

공포 영화 장면 노출 후 수평적 안구 운동이 심박수 변이도에 미치는 영향

이해원* · 엄명걸** · 김석현* · 이윤정*** · 김대호**†

Effect of Horizontal Eye Movements on the Heart Rate Variability after Exposure to a Fear-Inducing Film Clip

Haewon Lee, M.D.,* Myung-Kul Yum, M.D., Ph.D.,** Seok Hyeon Kim, M.D., Ph.D.,*
Yun Jeong Lee, M.D., Ph.D.,*** Daeho Kim, M.D., Ph.D.**†

ABSTRACT

Objectives : There has been a continued debate regarding the role of eye movements in Eye Movement Desensitization and Reprocessing(EMDR). This study examined the possible autonomic effect of horizontal eye movements after being exposed to fearful stimuli.

Methods : Fifty two healthy adult women were randomly allocated to eye movement or eye fixed groups after watching a five minute fear-inducing film clip. ECG was recorded during the resting state, after watching the clip, and the treatment. A spectral power analysis of the heart rate variability was performed. As the variables violated the rule of normal distribution and the number in each group is small the non-parametric test was used.

Results : Overall, we did not find the differences between the groups in both time and frequency domains. Some minor differences found were not consistent with results from previous studies.

Conclusions : Effect of eye movement on autonomic nervous system during fear desensitization was not supported in this experiment. Further study with other psychophysiological measures is needed to understand the role of eye movements in treatment of traumatic memory.

KEY WORDS : Eye movement · Heart rate variability · Fear · Autonomic nervous system.

*한양대학교 의과대학 신경정신과학교실 및 정신건강연구소

Department of Neuropsychiatry, College of Medicine and Institute of Mental Health, Hanyang University, Seoul, Korea

**한양대학교 의과대학 소아과학교실 소아심장학과

Department of Pediatric Cardiology, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

***한양대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

†교신저자 : 김대호, 471-701 경기도 구리시 교문동 249-1

전화) (031) 560-2274, 전송) (031) 554-2599, E-mail) dskim9289@hanyang.ac.kr

서 론

안구운동 민감소실 및 재처리 요법(Eye Movement Desensitization and Reprocessing : 이하 EMDR)은 미국의 심리학자인 Francine Shapiro¹⁾에 의해 1989년 처음 소개된 이후 짧은 기간 동안 외상 후 스트레스 장애(Post traumatic stress disorder : 이하 PTSD) 및 공포증(phobia) 같은 정신과 질환에서 치료 효과를 인정받으면서 정신과 영역에서 새로운 치료법으로 주목을 받고 있다. EMDR은 단순한 안구운동만으로 구성된 것이 아니라 역동정신치료, 인지행동치료, 내담자중심치료, 신체경향치료 등의 요소를 통합하여 만든 복합적인 정신 치료이다.²⁾

EMDR은 표준화된 8단계 프로토콜²⁾에 따라 진행되며 이는 1) 병력 조사와 치료 계획 수립, 2) 치료 전 준비, 3) 평가, 4) 민감 소실, 5) 주입, 6) 신체검색, 7) 종결, 8) 재평가의 단계로 구성되어 있다. 이 과정에서 환자는 현실에서 문제가 되고 있는 사항을 점검하여 특정 문제나 외상과 관련된 이미지, 스스로에 대한 부정적 믿음과 이를 대체할 긍정적인 믿음을 찾고, 동반되는 신체적인 감각을 확인한다. 이후 안구운동을 시행하면서 민감소실 및 재처리 과정을 통해 고통스러운 기억을 해소하고 부정적 믿음을 긍정적 믿음으로 대체시키는 것이다. 이때 동반되는 불쾌한 감정이나 신체적인 감각에 대한 처리도 함께 이루어진다.

PTSD의 치료 효과 입증에도 불구하고 EMDR에서 안구운동의 필요성과 역할에 대한 논란은 계속되고 있다. 안구운동을 제외한 EMDR 치료와 일반적인 EMDR을 비교연구에서 안구운동이 치료 효과에 영향을 미치지 않는다는 결과^{3,4)}와 대조군에 비해 효과적이었다는 상반되는 결과⁵⁾ 등 일치된 소견을 보이지 않았다.

이런 논란 속에 여러 연구자들은 안구운동의 기전을 밝히고자 다양한 학설과 이론을 제시하였다. 가장 먼저 Shapiro⁶⁾의 정보처리 가속모델(Accelerated Information Processing Model)은 EMDR 치료 동안 안구운동으로 인한 추가적인 양측성 자극(bilateral stimulation)이 외상적 기억을 정상적으로 처리하는 과정을 촉진시킨다는 이론이다. 이후 Dyck⁷⁾은 안구운동의 역할을 반응조건화(respondent conditioning), 학습의 정서적 교란(emotional interference with learning), 조작적 조

건화(operant conditioning) 등 조건화와 주의산만(distraction)으로 설명하였다.

그런데 현재까지 비교적 제일 유력한 가설은 안구운동의 역할을 정위반응(定位反應, orienting response)의 개념으로 설명하는 것이다. Pavlov는 정위반응이란 주위 환경의 미묘한 변화에 대해 즉각적으로 반응하는 일종의 반사작용(reflex)이라고 정의하였고, 이후 Sokolov⁸⁾는 정위반응을 두 가지 개념, 즉 새로운 외부 자극에 의해 유발되는 각성 반응(alerting response)과 환경을 적극적으로 탐색하는 조사 반응(investigatory response)으로 분류하였다.

Armstrong과 Vaughan⁹⁾은 안구운동이 정위반응을 증가시킴으로써 긍정적 인지강화를 통해 치료 효과를 높인다고 주장하였으나, 이와 반대로 MacCulloch와 Feldman¹⁰⁾은 안구운동이 조사 반사(investigatory reflex)의 긍정적 내장 분지(positive visceral branch)를 통해 각성 제거 효과를 일으켜 치료 효과를 나타낸다고 하였다. 그러나 Wilson 등⁵⁾은 EMDR이 정위반응에는 아무 영향도 주지 않는다고 주장하였다. 비교적 최근에 시행된 연구들을 보면 Maccullouch의 가설을 지지하는 소견이 많은데, Barrowcliff 등¹¹⁾은 수평적 안구운동이 청각 자극에 의해 유발된 각성 상태를 지속적으로 감소시킨다고 보고하였고, Lamprecht 등¹²⁾은 EMDR 후 새로운 자극에 대한 정위반응이 감소한다고 보고하였다.

Stickgold¹³⁾는 안구운동이 반복된 정위반응을 통하여 급속안구운동(Rapid Eye Movement : 이하 REM) 수면과 비슷한 신경생리학적 상태를 유발한다는 가설을 통해 REM 수면은 외상적 기억의 대뇌피질 통합(cortical integration)에 관여한다고 여겨지며 이와 비슷한 기전을 통해서 안구운동은 외상 환자의 기억처리에 작용하여 치료 효과를 보인다고 주장하였다.

위에서 제시된 가설들과 비슷한 맥락에서 EMDR 치료 세션 동안 나타나는 신경생리학적 변수들을 조사하는 시도도 있었다. Wilson 등⁵⁾에 의하면 EMDR 중 호흡이 얇고 규칙적이 되며, 심박동수와 피부전도율이 감소하는 이완반응을 보인다고 하였고, Barrowcliff 등¹¹⁾과 Sack¹⁴⁾ 역시 안구운동 동안 각각 피부전도율과 심박동수가 감소한다고 보고하였다. 이는 정위반응 동안 나타나는 신경생리학적 특성, 즉 호흡과 심박동수가 감소되고, 피부전도율이 증가하고, 말초수축으로 인해 피부온도가 떨어지는 증상과¹⁵⁾ REM 수면 동안 나타나는 특성과 유사하다고

말할 수 있다.

가장 최근에 발표된 연구는 EMDR 실시 중인 PTSD 환자를 대상으로 정신생리를 조사한 것으로,¹⁶⁾ 안구운동 시 교감신경 활성이 감소하고 부교감신경 및 미주신경의 영향이 증가하는 것이 관찰되었다. 그러나 위의 연구는 대조군이 없었고 외적 요인이 개입할 수 있는 치료 상황에서 시행되었기 때문에 이러한 결과가 통제된 실험 상황에서 재현될 수 있는가에 대해서는 의문점이 생긴다.

따라서 이 연구는 심박수 변이도(heart rate variability : 이하 HRV)를 이용하여 공포자극 처리에 있어서 안구운동의 역할을 알아보기 위하여 계획하였으며, 안구운동을 한 집단에서 안구운동을 하지 않은 집단에 비해 공포반응에 의한 자율신경계의 각성제거(autonomic de-arousal)의 속도와 정도가 더 클 것이라는 가설을 세웠다. 동시에 안구운동이 공포 반응과 관련된 교감 혹은 부교감계의 작용에 어떤 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 이를 통해 EMDR에서의 안구운동의 역할과 나아가 향후 PTSD의 치료 기전을 이해하는데 이바지할 기초적 실험 연구를 시행하는 것이 이 연구의 목적이다.

방 법

1. 대 상

이 연구는 2007년 6월부터 7월까지 2개월 동안 경기도 소재 한 대학병원 내 홍보 및 지역신문 광고를 통해 만 25세에서 45세 사이의 성인 여성을 연구 대상으로 모집하였다. 2주 이내에 어떠한 종류이든 처방 약물을 복용한 경우, 실험 전 시행한 검사에서 활력증후 및 심전도상 이상 소견을 보이는 경우, 과거 심혈관계 혹은 정신과 치료 경력이 있는 경우, 검사 이전 3일 동안 음주나 흡연의 경력이 있는 경우, 초등학교 졸업 미만의 학력의 경우에는 연구 대상에서 제외하였다.

총 60명의 대상자가 선발되었으며 이 중 한 명은 불안이 심하여 실험 도중 자의로 연구를 중단하였고, 정전과 기기 고장 등으로 부분적 데이터만 얻었던 세 명, 데이터 수집과 분석 상 오류로 네 명 등 8명이 제외된 결과로 총 52명이 최종 결과 분석의 대상이 되었다. 대상자는 두 실험군에 무작위 할당하였으며 결과적으로 27명이 안구운동(eye movement : 이하 EM)군, 25명이 안구고정(eye fixed : 이하 EF)군에 배정되었다.

2. 실험 방법

연구원이 대상자에게 연구에 대한 설명과 함께 서면 동의서를 받은 이후 기초 인구학적 정보 조사 및 설문지 검사(백우울척도, 상대특성불안척도)를 시행하였다. 또한 활력증후, 키, 체중 및 심전도 검사를 시행하였다. 자기보고식 검사와 심전도 상의 이상 소견이 발견됨으로써 연구에서 제외된 대상자는 없었다.

실험은 병원 내 실험실에서 9시부터 12사이의 오전 시간에 시행하였으며, 조용한 방에 블라인드로 햇빛을 차단하고 형광등을 켜서 보통의 조명을 유지하였으며, 실험실의 온도는 섭씨 25도를 유지하였고, 대상자는 45도 각도로 고정된 리크라이너(recliner)에 누워 실험에 임하였다.

대상자에게 제공된 공포자극 필름은 일본 영화인 '주인' 1편과 2편을 편집한 5분짜리 영상을 사용하였다. 이 영화에 대한 사전 노출 여부를 확인한 결과, 대상자 중 3명은 이 영화를 보았고, 4명은 일부분만을 시청하였다.

전체 실험은 대략 45분 정도 소요되었다. 처음 10분간 리크라이너에 누워 안정을 취해 휴식 상태(resting state)를 만든 후 5분 동안 기저 결과(baseline data)를 측정하였다. 이후 5분간의 자극 영상 시청을 한 후 1분간의 휴식 및 시청한 영화 장면에 대한 주관적 불안 지수인 SUDS(Subjective Units of Disturbance)를 측정하였다. 이후 10분 동안 양 군에서 각각 다른 처치를 시행하였다. 획일적인 안구운동을 시키기 위해 실험 대상자의 1미터 앞에 Advanced Lapscan 4000(Neurotek corp, CO) 장비를 고정하였다. EM군은 Lapscan 화면에서 좌우로 움직이는 불빛을 따라 눈동자를 움직이도록 하였고, EF군에서는 화면 중앙에 고정된 불빛을 바라보도록 하였다. 즉, EM군에서는 수평적 안구운동(horizontal eye movement) 좌우 왕복 30회(45초 소요)와 휴식(15초)을 10회 반복하였고, EF군에서는 안구운동 대신 고정된 불빛 쳐다보기(45초)와 휴식(15초)을 10회 반복하였다. 안구운동 처치가 끝난 후 양 군 모두에서 다시 한번 영화 장면에 대한 SUDS를 측정하여 기록하였다(그림 1).

3. 심리 척도

대상자의 기본적인 우울, 불안 성향 및 공포반응의 변이를 파악하기 위하여 다음과 같은 자기보고식 검사를 시행하였다.

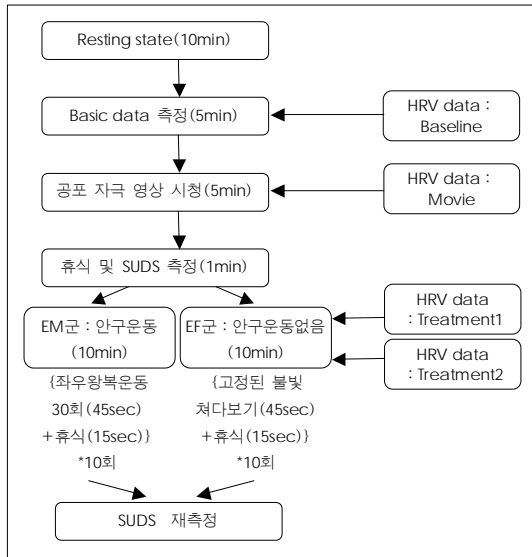


Fig. 1. 실험 방법. HRV : Heart Rate Variability, SUDS : Subjective Units of Distress Scale, EM : Eye Movement, EF : Eye Fixed.

1) 백 우울 척도(Beck Depression Inventory : BDI)

우울 증상을 평가하기 위하여 사용하였다. 가장 대표적인 우울 증상의 자기 보고식 척도로 우울증의 인지적, 정서적, 동기적, 신체적 증상 영역을 포함하는 21문항으로 구성되어 있으며 각 문항은 0~3점 평점 척도로서 총점이 높을수록 우울의 정도가 심하다.¹⁷⁾ 이번 연구에서는 이영호와 송중용 번역판을 사용하였다.¹⁸⁾

2) 상태-특성 불안 척도(State-Trait Anxiety Inventory : STAI)

불안 증상을 평가하기 위해 사용하였다. 자기보고형 검사로 상태 불안과 특성 불안을 측정하기 위해 각각 20 문항씩 총 40문항으로 구성되어 있다. 각각의 항목은 증상의 심각도에 따라 1점(전혀 그렇지 않다)부터 4점(대단히 그렇다) 사이에서 답하도록 되어 있다. 상태 불안 척도는 지금 이 순간 느끼는 현재의 불안 상태를 기술하게 한 것으로 특정한 시간 혹은 상황에 대한 우려, 긴장, 근심 등을 측정할 수 있으며 스트레스에 민감하다. 특성 불안 척도는 평소에 일반적으로 느끼는 불안 상태를 기술하도록 하여 선천적인 기질, 특히 피검자의 일반적인 불안 성향을 측정하는 항목으로 비교적 변화가 적고 안정된 경향을 보인다.¹⁹⁾ 이번 연구에서는 김정택의 STAI-X형을 사용하였다.²⁰⁾

3) 주관적 고통 점수(Subjective Units of Disturbance Scale : SUDS)

SUDS는 주관적 불안 척도로 현재 느끼는 불안감을 0점에서 10사이의 점수로 표현하게 하는 자기보고식 검사이다. 0은 불안하지 않을 때이며 10은 생각할 수 있는 최악의 불안을 말한다.²¹⁾

4. 장 비

심박수 변이도를 측정하기 위해 심전도(electrocardiograph : ECG), 호흡, 그리고 안구운동 여부를 확인하기 위해 안전도(electrooculograph : EOG)를 측정하였다. 3개의 증폭기(amplifier)를 통해 데이터를 획득을 하고 변환기(transducer)인 MP100P-CE(BIOPAC systems, Inc, CA)을 통해 PC에 연결하여 ACK100W라는 소프트웨어로 보정 및 저장, 분석하였다. 이를 이용하여 얻어진 데이터는 시간 및 주파수 영역의 power spectrum 분석을 시행하였다. 시간 영역(time domain) 분석을 통해 평균 RR 간격(mean RR interval), SDNN (standard deviation of normal to normal intervals), RMSSD(root-mean-square of successive differences)를 얻었고, 주파수 영역(frequency domain) 분석을 통해 TP(total power), LFP(low frequency power), HFP(high frequency power) 및 LFP/HFP 비(LF/HF ratio)의 지표를 얻었다. 과정을 간단히 설명하면 다음과 같다. EKG 신호에서 RRI간격을 측정하여 RRI신호를 만든다. RRI신호를 1000Hz로 선형보간(linear interpolation)시킨 후 2Hz로 부분샘플(subsampling)을 하여 2Hz신호로 변환시킨다. 그 신호를 푸리에 변환(Fourier transformation)시킨 후 파워스펙트럴밀도함수(power spectral density function)를 구한다. 그 함수의 0~1Hz 사이의 전체 면적이 TP, 0.04~0.15Hz사이의 면적이 LFP, 그리고 0.15~0.4Hz사이의 면적이 HFP이다.²²⁻²⁵⁾

5. 통계 분석

모든 데이터의 정규분포 여부를 확인하기 위해 Shapiro-Wilk test를 시행하였고 정규분포 하는 자료의 비교는 독립적 t test, 그리고 정규분포 하지 않는 변인은 Mann-Whitney test로 분석하였다. SUDS 점수와 심박수 변이도와 관련된 변인 점수들이 정규분포 하지 않았고 양 군의 크기가 30명이 되지 않아서 시간 흐름에 따른 집단 간의 차이는 비모수 통계인 Friedman test를

이용하였다. 이 검사는 양 군 간의 차이를 직접적으로 비교하기가 불가능하기 때문에 시간에 따른 차이를 횡단면적으로 비교하는 것을 추가하였다. 모든 통계적 유의성은 양방향 $p < .05$ 로 정하였다.

결 과

1. 대상군의 사회 인구학적 특성

전체 대상자 명의 평균 나이는 36.7세($SD=4.3$, range=25~45)였으며 기혼자가 47명(90.4%)이었고, 주부가 39명(75.0%)이었고, 고졸 이상의 학력이 40명(96.1%)이었다. 평균 신장은 160.8cm($SD=5.1$), 평균 체중은 54.6kg($SD=6.6$)이었다. 그리고 실험 전 실시한 자기 보고식 검사 소견에서 상태불안 평균 점수는 35.8점($SD=7.5$), 특성불안 평균 점수는 38.5점($SD=8.8$), 우울 증상 평균 점수는 6.5점($SD=5.5$)으로 정상 범위에 속하였다. EM군과 EF군을 비교했을 때 인구학적 변인,

증상 척도 점수, 신장, 체중, 영화 관람 여부의 유의한 차이는 없었다. 다만 실험 전 SUDS가 EM군에서 유의하게 높았으나 처치 후에는 양 군간의 차이가 없었다(표 1). 그 외 실험 이전에 공포 자극으로 선택한 영화 전체를 시청한 사람이 2명이었고, 부분적으로 시청한 사람은 2명이었으며 영화 관람 여부와 처치 전후의 SUDS 점수는 연관 관계가 없었다.

2. 실험 처치 전후의 SUDS 점수 변화

공포 영화 자극을 시청한 후 주관적 불안 점수를 나타내는 SUDS는 전체 평균은 7.3($SD=2.0$, median=8, range=3~10)이었고, 안구운동 처치 후의 전체 평균은 3.6($SD=2.1$, median=3.5, range=0~8)이었다.

EM군의 처치 전후 점수는 7.7($SD=2.2$)과 3.9($SD=2.2$), EF군의 처치 전후 점수는 6.8($SD=1.7$)과 3.4($SD=1.9$)로, 양 군 모두에서 처치 후 유의하게 SUDS 점수가 감소하였는데, EM군은 mean rank가 1.93에서

Table 1. Baseline characteristics and between group comparison of eye movement vs. eye fixed state

	Eye movement (n=27)	Eye fixed (n=25)	Total (n=52)	Statistics	P value
	M (SD)	M (SD)	M (SD)	t	p
Age	36.5 (4.6)	36.9 (4.1)	36.7 (4.3)	-.298*	.767
Height (cm)	161.6 (4.7)	159.9 (5.5)	160.8 (5.1)	-1.21*	.231
Weight (kg)	53.6 (6.7)	55.7 (6.4)	54.6 (6.6)	-1.17*	.248
State Anxiety	36.3 (8.1)	35.3 (6.9)	35.8 (7.5)	.486	.629
Trait anxiety	38.0 (8.3)	38.9 (9.4)	38.5 (8.8)	.336	.716
Depression	6.6 (6.4)	6.4 (4.4)	6.5 (5.5)	.316*	.699
SUDS baseline	7.7 (2.2)	6.8 (1.7)	7.3 (2.0)	.232*	.048
SUDS after treatment	3.9 (2.2)	3.4 (1.9)	3.6 (2.1)	.557*	.403
	N (%)	N (%)	N (%)	Chi	p
Education					
Below high school	2 (7.4)	0	2 (3.8)	4.85	.088
High school	11 (40.7)	17 (68.0)	28 (53.8)		
Above college	14 (51.9)	8 (32.0)	22 (42.3)		
Occupation					
House wife	21 (77.8)	18 (72.0)	39 (75.0)	2.98	.226
Student	2 (7.4)	0	2 (3.8)		
Employed	4 (14.8)	7 (28.0)	11 (21.2)		
Marital status					
Married	23 (85.2)	24 (96.0)	47 (90.4)	1.75	.352 [†]
Not married	4 (14.8)	1 (4.0)	5 (9.6)		
Seen the film?					
All of it	1 (3.7)	1 (4.0)	2 (3.8)	2.26	.323
Partially	0	2 (8.0)	2 (3.8)		
None	26 (96.3)	22 (88.0)	48 (92.3)		

* : Mann-Whitney U, † : by Fisher test

1.07(p<.001)로 EF군은 1.94에서 1.06(p<.001)로 유의하게 감소하였다(표 1).

3. 각 단계별 심박수 변이도 지수 양 군 비교

실험 시기에 따라 각각 5분씩 데이터를 측정하여 휴식기(Baseline), 자극기(Movie), 안구운동1기(Treatment1), 안구운동2기(Treatment2)의 4단계별 심박수 변이도 지수를 EM군과 EF군 사이에서 Mann Whitney 검사를 통해 비교하였다. 이 결과 시간 범주 지수인 평균 RR 간격, SDNN, RMSSD(표 2) 및 주파수 범주 지수인 TP, LFP, HFP, LFP/HFP비(표 3)에서 양 군간 차이가 없었다.

4. 각 군에서의 시간 경과에 따른 심박수 변이도 지수 변화

평균 RR 간격은 양 군에서 시간 경과에 따라 모두 유의한 변화를 보였으나 EF군에 비해 EM군에서 더 유의한 차이를 보였고, SDNN, RMSSD, HFP는 EM군에서만 유의한 차이를 보였다. TP는 양 군 모두 유의하였고 LFP/HFP비와 LFP는 양 군 모두 시간의 경과에 따라 차이가 없었다(표 2, 3).

고 찰

이번 연구는 EMDR 치료의 핵심적인 기전으로 지목되고 있는 안구운동이 어떠한 신경생리학적 변화를 통해 치료 효과를 나타내는지 알아보기 위해 시행된 기초적 실험 연구이다.

안구운동으로 인한 신경생리학적 영향에 대한 기존의 연구들은 일치하지 않거나 혹은 상반되는 결과를 보고하고 있다. 그 원인으로는 순간적으로 변화하는 신체의 생리학적 변화를 측정하는 기술 상의 문제, 적절한 대조군의 설정, 그리고 실제 치료 상황에서 발생하는 다양한 변수의 통제 여부 등 방법론적인 어려움이 지적되고 있다. 이번 연구에서는 이러한 변수를 최소화하기 위한 실험적 연구 방법을 채택하였다. 즉, 통제된 실험 환경에서 정상군에게 공포자극을 제시하여 과각성 상태를 만든 후 안구운동군과 안구운동을 하지 않은 대조군의 반응을 비교함으로써 안구운동 자체의 영향을 살펴보고자 하였다.

또한 이번 연구는 안구운동의 신경생리학적 영향을 평가하기 위한 방법으로 심박수 변이도를 조사하였다. 심장의 전기적 활동과 수축 활동은 자율신경계의 교감신경

Table 2. Power spectral analysis of heart rate variability for eye movement(n=27) vs. eye fixed group(n=25) : time domains

	Eye Movement <i>M(SD)</i>	Eye Fixed <i>M(SD)</i>	Mann-Whitney U	p value
Mean RR interval				
Baseline	751.7(100.1)	902.2(125.9)	258	.145
Movie	904.3(127.3)	865.4(117.6)	246	.209
Treatment1	937.6(106.2)	898.7(123.3)	238	.068
Treatment2	938.0(107.0)	906.7(116.4)	242	.080
Repeated measure	p<.001	p=.002		
SDNN				
Baseline	47.8(24.9)	43.3(18.4)	298	.469
Movie	49.0(25.6)	50.8(25.7)	294	.748
Treatment1	41.4(22.5)	40.5(15.2)	335	.963
Treatment2	42.4(23.0)	40.6(17.1)	337	.993
Repeated measure	p<.001	p=.124		
RMSSD				
Baseline	25.1(17.3)	20.8(12.3)	287	.335
Movie	26.3(19.4)	22.6(14.3)	282	.579
Treatment1	24.6(18.3)	19.9(11.9)	281	.301
Treatment2	23.8(17.6)	20.2(12.4)	242	.080
Repeated measure	p=.003	p=.361		

SDNN : the standard deviation of normal to normal intervals ; RMSSD : root-mean-square of successive differences Repeated measure by Friedman test : longitudinal comparison

Table 3. Power spectral analysis of heart rate variability for eye movement (n=27) vs. eye fixed group (n=25) : Frequency domains

	Eye movement <i>M (SD)</i>	Eye fixed <i>M (SD)</i>	Mann–whitney U	p value
Total power*				
Baseline	14.8 (3.3)	13.9 (3.9)	258	.145
Movie	14.0 (4.0)	12.8 (3.6)	250	.239
Treatment1	14.8 (3.3)	13.7 (4.0)	240	.074
Treatment2	15.0 (3.4)	13.9 (3.6)	240	.074
Repeated measure	p<.001	p<.001		
Low frequency power(LFP)				
Baseline	668.9 (1247.9)	511.4 (506.0)	318	.721
Movie	641.0 (1302.0)	871.8 (1641.6)	292	.719
Treatment1	469.6 (664.3)	530.1 (449.7)	287	.355
Treatment2	680.5 (1305.3)	404.9 (302.1)	321	.763
Repeated measure	p=.232	p=.274		
High frequency power(HFP)				
Baseline	880.0 (1652.7)	549.1 (551.1)	309	.602
Movie	806.3 (1734.1)	591.5 (718.1)	289	.676
Treatment1	799.8 (1738.9)	504.0 (588.4)	319	.735
Treatment2	683.2 (1401.6)	485.7 (514.9)	320	.749
Repeated measure	p=.005	p=.181		
Normalized LF				
Baseline	39.9 (18.9)	48.0 (14.4)	244	.087
Movie	44.2 (16.6)	52.3 (18.7)	230	.117
Treatment1	42.6 (20.0)	51.3 (19.5)	258	.145
Treatment2	46.4 (16.8)	46.9 (18.5)	335	.963
Repeated measure	p=.269	p=.221		
Normalized HF				
Baseline	52.8 (16.4)	46.5 (12.2)	267	.197
Movie	46.7 (13.8)	41.9 (16.2)	257	.298
Treatment1	48.3 (16.0)	43.7 (16.7)	294	.426
Treatment2	46.2 (16.8)	46.9 (15.4)	324	.805
Repeated measure	p=.127	p=.142		
LFP/HFP ratio				
Baseline	.98(.84)	1.22(.83)	245	.090
Movie	1.13(.73)	1.74(1.54)	235	.142
Treatment1	1.22(1.17)	1.63(1.34)	266	.190
Treatment2	1.42(1.32)	1.31(1.09)	337	.993
Repeated measure	p=.192	p=.124		

LFP/HFP ratio : low–frequency power/high–frequency power ratio, * : all the values should multiply 10⁵ Repeated measure by Friedman test : longitudinal comparison

계와 부교감신경계를 통하여 조절되기 때문에 심박수 변이도는 연속적인 심박동 사이의 변화 양상을 관찰함으로써 교감신경계와 부교감신경계, 즉 자율신경계의 변화를 정량적으로 정하는 연구방법으로 널리 이용되고 있다.²²⁾

심박수 변이도 분석법에는 시간 영역 분석법(time domain method)과 주파수 영역 분석법(frequency domain

method)이 있다. 이번 연구에서는 시간 영역 분석과 함께 주파수 영역 분석 중 5분 분절 분석(5-minute segment analysis)을 사용하였는데, 이는 심박수에 대한 자율신경계의 영향을 측정하는 적절한 방법으로 알려져 있다. 시간 범주 분석 지수는 전체 RR 간격의 표준편차(SDNN, standard deviation of normal to normal in-

tervals, in milliseconds) 및 인접한 RR 간격의 차이를 제공한 값에 대한 평균의 제곱근(RMSSD, root-mean-square of successive differences)이 있으며, 주파수 범주 분석 지수는 전체 주파수 강도(TP, total power : $1.15 \times 10^{-5} \sim 0.40\text{Hz}$), 초저주파수대역(VLF, very low frequency : $<0.04\text{Hz}$), 저주파수대역(LF, low frequency : $0.04 \sim 0.15\text{Hz}$), 고주파수대역(HF, high frequency : $0.15 \sim 0.40\text{Hz}$) 및 고주파수에 대한 저주파수 영역비(LF/HF ratio) 등이 있다.²³⁻²⁵⁾ SDNN은 부교감신경 및 교감신경과 다른 신체적인 영향을 반영하고, RMSSD는 주로 부교감신경에 의한 변화를 반영하는 것으로 되어있다. TP는 전반적 자율신경계 활성도의 지표이나 교감신경계 활성도가 주요소이다. HF는 부교감신경에 의한 자극을 반영하며, 심박동수의 변화가 호흡주기와 관계가 있기 때문에 호흡대역이라고 불리우기도 하고, LF는 압수용체 반사, 체온조절에 의한 변화와 관계가 있으며 교감신경계와 부교감신경계가 관여하는데 주로 교감신경계의 활동성을 반영한다.²²⁾ LF/HF비는 교감신경계와 부교감신경계 사이의 전반적 균형을 정량화하는데 사용되며, 이 값이 높을 경우 교감신경의 활성 혹은 부교감신경의 억제를 의미한다. VLF는 교감신경계의 부가 지표라 할 수 있는데, 5분 이하의 측정 시에는 신뢰할 수 없다고 알려져 있어 본 연구에서는 제외하였다.

이번 연구 결과에서 먼저 언급할 점은 EM군과 EF군 사이에 의미 있는 차이가 관찰되지 않았다는 점이다. SUDS의 경우, 안구운동 처치 이후 EM군과 EF군 모두에서 SUDS 점수가 감소하였지만 두 군 사이에는 유의한 차이가 없었는데, 이는 EM군에서 공포반응에 대한 처리 효과가 더 클 것으로 기대했던 예상과는 일치하지 않는 결과였다. 또한 EM군과 EF군 사이에 심박수 변이도에서 역시 의미 있는 차이가 관찰되지 않았다. 이번 연구에서는 EM군과 EF군 사이에서 각각 5분씩 4단계에서의 심박수 변이도 지수를 Mann Whitney 검사를 통해 비교하였는데, 그 결과 심박수 변이도의 시간 및 주파수 범주의 모든 지수에서 양 군간에 유의미한 차이가 없었다. 그러나 평균 RR 간격, RMSSD, TP의 세 가지 항목에서는 통계적 유의성에 접근하는 .05~.10 사이의 값을 보였다. 그 중에서 EF군에 비해 EM군에서 통계적으로 유의하지는 않지만 심박동수가 크게 감소했다는 점은 기존의 연구와 일치하는 소견을 보인다. 대표적인 예로 Barrowcliff 등¹¹⁾과 Wilson 등⁵⁾의 연구는

대조군에 비해 안구운동군에서 유의한 심박수의 저하를 보고하였지만 심박동수 외의 다른 변수인 호흡이나 체온, 피부전도율 등의 결과는 서로 일치하지 않았고, 일부 연구에서는 안구운동군에서 아무런 차이가 없다고 보고하였다.²⁶⁾

추가적인 분석을 위하여 EM군과 EF군 각각에서 안구운동 처치 전후의 심박수 변이도를 비교하였다. 먼저 평균 RR 간격은 양 군 모두에서 유의하게 증가하였으나 EM군이 더 유의한 차이를 보였다. TP 역시 양 군 모두에서 유의한 변화가 관찰되었는데, TP는 공포자극 직후 감소되었다가 처치 이후에 증가하는 양상을 보였다. 그러나 EM군에서 부교감신경 조절의 변화를 반영하는 RMSSD와 HFP의 수치가 감소된다는 결과를 얻었는데, 이는 기존의 연구 결과와 상반된 소견이다.

안구운동에 의한 생리학적 변화를 연구한 Elofsson 등¹⁶⁾은 EMDR에서 안구운동에 의해 주어지는 자극이 상대적으로 짧은 점을 고려하여 10초 간격으로 여러 생리학적 변수를 측정하여 분석하였다. 이를 살펴보면 각 시간에 따른 심박수 변이도의 변화는 다양하게 나타난다. 특히 안구운동 직후 10~20초 사이에 심박수가 저하하며, 이 시기에 LF가 감소하고 HF가 증가함으로써 LF/HF비가 뚜렷하게 감소하는 소견이 관찰되었으나 이러한 변화는 안구운동 직후 사라지며 다시 LF/HF비가 증가하였다. 즉, 안구운동이 자율신경계에 미치는 영향은 일시적이며 가역적이었지만 분명하게 나타났으며, 이러한 변화는 안구운동과 시간적 연관이 있다는 것이다.

이번 연구에서는 5분 간격으로 심박수 변이도의 차이를 비교하였기 때문에 안구운동에 의한 자율신경계의 빠른 변화를 감지하지 못했을 가능성이 있다. 이번 연구에서 관찰된 안구운동군의 HFP 감소 소견을 부교감신경계의 활성이 저하된 소견으로 해석한다면 기존의 연구 결과와 상반되는 것이다. 그러나 심박수 변이도의 HF와 LF는 자율신경계의 평균적인 활성 수준 보다는 심장에 전달되는 자율신경 자극의 변동 수준을 더 잘 반영하기 때문에 신체 전반에서 나타나는 현상을 대표하지 못했다는 가능성을 고려해야 할 것이다. 또한 안구운동에 대한 기존의 연구들은 손가락 끝 온도(finger temperature)나 호흡 패턴의 경우 서로 다른 결과를 보고하고 있다. 신체의 생리적 반응에 대한 연구들이 같은 연구 방법을 사용하면서도 다른 결과를 얻는 것은 놀라운 사실이 아니며, 이론적 설명이 불가능한 경우도 흔하다.

신경생리학적 연구는 다른 연구에 비해 특히 결과 해석상의 어려움이 큰 것으로 알려져 있다. 이는 연구 대상자의 임상적 배경의 차이가 가장 큰 원인으로 지목되고 있지만, 자극과 측정 시간 사이의 미세한 시간적 차이(temporal difference)로 인해 실질적인 데이터를 얻는 것이 어렵다는 점 역시 큰 원인이다. 그러나 이로 인하여 신경생리학적 연구의 필요성이나 의의가 줄어드는 것은 아니며, 오히려 이러한 한계점을 극복하기 위해서는 더 많은 연구 결과의 축적과 이를 통한 통합적 해석이 필요할 것이다.

또 하나 고려할 점은 안구운동의 속도가 HRV의 값에 영향을 미칠 가능성에 대한 것이다. 아직까지 안구운동의 신경생리학적 기전에 대한 지식이 거의 전무하며 기존의 연구들 역시 안구운동의 속도와 심박수 변이도의 영향에 대한 고려는 없었다. 이번 연구에서는 분당 40회(45초간 30회의 안구운동 실시)의 속도로 안구운동을 실시하였으며 이는 EMDR에서 일반적으로 사용하는 안구운동 속도이다. 그러나 빠른 안구운동은 호흡과 마찬가지로 심박수 변이도, 특히 부교감 신경의 활성화를 나타낼 수 있는 HFP의 값에 영향을 주었을 가능성이 있는 것으로 판단된다. 기존 연구에 의하면 분당 호흡수는 심박수 변이도에 큰 영향을 미치는 요인 중 하나로 심박수 변이도 측정을 위해서는 호흡수를 일정하게 하는 것이 중요하며, 특히 미주신경 활성화도 평가를 위해 필수적이라고 하였다.²⁷⁾ 향후 연구에서는 안구운동의 속도의 표준화와 심박도 변이도의 상호 영향에 대한 연구 역시 필요할 것으로 생각된다.

마지막으로 안구운동이 대조군에 비해 실제 유의한 생리학적 변화를 일으키지 않을 가능성에 대해 고려해 봐야 할 것이다. 그러나 안구운동의 신경생리학적 영향에 대해 비교적 일관되게 보고되고 있는 기존의 연구 결과는 심박동수와 피부전도율의 감소 등과 같은 미주신경계 활성화의 소견을 보고하고 있으며 이는 안구운동이 이완 반응과 연관이 있다는 뜻으로 치료적인 관점에서 의미가 있다.²⁸⁾²⁹⁾ 특히 Elofsson 등¹⁶⁾은 심박수 변이도 외에도 다른 신경생리학적 지표 결과를 함께 분석한 뒤 안구운동은 부교감신경계를 활성화시키고 교감신경계를 억제하는 방향으로 자율신경계 균형(autonomic balance)을 이동시킨다고 결론을 내렸다. 안구운동의 효과를 설명하는 유력한 가설 중 하나인 REM 수면에서의 생리학적 변화의 특징은 명백한 부교감 신경의 활

성 상태로 알려져 있으며,³⁰⁾ 또한 REM 수면 동안의 심박수 변이도 연구에서는 LF/HF비가 증가한다는 결과를 보고하고 있다.³¹⁾ 이번 연구에서는 EM군과 EF군 사이에 통계적으로 유의미한 차이는 관찰되지 않았으나 EM군에서 심박동수가 더 크게 감소했다는 점은 의미가 있으며 안구운동의 영향을 시사하는 소견이 될 수 있을 것으로 생각된다.

이 연구의 한계점은 첫째, 여성만을 대상으로 했다는 점인데 성별은 심박수 변이도 영향을 주는 주요 인자 중에 하나이다.³²⁾ 그러나 성별에 따라 공포반응의 정도나 방식이 다를 수가 있어서 이를 고려하기 위해서는 연구 대상자의 수가 커야 되는 현실적인 어려움이 있었다. 따라서 이번 연구에서는 공포반응을 쉽게 보일 것으로 예상되는 여성만을 대상으로 하였고, 연령대를 25~45세 사이로 국한함으로써 다른 영향, 특히 심박수 변이도에 영향을 미칠 수 있는 요인을 최소화하였고 공포반응의 정도, 방식에 대한 성별 차이를 배제하기 위해 노력하였다. 그러나 향후 다양한 연령대, 남성에 대한 추가적인 연구가 반드시 필요할 것으로 생각된다.

둘째, 이번 연구는 정상인을 대상으로 하였다. 환자를 대상으로 한 연구에서는 질병 및 약물사용 기간, 외상의 강도 등 조절할 수 없는 임상 변수에 의한 혼란 때문에 결과 해석에 어려움이 있다. 그래서 이러한 임상 변수의 통제가 가능한 정상인 연구가 많은 장점이 있지만, 반면에 환자들에서 나타나는 병리적 공포 반응과 처리 과정을 그대로 재현할 수 없다는 점이 단점으로 작용한다. 즉, 실험 결과와 실제 임상 효과는 다를 수 있기 때문에 이번 연구에서도 환자의 병리적 공포반응 처리에 효과적일지라도 정상인의 정상적 공포반응 처리에서는 안구운동이 아무런 효과를 보이지 않을 가능성을 고려해야 한다. PTSD 환자들이 EMDR 중 떠올리는 과거의 부정적인 기억의 영향은 극심하여, 이러한 자극은 실험 과정에서 제공할 수 없다. 그러나 신경생리학적 연구에서 정상 반응에 대한 지식을 얻는 것이 우선시 될 수 있다. 특히 안구운동의 효과를 설명하는 유력한 가설인 정위 반응(oriental response)은 일종의 반사작용(reflex)으로 정상인과 환자 모두에서 나타나는 것으로 여겨진다. 또한 정상인을 대상으로 하는 연구는 실험 대조군을 사용하여 효과를 직접적으로 비교할 수 있다는 점에서 추가적인 장점을 가진다. 그러나 정상인을 대상으로 한 연구 결과는 향후 환자군을 대상으로 한 추가적

인 연구를 통해 임상적인 의의를 확인해야 할 것이다. 또한 환자를 대상으로 한 연구가 아니더라도 실험 대상자 각각의 부정적 혹은 외상 기억에 대한 안구운동의 영향을 적용할 수 있는 방법에 대해서도 고민해야 할 것이다.

셋째, 이와 함께 고려해야 할 한계점은 정상인에게 제공된 공포영화 자극이 환자의 임상 상태를 대변할 정도의 과각성 상태를 유발할 수 있는 충분한 자극이었는가에 하는 점이다. 이번 연구에서 제공된 공포자극 필름은 일본 영화인 '주온' 1편과 2편을 편집한 5분짜리 영상을 사용하였다. 그리고 자극에 대한 반응을 대상자의 주관적인 불안 점수를 나타내는 SUDS 점수 만을 측정하였다. 더욱이 실험 중 일부 대상자의 경우에는 공포 영화 자극에 대해 공포 반응을 거의 보이지 않았으나 이러한 대상자를 분류 혹은 제외하지 않았다. 따라서 전체 집단 수가 크지 않은 이번 연구의 결과 해석에 영향을 주었을 가능성을 고려해야 할 것이다. 향후 연구에서는 SUDS 점수 혹은 다른 신경생리학적 지표를 이용하여 대상자의 공포 반응 정도를 확인하고, 이에 따른 안구운동의 신경생리학적 변화 여부를 비교하는 방법이 의미가 있을 것이다. 그러나 이번 연구는 외상적 상황에 가까운 공포 자극을 제시하려고 노력하였다. 향후에는 다양한 형태의 자극(multimodal stimuli)을 개발함으로써 실제 PTSD의 외상적 상황과 비슷한 비조건화된 공포 자극의 개발이 필요할 것이며, 한편 이에 대한 윤리적인 문제도 함께 고려되어야 할 것이다.

넷째, 이 연구에서는 EMDR 치료 과정을 생략한 채 안구운동만 실시하여 그 효과를 살펴보았다. 실제 EMDR의 전체 치료 과정은 훨씬 더 복잡하고, 그 과정에서 노출된 자극은 개개인마다 특성을 가지며 또한 인지적인 요소가 포함되어 있다. 즉, 실제 EMDR 치료 상황에서는 안구운동이 다양한 변수와 함께 작용하거나 혹은 간접적인 방식으로 영향을 줌으로써 효과를 나타낼 수 있는데 반하여, 다른 요소가 모두 제거된 실험 상황에서 안구운동의 단독 효과는 미비하거나 나타나지 않을 수 있다는 것이다. 이번 실험에서는 인지적 활동을 추가하지 않았지만 임상에서 인지적 요소를 추가한 시나리오를 사용한 경우 안구운동의 효과는 작업 기억을 처리하는데 있어 오히려 더 중요한 역할을 할 수도 있다.

다섯째, 이 연구의 제한점은 실험 결과가 정규분포하지 않고 표본 크기가 크지 않아서 비모수 통계를 사용할 수 밖에 없었고, 양 군의 시간적 변화에 대한 직접적

비교가 불가능했다는 아쉬운 점이 있다.

이러한 제한점에도 불구하고, 실제 환자의 EMDR 치료 상황에서 자율신경계의 변화를 본 기존의 연구와 달리 이번 연구는 정상인을 대상으로 통제된 실험상황에서 안구운동과 HRV의 관계를 가능한 첫 연구로서 그 의의가 있다고 하겠다.

결론

이 연구는 공포 자극 후 안구운동이 심박수 변이도에 미치는 영향을 알아보기로 52명의 정상 성인여성을 대상으로 안구운동 군과 안구고정 군으로 나누어 비교를 하였다. 변수들이 정상 분포하지 않아서 비모수 통계를 사용할 수 밖에 없어서 시간경과에 따른 양 군간의 직접적 비교는 불가능하였으나 시간별 상 단면적 직접 비교와 시간 경과에 따른 양군의 간접적 비교를 하였고 그 결과 양 군간의 유의한 차이점을 발견할 수 없었다. 따라서 안구운동의 추가적 효과를 증명하지 못 하였다. 향후 보다 큰 군집을 대상으로 심박수 변이도 이외의 여러 자율신경계 지수를 함께 측정하여 비교하는 연구가 필요하겠다.

중심 단어 : 안구운동 · 심박수 변이도 · 공포 · 자율신경계.

참고문헌

1. Shapiro F. Efficacy of the Eye Movement Desensitization (EMD) Procedure in the treatment of traumatic memories. *J Trauma Stress* 1987;2:199-223.
2. Shapiro F. Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR): Basic Principles, protocols and procedures. 2nd ed. New York: Guilford;2001.
3. Renfrey G, Spates CR. Eye movement desensitization: a partial dismantling study. *J Behav Ther Experiment Psychiatry* 1994;25:231-239.
4. Cahill SP, Carrigan MH, Fruch BC. Does EMDR work? And if so, Why? A critical review of controlled outcome and dismantling research. *J Anxiety Disord* 1999;13:5-33.
5. Wilson DL, Silver SM, Covi WG. Eye movement desensitization and reprocessing: effectiveness and autonomic correlates. *J Behav Ther Experiment Psychiatry* 1996; 27:219-229.
6. Shapiro F. Eye Movement Desensitization and Reprocessing: Basic principles, protocols and procedures. New York: Guilford Press;1995.

7. Dyck MJ. A proposal for a conditioning model of eye movement desensitization treatment for posttraumatic stress disorder. *J Behav Ther Experiment Psychiatry* 1993; 24:201-210.
8. Sokolov E. The orienting response, and future directions of its development. *J Biol Science* 1990;25:142-150.
9. Armstrong MS, Vaughan K. An orienting response model of eye movement desensitization. *J Behav Ther Experiment Psychiatry* 1996;27:21-32.
10. MacCulloch M, Feldman P. Eye movement desensitization treatment utilizes the positive visceral element of the investigatory reflex to inhibit the memories of post-traumatic stress disorder: A theoretical analysis. *Br J of Psychiatry* 1996;169:571-579.
11. Barrowcliff AL, Gray NS, MacCulloch S. Horizontal rhythmical eye movements consistently diminish the arousal provoked by auditory stimuli. *Br J Clin Psychol* 2003;42:289-302.
12. Lamprecht F, Kohnke C, Lempa W. Event-related potentials and EMDR treatment of post-traumatic stress disorder. *Neurosci Res* 2004;49:267-272.
13. Stickgold R. EMDR: a putative neurobiological mechanism of action. *J Clin Psychol* 2002;58:61-75.
14. Sack M. Alternations in autonomic tone during trauma therapy with EMDR. Paper presented at the ISTSS annual meeting; 2005 Nov; New Orleans.
15. Öhman A, Hamm A, Hugdahl K. Cognition and the autonomic nervous system. Orienting, anticipation and conditioning. *Handbook of psychophysiology*. Cambridge: Cambridge University Press;2000.
16. Elofsson UO, von Schéele B, Theorell T, Söndergaard HP. Physiological correlates of eye movement desensitization and reprocessing *Journal of Anxiety Disorders*. Accepted 31 May 2007, available online 3 June 2007 (in press).
17. Beck AT. *Depression: Clinical Experimental and Theoretical Aspect*. New York: Harper&Row;1967.
18. Lee YH, Song JY. BDI, SDS, MMPI-D A Study of the Reliability and the Validity of the BDI, SDS, and MMPI-D Scales. *Kor J Clin Psychol* 1991;15:98-113.
19. Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE. *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto. CA: Consulting Psychologist Press;1970.
20. Kim JT. Relationship between trait anxiety and social relatedness [dissertation]. Seoul: Korea University; 1978.
21. Wolpe J. *The Practice of Behavior Therapy*. 4th ed. New York: Pergamon Press;1990.
22. 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.
23. Kleiger RE, Stein PK, Bosner MS, Rottman JN. Time domain measurements of heart rate variability. *Cardiol Clin* 1992;10:487-498.
24. Litvack DA, Oberlander TF, Carney LH, Saul JP. Time and frequency domain methods for heart rate variability analysis: a methodological comparison. *Psychophysiol* 1995;32:492-504.
25. Berger RD, Akselrod S, Gordon D, Cohen RJ. An efficient algorithm for spectral analysis of heart rate variability. *IEEE Trans Biomed Eng* 1986;33:900-904.
26. Dunn TM, Schwartz M, Hatfield RW, Wiegele M. Measuring effectiveness of eye movement desensitization and reprocessing (EMDR) in non-clinical anxiety: a multi-subject, yoked-control design. *J Behav Ther Experiment Psychiatry* 1996;27:231-239.
27. Poyhonen M, Syvaöja S, Hartikainen J, Ruokonen E, Takala J. The effect of carbon dioxide, respiratory rate and tidal volume on human heart rate variability. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48:93-101.
28. Jaycox LH, Foa EB, Morral AR. Influence of emotional engagement and habituation on exposure therapy for PTSD. *J Consult Clin Psychol* 1998;66:185-192.
29. Nishith P, Griffin MG, Weaver TL. Utility of the heart rate response as an index of emotional processing in a female rape victim with posttraumatic stress disorder. *Cogn Behav Pract* 2002;9:302-307.
30. Murali NS, Svatikova A, Somers VK. Cardiovascular physiology and sleep. *Front. Biosci* 2003;8:636-652.
31. Vanoli E, Adamson PB, Ba-Lin, Pinna, GD. Heart Rate Variability During Specific Sleep Stages A Comparison of Healthy Subjects With Patients After Myocardial Infarction. *Circulation* 1995;91:1918-1922.
32. Bonnemeier H, Wiegand UK, Brandes A, Kluge N, Katus HA, Richardt G. Circadian profile of cardiac autonomic nervous modulation in healthy subjects: differing effects of aging and gender on heart rate variability. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003;14:791-799.