

## 사회불안장애의 회피 증상과 심박변이도 반응성

김시우<sup>1</sup> · 이다솜<sup>1</sup> · 김재현<sup>1</sup> · 곽수진<sup>1</sup> · 강등현<sup>2</sup> · 최수희<sup>1,3</sup> · 김소연<sup>4</sup>

<sup>1</sup>서울대학교병원 정신건강의학과, <sup>2</sup>서울특별시 보라매병원 정신건강의학과,

<sup>3</sup>서울대학교 의과대학 정신과학교실, <sup>4</sup>덕성여자대학교 심리학과

## Heart Rate Variability Reactivity and Avoidance in Social Anxiety Disorder

Si Woo Kim<sup>1</sup>, Dasom Lee<sup>1</sup>, Jae Hyun Kim<sup>1</sup>, Su Jin Kwak<sup>1</sup>,  
Deung Hyun Kang<sup>2</sup>, Soo-Hee Choi<sup>1,3</sup>, and So-Yeon Kim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Psychiatry, Seoul National University Hospital, Seoul,

<sup>2</sup>Department of Psychiatry, SMG-SNU Boramae Medical Center, Seoul,

<sup>3</sup>Department of Psychiatry, Seoul National University College of Medicine, Seoul,

<sup>4</sup>Department of Psychology, Duksung Women's University, Seoul, Korea

### ABSTRACT

**Objective :** Reduced resting heart rate variability (HRV) is well-documented in anxiety and mood disorders; however, limited research exists on HRV reactivity during emotional processing. This study examined HRV reactivity to angry faces in social anxiety disorder (SAD) patients and its association with symptom severity.

**Methods :** Twenty-six SAD patients and 35 controls participated. HRV was measured using the root mean square of successive differences (RMSSD). RMSSD reactivity was calculated by subtracting RMSSD during angry and neutral face processing from baseline RMSSD. Group differences in RMSSD reactivity and its relationship with social anxiety symptoms were analyzed.

**Results :** SAD patients exhibited lower RMSSD reactivity compared to controls during both angry ( $t_{54.829}=3.03, p=0.004$ ) and neutral face processing ( $t_{52.877}=2.18, p=0.034$ ). In the SAD group, RMSSD reactivity during angry face processing significantly explained variance in performance avoidance subscale scores of the Liebowitz Social Anxiety Scale ( $R^2=0.208, \beta=-0.456, F_{1,23}=6.054, p=0.022$ ).

**Conclusion :** Reduced HRV reactivity in SAD may reflect impaired autonomic flexibility and difficulty responding to emotionally relevant stressors. Lower HRV reactivity is associated with greater symptom severity, specifically performance-related avoidance, highlighting HRV's potential as a physiological marker for identifying specific symptoms in SAD. (Anxiety and Mood 2024;20(2):35-40)

**KEYWORDS :** Social anxiety disorder; Heart Rate Variability; HRV reactivity; Performance avoidance.

## 서론

사회불안장애(social anxiety disorder, SAD)는 사회적 상황에서 지속적인 불안과 회피 행동을 보이는 것이 특징이다.<sup>1</sup> 이는 환자가 느끼는 주관적인 불안감 뿐만 아니라 발한, 얼굴

의 홍조, 떨림, 심계 항진 등의 생리적 반응을 동반한다.<sup>2</sup> 이러한 생리적 반응으로 인해 환자는 사회적 상호작용을 실제보다 더 부정적으로 인식하게 되고,<sup>3</sup> 결과적으로 사회적 상황에 대한 두려움과 회피 행동이 증가하여 일상적인 사회 활동에서도 성과가 저하되거나 어려움을 겪게 될 수 있다.<sup>4</sup>

불안 장애는 외부 자극에 대한 반응으로 자율신경계가 과도하게 활성화되는 것과 관련이 있으며,<sup>5</sup> 선행 연구들에서 심박수와 수축기 혈압 증가, 심박변이도(heart rate variability, HRV) 감소와 같은 생리적 반응의 경향성을 사회 불안과 연관지어 확인한 바 있다.<sup>6,7</sup> 심박변이도는 연속적인 심장 박동 간의 시간 간격 변동성을 측정하며, 자율신경계의 교감신경과 부교감신경의 활동 변화를 반영하는 지표로 활용되고 있다.<sup>8</sup>

Received : October 11, 2024 / Revised : October 23, 2024

Accepted : October 23, 2024

Address for correspondence

Soo-Hee Choi, M.D., Department of Psychiatry, Seoul National University Hospital, 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

Tel : +82-2-2072-3173, Fax : +82-2-744-7241

E-mail : soohchoi@snu.ac.kr

본 연구는 한국연구재단(2019R1A2C1086581) 및 한국과학기술연구원(2E32060-22-P015)의 지원을 받아 수행된 연구사업임.

특히, 휴지기 심박변이도가 높다는 것은 외부 자극으로부터 안전 신호를 식별하고, 전전두엽-피질하 억제 네트워크(pre-frontal-subcortical inhibitory network)가 적응적으로 기능하여 최적의 인지적 조절 능력을 보인다는 것을 시사한다.<sup>9</sup>

선행 연구에 따르면 사회불안장애와 공황장애, 범불안장애, 외상후 스트레스 장애를 포함하는 불안장애 환자군이 건강 대조군에 비해 휴지기 심박변이도가 유의미하게 감소해 있다는 결과가 있다.<sup>7</sup> 이러한 휴지기 심박변이도와 스트레스 상황 시 심박변이도의 차이를 심박변이도 반응성(reactivity)으로 정의할 수 있는데,<sup>10</sup> 이와 관련된 연구는 상대적으로 제한적이다. 불안장애 환자군을 대상으로 한 메타분석 연구에서는 대조군과 비교했을 때 환자군에서 심박변이도 반응성에 유의미한 차이가 없었으며,<sup>11</sup> 유일하게 범불안장애 환자군에서 심박변이도 반응성이 대조군에 비해 유의미하게 낮았다는 연구 결과가 보고된 바 있다.<sup>12</sup>

특히, 사회불안장애 환자군 특이적인 사회적 위협 자극인 부정적 정서가를 포함한 얼굴 사진을 처리하는 동안의 심박변이도 반응성을 살펴본 연구는 아직 부족하다. 따라서 본 연구에서는 정서 처리 과정 동안 사회불안장애 환자군과 대조군 간의 심박변이도 반응성 차이를 확인하고, 환자군에서 심박변이도 반응성과 사회불안 증상과의 연관성을 살펴보고자 하였다. 이는 사회불안장애 환자군에서 나타나는 생리적 지표를 임상 증상의 심각도를 예측하는 방안으로 활용하여 치료에 기여할 수 있다는 점에서 중요성을 지닌다.

## 대상 및 방법

### 연구 대상

본 연구는 사회불안장애 환자 26명과 건강한 대조군 35명을 대상으로 진행하였다. 이 표본은 이전 연구에서 보고된 더 큰 코호트의 일부이다.<sup>13,14</sup>

모든 참가자는 초기 선별 검사로 Liebowitz 사회불안 척도(Liebowitz Social Anxiety Scale, LSAS),<sup>15</sup> 사회 상호작용 불안 척도(Social Interaction Anxiety Scale, SIAS), 사회 공포 척도(Social Phobia Scale, SPS),<sup>16</sup> 부정적 평가에 대한 두려움 척도(Brief Fear of Negative Evaluation, B-FNE),<sup>17</sup> Beck 우울 척도(Beck Depression Inventory, BDI)<sup>18</sup>를 시행하였으며, 이후 간이 국제 신경정신학적 면담(Mini International Neuropsychiatric Interview)<sup>19,20</sup>과 Hamilton 불안 척도(Hamilton Anxiety Scale, HAS),<sup>21</sup> Sheehan 장애 척도(Sheehan Disability Scale, SDS)<sup>22</sup>를 포함한 종합적인 임상 평가를 받았다.

환자 군의 경우 LSAS  $\geq 30$ , SIAS  $\geq 34$  또는 SPS  $\geq 24$ 일 때 연구 대상으로 선정하였으며, 대조군은 SIAS  $< 34$ , SPS

$< 24$ , B-FNE  $< 48$ , BDI  $< 21$ 의 기준을 모두 충족하는 경우에 포함하였다. 모든 참가자는 오른손잡이이면서 최소 12년 이상의 학력을 가지고, 나안시력 -8.0에서 2.0 디오퍼에 해당하는 시력 기준을 충족하는 자로 한정하였다. 두 그룹 모두에서 사회불안장애 및 관련된 이차적 우울증을 외에 다른 의학적, 신경학적, 정신과적 병력이 있는 경우는 연구 대상에서 제외하였다. 모든 참가자는 연구 참여에 대한 자발적인 동의 하에 서면 동의서를 제출하였고, 본 연구는 서울대학교병원 임상연구윤리위원회의 승인을 받았다(IRB 번호: 2304-130-1426).

### 연구 설계 및 절차

본 연구의 심박변이도 데이터는 자기공명영상 선행 연구<sup>14</sup>에서 수집되었으나 사용되지 않은, 정서적 얼굴 자극 처리 과제를 수행하는 구간에 수집된 데이터를 활용하였다. 모든 참가자의 심박변이도는 스캐너 안에서 휴지기 상태와 과제 수행 중에 측정되었다.

연구대상자는 휴지기 동안 눈을 감고 깨어 있는 상태를 유지하며 5분 간 누워 있도록 하였다. 이후 과제수행 중에는 화면 중앙에 제시되는 자극에 집중하도록 하였다. 과제의 한 사이클은 중앙 녹색 점을 시작으로 화난 얼굴, 중립 얼굴 사진 순서로 교대하며 각각 10초 동안 제시되었으며, 각 자극 사이에는 중앙의 점에 집중하는 10초 간의 고정 구간을 포함하여 총 1분으로 구성되었다. 이러한 사이클은 모든 대상자에 동일하였고, 8회 반복되었으며 과제는 총 8분 동안 진행되었다.

### 심박변이도 자료 수집 및 분석

연구대상자의 검지에 부착한 광전용적맥파(photoplethysmography, PPG) 센서 및 BIOPAC 시스템(BIOPAC Systems Inc., Goleta, CA, USA)을 통해 신호를 획득하였다. 신호 처리에는 AcqKnowledge (BIOPAC Systems Inc., Goleta, CA, USA) 및 Mindware HRV (MindWare Technologies Ltd., Gahanna, OH, USA) 소프트웨어를 사용하였다. 수집된 데이터의 전처리 과정에서는 수동 편집, 세분화, 육안 검진, 잡음 보정 과정을 포함하였다.

우선, 전체 기록 중 자극이 제시된 구간인 녹색 점, 중립 얼굴, 화난 얼굴에 해당하는 10초 구간을 수동으로 추출하였다. 심한 잡음이 포함된 경우에는 평활화 계수를 50으로 설정하여 평균 평활화 기법을 적용하여 해당 구간을 처리하였다. 각 자극이 8회 반복되었으므로, 각 조건에 대해 8개의 10초 구간을 연결하여 연속적인 80초 구간을 생성해 분석에 활용하였다. 데이터 품질을 확보하기 위해 수동 편집을 시행하였으며, 50초 미만의 구간은 최종 분석에서 제외하였다. 자료 세분화 과정 이후 Mindware의 잡음 보정 알고리즘을 적용

하여 40-200 bpm 범위를 벗어나거나 예상되는 심박 분포에서 크게 벗어난 박동을 잡음으로 정의하고 보정하였다. 최고점(peak)은 AcqKnowledge 소프트웨어를 사용하여 육안으로 검토하였으며, 비정상적인 peak는 다음과 같은 기준에 따라 처리하였다. 첫째, PPG 신호의 전형적인 급격한 상승과 점진적인 하강 패턴을 따르지 않는 비정상적인 파형인 경우. 둘째, 평균 진폭의 2-3배를 초과하거나 절반 이하로 떨어지는 극단적인 진폭을 보이는 경우. 셋째, 움직임에 의한 잡음으로 급격한 기준선 이동이 발생한 경우. 또한, 연속된 심박 간격이나 진폭 차이가 평균에서  $\pm 20\%$ - $30\%$  이상 벗어나는 경우 해당 peak를 비정상적으로 간주하고, 인접한 peak와 병합하거나 제거하였다. 이러한 기준을 바탕으로 한 명의 연구자가 모든 데이터를 분석하여 분석의 일관성을 유지해 신뢰도를 높이고자 하였다. 마지막으로, 연속적인 NN 간격 차이 제곱 평균의 제곱근(the root mean square of the successive differences, RMSSD)은 Mindware 소프트웨어에서 자동 계산하여 제공하는 값에서 추출되었다. RMSSD는 부교감 신경계 활동을 반영하는 시간 영역 지표로,<sup>23</sup> 심박변이도의 미주신경 조절 변화를 나타낸다.<sup>24</sup> 불안장애와 심박변이도 감소와의 연관성을 살펴본 메타 분석 연구에 따르면<sup>7</sup> 공황장애, 사회불안장애, 범불안장애를 포함하는 불안장애 환자들이 대조군에 비해 낮은 RMSSD를 보였으며,<sup>25</sup> 특히 사회불안장애를 대상으로 한 선행 연구에서도 환자군이 대조군에 비해 RMSSD의 상당한 감소를 보였다는 결과가 있다.<sup>26</sup> 따라서 본 연구는 RMSSD를 심박변이도 측정 지표로 활용하여 과제 전 휴지기 상태에서 측정된 RMSSD를 기준선 RMSSD (baseline RMSSD)로 정의하였고, 과제 중 측정된 RMSSD는 각각 neutral RMSSD, angry RMSSD로 정의하였다. Neutral RMSSD 반응성 및 angry RMSSD 반응성은 baseline RMSSD에서 neutral RMSSD

또는 angry RMSSD를 각각 감산하여 계산하였다.

데이터의 질적 문제로 정상군에서 1명의 neutral RMSSD, 환자군에서 1명의 angry RMSSD 값이 누락되어 최종 분석에서는 제외하였다.

### 통계 분석

통계 분석은 IBM SPSS statistics (version 20.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 수행하였다. 그룹별 baseline, neutral face, angry face 조건에 따른 RMSSD 평균 차이 비교를 위해 이원 반복측정 분산분석을 실시하였다. 사후 분석으로는 neutral RMSSD 반응성 및 angry RMSSD 반응성에 대해 독립표본 t-검정 및 대응표본 t-검정을 수행하였다. 심박변이도 반응성과 사회불안장애 세부 증상의 상관관계를 확인하기 위해 neutral RMSSD 반응성 및 angry RMSSD 반응성과 LSAS의 네 가지 세부항목인 사회관계 불안 및 회피 (social interaction anxiety and avoidance), 수행 불안 및 회피 (performance anxiety and avoidance)와의 단순 상관분석 (simple correlation analysis) 및 단순 선형 회귀분석 (simple linear regression analysis)을 실시하였다. 이외 임상 증상 및 장애 정도를 반영하는 척도들 간의 상관관계를 확인하기 위해 단순 상관분석 (simple correlation analysis)를 탐색적으로 함께 실시하였다. 다중 비교 보정은 적용하지 않았으며, 모든 분석에서 유의 수준  $p < 0.05$ 를 적용하였다.

## 결 과

연령, 성별 및 교육수준 등에서 두 그룹 간 유의미한 차이가 없었다. 그러나 증상 평가 척도(LSAS, SIAS, SPS, B-FNE, BDI, HAS, SDS)에서 사회불안장애 환자군이 대조군에 비해

**Table 1.** Demographic and descriptive characteristics of the participants

Variable	SAD (n=26)		Controls (n=35)		$\chi^2$ or t
	n	%	n	%	
Male	15	57.7	17	48.6	0.697
	Mean	SD	Mean	SD	
Age, in years	25.38	3.35	24.57	3.16	-0.967
Educational level, in years	15.56	2.53	15.51	1.46	-0.088
Liebowitz Social Anxiety Scale, 0-144	73.65	24.19	18.09	7.79	-11.287*
Social Interaction Anxiety Scale, 0-80	52.54	14.92	12.49	6.46	-12.825*
Social Phobia Scale, 0-80	37.00	19.14	5.14	5.09	-8.274*
Brief Fear of Negative Evaluation Scale, 12-60	43.92	9.81	26.57	6.52	-7.823*
Beck Depression Inventory, 0-63	14.23	8.63	5.06	5.71	-4.708*
Hamilton Anxiety Scale, 0-56	25.52	11.02	6.83	5.13	-7.609*
Sheehan Disability Scale, 0-30	16.91	6.08	4.60	4.15	-8.495*

\* $p < 0.05$ . SAD, social anxiety disorder; SD, standard deviation

**Table 2.** RMSSD during baseline and task

Variable	Descriptive statistics				Inferential statistics		
	SAD		Controls				
RMSSD	Mean	SD	Mean	SD	F	p	
Baseline	66.07	42.02	87.84	66.70	Group	0.264	0.609
Neutral face	68.71	31.38	65.73	30.20	Condition	2.673	0.100
Angry face	73.80	28.78	70.49	36.31	Interaction	5.835	0.014*

\*p<0.05. RMSSD, the root mean square of successive differences; SAD, social anxiety disorder; SD, standard deviation

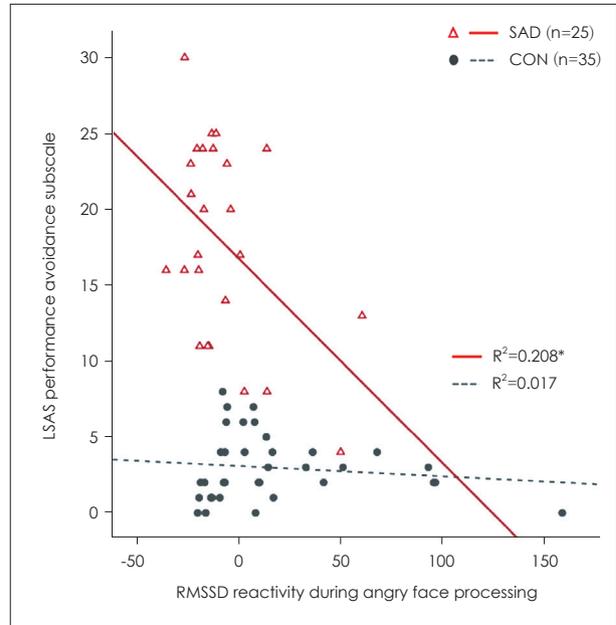
유의미하게 높은 점수를 보였다(Table 1).

**사회불안장애 환자군과 대조군의 RMSSD 반응성 비교**

각 그룹별 baseline 및 과제 수행 동안에 측정된 RMSSD 값은 Table 2와 같다. 집단 간 주효과( $F_{1,57}=0.264, p=0.609, \eta^2=0.005$ ) 및 조건에 대한 주효과( $F_{1,212,69.093}=2.673, p=0.100, \eta^2=0.045$ )는 유의하지 않았다. 반면, 집단과 조건 간의 상호작용 효과는 유의미한 것으로 나타났다( $F_{1,212,69.093}=5.835, p=0.014, \eta^2=0.093$ ). 사후분석으로 neutral 및 angry RMSSD 반응성에 대해 분석하였을 때, 환자군의 angry RMSSD 반응성(평균, -7.7; 표준편차, 22.4)은 대조군(평균, 17.3; 표준편차, 40.9)에 비해 상대적으로 낮았으며( $t_{54,829}=3.03, p=0.004$ ), neutral RMSSD 반응성도 환자군(평균, 0.4; 표준편차, 26.7)이 대조군(평균, 22.1; 표준편차, 49.4)에 비해 유의미하게 낮은 결과를 보였다( $t_{52,877}=2.18, p=0.034$ ). 대응표본 t검정을 실시한 결과, 대조군에서는 baseline 대비 angry face ( $t_{34}=2.494, p=0.018$ ) 및 neutral face ( $t_{33}=2.609, p=0.014$ ) 자극 시 RMSSD의 유의미한 감소가 나타났으나, 환자군에서는 baseline에서 angry face ( $t_{24}=-1.723, p=0.098$ ) 및 neutral face ( $t_{25}=0.081, p=0.936$ ) 자극 시 RMSSD 변화가 유의미하지 않았다.

**RMSSD 반응성과 척도 점수 간 관계**

Figure 1에 제시된 바와 같이 사회불안장애 환자군에서 LSAS의 하위 항목인 수행 회피(performance avoidance) 점수는 angry RMSSD 반응성에 의해 유의미하게 설명되었으며( $R^2=0.208, \beta=-0.456, F_{1,23}=6.054, p=0.022$ ), 이는 angry face 자극 처리 시 RMSSD 반응성이 낮을수록 수행 회피 증상이 더 심각하다는 것을 시사한다. 그 이외 다른 LSAS 세부항목과는 유의미한 설명력이 관찰되지 않았고, neutral RMSSD 반응성과 LSAS 세부항목 간에도 유의미한 관계는 나타나지 않았다(all,  $p>0.05$ ). 대조군에서는 angry 및 neutral RMSSD 반응성 모두 증상 평가 척도들 간에 유의미한 관계가 관찰되지 않았다(all,  $p>0.05$ ).



**Figure 1.** Relationship between LSAS performance avoidance subscale and RMSSD reactivity during angry face processing. RMSSD reactivity was calculated by subtracting RMSSD during angry and neutral face processing from RMSSD in a resting state. \*p<0.05. RMSSD, the root mean square of successive differences; LSAS, Liebowitz Social Anxiety Scale; SAD, Social Anxiety Disorder; CON, control group.

**고 찰**

본 연구는 사회불안장애 환자들의 휴지기 RMSSD 대비 정서적 얼굴 자극 처리 과정 시 RMSSD가 변화하는 정도를 심박변이도 반응성으로 정의하여 그 양상을 분석하였다. 또한, 환자군에서 나타나는 심박변이도 반응성이 증상 심각도와 어떠한 연관성을 가지는지 탐구하였다.

심박변이도 반응성은 연구에 따라 휴식 상태 심박변이도와 스트레스 상황에서의 심박변이도의 차이로 정의되거나,<sup>10</sup> 심박변이도 위상적 반응의 절대값으로 정의된다.<sup>27</sup> 본 연구에서는 대조군의 결과를 기준으로, 심박변이도 반응성을 baseline RMSSD 대비 사회적 관련 자극인 얼굴 사진을 처리하는 과정에서 RMSSD가 감소하는 정도로 정의하였다. 환자군의 심박변이도 반응성은 중립 얼굴 사진과 화난 얼굴 사진을 처

리하는 과정 모두에서 대조군과 유의미한 차이를 보였다. Baseline RMSSD에 대비하여 angry RMSSD, neutral RMSSD 모두 감소하였던 대조군과는 달리, 환자군에서는 baseline RMSSD와 angry RMSSD, neutral RMSSD 간의 변화가 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 본 연구에서 설정한 정의에 따르면 환자군의 심박변이도 반응성이 저조한 것으로 해석할 수 있다. 심박변이도 반응성은 환경적 스트레스에 대한 자기 조절 능력과 유연성을 반영하는 중요한 지표이므로,<sup>28,29</sup> 사회불안장애 환자군은 사회적 위협 자극에 대해 자기 조절 능력이 저하되어 있고, 상황에 따른 반응이 경직되어 있다고 추론할 수 있다. 심박변이도는 외부 환경 변화에 적응적으로 대비할 수 있도록 준비하고, 자극 종료 후 기저 안정 상태로 회복하게 하는 역할을 수행하며,<sup>10,30-32</sup> 심박변이도 반응성은 이러한 심박변이도의 동적 변화를 반영하는 지표로 스트레스 상황에서의 회복력(resilience)을 반영한다.<sup>33</sup> 대조군에 비해 조건별로 낮은 수준의 심박변이도 변화를 보이는 환자군의 결과는 외부 환경 변화에 대한 경직성 및 회복력 저하에 따른 부적응을 반영한다.

이렇듯 사회불안장애의 병인으로 생각되는 심박변이도 반응성이 사회 불안 증상을 반영하는 척도들과 어떠한 연관성이 있는지 분석한 결과 환자군에서 심박변이도 반응성은 LSAS의 하위 항목인 수행 회피(performance avoidance) 점수의 변동을 유의미하게 설명하였으며, 심박변이도 반응성이 낮을수록 수행 회피 점수가 증가하는 경향을 보였다. 즉, 사회불안장애 환자군에서 심박변이도 반응성이 낮을수록 회피증상의 심각도가 높을 가능성이 있다고 추측해볼 수 있다. LSAS는 사회불안장애의 정도를 측정하는 가장 대표적인 도구로, 사회적 상호작용과 수행 상황에서의 불안(anxiety) 및 회피(avoidance)를 평가하는 하위 항목들로 구성된다.<sup>34</sup> 선행 연구에서 환자군의 감소된 심박변이도가 LSAS를 포함한 자가 보고 척도들(Social Phobia and Anxiety Inventory, Depression Anxiety Stress Scales-Anxiety, Depression Anxiety Stress Scales-Stress, SIAS)의 증상 심각도 증가와 관련이 있다고 보고된 바 있으나,<sup>26</sup> 심박변이도 반응성과의 직접적인 상관성을 살펴본 연구는 부족하다. 사회불안장애 환자의 불안은 상황에 대한 왜곡된 인지, 생리적 각성, 회피 행동 세가지 측면에서 활성화되며,<sup>35</sup> 특히 사회적 및 수행적 상황에서의 회피가 사회불안장애 환자들의 사회 불안을 유지하게 하는 중요한 요인인 점을 고려한다면,<sup>36</sup> 심박변이도 반응성과 수행 회피의 상관성은 환자의 생리적인 반응성을 통해 일상생활에서의 기능수행 정도 및 증상의 심각도를 예측해볼 수 있다는 점에서 시사점을 가진다.

Neutral RMSSD와 LSAS 하위 항목 간에는 유의미한 관

계가 나타나지 않았는데, 이에 대해서는 다음과 같이 고찰해볼 수 있다. 본 연구에서 neutral 및 angry RMSSD 반응성은 각각 중립적 얼굴과 화난 얼굴 자극을 처리할 때의 생리적 반응을 나타내며, 이는 자극에 대한 생리적 민감성을 반영한다. 선행 연구에 따르면<sup>37</sup> 자극의 강도와 이에 대한 민감성이 생리적 반응성에 중요한 영향을 미친다고 한다. 이러한 관점에서 볼 때, 사회불안장애 환자군에서 중립 얼굴 자극은 baseline과 비교하여 생리적 변화를 유발할 만큼 충분히 강하지 않았을 가능성이 있다. 환자군은 baseline에서도 이미 긴장 상태에 있을 수 있고 그 결과 중립 얼굴 자극에 대한 생리적 반응이 상대적으로 낮게 나타났을 것이라 추론해볼 수 있다. 반면, 화난 얼굴 자극은 사회적 위협 자극으로 인식되어, 보다 민감한 생리적 반응을 유발하고 따라서 증상과의 연관성이 두드러진 것으로 해석해볼 수 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 먼저, 심박변이도 데이터 수집 및 분석 과정의 신뢰성을 보완할 필요가 있다. 우리는 각 조건에 대해 10초씩 8개 구간을 연결하여 만든 80초 구간을 분석에 이용하였다. 하지만 선행 연구에서 개별 실험의 구간 데이터를 결합한 PPG 데이터를 사용한 분석이 유효했음을 입증했으며,<sup>38</sup> 또 다른 연구에서는 12.5초의 짧은 구간도 심박변이도 분석에 충분하다고 제시하여<sup>19,39</sup> 본 연구의 접근 방식을 뒷받침해주고 있다. 다음으로, baseline RMSSD를 측정하는 과정에서 참가자들의 휴식 상태를 완전히 통제된 환경에서 유지하기에 어려움이 있었다. 관련 선행 연구에서 소음, 온도, 참가자의 기저 신체적 질환 등을 면밀히 고려하여 휴식 시 심박변이도 측정이 이루어진 바 있으나,<sup>40</sup> 이번 연구에서는 휴지기 상황 자체를 변화된 환경으로 받아들여 반응하는 참가자들이 있을 수 있으며, 이는 대조군에서도 일부 낮은 baseline RMSSD 보이는 것의 원인으로 생각된다. 후속 연구에서는 더 큰 표본을 대상으로 보다 통제된 환경에서 더 많은 유효한 생리적 데이터를 수집할 필요가 있겠다.

## 결론

본 연구는 사회불안장애 환자군을 대상으로 휴지기과 사회적 자극 처리 과정에서의 심박변이도 반응성에 초점을 맞춰 이를 대조군과 비교하였다. 대조군에 비해 환자군에서 나타나는 저조한 심박변이도 반응성은 사회불안장애 환자들이 외부 자극 변화에 적응하지 못하고, 생리적 반응성이 경직된 상태임을 시사하며, 이는 질환의 핵심 병리적 특성과 연관된다. 또한, 심박변이도 반응성이 낮을수록 수행 회피 점수가 높아지는 경향성은 생리적 지표를 통해 환자들의 증상의 심각도를 예측할 수 있는 가능성을 보여준다.

**중심 단어 :** 사회불안장애; 심박변이도; 심박변이도 반응성; 수행 회피.

**REFERENCES**

1. Schneier F, Goldmark J. Social anxiety disorder. *Anxiety Disorders and Gender* 2015:49-67.
2. American Psychiatric Association D, American Psychiatric Association D. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5: American psychiatric association Washington, DC;2013.
3. Dannahy L, Stopa L. Post-event processing in social anxiety. *Behaviour Research and Therapy* 2007;45:1207-1219.
4. Wittchen H-U, Fuetsch M, Sonntag H, Müller N, Liebowitz M. Disability and quality of life in pure and comorbid social phobia. Findings from a controlled study. *European Psychiatry* 2000;15:46-58.
5. Aston-Jones G, Chiang C, Alexinsky T. Discharge of noradrenergic locus coeruleus neurons in behaving rats and monkeys suggests a role in vigilance. *Progress in Brain Research* 1991;88:501-520.
6. Matthews KA, Manuck SB, Saab PG. Cardiovascular responses of adolescents during a naturally occurring stressor and their behavioral and psychophysiological predictors. *Psychophysiology* 1986;23:198-209.
7. Chalmers JA, Quintana DS, Abbott MJ, Kemp AH. Anxiety disorders are associated with reduced heart rate variability: a meta-analysis. *Front Psychiatry* 2014;5:80.
8. Draghici AE, Taylor JA. The physiological basis and measurement of heart rate variability in humans. *J Physiol Anthropol* 2016;35:22.
9. Park G, Thayer JF. From the heart to the mind: cardiac vagal tone modulates top-down and bottom-up visual perception and attention to emotional stimuli. *Front Psychol* 2014;5:278.
10. Hamilton JL, Alloy LB. Atypical reactivity of heart rate variability to stress and depression across development: systematic review of the literature and directions for future research. *Clin Psychol Rev* 2016;50:67-79.
11. Cheng YC, Su MI, Liu CW, Huang YC, Huang WL. Heart rate variability in patients with anxiety disorders: a systematic review and meta-analysis. *Psychiatry Clin Neurosci* 2022;76:292-302.
12. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*: routledge;2013.
13. Jung YH, Shin JE, Lee YI, Jang JH, Jo HJ, Choi SH. Altered amygdala resting-state functional connectivity and hemispheric asymmetry in patients with social anxiety disorder. *Frontiers in Psychiatry* 2018;9:164.
14. Kim SY, Shin JE, Lee YI, Kim H, Jo HJ, Choi SH. Neural evidence for persistent attentional bias to threats in patients with social anxiety disorder. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* 2018;13:1327-1336.
15. Liebowitz MR. Social phobia. *Modern Problems of Pharmacopsychiatry* 1987;22:141-173.
16. Mansell W, Clark DM, Ehlers A. Internal versus external attention in social anxiety: an investigation using a novel paradigm. *Behaviour Research and Therapy* 2003;41:555-572.
17. Leary MR. A brief version of the Fear of Negative Evaluation Scale. *Personality and Social Psychology Bulletin* 1983;9:371-375.
18. Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Mock J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. *Archives of General Psychiatry* 1961;4:561-571.
19. Berntson GG, Bigger JT, Jr, Eckberg DL, Grossman P, Kaufmann

- PG, Malik M, et al. Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology* 1997;34:623-648.
20. Makovac E, Meeten F, Watson DR, Herman A, Garfinkel SN, D Critchley H, et al. Alterations in amygdala-prefrontal functional connectivity account for excessive worry and autonomic dysregulation in generalized anxiety disorder. *Biol Psychiatry* 2016;80:786-795.
21. Hamilton M. The assessment of anxiety states by rating. *British Journal of Medical Psychology* 1959;32:50-55.
22. Sheehan DV. *The Anxiety Disease*. New York: Scribner;1983.
23. Laborde S, Allen MS, Borges U, Dosseville F, Hosang TJ, Iskra M, et al. Effects of voluntary slow breathing on heart rate and heart rate variability: a systematic review and a meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev* 2022;138:104711.
24. Shaffer F, Ginsberg JP. An overview of heart rate variability metrics and norms. *Front Public Health* 2017;5:258.
25. Martens E, Nykliček I, Szabo B, Kupper N. Depression and anxiety as predictors of heart rate variability after myocardial infarction. *Psychological Medicine* 2008;38:375-383.
26. Alvares GA, Quintana DS, Kemp AH, Van Zwietaen A, Balleine BW, Hickie IB, et al. Reduced heart rate variability in social anxiety disorder: associations with gender and symptom severity. *PLoS One* 2013;8:e70468.
27. Manser P, Thalmann M, Adcock M, Knols RH, de Bruin ED. Can reactivity of heart rate variability be a potential biomarker and monitoring tool to promote healthy aging? A systematic review with meta-analyses. *Front Physiol* 2021;12:686129.
28. Porges SW. The polyvagal perspective. *Biol Psychol* 2007;74:116-143.
29. Thayer JF, Ahs F, Fredrikson M, Sollers JJ, 3rd, Wager TD. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev* 2012;36:747-756.
30. Thayer JF, Sternberg E. Beyond heart rate variability: vagal regulation of allostatic systems. *Ann N Y Acad Sci* 2006;1088:361-372.
31. Hollenstein T, McNeely A, Eastabrook J, Mackey A, Flynn J. Sympathetic and parasympathetic responses to social stress across adolescence. *Dev Psychobiol* 2012;54:207-214.
32. Rottenberg J. Cardiac vagal control in depression: a critical analysis. *Biol Psychol* 2007;74:200-211.
33. An E, Noltz AA, Amano SS, Rizzo AA, Buckwalter JG, Rensberger J. Heart rate variability as an index of resilience. *Military Medicine* 2020;185:363-369.
34. Leary MR, Kowalski RM. *Social anxiety*: Guilford Press;1997.
35. Rapee RM, Heimberg RG. A cognitive-behavioral model of anxiety in social phobia. *Behaviour Research and Therapy* 1997;35:741-756.
36. Turk CL, Lerner J, Heimberg RG, Rapee RM. An integrated cognitive-behavioral model of social anxiety;2001.
37. Nardi AE, Valença AM, Nascimento I, Zin WA. Panic disorder and obsessive compulsive disorder in a hyperventilation challenge test. *Journal of Affective Disorders* 2002;68:335-340.
38. Gaebler M, Daniels JK, Lamke JP, Fydrich T, Walter H. Heart rate variability and its neural correlates during emotional face processing in social anxiety disorder. *Biol Psychol* 2013;94:319-330.
39. Rabellino D, D'Andrea W, Siegle G, Frewen PA, Minshew R, Densmore M, et al. Neural correlates of heart rate variability in PTSD during sub- and supraliminal processing of trauma-related cues. *Hum Brain Mapp* 2017;38:4898-4907.
40. Ji L, Liu C, Li P, Wang X, Yan C, Liu C. Comparison of heart rate variability between resting state and external-cuff-inflation-and-deflation state: a pilot study. *Physiol Meas* 2015;36:2135-2146.