

양측성으로 교대하는 청각자극이 삽화성 기억 인출에 미치는 영향

건양대학교 의과대학 건양대학교병원 정신건강의학교실,¹
한국표준과학연구원 미래융합기술부 뇌인지측정센터,² 과학기술연합대학원대학교 의학물리학과³
이재창¹ · 김지웅¹ · 권혁찬¹ · 김기웅² · 김민영² · 이용호² · 임상현^{2,3} · 김승준¹

The Effect of Bilaterally Alternating Auditory Stimulations on the Episodic Memory Retrieval

Jae-Chang Lee, MD¹, Ji-Woong Kim, MD, PhD¹, Hyuk-Chan Kwon, PhD²,
Kiwoong Kim, PhD², Min-Young Kim, PhD², Yong-Ho Lee, PhD²,
Sanghyun Lim, MS^{2,3} and Seung-Jun Kim, MD¹

¹Department of Psychiatry, Konyang University College of Medicine, Konyang University Hospital, Daejeon, Korea

²Center for Brain and Cognition Measurement, Division of Convergence Technology, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon, Korea

³Department of Medical Physics, University of Science and Technology, Daejeon, Korea

Objectives Previous research has shown that bilaterally alternating eye movements enhance episodic memory retrieval. This effect has been considered an important mechanism of the therapeutic effects of eye movement desensitization and reprocessing (EMDR) treatment. We conducted this study in order to test the hypothesis that bilaterally alternating auditory stimuli would also have similar effects on episodic memory retrieval.

Methods Thirty eight right-handed subjects participated in this study. Subjects learned words, and then received bilaterally alternating auditory stimuli (as experimental stimuli) or unilateral auditory stimuli (as control stimuli). Subsequently, they performed recognition memory task. Recognition accuracy, response bias, and mean response to hits were used for evaluation of episodic memory retrieval. Repeated measures analysis of variance was performed for statistical analysis.

Results There was no significant effect of experimental conditions in recognition accuracy, the response bias, and mean response time to hits.

Conclusion Unlike the previous positive results of bilaterally alternating eye movements, we did not observe an enhancing effect of bilaterally alternating auditory stimuli compared to unilateral auditory stimuli on episodic memory retrieval. This result suggests the possibility that the therapeutic mechanisms of EMDR might differ according to modalities of bilateral stimulation.

J Korean Neuropsychiatr Assoc 2013;52:353-359

KEY WORDS Bilateral stimuli · Auditory stimuli · Episodic memory · Eye movement desensitization reprocessing.

Received May 22, 2013
Revised June 26, 2013
Accepted July 25, 2013

Address for correspondence

Ji-Woong Kim, MD, PhD
Department of Psychiatry,
Konyang University
College of Medicine,
Konyang University Hospital,
158 Gwanjeodong-ro, Seo-gu,
Daejeon 302-182, Korea
Tel +82-42-600-9160
Fax +82-42-600-9090
E-mail Cortex@konyang.ac.kr

서론

안구운동탈민감재처리(eye movement desensitization and reprocessing, 이하 EMDR)는 정신치료기법의 하나로, 외상 후 스트레스장애(posttraumatic stress disorder, 이하 PTSD)의 치료에 효과적인 것으로 알려져 왔으며,¹⁾ 수십년간 임상 실제에서 사용되고 있다. EMDR 치료시 외상적 기억에 대한 접근과 처리에 양측성 자극이 사용되는데, 양측성 안구운동 뿐만 아니라 양측성으로 교대하는 청각 자극 혹은 촉각 자극

등이 이용되기도 한다.²⁾

양측성 자극이 어떤 식으로 효과를 나타내는가에 대해서는 다양한 가설이 있다. 주로는 양측성 안구 운동의 치료 이전에 대한 연구를 통한 가설이 제시되어 왔으며, 작업 기억(working memory) 가설,³⁾ 상호 억제(reciprocal inhibition) 가설,⁴⁾ 분리 과정(detached processing) 가설,⁵⁾ 대뇌반구간 통합(inter-hemispheric integration) 가설⁶⁾ 등이 주장되어 왔다.

특히 최근 들어 관심의 대상이 되는 연구 분야 중 하나는 양측성 자극이 삽화성 기억에의 접근 및 회상에 미치는 영향

에 대한 연구들이다. Parker와 Dagnall⁷⁾은 양측성 안구운동이 자서전적 기억의 회상율을 증가시킨다고 보고하였고, Christman 등⁸⁾도 양측성 안구운동이 어린 시절의 기억을 증강시킴을 관찰하였다. 또한 양측성 안구운동이 연상적 정보나 맥락적 정보의 인출을 증강시키는 것으로 관찰되었다.⁹⁾ 본 연구진도 양측성 안구 운동시 안구 고정 조건에 비해 단어 목록을 이용한 재인기억 과제 수행에서 인식 정확도의 증가를 관찰한 바 있다.¹⁰⁾ 이러한 연구들은, 삽화성 기억에 대한 접근과 회상의 증강이 양측성 자극에 의한 치료 효과를 나타내게 하는 기전 중 일부일 수 있음을 시사한다. 나아가, Jeffries와 Davis¹¹⁾는 최근의 종설에서 양측성 안구 운동에 의한 삽화성 기억에 대한 접근성 증강이 핵심적인 EMDR의 치료 기전이라고 주장하였다. 즉, 양측성 안구 운동에 의해 삽화성 기억에 대한 정확성이 증가하게 되고, 이는 비외상적 기억에 대한 회상력을 증가시켜, 삽화성 기억들을 보다 적응적인 정보를 포함하고 있는 신경망에 통합시킴으로써 작용을 나타낸다고 하였다.

하지만 양측성 자극과 기억 회상과의 관련성에 대한 연구들은 양측성 안구운동에 대해서만 집중되어 왔다. 양측성 청각 자극이나 촉각 자극도 EMDR 치료시에 적용될 수 있다고 알려져 있는데,²⁾ 실제로 양측성 자극의 종류에 따른 EMDR의 치료 효과에 대한 연구에서 양측성 안구운동 이외의 자극을 사용했을 때에도, PTSD 환자의 주관적 고통이 감소한다는 것이 관찰되었다.¹²⁾ 또한 실제로 EMDR 치료시에 약 50% 정도의 경우에서 양측성 안구운동 대신에 양측성 청각자극을 사용한다고 한다.¹³⁾ 이런 점에서 양측성 청각 자극이나 촉각 자극도 양측성 안구 운동과 유사한 효과가 있을 것이라는 추측을 해볼 수 있기는 하지만, 양측성 청각 자극이나 촉각 자극도 대조 과제에 비해 삽화성 기억에 대한 접근과 회상을 증강시키는지에 대해서는 알려진 바가 거의 없다.

저자들은 양측성 청각 자극이 삽화성 기억의 회상을 증강시키는 지 여부를 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다. 이를 통해, 기존에 관찰되었던 양측성 안구 운동의 기억에 대한 효과를 다른 종류의 양측성 자극에 대해서도 일반화시킬 수 있는지를 알아보고자 하였다.

방 법

본 연구의 방법과 디자인은, 양측성 자극의 종류와 기억 검사시 단어 제시 방법을 제외하고는, 본 연구진이 양측성 안구 운동에 의한 재인 기억률 증강에 대한 연구¹⁰⁾시 사용했던 것과 거의 동일하게 진행되었다. 자세한 방법은 아래와 같다.

대 상

본 연구에 자원하는 18세에서 45세 사이의 피험자를 대상으로 서면으로 동의를 획득한 뒤(written informed consent) 연구를 진행하였다. Modified Edinburgh 손잡이 척도를 시행하여 오른손잡이만을 연구에 포함시켜 손잡이에 따른 혼란변수를 줄였다. 연구 대상자 모집을 위해 건양대학교병원 원내의 광고판에 포스터를 게시하였고, 이를 보고 자원한 사람들을 대상으로 하였다.

모든 피험자는 한국판 성인용 웨슬러 지능검사(Korean-Wechsler Adult Intelligence Scale, 이하 K-WAIS)를 시행하여 전체 지능지수 80 이하를 배제하였다. 배제 기준으로 신경과적 또는 정신과적 질환 병력, 뇌의 다른 기질적인 병변이나 내분비적인 병력, 알코올 등 약물 남용, 이외 시각적 혹은 청각적 결함, 정신지체를 포함하였다. 정신과적 질환의 배제를 위해서 DSM-IV 축I장애 진단을 위한 구조화된 임상적 면담(Structured Clinical Interview for DSM-IV axis I)을 시행하였다. 이번 연구는 건양대학교병원 임상시험위원회(Institutional Review Board)의 승인을 받았다.

연구 도구

DSM-IV 축I장애 진단을 위한 구조화된 임상적 면담(Structured Clinical Interview for DSM-IV axis I, SCID-I)

First 등¹⁴⁾이 정신장애의 진단 및 통계 편람 제4판(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-IV)의 제1축 진단을 체계적으로 평가하기 위해 개발한 반구조화된 임상면담이다. 국내에서는 2000년 Hahn 등¹⁵⁾이 한국어판을 개발하여 신뢰도 연구를 시행하였고, 신뢰도는 0.7 이상으로 확인되었다.

한국판 성인용 웨슬러 지능검사(Korean-Wechsler Adult Intelligence Scale, K-WAIS)

웨슬러 지능검사는 가장 널리 사용되고 있는 개인용 지능 검사로, K-WAIS는 1992년 Yeom 등¹⁶⁾이 표준화하였고, 신뢰도와 타당도를 검증하였으며, 검사-재검사 신뢰도는 0.76~0.96의 범위에 속한다. 언어성 지능지수(intelligence quotient, 이하 IQ)와 동작성 지능지수, 그리고 전체 지능지수 결과를 얻게 되는데, 본 연구에서는 전체 지능지수를 사용하였다.

Modified Edinburgh 손잡이 척도

Oldfield¹⁷⁾가 제안한 손잡이를 알아보는 척도로, 일상생활

에서 흔하게 있을 수 있는 열 가지 행동을 수행할 때 어느 쪽 손을 사용하는지를 묻는 10개의 문항으로 이루어져 있다. 어느 정도로 사용하는지에 따라 '항상 왼손(-10점)-주로 왼손(-5점)-양쪽 손을 비슷하게 사용(0점)-주로 오른손(+5점)-항상 오른손(+10점)'으로 분류하여 평가하며, -10점에서 +10점의 분포를 가진다. 본 연구에서는 50점 이상을 오른손잡이로 한 선행 연구를 참조하여 오른손잡이만 선별하였다.⁶⁾ 검사-재검사 신뢰도는 0.37~0.80의 범위에 속한다.¹⁸⁾

인식 정확도 및 반응 편향성

양측성 청각자극 조건과 단측성 청각자극 조건에서의 결과값을 비교, 분석하는데, Snodgrass와 Corwin¹⁹⁾이 고안한 인식 정확도(recognition accuracy, Pr), 반응 편향성(response bias, Br)을 사용하였다. 인식 정확도란 얼마나 정확하게 대답을 했는지를 측정하는 척도로서, 맞는 것을 맞다고 대답한 비율에서 맞다고 대답했지만 틀린 비율을 빼준 것과 같다. 반응 편향성이란 틀린 답이 어느 경우에 치우쳐져 있는가를 보는 척도로서 제시된 적이 없다고 한 항목 수에 0.5를 더해 실제 이전 제시된 단어수에 1을 더한 것으로 나눈 뒤 이것을 인식 정확도로 나눈 것이다. 0.5보다 클수록 틀린 것을 맞다고 하는 비율이 높은 것이고, 자유롭게 대답하는 것(liberal response bias)이다. 또한, 0.5보다 작을수록 맞는 것에 대해 대답을 하지 않는 비율이 높은 것으로 피험자들이 보수적으로 반응 편향을 보였다는 것(conservative response bias)이다.

연구 디자인

피험자들은 2단계의 실험을 진행하였다. 1단계에서 단어 학습을 진행하였고, 2단계에서 조건을 달리한 과제 시험을 실시하였다. 청각자극(양측성 또는 단측성) 후 학습한 단어에 대한 재인기억과제를 수행하였는데, 각 피험자는 1주 간격으로 동시시간에 양측성 청각자극과 단측성 청각자극의 두 실험을 진행하였고, 그 순서는 피험자마다 무작위로 역균형시켰다.

기억 과제에 사용된 단어는 본 연구진이 양측성 안구 운동에 의한 재인 기억률 증강에 대한 연구시 사용했던 단어 목록을 동일하게 이용하였다.¹⁰⁾ 즉, 국립국어원에서 발행한 "현대국어 사용빈도조사 2"에 의거하여 빈도수가 10~400에 속하는 2음절 단어를 구체단어 200개, 추상단어 200개씩을 선정하여, 각각의 종류가 절반씩 포함된 100개의 단어 목록 총 4개를 이용하였다.²⁰⁾ 이와 같이 제작된 4개의 단어 목록을 피험자와 실험조건마다 역균형시켜 배정하였다. 학습시, 100개의 단어 목록을 보여주게 하고, 과제 시행시에는 학습된 단어 100개에 새로운 단어 100개를 포함시켜서 피험자에게

보여준 후, 학습했던 단어인지, 아닌지를 판단하여 버튼을 눌러 반응하도록 하였다.

학 습

단어 학습시에는 컴퓨터 모니터를 통해 2초간 단어를 시각적으로 제시하는 동시에 미리 녹음된 단어를 이어폰을 통해 청각적으로 들려주었다. 이어 2초 동안 구체 단어인지 추상 단어인지를 판단하여 버튼을 누르게 하였다. 이후 화면에 "따라 읽으세요"라는 단어가 1초간 나타나고, 1초 빈 화면이 제시되었고, 피험자가 학습하였던 단어를 소리 내어 말하도록 하여, 명확한 부호화 과정을 거치도록 하였다.

양측성 청각자극/단측성 청각자극

Eye movement desensitization and reprocessing시에 사용되는 양측성 안구운동, 양측성 청각 자극, 양측성 촉각 자극 등의 공통점은 양측성으로 교대하는 자극이라는 점이다. 따라서, 본 연구에서는 양측성 청각자극과 양측성으로 교대한다는 속성만 다르고 다른 지각적 속성은 모두 같은 대조 자극으로서 단측성 청각 자극을 고안하여 사용하였다. 이를 통해 두 가지 조건에서 피험자가 듣게 되는 청각적 자극의 회수, 청각적 자극의 음향 특성, 청각적 자극간 간격 등의 조건을 모두 동일하게 대응시키고, 단지 본 연구에서 보고자 하는 양측으로 교대하는 속성만 다르게 청각적 자극이 주어지도록 실험을 디자인하였다.

양측성 청각자극시 피험자는 양쪽 귀에 이어폰을 끼고, 1초에 1회 양측성 청각자극을 들을 수 있도록 0.5초에 한 번씩 교대로 발생하는 소리를 듣게 했다. 피험자는 한 세트당 총 30회의 양측성 청각자극을 듣게 된다.

단측성 청각자극시 피험자는 한쪽 귀에서만 0.5초의 간격으로 소리가 나도록 하여 한 세트당 30초간 반복되도록 하여 양측성 청각자극과 동일한 횟수의 소리를 듣도록 하였다. 단, 재인 기억 과제 수행시마다, 한 번은 30초간 연속해서 오른쪽으로만 청각자극이 주어지고, 그 다음 번은 연속해서 왼쪽으로만 청각 자극이 주어지는 형태로 진행되었다. 이렇게 함으로써 양측성 청각자극과 같은 청각적 자극을 제시하되 편향된 자극만 받도록 고안하였다.

재인기억과제의 시행

30초간 청각자극(양측성 또는 단측성) 과제를 수행시킨 후에는 3초간 휴식을 취하게 하였다. 이어서 컴퓨터 모니터로 단어목록 50개를 제시했는데, 학습했던 단어와 새로운 단어가 섞여 있게 했으며, 눈으로 확인 후 아는 단어인지, 아닌지를 판단하여 버튼을 누르도록 하였다. 단어 제시 1초 전 모니

터 화면에 (+) 표시를 제시하고, 피험자에게 이를 주시하도록 하였다. 곧 이어서 피험자가 단어를 보고 가능한 빠르게재인 기억과제를 수행하게 하였다. 한 블록에서 50회의 재인과제를 시행하도록 하였으며, 블록 간 10초간의 휴식 후 새로운 블록을 시작하였다. 총 4회를 시행하여 200개 단어에 대한 시험을 진행하였다.

통계 분석

청각 자극 조건(양측성 또는 단측성)에 따른 인식 정확도, 반응 편향성과 정확한 답을 제시한 경우의 반응시간을 반복 측정 분산분석(repeated measures analysis of variance)을 이용하여 분석하였다.

또한 단어의 종류를 구분(구체 또는 추상)하여 재차 청각 자극 조건 간 인식 정확도, 반응 편향성 및 정확하게 답한 반응시간의 차이를 반복측정 분산분석을 이용하여 분석하였다. 모든 분석의 통계적 유의 수준은 양방향 $p < 0.05$ 로 하였다. 통계수치는 평균±표준편차로 표시하였다.

결 과

대상군의 사회인구학적 특성

피험자는 남자 22명과 여자 16명을 포함한 총 38명이었다. 평균 나이는 24.37±2.33세였고, 평균 지능지수는 115.26±8.39였다. 평균 Edinburgh 손잡이 점수는 80.34±15.46이었다. 모두 미혼으로 평균 교육 기간은 15.66±0.48년이었다(표 1). 연구 참여자는 대부분 건양대학교 대전캠퍼스 내 학과의 재학생, 혹은 건양대학교병원의 직원이었다.

Table 1. Demographic characteristics of participants

	Participant (n=38)
Gender (male : female)	22 : 16
Age (M±SD)	24.37±2.33
K-WAIS IQ (M±SD)	115.26±8.39
Edinburgh handedness inventory (M±SD)	80.34±15.46
Education, years (M±SD)	15.66±0.48

n : Number, M : Mean, SD : Standard deviation, K-WAIS IQ : Korean-Wechsler Adult Intelligence Scale intelligence quotients

Table 2. Recognition accuracy (Pr) and response bias (Br) and mean response time to hits (msec) values as a function of memory task and auditory stimuli condition

	Bilateral auditory stimulation		Unilateral auditory stimulation		F	p
	M	SD	M	SD		
Pr	0.67	0.11	0.67	0.13	0.054	0.82
Br	0.45	0.24	0.40	0.19	1.949	0.17
Mean response time to hits	343.91	123.35	345.59	122.20	0.012	0.91

M : Mean, SD : Standard deviation

양측성 청각 자극 조건과 단측성 청각 자극 조건의 비교

전체 단어에 대한 인식 정확도[F(1,37)=0.054, $p > 0.05$], 반응 편향성[F(1,37)=1.949, $p > 0.05$], 정확하게 답한 경우의 반응시간[F(1,37)=0.011, $p > 0.05$] 모두에서 양측성 안구운동 조건과 단측성 안구운동 조건 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다(표 2).

단어 종류에 따른 비교

인식 정확도는 구체 단어와 추상 단어 사이의 차이가 유의하게 나타났지만[F(1,37)=42.924, $p = 0.00$](그림 1), 두 종류의 단어 모두에서 청각 자극 간 통계적인 유의한 차이는 없었으며[F(1,37)=0.002, $p > 0.05$], 단어의 종류와 청각 자극 조건 사이의 상호작용 역시 통계적으로 유의하지 않았다[F(1,37)=1.022, $p > 0.05$]. 반응 편향성은 모든 경우에서 0.5보다 작은 값으로 측정되었으며, 단어의 종류[F(1,37)=0.529, $p > 0.05$]나, 조건[F(1,37)=0.025, $p > 0.05$]에 따른 차이가 유의하지는 않았다.

정확하게 대답한 경우에 대한 반응시간에 대해서도 실험 조건에 따른 주효과가 관찰되지 않았으나[F(1,37)=0.012, $p > 0.05$], 단어 종류에 따른 차이는 확인할 수 있었다[F(1,37)=10.242, $p = 0.003$](그림 2). 조건과 종류 사이의 상호작용은 나타나지 않았다[F(1,37)=1.303, $p > 0.05$].

고 찰

본 연구에서는 이전의 연구에서 관찰되었던 양측성 안구운동에 의한 삼화성 기억 증강 효과가 양측성 청각 자극을 주었을 경우에도 관찰되는지를 알아보고자 진행되었다. 그러나 본 연구진의 가설과 달리, 대조 자극인 단측성 청각 자극과 실험 자극인 양측성 청각 자극 간에재인 기억 과제의 수행도 및 반응시간에 차이가 없는 것으로 관찰되었다.

양측성 자극이 어떤 기전을 통해 삼화성 기억의 회상을 증가시키는가에 대해서는 몇몇 연구들을 통한 가설이 제시되어 왔다. 대표적인 가설이 양측성 자극이 좌뇌와 우뇌 사이의 상호작용을 증가시킴으로써 삼화성 기억에 대한 회상을 증강시킨다는 주장이다.^{6,21)} 이전의 연구들에서, 삼화성 기억의

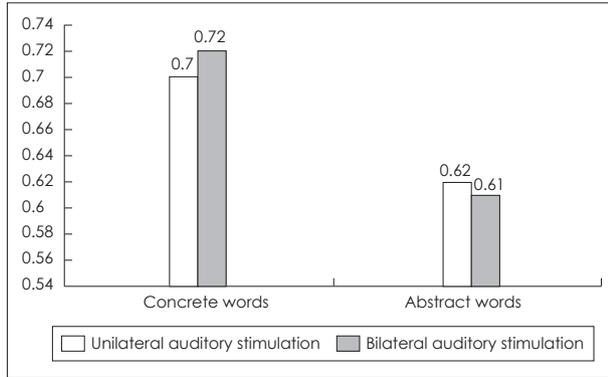


Fig. 1. Recognition accuracy (Pr) for word type and auditory stimuli condition.

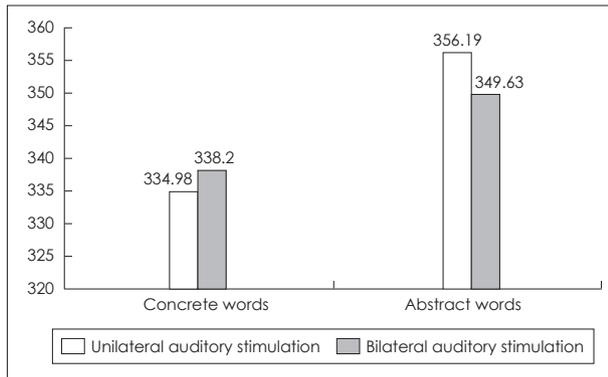


Fig. 2. Mean response time to hits for word type and auditory stimuli condition.

인출과 양측 대뇌 반구 사이의 기능적 소통 증가 간의 관련성이 시사되어 왔다.²²⁾ 이를 바탕으로, 대뇌 반구간 기능적 정보 교환을 증가시키는 자극(예를 들어, 양측성 자극 같은 자극)을 부여하게 되면, 삼화성 기억의 회상력을 증가시킬 수 있을 것이라고 생각할 수 있게 되었다. 실제로 양측성 자극이 대뇌 상호작용을 증가시킬 것이라는 추론들이 있어 왔다. 즉 안구 운동이 반대편 대뇌 반구의 활성도를 증가시키므로,²³⁾ 좌우로 교대하는 양측성 안구운동에 의해 양측 반구의 활성도가 동시에 증가될 수 있음이 시사된 바 있다. Morrison-Stewart 등²⁴⁾은 양측 대뇌 반구의 활성이 동등해지면 대뇌 반구간의 상호작용이 증진될 것이라 주장하였으며, Barcaro 등²⁵⁾은 렘수면 동안 대뇌반구간 상호작용이 증가함을 관찰했는데, 렘수면 동안에 좌우의 안구 운동이 일어남을 감안하면, 양측성 안구 운동에 의해 대뇌 반구간 정보 교환 역시 증가할 것이라고 추론할 수 있다. 이러한 추론들을 근거로 하여, 양측성 자극에 의한 대뇌 반구간 상호작용 증가와 삼화성 기억에 대한 회상 증가 간에 밀접한 관계가 있을 것이라 생각하게 되었다. 또한 양측성 안구 운동에 의한 기억 향상 효과는, 양손잡이를 제외한 한쪽으로 치우친 손잡이의 피험자들을 대상으로 한 연구들에서 주로 관찰되었다.²⁶⁾ 양손잡이는 뇌량의 부피가

증가되어 있으며,²⁷⁾ 이는 양 대뇌반구 간 정보의 교류가 증가할 수 있음을 시사하는 것이다.²⁸⁾ 한쪽으로 치우친 손잡이에서는 이러한 정보의 교류가 상대적으로 적을 수 있는데, 양측성 안구운동은 일시적으로 반구간의 기능적 연결을 보상해 줌으로써 기억향상에 기여한다는 관점 역시 유사한 관점의 주장이라고 할 수 있다.

예측과 달리 나타난 본 연구의 결과 역시 양측성 자극에 의한 대뇌 반구간 의사 소통 증가 가설의 맥락에서 분석을 시도할 수 있겠다. Nieuwenhuis 등²⁸⁾의 주장에 의하면, 뇌로 가는 청각 상행 신경은 뇌간의 여러 수준에서 반대편으로 교차하게 되는데, 이때 모든 신경 섬유가 완전하게 교차하지 않고 상당수가 동측으로 투사하게 된다. 이로 인해, 단측성 청각 자극 역시 동측과 반대측의 대뇌반구 모두를 활성화시킬 수 있고, 따라서 양측성 청각자극과 단측성 청각 자극 간에 삼화성 기억 회상률의 차이가 유의하지 않았을 가능성이 있다고 주장하였다.

그러나 양측성 자극이 대뇌 반구간 정보 교환을 증가시킨다는 주장에 반박하는 연구들도 다수 보고되고 있다. Samara 등²⁹⁾은 뇌파 분석을 이용하여 양측성 안구 운동에 의한 효과에 대한 연구를 진행하였으나, 대뇌반구간 일관성(interhemispheric coherence)의 증가를 관찰하지 못하였다. Propper 등³⁰⁾의 뇌파 연구에서는, 양측성 안구 운동을 하였을 때 양측 대뇌 반구간의 gamma파 일관성(interhemispheric gamma coherence)이 오히려 감소됨을 관찰하였다. 따라서, 양측성 안구 운동에 의한 삼화성 기억 회상 증강 효과는 대뇌반구간 연결성 증가 이외의 다른 기전에 의한 가능성도 얼마든지 존재한다. 따라서 양측성 안구운동과 달리, 양측성 청각자극이 삼화성 기억의 증강에 효과가 없는 이유를 생리학적 기전으로 단순히 설명하기에는 현실적으로 어려운 일이라 할 수 있다. 현재 본 연구진은 양측성 자극에 의한 뇌의 신경학적 변화를 알아보는 연구를 MEG, EEG 등을 통해 진행 중이고, 이러한 연구들이 진행되면서 좀 더 구체적인 설명을 해 나갈 수 있을 것으로 생각한다.

현재까지 저자가 아는 범위 내에서 양측성 청각 자극이나 양측성 촉각 자극이 삼화성 기억에 어떤 영향을 미치는가에 대한 연구는 Nieuwenhuis 등²⁸⁾에 의한 것이 유일하다. 이들의 연구에서 양측성 안구 운동이나 양측성 촉각 자극의 경우 대조 자극에 비해 삼화성 기억의 재인을 유의하게 증가시켰으나, 양측으로 교대하는 청각자극의 경우 대조 청각 자극을 주었을 때에 비해 삼화성 기억의 재인율을 증가시키지 못하는 것으로 관찰되었다. 하지만, 이들의 연구에서는 양측성으로 교대하는 청각 자극에 대한 대조 과제로서 양측에 동시에 주어지는 청각자극을 이용하였다. 대뇌 반구간 상호작용 증

가에 의해 삽화성 기억의 회상이 증가한다는 가설이 비추어 생각할 때, 이 연구에서의 대조과제 역시 양측의 뇌 반구를 모두 자극할 개연성이 있었고, 이로 인해 유의한 차이가 관찰되지 않았을 가능성이 있다. 하지만 본 연구에서는 대조 청각 자극으로 편측성의 청각자극을 이용하였고, 그럼에도 불구하고 역시 대조 자극에 대비한 기억 증강 효과는 관찰되지 않았다. 따라서 현재로서는 양측성 청각 자극의 경우 다른 양측성 자극과 달리 기억증강 효과가 없거나 미미할 가능성이 높다고 할 수 있다.

한편, van den Hout 등^{13,31)}은 정상인 및 PTSD 환자들을 대상으로 양측성 안구운동과 양측성 청각자극의 효과를 비교하는 연구들을 시행하였다. 이 연구들에서 양측성 청각자극을 주었을 때 부정적 기억의 선명도를 감소시키는 효과가 양측성 안구운동에 비해 적다는 점을 관찰하였다. 이러한 van den Hout 등의 임상 연구 결과의 설명하는데, 본 연구의 결과가 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점으로 참가한 참여자들이 모두 대학 이상이었던 것을 고려하면, 교육기간과 IQ가 일반 정상인과 비교하였을 때 상대적으로 고학력 및 지능이 높을 가능성이 있어 일반 정상인들에게 일반화시키기에 다소 문제가 있을 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 본 연구는 정상인들을 대상으로 시행한 연구이므로, 실제 EMDR 치료를 받는 환자군들에게 똑같이 본 연구의 결과를 적용시키기에는 다소간의 제한이 될 수 있다. 또 다른 제한점으로 본 연구에서는 대조 자극으로 단측성 청각자극을 사용하였고, 이로 인해 본 연구의 결과는 단측성 자극과 비교하였을 때 양측성 청각자극의 기억 개선 효과가 없었음을 증명할 수 있을 뿐, 자극이 없었던 경우 혹은 양쪽 귀에 동시성의 청각 자극을 주는 경우 등에 비해 기억 개선 효과의 차이가 없었는지 여부에 대해서는 논할 수 없다는 것이다. 그러나 EMDR에서 사용되는 양측성 자극의 공통점이 “양측으로 번갈아 가면서 교대하는 특성”이라는 점에서 본 연구의 의미를 부여할 수 있을 것으로 생각된다.

결국 본 연구의 결과는 EMDR 치료시에 다양한 양측성 자극이 사용되지만, 자극의 종류에 따라 치료 효과를 나타내는 기전이 서로 상이할 가능성이 많음을 시사한다. 실제로 EMDR 적용시, 한 가지의 자극 방법으로 치료 진행이 어려울 때 다른 종류의 양측성 자극을 이용하여 효과를 볼 수 있다고 알려져 있다.³²⁾ 이 또한 서로 다른 종류의 양측성 자극들이 각기 다른 기전에 의해 효과를 나타낼 가능성이 시사하는 것이라 할 수 있다. 향후 다양한 종류의 양측성 자극들의 치료에 대한 다양한 종류의 연구들을 통해서, 서로 공통된 치료 기전과 자극마다의 특이적인 치료 기전에 대한 이해를 넓

힐 필요가 있을 것으로 생각된다. 이를 통해, EMDR의 치료 기전을 보다 명확히 하고, 양측성 자극을 보다 다양한 임상 영역에 확대 적용할 수 있게 될 것이라 생각한다.

결론

본 연구에서 양측성 안구운동의 기억 개선효과에 대한 기존의 연구들과는 달리, 대조 자극인 단측성 청각자극에 대비한 양측성 청각 자극의 삽화성 기억의 회상 증강 효과는 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 EMDR 치료시에 다양한 종류의 양측성 자극이 사용되지만, 양측성 자극의 종류에 따라 치료 효과를 나타내는 기전이 서로 상이할 수 있음을 시사한다.

중심 단어 : 양측성 자극 · 청각자극 · 삽화성 기억 · 안구운동둔감화재처리법.

Conflicts of Interest

The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) Bisson J, Andrew M. Psychological treatment of post-traumatic stress disorder (PTSD). *Cochrane Database Syst Rev* 2007;CD003388.
- 2) Shapiro F. Alternative stimuli in the use of EMDR. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 1994;25:89.
- 3) Andrade J, Kavanagh D, Baddeley A. Eye-movements and visual imagery: a working memory approach to the treatment of post-traumatic stress disorder. *Br J Clin Psychol* 1997;36(Pt 2):209-223.
- 4) van den Hout M, Muris P, Salemink E, Kindt M. Autobiographical memories become less vivid and emotional after eye movements. *Br J Clin Psychol* 2001;40:121-130.
- 5) Lee CW, Taylor G, Drummond PD. The active ingredient in EMDR: is it traditional exposure or dual focus of attention? *Clin Psychol Psychother* 2006;13:97-107.
- 6) Christman SD, Garvey KJ, Propper RE, Phaneuf KA. Bilateral eye movements enhance the retrieval of episodic memories. *Neuropsychology* 2003;17:221-229.
- 7) Parker A, Dagnall N. Effects of handedness and saccadic bilateral eye movements on components of autobiographical recollection. *Brain Cogn* 2010;73:93-101.
- 8) Christman SD, Propper RE, Brown TJ. Increased interhemispheric interaction is associated with earlier offset of childhood amnesia. *Neuropsychology* 2006;20:336-345.
- 9) Parker A, Relph S, Dagnall N. Effects of bilateral eye movements on the retrieval of item, associative, and contextual information. *Neuropsychology* 2008;22:136-145.
- 10) Lee BR, Kim JW, Kwon SW, Kwon HC, Kim KW, Kim MY, et al. The influence of bilateral eye movement on recognition memory task performance. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2012;51:335-341.
- 11) Jeffries FW, Davis P. What is the role of eye movements in eye movement desensitization and reprocessing (EMDR) for post-traumatic stress disorder (PTSD)? A review. *Behav Cogn Psychother* 2013;41:290-300.
- 12) Servan-Schreiber D, Schooler J, Dew MA, Carter C, Bartone P. Eye movement desensitization and reprocessing for posttraumatic stress disorder: a pilot blinded, randomized study of stimulation type. *Psychother Psychosom* 2006;75:290-297.
- 13) van den Hout MA, Engelhard IM, Rijkeboer MM, Koekebakker J,

- Hornsveld H, Leer A, et al. EMDR: eye movements superior to beeps in taxing working memory and reducing vividness of recollections. *Behav Res Ther* 2011;49:92-98.
- 14) First MB, Spitzer RL, Gibbon M, Williams JBW. Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis I disorders, Clinician Version (SCID-CV). Washington, D.C.: American Psychiatric Press, INC.;1996.
 - 15) Hahn OS, Ahn JH, Song SH, Cho MJ, Kim JK, Bae JN. Development of Korean version of Structured Clinical Interview Schedule for DSM-IV Axis I disorder: interrater reliability. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2000;39:362-372.
 - 16) Yeom TH, Park YS, Oh KJ, Lee YH. Korean version Wechsler Adult Intelligence Scale. Seoul: Korean Guidance;1992.
 - 17) Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 1971;9:97-113.
 - 18) Ransil BJ, Schachter SC. Test-retest reliability of the Edinburgh Handedness Inventory and Global Handedness preference measurements, and their correlation. *Percept Mot Skills* 1994;79:1355-1372.
 - 19) Snodgrass JG, Corwin J. Pragmatics of measuring recognition memory: applications to dementia and amnesia. *J Exp Psychol Gen* 1988;117:34-50.
 - 20) 김한샘. 현대국어사용빈도조사2. 서울: 국립국어원;2005. p.33-692.
 - 21) Propper RE, Christman SD. Interhemispheric interaction and saccadic horizontal eye movements: implications for episodic memory, EMDR, and PTSD. *J EMDR Prac Res* 2008;2:269-281.
 - 22) Cabeza R, Nyberg L. Imaging cognition II: An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *J Cogn Neurosci* 2000;12:1-47.
 - 23) Bakan P, Svorad D. Resting EEG alpha and asymmetry of reflective lateral eye movements. *Nature* 1969;223:975-976.
 - 24) Morrison-Stewart SL, Velikonja D, Corning WC, Williamson P. Aberrant interhemispheric alpha coherence on electroencephalography in schizophrenic patients during activation tasks. *Psychol Med* 1996;26:605-612.
 - 25) Barcaro U, Bonanni E, Denoth F, Murri L, Navona C, Stefanini A. A study of the interhemispheric correlation during sleep in elderly subjects. *J Clin Neurophysiol* 1989;6:191-199.
 - 26) Lyle KB, Logan JM, Roediger HL 3rd. Eye movements enhance memory for individuals who are strongly right-handed and harm it for individuals who are not. *Psychon Bull Rev* 2008;15:515-520.
 - 27) Luders E, Cherbuin N, Thompson PM, Gutman B, Anstey KJ, Sachdev P, et al. When more is less: associations between corpus callosum size and handedness lateralization. *Neuroimage* 2010;52:43-49.
 - 28) Nieuwenhuis S, Elzinga BM, Ras PH, Berends F, Duijs P, Samara Z, et al. Bilateral saccadic eye movements and tactile stimulation, but not auditory stimulation, enhance memory retrieval. *Brain Cogn* 2013;81:52-56.
 - 29) Samara Z, Elzinga BM, Slagter HA, Nieuwenhuis S. Do Horizontal Saccadic Eye Movements Increase Interhemispheric Coherence? Investigation of a Hypothesized Neural Mechanism Underlying EMDR. *Front Psychiatry* 2011;2:4.
 - 30) Propper RE, Pierce J, Geisler MW, Christman SD, Bellorado N. Effect of bilateral eye movements on frontal interhemispheric gamma EEG coherence: implications for EMDR therapy. *J Nerv Ment Dis* 2007;195:785-788.
 - 31) van den Hout MA, Rijkeboer MM, Engelhard IM, Klugkist I, Hornsveld H, Toffolo MJ, et al. Tones inferior to eye movements in the EMDR treatment of PTSD. *Behav Res Ther* 2012;50:275-279.
 - 32) Shapiro F. The EMDR approach to psychotherapy: EMDR humanitarian assistance program basic training course. Watsonville, CA: EMDR Institute;2008.