

다중 표적자극 추적 자원의 시각장에 따른 독립성*

원 보 영 김 민 식†

연세대학교 심리학과

여러 개의 움직이는 시각 표적자극을 동시에 추적해야 하는 과제에서, Alvarez와 Cavanagh (2005)는 표적자극들이 양쪽 시각장에 각각 분배되어 제시되는 경우가 한 쪽 시각장에 모두 제시되는 경우보다 다중 표적자극들을 더 잘 추적함을 보임으로써, 복수의 움직이는 표적자극을 추적하는데 사용되는 주의 자원이 시각장에 따라 독립적으로 존재함을 주장하였다. 본 연구에서는 추적해야 할 시각 표적자극들이 시각장 내 혹은 간 이동하는 경우, 추적 주의 자원이 이들 표적자극을 따라 함께 이동할 수 있는지 여부를 조사하였다. 만일 각 시각장에 할당된 주의 자원이 표적자극을 따라 이동할 수 있다면, 처음에 좌·우 시각장에 제시되었던 표적자극들이 하나의 시각장으로 이동된 후에도 추적 수행에 어려움을 보이지 않아야 할 것이다. 두 개의 실험에서 참가자는 여덟 개의 자극 중 네 개의 표적자극을 추적하는 과제를 하였다. 실험 결과, 표적자극들이 양쪽 시각장에 각각 두 개씩 제시되었다가 양쪽 시각장을 유지한 채 이동하는 조건에서의 추적 정확률이 처음 표적자극이 양쪽에 제시되었다가 한쪽 시각장으로 이동하는 조건의 정확률 보다 유의미하게 높았다. 이 결과는 각 시각장에 할당된 추적 주의자원이 다른 시각장으로 이동한 표적자극을 따라 함께 이동하기 어려운 것으로 해석할 수 있다.

주요어 : 다중 표적자극 추적 과제, 주의 자원, 시각장

* 본 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2005-079-HS0012).

† 교신저자 : 김민식, 연세대학교 심리학과, (139-701) 서울시 서대문구 신촌동 134
E-mail : kimm@yonsei.ac.kr, Tel : 02-2123-2443

우리는 매 순간 들어오는 무수한 시각정보를 모두 처리할 수 없다. 따라서 시각적 주의 기제를 사용하여 필요한 정보를 선택하여 처리한다. 일반적으로 시각적 주의를 한 번에 하나의 장소에 주어지고 유연하게 여러 장소로 움직일 수 있어서 스포트라이트(spotlight)에 비유되어 왔다(Eriksen & Eriksen, 1974; Eriksen & Hoffman, 1973, 1974; Hoffman & Nelson, 1981; Posner, 1980; Posner, Snyder, & Davidson, 1980). 또한 넓은 영역을 포괄하며 시각적 주의를 줄 수 있고, 좁은 영역만을 집중적으로 선택하여 시각적 주의를 줄 수도 있다. 그래서 주의를 줌 렌즈(zoom lens)에 비유되기도 한다(Cave & Kosslyn, 1989; Egeth, 1977; Eriksen & St. James, 1986; Eriksen & Yeh, 1985; Larsen & Bundesen, 1978; LeBerge, 1983).

시각적 주의에 대한 스포트라이트 비유는 정지된 자극에 대한 것 뿐 아니라 움직이는 대상을 추적하는 기제에 대한 연구에서도 사용되었다. Pylyshyn과 Storm(1998)은 사람들이 보통 동시에 4개 또는 5개의 움직이는 시각 표적자극을 성공적으로 추적할 수 있음을 보였다. 만일 시각적 주의의 스포트라이트가 하나라면, 5개의 표적자극을 추적 할 때 각각의 표적자극을 돌면서 순차적으로 추적 해야만 한다. 하지만 그러기 위해서는 엄청나게 빠른 속도로 주의를 이동시켜야 하는데 주의의 이동에는 속도 제한이 있기 때문에 4-5개의 움직이는 자극들을 모두 추적하기가 어렵다(Murphy & Eriksen, 1987; Remington & Pierce, 1984; Sagi & Julesz, 1985; Tsal, 1983). 따라서 이렇게 순차적으로 모든 표적자극을 추적해야 한다면 정확률이 약 20%에 머물러야 할 것이다(Pylyshyn & Storm, 1988). 높은 추적 수행률을 설명하기 위해 Pylyshyn과 Storm(1988)은 자극 지시 추적

(FINST: FINgers of INSTantiation)이론을 제안했다. 자극 지시 추적 이론은 사람들의 다중 표적자극 추적 과제 수행 시의 높은 추적 수행률을 표적자극들 각각에 여러 개의 전주의적인 표지(index)가 붙어 표적자극이 움직일 때마다 따라서 움직이고, 방해자극들에 의해 표적자극 추적이 위협이 될 때 하나의 주의를 표적자극을 순차적으로 이동하면서 관여하기 때문이라고 설명한다. 즉, 자극 지시 추적 이론은 전주의적 표지 여러 개(보통 4개)와 스포트라이트나 줌 렌즈에 비유하여 설명되는 하나의 초점 주의(focal attention)로 여러 물체를 동시에 추적할 수 있다는 이론이다.

자극 지시 추적 이론과 대비되는 이론으로는 다중 초점 주의(multifocal attention) 이론이 있다. 이 이론은 스포트라이트에 비유되는 초점 주의를 여러 개 존재하여 각 표적자극 자극에 모두 각각의 초점 주위를 두고 추적 한다는 이론이다(Cavanagh & Alvarez, 2005). Awh와 Pashler(2000)의 연구에서는 양쪽에 단서(cue)를 주고 단서들 사이에 목표자극이 제시 될 때, 목표자극이 느리게 탐지되는 것을 보였다. 이 결과는 하나의 주의를 한 공간에 넓게 존재할 수 있을 뿐 아니라 두 곳으로 나뉘어 존재할 수 있음을 말한다. 이렇게 다중 초점 주의 이론은 다중 표적자극 추적 과제에서 사람들의 높은 수행률을 표적자극들에 초점 주위가 하나씩 각각 배정되어서 표적자극들이 움직이는 동안 각각의 주위가 그 표적자극을 담당하여 추적하기 때문이라고 설명한다. 다중 초점 주의의 개수 역시 4개 정도를 가정하고 있는데, 최근에 Alvarez와 Cavanagh(2005)는 이러한 복수의 초점주의 자원이 왼쪽 시각장과 오른쪽 시각장 각각에 독립적으로 존재함을 주장하였다. 즉, 네 개의 움직이는 표적자극들

을 추적하는 경우 자극들이 모두 왼쪽 혹은 오른쪽 시각장에 제시되는 경우보다 양쪽 시각장에 동등하게 분포되어 제시되는 경우가 더 추적을 잘 할 수 있음을 보고하였으며, 이러한 발견에 근거하여 각 시각장마다 추적을 위한 독립적인 주의 자원이 존재함을 주장하였다(그림 1 참조). 하지만 위의 연구에서는 표적자극들이 제시된 시각장에서만 무선적인 방향으로 운동하고 다른 시각장으로 넘어가는 경우가 없었다.

본 연구에서는 한 시각장에 있는 추적 주의 자원이 표적자극을 따라 다른 시각장으로 이동할 수 있는지에 대하여 조사하였다. 만일 자극 지시 추적 이론에서 말하는 것처럼 전 주의적으로 표적자극에 계속 붙어서 표적자극의 움직임에 따라 함께 이동하는 표지가 있다면 표적자극이 처음 양쪽 시각장에 제시되었다가 한쪽 시각장으로 이동할 때 함께 표지가 붙어서 이동할 것이기 때문에 처음 표적자극이 양쪽 시각장에 두 개씩 제시되었다가 모든 표적자극들이 움직이면서 다른 한쪽 시각장으로 이동할 때(양측-동측)의 수행률이 양쪽 시각장에 두 개씩의 표적자극을 유지한 채 움직이는 경우(양측-양측)의 수행률과 차이가 없을 것으로 예상할 수 있다. 하지만 만일 추적 주의 자원이 움직이는 물체를 따라서 시각장을

넘을 수 없다면 처음 양쪽 시각장에 표적자극이 두 개씩 제시되었다가 나중에 한 쪽 시각장으로 네 개의 표적자극이 이동 할 경우(양측-동측)의 수행률이 양쪽 시각장에 두 개씩의 표적자극을 유지한 채 이동하는 경우(양측-양측)의 수행률에 비해 떨어질 것이다. 그리고 이런 결과는 전주의적 표지가 이동하는 모든 표적자극에 붙어 성공적으로 추적한다는 자극 지시 추적 이론 보다는 양쪽 시각장에 표적자극 추적에 필요한 주의자원이 독립적으로 존재한다는 Cavanagh와 Alvarez(2005)의 주장을 지지하는 증거가 될 수 있다.

실 험 1

참가자 연세대학교에서 심리학 교양과목을 수강하는 17명의 학생이 수업의 이수 자격을 갖추기 위해 실험에 참가하였다. 참가자들은 나안 또는 교정시력이 0.8 이상이었으며 실험의 목적과 가설에 대해 전혀 알지 못했다.

도구 및 자극 실험은 MATLAB으로 만들어진 프로그램을 통해 IBM 호환 PentiumⅢ급 개인용 컴퓨터와 화면 해상도 800x600의 화면 주사율 75Hz인 17inch 평면 모니터(LG Flatron 795FT Plus)에서 실시되었다. 참가자들은 모니터에서 35cm 떨어진 턱 받침대에 턱을 고정한 채 자극을 추적하였고, 자판을 통해 반응하였다. 화면은 네 개의 검정색 사분면으로 구성되었으며, 각 사분면의 가로와 세로 크기는 모두 시각 도(visual angle)로 14.25°이었다. 각 사분면간의 간격은 5°이었으며, 사분면 사이의 공간역시 사분면과 같은 검정색으로 구성되어, 전체의 화면은 동질의 검정색으로 보이도록 하였다. 화면 중앙에는 시각 0.4° 크기의 흰색

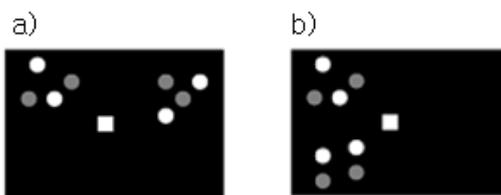


그림 1. a) 양쪽 시각장에 자극이 제시된 예(양측) b) 한쪽 시각장에 자극이 제시된 예(동측). (하얀색 자극은 빨간색 자극을 의미하고 회색 자극은 초록색 자극을 의미하며, 이하 그림에서도 동일함.)

정사각형의 응시점이 전체 시행에 걸쳐 제시되었다. 움직이는 시각 자극은 모두 8개의 원으로 각각의 크기는 시각 1.25°이었다. 각 자극들은 초당 약 10°의 속도로, 자극들 간 간격이 최소 2° 이상 유지되고 사분면을 벗어나지 못하는 제약 조건하에서 무선 운동을 하였다.

절차 각 시행이 시작되면 화면에 응시점과 함께 8개의 자극이 2초간 제시되었다. 이때 자극은 왼쪽 시각장과 오른쪽 시각장에 나누어 제시될 수도 있었고(양측) 왼쪽이나 오른쪽 시각장 중 한 쪽 시각장에 모두 제시될 수도 있었다(동측)(그림 1 참조). 8개의 자극 중 네 개의 자극은 빨간색으로 제시되고 나머지 네 개의 자극은 초록색으로 제시되었다. 참가자는 빨간색으로 제시된 자극이 추적해야 하는 표적자극이라는 것을 지시 받았고 실험 내내 항상 가운데 응시점(하얀 사각형)을 보라고 지시받았다. 2초 후 모든 원이 초록색으로 바뀌고 참가자는 처음 2초 동안 빨간색으로 제시되었던 표적자극을 4초 동안 추적 했다. 4초 후 움직이던 8개 자극들의 움직임이 멈춘 후 하나의 자극만 빨간색으로 변하였고 참가자는 그 자극이 표적자극인지 아닌지를 3초 안에 판단하였다(그림 2 참조). 실험은 여덟 개 자극들의 처음 위치와 마지막 위치에 따라 네 개의 조건으로 구성되었다. 첫 번째 조건은 처음 화면에 자극들이 제시될 때 여덟 개의 자극이 양쪽 시각장에 네 개씩 나누어 제시되고 자극들이 움직인 후 여전히 8개의 자극들이 양쪽 시각장에 나누어 제시되는 경우였다(양측-양측 조건). 두 번째 조건은 처음 화면에 자극들이 제시될 때 여덟 개의 자극이 양쪽 시각장에 네 개씩 나누어 제시되지만 자극들이 움직이면서 한쪽 시각장으로 여덟 개의 자

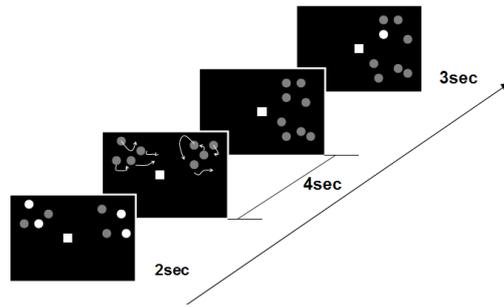


그림 2. 실험 1의 절차에 대한 개괄적 그림 (양측-동측 조건의 예)

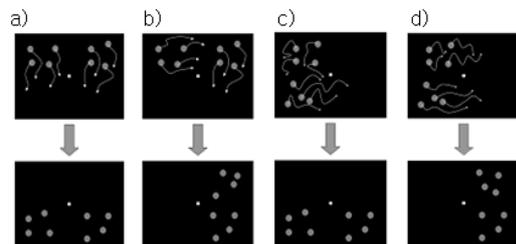


그림 3. 실험 1의 네 개의 조건에 대한 개괄적인 그림이다. a) 양측-양측 조건, b) 양측-동측 조건, c) 동측-양측 조건, d) 동측-동측 조건

극이 모두 모이는 조건이었다(양측-동측 조건). 세 번째 조건은 처음에 여덟 개의 자극들이 한쪽 시각장에만 제시되지만 자극들이 움직인 후 양쪽 시각장에 나누어 제시되는 조건이었다(동측-양측 조건). 마지막 네 번째 조건은 처음 여덟 개의 자극이 한쪽 시각장에만 제시되고 움직인 후에도 여전히 한쪽 시각장에만 제시되는 경우였다(동측-동측 조건) (그림 3 참조). 참가자는 연습으로 128시행을 수행 하였고, 본 실험으로 역시 128시행을 수행하였다.

결과 및 논의

과제에 대한 평균 정확률은 83%였다. 양측-양측 조건에서는 평균정확률은 약 85%였고,

양측-동측 조건의 평균 정확률은 약 80%였다. 동측-양측 조건의 평균 정확률은 약 78%였고. 마지막으로 동측-동측 조건의 평균 정확률은 약 80%였다(그림 4 참조). 네 개의 조건에 대한 정확률 평균치는 각각 표적자극의 시작 위치와 끝 위치를 요인으로 하여 반복 이원 변량 분석을 실시하였다. 분석 결과 표적자극의 처음 위치에 대한 주 효과가 관찰되었다, $F(1,16) = 4.764, p < .05$. 즉, 참가자들은 처음 표적자극이 양쪽 시각장에 제시되었을 경우, 한쪽 시각장에 제시되었을 경우 보다 표적자극을 잘 추적하였다. 하지만 끝 위치에 대한 주 효과는 관찰되지 않았다, $F(1, 16) = .378, p > .05$. 표적자극의 처음 위치와 마지막 위치간의 상호작용이 거의 유의미하게 나타났다, $F(1,16) = 4.436, p = .051$. 이에 따라 시작 위치 조건에서 끝 위치 조건에 따른 단순 차이 효과를 비교해보았다. 그 결과, 처음 시작 위치가 양측일 때 끝 위치가 양측인 경우가 끝 위치가 동측인 경우에 비해 유의미하게 정확률이 높았지만, $t(16) = 2.448, p < .05$, 처음 시작 위치가 동측일 때에는 끝 위치에 따른 정확률의 차이가 없었다, $t(16) = .824, p > .05$ (그림 4 참조). 실험 1의 양측-양측 정확률이 Alvarez와 Cavanagh(2005)의 실험에 비해 낮은 것을 알 수 있는데 이것은 사분면이 움직일 때 서로 겹치지 않도록 하기 위해 사분면끼리의 거리를 5° 정도 떨어뜨려서 발생한 것으로 보인다. 실험 2에서는 사분면 이동 시 서로 겹칠 위험이 없기 때문에 Alvarez와 Cavanagh(2005)의 실험에서 사용하대로 사분면 사이의 거리를 약 1.25°로 조정하여 사용하였고 수행률은 Alvarez와 Cavanagh(2005)의 수행률과 비슷하였다.

그림 4에서 알 수 있듯이 시행 내내 4개의 표적자극이 양쪽 시각장에 두 개씩 분포되어

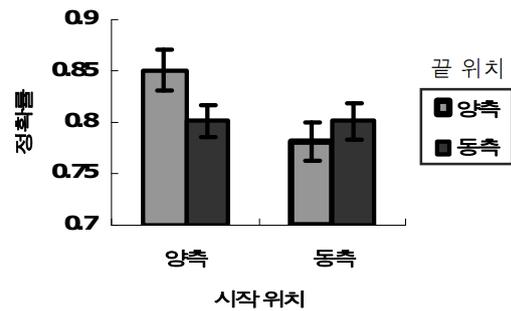


그림 4. 실험1의 네 조건에 대한 정확률 그래프

움직일 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 수행률이 높았다. 이 결과는 각각의 시각장에 독립적인 추적 주의 자원은 표적자극을 따라 다른 시각장으로 움직일 수 없다는 것으로 해석할 수 있다.

본 실험의 설계나 결과 분석은 자극들이 이동하기 전 위치(시작 위치)와 이동 후 위치(끝 위치)를 중심으로 되었던 바, 그 이유는 하나의 시각장에 모두 자극들이 제시된 경우(동측)와 각 시각장에 두 개의 표적자극이 각각 제시된 경우(양측)가 중요한 관심 대상이었기 때문이다. 하지만, 본 실험에서 사용된 4개의 조건 중 양측-양측과 동측-동측은 자극들이 제시된 사분면의 이동이 같은 방향이었던데 반해, 양측-동측 조건과 동측-양측 조건은 두 개의 사분면이 각기 90도 다른 이동을 하였다. 한 방향으로 이동한 조건들에 비해 정확 수행률이 높았으며, 이러한 경향은 앞서 수행한 변량분석의 상호작용을 통해 알 수 있다. 자극들이 제시된 두 개의 사분면이 같은 방향으로 수직 이동을 한 조건과 다른 방향으로 일종의 회전 이동을 한 것이 실험 결과에 영향을 주었을 가능성을 검증하기 위하여 실험 2를 수행하였다.

실험 2

본 실험에서는 자극이 제시되는 두 개의 사분면 중에 이동하는 사분면을 하나로 제한하는 조건을 포함시킴으로 실험 1의 대안적 설명을 검증하려고 하였다.

방 법

참가자 연세대학교에서 심리학 교양과목을 수강하는 18명의 학생이 수업의 이수 자격을 갖추기 위해 실험에 참가하였다. 참가자들은 나안 또는 교정시력이 0.8 이상이었으며 실험의 목적과 가설에 대해 전혀 알지 못했다.

도구 및 자극 실험1과 같은 도구를 사용하였다. 화면은 네 개의 검정색 사분면으로 구성되었으며, 각 사분면의 가로와 세로 크기는 모두 시각 도(visual angle)로 15.25°이었다. 각 사분면간의 간격은 1.25°이었으며, 사분면 사이의 공간 역시 사분면과 같은 검정색으로 구성되어, 전체의 화면은 동질의 검정색으로 보이도록 하였다. 화면 중앙에는 시각 0.4° 크기의 흰색 정사각형의 응시점이 전체 시행에 걸쳐 제시되었다. 움직이는 시각 자극은 모두 8개의 원으로 각각의 크기는 시각 1.25°이었다. 각 자극들은 초당 약 15°의 속도로, 자극들 간 간격이 최소 3° 이상 유지되고 사분면을 벗어나지 못하는 제약 조건하에서 무선 운동을 하였다.

절차 실험 1과 동일한 절차를 사용하였다(그림 5 참조). 실험 2에서는 처음 위치와 마지막 위치에 따라 5개의 조건으로 나뉘었다.

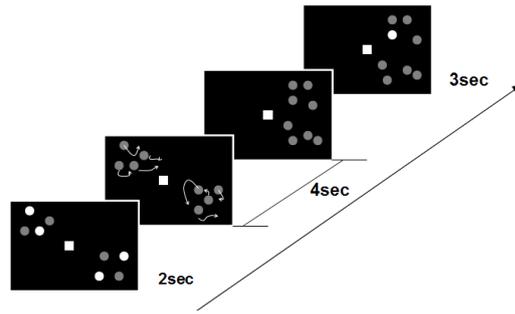


그림 5. 실험 2의 절차에 대한 개괄적 그림 (양측-동측 조건의 예)

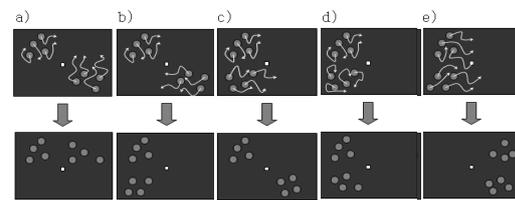


그림 6. 실험 2의 다섯 개의 조건에 대한 개괄적인 그림이다. a)양측-양측 조건, b)양측-동측 조건, c)동측-양측 조건, d)정적 동측-동측 조건, e)동적 동측-동측 조건

다른 조건들은 실험 1과 동일하지만 마지막 조건인 동측-동측 조건은 표적자극 2개만 다른 사분면으로 이동할 경우에는 만들어 질 수 없기 때문에 두 조건으로 나누어서 실험 하였다. 한 가지 조건은 실험 1의 마지막 조건과 동일하게 한쪽 시각장에 여덟 개의 자극이 제시되었다가 다른 쪽 시각장으로 여덟 개의 표적자극이 모두 이동하는 경우(동적 동측-동측 조건)이고 다른 한 가지 조건은 8개의 자극이 처음 제시되었던 한쪽 시각장 내에서만 계속 무작위로 움직이면서 제시되는 경우(정적 동측-동측 조건)이다. 각 조건은 그림 6에 나타내었다. 참가자는 연습으로 64시행을 하였고 본 실험으로 128시행을 실시하였다.

결과 및 논의

과제에 대한 평균 정확률은 90%였다. 양측-양측 조건에서는 평균정확률이 약 94%였고, 양측-동측 조건의 평균정확률은 89%였다. 동측-양측 조건의 평균 정확률은 90%였고 정적 동측-동측 조건의 평균 정확률은 약 87%, 동적 동측-동측 조건의 평균 정확률은 약 91%였다. 다섯 개의 조건의 정확률에 대해 단순 차이 효과를 분석한 결과 첫 번째 조건인 양측-양측 조건의 정확률이 양측-동측 조건과 정적 동측-동측 조건, 그리고 동측-양측 조건의 정확률에 비해 유의미하게 높았다, $t(17)=3.56, p<.01$; $t(17)=2.941, p<.05$; $t(17)=2.7, p<.05$. 하지만 양측-양측 조건의 정확률은 동적 동측-동측 조건보다는 유의미하게 높지 않았다, $t(17)=1.63, p>.05$.(그림 7 참조)

실험 2에서도 실험 1의 결과와 마찬가지로 표적자극의 이동 방향에 관계없이 처음 양쪽 시각장에 제시되었던 표적자극이 이동하여 모두 한쪽 시각장으로 이동하면 수행률이 유의미하게 떨어졌다. 즉, 실험 1의 결과가 표적자

극들의 움직임 방향이라는 요인에 영향을 받은 것이 아님을 실험 2를 통해서 알 수 있었다. 이 결과는 한 시각장 내의 독립적 추적 주의 자원은 표적자극을 따라 이동할 수 없다는 실험 1의 결과를 지지한다.

종합 논의

이 연구는 표적자극을 추적하는데 사용되는 주의 자원이 시각장에 따라 독립적으로 존재한다는 Alvarez & Cavanagh(2005)의 연구를 바탕으로 각 시각장의 독립적인 추적 주의 자원이 다른 시각장으로 움직이는 표적자극을 따라 이동할 수 있는지 여부를 알아보기 위하여 수행되었다. 양쪽 시각장에 각각 두 개씩 독립적으로 존재하여 움직이는 표적자극에 대한 추적 수행률을 측정된 결과, 한 시각장에 제시되었던 두 개의 표적자극이 다른 시각장으로 이동하여 한 시각장에 네 개의 표적자극이 모이게 된 경우(양측-동측 조건)가 양쪽 시각장에 제시된 각각 두 개씩의 표적자극이 다른 시각장으로 움직이지 않고 동일한 시각장내에

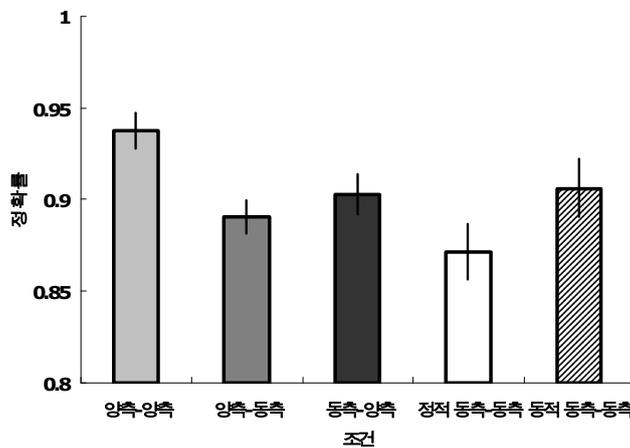


그림 7. 실험 2의 다섯 조건에 대한 정확률

서만 이동하였던 경우(양측-양측 조건)에 비해 낮은 추적 수행률을 보였다. 이러한 결과는 다중 표적자극을 추적하는 과제 시 사용되는 주의 자원이 좌, 우 시각장 각각에 존재하며 움직이는 표적자극을 따라 한 시각장에서 다른 시각장으로 이동하지 못하기 때문으로 해석될 수 있다. 또한, 전주의적 표지가 각각의 표적자극에 붙고 하나의 초점 주의를 표적자극을 순차적으로 추적 한다는 자극 지시 추적 이론보다는 표적자극 마다 추적에 필요한 독립적인 주의 자원이 존재하여 각각의 표적자극을 추적한다는 다중 초점 주의 이론을 지지하는 것으로 해석할 수 있다.

하지만 이 실험의 결과에 대한 대안적인 설명이 있을 수 있다. 실험 1에서 양측-양측 조건이 가장 수행률이 높았는데 양측-양측 조건은 시행 동안 한 번도 시각장을 이동하지 않았고 다른 조건들은 모두 네 개의 표적자극 중 적어도 두 개의 표적자극이 시행 내에 시각장을 이동하였다. 실험 2에서도 양측-양측 조건이 다른 조건에 비해 유의미하게 수행률이 높았고 시행 중 시각장을 이동하지 않았다. 따라서 양측-양측 조건의 높은 수행률이 시각장 이동 유무에 따라 영향을 받았을 가능성이 있다. 이런 가능성을 검증하기 위해서 양측-양측 조건이지만 시각장을 넘는 조건을 만들어 비교해 보아야 한다. 만일 시각장을 넘는 것이 수행률을 저하시키는 요인이라면 양측-양측 조건이지만 시각장을 이동하는 조건이 양측-양측 조건이지만 시각장을 이동하지 않는 조건에 비해 수행률이 낮을 것이다. 하지만 이 가능성은 실험 2의 동적 동측-동측 조건과 정적 동측-동측 조건을 비교해 봄으로써 어느 정도 설명 할 수 있다. 동적 동측-동측 조건은 4개의 모든 표적자극들이 시각장을 이동하는

조건이고 정적 동측-동측 조건은 4개의 표적자극 중 어느 것도 시각장을 이동하지 않는 조건이다. 만일 각 시각장 내에 2개의 표적자극을 추적할 수 있는 독립적인 주의자원이 존재하는 것이라면 시각장을 넘어가는 동적 동측-동측 조건이든 시각장을 넘어가지 않는 정적 동측-동측 조건이든 차이가 없이 둘 다 양측-양측 조건에 비해 수행률이 떨어져야 한다. 왜냐하면 한쪽 시각장에 존재하는 독립적인 주의 자원은 2개의 표적자극을 추적할 수 있는데 동적 동측-동측 조건이나 정적 동측-동측 조건은 모두 한쪽 시각장에 4개의 표적자극이 존재하기 때문이다. 하지만 만일 시각장을 이동하는 것 자체가 수행률을 저하시키는 요인이라면 정적 동측-동측 조건이 동적 동측-동측 조건에 비해 수행률이 높아야 한다. 왜냐하면 두 조건 모두 한쪽 시각장에 4개의 표적자극이 있는 것은 같지만 동적 동측-동측 조건은 시각장을 넘는 조건이고 정적 동측-동측 조건은 시각장을 넘지 않기 때문이다. 실험 결과, 이 두 조건간의 차이가 없었다. 이 결과로 미루어 볼 때, 표적자극의 시각장 이동 자체가 추적 수행률을 저하시켰을 가능성은 크지 않은 것으로 판단된다.

실험 1과 실험 2의 모든 조건 중에 자극의 시작위치와 끝 위치 중 어느 하나라도 ‘동측’이 있는 조건들, 즉 표적자극을 추적하는 과정 중에 4개의 표적자극이 좌측 혹은 우측 시각장에 모두 제시되는 상황이 포함된 조건들에서는 그렇지 않은 조건에 비해 대체로 수행률의 저하가 나타났다. 이러한 경향성은 Alvarez와 Cavanagh(2005)의 연구결과와 일치하는 것으로서, 각 시각장에 주의자원이 독립적으로 존재함을 지지하는 것으로 해석할 수 있다.

Tipper와 Berhman(1994)은 시각적 무시증(visual

neglect) 환자를 대상으로 한 연구에서 두 자극을 하나의 물체처럼 선으로 이어서 제시할 경우, 손상된 뇌의 대측 시각장에 제시된 자극들도 탐지됨을 보고하였다. 많은 주의 연구들은 다중 표적자극 추적 시 필요한 주의가 대상 중심적으로 작동하는지 혹은 위치 중심으로 작동하는지에 대해 관심을 가져왔다(Alvarez & Scholl, 2005; Scholl, 2001; Scholl & Pylyshyn, 1999; Scholl, Pylyshyn & Feldman, 2001; vanMarle & Scholl, 2003). 특히 Scholl, Pylyshyn과 Feldman (2001)은 표적자극과 방해자극을 선으로 이어서 한 물체처럼 보이도록 한 조건과 표적자극과 방해자극을 서로 선으로 잇되, 한 물체처럼 보이지 않게 한 조건을 비교한 결과 이 두 조건 간에 추적 수행률이 유의미하게 차이를 발견하였다. 만일 추적 주의 자원이 위치 중심 단위로 주어진다면 방해자극과 표적자극이 한 물체처럼 서로 이어지는 경우의 수행률과 이어지지 한 물체처럼 보이지 않는 경우의 수행률 간에는 차이가 없어야 한다. 하지만 표적자극과 방해자극이 한 물체처럼 보일 경우의 수행률이 그렇지 않은 경우에 비해 유의미하게 떨어졌음을 발견하였다. 이러한 결과는 주의가 대상 중심으로 주어지기 때문에 한 물체처럼 보이는 경우에는 연결된 물체를 통째로 추적하여 물체 중 한쪽 끝에 있는 표적자극을 추적하는 것이 어렵기 때문으로 해석될 수 있으며, 따라서 Scholl 등(2001)은 다중 표적자극 추적 과제 시 사용되는 주의 자원이 위치 중심적이기보다 대상 중심적임을 주장하였다.

Tipper와 Berhman(1994)의 연구와 Sholl 등(2001)의 연구 결과만을 놓고 보면, 본 연구 결과는 의외의 결과라고 볼 수도 있다. 즉, 대상을 중심으로 할당된 주의라면 처음에 양측

시각장에 각각 2개의 표적자극에 할당된 주의가 표적자극을 따라 그대로 유지되어야 하며, 이것은 비록 모든 표적자극들이 좌 또는 우측 시각장으로 이동한 후에도 유지되어야 할 것으로 예상할 수 있기 때문이다. 하지만, 본 연구 결과는 이러한 예상이 잘못된 것임을 명백하게 보여주고 있다. 즉, 대상 중심적으로 할당된 주의라도 주의 자원의 이동은 좌/우 시각장 내로 제한된다는 제약(constraint)을 본 연구 결과는 제시하고 있다. 그렇다면, Tipper와 Berhman(1994)의 실험에서, 무시중 환자가 손상 대측의 시각장으로 이동한 자극을 어렵지 않게 탐지하는 것은 어떻게 설명할 수 있겠는가? 그것은 두 물체를 하나의 대상으로 지각되도록 만든 연결선에 의해 주의 자원이 다른 시각장으로 확산되었기 때문으로 해석할 수 있다. 4개의 표적자극이 모두 시각장 동측에 있다고 해도 이들 중 2개의 표적자극과 연결된 다른 자극이 다른 시각에 있다면 추적 수행률은 향상될 가능성이 있다. 이러한 가능성은 추후 연구들을 통해 밝힐 수 있을 것으로 기대된다.

요약하자면, 본 연구 결과는 다중 표적자극 추적 과제 시 독립적인 초점 주의의 창이 양쪽 시각장에 각각 두개씩 존재한다는 Alvarez와 Cavanagh(2005)의 주장에 추가적인 증거를 제공하는 것으로 해석할 수 있다. 더 나아가, 본 연구는 양측 시각장에 사용되는 독립적인 주의 자원이 각 시각장내에서 가용할 뿐, 시각장간을 이동하는 표적자극을 따라가기는 힘들다는 새로운 결과를 제시하고 있다.

참고문헌

Alvarez, G. A., & Cavanagh, P. (2005). Independent

- resources for attentional tracking in the left and right visual hemifields. *Psychological Science*, 16(8), 637-643.
- Alvarez, G. A., & Scholl, B. (2005). How does attention select and track spatially extended objects? New effects of attentional concentration and amplification. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(4), 461-476.
- Awh, E., & Pashler, H. (2000). Evidence for split attentional foci. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(2), 834-846.
- Behrmann, M., & Tipper, S. P. (1994). Object-based attentional mechanisms: evidence from patients with unilateral neglect *Attention and Performance XV: Conscious and Nonconscious*, 351-375.
- Cavanagh, P., & Alvarez, G. A. (2005). Tracking multiple targets with multifocal attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 9 (7), 349-354.
- Cave, K. R., & Kosslyn, S. M. (1989). Varieties of size specific visual selection. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 148-164.
- Egeth, H. (1977). Attention and preattention. In G. H. Bower(Ed.), *The psychology of Learning and Motivation*, 11, 277-320.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & psychophysics*, 16, 143-149.
- Eriksen, C. W., & Hoffman, J. E. (1973). The extent of processing of noise elements during selective encoding from visual displays. *Perception & Psychophysics*, 14, 155-160.
- Eriksen, C. W., & Hoffman, J. E. (1974). Selective attention: Noise suppression or signal enhancement? *Bulletin of the Psychonomi Society*, 4, 587-589.
- Eriksen, C. W., & St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*, 40, 225-240.
- Eriksen, C. W., & Yeh, Y. Y. (1985). Allocation of attention in the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 5, 583-597.
- Hoffman, J. E., & Nelson, B. (1981). Spatial selectivity in visual search. *Perception & Psychophysics*, 30, 283-290.
- Larsen, A. & Bundesen, C.(1978). Size scaling in visual pattern recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 1-20.
- LeBerge, D.(1983). Spatial extend of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 371-379.
- Murphy, T., & Eriksen, C. (1987). Temporal changes in the distribution of attention in the visual field in response to precues. *Perception & Psychophysics*, 42, 576-586.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 160-174.
- Pylyshyn, Z. W. (2001). Visual indexes, preconceptual

- objects, and situated vision. *Cognition*, 80, 127-158.
- Pylyshyn, Z. W., & Storm, R. W. (1988). Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision*, 3(3), 1-19.
- Remington, R., & Pierce, L. (1984). Moving attention: Evidence for time invariant shifts of visual selective attention. *Perception & Psychophysics*, 3, 393-399.
- Sagi, D., & Julesz, B. (1985). Fast noninertial shifts of attention. *Spatial Vision*, 1, 141-149.
- Scholl, B. J. (2001). Objects and attention: the state of the art. *Cognition*, 80, 1-46.
- Scholl, B. J., & Pylyshyn Z. W. (1999). Tracking Multiple Items Through Occlusion: Clues to Visual Objecthood. *Cognitive Psychology*, 38, 259-290.
- Scholl, B. J., Pylyshyn Z. W. & Feldman, J. (2001). What is a visual object? Evidence from target merging in multiple object tracking. *Cognition*, 80, 159-177.
- Tsal, Y. (1983). Movement of attention across the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9, 523-530.
- vanMarle, K., & Scholl, B. J. (2003). Attentive tracking of objects versus substances. *Psychological Science*, 14 (5), 498-504.

1 차원고접수 : 2007. 6. 18

최종게재결정 : 2007. 9. 26

The Attentional Resource for Tracking in Each Hemifield Cannot Move Toward the Other Hemifield

Boyoung Won

Min-Shik Kim

Department of Psychology, Yonsei University

Alvarez and Cavanagh(2005) have reported that there are independent attentional resources for multiple object tracking (MOT) in two hemifields. Twice as many targets could be successfully tracked when they were distributed between hemifields as when they were all presented within a single hemifield. We investigated whether the attentional resource for tracking in one hemifield could track the targets that were presented initially in that hemifield, but later moved to the other hemifield. In our experiments, the participants tracked four objects among eight objects. The four targets were divided equally between the left and right hemifields. In one condition, targets moved only within each hemifield in which they were initially presented (Bilateral-to-Bilateral condition). In the other condition, two targets in one hemifield moved toward the other hemifield, while the other two targets remained moving in the initial hemifield, resulting in four moving targets within a hemifield(Bilateral-to-Unilateral condition). Our main interest was comparison between these two conditions, measuring the accuracy of MOT. The results showed that performance in the Bilateral-to-Bilateral condition was better than that in the Bilateral-to-Unilateral condition. In other words, when the initial targets presented in one hemifield moved across to the other hemifield, the attentional resource in each hemifield did not move cross the other hemifield along with the moving targets. This finding suggests that attentional resource for tracking could be object-based only within each hemifield.

Key words : multiple object tracking, attentional resource, hemifield