

외상 후 스트레스 장애의 신경기반 : 부적점화과제와 기능자기공명영상 연구*

이병택¹⁾²⁾ · 유 정²⁾³⁾ · 이동훈⁴⁾ · 손명호⁵⁾ · 강내희⁶⁾ · 함병주⁷⁾ · 최남희²⁾⁸⁾ †

Neural Substrates of Posttraumatic Stress Disorder : Functional Magnetic Resonance Imaging Study Using Negative Priming Task*

Byeong-Taek Lee, Ph.D.,¹⁾²⁾ Jeong Ryu,²⁾³⁾ Dong Hoon Lee,⁴⁾ Myeong-Ho Sohn, Ph.D.,⁵⁾
Nae Hee Kang, Ph.D.,⁶⁾ Byung-Joo Ham, M.D., Ph.D.,⁷⁾ Nam Hee Choi, Ph.D.²⁾⁸⁾ †

ABSTRACT

Objectives : Posttraumatic stress disorder(PTSD) has been primarily associated with emotional problems. Recently, however, the impact of PTSD on cognitive processes has interested a growing number of researchers. The current study is aimed at investigating the cognitive aspects of PTSD at both behavioral and neurological levels.

Methods : We recruited individuals with PTSD who survived the Daegu subway explosion in 2003 as well as non-PTSD individuals as a control group. To evaluate the inhibitory processes and the neural mechanisms, we had these individuals perform the negative priming task simultaneously with functional MRI scanning.

Results : Behaviorally, the negative priming effect was intact in the control group but was not evident in the PTSD group. In the imaging results, only the PTSD group showed the negative priming effect (i.e., increased activation of the negative priming condition as opposed to the neutral condition) in the dorsolateral prefrontal cortex, anterior cingulate cortex, and inferior temporal gyrus. The PTSD group also showed increased activity for the positive priming condition as opposed to the neutral condition in the claustrum. These results confirm and extend the previous findings that the integrity of the ACC is compromised in the trauma survivors due to

*이 논문은 2005년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2005-042-E0003).

¹⁾서울대학교 심리과학연구소 *Institute of Psychological Science, Seoul National University, Seoul, Korea*

²⁾서울내러티브 연구소 *Seoul Institute for Narrative Studies, Seoul, Korea*

³⁾연세대학교 인지과학 협동과정 *Cognitive Science Program, Graduate School, Yonsei University, Seoul, Korea*

⁴⁾인디애나대학교 심리학과 *Department of Psychology, Indiana University, IN, USA*

⁵⁾조지워싱턴대학교 심리학과 *Department of Psychology, George Washington University, Washington D.C., MA, USA*

⁶⁾중앙대학교 영어영문학과 *Department of English Language and Literature, Chung Ang University, Seoul, Korea*

⁷⁾한림대학교 의과대학 한강성심병원 정신과학교실

Department of Psychiatry, Hangang Sacred Heart Hospital, Hallym University Medial Center, Seoul, Korea

⁸⁾서울여자간호대학 *Seoul Women's College of Nursing, Seoul, Korea*

†교신저자 : 최남희, 110-807 서울 종로구 돈의동 39-2 낙원오피스텔 803호

전화) (02) 743-7671, 전송) (02) 744-7671, E-mail) lamia@nuri.net

disrupted white matter tract.

Conclusions : The current results suggest that deteriorated performance of the PTSD group may be due to the functional problem as well as the structural abnormalities.

KEY WORDS : Posttraumatic stress disorder · Functional magnetic resonance imaging · Negative priming task · Anterior cingulate gyrus.

서 론

재난 생존자에서 발병되는 대표적인 장애인 외상후 스트레스장애(post traumatic stress disorder : PTSD)는 교통 사고, 전쟁, 고문, 자연재해, 폭행, 성폭행 등과 같이 신체적 상해나 혹은 생명의 위협에 수반하는 극심한 스트레스 유발 사건을 겪은 후 사건에 대한 재경험, 회피 및 둔마, 과각성 등의 증상을 겪는 정신과적 장애로 정의 될 수 있다.¹⁾

최근 PTSD에 관한 관심이 증가하고 있는데, 이것은 최근 초고속 산업화의 후유증에 의한 각종 산업재해 및 대형사고의 빈발, 테러 위협의 증가로 인해 이 장애의 유병율이 높아지고 있을 뿐 아니라, 교통사고(연간 사망자 8,000명, 부상자 30만명), 삼풍백화점 사고, 성수대교 붕괴, 대구지하철화재 등과 같은 대형사고가 빈발하고 있는 현실과 무관하지 않다. 이 장애의 평생 유병율은 8%로 알려져 있으나 외상의 경험한 사람들에서는 PTSD의 유병율이 30~75%로 급증하는 것으로 알려져 있다.²⁾

근래 외상후 스트레스 장애자의 생물학적 기전에 대한 관심이 증가하면서, 이들 외상후 스트레스 장애의 생리적 기전을 이해하기 위한 시도들이 있어왔고, 몇 가지 중요한 사실들이 발견된 바 있다.³⁾ 즉, PTSD에 의해 기능적, 구조적으로 손상되는 뇌 영역이 크게 세 가지로 나누어진다는 점이다. 첫째, 단기기억에서 장기기억으로의 전이의 기능을 담당하는 것으로 알려진 해마(hippocampus)가 스트레스의 영향을 받으며, 이로 인해 기억능력의 저하가 발생한다.⁴⁾ 둘째, 공포와 관련된 정서 처리에 수반되는 편도체(amygdala)의 이상기능이 발생하여, 특정 자극에 과잉 반응을 보이게 된다.⁵⁾ 마지막으로, 정서 조절과 관련된 기능에 수반되는 전대상회(anterior cingulate cortex)와 하전두엽(inferior frontal gyrus) 영역이 PTSD로 인해 손상된다. 이 영역은 전두엽과 중뇌

의 기능을 매개하는 곳으로 알려져 있는데, 그 중, 편도체의 과잉활성을 감지하고 적절하게 통제하는 역할을 담당한다고 알려져 있다. Shin 등⁶⁾⁷⁾에 따르면, PTSD 환자들에서 편도체의 과잉 활동이 잘 통제되지 않는 것이 이 구조를 조절하는 전대상회와 내측 전전두엽의 기능에 이상이 있기 때문이라는 것이다. 최근 Kim 등⁸⁾은 대구 지하철사고의 생존자들을 대상으로 뇌구조의 변화를 보고하였다. 이 연구에서 생존자들은 특히 전대상회 백질에서 이상소견이 관찰되었으며, 전대상회 백질다발의 통합성(integrity) 손상이 PTSD의 병리적인 측면에 주요한 역할을 하는 것으로 시사되었다.

최근에는 PTSD가 단순히 정서적인 문제에만 국한된 것이 아니라 인지적인 손상을 수반한다는 주장이 제기되었다. Cook 등⁹⁾에 따르면, PTSD를 경험한 사람들에게서 인지적 손상의 위험이 증가하며, 기억력 장애의 가능성을 시사한다. Kim 등의 연구는 국내의 PTSD 집단의 뇌구조상의 이상소견을 보고한 바 있으나, 아직까지 뇌의 기능적인 이상을 보고한 연구는 전무한 실정이다.

외상후 스트레스 경험이 어떤 인지적인 측면에 영향을 미치는 지를 인지과정을 설명하는데 가장 흔히 사용되는 개념인 작업기억(working memory)과 그 작업기억의 주요한 기능 가운데 하나인 억제기제(suppression mechanism)를 평가하는 부적점화과제를 이용하여 규명하고자 한다. 즉, PTSD 환자들의 주요 증상 가운데 하나인 플래쉬백(flashback)은 일상적인 생활 가운데의 평범한 사건들을 통해서도 촉발되며, 이에 따라 활성화된 기억은 현재 수행해야 하는 과제를 방해하게 될 것이다. 이러한 현상이 PTSD의 주요 정신병리에 해당된다면, PTSD 집단의 인지기능의 문제점이 관찰될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 부적점화 과제 수행 상황에서 PTSD 집단과 대조군과의 비교를 통해 PTSD 집단의 인지기능에서의 문제점을 기존의 구조연구의 결과를 토대로 연구하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

외상후 증후군을 갖는 것으로 진단받은 대구지하철 사고의 피해자 남녀 13명(남자 8명, 여자 5명)이 실험에 참여하였으며, 건강한 남녀 17명(남자 10명, 여자 7명)을 대조군으로 하였다. 참가자들의 평균 연령은 정상군이 26.8세(범위 : 23~33세)로 모두 오른손잡이였고, 외상후 증후군 집단 참가자의 평균 연령은 26.0세(범위 : 23~30세)였으며, 두 집단의 참가자 모두 신경계 질환의 과거력이 없었다. 이들의 선발은 무선적이었으나, PTSD 집단의 연령, 성, 교육 수준 등을 고려하여 이러한 요인들의 혼입의 가능성이 배제될 수 있도록 하였다. 모든 참가자는 자발적으로 참여하였고, 모든 실험의 절차는 서울대학교 의과대학의 윤리기준에 준하였다.

2. 기능적 뇌영상 과제

본 연구에서는 PTSD 집단의 인지기능의 측면 가운데 특히 작업기억의 억제 기억에서의 손상 여부를 확인하기 위해 부적 점화과제를 사용하였다. 사람들은 자신이 원하는 정보를 효과적으로 선택하여 장기 기억에 저장하고, 또 이후에 인출하여 원활히 사용하기 위해 집행통제 기제를 사용한다.¹⁰⁻¹⁵⁾ 정상인과 PTSD 환자들을 비교한 선행연구들에서 집행통제의 기반이 되는 뇌영역으로 알려진 등외측 전전두피질과 내측 전전두피질, 전대상회 등의 영역에서의 차이가 보고된바 있다.¹⁶⁾

본 과제에서 피험자들은 표적 자극(○)의 위치를 판단을 해야 한다. 자극의 조건은 긍정(positive), 부정(negative), 중성(neutral)의 세조건이며, 이는 공간적인 부적점화(negative priming) 효과를 보기위한 것이다. 그림 1에서 볼 수 있듯이, 정적 조건은 표적의 위치가 이전 점화 시행(priming trial)과 다음 검사 시행(test trial)에서 차이가 없고 방해자극의 위치가 차이가 있을 때를 말한다. 이 조건에서는 표적에 주의를 주고 있었으므로 주의의 분산이 없어도 반응을 쉽게 할 수 있으며, 따라서 반응시간이 다른 조건에 비해 빠르다. 중성조건은 표적과 방해자극의 위치가 모두 바뀔 때를 가리킨다. 단, 표적의 위치가 방해자극의 위치에 가면 안 된다. 이 조건에서의 반응시간은 정적 조건과 비교하여 크게 차이가 없을 것이다. 마지막으로 부적조건은 이후 시행의 표적

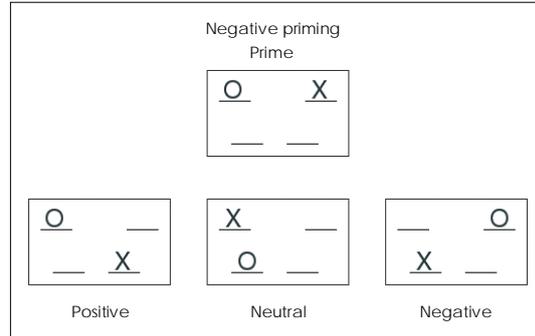


Fig. 1. Schematic diagram of the negative priming task. The presentation of the prime was followed by the target and distractor. In the neutral condition, the location of the target was irrelevant to the location of the prime stimulus. In the positive condition, the target was placed on the same location of the target in the prime set. In the negative condition, the target was placed on the same location of the distractor in the prime set.

의 위치가 이전 시행의 방해자극의 위치에 놓일 때를 가리킨다. 따라서 이전 시행에서 주의를 억제(inhibition)하고 있었던 곳에 주의를 주어야 하며, 반응시간이 다른 조건에 비해 월등히 느려질 것으로 기대된다. 자극 제시는 개인용 컴퓨터와 이에 설치된 e-prime 프로그램을 이용하여 자극 제시, 시간 통제 등이 이루어졌다.

피험자들은 본실험을 시작하기 전, 컴퓨터에 있는 화면을 보며, 실험의 내용에 관한 설명을 듣고 연습하였다. 화면에 제시되는 두 가지 도형, 즉 동그라미(○)와 엑스(X) 중 동그라미에 집중하고, 연속해서 두 번 나오는 그림 중 처음과 두 번째에 나타난 동그라미의 위치 변화가 같으나(마우스 왼쪽 클릭) 혹은 다르나(마우스 오른쪽 클릭)를 판단하도록 하였다. 실험참가자는 MRI 기계에 누워 얼굴 앞에 설치된 거울로 위와 같은 자극을 보고 미리 쥐어준 마우스를 눌러 반응하였다.



3. MRI촬영

MRI 촬영은 Signa 1.5T 기기(Siemens Medical Systems, Iselin, New Jersey, USA)을 이용하였으며, echo planar imaging(EPI)을 구현한 gradient echo sequence를 사용하였다. 이미지 획득에 사용한 조건은 다음과 같았다 ; TR 1500ms, TE 60ms, flip angle 90도, number of slices 18 without gap, slice thickness 6.0mm,

matrix size 64×64 ; field of view 240×240mm, inplane resolution 3.75×3.75mm. 촬영 평면은 AC-PC(anterior commissure-posterior commissure) 선과 평행하도록 위치시켰다. EPI 이미지의 정규화를 위해 T1 이미지들을 얻었으며, 이 때의 조건은 TR 500ms, TE 12ms, matrix size는 256×256이었다.

4. 통계 분석

30명의 참가자들로부터 나온 뇌영상 자료들을 SPM(Wellcome Department)을 이용하여 표준화된 공간에 정규화시키고 활성화 영역을 측정하였다. 각 참가자의 결과를 토대로 집단분석을 실시하였으며, voxel당 $p < .001$ 의 역치(다중비교에 대해 비보정)를 통과한 부피점을 선택한 후, 이들 가운데 연속된 활성화 영역의 크기가 $4 \times 4 \times 4 \text{mm}^3$ 크기의 부피점 10개 이상인 경우를 유의한 활성화 영역으로 삼았다.

결 과

1. 행동실험 결과

대조군의 평균 반응시간이 전체적으로 PTSD 집단의 반응시간보다 신속했다($F(1, 28) = 8.411, p < .005$; 700 ms vs 994ms). 또한 대조군은 정적조건(691ms)에서 가장 빠른 반응시간을 보였으며, 중립조건(695ms)과 부적조건(712ms)에서의 반응시간이 느렸다. 부적조건과 정적 조건을 중립조건과 각각 비교했을 때, 정적점화효과는 유의하지 않았으며($t(16) = 0.30, p > .5$), 부적점화

효과만이 유의했다($t(16) = 3.33, p < .005$). PTSD 집단의 경우, 반응시간 길이의 순서는 대조군과 비슷하지만(중립조건 : 1,006ms, 정적조건 : 990ms, 부적조건 : 988ms)(표 1), 정적점화효과($t(12) = .61, p > .5$)와 부적점화효과($t(12) = .082, p > .4$) 모두 유의하지 않았다.

정확반응율의 경우 전체적으로 PTSD 집단이 대조군에 비해 낮은 수행의 경향을 보였으나(94.0% vs 97.4%), 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($F(1, 28) = 2.08$). 한편 자극의 조건과 집단간의 상호작용 역시 통계적으로 유의하지 않았다($F(2, 56) < 1$). 또한 각 집단에서 정적조건과 중립조건, 그리고 부적조건과 중립조건을 비교했을 때에도 어느 조건에서도 통계적으로 유의하지 못했다. 정확반응율에서의 이러한 통계적인 차이 없음의 결과는 반응시간 결과에서 보여준 대조군의 부적점화효과가 속도-정확성 상호작용에 기인한 것이 아님을 보여준다.

2. 뇌영상 실험 결과

모든 조건에서 PTSD 집단에 비해 대조군이 더욱 활성화된 영역은 관찰되지 않았다. 그러나 PTSD 집단은 대조군에 비해 정적 조건에서 담장(claustrum) 영역이 더욱 활성화됨이 관찰되었다(그림 2). 부적 조건에서는 등외측 전전두피질(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC), 전대상회, 하측두회(inferior temporal gyrus, ITG)의 영역에서 PTSD 집단의 활성화가 더욱 높음이 관찰되었다(그림 3). 각 조건에서의 활성화 영역의 정확한 좌표는 표 2에 기술되어 있다.

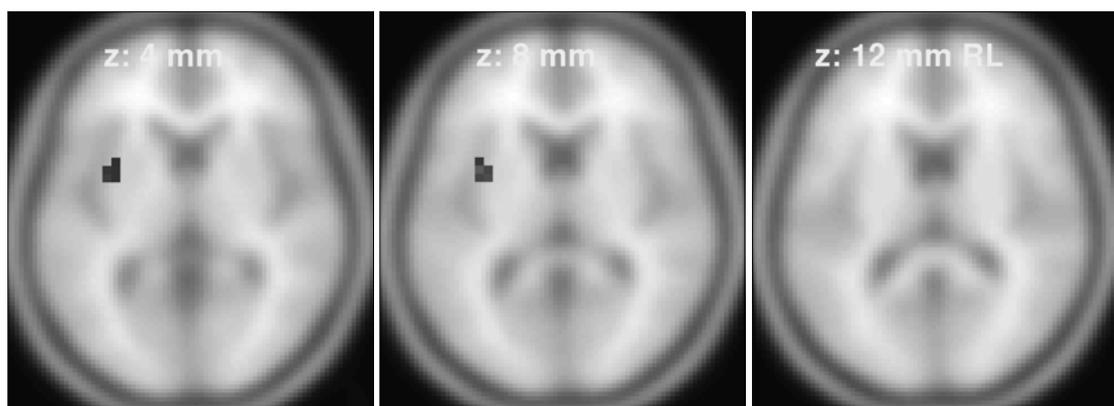


Fig. 2. Activation maps of the contrast between the positive and neutral conditions in the PTSD group masked by the same contrast of the normal control. The activated regions were determined with a threshold of $p < .001$ (uncorrected for multiple comparisons) and a cluster size of at least 10 voxels.

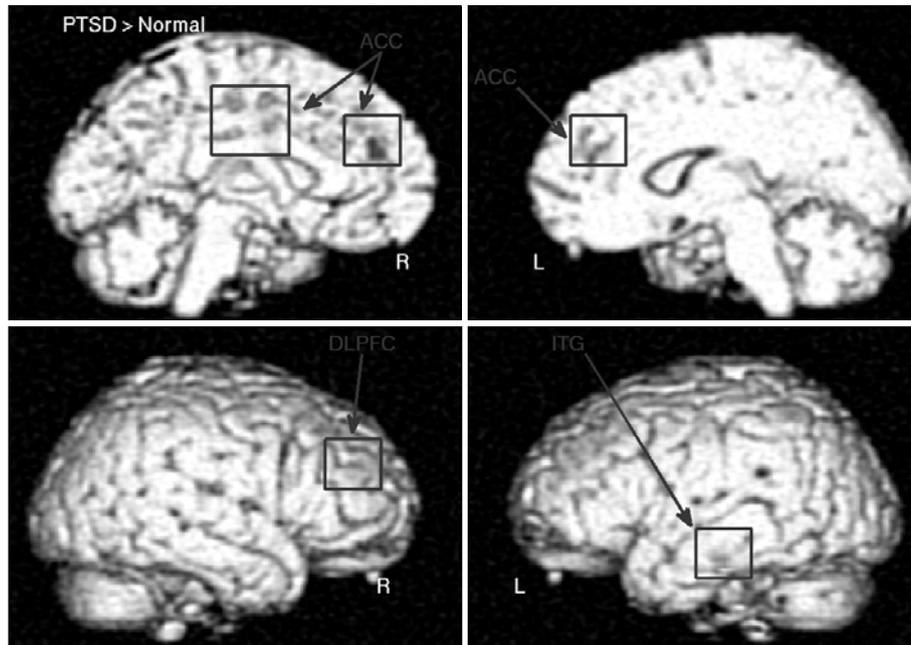


Fig. 3. Three dimensional activation maps of the contrast between the negative and neutral conditions in the PTSD masked by the same contrast in the normal control. R and L represent the right hemisphere and the left hemisphere, respectively. The activated regions were determined with a threshold of $p < 0.001$ (uncorrected for multiple comparisons) and a cluster size of at least 10 voxels.

Table 1. Response time(msec) and accuracy(%), with standard deviation in the parentheses, in the neutral, positive, and negative conditions of PTSD and normal group

Group		Neu	Pos	Neg
PTSD(n=13)	Latency(ms)	1006 (107)	990 (97)	988 (92)
	ACC(%)	96.1(2.2)	91.1(3.0)	94.8(2.8)
Normal(n=17)	Latency(ms)	695 (47)	691 (51)	712 (49)
	ACC(%)	98.5(0.7)	95.0(2.4)	98.6(0.7)

고 찰

이 연구에서 얻은 사실을 요약하면, 첫째, 행동수준에서 대조군의 경우에는 부적 점화효과가 분명하게 나타나는 반면, PTSD집단은 정적점화효과와 부적점화효과가 모두 관찰되지 않았다는 점이다. 이 결과 중, 대조군의 경우 정적 점화효과가 나타나지 않은 이유는 바닥효과로 볼 수 있다. 이는 대조군의 경우 첫번째 자극을 처리하면서 첫번째 자극 과제에 부합하지 않은 자극 위치를 성공적으로 억제할 수 있었던 것에 반해, PTSD 집단의 경우에는 이러한 억제가 성공적이지 못했음을 의미한다. 이 결과는 PTSD 집단이 과제에 부적합한 자극을 억제하는 기

체가 손상되었을 가능성을 시사한다. 다만 두 집단간의 상호작용이 유의하지 않았는데, 이것은 PTSD 집단이 보이는 큰 변산성과 이에 따른 큰 오차변량에 기인하는 것으로 보인다. 둘째, 신경수준에서 부적조건과 중립조건을 비교했을 때, 통제군에 비해 PTSD 집단에게서 전대상회와 등외측 전전두피질 영역, 하측두회 등의 영역에서 더욱 높은 활성화가 관찰되었다. 셋째, 뇌기능영상 자료에서 정적점화 조건과 중립조건을 비교했을 때, 담장(claustrum) 영역에서 PTSD 집단에서의 활성화 수준이 대조군에 비해 높게 관찰되었다.

얻어진 결과들을 통해 대조군과 비교해서 PTSD 집단은 주의에 집중해야 할 곳과 집중을 방해하는 요소 간의 초점 맞추기의 차이가 보이지 않았음을 알 수 있는데, 이

Table 2. Local maxima in the activated regions by the PTSD group for the positive versus neutral conditions and the negative versus neutral conditions. The specific coordinates are presented in the MNI space ; k represents the cluster size of activated voxels, and BA represents Brodmann area. The activated regions were determined with a threshold of $p < 0.001$ (uncorrected for multiple comparisons) and a cluster size of at least 10 voxels

Condition	x	y	z	k	BA	z	Region
Positive>Neutral							
PTSD>Normal	36	4	8	10	-	3.95	Claustrium
Negative>Neutral							
PTSD>Normal	20	48	24	17	46	3.82	Medial frontal gyrus
	-8	48	24	10	32	3.80	Anterior cingulate cortex
	-16	0	36	26	24	3.69	Anterior cingulate gyrus
	-24	-20	48	19	24	4.24	Anterior cingulate gyrus
	-48	-24	-24	12	20	3.86	Inferior temporal gyrus

는 과제 수행에 어려움을 겪고 계속되는 반복 체험이 즉각적 경험의 현장에서 제시되는 역할에 집중하기보다 해결되지 못한 부정적 자극인 지하철 사고의 기억을 억제하지 못하기 때문이라는 추론을 가능케 한다.¹⁷⁾ 재난체험으로 인한 침윤적 기억이 일상의 주의를 흐뜨리게 한다고 해석할 수 있다. 이러한 설명은 일관된 대화를 이끌어 가거나 공부하기 등에 어려움을 느끼고, 시간을 두고 일어나지만 일상적으로 반복되는 일과에 대해서도 자주 흐트러지는 것과 같은 일상적인 경험과 매우 일치하는 것으로 보이며, PTSD의 플래쉬백 기억이 과제무관 정보를 억제하거나 여과시키지 못하는 것에 기인할 수 있다는 점을 시사한다.

무엇보다 중요한 결과는 부적 점화조건에서 PTSD 집단이 통제집단에 비해 전대상회에서의 활성화 수준이 높았음이 관찰되었다는 점이다. 이 결과가 중요한 까닭은, 첫째, 이 결과가 Kim 등⁸⁾의 구조 연구의 결과를 보완할 수 있다는 점이다. 즉, Kim 등이 발견한 PTSD 집단의 전대상회의 백질에서의 이상소견을 본 연구에서 기능적인 측면에서 다시 확인한 것이라고 해석할 수 있다. 실제로 Kim 등에 참여한 PTSD 집단의 피험자들이 본 연구에 함께 참여하였다는 점에서 Kim 등의 연구와 본 연구의 결과를 함께 연결하는 것은 매우 적절하다고 할 수 있다. 둘째, 실험에 사용되는 자극에서 정서적인 면을 가능한 배제한 인지적인 과제를 사용했다는 점이다. 이러한 결과는 Cook 등⁹⁾이 주장한 바와 같이, 재난후 외상장애자가 정서적인 부분에서 뿐만 아니라 인지적인 측면에서도 문제의 소지가 있음을 기능적 뇌영상 연구를 통해 보여주었다는 데에 의의가 있다. 이 결과는 또한 억제

기제에서의 차이가 외상후 스트레스 장애를 겪는 사람들과 일반인들간에도 관찰될 수 있을 것임을 강력히 시사한다. 다만 기존의 재난 관련 연구의 결과는 성인만을 대상으로 관찰된 것이라는 점과 그 피해자들이 인적재난에 국한된 것이라는 점에서 다른 성질의 재난 피해자에 대한 혹은 다른 연령대의 피해자에 대한 일반화에 한계가 있다.

본 연구의 제한점 가운데 가장 중요한 점은 본 연구의 결과가 기존의 PTSD 집단을 대상으로 수행된 기능영상 연구에서의 결과와 다르다는 점이다. 즉, 본 연구에서는 정상대조군과 비교했을 때 PTSD 집단이 전대상회의 활성화를 보인 반면, 기존 연구에서는 PTSD 집단에서 오히려 같은 영역의 비활성화를 관찰하였다. 이와 같은 연구간의 결과에서의 차이는 실험에 사용된 과제가 기존 연구에서 주로 정서적 과제를 사용한 반면, 본 연구에서는 정서적 요인이 최소화된 인지적 과제였다는 점이다. 뿐만 아니라, 인종의 차이에 따른 문화적 차이, 혹은 PTSD를 유발한 사고유형의 차이 등이 본 연구의 결과와 기존 연구 결과의 차이를 설명할 수 있다. 다만, 이 연구에서는 이러한 차이를 설명할 수 없다는 한계가 있으며, 각각의 가능한 요인에 관한 후속 연구가 필요할 것이다.

또한 본 연구에서 관찰한 등외측 전전두피질에서의 활성화 차이도 중요한 것으로 보인다. 이 영역은 작업기억의 주요 영역으로 알려져 있다.¹²⁾¹⁸⁾ 따라서 작업기억의 억제기능을 요구하는 본 연구의 부적점화과제의 부적 점화조건에서 집단간 활성화 차이가 관찰되었다는 점은 이 영역의 기능에서 PTSD집단과 대조군과의 차이를 보여준다고 할 수 있다. 다만, 전대상회 영역의 활성화와 구

분되는 점은 구조적인 측면에서의 집단간 차이를 함께 보여준 전대상회에 비해 등외측 전전두피질은 기능적인 측면에서만 집단차가 관찰되었다는 점이다. 따라서 전대상회 영역의 활성화에서의 집단간 차이가 구조적인 측면에서의 변화에 기인하는 반면, 등외측 전전두피질에서의 활성화에서의 차이는 구조적인 측면과는 독립적인 기능적인 차이에서 비롯되는 것으로 해석될 수 있다.

하측두회에서의 활성화의 차이 역시 등외측 전전두피질의 활성화에서의 집단간 차이와 같은 의미를 갖는 것으로 보인다. 이 영역은 중측두 고랑 아래에 위치하여 하후두회와 연결되어 있다. 하후두회는 시각처리 가운데 사물의 처리와 관련된 영역으로, 하측두회에서의 활성화는 PTSD 집단의 피험자들이 부적 점화과제를 수행하는 동안 위치에 대한 적절한 처리보다 제시되는 사물의 정체에 대한 부적절한 처리를 수행했을 가능성을 시사한다.

중립조건과 비교했을 때, 정적 조건에서 더욱 활성화된 영역이 담장이라는 점도 흥미롭다. 이 영역은 최근 Crick과 Koch¹⁹⁾에 따르면 의식의 기능에 중요한 역할을 수행하는 곳이다. 즉 동일한 과제를 수행하는 중에도 PTSD 집단의 각성수준이 더욱 높았을 가능성을 시사한다. 다만 이 영역의 기능에 대한 연구가 부족하기 때문에, 본 연구의 결과를 더욱 구체적으로 해석하는 것이 곤란하다.

마지막으로 선행 연구 결과에서 관찰된 바 있는 해마와 편도체에서의 구조적인 차이가 본 연구에서는 기능적인 측면에서 집단간 차이를 관찰하지 못했다. 특히 기존 연구들에서 해마의 볼륨을 측정하여 트라우마의 심각성을 검토하는 자료로 삼고 있음에도 불구하고 본 연구에서는 해마영역에서의 집단간 차이를 어느 조건에서도 관찰하지 못하였다. 이러한 연구들 간의 차이는 본 연구의 과제가 이들 영역의 구조적인 차이를 반영하기에 적절치 않았기 때문일 수 있다. 즉, 인지적인 수준에서는 이들 영역에서의 차이가 관찰되기 어려울 가능성이 있다. 오히려 정서적인 측면을 수반하는 과제를 실시한다면, 이들 영역에서의 활성화 수준에서 집단간의 차이를 관찰하는 것이 가능할 것이다.

본 연구와 같이 인지적인 측면으로부터의 접근은 정서적인 측면으로부터의 접근과 마찬가지로 이후의 치료 혹은 예방을 위한 개입에도 의미를 갖는다. 행동적인 측면에서의 문제를 발견하는 것은 정서적인 측면에서도 가능하지만, 인지적인 측면에서도 가능하다. 따라서 작업기억의 억제기능에서의 집단간 차이를 시사하는 본 연구의

결과는 트라우마의 심리적 생리적 영향을 객관적으로 평가할 수 있는 지표를 제공할 뿐만 아니라, 어떻게 상담하고 지원활동을 하는 것이 뇌의 기능을 원상회복시킬 수 있는 지에 관한 재활 지식의 토대로 역할할 수 있다는 점에서 행동치료 혹은 그 밖의 인지적인 치료를 수행하는 분야에 예방 혹은 치료 방향의 정립에 실질적인 도움을 줄 수 있을 것이다.

중심 단어 : 외상후 스트레스 장애 · fMRI · 부적점화 효과 · 전대상회(ACC).

참고문헌

1. American Psychiatric Association. Dignostic and statistical manual of mental disorders. 4th ed. Washington DC:1994.
2. Kessler RC, Sonnega A, Bromet, E, Hughes M. Post-traumatic stress disorder in the National Comorbidity Survey. Archives of General Psychiatry 1995;52:1048-1060.
3. Vermetten E, Bremner JD. Circuits and systems in stress. I. Preclinical Studies, *Depress. Anxiety* 2002; 15:126-147.
4. Bremner, JD Southwick, SM Charney DS. The Neurobiology of Posttraumatic Stress Disorder: an integration of animal human research, In Saigh, PA, & Bremner JD, *Posttraumatic Stress Disorder: a comprehensive text*, NY: Allyn & Bacon:1999. p.103-143.
5. Liberzon I, Taylor SF, Amdur R, Jung TD, Chamberlain KR, Minoshima S, et al. Brain activation in PTSD in Response to Trauma-Related Stimuli, *Biological Psychiatry* 1999;45:817-826.
6. Shin LM, Whalen PJ, Pitman RK, Bush G, Macklin ML, Lasko NB, et al. An fMRI study of anterior cingulate function in posttraumatic stress disorder. *Biological Psychiatry* 2001;50:939-942.
7. Shin LM, Shin PS, Heckers S, Krangel TS, Macklin ML, Orr SP, et al. Hippocampal Function in Posttraumatic Stress Disorder. *Hippocampus* 2004;14:292-300.
8. Kim MJ, Lyoo IK, Kim SJ, Sim M, Kim N, Choi N, et al. Disrupted white matter tract integrity of anterior cingulate in trauma survivors. *NeuroReport* 2005;16: 1049-1053.
9. Cook JM, Ruzek JI, Cassidy E. Possible Association of Posttraumatic Stress Disorder With Cognitive Impairment Among Older Adults. *Psychiatric Services* 2003;54:1223-1225.
10. Chao LL, Knight RT. Human prefrontal lesions increase distractibility to irrelevant sensory inputs, *Neuropsychology* 1995;6:1605-1610.
11. Dagenbach D, Carr TH (Eds). *Inhibitory Process in*

- Attention, Memory and Language. Sandiego: Academic Press:1994.
12. **Smith EE, Jonides J.** Storage and Executive Processes in the Frontal Lobes, *Science* 1999;283:1657-1661.
 13. **Hasher L, Zacks RT.** Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 22 (pp. 193-225). New York, NY: Academic Press:1988.
 14. **Anderson MC, Spellman BA.** On the status of inhibitory mechanism in cognition: Memory retrieval as a model case. *Psychological Review* 1995;102:68-100.
 15. **Bjork RA.** In varieties of memory and consciousness: Essays in honour of Endel Tulving (Eds. Roediger, H. L., & Craik, F. I. M.) Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates:1989.
 16. **McNally RJ.** Cognitive abnormalities in post-traumatic stress disorder. *Trends in Cognitive Sciences* 2006;10: 271-277.
 17. **Layton B, Krikorian J.** Memory Mechanisms in Post-traumatic Stress Disorder. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences* 2002;14:254-261.
 18. **Goldman-Rakic PS.** Circuitry of primate prefrontal cortex and regulation of behavior by representational memory, In *Handbook of Physiology: The Nervous System. Higher Functions of the Brain*, Bethesda, MD: American Physiological Society, 1987; sect. 1, vol. V, pt. 1, chapt 9: 373-417.
 19. **Crick FC, Koch C.** What is the function of the claustrum? *Philosophical Transactions the Royal Society B* 2005;360:1271-1279.