에 대항하여 체내의 항상성을 유지하고자 지속적으로 변화하는데 이러한 변화는 자율신경계의 교감신경과 부교감신

침자극과 이완요법이 시험 스트레스에 미치는 영향

Table 8. The Comparison of PSV among Three groups at a term of Examination and Normal times

Item of PSV	Group	The number of times		P-value*
		At a term of examination	At normal times	
Pupil area (mm ²)	Acupuncture (n=14)	43.01±15.06	37.78±11.24	0.059
	Relaxation (n=14)	44.37±17.40	42.78 13.63	0.046
	Rest(n=14)	36.01±11.17	35.09±12.61	0.5
LF norm (n.u.)	Acupuncture	23.20±23.35	15.70±15.83	0.386
	Relaxation	18.07±12.04	30.85±21.35	0.068
	Rest	9.18±4.39	5.69±4.94	0.225
HF norm (n.u.)	Acupuncture	4.68±5.26	10.17±16.02	0.508
	Relaxation	5.00±4.45	13.66±10.49	0.068
	Rest	3.67±5.27	10.67±8.71	0.345
LF/HF	Acupuncture	5.85±2.56	4.48±5.83	0.285
	Relaxation	6.62±4.06	3.72±3.17	0.068
	Rest	9.18±4.39	5.69±4.94	0.225

LF norm: low frequency normalization, HF norm: high frequency normalization,
n.u.: normalized unit

* : P value for Wilcoxon singed rank test

경 활동의 균형에 의해서 조절된다. 이러한 주기적인 심박동의 변화 정도를 나타내는 것이 심박변이도(heart rate variability: HRV)이며 최근의 많은 연구에서 심박변이도의 분석을 자율신경계의 반사 활동을 평가하려는 목적으로 시행되고 있다^{9,10)}.

심박변이도(Heart Rate Variability: HRV)는 심장의 박동이 자율신경의 통제하에서 체내의 항상성을 유지하고자 지속적으로 변화하는 시간적 변동(fluctuation of R-R interval)을 분석하여 R-R 간격의 주기적 변화량에 대한 정량적인 정보를 얻는 것으로서 이를 통해 교감 및 부교감신경간의 균형상태와 각각의 활성도를 알 수 있다^{9,10)}. 심박변이도를 power spectrum 분석하게 되면 고주파영역, 저주파영역 등을 얻을 수 있는데 저주파수 영역은 주로 교감신경계의 활성도를 반영하고, 고주파수 영역은 교감신경계

의 활성도를 반영한다. 그리고 저주파수 영역과 고주파수 영역 사이의 관계는 HF/LF라는 변수로 정의되는데 교감-부교감신경계의 균형과 변화 경향을 나타내는 역할을 한다^{9,30)}. Power spectrum의 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, n.u.)으로 표시된다^{30,31)}.

한편 『素問·靈蘭秘典論』²⁸⁾에서 “心者，君主之官，神明出焉.”, 『靈樞·邪客』²⁹⁾에서 “心者，五臟六腑之大主也，精神之所舍也.”라 하여 心은一身의 主宰者이며 神을 주관한다고 말하고 있으며, 『素問·痿論』²⁸⁾에서 “心主神之血脈.”, 『靈樞·本神』²⁹⁾에서 “心藏脈 脈舍神”라 하여 心이 血

脈을 주관하고 脈에 神이 머물러 있음을 밝히고 있다. 또한 心藏血脈之氣의 작용에 대해서 《素問·平人氣象論》²⁸⁾에서는 “胃之大絡 名曰虛里 貢鬲絡肺 出於左乳下 其動應衣 脈宗氣也”라고 하여 脈이 宗氣의 推動作作用을 얻어 나타난다고 했다.

심박변이도와 관련된 기존의 연구들은 주로 자율신경계의 활동성을 측정하기 위해 이루어지고 있었다. 전 등³²⁾은 뇌졸중 환자들의 심박변이도를 측정하여 자율신경기능의 변화를 보고하였고, 김 등³³⁾은 간경변증 환자에서 심박변이도와 24시간 동안의 자율신경의 활동성의 변화를 정상인과 비교하여 보고하였다. 한의학에서는 박³⁴⁾의 연령별로 맥박변이도를 표준화한 연구와 지³⁵⁾의 뇌졸중 환자의 성별과 부위에 대한 심박변이도의 변화를 측정한 연구가 있다.

동공측정은 Stern³⁶⁾이 동공에 빛자극을 주어 규칙적인 수축과 이완에 걸린 시간인 동공주기 시간(pupil cycle time)을 측정하면서 본격화되었고, Straub 등¹¹⁾이 infrared video pupillometer로 발전시켰다. 동공의 크기는 2~4 mm로 연령, 각성상태, 빛의 양, 조절 정도에 좌우되고 있는데 동공팔약근은 부교감신경 지배를 받고, 동공선대근은 교감신경의 지배를 받으므로 긴장도에 따라 크기가 달라진다³⁷⁾. 동공크기를 측정하여 자율신경을 평가한 연구에서 Barbara 등³⁸⁾은 각성시와 수면시의 동공검사를 통해 교감신경이 활발한 낮보다 부교감신경이 활발하게 작용하는 밤에 동공의 크기가 더 작다고 하였고, Takahashi³⁹⁾는 청각자극과 시각자극으로 정신적 작업을 준 결과 동공의 크기가 작아졌다고 하는 등 자율신경계와의 상관성을 보고하였다.

瞳孔에 대해서 한의학에서는 《素問·五臟生成篇》²⁸⁾에서 “諸脈者 皆屬於目”, 《靈樞·口問篇》²⁹⁾에서 “目者 宗脈之所聚也”라 하여 모든 脈과

목이 연계되어 있어 인체의 기능이 드러남을 알 수 있다. 또한 《靈樞·大惑論》²⁹⁾에서 “目者, 心之舍也, 心者, 神之舍也.”라 하여 目과 精神과의 관계에 대하여 기술하였고, 《素問·解精微論》²⁹⁾의 “志與心精共湊於目”에서는 目이 心神이 표출되는 곳이라 하여 眼과 心과의 관계를 기술하고 있다. 이처럼 目은 精神, 五臟六腑와 밀접한 관계를 맺고 있기 때문에 目을 통해서 신체의 상태를 파악할 수 있을 것으로 사료된다. 그리고 여러 醫書⁴⁰⁻⁴²⁾에서 과도한 七情이 眼病을 유발하고 瞳孔의 산대나 축소를 야기한다고 하는 등 스트레스가 眼과 밀접한 관계가 있음을 밝히고 있다.

침과 정신과의 관계에 대해서 《靈樞·本神篇》²³⁾에서는 “凡刺之法 必本於神”, 《素問·寶命全形論》²⁴⁾에서는 “凡刺之真, 必先治神”이라 하여 鈎刺의 근본이 정신에 있으며 침으로 神을 조절할 수 있음을 말했다. 그리고 《靈樞·刺節真邪篇》²³⁾에는 “用鍼之類 在於調氣”라 하여 침으로 기혈운행을 원활히 하여 인체를 조화롭게 할 수 있다고 하였다. 침자극이 스트레스를 받은 신체에 미치는 영향에 대해서 스트레스 관련 호르몬⁷⁾과 심박수¹⁵⁾, 교감신경¹⁶⁾에 영향을 미쳐 항스트레스 효과가 있는 것으로 보고되었는데 이는 침이 자율신경계 및 내분비를 통한 항상성 유지에 관여한다는 것을 의미한다.

본 연구에서는 문헌과 연구 결과에서 항스트레스 효과가 검증된 合谷(LI4)^{16,24-25)}, 太衝(LR3)^{16,24-25)}, 神門(HT7)^{7,24)}, 內關(PC6)^{16,24)}, 足三里(ST36)^{15,24)}의 혈위를 선정하여 자침하였다. 合谷, 太衝, 神門, 內關, 足三里는 칠정의 부조화로 인하여 발생하는 질환에 多用되어 왔으므로 본 연구에서는 다섯 개의 혈을 骨度分寸法에 의거하여 양측으로 直刺하였으며 수기법을 시행하지 않고 20분간 유침하였다.

자침과 함께 사용된 이완요법(relaxation therapy)은 긴장과 불안을 줄이고 교감신경활동을 감소시키는 방법이다. 가장 대표적인 방법은 Jacobson에 의해 체계적으로 개발된 점진적 근육이완요법으로서 얼굴과 사지 근육을 이완시켜 정신활동을 감소시키고 안정상태를 찾는데 도움이 되도록 하는 것이다²⁶⁾. Potts 등¹⁹⁾은 이완요법이 스트레스로 인한 신체화장애 환자에게 효과가 있었다고 하였고, Means 등⁴³⁾은 불면증이 있는 학생에게 효과가 있었다고 보고하였다.

본 연구는 학생군을 대상으로 시험기간과 평상시에 심박변이도와 동공검사를 사용하여 스트레스로 인한 자율신경계의 불균형을 측정하고, 자침이 스트레스에 미치는 영향을 알아보고자 시도되었다.

시험기간 중에 시행된 심박변이도에서 자침군은 자침 후에 심박수, LF/HF, LF norm가 유의하게 감소하였고, HF norm은 유의하게 증가하였다. 이는 Nishijo 등⁴⁴⁾, Haker 등⁴⁵⁾과 김 등¹⁵⁾이 자침 후에 심박수가 감소하고 부교감신경의 활성도가 증가했다고 보고한 결과와 같아 본 실험에서도 자침이 부교감신경의 기능을 활성화시키는데 효과가 있었다고 사료된다. 이완요법군과 휴식군은 자침군과 비슷한 경향을 보였으나 유의한 차이를 나타내지 않았다.

평상시 시행된 심박변이도에서는 요법 후 세 군 모두 유의한 차이를 나타내지 않았는데 자침군은 시험기간 중의 결과와는 반대로 LF/HF, LF norm이 증가하고, HF norm은 감소하는 경향을 보였다. 이는 침자극이 각성효과를 가져왔거나 혹은 스트레스 인자로 작용하여 교감신경의 기능을 항진시켰을 가능성을 생각해 볼 수 있을 것이다. 시험기간과 평상시의 요법 전의 심박변이도의 변화도 세 군 모두 모든 항목에서 유의한 차이를 보이지 않았으나 시험기간보다

평상시에 HF norm가 증가하였고, LF/HF와 LF norm은 감소하는 경향을 보였다.

시험기간에 측정된 동공크기변이도에서 세 군 모두 요법 후 유의한 차이를 나타내지 않았으나 LF norm은 감소하고, HF norm은 증가하였고, 평상시 측정에서는 세 군 모두 유의한 차이를 나타내지 않았으나 공통적으로 LF norm이 감소하는 경향을 보였다. 시험기간과 평상시의 요법 전의 동공크기변이도를 비교하면 이완요법군의 동공면적만 유의하게 감소하였고, LF norm, HF norm, LF/HF은 유의한 차이가 없었다.

이상의 실험을 통해 스트레스에 효과가 있다고 알려진 자침과 이완요법, 그리고 휴식이 교감신경을 안정시키고 부교감신경의 기능을 활성화시키는 경향성을 보여 스트레스 해소에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 이 중에 자침군은 시험기간 중에 심박수와 LF norm, LF/HF가 유의성 있게 감소되고, HF norm가 유의성 있게 증가되어, 침자극이 시험 스트레스에 가장 현저한 효과를 나타낸 것으로 사료된다. 하지만 평상시의 측정에서는 오히려 교감신경의 기능이 활발해지고, 부교감신경의 기능이 저하된 경향을 보였으므로 추후에 계속해서 연구되어야 할 과제로 사료된다.

V. 결 론

학생 42명을 세 군으로 나누어 시험기간과 평상시에 자침과 이완요법, 휴식을 한 뒤 심박변이도와 동공크기변이도를 측정하여 자율신경계의 활성도를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시험기간 중 심박변이도에서 요법 후에 자침군은 심박수, LF/HF와 LF norm에서 유의하게 감소하였고, HF norm에서 유의하게 증가하였다.

2. 평상시의 심박변이도에서 자침군의 SDNN 만 침자극 후에 유의하게 증가하였다.
3. 시험기간 중 동공크기변이도에서 요법 후 비교에서 세 군 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다.
4. 평상시의 동공크기변이도에서 요법 후에 이완요법군의 동공면적만 유의하게 감소하였고, 다른 측정치는 유의한 차이가 없었다.
5. 시험기간과 평상시의 요법 전의 심박변이도 비교에서 휴식군의 심박수만 감소하였을 뿐 다른 측정치는 유의한 차이가 없었다.
6. 시험기간과 평상시의 요법 전의 동공크기변이도에서 이완요법군은 동공면적이 유의하게 감소하였다.

이상의 연구결과로 보아 자침과 이완요법, 휴식이 스트레스 완화에 도움이 되며, 특히 침자극이 가장 효과가 있는 것으로 나타났지만 추후에 많은 대상자를 통한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Selye H. The Stress of Life. USA : McGraw-hill. 1978 : 118-27.
2. 민성길. 최신정신의학(4판). 서울 : 일조각. 1999 : 129-130, 462-3.
3. 陳言. 三因極一病證方論. 서울 : 일중사. 1992 : 19.
4. 김종우, 김지혁, 황의완. STRESS의 한의학적 이해. 동의신경정신과 학회지. 1993 ; 4(1) : 19-26.
5. 배종면, 정은경, 유태우, 허봉렬, 김철환. 외래 용 스트레스량 측정도구 개발 연구. 가정의학회지. 1992 ; 13(10) : 809-20.
6. 고경봉, 박중규. 전반적인 스트레스평가 척도 한국판의 타당도 및 신뢰도. 정신신체의학회지. 2000 ; 8(2) : 201-11.
7. 도영옥, 이봉교. 신문자침이 인체의 혈장 Norepinephrine, Epinephrine, β -Endorphin 및 Cortisol에 미치는 영향. 경산대학교대학원 석사학위논문. 1990.
8. 심준영, 안용덕, 신혜숙. 12주간의 뇌호흡 명상 프로그램에 따른 세포성 면역 반응 분석. 한국체육학회지. 2003 ; 42(1) : 121-33.
9. Pomeranz B, Macaulay R, Caudill M, Kutz I, Adam D, Gordon D, et al. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. Am J Physiol. 1985 ; 248 : H151-3.
10. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Barger AC, Cohen RJ. Power spectral analysis of heart rate fluctuation. a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. Science. 1981 ; 213 : 220-1.
11. Straub RH, Tries U, Kerp L. The pupillary light reflex. Ophthalmologica. 1992 ; 204 : 134-42.
12. Censi F, Calcagnini G, Pasquale FD, Lino S, Cerutti S. Baroceptor-sensitive Fluctuations of human pupil diameter. Computers in Cardiology. 1999 ; 26 : 233-6.
13. 조진영, 황의완. 귀비온답탕이 흰쥐의 항스트레스와 면역반응에 미치는 영향. 동의신경정신과학회지. 1995 ; 6(1) : 1-17.
14. 김기옥. 기공외기요법의 항 스트레스 효과 연구. 대한기공의학회지. 1996 ; 1(1) : 95-109.
15. 김민수 외 8인. 전침 자극이 정상 성인의 심박변동에 미치는 영향. 대한침구학회지. 2003 ; 20(4) : 157-69.

침자극과 이완요법이 시험 스트레스에 미치는 영향

16. 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. *Journal of Cardiac Failure.* 2002 ; 8(6) : 399-406.
17. 김수진, 이정숙. 명상이 대학생의 스트레스와 자기효능에 미치는 효과. *전남의대학술지.* 1996 ; 36(4) : 403-14.
18. 표내숙, 김영부, 최영곤. 단전호흡 수련이 불안, 심박수, 혈압 및 뇌파에 미치는 영향. *한국스포츠심리학회지.* 1997 ; 8(1) : 45-55.
19. Potts JM. Alternative Approaches to the Management of Prostatitis : Biofeedback, progressive relaxation and the concept of functional somatic syndromes. *European urology supplements.* 2003 ; 2 : 34-7.
20. Maes M, Planken MVD, Gastel AV, Bruyland K, Hunsel FW, Neels H, Hendriks D, Wauters K, Demedts P, Janca A, Scharpe S. Influence of academic examination stress on hematological measurements in subjectively healthy volunteers. *Psychiatry Research* 1998 ; 80 : 201-12.
21. Borella P, Bargellini A, Rovesti S, Pinelli M, Vivoli R, Solfrini V, Vivoli G. Emotional stability, anxiety, and natural killer activity under examination stress. *Psychoneuroendocrinology.* 1999 ; 24 : 613-27.
22. 김용화, 조병채, 안정숙. 시험스트레스가 안압 및 혈압에 미치는 영향. *대한안과학회잡지.* 1985 ; 26(4) : 5-13.
23. Linn MW : A global assessment of recent stress(GARS) scale. *International Journal of Psychiatry Medicine.* 1985 ; 15(1) : 47-59.
24. 전국한의과대학 침구경혈학교실 편저. *침구학.* 서울 : 집문당. 1998 : 324, 383, 430, 574, 667, 1015-20.
25. 성일환, 채우석. 합곡, 태충, 사관혈에 대한 문헌적 고찰. *대전대학교 한의학논문집.* 1993 ; 2(1) : 113-47.
26. Jacobson E. 이현수 역. 제이콥슨 박사의 긴장이완법. 서울 : 학지사. 1995 : 106-42.
27. 성호경, 김기환. 생리학(6판). 서울 : 의학문화사. 1997 : 634-36.
28. 楊維傑. 黃帝內經素問譯解. 서울 : 大星文化社. 1990 : 84, 50-2, 76, 93, 95, 149, 219, 304, 337.
29. 楊維傑. 黃帝內經靈樞譯解. 서울 : 大星文化社. 1990 : 84, 115, 494, 518, 543, 603-4.
30. Kawamoto M, Tanaka M. Power spectral analysis of heart rate variability after spinal anaesthesia. *British Journal of Anaesth.* 1993 ; 71 : 523-7.
31. Shin KS. The Study on Power Spectral Analysis of Heart Rate Variability for Assessment of Autonomic Function in Cardiovascular Control. Ph D Dissertation(Institute of Biomedical Engineering, Keio Univ, Japan). 1995.
32. 전중선 외 9인. 뇌졸중 환자에서 심박변동의 Power Spectrum 분석에 의한 자율신경기능 평가. *대한재활의학회지.* 1998 ; 22(4) : 778-83.
33. 김철우 외 10인. 간경변증 환자에서 24시간 심박동수변이를 이용한 자율신경 장애 측정. *대한내과학회지.* 1997 ; 53(3) : 371-9.
34. 박영배. 연령별 맥박변이도 표준화에 관한 연구. *경희대학교 대학원 석사학위논문.* 2002.
35. 지남규. 뇌졸중 환자의 성별과 부위에 대한 Heart Rate Variability의 변화. *경희대학교*

- 대학원 석사학위논문. 1999.
36. Straub RH, Tries U, Kerp L. The pupillary light reflex. *Ophthalmologica*. 1992 ; 204 : 134-42.
37. 윤동호, 이상욱, 최억. 안과학(제5판). 서울 : 일조각. 2000 : 237-40.
38. Barbara W, Henner G, Holger L, Evelyn B, Anna H, Helmut W. Daytime variations in central nervous system activation measured by a pupillographic sleepiness test. *J Sleep Research*. 2001 ; 10 : 1-7.
39. Takahashi K, Nakayama M, Shimiz Y. The Response of Eye-movement and Pupil Size to Audio Instruction while a Moving Target. Eye Tracking Research and Application Symposium. 2000 : 131-8.
40. 朱震亨. 丹溪心法附錄. 서울 : 大星文化社. 1982 : 45-6.
41. 許浚. 東醫寶鑑 外形篇. 서울 : 大星文化社. 1981 ; 113-23.
42. 李傳課, 主編. 中醫眼科學. 四川 : 人民衛生出版社. 2002 : 61-2.
43. Means MK, Lichstein, Epperson MT, Johnson CT. Relaxation therapy for insomnia: Night and day time effects. *Behavior Research and Therapy*. 2000 ; 38 : 665-78.
44. Nishijo K, Mori H, Yosikawa K, Yazawa K. Decreased heart rate by acupuncture stimulation in human via facilitation of cardiac vagal activity and suppression of cardiac sympathetic nerve. *Neuroscience Letters*. 1997 ; 227 : 165-8.
45. Haker E, Egekvist H, Bjerring P. Effect of sensory stimulation(acupuncture) on sympathetic and parasympathetic activities in healthy subjects. *Journal of the Autonomic Nervous System*. 2000 ; 79 : 52-9.