동의신경정신과 학회지
J. of Oriental Neuropsychiatry
Vol. 17. No. 2, 2006

驚悸 증상을 지닌 학생 집단의 자율 신경 기능 특성에 대한 연구 -심박변이도와 동공크기 변이도를 중심으로-

강희철, 이승기, 이정찬*, 김지은*, 박경모*
상지대학교 부속 한방병원 신경정신과
경희대학교 전자정보학부 동서의료공학과*

A study on characteristics of the autonomic nervous system in students with Keongke - Using Heart Rate Variability and Pupil Size Variability -

Heechul Kang, Seunggi Lee, Jeongchan Lee*, Jieun Kim*, Kyungmo Park*
Dept. of Neuropsychiatry, college of Oriental Medicine, Sangji University
Dept. of Biomedical Engineering, Kyunghee University*

Abstract

Objective :
The purpose of this experimental-controlled study was to investigate the characteristics of the autonomic nervous system in students with Keongke by using HRV(Heart rate variability) and PSV(Pupil size variability).

Method :
The study group was consisted of 11 students with self recognition as the experimental group, and 25 normal students as the control group. Informations on gender and age were obtained by medical charts and personal interviews. By using heart rate variability and pupil size variability, we measured the value of HRT(Heart rate), SDNN(Standard deviation of NN intervals), LFnorm(Low frequency normalization), HFnorm(High frequency normalization), LF/HF ratio, Pupil area, B.S.(Basic size), C.R.(Max Constriction Rate) and 1s.d.(1sec Dilation Rate). I compared the degrees of the sympathetic and parasympathetic activity.

Result :
1. In the result of heart rate variability between experimental and control group, none of the parameters of experimental group were significantly different from control group.

◆ 투고일: 7/3, 채택일: 7/10
본 연구는 보건복지부 한방치료기술개발연구사업의 지원에 의하여 이루어진 것임.(045-O100-0815-0002)
교신저자: 강희철, 강원도 원주시 우산동 283 상지대학교 부속 한방병원 신경정신과
Tel : 033-741-9370, Fax : 033-732-2124, E-mail : marvinhouston@hanmail.net

And even though there were no statistical significance, there were some numerical differences in SDNN, LF norm, HF norm.
2. In pupil size variability, C.R. and 1s.d. of the experimental group were increased compared to control group.

Conclusion :

The study results suggest that the group with Keongke has differences of autonomic nervous system as compared to those in normal state. Measurement value of PSV is a new technical approach to estimate the autonomic nervous system.

Key Words :

Keongke, Heart rate variabilty, Pupil size variabilty, Autonomic nervous system

Ⅰ. 序 論

한의학적으로 불안(不安)은 공(恐)·구(懼)의 정지(情志)이며 장부(臟腑)상으로는 신(腎)의 지(志)로 인식되어 왔고[1], 《靈樞·本神篇》[2]에 『怵惕思慮則傷神 神傷則恐懼流淫而不止』라 하여 두렵고 자주 놀라며, 근심, 걱정이 많으면 신(神)을 상하게 되고 심약해져 불안한 정지(情志)가 지속된다 하였다. 또한 《張氏類經·情志九氣》[3]에 『心腎肝脾胃五臟 皆主於恐 而恐則氣下也』라 하였는데 심(心), 신(腎), 간(肝), 비(脾), 위(胃)가 모두 공정(恐情)으로 인해 병이 생기며 공정이 발(發)하면 기(氣)는 하(下)한다고 하였다.

불안과 관련된 증후로는 《醫學綱目》[4]에 "驚悸 心卒動而不寧也 悸者 心跳動而怕驚也 怔忡 亦心動而不寧也 心澹澹大動 …… 驚恐亦曰心中澹澹 恐謂怕驚而心亦動也"라 하여 한의학적으로는 경계(驚悸)와 정충(怔忡)을 언급하고 있는데, 이는 가슴이 조동(躁動)하고 잘 놀래며 마음이 불안한 것을 자각하는 증후이다.

자율 신경계의 활성도를 측정하기 위한 방법으로 근래에는 심박변이도[5,6]와 동공크기변이도[7,8]가 시행되고 있는데, 심박변이도(Heart rate variability: HRV)는 자율신경계의 통제 하에서 체내의 항상성을 유지하고자 지속적으로 변화하는 심박동의 양상을 분석하는 것이다[5]. 동공변이도 (Pupil size variability: PSV)중 동공대광반사(Pupil light reflex: PLR)는 교감신경이 활성화될 때 동공이 확대되는 현상과 더불어 동공에 광선 조명 시 동공의 수축되는 반응을 함께 측정하여 시신경기능과 자율신경 기능을 평가하는 검사이다.[8]

심박변이도(HRV)와 관련된 많은 연구들에서 척추질환[9], 뇌졸중[10], 기능성 위장관장애[11], 간경변증, 심장질환, 고혈압, 당뇨병 등의 질환[5,6],감정 상태[12], 연령의 변화[13], 업무량[14]에 따라 교감신경과 부교감신경의 활성도가 다르게 나타난다고 보고하고 있다. 또한 일중 변화[15], 감정 상태[16,17], 당뇨병 [18,19,20]등의 질환과 관련되어 동공변이도에도 자율 신경 상태의 차이가 반영된다는 연구가 있다. 최근 한의계에서는 최[21]와 곽[22]이 HRV, PSV를 이용하여 침자극의 항 스트레스 효과를 보고한 바가 있었다.

한편 경계(驚悸)와 관련된 연구로는 남 등[23]과 김 등[24]의 문헌적인 고찰이 있었고, 그 치료와 자율 신경과 연관되어 신경·해부학적인 보고를 김 등[25]이 실시한 바 있으며, 송 등[26]은 산소포화도와의 상관관계를 연구한 바가 있다. 그러나 경계(驚悸)를 자각하는 집단을 대상으로 직접적으로 자율 신경에 대한 다양한 지표

를 이용하여 그 특성을 연구한 경우는 찾아보기 힘들다.

이에 본 연구에서는 경계(驚悸) 증상을 가진 학생 집단을 실험군으로 하고 정상인 학생 집단을 대조군으로 정하여 심박변이도와 동공크기 변이도를 측정하여 경계(驚悸)라는 한의학적 임상 증후가 가지는 자율신경 기능의 특성을 파악하고자 하였다. 특히 최[21]와 곽[22]의 연구에서 시행되지 못한 동공 대광 반사 실험을 추가하여 동공 변이도를 더욱 자세히 살피고자 하였다.

Ⅱ. 硏 究 方 法

1. 연구 대상

본 연구는 상지대학교 부속 한방병원의 임상시험윤리위원회 (Instituional Review Board)의 승인을 받고 시행되었다.

실험군은 2005년 4월부터 2006년 4월까지 상지대학교 한의과 대학 재학 중인 경계(驚悸) 증상을 자각하는 학생을 대상으로 하였고, 다음과 같은 조건을 만족하는 11명을 연구 대상으로 하여 무작위로 선정하였다.

1) 뇌졸중 등을 포함하는 중추신경계의 손상이 없는 자
2) 기질적인 장애가 없는 자
3) 고혈압, 부정맥 등을 포함하는 심장질환, 안질환, 당뇨가 없는 자
4) 실험 전날 음주와 과로를 하지 않은 자
5) 최근 일주일 내에 다른 약물을 복용 하지 않은 자
6) 비 흡연자

동등한 비교를 위해 대조군은 상기 조건을 만족하는 상지대학교 한의과 대학 재학 중인 정상인 학생 25명을 무작위로 선정하였다.

2. 연구 방법

가. 일반적 특성

내원시 작성된 개인기록카드를 이용하여 병력과 함께 성별, 연령을 파악하였다.

나. 심박변이도(HRV) 측정

1) 측정 기구

심박변이도는 PowerLab (Adinstrument Inc.)을 이용하여 측정하였다.

2) 측정 방법

가로×세로 2.5m의 정신요법실에 설치된 침대 위에서 베개를 이용하여 벽에 편안히 기대고 앉아 10분 간 안정을 취한 뒤 오른쪽과 왼쪽 손목, 오른쪽 발목에 센서를 부착하고 심박변이도를 5분간 측정하였다.

3) 측정 지표

심박변이도의 측정은 심전도를 측정하여 RR interval(peak to peak interval)을 계산해 낸 후, 이러한 연속적인 interval 변화를 시간영역 분석(time domain analysis)과 고속 퓨리에 변환기법(fast fourier transformation; FFT)을 이용한 주파수영역분석(frequency domain analysis)을 실시하여 측정지표를 산출하였다.

(1) 시간영역분석(time domain analysis)

Mean HRT(mean Heart rate, 단위:beats/min), SDNN(standard deviation of NN intervals, 단위:ms)

(2) 주파수영역분석 (frequency domain analysis)

LFnorm(Low frequency normalization, 저주파 영역(0.04~0.15 Hz), 단위:n.u.), HFnorm (High frequency normalization, 고주파 영역(0.15~0.4Hz), 단위: n.u.), LF/HF ratio(Low frequency/High frequency ratio)의 값을 산출하였다.

4) 분석 방법

Matlab version 6.5를 사용하여 RR interval을 검출하고 FFT를 수행할 수 있는

분석 프로그램을 개발하여 사용하였다.

다. 동공 크기 변이도(PSV) 측정

1) 측정기구

촬영을 위한 전체적인 시스템은 640×480 크기 영상을 획득하는 Watec社 IR 카메라 660D와 IR reflection mirror [reflectance 95%> 800~1000nm, transmittance 85%> 450nm~650nm], 적절한 영상의 밝기를 유지하기 위해 860~960nm 파장대역의 IR LED [half angel: ±36°] 2개를 조명으로 사용하였다. reflection mirror를 사용하여 피시험자의 시야를 확보하면서 mirror에 반사된 영상을 수집한다. 획득용 장치는 머리의 움직임을 고정하는 helmet형으로 제작된 시스템이다.(Figure 4) 영상 수집은 NI instrument社의 1407E frame grabber를 통해 동공영역을 평균 30frame/sec로 수집하는 방식으로 Window XP 기반환경에서 Lab VIEW를 통해 구현된다.

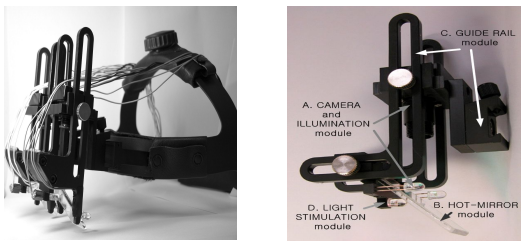


Fig 4. A view of Measurement System

2) 측정방법 및 순서

① 빛 자극을 최소화하기 위해 0.1 lux의 비교적 낮은 조명으로 10분간 암순응을 시키면서 침대에 앉아 안정을 취하도록 한다.

② 적외선 카메라가 장착된 측정 기구를 머리의 정중앙에 오도록 쓰게 하고 조임 장치로 적절히 고정한다. 시선은 카메라 바로 위를 지나 2.5m 떨어진 벽에 부착된 직경 10cm의 초록색 원형의 시표를 편안히 응시하도록 한다.

③ 동공 Fluctuation: 심전도 측정과 동시에 적외선 카메라(Infrared video pupillometer)로 5분간 우안을 관찰하여 동공을 측정한다.

④ 2분 뒤 다시 상기와 같은 방법으로 1분간 우안을 관찰하되 촬영 시작 시 10초 정각 50초 정각에 빛자극을 가한다.

3) 측정지표

동공의 크기 변화를 계산하기 위하여 획득된 동공 영상에 대해 몇 가지 영상처리 과정을 통해 면적을 산출하였다. 첫째는 동공 영상에 Gaussian blurring 과정을 통해 배경 잡음을 제거하는 전처리 과정이며, 둘째는 전경인 동공과 배경인 홍채, 공막, 눈꺼풀을 분리하기 위해 임계값을 적용하여 최적의 동공을 분리해 내는 이진화를 수행하는 과정이다. 셋째는 이진화된 영상에서 동공의 좌표를 획득하는 Edge tracking 과정이며, 넷째는 조명과 눈썹등의 잡음으로 인해 왜곡된 동공의 경계를 보간하여 동공의 면적을 계산하는 과정이다. (Figure 5) 일련의 과정을 통해 동공 영상에서 계산된 동공 면적에 대해 심박변이도와 같은 시간 영역과 주파수 영역의 분석을 수행하여 측정 지표를 산출하였다. (Figure 6)

시간 영역분석으로 동공 면적(pupil area, 단위: pixel)을 구하였고, 주파수 영역분석으로는 그 중에 LFnorm(Low frequency normalization, 저주파 영역(0.04~0.15 Hz), 단위: n.u.), HFnorm (High frequency normalization, 저주파 영역(0.15~0.4 Hz), 단위: n.u.) LF/HF ratio(Low frequency/ High frequency ratio)를 측정지표로 사용하였다.

동공 반사와 관련되어서는 B.S.(Basic size: 빛 반사 자극이 있기 전 1초 전의 평균 동공의 크기, 단위: pixel), C.R.(Max. Constriction Rate: 빛 반사 자극에 의해 유발된 동공의 최대 수축정도, 단위: %), 1s.d. (1sec Dilation Rate: 빛자극 이후 1초 이후

의 동공 재이완 정도, 단위: %)를 측정지표로 이용하였다.

4) 분석 방법

Matlab version 6.5를 사용하여 획득된 영상으로부터 동공을 분리하고 그 면적을 계산하는 분석 프로그램을 개발하여 사용하였다.(Figure 5.) 계산된 면적값은 영상에서의 pixel로 계산하였다.(실제 78mm^2→9950pixel로 계산됨) (Figure 6.)

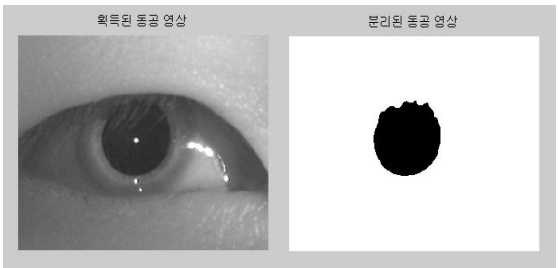


Fig 5. Binary progress for Calculation of Pupil area

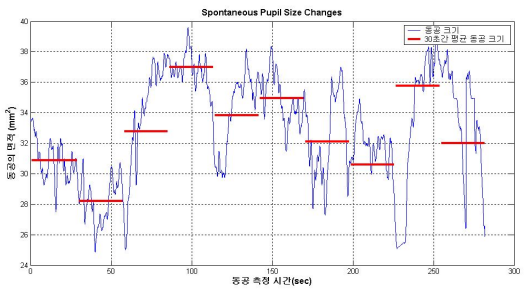


Fig 6. Pupil size Variabilty for 5minute

3. 통계 분석

실험에 사용한 통계프로그램은 SPSS 10.0K window용으로 하였고, 두 군에서 측정한 측정치에 대한 Mean±Standard deviation을 구하였고, independent t-test를 실시하였다. 모든 분석 결과는 p-value<0.05의 차이를 유의한 것으로 간주하였다.

Ⅲ. 硏 究 結 果

1. 일반적 특성(성별 및 연령 분포)

1) 실험군

남자가 6명(55%), 여자가 5명(45%)이었으며, 연령별로는 20대가 6명(55%), 30대가 5명(45%)이었다.(Table 1)

2) 대조군

남자가 11명(44%), 여자가 14명(56%)이었으며, 연령별로는 20대 이하가 11명(44%), 30대가 14명(56%)이었다.(Table 1)

Table 1. Sex and Age distribution between Experimental and Control Group

		Experimental n=11(100%)	Control n=25(100%)
Sex	Male	6(55%)	11(44%)
	Female	5(45%)	14(56%)
Age		Mean±S.D.(years) 29.09±3.86	Mean±S.D.(years) 29.36±2.46
Age Group	20-29	6(55%)	11(44%)
	30-39	5(45%)	14(56%)

2. 심박변이도(HRV)

실험군과 대조군 사이의 HRT, SDNN, LF norm, HF norm, LF/HF에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.(Table 2)

Table 2. Comparison of HRV between Experimental and Control Group

Item of HRV	Experimental Mean±S.D.	Control Mean±S.D.	P-value
HRT(beats/min)	83.69±8.19	78.78±10.95	0.075
SDNN(ms)	41.18±21.66	43.61±15.41	0.342
LF norm(n.u.)	62.03±16.22	58.68±22.93	0.316
HF norm(n.u.)	29.03±11.08	31.72±16.08	0.341
LF/HF	1.80±1.34	1.65±1.18	0.248

HRT: Heart rate, SDNN: Standard deviation of NN intervals, LFnorm: Low frequency normalization, HFnorm: High frequency normalization

3. 동공크기 변이도(PSV)

실험군과 대조군 사이의 Pupil area, LF norm, HF norm, LF/HF, B.S.는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 실험군의 경우 동공 반사시 C.R.과 1s.d.가 대조군보다 유의하게 높았다.(Table 3)

Table 3. Comparison of PSV between Experimental and Control Group

Item of PSV	Experimental Mean±S.D.	Controls Mean±S.D.	P-value
Pupil area(pixel)	4465.79±1389.34	11144.24±11299.38	0.109
LF norm(n.u.)	52.47±6.74	52.89±11.30	0.46
HF norm(n.u.)	39.32±6.06	36.07±9.70	0.16
LF/HF	1.39±0.42	1.68±0.86	0.15
B.S.(pixel)	5255.82±2093.27	8611.37±9088.99	0.142
C.R.(%)	44.92±4.11	36.68±10.62	0.017*
1s.d.(%)	49.82±14.16	38.50±15.99	0.039*

LFnorm: Low frequency normalization, HFnorm: High frequency normalization, B.S.: Basic size, C.R.: Max. Constriction Rate, 1s.d.: 1sec Dilation Rate
*: stastistically significant differences control values at $p<0.05$

Ⅳ. 考 察

불안(不安)은 두려움과 더불어 인간이 어떤 위협을 당할 때 일어나는 가장 기본적인 반응 양상이고, 일반적으로 나타날 수 있는 방어기제이다. 또한 두려움, 염려 및 당장 어떤 재해가 닥칠 것 같은 느낌과 함께 이에 수반되는 생리적 반응의 총칭이다.[28)]

이처럼 불안에 의해 생성되는 정보는 눈, 귀, 냄새, 접촉 그리고 내장으로부터 시작된다. 이 중 후각에 관련된 정보는 편도와 내비 복합(entorhinal) 피질로 직접 유입되고 말초 내장으로부터의 정보는 뇌간의 측부 거대 세포핵(nucleus of paragigantocelluris)과 고립로 핵(nucleus of solitary tract)을 통해 청반으로 유입된 후 뇌의 여러 부위로 투사된다. 특히 자율신경계에서 편도의 중심핵에서 외측 시상하부로 전달되는 신호는 공포와 불안 중에 발생하는 교감심경계의 활성화를 일으키고 미주신경핵, 고립로 핵 및 복 외측 연수로 직접 투사된 신경에 의해서는 심박수와 혈압에 변화가 나타난다.[28)]

한의학적으로 불안은 공구(恐懼)의 정지(情志)이며 공정(恐情)의 발생에 관해 《靈樞·本神篇》[2)]에서는 '是故怵惕思慮則傷神 神傷則恐懼 流淫而不止'라 하여 초조, 두려움, 공포 등과 유사한 의미로 한의학의 칠정(七情)중 공정(恐情)과 경정(驚情)이 가장 가까운 의미로 해석될 수 있다. 또한 권 등[29)]은 불안의 상태를 '怵惕不安' 또는 '心惕惕如將捕之'로 설명할 수 있으므로 경계(驚悸)와 정충(怔忡)은 불안과 직접 관련된 증후라고 보고 하였다. 경계(驚悸), 정충(怔忡)에 대한 개념이 체계화된 시기는 명대(明代)로, ≪醫學綱目≫[4)]에서는 "驚者 心卒動而不寧也 悸者 心跳動而怕驚也 怔忡 亦心動而不寧也"라 하여 이를 따로 언급하였으며, ≪醫學正傳≫[30)]에서는 "怔忡者 心中惕惕然動搖而不得安靜 無時而作者是也 驚悸者 驀然而跳躍悸動 而有欲厥之狀 有時而作者是也."라고 하여 경계(驚悸)와 정충(怔忡)을 그 발작 상태에 따라 "有時而作"과 "無時而作"으로 나누어, 그 개념이 점차로 확립되었다.

이처럼 불안은 그 생리학적 기전에 의해 자율신경계의 변화를 가져오게 되며 한의학적으로 경계(驚悸), 정충(怔忡)의 범주에 해당하므로 경계 증상을 지닌 사람의 경우 정상인과는 달리 자율신경계에 독특한 변화가 있을 것으로 사료되었다. 특히 심박변이도와 동공변이도는 자율 신경 상태를 평가하는 데 있어 매우 유용한 자료를 제공하므로[21,22)] 본 연구에서는 경계(驚悸) 증상을 지닌 학생들의 집단과 정상인

학생 집단을 대상으로 심박변이도와 동공변이도를 측정하는 연구가 시행되었다.

심박변이도(heart rate variability: HRV)는 1996년 유럽심장학회와 북미 심조율 전기생리학회의 Task Force를 통해 측정방법, 생리적 해석, 임상적인 사용 표준이 제정되었고, 심장의 박동이 자율신경의 통제하에서 체내의 항상성을 유지하고자 지속적으로 변화하는 시간적 변동(flucturation of R-R interval)을 측정하여 정량화된 검사법이다. 심장의 박동은 동방결절의 자발적인 발화율(firing rate)과 자율신경계의 조절기능에 의해 결정되는데 교감신경이 항진되면 자발적인 발화율이 억제되며 파형이 변화한다. 따라서 심장주기(R-R interval)의 시간적 변동을 분석하는 파워 스펙트럼 분석으로 HRV 파형을 분석함으로써 R-R 간격의 주기적 변화량에 대한 정량적인 정보를 얻어 교감 및 부교감신경간의 균형 상태와 각각의 활성도를 살펴볼 수 있다.[5,31,32)]

심박변이도 분석에는 시간 영역 분석(Time domain analysis)과 주파수 영역 분석(Frequency domain analysis)이 주로 사용된다. 시간 영역 분석은 동성 심박동 변화를 통계적으로 분석하여 시간에 따른 동성 R-R간격 등의 전반적인 특징인 평균심박수(mean heart rate)와 SDNN(Standard deviation of NN intervals)을 알려준다. 특히 SDNN은 심혈관계의 안정도와 더불어 외부자극에 대한 자율 신경계의 제어능력에 관한 정보를 제공한다. 주파수 영역 분석은 각각의 심박동 신호를 주파수 영역별로 분석하여 상대적인 강도로 정량화한 것으로 심박수의 파워 스펙트럼 분석을 통하여 교감신경과 부교감신경의 활성도를 평가할 수 있다.[31,32)] 심박변이도의 분석은 R-R 간격을 계산한 뒤 이를 동일한 시간간격의 시계열 데이터로 구성하고 FFT를 수행하여 파워 스펙트럼 분석을 통해 이루어진다. 이렇게 얻어진 심전도 데이터는 시간축 상에서의 분석과 주파수상의 전력스펙트럼분석 그리고 시간과 주파수를 동시에 분석하는 방법이 사용된다.[5,31,32)]심박변이도를 파워 스펙트럼 분석하게 되면 고주파영역, 저주파영역 등을 얻을 수 있는데, 이 중 자율신경계와 관련된 지표들의 임상적인 의미를 살펴보면 저주파수 영역(Low frequency:LF, 0.04~0.15Hz)은 주로 교감신경계의 활성도를 반영하고, 고주파수 영역(High frequency:HF, 0.15~0.4 Hz)은 부교감신경계의 활성도를 반영한다. 그리고 저주파수 영역과 고주파수 영역 사이의 관계는 HF/LF라는 변수로 정의되는데 교감-부교감신경계의 균형과 변화 경향을 나타내는 역할을 한다.[5,32)] 파워 스펙트럼의 밀도는 스펙트럼 곡선의 일정 주파수 범위를 적분한 값으로 나타나며, 단위는 절대값($msec^2$) 또는 0.5Hz 이하의 스펙트럼 밀도인 총전력에서 초저주파 성분을 뺀 나머지 값으로 각 주파수 성분을 나누어서 정규화(normalization)된 상대값(normalized unit, nu)으로 표시된다.[31,32)]

한의학적으로도 심박변이도는 맥변(脈變)으로 병정(病情)을 파악하는 맥학의 기본 원리와 부합되는 점이 많다. 《東醫寶鑑》[33)]에서도 맥(脈)은 혈(血)과 기(氣)보다 앞선다고 하여 "脈者血氣之先 斯論得之矣 人身之脈 血氣之所爲而不知所以周流不息者 正乾道之意 亦猶理之寓乎氣 所以爲血氣之先 先之一字 厥有旨焉"라고 하였으며, 또 "噫 折一臂 瞽一目而不夭 脈少有變則病患隨之可不愼哉"라고 하여 맥의 미세한 변화에서도 병정을 파악할 수 있으며 맥박의 변동을 통해서 인체의 전반적인 음양(陰陽)의 상태를 판단할 수 있음을 제시하고 있다.

심박의 변동과 관련되어 한의학적으로는 심주혈맥(心主血脈)과 심기(心氣)의 추동(推動)작용으로 설명할 수 있는데,《素問·五臟生成篇》[34)]에서 "心之合脈也",《素問·平人氣象論》[34)]에서 "心藏血脈之氣也",《素問·痿論》[34)]에서 "心主身之血脈"라 하였다. 이는 심이 혈맥을 주관하고 있으며, 심과 관련이 있는 감각, 지

각, 인식, 사유 등의 정신활동을 포괄함을 설명하고 있다.[35] 그러므로 심박변이도에 나타나는 맥박의 형상을 통해 심장과 이에 영향을 주는 정신과 자율신경계의 기능도 유추할 수 있음을 알 수 있다.

또한 《素問·平人氣象論》[34]에서는 "胃之大絡 名曰虛里 貫鬲絡肺 出於左乳下 其動應衣 脈宗氣也"라고 하였고, 또한 ≪醫學入門≫[36]에서 "三焦者 引導陰陽 分別淸濁 所以 主持諸氣 有其名 而無其形 寄在胸中 以應呼吸 以行氣血"이라 하였으니 삼초(三焦)의 도움으로 종기(宗氣)가 추동작용을 발휘하여 그 응(應)함이 맥으로 나타난다고 이해할 수 있다. 삼초의 이러한 작용은 인체의 모든 부위에 퍼져 호흡, 소화, 순환, 흡수, 분비 등 생명유지에 필요한 활동을 하고 있는 자율신경계의 작용과 유사하다.[37]

현재까지 심박변이도와 관련된 연구와 관련하여 박 등[9]은 척추손상 환자에서 심박변이도와 관련한 자율신경의 활동성의 변화를 정상인과 비교하였고, 전 등[10]은 뇌졸중 환자들의 심박변이도를 측정하여 그 차이를 보고하였다. 한의계에서도 기능성 위장관 장애[11]와 같은 질환과 연령[38], 피로도[39], 수면[40]에 따른 심박변이도의 변이에 대한 연구가 있었다.

동공(pupil)은 각막의 중앙에 위치하고 있는 원형의 구멍으로서 눈 속으로 들어가는 빛의 양을 조절하고 각막 주변을 통과하는 빛을 차단하여 주시물체를 선명하게 볼 수 있도록 한다. 동공의 크기는 2-4mm로 양안이 같으며, 이보다 작으면 축동, 크면 산동이라고 하는데, 그 크기와 반응정도는 교감신경과 부교감신경의 지배를 받는 동공 산대근과 괄약근의 길항작용에 의해 결정된다. 이에 영향을 미치는 인자로는 빛의 양과 주시거리, 조절 상태, 다양한 감각과 감정 상태 등이 알려져 있으며, 개인의 나이에 따라 변화하는 경향이 있어 청년기까지는 커지다가 연령이 증가할수록 점차 작아진다. 그 외 시신경병증, 약물복용 여부 또한 관련이 있다.[41,42]동공 대광반사(Pupil light reflex: PLR)는 빛이 한쪽 눈으로 들어올 때 동공이 수축하는 반응으로 일반적으로 동공의 축소(miosis)는 부교감 신경이 관여하므로 동공 대광 반사에서 수축 작용은 동공 반사궁에서 부교감 신경의 원심성 기능을 알 수 있고, 동공의 재산대(再散大)는 다시 교감 신경에 의해 지배된다. 따라서 대광 반사시 발생하는 동공의 수축 상태를 통해 부교감 신경의 상태를 파악할 수 있고, 동공의 재산대되는 과정을 통해 교감신경의 기능을 평가할 수 있다.[43]

동공측정은 Stern[44]이 동공에 빛자극을 주어 규칙적인 수축과 이완에 걸린 시간인 동공주기시간(pupil cycle time)을 보고하면서 소개되었다. 그리고 Miller 등[45]이 수평광선을 이용한 방법으로 시신경 기능과 자율신경 기능을 평가했으며, Straub 등[46]은 적외선 동공측정기(infrared video pupillometer)로 발전시켜 동공을 측정한 결과 동공주기가 연령과 조명, 자극시간과 관계를 가진다고 하였는데 적외선 동공측정기는 적외선을 이용하여 동공을 비디오 카메라로 촬영하여 컴퓨터에 입력되는 장치로서 눈의 생리 기능과 동공의 이상 및 시각로의 기능장애를 추정하는데 적용된다.[42]

동공크기변이도(Pupil size variability)에 대한 연구로 감정적인 자극에 의해 교감신경이 항진되어 눈에 반응이 나타난다[16]는 보고가 있었고, 낮에는 교감 및 부교감신경의 활성도가 증가되고 밤에는 부교감신경의 활성도가 우세하다고 하며 부교감신경이 활발하게 작용하는 밤에 동공의 크기가 더 작다는 연구[15]도 있다. 특히 동공대광 반사(Pupil light reflex: PLR)와 관련하여 Maki 등[47]은 중추성 자율신경 기능을 평가함에 있어 심박변이도보다 더욱 적합한 평가법이라고 기술하였고, 김 등[43]은 한국인의 정상안에서의 동공반응시간과 면적을 측정하여 발표하였으며, 당뇨병 환자의 경우 동공 대광반사의 지연을 설명하면서 같은 자율신경계의 장애를 평가함에 있어 매우 유용하다는 보고도

있다.[19,48)]

한의학에서는 ≪靈樞 · 大惑論≫[2)]에서 "五臟六腑之精氣, 皆上注于目而爲之精. 精之窠爲眼, 骨之精爲瞳子"라 하여 오장육부의 정기(精氣)가 눈으로 모여 사물을 보는 작용을 한다고 하였다. 또한《素問·五臟生成篇》[34)]에서 "諸脈者 皆屬于目", 《靈樞·口問篇》[2)]에서 "目者宗脈之所聚也"라 하여 안(眼)의 기능은 생리적으로 오장육부와 십이경락(十二經絡)의 작용과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 그리고 눈과 정신과의 관계에 있어서는 《靈樞·大惑論》[2)]에서 "目者五臟六腑之精也, 營衛魂魄之所營也, 神氣之所生也.", "目者, 心之舍也, 心者, 神之舍也."라 하여 눈과 정신과의 관계 및 심과의 관계를 기술하고 있다. 이처럼 동공은 정신, 오장육부와 밀접한 관계를 맺고 있기 때문에 정신적·신체적인 이상은 동공을 통해 드러나고 동공에서 관찰할 수 있는 것이다.

본 연구는 심박변이도와 동공변이도 검사를 통해 실험군과 대조군의 유의한 차이점을 발견하여 심박변이도와 동공 변이도가 불안과 같은 심리적인 상태와 경계(驚悸)와 같은 한의학적 임상 증후에 대한 진단 지표로 활용될 수 있는지와 예후 판단 평가에 도움이 될 수 있는지를 알아보고 또한 자율 신경계와 관련한 특성을 알아보기 위해 실험군과 대조군을 대상으로 측정하여 비교하였다.

연구 결과 실험군과 대조군 사이의 심박변이도에서 측정한 HRT, SDNN, LFnorm, HFnorm, LF/HF의 지표 모두가 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 심박동의 적응도와 복잡성을 의미하는 SDNN은 정상군이 실험군보다 높은 경향성을 보였으므로 나이가 젊을수록, 건강한 사람일수록 SDNN이 높게 나타난다[49)]는 기존의 주장에 부합되는 일면을 보였다. 또한 교감 신경계의 활성도를 나타내는 LFnorm은 실험군이 높은 경향성을, 부교감 신경의 활성도를 나타내는 HFnorm은 낮은 경향성을 보였는데, 이는 최[21)]의 주장처럼 환자군이 대조군보다 교감신경의 기능이 항진되어 있고, 두통 환자에 관한 심 등[50)]의 연구와 같이 부교감 신경 기능이 저하되어 있을 가능성을 암시한다.

실험군과 대조군 사이의 동공크기 변이도에서는 동공 면적의 경우 유의성 있는 차이를 보이지 않았으나 대조군이 실험군보다 동공면적이 큰 경향을 보였다. 이는 조[19)]와 안 등[20)]의 연구에서처럼 당뇨병과 같이 자율 신경계의 기능장애가 초래되어 심혈관계를 비롯한 많은 조직에 영향을 끼치게 될 경우 동공의 크기는 축동 경향을 보인다는 기존의 보고와 유사하지만 스트레스를 받은 사람에게서 동공이 더 산대되어 있다[51)]는 주장과는 다른 것이다. 또한 빛자극 이후 1초 이후의 동공 재산대 정도를 평가하는 1s.d.(1sec Dilation Rate)의 경우 환자군이 대조군보다 통계적으로 높은 수준을 보였는데, 이는 상대적으로 교감신경의 항진되어 있음을 암시한다. 그러나 빛 반사 자극에 의해 유발된 동공의 최대 수축정도를 나타내는 C.R.(Max. Constriction Rate) 또한 실험군이 높았는데, 이는 Bakes [17)], Marki 등[47)]의 불안장애 환자의 경우 부교감 신경의 저하로 인해 정상인보다 동공 반사가 저하되어 있다는 기존의 이론과는 차이가 있는 것이다. 이런 차이가 발생한 이유에 대해 유추해 보면 다음과 같다. 첫째, 빛 반사를 하나의 자극이라고 가정할 때 경계라는 임상증후가 가지는 과반응성을 들 수 있다. 일반적으로 불안의 생리적 특성이 스트레스에 대한 신호를 감지하는 능력이 촉진되어 있는 과민감화 된 상태이므로[29,52)] 경계를 자각하는 집단에서 빛자극에 대해 동공 수축 정도가 더 컸던 것도 이런 과민감화 된 생리적 특성을 반영하는 것으로 사료된다. 두 번째는 조도의 차이에 따라 대표적인 스트레스 호르몬인 멜라토닌의 분비에 영향을 준다[53)]는 기존의 연구와 같이 어두운 공간이라는 환경 자체가 일부 피험자들에게는 스트레스로 작용할 가능성이 있다. 물론 연구 과정 상 암순응을 통해 그

영향을 최소화 시키려 했으나 0.1 lux라는 낮은 조도가 일부 피험자들의 자율신경 상태에 간접적인 영향을 미칠 수 있었다고 판단된다. 또한 Ferrario 등[54]이 알츠하이머 환자들에게 동공반사를 실시한 결과 수축 정도가 정상인들과 큰 차이가 없었다고 보고한 것이나 우울증 환자의 경우에 매우 불규칙한 결과를 보였던 것[55]을 고려한다면 향후 이에 대한 보강 연구가 필요할 것으로 사료된다.

한편 본 연구 결과 심박변이도의 여러 지표상으로는 두 군 간의 유의한 차이를 발견할 수 없었으나 동공반사와 관련하여 C.R.과 1s.d.의 경우에는 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이는 심박변이도를 이용하여 검출되지 못한 차이를 동공 반사와 관련된 지표를 통해 그 미세한 변화를 감지할 수 있음을 의미하며, 동공 변이도의 경우 자율신경계의 평가에 있어 심박변이도 보다 더욱 유용할 수 있다[47,56]는 여러 주장에도 부합된다. 따라서 동공 반사와 관계된 측정 지표들을 진단적 가치를 지닌 기준으로서 더욱 연구할 필요가 있을 것으로 판단된다.

이상의 연구 결과를 통해 살펴볼 때 경계(驚悸)를 자각하는 사람들은 자율신경기능에 있어 환경의 역동적인 변화에 대한 그 적응도가 저하되어 있고 교감신경이 정상인에 비해 항진되어 있을 가능성이 높음을 알 수 있다. 그러나 실험군 자체가 치료를 요구할 정도로 병리적으로 심한 상태가 아니었고, 단지 증상만을 자각하는 수준이었으므로 통계적으로 유의한 결과가 적었던 것으로 판단된다. 또한 피험자 수가 35명에 불과하였고, 반복측정과 장기간의 추적을 하지 못한 점은 본 연구의 한계일 것이다. 특히 동공 반사의 경우 각막의 크기나 체온[41,42], 홍채의 색깔[57], 동일인의 좌우안의 차이[58]에 따라서도 그 변화가 생길 수 있음에도 불구하고 본 연구에 이를 반영하지 못한 것은 아쉬움으로 남는다. 따라서 추후로 상기한 점들을 보완하여 지속적인 연구가 이어져야 할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 結 論

경계(驚悸)를 자각하고 있는 대학생 11명을 실험군으로 하고 정상인 대학생 25명을 대조군으로 하여 심박변이도와 동공크기변이도 측정을 통해 자율신경계의 활성도를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 심박변이도 측정에서는 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 실험군의 경우 대조군보다 HF norm, SDNN에 있어 상대적으로 낮은 경향성을, LF norm은 높은 경향성을 보였다.
2. 동공변이도 측정에서는 C.R., 1s.d.가 실험군이 대조군보다 통계적으로 유의하게 높은 상태를 보였다.

이상의 연구 결과로 경계(驚悸)라는 임상 증후의 경우 자율신경기능에 있어 환경의 역동적인 변화에 대한 그 적응도가 저하되어 있고 교감신경이 정상인에 비해 항진되어 있을 가능성이 높다고 판단된다. 또한 심박변이도와 동공크기 변이도의 측정값은 자율신경기능을 평가하는 지표로 의미가 있다고 사료된다. 특히 동공크기 변이도 중 동공 반사와 관련된 지표의 경우 심박변이도로 검출할 수 없었던 차이를 감지해 냈으므로 이에 대한 진단적 연구 가치는 매우 높다고 판단된다.

參 考 文 獻

1. 황의완, 김지혁. 동의정신의학. 현대의학서적사. 1987:106, 111, 121, 602-605.
2. 楊維傑. 黃帝內經靈樞譯解. 大星文化社. 서울. 1990: 84, 89, 104, 115, 494, 518, 543, 603-604.
3. 張景岳. 類經. 서울:大星文化社. 1982:375-377.
4. 樓全善. 醫學綱目(卷13). 台南:北一出版社. 1977:1-2.
5. 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: 151-153.
6. 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: 220-2.
7. Straub RH, Tries U, Kerp L. The pupillary light reflex. Ophthalmologica 1992; 204: 134-142.
8. Censi F, Calcagnini G, Pasquale FD, Lino S, Cerutti S. Baroceptor-sensitive Fluctuations of human pupil diameter. Computers in Cardiology. 1999; 26: 233-236.
9. 박창일, 신지철, 김덕용, 조성래, 전중선. 척추손상환자의 심박변동 분석에 의한 자율신경기능평가 대한 재활의학회지. 2000; 24(1): 35-41.
10. 전중선, 전세일, 안준, 박승현, 백소영, 강윤주, 도원수, 정기삼, 신근주 뇌졸중 환자에서 심박변동의 power spectrum 분석에 의한 자율신경 기능 평가. 대한 재활의학회지 1998; 22(4): 778-783.
11. 이정호, 송지영, 황의완, 정두훈, 김영미. 기능성 위장관장애 환자의 자율신경계기능과 음양체질 특성에 관한 연구. 신경정신의학. 1999; 38(4) : 723-737.
12. 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(6): 399-406.
13. 남동현. 연령별 맥박변이도 표준화에 관한 연구. 경희대학교 대학원 석사학위논문. 2002.
14. Tanji GM, Lorenz JP, Eco JC. Effects of work stress on ambulatory blood pressure heart rate, and heart rate variability. Hypertension. 2000; 35: 880-886.
15. Barbara W, Henner G, Holger L, Evelyn B, Anna H, Helmut W.Daytime variations in central nervous system activation measured by a pupillpgraphic sleepiness test. J.Sleep Res. 2001; 10: 1-7.
16. Partala T, Jokinemi M, Surakka V, Pupillary responses to emotionally provocative stimuli, Eye Tracking Research & Application Symposium. 2000: 123-129.
17. Bakes A, Bradshaw CM, Szabadi E. Attenuation of the pupillary light reflex in anxious patients. Br J clin Pharmacol. 1990; 30(3): 377-381.
18. Lanting P, Heimans JJ, Reulen JPH, Van der Veen EA. Pupillary light reflex and quantitative sensory and motor neural function tests in diabetic patients. J Neurol. 1988; 235: 245-247.
19. 조정구. 당뇨병 환자의 동공계 반응. 대한내과학회잡지. 1993; 44(2) :256-262.
20. 안종욱, 김종순, 김재덕, 조정구. 정상성인

및 당뇨병환자에서 연령에 따른 동공크기의 변화. 1992; 33(4): 114-118.
21. 최우진. 침자극과 스트레스의 상관관계에 관한 연구. 상지대학교 대학원 석사학위논문. 2004.
22. 곽선. 침자극과 이완요법이 시험 스트레스에 미치는 영향. 상지대학교 대학원 석사학위논문. 2004.
23. 남상수, 김용석, 박동석. 경계 정충의 병인병리 및 침구 치료에 대한 문헌적 고찰. 대한침구학회지. 1995; 15(2): 151-179.
24. 김형, 정대규. 경계, 정충에 대한 고찰. 동서의학. 1992;17(3): 1-17.
25. 김락경, 이창현, 이광규. 심계와 관련된 경혈을 지배하는 신경원의 표식부위에 대한 연구. 동의병리학회지. 1998; 12(1): 102-115.
26. 송선옥, 천명학. 혼합정맥혈과 중심정맥혈 산소포화도의 비교 및 심계수와의 상관관계. 대한마취과학회지. 1996; 30(6): 724-732.
27. 대한신경정신의학회 편. 신경정신과학. 하나의학사. 서울. 1995: 232-234, 401-122.
28. 이강욱. 불안의 생물학적 이해. 정신병리학. 2001; 10(1): 23-24.
29. 권종준, 김태헌, 강형원, 류영수. 不安 및 不安病症에 대한 한의학적 연구. 동의신경정신과학회지. 2005; 16(1): 159-169.
30. 虞摶. 醫學正傳. 의약사. 서울. 1973: 503.
31. 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 1996;93: 1043-1065.
32. 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.
33. 許浚. 東醫寶鑑 대성문화사. 서울. 1992: 447-455.
34. 楊維傑. 黃帝內經素問譯解. 대성문화사, 서울. 1990: 50-52, 76, 93, 95, 149, 219, 304, 337.
35. 中國中醫研究院廣安門醫院 主編, 實用中醫腦病學, 學苑出版社.1993: 8.
36. 李梴. 醫學入門. 대성문화사. 서울. 1981: 361-365.
37. 홍순용, 박형. 命門, 三焦의 기능과 내분비계통, 자율신경계통에 대한 비교연구. 대한한의학회지. 1996; 17(2): 30-36.
38. 박영배. 연령별 맥박변이도 표준화에 관한 연구. 경희대학교 대학원 석사학위논문. 2002.
39. 김정민, 신민주, 이선희, 최환석, 옥선명, 김철민, 정기삼. 피로를 주소로 내원한 환자의 피로도에 따른 자율신경 변화. 가정의학회지. 2004;25(1):52-58.
40. 박연준, 임락철, 설인찬. HRV 측정으로 본 불면증 환자에 대한 연구. 대전대학교 한의학연구소 논문집. 2004; 13(1): 39-45.
41. 윤동호, 이상욱, 최억. 안과학(제5판). 일조각. 서울. 2000: 237-240.
42. Wilhelm H. Neuro-ophthalmolory of pypillary function - practical guidelines. J Neurol. 1998; 245: 573-583.
43. 김도균, 반민섭, 유중하. 한국인의 정상안에서의 동공반응시간과 동공면적 대한안과학회지. 1999; 40(10): 243-247.
44. Stern HJ. A simple method for the early diagnosis of abnormality of the pupillary reaction. Br J Ophthalmol. 1944; 28: 275-276.
45. Miller SD, Thompson HS. Edge-light pupil cycle time. Br J Opthalmol. 1978;

62: 496-500.

46. Straub RH, Tries U, Kerp L. The pupillary light reflex. Ophthalmologica. 1992; 204: 134-142.
47. Marki Kojima, Toshiki Shioiri, Toshihiro Hosoki, Hideaki Kitamura, Takehiko Bando, Toshiyuki Someya. Pupillary light reflex in panic disorder. Eur Arch Psychiatry clin Neurosci 2004; 254: 242-244.
48. 김경천, 안기우, 전영미. 당뇨병 환자의 동공주기. 대한안과학회지. 1995; 36(4): 139-144.
49. 정기삼. 심박변동 신호에 의한 자율신경 기능 해석 시스템의 설계. 연세대학교 대학원. 박사학위논문. 1997.
50. 심상민, 김경옥, 송지형, 김근우, 구병수. 심인성 두통의 심박변이도 분석에 의한 자율신경기능 평가. 동의신경정신과학회지.2002; 13(1): 19-37.
51. 李傳課 主編. 中醫眼科學. 人民衛生出版社. 四川. 2002: 61-62.
52. 서미숙. A 유형과 적대감 수준에 따른 불안, 우울 및 생리적 반응. 한국심리학회지. 2001; 13(1): 103-121.
53. 김희은, Hiromi Tokura. 조도의 차이가 의복착의행동 및 멜라토닌 분비에 미치는 영향. 한국의류산업학회지: 2004; 6(5): 613-617.
54. Ferrario E, Molaschi M, Villa L. Is video pupillography useful in the diagnosis of Alzheimer's disease. Nerology. 1998; 50: 642-644.
55. Karl-Jurgen Bar, Wolf Greiner, Thomas Jochum, Marc Friedrich, Gerd Wagner, Heinrich Sauer. The influence of major depression and its treatment on heart rate variabilty and pupillary light reflex parameters journal of affective disorders 2004; 82: 245-252.
56. Meeker M, Du R, Bacchetti P, Privitera CM, Larson MD, Holland MC, Manley G. Pupil examination: Validity and clinical utility of an automated pupillometer. J Neurosci Nurs. 2005; 37(1): 34-40.
57. Bergaman O, Schoetzau A, Sugimoto K, Zulauf M. The influence of iris color on the pupillary light reflex. Graefes Arch clin Ophthalmol. 1998; 236(8):567-570.
58. Bar KJ, Boettger MK, Till S, Dolicek J, Sauer H. Lateralization of upillary light reflex parameters. Clin Neurophysiol. 2005; 116(10): 2505-2506.