

Encoding and Maintenance of the Biological Motion Information during Working Memory Tasks in Patients with Schizophrenia and Healthy Individuals*

Hannah Lee^{1,2}, Jejoong Kim^{1†}

¹Duksung Women's University

²University of California, Los Angeles

Impaired working memory (WM) is the most reliably reported cognitive dysfunction in schizophrenia. Past research have revealed that increased novelty or salience of visual stimuli could facilitate the WM process, which is not clear in schizophrenia yet. In the present study, we investigated WM performance of healthy people and patients with schizophrenia using biological motion (BM), which is unique motion stimuli carrying rich social information. Experiment 1 examined WM accuracy for BM and non-BM stimuli in low- and high-memory load conditions. In experiment 2, we investigated WM for BM, non-BM and static polygon stimuli in three different delay conditions. The results showed that overall performance was worse in the patients group. WM accuracy for BM stimuli did not drop and remained higher than those for the other stimuli regardless of increasing memory load and delay in control group. Patients group also showed higher accuracy for BM stimuli than the other stimuli across the conditions but it decreased with increasing load and delay, unlike controls. Our findings suggest that socially-relevant stimuli such as BM could facilitate WM in schizophrenia and it may provide a clue of target for cognitive remediation strategies.

Keywords: Working memory, Biological motion, Schizophrenia, Social cognition

1 차원고접수 19.03.18; 수정본접수: 19.04.19; 최종게재결정 19.04.26

조현병(schizophrenia)은 일생에 걸친 추정 유병률이 약 1% 정도인 주요 정신병리 중 하나로 포함된다(American Psychiatric Association, 1994). 환각이나 망상 등의 양성증상과 감정표현의 부재와 같은 음성증상 외에도 주의 장애(Nuechterlein, 1991), 작업기억의 저하(Kim, Park, Shin, Lee, & Kwon, 2006; Kim, Matthews, & Park, 2010; Lee & Park, 2005; Park & Holzman, 1992; 1993), 집행기능손상(Haut, Cahil, Cutlip, Stevenson, Makela et al., 1996)을 비롯한 광범위한 인지기능의 장애 역시 조현병의 특징이며, 이는 사회적 기능의 저하와도 관련된다는 점에서(Green & Horan, 2010; Huang, Tan, Walsh, Spiggen,

Neumann, et al., 2014) 중요성을 갖는다.

다양한 인지기능의 문제점들 중에서도 작업기억의 저하는 가장 일관되게 나타나며, 기억자극의 양상(modality)에 관계 없이 다양한 과제에서 관찰되는 것으로 알려져 있다(Lee & Park, 2005 개관). 이와 함께, 조현병환자들의 작업기억 기체의 이해를 통해 인지기능의 향상을 목표로 하는 연구들 역시 시도되어 왔다(Park & Holzman, 1992; Piskullic, Olver, Norman, & Maruff, 2007). 일반인을 대상으로 한 시각 작업기억 연구들에서 알려진 결과 중 하나는 기억자극이 새로운 것이거나(novelty) 현저성(salience)을 가질 경우 기억의 정확도가 증가한다는 것이다(Fine & Minnery,

* 본 연구는 한국연구재단 신진연구지원사업(NRF-2015S1A5A8016885)의 지원으로 수행되었음.

† 교신저자: 김제중, 덕성여자대학교 심리학과, (01369) 서울시 도봉구 삼양로 144길 33

E-mail: jejoong@duksung.ac.kr

2009; Mayer, Kim, & Park, 2011; Schmidt, Vogel, Woodman, & Luck, 2002). 평이한 자극("A")과 그렇지 않은 자극(뒤집힌 "A")이 제시되었을 때 평이하지 않은 자극에 대한 회상율이 높거나(Mayer et al., 2011), 얼굴과 같은 자극은 평범한 도형에 비해 회상율이 더 높다는 결과(Park, Swisher, & Knurek, 2001) 등이 예이다. 이 결과들은 자극이 가진 정보에 따라 작업기억의 부호화 과정이 촉진될 수 있다는 점, 그리고 적절한 자극의 특성을 이용해 조현병환자의 작업기억 수행을 향상시킬 수도 있다는 가능성을 시사한다. 실제로 자극의 색 등을 이용해 작업기억 수행의 향상을 조현병환자들에게서도 관찰한 연구들이 소수 있으나(Lee & Park, 2006; Park et al., 2001), 이 연구들은 단순한 자극의 물리적 특성에 따른 초기, 중기 단계의 정보처리과정에 초점을 두었으므로, 사회인지기능의 저하를 포함한 상위 인지과정의 문제점을 이해하기에는 다소 한계가 있다.

점광애니메이션(point-light animation)의 형식으로 실험에 이용되는 생물형운동(biological motion, 이하BM) 자극(Johansson, 1973)은 시지각 연구에 쓰이는 운동자극인 동시에 성별, 기분 등의 사회적 정보를 포함하므로 사회인지기능의 연구에도 유용하다(Blake & Shiffrar, 2007 개관). 따라서 본 연구에서는 보다 실제적인 의미를 가지는 BM자극을 작업기억 과제에 적용하고자 하였고, BM이 가지는 진자운동(pendular motion)과 같은 사지의 움직임 정보 및 내포된 사회적 정보 등에 의해 작업기억의 부호화와 유지과정이 촉진되는 효과가 나타날 것으로 예상하였다. 시각 작업기억 과제에 BM을 사용한 연구는 아직까지 거의 없으나, 최근의 한 연구(Shen, Gao, Ding, Zhou, & Huang, 2014)에서 한 번에 3~4개의 BM자극이 작업기억 내에 저장 가능하며, BM을 포함한 운동자극이 저장되는 기제는 다른 비운동 시각자극의 저장과는 구별된다고 보고한 바가 있다.

BM자극을 작업기억 과제에 사용하는데 있어 한 가지 고려할 점은 조현병 환자들이 속도변별(Chen, Palafox, Nakayama, Levy, Matthyse, et al., 1999) 및 운동지각(Chen, Nakayama, Levy, Matthyse, & Holzman, 2003; Li, 2002)과 같은 시지각기능에서도 문제점이 있다는 것이다. 또한, BM지각에 관한 연구들은 조현병환자들이 BM자극과 비(非)BM자극(이하 "NBM"으로 칭함)간의 변별력이 떨어지고(Jahshan, Wynn, Mathis, & Green, 2015; Kim, Norton, McBain, Ongur, & Chen, 2013; Kim, Park, & Blake, 2011), 방해자극 속에서 BM을 탐지하는 능력이 저하되어 있다는(Brittain, Ffytche, McKendrick, & Surguladze, 2010; Kim et al., 2013)결과를 보고해왔다. 그러나, 조현병

환자들이 단독으로 제시되는 BM자극을 정확히 재인하는 것에는 문제를 보이지 않는다는 점(Kim et al., 2005; 2011; 2013; Keane, Peng, Demmin, Silverstein, & Lu, 2018)과 BM-NBM 간의 낮은 변별력은 일반운동자극의 지각문제와는 유의한 상관이 없다는 점(Kim et al., 2011)을 고려할 때, 조현병환자를 대상으로 한 연구에서도 BM자극은 작업기억 과제에서 유용성을 가진다고 할 수 있다.

최근의 선행연구(Lee & Kim, 2017)에서 BM자극에 의한 작업기억 촉진효과가 정상인 참가자 집단에서 관찰되었고, 조현병환자 집단에서도 단독으로 자극이 제시된 경우 유사한 효과가 관찰되었다. 그러나, 기억부하가 증가된 조건에서는 BM의 기억촉진 효과가 사라져 NBM자극 시행의 결과와 차이가 없어졌으며, 조현병환자의 경우 BM의 효과는 거의 없거나 극히 제한적임을 시사하는 결과가 보고되었다. 그러나 Lee & Kim(2017)의 연구에서 사용된 지연반응과제(delayed response task)에서는 반응단계에서 기억정확도를 측정하기 위해 두 개의 탐사자극이 추가로 제시되었고 반응선택의 경우의 수도 세 가지였기 때문에, 반응 단계에서 상당한 정보처리의 부담이 가해져 조현병환자들의 BM자극 기억에 영향을 주었을 가능성도 배제할 수 없다. 또한 BM자극의 작업기억촉진 효과가 작업기억 내에 얼마나 오래 유지되는지에 대해서는 조사된 바가 없다.

본 연구에서는 BM자극을 다른 종류 자극(NBM자극과 정지된 도형자극)과 함께 지연반응과제에 사용하여 선행연구의 결과를 확증하고, 추가로 기억부하와 지연시간에 따라 두 집단에서 자극별로 작업기억의 수행이 어떻게 달라지는지를 두 실험을 통해 알아보았다. 실험 1에서는 Lee & Kim(2017)에 사용된 과제와 유사하나 반응단계에서의 처리부담을 줄인 과제를 사용해서 기억의 효과를 더 명확하게 관찰하고자 하였고, 기억부하에 따라 나타날 수 있는 효과의 조사에 초점을 두었다. 실험 2에서는 초기지각단계부터 장시간의 지연시간에 따라 변화할 수 있는 기억효과를 알기 위해 자극제시 후 지연시간이 없는 조건, 짧은 지연시간, 긴 지연시간의 조건을 두어 자극종류에 따른 수행정도를 관찰하였다. BM자극이 사용된 작업기억 과제는 타인의 움직임 정보를 지각하고 기억해야 하는 실제 상황을 반영한다는 점에서, 각 변인의 조건별 결과에 따라 지각, 인지, 사회인지 과정에서 조현병환자들이 보이는 기능이상에 대한 단서를 얻을 수 있을 것으로 생각되었다. 본 실험에서 정상인의 경우 이전연구와 마찬가지로 다른 자극에 비해 BM의 정보처리가 효율적으로 작용하고 그 효과는 기억부하가 커지거나 지연시간이 증가해도 지속될 것으로 예측하였다. 조현병환자의 경우 결과를 예측

하기가 어려우나, 선행연구결과에 근거해 기억부담이 적을 때는 BM의 촉진효과가 있을 것이나, 높은 기억부하 및 긴 지연시간 조건에서는 효과가 없거나 크지 않을 것으로 예상하였다.

실험 1

실험 1에서는 BM 및 NBM자극을 기억하는 과제에서 기억 부하의 정도에 따라 자극별 정확도가 정상인 및 조현병참가자 집단에서 어떻게 나타나는지를 조사하였다.

방법

참가자

정신질환 진단 및 통계 편람 4판(DSM-IV)의 조현병 또는 조현정동장애(schizoaffective disorder)기준에 맞는 20명의 환자(남:9, 여:11)가 서울 도봉구 정신건강센터를 통하여 모집되었다. 환자들은 최초 방문시 임상심리전문의의 SCID (Structured Clinical Interview for DSM) (First, Spitzer, Gibbon, & Williams, 1996)를 이용한 면접을 통해 진단 확증을 받았으며, 참가 당시의 임상 증상은 한국판 양성 및 음성 증상 척도 (Korean version of the Positive and Negative Symptom Scale, PANSS) (Kay, Fiszbein, & Opler, 1987; Yi, Ahn, Shin, An, Joo, et al., 2001)를 실시해 측정하였다.

조현병 환자와 함께, 23명의 정상참가자(남:9, 여:14)들이 대학 및 지역사회로부터 모집되었다. 정상참가자들은 알코올

및 약물의 남용, 머리 부상, 또는 DSM-IV 기준에 해당하는 정신병리의 경력이 없는 사람들로, 최초 방문시 조현형성격 질문지(Schizotypal Personality Questionnaire, SPQ) (Raine, 1991)를 작성하였다. 정상참가자들의 조현형성격질문지 평균 (표준편차) 점수는 12.08(9.14)점이었고, 상위 10%(45점 이상)의 점수를 기록해 조현형 성격으로 추정되는 참가자는 없었다.

참가자들에 관한 인구학적 자료를 Table 1에 상세히 제시하였다. 두 집단 참가자들의 시력은 모두 정상 또는 교정시 정상이었다. 두 집단은 성별의 분포, 평균 연령, 언어 지능 점수에서 유의한 차이가 없었으나, 교육 년수에서는 차이가 있었다. 참가자들은 사전인터뷰와 함께 실험 전 동의 절차를 거쳤고, 모든 실험 절차는 덕성여자대학교 생명윤리위원회의 승인 하에 실시되었다.

실험자극

실험 1에 사용된 자극은 점광애니메이션으로 구성된 BM과 NBM의 두 종류로, 올인원 컴퓨터(iMac, Apple, 미국)의 21인치 모니터에 MATLAB(Mathworks Inc, 미국) 및 Psychtoolbox(Brainard, 1997; Pelli, 1997)를 이용해 참가자에게 제시되었다. 각 자극은 20프레임으로 구성되어 1초간 시야각 4° × 6° 의 가상적인 사각형 범위에 제시되었다. 모니터와 눈 사이의 거리는 57cm로 고정되었다.

실험에 쓰인 BM자극은 Ma, Paterson, & Pollick(2006)이 개발하여 공개한 오픈 모션 캡처 라이브러리를 Biomotion toolbox(van Boxtel & Lu, 2013)를 이용해 수정하여 사용

Table 1. Demographic information of the participants.

	Healthy controls (CO, n=23)	Schizophrenia patients (SZ, n=20)	p or χ^2
Sex (M/F)	9/14	9/11	.47
Age	38.9 (4.37) ¹⁾	39.9 (9.79)	.65
Education years	14.65 (1.79)	13.15 (2.18)	.02*
Verbal IQ(/57) ²⁾	43.60 (4.8)	41.4 (8.79)	.30
PANSS (positive symptom)		14.45 (5.17)	-
PANSS (negative symptom)		13.1 (3.34)	-
SPQ (/72)	12.08 (9.14)		-
Illness duration (year)		16.15 (9.71)	-
CPZ dose (mg/day) ³⁾		240 (225.75)	-

1) Mean (Standard deviation)

2) K-WAIS-IV (Yeom, Park, Oh, Kim, & Lee, 1992)

3) Dosage equivalent to chlorpromazine

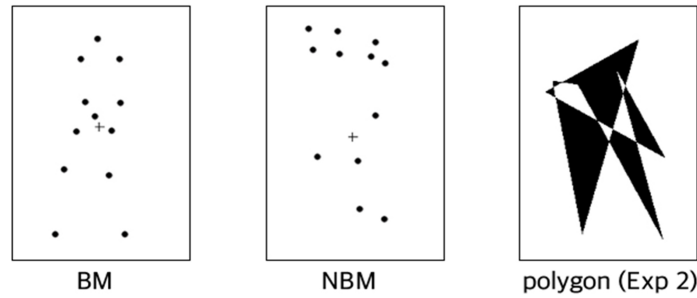


Figure 1. Examples of stimuli used in the experiments. Left: a single frame of a biological motion(BM). Center: a single frame of a non-biological motion(NBM). Right: an example of randomly-generated polygon. Note that the polygons were used in the experiment 2 only while BMs and NBMs were used in the experiment 1 and 2.

하였다. 각 BM자극은 머리 및 주요 관절 부위에 대응하는 위치의 12개의 검정색 점으로 이루어져 흰 배경에 제시되었다. 자극 동작의 종류는 던지기, 걷기, 발차기, 점프하기였고, 각 동작마다 12개의 하위 동작(행위자 3명×4개 세부 동작)이 있어 총 가짓수는 48이었다. Figure 1 왼쪽에 BM자극의 한 프레임이 예시로 제시되어 있다.

비생물형운동(NBM)자극은 BM자극을 변형하여 생성한 자극이다. NBM자극의 생성 방식을 간략히 설명하면 다음과 같다. 12개의 점을 6개 신체 부위(머리-고관, 어깨, 양 팔 및 양 다리)에 따라 2개씩 짝지어 지정한다. 예를 들면, 손목과 팔꿈치 위치의 두 점이 한 쌍을 이루게 된다. 다음으로 짝지어진 점들의 운동 궤적 평균 위치를 정해진 규칙에 따라서 뒤섞어(shuffling) NBM자극을 생성한다. NBM자극은 각 점의 국소운동궤적을 유지하면서도 전체적으로는 인간의 움직임으로 보이지 않는다는 점에서 각 점의 위치를 무선화한 스크램블 운동(scrambled motion)과 유사하지만, 팔, 다리의 진자운동과 같은 고유의 운동정보를 보존하는 장점을 가진다. 이 자극에 대한 보다 자세한 내용은 Kim, Jung, Lee, & Blake(2015)에 상세히 기술되어 있으며, NBM자극의 예시 프레임이 Figure 1의 중앙에 제시되어 있다.

절차 실험은 모니터 이외의 조명 없이 소음이 차폐된 공간에서 진행되었다. 실험과제는 주어진 자극을 기억한 후, 일정 시간이 지난 뒤에 제시되는 탐지자극(probe)과 비교하여 재인하는 지연반응과제로, 자극의 종류 및 기억부하에 따라 3가지의 조건을 포함하고 있다. Figure 2A, B, C에 각 조건의 시행 절차의 도식을 나타내었다. Figure 2A에 제시된 절차는 ‘낮은 기억부하’조건의 절차로서 각 시행에서 하나의 BM 또는 NBM자극을 기억하는 조건이다(48시행). Figure 2B는 ‘높은 기억부하’조건을 나타내며, 두 개의 BM 또는 두 개의 NBM자극을 기억하는 조건이다(48시행). 마지막으로

Figure 2C에 제시된 시행은 ‘높은 부하의 혼합조건(이후 “혼합조건”으로 칭함)’으로서 하나의 BM과 하나의 NBM자극을 기억하는 조건이었다(BM-NBM 순서 24시행, NBM-BM 순서 24시행). 총 시행 수는 144시행이었다.

시행의 절차는 다음과 같다. 최초 시행 전에 화면에 안내문이 나타나고, 참가자가 이를 숙지한 후 키보드의 스페이스 키를 누르면 중앙에 시선 고정을 위한 +표시가 나타나는 준비 화면이 나타났다. 참가자가 다시 한 번 스페이스 키를 누르면 시행이 시작되어 하나의 BM 또는 NBM이 1초 간 (Figure 2A), 또는 두 개의 자극이 차례로 1초씩 제시되었다 (Figure 2B, 2C). 자극이 사라진 직후 10초의 지연시간이 주어졌다. 이 지연시간 동안 참가자가 기억자극을 되뇌는 것을 방지하기 위하여 중간과제(intervening task)로서 숫자빼기 과제를 수행하도록 하였다. 지연시간 시작과 동시에 화면의 중앙에 임의의 세 자리 숫자가 나타났고, 매 초마다 1씩 감소하였다. 그러나 10초 중 어느 한 시점에 숫자가 2만큼 감소하였고, 참가자는 숫자를 주시하다가 2만큼 감소하는 순간 스페이스 키를 누르도록 지시를 받았다. 10초의 기간 중 2가 감소하는 시점은 최초와 마지막 1초를 제외한 기간 중에서는 시행마다 무작위로 결정되었다. 지연시간 10초가 경과하면 화면의 중앙에 탐지자극으로 하나의 BM(기억자극이 BM인 경우) 또는 NBM(기억자극이 NBM인 경우)이 제시되었고, 참가자는 기억하고 있는 자극과 탐지자극의 동일 여부를 숫자키패드의 “1(일치)” 또는 “2(불일치)”키를 눌러 반응하였다.

혼합조건의 경우는 전체 시행의 절반에서 BM, 나머지 반에서 NBM이 탐지자극으로 제시되었고, BM이 탐지자극인 경우는 기억자극 중 BM과의 일치여부를, NBM이 탐지자극인 경우는 기억자극 중 NBM과의 일치여부를 판단하도록 하였다. 즉, 혼합조건의 시행은 탐지자극의 종류에 따라 “BM을 기억하는 시행”과 “NBM을 기억하는 시행”으로

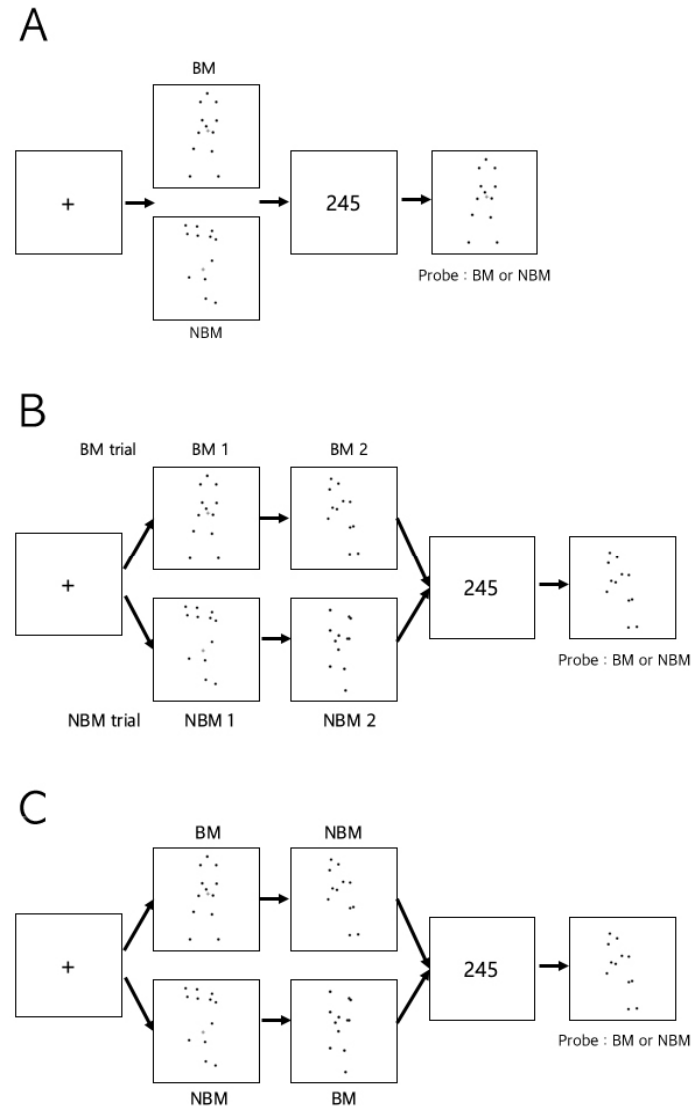


Figure 2. Schematic structures of the trials. A: a low-load condition in which one BM or NBM is required to memorize. B: a high-load condition in which two BMs or two NBMs are presented. C: a high-load mixed (in short, “mixed”) condition. Participants are told to memorize one BM and one NBM in the mixed condition. The probe is either BM or NBM.

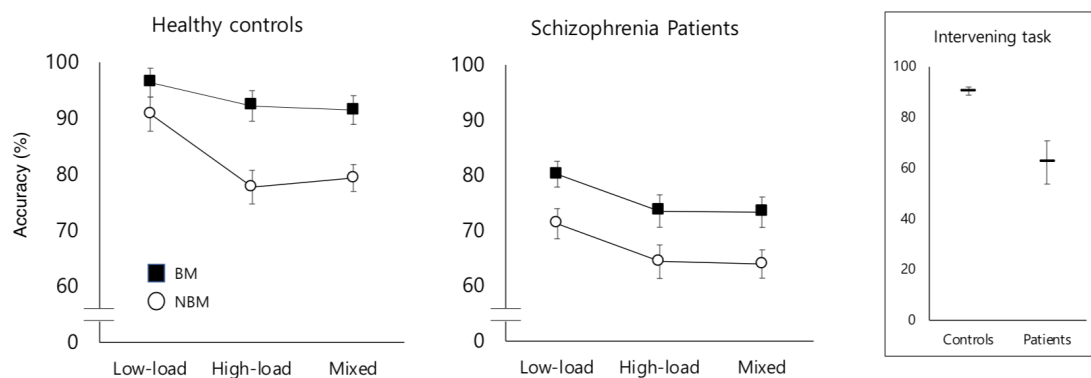


Figure 3. Mean working memory accuracy in each memory load condition from healthy controls and patients with schizophrenia. The plot in the box shows the mean accuracies from the intervening (number-subtraction) task during the delay (10s) period. Error bars indicate standard error of the means(SE). Note: In the “mixed” condition, one BM and one NBM were presented in each trial. “BM” accuracies from the mixed condition in the plots above indicate the results of the trials in which the participants were required to recognize BM by comparing it with the probe BM. Likewise, when the probe was NBM, the participants had to compare it with memorized NBM to make judgment.

분류할 수 있고, 이에 따라 결과를 분석하여 제시하였다 (Figure 3에서 ‘mixed’ 결과 참고).

결과 및 논의

각 집단에서 기억부하에 따른 자극 종류별 작업기억의 정확도와 지연시간 동안의 숫자빼기 과제 정확도를 Figure 3에 제시하였다. 기억부하에 따른 작업기억 정확도를 파악하고, 집단 간 차이를 알아보기 위하여 기억부하조건(3)×자극종류(2)×참가자집단(2)의 혼합분산분석을 실시하였다. 전체적으로 조현병환자 집단의 기억정확도는 정상인집단에 비해 유의미하게 낮았다[F(1,41)=33.25, $p < .01$, $\eta_p^2 = .45$]. 기억부하조건(3)의 주효과가 유의미하였고[F(2,82)=28.43, $p < .01$, $\eta_p^2 = .41$], 사후분석(Bonferroni)결과 낮은 기억부하일 때의 정확도가 높은 기억부하($p < .01$) 및 혼합조건($p < .01$)에서보다 더 높은 것으로 나타났다. 높은 기억부하조건과 혼합조건 간 차이는 유의하지 않았다. 기억부하조건×집단 상호작용 효과는 유의미하지 않아[F(2,82)=.31, $p = .73$, $\eta_p^2 = .01$], 두 집단 모두에서 낮은 기억부하조건에서의 수행이 우수한 것으로 나타났다. 또한 유의미한 자극주효과[F(1,41)=71.28, $p < .01$, $\eta_p^2 = .64$]는 BM자극에 대한 기억 정확도가 NBM자극에 비해 더 높았음을 보여주며, 자극종류×집단 상호작용은 유의미하지 않았으나[F(2,82)=1.67, $p = .19$, $\eta_p^2 = .04$], 기억부하에 따른 자극종류별 기억의 정확도는 Figure 3에서 보이듯이 각 집단별로 다른 3원 상호작용이 관찰되었다[F(2,82)=2.45, $p < .05$, $\eta_p^2 = .16$]. 이에 집단의 특성을 더 상세히 파악하기 위해 각 집단별로 기억부하와 자극종류를 변인으로 하는 분산분석을 추가로 실시하였다.

먼저, 정상인 집단만을 대상으로 기억부하×자극종류 반복 측정 분산분석 결과, 낮은 기억부하에서의 수행이 우수했고(기억부하 주효과[F(1,22)=66.69, $p < .01$, $\eta_p^2 = .75$]), BM자극의 기억정확도가 NBM자극에 비해 더 높았다(자극 주효과[F(1,22)=18.89, $p < .01$, $\eta_p^2 = .46$]). 또한, 자극종류와 기억부하조건 간 유의미한 상호작용이 있었다[F(2,44)=8.61, $p < .01$, $\eta_p^2 = .28$]. 즉, Figure 3의 왼쪽 도표에서도 보이듯이, 낮은 기

억부하조건에서는 BM 및 NBM자극 모두에서 기억정확도가 높았으나, 기억부하가 증가했을 때 NBM자극 기억정확도는 크게 감소한 반면 BM자극 기억정확도는 상대적으로 감소가 적었다. 혼합조건의 결과는 BM과 NBM을 각각 한 개씩 기억하도록 하더라도, BM자극에 대한 기억정확도가 NBM에 비해 더 높은 것을 보여준다. 즉, 정상인 집단에서는 기억부하가 증가하거나, 두 종류 이상의 자극이 주어지더라도 BM 자극의 부호화와 유지는 상대적으로 잘 처리가 되는 것으로 보인다.

조현병환자 집단의 경우도 정상인 집단과 마찬가지로 유의미한 기억부하의 주효과[F(1,19)=10.56, $p < .01$, $\eta_p^2 = .36$] 및 자극 주효과[F(1,19)=20.42, $p < .01$, $\eta_p^2 = .52$]가 관찰되어, 낮은 기억부하에서 높은 기억부하 조건 및 혼합조건보다, 그리고 NBM보다 BM자극에 대한 기억정확도가 더 높은 것으로 나타났다. 또한 정상인 집단과 마찬가지로 혼합조건에서도 BM자극에 대한 정확도가 NBM에 비해 높았다. 그러나, 정상인 집단과는 다르게 기억부하 조건과 자극종류 간 유의미한 상호작용은 없었다[F(2,38)=.004, $p = .99$, $\eta_p^2 < .01$]. 즉, 조현병환자 집단에서는 기억부하가 증가했을 때 BM 및 NBM자극의 기억정확도가 거의 같은 정도로 감소하였다 (Figure 3). 종합하면, 조현병 환자들은 역시 BM자극을 NBM 자극에 비해 더 효과적으로 처리하는 것으로 보이나, 그 효과는 기억부하의 증가에 매우 취약한 것으로 생각된다.

추가로, 조현병환자들의 임상증상점수(PANSS), 언어성 지능, 그리고 약물투여량(CPZ)이 과제의 수행에 영향을 주었을 가능성을 알아보기 위해 각 자극의 기억부하별 정확도와 의 상관을 조사하였다(Table 2). 임상증상 및 약물투여량은 과제수행과 유의미한 상관이 없었다. 언어성 지능점수의 경우 혼합조건에서의 BM자극 기억정확도와 유의미한 정적 상관을 보였으나 [$r = .62$, $p < .01$], 그 외 어떤 다른 종속변인과의 유의한 상관을 보이지 않아, 환자집단의 인구학적 변인은 과제의 수행정도와 관련되지는 않은 것으로 보인다.

끝으로, 지연시간동안의 숫자빼기과제의 정확도를 분석한 결과, 정상인집단의 정확도가 조현병 집단에 비해 유의미하게 높은 것으로 나타났다(정상인 평균(표준편차) : 90.39(7.74), 조현병 69.17(33.49), $t(41)=2.94$, $p < .01$, Figure 3 우측 도표 참고). 지연기간 동안의 과제가 작업기억정확도에 영향을 미쳤을 가능성을 알아보기 위해 상관분석을 실시한 결과를 Table 3에 제시하였다. 정상인 집단에서는 유의미한 상관이 관찰되지 않았다. 조현병 집단에서는 낮은 기억부하조건(3)의 NBM기억정확도, 높은 기억부하조건(3)의 BM기억정

Table 2. Correlations between clinical variables and WM performance in the patients.

	Low load		High load		Mixed	
	BM	NBM	BM	NBM	BM	NBM
PANSS+	-.07	.15	.01	.14	-.04	.10
PANSS-	.06	-.07	-.24	.17	-.10	-.05
Verbal IQ	.31	.31	.39	.28	.62**	.26
CPZ	.07	-.04	-.11	-.24	-.04	-.14

Numbers indicate Pearson's *r*

* *p*<.05 ** *p*<.01

Table 3. Correlations between the intervening task and the main task performance.

Memory load		Low load		High load		Mixed	
Memory stimulus		BM	NBM	BM	NBM	BM	NBM
Intervening task	Controls	.25	.16	-.04	-.14	.24	-.07
	Patients	.32	.58*	.68**	.44	.45	.75**

Numbers indicate Pearson's *r*

* *p*<.05 ** *p*<.01

확도, 그리고 혼합조건의 NBM기억정확도와 지연시간과제 정확도 간 정적 상관이 있었다. 그러나, 지연시간과제가 작업기억수행에 영향을 주었다면 두 과제 결과 간 부적 상관관계를 예상할 수 있을 것이다. 지연시간과제를 무시하고 되뇌기를 한다면 정확도가 낮을 것이고, 반대로 지연시간과제에 자원을 집중한다면 작업기억 수행이 떨어질 수 있기 때문이다. 따라서, 지연시간과제의 수행이 작업기억정확도에 직접적인 영향을 미쳤을 가능성은 거의 없었을 것으로 생각되며, 조현병환자 집단에서 관찰된 정적 상관관계는 환자 집단 내에서도 전반적으로 인지기능이 떨어지거나 상대적으로 우수한 참가자들이 있음을 반영하는 것으로 추측할 수 있다.

실험 2

실험 1에서는 BM 및 NBM자극에 대해 조현병환자 집단의 기억정확도가 정상인 집단에 비해 낮으나 두 집단 모두에서 BM자극의 작업기억 부호화 및 유지가 더 효과적이었다는 점을 관찰할 수 있었다. 또한, BM의 상대적인 작업기억 촉진 효과가 정상인 집단에서는 기억부하의 증가에도 유지가 되지만 조현병환자 집단에서는 그렇지 않은 것으로 나타났다. 실험 2에서는 기억정보량의 증가가 아닌, 지연시간(delay)의 증가에 따라 BM자극이 갖는 작업기억 촉진효과가 두 집단에서 어떻게 변화하는지를 조사하였다.

방법

참가자

실험 2의 참가자는 실험 1의 참가자와 동일하며, 중도 탈락자는 없었다.

실험자극

실험 1과 마찬가지로 BM 및 NBM자극이 사용되었고, 비운동자극으로서 무작위로 생성된 도형(polygon)자극이 과제에 추가되었다(Figure 1C 참고). 각 도형자극은 BM 또는 NBM자극이 차지하는 것과 같은 크기의 가상 영역 내에 무작위로 정해진 8개의 좌표를 직선으로 연결 후, 폐쇄된 영역을 검게 표시하는 방식으로 만들어졌다. 이 방식으로 만들어진 24개의 도형과 좌우 반전된 24개를 합하여 48개의 도형자극이 과제에 사용되었다.

절차

작업기억과제의 기본적인 시행구조는 실험 1과 유사하였다. 안내문이 제시되고 중앙에 +표시가 나타난 후 스페이스 키를 누르면 1개의 BM, NBM, 또는 polygon이 1초간 제시되고 지연시간 동안 숫자빼기 과제가 5초(24시행) 또는 20초간(24시행) 실행되었다. 숫자빼기과제 직후 1개의 탐지자극이 제시되고 참가자는 기억한 자극과의 일치 여부를 숫자키패드의 키(1=예, 2=아니오)를 눌러 반응하였다. 또한 작업기

역이 요구되지 않을 때의 각 자극의 지각적 처리양상을 파악하여 비교하기 위해 지연시간이 극히 짧은(250ms, 결과 도표에는 "0 delay"로 표시함)조건을 24시행 추가하여 총 시행수는 72였다.

결과 및 논의

Figure 4에 지연시간 조건(0, 5, 20초)과 자극 종류(BM, NBM, polygon)에 따른 재인/기억정확도 결과를 정상인 및 조현병환자 집단 별로 제시하였다. 분석을 위해 참가자 집단을 집단 간 변인, 자극 종류와 지연시간 조건을 집단 내 변인으로 하여 집단×자극×지연시간의 혼합분산분석을 시행하였다.

분석 결과, 전체정확도에서 집단 간 차이가 유의미하여 $F(1,41)=22.29, p<.01, \eta_p^2=.35$ 실험 1에서와 마찬가지로 조현병환자 집단의 수행이 정상인 집단에 비해 낮게 나타났다. 다음으로, 자극 종류의 주효과가 있었다 $F(2,82)=32.9, p<.01, \eta_p^2=.45$. 자극 종류에 대한 사후분석 결과는 NBM의 기억정확도가 BM과 polygon에 비해서 유의하게 낮았음을 보여주었고(각각 $p<.01$), BM과 polygon 기억정확도 간의 차이는 없었다($p=.37$). 자극 종류와 집단 간 상호작용도 유의미하였다 $F(2,82)=7.96, p<.01, \eta_p^2=.16$. 즉, 정상인 집단에서는 자극 종류간 정확도의 차이가 상대적으로 작았던 반면, 조현병 집단에서는 NBM의 기억정확도가 다른 자극에 비해 낮게 나타났다. 지연시간 조건의 주효과도 유의미하게 나타나 $F(2,82)=74.06, p<.01, \eta_p^2=.64$, 지연시간이 길어질수록 정확도가 감소하는 결과를 보였다. 또한, 유의미한 지연시간×집단 상호작용 $F(2,82)=11.53, p<.01, \eta_p^2=.22$ 은 조현병 집단에서 정확도의 감소가 더 큰 폭으로 나타남을 보여주었

다. 이와 함께, 자극 종류와 지연시간 조건 간 상호작용도 나타났는데 $F(4,164)=8.81, p<.01, \eta_p^2=.18$, 이는 지연시간이 늘어나도 BM의 기억정확도는 다른 두 자극에 비해 상대적으로 덜 감소했음을 의미한다. 그러나 집단 변인이 포함된 자극 종류×지연시간×집단의 3원 상호작용은 유의미한 수준에 이르지 않았다 $F(4,164)=1.32, p=.26, \eta_p^2=.03$.

요약하면, 두 집단 모두에서 지연시간의 증가에 따라 정확도가 감소했지만, 이 감소는 조현병 집단에서 더 크고(집단×지연시간 상호작용), 자극종류와 지연시간의 유의미한 상호작용은 BM자극이 지연시간의 증가에도 다른 자극에 비해 더 정확히 기억된다는 것을 보여주는 결과라 할 수 있다. 이는 두 집단을 따로 분석한 결과에서도 잘 나타났다. 정상인 집단에서 자극종류×지연시간조건 분산분석 결과, 자극 주효과 $F(2,44)=10.75, p<.01, \eta_p^2=.33$ 와 지연시간 주효과 $F(2,44)=32.77, p<.01, \eta_p^2=.59$, 자극종류×지연시간의 상호작용효과 $F(4,88)=6.71, p<.01, \eta_p^2=.23$ 가 모두 유의미하였다. 조현병환자 집단에서도 유의미한 자극 주효과 $F(2,38)=22.56, p<.01, \eta_p^2=.54$, 지연시간 주효과 $F(2,38)=41.71, p<.01, \eta_p^2=.68$, 그리고 상호작용효과 $F(4,76)=4.11, p<.01, \eta_p^2=.18$ 가 관찰되었다. 이는 단순히 두 집단의 반응 패턴이 큰 차이가 없음을 나타내는 것 뿐 아니라, 정상인 집단과 마찬가지로 조현병 환자 집단에서도 BM자극의 특성에 의한 작업기억의 촉진 효과가 나타난 것으로 해석할 수 있을 것이다.

비록 집단이 포함된 3원 상호작용은 유의미하지 않았으나, 두 집단 간의 차이는 Figure 4에서도 시각적으로 확인할 수 있듯이 지연시간 조건에 따른 BM자극 정확도에서 관찰되었다. 정상인 집단에서 BM자극 시행만을 대상으로 실시한 지

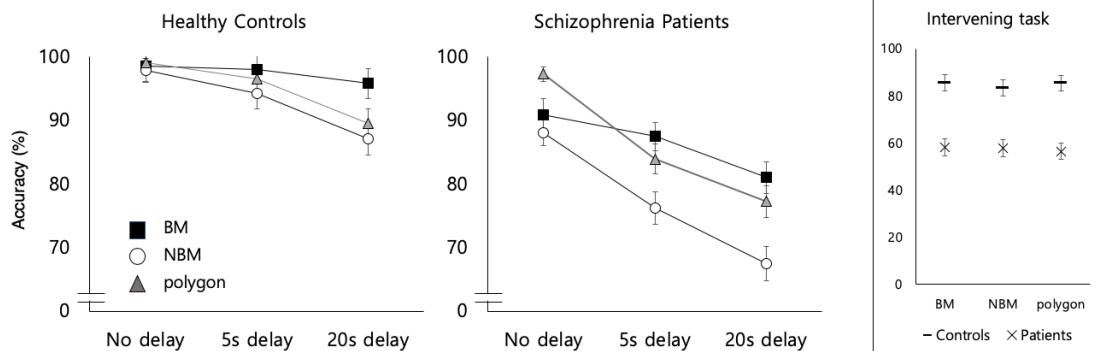


Figure 4. Perceptual (no delay) or working memory accuracy (5s and 20s delay) for BM, NBM, and polygons in healthy controls (left) and patients with schizophrenia (center). The plot in the box (right) shows the results from the intervening number-subtraction task during the delay period. Error bars indicate standard error of the means.

연시간 조건에 따른 일원분산분석 결과는 지연시간의 증가에도 불구하고 정확도 감소가 유의미하지 않음을 보여주었다 [$F(2,44)=2.97, p=.10, \eta_p^2=.11$]. 그러나, 정상인 집단과 대조적으로 조현병 집단에서 BM자극의 기억정확도는 지연시간 증가에 따라 유의미한 감소를 보였다 [$F(2,38)=11.04, p<.01, \eta_p^2=.37$].

즉, 실험 2의 결과를 종합하면 두 집단 모두에서 BM자극의 지각적 부호화(0초 지연시간 조건) 및 유지(5초, 20초 지연시간 조건)가 다른 자극에 비해 더 효과적이었고, 정상인 집단에서는 이 효과가 긴 지연시간에도 지속되었던 반면, 조현병환자 집단에서는 지연시간 증가와 함께 감소한 것으로 요약할 수 있다.

그 외에, 작업기억이 요구되지 않는 상황에서(0초 지연시간 조건) 시지각 기능과 관련하여 언급할 만한 점은 조현병환자 집단의 BM 및 NBM시행 정확도가 정상인에 비해 낮으나[BM: $t(41)=2.17, p<.05$; NBM: $t(41)=3.49, p<.01$], polygon시행의 정확도는 정상인 집단과 차이가 없었다는 것이다 [$t(41)=1.15, p=.26$]. 이 결과는 시지각단계에서 조현병환자들이 보이는 운동지각의 문제점(e.g. Chen et al., 1999)과 형태지각은 상대적으로 잘 보존된다는 기존의 연구결과들(e.g. Butler & Javitt, 2005; Fox, Doniger, & Javitt, 2001)과 같은 맥락에서 해석이 가능하다. 그러나, polygon시행의 경우 매우 짧은 자극 간 간격 전후로 정지된 형태가 제시된다는 점에서 참가자들이 자극의 전체 형태를 지각하기에 앞서 변화 탐지(change detection) 기제에 의존해 높은 정확도

를 기록하고 그 결과 집단 차가 나타나지 않았을 가능성도 있으며, 본 실험 자료로는 이를 명확히 구분할 수 없음을 제한점으로 고려할 필요가 있다.

임상증상 점수(PANSS)와 약물투여량(CPZ)은 실험 2에서도 과제수행과 유의미한 상관이 없었다(Table 4). 언어성 지능점수는 지연시간이 없는 조건과 5초 지연조건에서 BM시행의 정확도와 정적 상관관계를 보였다. 그러나, 동일한 지연시간 조건들에서 polygon시행과도 정적상관을 보였으므로 언어성 지능점수가 BM자극 시행에만 직접적인 영향을 미쳤다고 보기는 어렵다.

Figure 4의 우측 도표는 실험 2에서의 지연시간 중 숫자 빼기과제의 정확도를 각 자극 조건별로 나타낸 것이다. 두 집단과 자극종류 조건을 변인으로 하는 분산분석 결과, 실험 1의 경우와 마찬가지로 유의미한 집단 간 정확도 차이가 있었다 [$F(1,40)=16.9, p<.01$]. 그러나 자극종류에 따른 차이나, 집단×자극종류 상호작용 효과는 없었다. 두 집단 모두에서 자극에 관계없이 지연시간과제의 수행 정도는 일정하게 나타났으며, 지연시간과제의 결과가 작업기억과제의 수행이나 특정 자극의 처리에 영향을 준 것으로 생각되지는 않는다. 실험 1의 경우에서와 유사하게 정상인 집단에서는 두 과제수행 간 유의한 상관이 관찰되지 않았고, 조현병환자 집단에서는 일부 정적 상관관계가 있었으나, 모든 자극에 걸쳐 나타나(Table 5), 특정한 자극과 관련되지는 않았다. 실험 1에서 논의한 바와 같이, 실험 2에서도 지연시간과제가 작업기억과제 수행에 직접적인 영향을 주지는 않은 것으로 보인다.

Table 4. Correlations between clinical variables and the task performance in the patients group.

Stimulus	BM			NBM			polygon		
	0	5	20	0	5	20	0	5	20
Delay (sec)	0	5	20	0	5	20	0	5	20
PANSS+	.09	.13	.02	.16	-.01	.31	.05	.11	.07
PANSS-	-.42	-.25	-.09	-.12	-.26	-.07	-.43	-.16	-.22
Verbal IQ	.56*	.46*	.36	.37	.37	-.07	.61**	.47*	-.02
CPZ	-.21	-.13	-.03	-.02	-.17	-.03	-.15	-.32	-.04

Numbers indicate Pearson's *r*

* $p<.05$ ** $p<.01$

Table 5. Correlations between the intervening task and the main task performance.

Stimulus	Delay (sec)	BM		NBM		polygon	
		5	20	5	20	5	20
Intervening task	Controls	-.01	.12	-.03	.16	.21	.18
	Patients	.59**	.38	.52*	.15	.67**	.42

Numbers indicate Pearson's *r*

* $p<.05$ ** $p<.01$

종합논의

본 연구에서는 조현병환자집단과 정상인집단을 대상으로 작업기억과제를 실시하여 기억정보의 부호화 및 유지에 의한 수행 차이를 관찰하였다. 특히, 생물형운동(BM)을 과제에 적용하여, BM 특유의 운동정보 및 사회적 정보가 다른 종류의 자극과 비교해 작업기억수행에 어떤 영향을 주는지 알아보고자 하였다.

본 실험의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 조현병환자집단은 정상인집단에 비해 작업기억과제 수행의 정확도가 떨어졌다. 또한 작업기억이 요구되지 않는 시지각 조건(실험 2)에서 조현병환자들은 운동자극에 대해서만 낮은 정확도를 보였다. 둘째, 집단 간 차이에도 불구하고, 두 집단 모두에서 BM자극은 NBM자극(실험 1, 2) 및 polygon(실험 2)자극에 비해 정보의 부호화 및 유지가 더 효과적인 것으로 분석되었다. 셋째, BM자극의 작업기억 촉진효과는 두 집단에서 서로 다르게 나타났다. 정상인 집단의 경우 기억부하의 증가, 서로 다른 종류의 자극 기억(실험 1의 혼합조건), 지연시간의 증가에도 불구하고 BM자극의 기억 정확도는 높은 수준을 유지하였다. 반면, 조현병환자 집단의 경우는 기억부하와 지연시간의 증가에 따라 BM기억정확도가 유의미하게 감소하였다. 그러나, 집단 내에서 다른 종류의 자극과 비교했을 때 상대적으로 높은 정확도를 유지하였다. 이하에 각 주요 결과에 대한 논의를 기술하였다.

집단 간 과제수행 정확도 차이

조현병환자 집단의 참가자들은 실험 1과 실험 2에서 시행된 작업기억과제의 모든 조건에 걸쳐 정상인에 비해 낮은 기억 정확도를 기록하였다. 정확도의 차이는 자극 종류와 기억부하의 고,저에 관계없이 나타났으며(실험 1), 지연시간이 짧거나(5초) 긴(20초) 경우 모두 관찰되었다. 이는 조현병환자들을 대상으로 한 다수의 선행연구들과 마찬가지로, 여러 가지 자극 양상(modality)이나 과제 유형에 걸쳐 작업기억의 문제가 관찰된다는 보고를 확증시켜주는 결과로 볼 수 있다. 추가로 언급할 만한 점은 작업기억이 요구되지 않는 시지각 정보 처리에서의 집단 차이로, 실험 2에서 지연시간이 없는 조건의 결과가 이에 해당한다(Figure 4). 지연시간이 없는 시행 중, 운동자극인 BM 및 NBM 자극이 제시된 시행에서는 조현병집단의 재인정확도가 유의미하게 낮았으나, 정지된 자극인 도형이 제시된 경우에는 집단 차이가 없었다. 실험 2의 논의에서 언급했듯이, 이 결과는 조현병환자들의 배측시각경로(dorsal visual pathway)기능 이상(Butler et al., 2005;

Fox et al., 2001)을 시사하나, 본 실험의 실행 과정에서 참가자들이 형태지각보다 변화탐지기제를 이용했을 가능성 역시 배제할 수 없다.

BM자극의 작업기억 촉진효과

집단 간 수행의 차이에도 불구하고, 정상인과 조현병참가자 집단에서 공통적으로 관찰된 결과는 자극의 종류에 따라 작업기억의 정확도가 영향을 받았다는 것이다. 즉, BM자극이 제시된 시행의 기억정확도가 모든 기억부하 조건에서 다른 자극에 비해 더 높았다. 또한 BM과 NBM을 모두 기억해야 하는 혼합조건에서도 BM을 회상해야 하는 시행에서의 정확도가 더 높았다. 선행연구들은 자극의 참신성이나 현저성과 같은 특성들이 작업기억의 부호화 과정을 촉진시켜 기억 인출에서의 정확도를 높일 수 있다고 보고하였다(Fine & Minnery, 2009; Mayer et al., 2011; Schmidt et al., 2002). 이 맥락에서, 서론에서 언급한대로 BM자극이 얼굴 자극 못지 않은 사회인지적 정보와 고유의 운동정보를 가진다는 특성이 작업기억 과정을 촉진시켰을 것으로 해석할 수 있다.

각 집단별 효과 양상

본 연구의 가장 주요한 발견은 BM자극의 작업기억 촉진효과가 정상인과 조현병환자 집단에서 각각 다른 양상으로 관찰되었다는 점이다. 정상인참가자 집단에서 BM자극의 효과는 여러 실험 조건에도 불구하고 매우 견고하게 유지되었다. 즉, 기억부하가 증가하거나(실험 1), 지연시간이 길어져도(실험 2) BM자극에 대한 기억정확도는 유의미한 감소를 보이지 않았으며, 이는 BM자극의 경우 지각단계부터 부호화 및 유지, 내포된 사회적 정보의 처리가 유기적으로 이루어졌음을 시사한다.

조현병환자 집단에서도 집단 내 비교 결과는 BM자극의 작업기억 촉진효과가 어느 정도 있었음을 보여주나 기억부하 및 지연시간의 증가에 따라 효과가 감소하는 등, 매우 제한적이었다. 정상인 집단과의 비교에 초점을 둔다면 이 결과는 조현병 환자들이 초기 지각단계에서 상위 인지단계에 이르는 정보처리과정 전반에 걸쳐 기능이 약화되어 있음을 시사하며, BM자극을 과제에 제시하는 것도 약화된 정보처리과정을 정상 수준으로 유도하지는 못한 것으로 해석된다. 최근의 연구(Mayer et al., 2014)에서는 알파벳 문자와, 상하를 반전시켜 현저성을 증가시킨 문자 자극을 제시하여 정상인과 조현병환자 집단의 작업기억 수행을 비교하였다. 이 연구 결과, 정상인 집단에서는 현저성이 증가한 자극이 작업기억의 수행

에 더 도움이 되었으나 조현병환자들은 증가된 현저성에 의한 작업기억 수행 향상이 뚜렷하지 않은 것으로 나타났다. 본 실험의 연구 결과도 이와 유사한 맥락에서, BM자극에 내포된 추가정보가 정상인 집단과 비교할만한 효과를 끌어내지는 못한 것으로 해석할 수 있다.

그러나, 적어도 조현병 집단 내에서는 BM자극의 기억정확도가 다른 자극에 비해 높았던 것 역시 본 연구에서 관찰한 결과이며, 따라서 앞 절에서 논의한 BM자극의 특성이 제한적이지만 촉진효과를 가져왔다는 설명이 조현병집단에도 적용될 수 있을 것이다. 즉, 조현병집단의 결과는 NBM이나 polygon자극 시행 결과에서 보이듯이 지각 및 인지기능이 저하되어 있다는 점을 잘 보여주나, 사회인지기능의 경우 주어진 자극에 따라 다소의 향상을 보일 가능성이 있음을 시사한다고 할 수 있다. 또한, 지연시간이 없는 조건에서 BM과 NBM의 정확도는 정상인에 비해 낮아, 운동정보의 시지각 문제를 보고한 선행연구결과들(Chen et al., 1999; 2003)과 일관된 결과를 보였음에도, 지연시간이 증가했을 때 BM자극의 기억정확도는 다른 자극에 비해 상대적으로 높게 유지가 되었다. 이는 BM자극에 대한 사회인지적 정보처리과정이 초기 단계의 지각 및 인지과정을 보완해준 결과라는 해석도 가능할 것이다. 실제로 전두엽과 관련된 상위과정으로부터의 하향식 정보처리가 초기 지각과정 및 관련 뇌 영역 활동에 영향을 주는 예는 다수 존재한다(Cavanagh, Labianca, & Thornton, 2001; Gilbert & Li, 2013; Lee, Yang, Romero, & Mumford, 2002; Thornton, Rensink, & Shiffrar, 2002).

덧붙여, 본 연구 결과에서는 이전 연구(Lee & Kim, 2017)의 결과에 비해, 조현병환자 집단에서 BM의 효과가 보다 명확히 관찰되었다. Lee & Kim(2017)에서는 자극이 1개 제시된 경우(낮은 기억부하)에는 본 실험과 마찬가지로 BM시행의 정확도가 높았으나 2개 제시된 조건에서는 BM과 NBM간 차이가 사라져 BM의 효과가 기억부하에 극히 취약한 것으로 생각되었다. 그러나 서론에서 지적했듯이, Lee & Kim(2017)에서는 반응단계에서의 처리부담이 매우 커 BM의 효과가 잘 관찰되지 않았을 가능성이 있었고, 본 실험에서는 반응단계의 부담을 줄인 결과 기억부하가 높은 조건에서도 BM-NBM간의 유의한 차이를 관찰할 수 있었다. 즉, 조현병 집단에서도 기억부담과 지연시간의 증가에도 BM의 효과가 정상인에 비해 제한적이지만 작용하는 것으로 볼 수 있다.

제한점 및 해석의 유의점

상기한 결과 및 논의와 더불어 본 연구는 다음과 같은 점에서 제한점이 있다. 첫째, 조현병환자 집단의 참가자들은 실험 당시 모두 항정신병약물을 투여하고 있는 상태였다. 대부분의 조현병 연구에서 항정신병 약물이 지각 및 인지실험과제 수행에 미치는 영향은 거의 없거나 특정하기 어렵다고 보고하고 있다(Boulay, Labelle, Bourget, Robertson, Habib, et al., 2007; Green, Marshall, Wirshing, Ames, Marder, et al., 1997; Goldberg, Godlman, Burdick, Malhotra, Lencz, et al., 2007; Kim & Park, 2011). 본 연구에서도 과제수행 정도와 약물투여량 간의 상관관계는 없었기 때문에, 가능성을 완전히 배제할 수는 없지만 약물의 영향은 거의 없었을 것으로 추측한다. 둘째, 본 연구에 사용된 세 종류의 자극 중, BM자극은 동작의 범주화 내지 언어적 묘사가 가능한 반면, 다른 두 종류의 자극은 그렇지 않다는 점이 과제 수행의 정확도에 영향을 주었을 가능성이 있으며, 참가자의 언어성 지능점수와 일부 조건의 BM기억 정확도 간에 나타난 유의미한 상관이 이를 뒷받침하는 것으로 생각될 수 있다. 그러나, 두 참가자 집단 간 언어성 지능 점수의 차이는 없었다. BM자체의 특성이 아니라 범주화나 언어적 묘사 기능에 따른 효과가 결과에 더 큰 영향을 미쳤다면, 조현병환자 집단에서도 정상인 집단과 마찬가지로 기억부하의 증가에 따른 정확도의 감소 정도가 NBM에 비해 BM자극에서 더 작았을 것으로 예상할 수 있다. 언어화된 기억정보는 시각운동자극 정보와는 다른 양상이며, 언어성 지능의 집단 차는 없었기 때문이다. 또한, 작업기억과제의 지연시간 동안 실행된 숫자빼기 과제가 두 집단 모두에서 BM자극의 언어적 뇌기능을 효과적으로 억제했을 것으로 생각된다. 지연시간 동안의 숫자빼기과제의 분석 결과, 집단 간 정확도의 차이가 있었으나, 각 집단 내에서는 자극 종류에 관계없이 지연시간과제 정확도가 일정하게 나타났고, 작업기억 정확도와 지연시간과제 정확도 간 부적 상관이 없었으므로 참가자들이 지시에 따라 과제를 수행한 것으로 판단할 수 있기 때문이다. 그러나, 자극 간 특성의 완전한 통제가 이루어지지 않았다는 점과 그에 따른 오염효과의 가능성을 본 실험의 자료로는 완전히 배제할 수 없는 것이 사실이므로, 이를 본 연구 결과 해석에서의 유의점으로 고려해야 할 것이다.

결론

본 연구에서는 특별한 의미정보가 없는 비운동 도형자극, 비생물형 운동자극, 사회적 정보를 내포한 생물형 운동자극을 여러 기억부하 및 지연시간 조건이 포함된 작업기억과제에

적용함으로써, 조현병환자들이 특정 초기 또는 상위의 단계에 국한되지 않은 전반적 정보처리기능의 저하를 보임을 시사하는 결과를 얻었다. 동시에, 정상인의 수행수준에는 미치지 못하나 친숙하고 풍부한 사회적 정보를 내포한 자극을 제시하여 다소의 인지 기능 향상 효과를 얻을 수 있는 가능성을 제시한 결과로도 해석할 수 있다. 조현병환자의 저하된 인지기능 및 사회적 기능은 임상증상의 호전 이후에도 지속되며(Brüne, 2003; Edwards, Pattison, Jackson, & Wales, 2001), 임상증상의 치료와 더불어 중요성을 가지는 문제이다. 본 연구의 결과만으로는 확인하기 어려우나, 조현병환자들에게 사회적 지지와 상호작용을 촉진시킬 수 있는 자극과 환경이 체계적으로 주어진다면 더 좋은 재활 효과를 기대할 수 있을 것이며, 본 연구 결과는 이에 대한 기초자료를 제공하는 의의를 가진다고 할 수 있다.

참고문헌

- American Psychiatric Association (1994). *DSM-IV: diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed.)*. Washington, DC: American Psychiatric Press; 1994.
- Blake, R., & Shiffar, M.(2007). Perception of human motion. *Annual Review of Psychology*, 58, 47-73. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.57.102904.190152> PMID: 16903802
- Boulay, L. J., Labelle, A., Bourget, D., Robertson, S., Habib, R., Tessier, P., et al. (2007). Dissociating medication effects from learning and practice effects in a neurocognitive study of schizophrenia: Olanzapine versus haloperidol. *Cognitive Neuropsychiatry*, 12, 322-338.
- Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial Vision*, 10, 443-446. DOI: 10.1163/156856897X00357
- Brittain, P., Ffytche, D. H., McKendrick, A., & Surguladze, S. (2010). Visual processing, social cognition and functional outcome in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 178, 270-275. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2009.09.013> PMID: 20494457
- Brüne, M. (2003). Theory of mind and the role of IQ in chronic disorganized schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 60, 57-64.
- Butler, P. D., & Javitt, D. C. (2005). Early-stage visual processing deficits in schizophrenia. *Current Opinion in Psychiatry* 18, 151-157.
- Cavanagh, P., Labianca, A., & Thornton, I. M. (2001). Attention-based visual routines: Sprites. *Cognition*, 80, 47-60.
- Chen, Y., Nakayama, K., Levy, D. L., Matthyse, S., & Holzman, P. S. Processing of global, but not local, motion direction is deficient in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 61, 215-27. PMID: 12729873
- Chen, Y., Palafox, G. P., Nakayama, K., Levy, D. L., Matthyse, S., & Holzman, P. S. (1999). Motion perception in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 56, 149-154. PMID: 10025439
- Edwards, J., Pattison, P. E., Jackson, H. J., & Wales, R. J. (2001). Facial affect and affective prosody recognition in first-episode schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 48, 235-53.
- Fine, M. S., & Minnery, B. S. (2009). Visual salience affects performance in a working memory task. *Journal of Neuroscience*, 29, 8016-8021. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5503-08.2009> PMID: 19553441
- First, M. B., Spitzer, R. L., Gibbon, M., & Williams, J. B. (1996). *Structured clinical interview for DSM-IV Axis I disorder*. New York, NY: New York State Psychiatric Institute.
- Foxe, J. J., Doniger, G. M., & Javitt, D. C. (2001). Early visual processing deficits in schizophrenia: impaired P1 generation revealed by high-density electrical mapping. *Neuroreport* 12, 3815-3820.
- Gilbert, C. D., Li, W. (2013). Top-down influences on visual processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 14, 350 - 363.
- Goldberg, T. E., Goldman, R. S., Burdick, K. E., Malhotra, A. K., Lencz, T., Patel, R. C., et al. (2007). Cognitive improvement after treatment with second-generation antipsychotic medications in first-episode schizophrenia: is it a practice effect? *Archives of General Psychiatry*, 64, 1115-1122.
- Green, M. F., & Horan, W. P. (2010). Social cognition in schizophrenia. *Current Directions in Psychological Science*, 19, 243-248.
- Green, M. F., Marshall, B. D. Jr., Wirshing, W. C., Ames, D., Marder, S. R., McGurk, S., et al. (1997). Does risperidone improve verbal working memory in treatment-resistant schizophrenia? *American Journal of Psychiatry*, 154, 799-804.
- Haut, M. W., Cahill, J., Cutlip, W. D., Stevenson, J. M., Makela, E. H., & Bloomfield, S. M. (1996). On the nature of Wisconsin Card Sorting Test performance in

- schizophrenia. *Psychiatry Research*, 65, 15-22. PMID: 8953657
- Huang, J., Tan, S. P., Walsh, S. C., Spriggs, L. K., Neumann, D. L., Shum, D. H., et al. (2014). Working memory dysfunctions predict social problem solving skills in schizophrenia. *Psychiatry Research*, 220, 96-101. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.07.043> PMID: 25110314
- Jahshan, C., Wynn, J. K., Mathis, K. I., & Green, M. F. (2015). The neurophysiology of biological motion perception in schizophrenia. *Brain and Behavior*, 5(1), 75-84. <https://doi.org/10.1002/brb3.303> PMID: 25722951
- Johansson, G.(1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, 14, 201-211.
- Kay, S. R., Fiszbein, A., & Opler, L. A. (1987). The positive and negative syndrome scale (PANSS) for schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 13, 261-276. PMID: 3616518
- Keane, B. P., Peng, Y., Dimmin, D., Silverstein, S. M., & Lu, H. (2018). Intact perception of coherent motion, dynamic rigid form, and biological motion in chronic schizophrenia. *Psychiatry Research*, 268, 53-59.
- Kim, J., Jung, E. L., Lee, S.-H., & Blake, R. (2015). A new technique for generating disordered point-light animations for the study of biological motion perception. *Journal of Vision*, 15. doi:10.1167/15.11.13
- Kim, J., Matthews, N. L., & Park, S. (2010). An event-related fMRI study of phonological verbal working memory in schizophrenia. *PLoS ONE*, 5(8), e12068. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012068> PMID: 20725639
- Kim, J., Norton, D., McBain, R., Ongur, D., & Chen, Y. (2013). Deficient biological motion perception in schizophrenia: Results from a motion noise paradigm. *Frontiers in Psychology*, 4. Article 391. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00391> PMID: 23847566
- Kim, J., & Park, S. (2011). Visual perception of deficits associated with the magnocellular pathway in schizophrenia. *Korean Journal of Schizophrenia Research*, 14(2), 61-75.
- Kim, J., Park, S., & Blake, R. (2011). Perception of biological motion in schizophrenia and healthy individuals: A behavioral and fMRI study. *PLoS ONE*, 6(5), e19971. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019971> PMID: 21625492
- Kim, J., Park, S., Shin, Y-W., Lee, K. J., & Kwon, J. S. (2006). Self-initiated encoding facilitates object working memory in schizophrenia: implications for the etiology of working memory deficit. *Schizophrenia Research*, 82, 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2005.10.017> PMID: 16377155
- Lee H, Kim J. (2017). Load-sensitive impairment of working memory for biological motion in schizophrenia. *PLoS ONE* 12(10): e0186498. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186498>
- Lee, J., & Park, S. (2005). Working memory impairments in schizophrenia: a meta-analysis. *Journal of Abnormal Psychology*, 114, 599-611.
- Lee, J., & Park, S. (2006). The role of stimulus salience in CPT-AX performance of schizophrenia patients. *Schizophrenia Research*, 81, 191-197. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2005.08.015> PMID: 16226875
- Lee, T. S., Yang, C. F., Romero, R. D., & Mumford, D. (2002). Neural activity in early visual cortex reflects behavioral experience and higher-order perceptual saliency. *Nature Neuroscience*, 5, 589 - 597.
- Ma, Y., Paterson, H. M., & Pollick, F. E. (2006). A motion-capture library for the study of identity, gender, and emotion perception from biological motion. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 38, 134-141.
- Mayer, J., Kim, J., & Park, S. (2011). Enhancing visual working memory encoding: the role of target novelty. *Visual Cognition*, 19, 863-85. <https://doi.org/10.1080/13506285.2011.594459> PMID: 23997641
- Mayer, J. S., Kim, J., & Park, S. (2014). Failure to benefit from target novelty during encoding contributes to working memory deficits in schizophrenia. *Cognitive Neuropsychiatry*, 19(3), 268-279. doi: 10.1080/13546805.2013.854199.
- Nuechterlein, K. H. (1991). Vigilance in schizophrenia and related disorder. In: Steinhauer SR, Gruzelier JH, Zubin J, editors. *Handbook of Schizophrenia*. Vol. 5. Amsterdam: Elsevier
- Park, S., & Holzman, P. S. (1992). Schizophrenics show spatial working memory deficits. *Archives of General Psychiatry*, 49(12), 975-82. PMID: 1449384
- Park, S., & Holzman, P.S. (1993). Association of working memory deficit and eye tracking dysfunction in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 11, 55-61. PMID: 8297805
- Park, S., Swisher, T., & Knurek, E. (2001). Affect facilitates prefrontal function in schizophrenia: "WHAT" modulates working memory for "WHERE". *Schizophrenia Research*, 49, 118.
- Pelli, D. G. (1997). The video toolbox software for visual

- psychophysics: transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10, 437-442. PMID: 9176953
- Piskulic, D., Olver, J.S., Norman, T.R., & Maruff, P. (2007). Behavioral studies of spatial working memory dysfunction in schizophrenia: a quantitative literature review. *Psychiatry Research*, 150, 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2006.03.018> PMID: 17292970
- Raine, A. (1991). The SPQ: A scale for the assessment of schizotypal personality based on DSM-III-R criteria. *Schizophrenia Bulletin*, 17, 55-64. PMID: 1805349
- Schmidt, B. K., Vogel, E. K., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2002). Voluntary and automatic attentional control of visual working memory. *Perception and Psychophysics*, 64, 754-63. PMID: 12201334
- Shen, M., Gao, Z., Ding, X., Zhou, B., & Huang, X. (2014). Holding biological motion information in working memory. *Journal of Experimental Psychology*, 40(4), 1332-1345. <http://dx.doi.org/10.1037/a0036839>
- Thornton, I. M., Rensink, R. A., Shiffrar, M. (2002), Active versus passive processing of biological motion. *Perception* 31, 837-853.
- van Boxtel, J. J. A., & Lu, H. (2013). A biological motion toolbox for reading, displaying, and manipulating motion capture data in research settings. *Journal of Vision*, 13. doi:10.1167/13.12.7
- Yeom, T. H., Park, Y. S., Oh, K. J., Kim, J. K., & Lee, Y. H. (1992). *Korean-Wechsler adult intelligence scale manual*. Seoul: Korean Guidance Press.
- Yi, J. S., Ahn, Y. M., Shin, H. K., An, S. K., Joo, Y. H., Kim, S. H., et al. (2001). Reliability and validity of the Korean version of the Positive and Negative Syndrome Scale. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association*, 40, 1090-1105.

조현병 환자와 정상인의 작업기억에서 생물형운동 정보의 부호화와 유지*

이한나^{1,2}, 김제중^{1*}

¹덕성여자대학교 심리학과

²UCLA 심리학과

작업기억의 결함은 조현병(schizophrenia)에서 가장 일관되게 보고되어온 인지장애이다. 작업기억에 관한 선행 연구들은 자극의 새로움(novelty)이나 현저성(salience)에 따라 기억과정이 촉진될 수 있음을 보고해왔다. 본 연구에서는 특수한 운동자극이면서 사회적 정보를 포함하는 생물형운동(biological motion, BM)을 이용하여 정상인과 조현병환자집단에서의 작업기억수행을 관찰하였다. 실험 1에서는 자극종류(BM, non-biological motion: NBM)와 기억부하에 따라 지연반응과제의 수행을 관찰하였고, 실험 2에서는 지연시간에 따른 BM의 효과를 알아보기 위해 BM, NBM, 도형자극을 짧거나 긴 지연시간 조건에 따라 제시하였다. 실험 결과, 조현병환자집단은 정상인에 비해 전체적인 수행정도가 낮았다. 또한 두 집단 모두에서 BM이 다른 자극에 비해 기억정확도가 높았으나, 이 효과는 두 집단에서 다른 양상이었다. 정상인집단의 경우 기억부하 및 지연시간이 증가해도 BM의 효과가 유지되었으나, 조현병집단에서는 효과가 감소하였다. 그러나, 환자집단 내에서는 다른 자극에 비해 BM에 대한 정확도가 높게 유지되었다. 이 결과는 조현병환자들은 정상인에 비해 제한적이거나, BM자극 특성에 의한 기억촉진효과를 경험한다는 점을 보여주며, 사회적 환경의 적절한 제공을 통해 저하된 인지기능을 다소 보완할 수 있는 가능성을 시사한다.

주제어: 작업기억, 생물형운동, 조현병, 사회인지