Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 10. No. 5, pp. 103-110, 2019

ISSN 2233-4890
https://doi.org/10.15207/JKCS.2019.10.5.103

융복합적 접근을 통한 알츠하이머형 치매의 이해 증진 : 양안 지각

김남균[1*], 이호원[2]
[1]계명대학교 심리학과 교수, [2]경북대학교 의과전문대학원 신경과 교수

A Convergent Approach to Gain a Better Understanding of Alzheimer's Disease: Stereoscopic Vision

Nam-Gyoon Kim[1*], Ho-Won Lee[2]
[1]Professor, Department of Psychology, Keimyung University
[2]Professor, Department of Neurology, School of Medicine, Kyungpook National University

요 약 알츠하이머형 치매(Alzheimer's disease, AD)가 입체시 지각에 영향을 미치는지를 규명하고자 정상노인, AD환자, 경도인지장애(mild cognitive impairment, MCI)환자 각각 20명을 대상으로 입체시 지각능력을 검사했다. 화면 좌우에 두 개의 정육면체가 제시되었으며, 참가자들은 둘 중 자신에게 더 가까운 물체를 지적하였다. 이 때 물체들 간의 상대적 거리를 절대부등과 상대부등으로 분리하여 조작하였으며, 각 부등 유형에서 교차부등과 비교차부등으로 부등의 방향도 함께 변화시켰다. 그 결과 MCI환자들과 AD환자들이 정상노인 못지않게 정확하게 수행한 것으로 나타났다. 이런 결과는 입체시 지각과정이 AD의 영향을 거의 받지 않는 증거로 볼 수 있다. 이런 결과를 AD로 인해 영향을 받는 고차원 시각 과정과 비교하면서 논의하였다.

주제어 : 알츠하이머형 치매, 노령화, 입체시 지각, 양안부등, 고차원 시각 과정

Abstract The present study investigated the effects of AD on stereoscopic vision. Sixty participants (20 AD patients, 20 mild cognitive impairment patients, 20 healthy elderly controls) participated in the study. Two cubes, one on the left and the other on the right of the center of the monitor, appeared at varying distances from the observer with their relative distances controlled in two disparity conditions (absolute vs relative disparity) combined with two disparity directions (crossed vs uncrossed disparity). Participants identified the object that appeared closer to them. Results demonstrated comparable performance with all three groups performing accurately, suggesting that the effect of AD on stereopsis is negligible. Discussion focused on brain pathology affected by AD involving high level visual processing.

Key Words : Alzheimer's disease, Aging, Stereopsis, Binocular disparity, High level visual processing

*This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2016S1A5A2A03927114).
*Corresponding Author : Nam-Gyoon Kim(nk70@kmu.ac.kr)
Received April 2, 2019 Revised April 25, 2019
Accepted May 20, 2019 Published May 28, 2019

1. 서론

현재 한국사회는 급속도로 고령화되어 가고 있다. 2015년 통계청이 발표한 자료에 따르면 전체 인구의 13.1%가 65세 이상의 고령자에 해당하는 것으로 추산된다. 이 수치는 2030년에는 24.3%, 2050년에는 37.4%로 급속히 증가할 것으로 예측한다[1]. 고령화로 인하여 사회, 경제, 보건 분야를 포함하여 사회 전반에 다양한 문제점들이 발생할 것이지만, 특히 주목해야할 사항은 급속히 증가하고 있는 치매 발생률(incidence)이다. 보건복지부가 2012년도 실시한 조사 결과에 따르면 65세 이상 노인 중 치매 환자의 비율(치매 유병률, prevalence)은 9.2%, 총54만 명으로 추산한다. 보다 심각한 사실은 치매 환자의 수가 20년 마다 2배로 증가하여, 2020년 84만 명, 2030년 127만 명, 2050년 271만 명으로 증가할 것이란 예상이다[2].

치매는 기억력 퇴행을 포함하여 다양한 인지기능의 손상을 유발시켜 환자 당사자로부터 일상생활 유지 기능을 박탈할 뿐 아니라, 환자를 돌보는 가족에게 경제적인 부담을 주며 육체적, 정신적 고통까지 안겨주는 심각한 장애다. 치매는 다양한 유형으로 나타나지만, 가장 대표적인 치매는 알츠하이머형 치매(Alzheimer's Disease, 이하 AD)다. 보건복지부[2] 자료에 따르면 AD의 치매 유병률은 6.54%로 전체 치매의 71.3%를 차지하는 것으로 나타나고 있다. 미국 통계 자료 또한 AD환자가 전체 치매환자의 2/3를 차지한다고 보고하고 있다[3].

AD는 대뇌피질세포의 점진적인 퇴화로 발생하는 퇴행성 신경질환이다. 특히 기억 장애, 사고추론능력 장애, 관리기능 장애, 주의력 결핍 등과 같이 인지 기능의 손상이 특징적으로 나타나며, 불안이나 우울 같은 정서적 문제도 동반되어 나타나는 것으로 알려져 있다[3,4].

이 장애의 심각성으로 인해 지금까지 엄청난 재정적인 지원과 연구 인력이 투입되었지만, 그럼에도 불구하고, AD의 원인 및 발병기전(pathogenesis)은 아직 밝혀지지 않고 있다. 현재 조기 발견에 의한 약물치료만이 질병의 증상을 완화시키고 질병의 진전 속도를 늦출 수 있는 유일한 방법이다. 따라서 조기 진단이 무엇보다 중요한 실정이다. 현재 전 세계의 유명 연구기관들은 AD의 조기 진단 방법 규명에 전력 질주하고 있다. 그 결과 뇌척수액(cerebrospinal fluid) 속에 포함된 베타 아밀로이드(β-amyloid)와 타우 단백질(tau protein)의 수치에 근거한 AD의 biomarker 개연성이 몇몇 연구기관에서 제시되고 있다[5,6]. 하지만 이렇게 제시된 biomarker들이 경도인지장애(mild cognitive impairment, 이하 MCI)를 포함한 다른 유사 장애들을 신뢰할 수 있는 수준에서 변별할 수 있는지는 완전히 규명되지 않았을 뿐 아니라, 고가의 검사비용 또한 상용화의 걸림돌로 작용하고 있다. 이런 문제점들로 인해 여전히 AD 검진은 임상척도에 따른 신경심리학적인 평가와 CT와 MRI를 활용한 뇌영상 검사에 의존하고 있다. 이런 점들을 고려할 때, 신뢰성 있는 AD의 조기 진단 방안의 규명은 무엇보다 시급한 문제다.

1.1 AD로 인한 시지각능력의 손상

최근 연구는 AD가 인지 기능 뿐 아니라 뇌의 감각(sensory pathways) 및 피질의 시각경로(cortical visual pathways)에도 영향을 미친다고 보고한다[7-9]. 특히 대비 민감도(contrast sensitivity), 색채 식별, 물체 및 얼굴 지각(object and face perception), 전경-배경 분리(figure-ground separation), 움직임에 내재된 구조 지각(structure-from-motion; 이하 SFM), 광흐름(optical flow)에서 방향 탐지와 같은 과제 수행에서 AD환자들의 수행능력이 정상인에 비해 떨어진다는 결과를 발표하고 있다.

AD로 인한 시지각능력의 손상은 망막의 시신경들에서 시작하여 시각피질을 거쳐 두정엽 및 측두엽에 이르기까지 광범위하게 발생하는 것으로 보고되고 있다[7-9]. 특히 Hof와 Morrison[10]은 V1 및 V2의 세포층에서 상당한 수의 세포가 손실된다는 결과를 보고하였다. V1과 V2는 한편으로는 V4를 거쳐 복측경로로, 다른 한편으로는 MT(Middle Temporal Area, 내측두영역)를 거쳐 배측경로와 연결되어 고차원 시각정보처리의 관문으로 작용한다.

기존 연구[7-9]는 AD가 시각피질 영역들 중에서 배측경로의 상위 구조들, 특히 움직임 정보를 처리하는 MT, MST(Medial Superior Temporal Area, 내상측두엽)와 그 인접 영역에 영향을 끼치는 것으로 보고한다. 사실 이런 손상이 AD환자들에게서 흔히 관찰되는 정향능력 상실(visuospatial disorientation)과 그로 인한 길 잃기와 같은 증상을 유발하는 것으로 추측한다. 여기서 유의해야할 사항은 이런 기능 손상이 노령화 뿐 아니라 다른 신경장애에서도 발생한다는 것이다. 하지만 AD로 인해 발생하는 시지각능력의 손실을 다른 장애와 차별화시킬 수 있는 근거를 지금까지의 연구는 제공하지 못하고 있다. 본 연구는 이런 점에 목적을 두고 있다. 특히 AD로 인해 발생하는 시지각능력의 손상을 보다 더 세분화하여 임상적으로 AD를 다른 유사 질병과 변별할 수 있는 가능

성을 증가시키며, 손상되는 신경부위 또한 구체화하여 AD의 조기 진단에 활용할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

1.2 양안지각

우리의 두 눈은 약 6.2cm 정도 떨어져 있다. 그 결과 두 눈에 맺히는 상은 동일하지 않다. 아울러 그 상이한 정도는 물체와의 거리에 따라 변한다. 따라서 두 눈의 맺힌 상의 상이한 정도는 물체와의 거리를 유추할 수 있는 정보로 활용될 수 있다. 이런 정보를 양안부등(binocular disparity)이라 하며, 양안부등을 이용하여 물체와의 거리, 물체의 3차원 형태 등을 지각하는 능력을 양안지각(stereopsis)이라 지칭한다.

양안지각을 구현하기 위해서는 양안 부등에 민감한 세포들이 필수적으로 요구된다. 지금까지 수행된 수많은 연구는 V1, V2, V3, MT, MST, IT(inferior temporal cortex, 하측두피질)를 포함하는 시각피질 전 영역에서 양안 부등에 반응하는 세포들을 확인하였다[11,12]. 하지만 특정 영역에서 양안 부등 세포가 발견되었다고 하여 그 영역이 입체시를 구현하는 것은 아니다. 사실 입체시가 피질의 어느 영역에서 구현되는지는 아직 명확히 밝혀지지 않고 있다.

1.3 노령화와 양안지각능력

입체시 지각능력은 노령화로 인해 저하될 수 있다. 따라서 AD환자들에게서 입체시 능력의 결손이 발견된다 하더라도 그 결과가 AD로 인한 것인지 아니면 노령화로 인한 것인지를 구별할 수 있어야 한다. 지금까지 노령화가 입체시 지각능력에 미치는 영향을 검증한 연구들을 개관한 Norman 등[13]에 따르면 그 결과는 혼재된 것으로 나타나고 있다.

가장 작은 양안부등에서 물체를 식별할 수 있는 능력을 stereoacuity라 한다. 즉 양안부등에 근거하여 식별할 수 있는 가장 작은 거리의 차이의 역치가 stereoacuity다. 지금까지 Frisby 양안시 검사, TNO 검사, RanDot 검사, Titmus 검사 등과 같이 다양한 stereoacuity 검사도구가 개발되었으며, Norman 등[13]이 개관한 노령화가 입체시 지각능력에 미치는 영향을 검증한 연구들은 이런 stereoacuity 검사 도구를 활용하여 실시되었다. 하지만 몇몇 연구[14-16]는 노령화가 입체시 지각능력에 미치는 영향이 거의 없거나 아주 미약한 것으로 보고한 반면, 몇몇 연구[17-21]는 노령화로 인해 입체시 지각능력이 상당히 저하되는 것으로 보고하였다. 이렇게 상충되는 결과는 연구방법, 과제, 도구 혹은 참가자 구성의 상이성 등에 의해 유발된 것으로 유추한다.

이런 결과에 근거하여 Norman 등[13]은 양안부등에 근거한 깊이지각(실험 1)과 한 쌍으로 이루어진 입체 그림쌍(stereogram)을 부분적으로 불일치하게 조작한 뒤 양안 접합(stereo fusion)이 되는지 여부(실험 2와 3)를 60대에서 80대에 해당하는 노인집단과 20대의 청년집단을 대상으로 실시하였다. 그 결과 노인집단의 반응양상이 청년집단에 비교하여 크게 차이가 나지 않는다는 사실을 확인하였다. 즉 입체시 지각능력에 노령화가 미치는 영향은 아주 미약하다는 것이다.

1.4 본 연구

노령화와 입체시의 관계를 규명한 연구에 비해 AD와 입체시의 관계를 규명한 연구는 소수에 지나지 않는다. 그 결과 또한 노령화와 입체시 관계 규명 연구와 같이 일관성이 결여되어 있다. 특히 Cronin-Golomb 등[22]과 Mittenberg, Malloy, Petrick과 Knee[23]는 AD로 인해 입체시 지각능력이 손상된다고 보고한 반면, Cronin-Golomb[24]과 Rizzo 등[25]은 입체시가 AD의 영향을 거의 받지 않는다고 보고하고 있다. 이 연구들 또한 노령화와 입체시 지각능력 관계를 규명한 연구와 같이 stereoacuity 검사도구를 활용하여 시도되었다. 검사 도구를 포함하여 연구방법, 참가자들의 구성 등이 상이한 결과를 도출하게 하였을 개연성이 크다.

이와 같이 노령화와 AD가 입체시에 미치는 영향은 연구방법, 과제, 도구 및 참가자 구성에 따라 상이한 결과가 도출될 가능성을 내재하고 있다. 그와 더불어 한국 노령인구가 입체영화와 같이 입체시를 체험해볼 기회가 서양의 노령인구에 비해 상대적으로 빈약(건강검진이나 시력검사에서 입체시 검사는 포함되어 있지 않다)할 뿐 아니라, AD환자들의 인지기능이 손상되었다는 점 또한 적절한 입체시 검사방법의 채택에 있어서 고려하여야 할 사항이다. 즉 과제의 난이도는 최소화하면서도 입체시 구현을 최대한 촉진시킬 수 있는 방법이 요구된다. 본 연구에서는 Norman 등[13]이 채택한 양안부등에 근거한 깊이지각 과제에 2지선다형 판별과제(2-alternative forced choice task)를 결합한 과제를 이용하여 AD환자들의 입체시 지각능력을 검증하였다. 특히 강조할 사항은 양안접합이 이루어지지 않을 경우 과제 수행, 즉 두 물체의 거리를 판단한다는 것이 불가능하게 자극이 제작되었다

는 점이다. 종합하면, 본 연구에서는 노령화와 AD가 고차원 시각 과정, 특히 입체시 지각능력에 영향을 미치는지를 확인하고자 시도하였다. 이런 맥락에서 AD가 입체시 지각능력에 영향을 미칠 경우 그 진행과정을 보다 자세히 검증하기 위해서 MCI환자들도 실험 대상에 포함시켰다.

2. 방법

2.1 참가자

20명의 AD환자, 20명의 MCI환자, 20명의 정상노인들이 실험에 참가하였다. AD 및 MCI 환자들은 National Institute on Aging-Alzheimer's Association Workgroups(이하 NIA-AA)의 진단 기준에 근거하여 AD 및 MCI로 진단된 환자들이었다. 정상대조군은 제1저자가 재직 중인 대학교 관리처에 근무하는 직원들로 구성되었다. 참가자들은 환자들의 장애 외에는 별도의 신경 장애가 없었으며, 모두 정상시력(나안 및 교정)을 보유하고 있었다. 환자들은 실험에 자발적으로 참가하였으며, 정상노인들은 실험에 참가에 대한 대가로 소정의 참가비를 지급받았다.

Table 1. Clinical and demographic data of the participants (Standard Deviation)

	Control	MCI	AD
Age (years)	64.85 (4.11)	74.60 (7.38)	74.05 (8.05)
Edu (years)	7.70 (3.56)	8.90 (4.39)	6.25 (4.35)
MMSE	27.90 (1.94)	25.35 (2.92)	22.15 (3.83)

실험을 실시하기 전 모든 참가자들을 대상으로 한국판 간이정신상태검사(Korean Mini Mental State Examination; K-MMSE)[26]를 측정하였으며, 그 결과가 참가자들의 인구학적 특징과 함께 Table 1에 제시되었다. AD환자, MCI환자들 및 정상노인집단의 K-MMSE 점수 차이는 통계적으로 유의하였다($F(2, 57) = 18.45$, $p < .001$). Tukey 사후검증에 따르면 세 집단의 K-MMSE 점수는 상호 다른 것으로 나타났다($p < .05$). 세 집단의 연령 차이 또한 유의한 것으로 나타났다($F(2, 57) = 10.59$, $p = .0001$). 정상노인집단의 연령이 두 환자집단의 연령에 비해 유의하게 낮았다. 하지만 세집단의 교육 정도는 차이가 없었다($F(2. 57) = 2.09$, $p > .05$).

모든 참가자들을 대상으로 입체시 검사(Multi Target Red/Green Anaglyph Stereo Test, Random Dot Butterfly, Letter "E", & Figures; Synthetic Optics Inc., Franklin Lakes, NJ, USA)도 함께 실시하여 stereoacuity 정도를 측정하였다. 하지만 다양한 물체, 도형, 글자 및 동물들로 구성된 검사 자극 중 모두 일부분의 자극만 입체로 인식할 수 있었으며, 나머지 자극들은 식별하지 못하는 일관성이 결여된 양상을 보였으며, 따라서 검사 결과에 근거하여 입체시력을 평가하기 어려웠다.

2.2 도구

3차원 자극은 여색 입체시 방식을 채택하여 제작되었으며, laptop에 연결된 해상도 920H × 1080V로 설정된 23인치 모니터로 제시되었다. 참가자들은 두부를 고정하지 않은 상태에서 모니터로부터 약 60cm의 거리를 유지하면서 실험을 진행하였다. 이 거리에서 디스플레이

Fig. 1. A stereogram used in the present study. Two cubes are rendered in cross-disparity such that, when viewed with a pair of anaglyph glasses, both appear floating in front of the monitor. The cube on the right is smaller than that on the left but appears closer to the observer.

영역은 46.0° × 26.8°의 시각도를 형성하였다.

2.3 자극

Fig. 1과 같이 자극은 각 면이 다른 결로 구현된 2개의 정육면체로 각각 화면 중앙으로부터 좌우로 6cm 떨어진 위치에서 제시되었으며, 두 물체의 관찰자로부터의 상대적 거리는 각각 다르게 조작되었다. 물체 크기로 거리를 판단하는 것을 차단하기 위해서 두 물체의 크기를 매 시행 당 2.5-3cm 내에서 무작위로 변화시켰다.

2.4 설계

실험은 두 구획으로 분리되어 진행되었으며, 첫 구획에서는 절대부등(absolute disparity) 정보의 활용 여부를, 두 번째 구획에서는 상대부등(relative disparity) 정보의 활용 여부를 검증하였다. 절대부등이란 응시점(양안부등 0)으로부터 상대적 거리를 지칭한다[27]. 이 때 물체가 응시점 안에 위치할 경우 그 물체의 부등 양상을 교차부등(crossed disparity), 응시점 밖에 위치할 경우 비교차부등(uncrossed disparity)이라 한다. 따라서 Fig. 1과 같이 스크린을 응시하고 있을 때 교차부등인 물체는 스크린 앞서, 비교차부등인 물체는 스크린 뒤편에서 가상으로 구현된다. 절대부등 조건에서 하나의 물체는 항상 스크린 상에 위치하였으며, 비교되는 물체는 반은 교차부등으로, 반은 비교차부등으로 구현되었으며, 이 때 물체의 거리는 스크린으로부터 2 cm, 3.5 cm, 5 cm, 6.5 cm로 변화하였다. 즉 관찰자로부터 58 cm, 56.5 cm, 55 cm, 53.5 cm(교차부등), 62 cm, 63.5 cm, 65 cm, 66.5 cm(비교차부등)의 거리에 구현되었다. 이 거리는 교차부등일 경우 각각 12 arc min, 21.6 arc min, 31.2 arc min, 42 arc min에, 비교차부등일 경우 10.8 arc min, 18.6 arc min, 25.8 arc min, 33 arc min에 해당하였다. 이렇게 총 8개의 조건으로 물체들의 거리는 조작되었으며, 동일한 거리 조건에서 두 물체 중 한 번은 오른쪽 물체가, 한 번은 왼쪽 물체가 앞에 제시되었다. 따라서 2(선두: 좌•우) × 2(부등 방향: 교차•비교차) × 4(거리: 2, 3.5, 5, 6.5)로 조작되어 총 16시행으로 구성되었다.

상대부등이란 두 물체간의 상대적 거리, 즉 각 물체와의 응시각의 차이를 지칭한다. 본 실험의 상대부등 조건에서는 두 물체 모두 교차부등 혹은 비교차부등으로 제시되었으며, 두 물체의 스크린으로부터 거리는 (2.0, 4.0), (3.0, 6.0), (4.0, 8.0), (2.5, 7.5)로 조작되었다. 이 거리의 쌍은 교차부등에서 12.6 arc min, 19.8 arc min, 28.2 arc min, 34.2 arc min에, 비교차부등에서는 10.2 arc min, 14.4 arc min, 19.2 arc min, 24.6 arc min에 해당하였다. 절대부등 조건과 동일하게 좌우 물체 중 하나가 선두에 제시되었으며, 따라서 2(선두: 좌•우) × 2(부등 방향: 교차•비교차) × 4(거리쌍)로 조작되어 총 16시행으로 구성되었다. 따라서 본 연구에서는 절대부등조건의 16시행과 상대부등조건의 16행을 합하여 총 32시행이 실시되었다.

2.5 절차

실험을 실시하기 전, 각 참가자들을 대상으로 입체시 검사와 K-MMSE검사를 실시하였으며, 이 검사들을 마친 뒤, 각 참가자들을 대상으로 동공사이거리(interocular distance)를 측정하였으며, 자극들은 이 수치에 근거하여 제작되었다.

참가자들은 화면 좌우에 제시된 두 개의 정육면체 중 자신에게 더 가까운 물체를 지적하라고 지시받았다. 참가

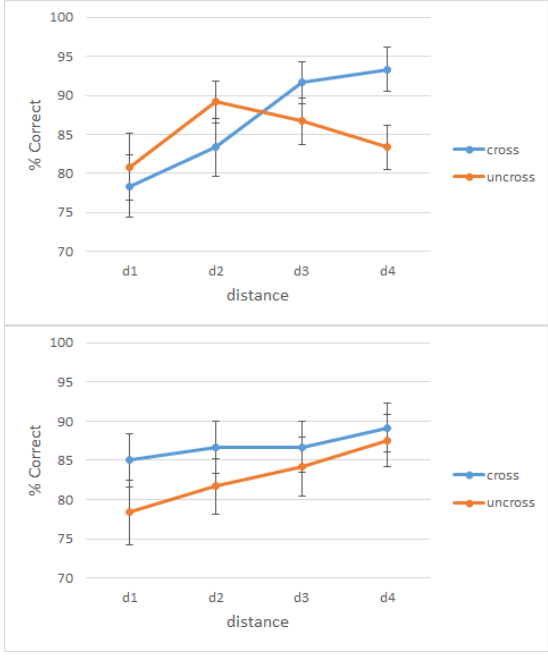

Fig. 2. Percent correct (with standard error bars) plotted against distance for each condition of disparity direction in the absolute disparity condition (top panel) and in the relative disparity condition (bottom panel). Here, d1 and d4 correspond, respectively, to the smallest and largest distance pairs.

자에게 실험 절차를 익히게 하기 위해서 실험을 실시하기 전 8개의 시행으로 구성된 연습 회기를 실시하였다. 모든 시행이 시작되기 전, 화면에는 응시점이 제시되었으며, 피험자는 응시점을 주시하도록 지시 받았다. 물체가 제시된 뒤 참가자가 반응을 마칠 때까지 물체는 화면에 머물러 있었다. 연습시행에서는 각 반응에 대한 피드백이 제시되었지만, 본 실험에서는 피드백이 제시되지 않았다. 실험은 참가자 좌측에 위치한 실험자가 자극의 시작, 반응의 기록을 포함한 전 과정을 진행하였다.

3. 결과

참가자들의 반응을 정확도로 분석한 결과 MCI집단의 수행정도(M = 92%, SD = 11.02)가 가장 높았으며, 그 다음이 AD집단(M = 83%, SD = 16.98), 정상노인집단(M = 82%, SD = 12.45)의 순으로 나타났으며, 이 세 집단의 수행정도의 차이는 통계적으로 유의한 경향을 보였다(F(2, 57) = 3.11, p = .052). 보다 자세한 분석을 위해 3(집단) × 2(부등유형: 절대•상대) × 2(부등방향: 교차•비교차) × 4(거리) 혼합설계 변량분석(ANOVA)을 실시하였다. (참고로 절대부등조건과 상대부등조건에서의 네거리 조건은 동일하지 않지만, 분석을 단순화시키기 위해서 결합하였다. 이런 점을 반영하여 Fig. 2와 3에서 거리조건을 d1, d2, d3, d4로 명시하였으며, 거리 차이(부등의 크기)는 가장 작은 d1에서 가장 큰 d4로 점진적으로 증가하였다. 그 결과 Fig. 2와 같이 거리의 주효과(F(3, 171) = 5.51, p < .01)가 유의하였으며, 거리는 부등유형, 부등방향과 삼원 상호작용하였다(F(3, 171) = 2.77, p < .05).

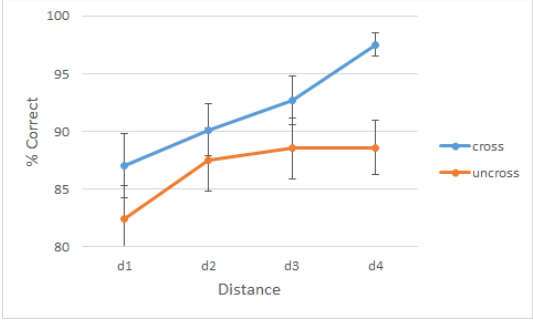

Fig. 3. Mean percent correct plotted against distance for each condition of disparity direction.

본 연구에서는 참가자들이 노령일뿐 아니라 인지기능 장애 환자들이란 점을 고려하여 2지선다형 판별과제를 채택하여 과제수행을 최대한 단순화시켰다. 따라서 이 과제를 제대로 수행했는지를 확인하기 위해서는 각 참가자의 반응이 우연의 수준인 50%와 차이가 나는지 여부를 확인해야 한다. 이런 점을 확인하기 위해서 모든 참가자들의 반응을 단일표본 t 검증을 실시하여 우연의 수준과 비교하였다. 그 결과 Fig. 3과 같이 정상노인집단에서 4명, AD집단에서 3명, MCI집단에서 1명이 우연의 수준으로 수행한 것으로 나타났다. 이 8명의 참가자들을 제외한 결과 수행정도는 여전히 이전과 동일하게 MCI집단(M = 93%, SD = 9.42), AD집단(M = 89%, SD = 10.71), 정상노인집단(M = 86%, SD = 8.60)으로 나타났다. 하지만 변량분석 결과 그 차이는 더 이상 통계적으로 유의하지 않았다(F(2, 49) = 2.15, p = .13). 하지만 거리의 주효과는 여전히 유의하였으며(F(3, 147) = 6.42, p < .001), 그와 함께 부등방향의 주효과 또한 유의한 것으로 나타났다(F(1, 49) = 8.26, p < .01). 하지만 부등유형, 부등방향, 거리의 삼원상호작용은 더 이상 유의하지 않았다.

4. 논의

참가자들의 반응을 정확도로 분석한 결과는 의외로 MCI집단이 가장 우수하였으며, 그 뒤를 AD집단, 정상노인집단의 순으로 나타났다. 하지만, 그 결과는 통계적으로 유의하지는 않았다. 특히 4명의 정상노인, 3명의 AD환자와 1명의 MCI환자가 우연의 수준(50% 정확도)으로 반응한 것으로 밝혀져, 이 8명을 제외한 뒤 그 결과를 분석하였을 때 세집단의 반응에는 차이가 없었다. 아울러 Fig. 3과 같이 세 집단 모두 두 물체 간의 상대적 거리, 즉 부등의 크기가 커질수록 거리 식별의 정확성이 증가하였지만, 특히 교차부등, 즉 물체가 화면 앞에 제시될 때 더 정확하였다.

5. 결론

급속도로 고령화되어 가는 한국사회에서 치매는 심각한 사회문제로 부각되고 있다. 특히 AD는 대뇌피질세포의 점진적인 퇴화로 발생하는 대표적인 퇴행성 신경질환으로 전체 치매의 70% 이상을 차지한다. 일반적으로 AD

는 기억 및 인지기능 손상을 유발시키는 것으로 알려져 있으며, 그 발병 원인과 치료방법은 아직까지 알려져 있지 않다. 조기 발견을 통해 질병의 진행을 차단하거나 지연시키는 것만이 지금 실시할 수 있는 유일한 대처 방안이다.

최근 연구는 AD가 다양한 시지각 기능도 함께 손상시키는 것으로 보고한다. 특히 시각피질 이후 영역에서 처리되는 고차원 시각과정으로 알려진 SFM, 동적 차폐, 광흐름 정보처리 능력의 손상은 AD환자들에게서 흔히 발견되는 방향감각 상실을 유발시키는 직접적인 원인으로 간주된다. 본 연구는 AD로 나타나는 임상 증거를 모아 AD의 식별을 보다 용이하게 하고자 시도되었다. 특히 AD로 손상된 SFM, 동적 차폐, 광흐름 지각능력은 MT와 MST에서 각각 처리되는 반면, V1, V2, V3, MT, MST를 포함하는 시각피질 전 영역에서 통제되는 입체시가 AD의 영향을 받는지는 증거가 혼재되어 있다[22-25]. AD가 입체시에 미치는 영향을 보다 분명히 규명하고자 본 연구에서는 정상노인, AD환자, MCI환자 각각 20명을 대상으로 입체시 지각능력을 검사했다. 특히 물체들 간의 상대적 거리를 절대부등과 상대부등으로 분리하여 검사하였으며, 각 부등 유형에서 교차부등과 비교차부등으로 부등의 방향도 함께 변화시켰다.

그 결과 MCI환자들과 AD환자들이 정상노인 못지않거나 더 우수하게 수행한 것으로 나타났다. 두 환자집단의 연령이 정상노인집단에 비해 상대적으로 더 높았다는 사실을 고려할 때 이런 결과는 의외였다. 절대부등 및 상대부등조건 모두에서 집단 간의 차이가 발견되지 않았을 뿐 아니라, 세집단 모두 비교차부등에 비해 교차부등에서 상대적으로 더 우수하게 반응하였다는 사실은 노령화가 입체시 지각능력에 거의 영향을 미치지 않는다는 Norman 등[13]의 연구 결과와 일치한다. 특히 Norman 등은 실험 1에서 본 연구에서 채택한 상대적 거리 과제와 비슷한 과제를 실시하였다. Norman 등은 역치에 근거하여 수행정도를 평가한 반면, 본 연구에서는 정확도에 근거하였다. 이런 점을 고려할 때, 두 연구 결과의 단순 비교는 어렵다. 하지만 본 연구에 참가한 두 환자집단 모두 비록 인지기능에 장애가 있었을 뿐 아니라 모두 고령이란 점을 고려할 때 본 연구 결과는 노령화와 입체시 지각 기능과의 관계를 확인하지 못한 Norman 등의 연구 결과를 보다 더 확고히 하는 증거로 볼 수 있다.

지금까지 보고된 연구결과에 따르면 AD가 MT와 MST에서 처리되는 SFM, 동적 차폐, 광흐름과 같은 고차원 시각 기능의 결손을 유발시킨다고 밝혀졌다. 본 연구에서 확인된 AD환자집단의 정상노인에 상응하는 수행결과와 AD로 진전하는 중간 단계에 있는 MCI환자집단의 우수한 수행 결과는 이런 영역이 관여한다고 알려진 입체시 지각과정이 AD의 영향을 거의 받지 않는 증거로 볼 수 있겠다. 하지만 본 연구에서 실시한 과제는 정적 자극을 활용한 거리 지각에 한정되어 있다. 사실 사전연구에서 동적 자극을 활용한 SFM 지각 과제를 이용하여 입체시 지각능력을 검증하고자 하였지만, 양안접합이 이루어지지 않더라도 과제 수행이 가능하다는 개연성으로 인해 그 연구를 중단하였다. 따라서 이런 면을 확인할 때까지 본 연구 결과를 일반화하기에는 신중이 요구된다.

연구 결과와 별도로 언급할만한 가치가 있는 사항이 있다. 위에서 논의하였듯이 본 연구를 실시하는 과정에서 stereoacuity 측정 목적으로 개발된 입체시 검사 도구에 참가자들이 일관성 있게 반응하지 못한다는 것을 발견하였다. 아마 노령의 참가자들의 빈약한 입체시 경험으로 유발된 문제점이 아닌가 유추하였다. 그에 비해 본 연구에서 채택한 과제는, 비록 8명의 참가자들이 우연의 수준으로 반응하였지만, 대다수 참가자들이 비교적 어려움 없이 수행할 수 있었다는 사실을 고려할 때, 본 과제가 기존의 입체시 검사 도구를 보완할 수 있는 도구로 활용할 수 있을 것으로 간주된다.

종합하면, 물체들 간의 상대적 거리를 입체시로 판단하는 과제를 수행한 본 연구에서 MCI환자들과 AD환자들이 정상노인 못지않거나 더 우수하게 수행하였다. 이런 결과에 근거하여 AD가 입체시 지각에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 결론지을 수 있을 것 같다.

REFERENCES

[1] Korea National Statistical Office (2015). *Elderly population of 2012.* Daejeon: Statistics, Korea.

[2] Ministry of Health and Welfare (2012). *Prevalence and incidence of dementia 2012.* Seoul: Author.

[3] J. J. Jalbert, L. A. Daiello, & K. L. Lapane (2008). Dementia of the Alzheimer's type. *Epidemiologic Reviews, 30*, 15-34. doi: 10.1093/epirev/mxn008

[4] C. L. Masters, R. Bateman, K. Blennow, C. C. Rowe, R. A. Sperling, & J. L. Cummings. (2015). Alzheimer's disease. *Nature Reviews Disease Primers, 1*, 1-18. doi:10.1038/nrdp.2015.56

[5] C. Humpel. (2011). Identifying and validating biomarkers for Alzheimer's disease. *Trends in Biotechnology, 29*, 26-32. doi: 10.1016/j.tibtech.2010.09.007

[6] A. Leuzy, S. F. Carter, K. Chiotis, O. Almkvist, A. Wall, & A. Nordberg. (2015). Concordance and diagnostic accuracy of [11C]PIB PET and cerebrospinal fluid biomarkers in a sample of patients with mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease, 45*, 1077-1088. doi: 10.3233/JAD-142952.

[7] A. Cronin-Golomb, & G. C. Gilmore. (2003). Visual factors in cognitive dysfunction and enhancement in Alzheimer's disease. In S. A. Soraci, & K. Murata-Soraci (Eds.), *Visual information processing*, (pp. 3-34). Westport CT: Praeger.

[8] E. Kirby, S. Bandelow, & E. Hogervorst. (2010). Visual impairment in Alzheimer's disease: A critical review. *Journal of Alzheimer's Disease, 21*, 15-34. DOI 10.3233/JAD-2010-080785

[9] D. A. Valenti. (2010). Alzheimer's disease: Visual system review. *Optometry, 81*, 12-21. doi: 10.1016/j.optm.2009.04.101

[10] P. R. Hof & J. H. Morrison. (1994). The cellular basis of cortical disconnection in Alzheimer disease and related dementing conditions. In R. D. Terry, R. Katzman, & K. L. Bick (Eds), *Alzheimer disease* (pp. 197-229). New York: Raven Press.

[11] B. G. Cumming, & G. C. DeAngelis. (2001). The physiology of stereopsis. *Annual Review of Neuroscience, 24*, 203-238.

[12] A. J. Parker. (2007). Binocular depth perception and the cerebral cortex. *Nature Reviews Neuroscience, 8*, 379-391.

[13] J. F. Norman, H. F. Norman, A. E. Craft, C. L. Walton, A. N. Bartholomew, C. L. Burton & C. E. Crabtree. (2008). Stereopsis and aging. *Vision Research, 48*, 2456-2465.

[14] B. Brown, M. K. H. Yap, & W. C. S. Fan. (1993). Decrease in stereoacuity in the seventh decade of life. *Ophthalmic and Physiological Optics, 13*, 138-142.

[15] H. A. Greene, & D. J. Madden. (1987). Adult age differences in visual acuity, stereopsis, and contrast sensitivity. *American Journal of Optometry and Physiological Optics, 64*, 749-753.

[16] A. A. Yekta, L. D. Pickwell, & T. C. A. Jenkins. (1989). Binocular vision, age and symptoms. *Ophthalmology and Physiological Optics, 9*, 115-120.

[17] B. Bell, E. Wolf, & B. A. Bernholz. (1972). Depth perception as a function of age. *Aging and Human Development, 3*, 77-81.

[18] L. Garnham, & J. J. Sloper. (2006). Effect of age on adult stereoacuity as measured by different types of stereotest. *British Journal of Ophthalmology, 90*, 91-95.

[19] G. Haegerstrom-Portnoy, M. E. Schneck, & J. A. Brabyn. (1999). Seeing into old age: Vision function beyond acuity. *Optometry and Vision Science, 76*, 141-158.

[20] S. Laframboise, D. De Guise, & J. Faubert. (2006). Effect of aging on stereoscopic interocular correlation. *Optometry and Vision Science, 83*, 589-593. doi: 10.1097/01.opx.0000230267.19805.75

[21] L. A. Wright, & R. P. L. Wormald. (1992). Stereopsis and ageing. *Eye, 6*, 473-476.

[22] A. Cronin-Golomb, S. Corkin, J. F. Rizzo, J. Cohen, J. H. Growdon, & K. S. Banks. (1991). Visual dysfunction in Alzheimer's disease: Relation to normal aging. *Annals of Neurology, 29*, 41-52.

[23] W. Mittenberg, M. Malloy, J. Petrick, & K. Knee. (1994). Impaired depth perception discriminates Alzheimer's dementia from aging and major depression. *Archives of Clinical Neuropsychology, 9*, 71-79.

[24] A. Cronin-Golomb. (2004). Heterogeneity of visual presentation in Alzheimer's disease. In A. Cronin-Golomb & P. R. Hof (Eds.), *Vision in Alzheimer's disease* (pp. 96-111). Basel: Karger.

[25] M. Rizzo, S. W. Anderson, J. Dawson, & M. Nawrot. (2000). Vision and cognition in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia, 38*, 1157-1169.

[26] Y. W. Kang, D. L. Na & S. H. Hahn. (1997). A validity study on the Korean mini-mental state examination (K-MMSE) in dementia patients. *Journal of the Korean Neurological Association, 15*, 300-308.

[27] E. B. Goldstein. (2014). *Sensation and perception* (9th Ed.). Belmont, CA: Wadsworth.

김 남 균(Kim, Nam-Gyoon) [정회원]

- 1982년 2월 : 서울대학교 국어교육과
- 1992년 8월 : University of Connecticut (심리학 PhD)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 계명대학교 심리학과 교수
- 관심분야 : 지각심리학, 신경심리학, 운동 통제 및 협응

- E-Mail : nk70@kmu.ac.kr

이 호 원(Lee, Ho-Won) [정회원]

- 1996년 2월 : 경북대학교 의과대학
- 2003년 2월 : 경북대학교 신경과 전문의
- 2006년 5월 ~ 현재 : 경북대학교 의과대학 교수
- 관심분야 : 치매, 파킨슨병, 뇌전증, 수면장애

- E-Mail : neuromd@knu.ac.kr