

## 표적 위치의 불확실성과 표적 가시성이 주의감박거림 강도에 미치는 영향\*

김 기 연

현 주 석

중앙대학교 심리학과

주의감박거림(AB)이란 시야의 고정 위치에 신속순차제시(RSVP)되는 항목들 중에 출현하는 두 표적에 대해 후행 표적(T2)이 선행 표적(T1)의 출현 이후 약 500ms 이내에 출현할 경우 그에 대한 의식적 수준의 보고가 어려워지는 현상을 의미한다. 본 연구는 T1 기억공고화에 요구되는 주의자원량이 T2에 대한 AB 강도를 결정한다는 병목 모형을 토대로 T1에 대한 표적 가시성 처치가 T2에 대한 주의감박거림의 강도에 미치는 영향을 조사하였다. T1 저가시성 조건의 경우 T1에 배경화면과의 명암대비가 낮은 회색을 그리고 T1 고가시성 조건의 경우 선명한 색상을 부여해 흰색의 나머지 방해자극들과 구분되도록 처치하였다. 또한 표적 위치에 대한 불확실성 부여를 위해 시야의 네 위치에 전개되는 다중 RSVP 배열 내에 T1과 T2를 제시해 표적 처리에 관여하는 주의 자원을 평균적으로 소진시켰다. 두 편의 실험에서 T2에 대한 AB의 강도는 고가시성 조건에서 상대적으로 큰 것이 관찰되었으며 T2의 가시성을 증가시켰을 때 T1 가시성 처치의 영향력이 더욱 분명해졌다. 이러한 결과는 T1 병목 해소를 위해 할당되는 가용한 주의 자원의 양이 부족할수록 더욱 T1 가시성 효과의 영향력이 분명해짐을 시사하며, T1의 가시성 수준이 T1 병목의 강도를 결정할 수 있다는 병목 모형의 제안을 지지한다.

키워드 : 주의감박거림, 병목모형, 표적 가시성, 다중 RSVP

\* 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2014S1A5A2A03066219). 본 연구는 1저자의 석사학위 논문 연구에 사용된 실험 자료들 중 실험 1과 2의 결과에 대한 재해석에 근거를 두었음을 밝혀둔다.

† 교신저자: 현주석, 중앙대학교 심리학과, (06974) 서울특별시 동작구 흑석로 84  
연구분야: 심리학(인지심리, 실험심리), Tel: 02-820-5128, E-mail: jshyun@cau.ac.kr

주의깜박거림(attentional blink, AB)이란 신속순차제시(rapid serial visual presentation, RSVP)되는 다수의 항목 중 최초 출현하는 표적(first target, T1)에 대한 탐지 이후 약 500ms 시점 이내에 출현한 두 번째 표적(second target, T2)에 대한 확인이 T1이 출현하지 않았을 때보다 상대적으로 어려워지는 현상을 의미한다(Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992). AB 현상을 설명하는 주요 모형은 병목 모형(bottleneck model)으로써, T1의 출현 이후 이에 대한 회상을 위해 전개되는 T1 기억공고화 과정에 주의 자원이 배타적으로 집중되어 뒤이은 T2에 대한 처리 자원이 부족해지기 때문이라고 설명한다(Chun & Potter, 1995; Potter, Staub, Rado, & O'Conner, 2002).

병목 모형의 핵심은 무엇보다도 T1과 T2에 대한 기억 공고화를 목적으로 할당될 수 있는 주의 자원이 양이 제한되어 있으며 T1에 대한 탐지 직후 개시되는 병목 처리 과정 동안에 T2가 출현하면 T2에 할당될 주의 자원이 상대적으로 부족해 T2에 대한 의식적 수준의 정보 처리가 어려워진다는 점이다(Chun & Potter, 1995; Vogel, Luck, & Shapiro, 1998). 이를 뒷받침하는 주요 증거로는 T2의 가시성에 따른 AB의 증감을 예로 들 수 있는데 예를 들어 T2의 감각적 현출성을 증가시켜 탐지를 용이하게 처치하면 T2 현출성이 낮은 경우에 비해 AB의 강도가 감소하는 것이 관찰된다(Maki & Padmanabhan, 1994; Shih & Reeves, 2007). 이 결과는 T2 가시성을 높이는 처치가 T2의 정체 파악에 요구되는 주의 자원량을 상대적으로 감소시켜 T1에 의한 AB 발생에도 불구하고 T2에 대한 정확한 탐지가 가능해지기 때문인 것으로 해석되었다.

병목 모형의 논리에 기초할 때 한 가지 분명한 것은 T1에 대한 가시성 처치 또한 T2에 대한 AB 강도에 영향을 줄 가능성이 있다는 점이다. 즉 T2의 가시성 향상이 주의자원 할당량을 감소시켜 T2 기억 공고화를 촉진시킨 것처럼 T1 또한 가시성을 향상시킬 경우 T1 처리에 요구되는 주의 자원 할당량이 감소할 것이 예측되며 그로 인한 잉여 주의자원이 T2에 할당될 가능성이 증가할 것이 예상된다. 따라서 T1 가시성 향상 처치 역시 T2에 대한 AB의 강도의 감소로 이어질 것을 예측할 수 있다(Seiffert & Di Lollo, 1997; Ward, Duncan, & Shapiro, 1997).

이처럼 분명한 예측에도 불구하고 T1에 대한 가시성 처치가 T2에 대한 AB에 미치는 영향력에 대해서는 병목 모형의 관점에서는 해석하기 어려운 결과가 보고된 바 있다. 예를 들어 McLaughlin, Shore와 Klein (2001)은 전형적인 RSVP 배열에서

방해자극만이 제거되고 T1과 T2 만이 순차 출현하는 자극 상황(e.g., skeletal RSVP TM-TM task; Ward et al., 1997)을 구성하고 T1과 T2에 각각 역행 차폐를 처치한 결과 RSVP 배열을 사용한 AB 실험들에서 관찰되는 T2에 대한 분명한 정확도의 감소를 관찰하였다. 주목할 것은 T1과 차폐 출현까지의 시간(ISI)을 단축시켜 T1 변별 난이도(T1 가시성)를 증가시킴으로써 병목 모형에서 예상한 T2에 대한 AB의 증가를 예상했으나 T1 가시성의 증감에 따른 효과를 관찰하는데 실패하였다. Shih와 Reeves (2007) 또한 전형적인 RSVP 배열을 사용하되 방해자극과 분명히 구분되는 색상 혹은 그렇지 않은 색상을 T1과 T2에 부여해 표적 가시성을 증감시켰다. 그 결과 T2 가시성 증가는 분명하게 AB 강도의 감소시켰으나 T1 가시성의 영향력을 관찰하는데는 실패하였다. 더욱이 Chua (2005)는 T1의 명암대비를 증가시켜 방해자극에 대한 T1의 상대적인 가시성을 증가시켰으나 T2에 대한 AB 강도가 감소하기 보다는 오히려 증가한 것을 관찰하였다. 일관성이 결여된 이러한 결과는 AB 현상에 대한 핵심 배경 이론으로 받아들여졌던 기존의 병목 모형에 대한 의구심으로 이어져 여러 모형들의 난립을 초래했으며 결과적으로 AB 현상에 대한 일관된 설명에 혼란을 야기하였다(Di Lollo, Kawahara, Ghorashi, & Enns, 2005; Dux & Marois, 2009).

본 연구는 이러한 혼란에 대한 한 가지 원인으로 기존 연구의 T1 가시성 처치에 한 가지 중요한 점이 간과되었음을 가정한다. T1 가시성 처치가 시도된 AB 연구에서는 RSVP 자극들에 대한 시간적 차원의 선택적 정보처리가 시각탐색과 같은 공간적 차원의 선택적 처리와 그 배후 기제가 유사하거나 동일할 것으로 예상한다(Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992, 1995; Shih & Reeves, 2007). 그러나 시야의 서로 다른 위치에 배열 형태(spatial array)로 출현한 시각탐색 항목들에 대한 선택적 정보 처리 과정이 RSVP 자극에 대한 선택적 처리 과정과 서로 동일한 처리 기제를 따른다는 이론적 근거는 상당히 취약하다. 무엇보다도 단일 RSVP 내에서 T1 탐지와 확인에 대한 간헐적인 어려움에는 RSVP 내의 모든 항목과의 상대적 현출성 차이가 아닌 T1 직후의 RSVP 항목(T1+1 item)이 초래하는 감각적, 의미적 간섭이 큰 영향을 주는 것으로 해석된다(Dux & Marois, 2009; Grandison, Ghirardelli, & Egeth, 1997; Raymond et al., 1992; Visser, 2007). 특히 방해자극이 제거되고 표적에 대한 차폐만이 존재하는 TM-TM 과제에서 AB에 해당하는 패턴이 분명하게 관찰된다는 점

은, 기존 RSVP에 기초한 T1 가시성 처치가 RSVP 내의 모든 방해자극들에 대한 T1의 상대적 현출성에 대한 처치라기보다는 달리 실제로는 T1+1 방해자극의 차폐 효과에 의존하는 지엽적이면서도 자료제한적(data-limited) 처치에 해당될 가능성을 시사한다(Ouimet & Jolicoeur, 2007; Visser & Ohan, 2007).

본 연구에서는 공간적 차원을 매개로 한 기존의 선택적 주의 이론에 기초해 단일 RSVP 보다는 네 개의 RSVP를 제시함으로써 서로 다른 위치에서 병렬 진행되는 RSVP 중 표적이 출현한 RSVP에 대한 선택적 정보처리를 일시 강제하는 다중 RSVP(multi-RSVP) 처치를 시도하였다(Kristjánsson & Nakayama, 2002; Peterson & Juola, 2000; Visser, Bischof, & Di Lollo, 1999; Zhang, Shao, Zhou, & Martens, 2010). 기존의 단일 RSVP의 경우 표적에 대한 선택적 정보처리 요구는 T1에 대한 T1+1 항목의 간섭과 같은 RSVP 배열 내의 국소적 정보처리에 의해 좌우되므로 사실상 다수의 방해자극을 고려한 선택적 정보처리의 필요성이 경우에 따라서는 분명하지 않을 수 있다. 반면에 다중 RSVP의 경우 표적 가시성에 따른 선택적 처리의 필요성뿐만 아니라 다수의 RSVP 중 표적이 속한 RSVP에 대한 일시적인 위치 선택이 T1 혹은 T2가 출현할 때마다 강제된다. 결과적으로 다중 RSVP 처치 아래에서는 기존의 공간적 주의 이론에 의해 선택적 정보처리에 개입에 대한 분명한 예측 및 해석이 가능하며(Kristjánsson & Nakayama, 2002), 단일 RSVP 처치에 비해 공간적 불확실성 해소를 위한 선택적 정보처리의 부담이 추가될 것이 예상된다(Shiu & Pashler, 1994). 이러한 정보처리 부담이 추가될 경우 단일 RSVP 경우와는 달리 주의 자원의 할당을 좌우하는 표적 가시성의 영향력이 드러날 것이 예상된다. 실험 1과 2에서는 이러한 가능성을 토대로 기존 연구에서는 분명하지 않았던 T1과 T2의 가시성이 AB의 강도 변화에 미치는 영향을 조사하였다.

## 실험 1

실험 1에서는 T1의 가시성 증감이 T2에 대한 AB의 강도에 변화를 초래하는지의 여부를 조사하였다. 단일 RSVP가 사용된 기존 연구와 달리 실험 1에서는 다중 RSVP를 사용해 RSVP 진행 중 출현하는 표적 위치에 대한 공간적 선택을 강요하였

다. 다중 RSVP 처치는 가시성 수준에 따른 T1에 대한 선택적 처리 개시에 앞서 표적이 속한 RSVP 파악을 위한 공간적 선택을 요구하며 따라서 T1 출현에 따른 선택적 정보처리의 개입 요구를 평균적으로 증가시키게 된다. 따라서 다중 RSVP 처치는 단일 RSVP 처치에 비해 선택적 정보처리의 필요성을 증가시키며 표적 출현에 따른 주의자원의 효율적 할당이 더욱 중요해 진다. 이처럼 다중 RSVP로 인해 주의 자원의 효율적 할당 요구가 증가하면 적어도 병목 모형에 근거할 경우 T1 가시성 증가 혹은 감소에 따른 병목 강도의 변화가 관찰될 가능성이 있다.

실험 1에서는 시야 상의 네 고정 위치에 항목 출현 시점을 동기화한 RSVP 자극을 제시하였다. 각 RSVP 위치 별로 T1 혹은 T2가 출현할 확률을 동일하게 설정해 T1과 T2의 위치 선택 확률이 서로 독립적이었으므로 표적 출현시 표적 위치에 대한 예측이 불가능하였다. 아울러 T1 고가시성(high-visibility) 조건에서는 T1이 방해 자극 및 배경화면과 분명히 구분되어 가시성이 극대화되도록 그리고 T1 저가시성(low-visibility) 조건에서는 T1이 배경화면과는 구분이 어렵되 방해자극과는 분명히 구분되도록 처치하였다. 따라서 표적이 속한 RSVP 위치 선택은 두 조건에서 공히 수월하되 표적의 가시성 수준은 두 조건 간 분명하게 차이가 나도록 처치하였다.

앞서 설명한 바와 같이 표적의 위치 불확실성 해소가 요구되는 다중 RSVP는 단일 RSVP에 비해 RSVP 내의 항목들에 대한 처리에 요구되는 주의자원의 고갈을 앞당길 수 있다. 특히 T1 고가시성 및 저가시성 조건 간에 표적 위치 파악의 용이성이 유사함을 고려할 때 표적의 위치 불확실성 해소 과정에는 유사한 정도의 주의자원이 고갈될 가능성을 예상할 수 있다. 이처럼 두 조건간 유사한 수준의 주의자원 고갈이 선행된다면 T1 고가시성과 저가시성 조건에서 관찰되는 AB 강도의 차이는 T1에 처치된 표적 가시성(target visibility)에 의해 좌우되었을 가능성이 크다. 실험 1은 병목 모형에 근거해 이러한 예측을 검증하였으며 T1 가시성이 낮은 경우 가시성이 높은 경우보다 AB의 강도가 상대적으로 증가할 것을 예상하였다.

#### 참가자

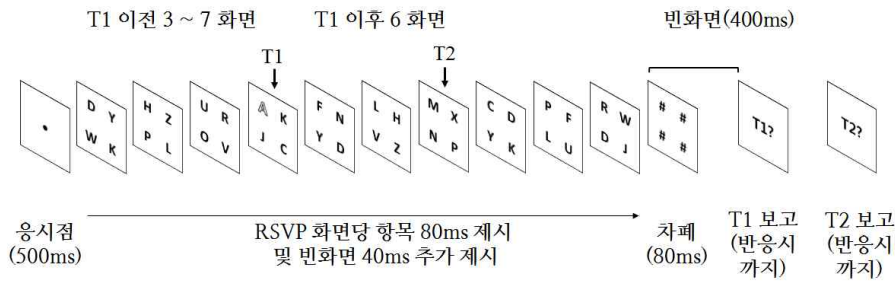
중앙대학교에서 심리학 관련 과목 수강생 19-29세 연령의 16명이 실험 실습의 일환으로 실험에 참여하였다. 모든 참가자는 참가 동의서에 동의 서명을 한 뒤 실험

험에 참가하였으며 정상 색상 지각 및 정상 시력과 정상 교정 시력을 보유하고 있음을 보고하였다.

### 자극과 절차

자극의 제시에는 Motvcnc 사의 60Hz의 주사율을 가진 1920x1080 해상도의 19인치 모니터(M191LEDany)가 사용되었으며 참가자와 자극이 제시되는 모니터 화면 간의 거리는 60cm로 고정되었다. 실험 1에 사용된 자극과 절차를 (그림 1)에 도해하였다. 실험 자극은 MATLAB(The MathWorks, Natick, MA)에서 구동되는 Psychophysics Toolbox (Brainard, 1997)에서 사용되는 35 포인트 크기의 Calibri 폰트의 알파벳 대문자 21개였으며 B, E, G, I와 Q 글자는 나머지 실험에 사용된 나머지 글자와의 시각적 유사성으로 인한 혼동을 방지하기 위해 자극 항목에서 제외되었다. 개별 글자의 폭과 높이는 시각도 기준 대략 0.56°와 1.12°였다.

선별된 21개의 글자 중 A, S와 T 중 무선적으로 선택된 한 글자가 T1으로 사용되었으며 T2로는 X 한 글자만이 사용되었으므로 T1, T2를 제외한 방해자극으로는 총 17개의 글자가 사용되었다. 자극의 색상으로는 빨강(CIE 1931 색상체계 기준



(그림 1) 실험 1에서 사용된 자극과 절차. 개별 화면(frame) 상의 네 글자는 동기화된 RSVP 배열 내에 출현한 자극들을 예시한다. T1이전에는 3~7 개의 화면이 제시되었으며 T1 이후에는 6개의 화면이 제시되었고 그 중 하나가 T2 화면에 해당되었다. T1과 T2 화면 상의 네 RSVP 위치 각각에 대한 표적 출현 가능성은 시행 내에서 동일(equiprobable)하였다. 고가시성 조건의 경우 참가자는 색상을 보유한 T1에 대해, 저가시성 조건의 경우 회색 T1의 정체를 파악해 기억했으며 뒤이은 T2 ('X') 출현 여부를 기억해 시행 종료 시점에 보고하였다.

$x=.249, y=.230, 3.4 \text{ cd/m}^2$ ), 연두( $x=.267, y=.473, 73.9 \text{ cd/m}^2$ ), 노랑( $x=.272, y=.474, 74.6 \text{ cd/m}^2$ ), 회색( $x=.204, y=.230, 3.3 \text{ cd/m}^2$ ) 및 흰색( $x=.230, y=.329, 79.8 \text{ cd/m}^2$ ) 다섯 가지가 사용되었으며 배경 화면으로는 검은색( $x=.200, y=.211, 1.8 \text{ cd/m}^2$ )이 사용되었다. 자극의 색상은 Lutron사의 RGB-1002 색차계를 이용하여 측정하였다. 방해 자극은 모두 흰색이었으며, T1 저가시성 조건의 T1 글자는 회색으로 처치해 흰색 방해자극과는 분명히 구분되나 검은색 배경화면과는 낮은 명암 대비로 인해 가시성이 떨어지도록 처치하였다. 고가시성 조건의 T1 글자는 빨강, 연두 혹은 노랑색 중 무선 선택된 한 색상이었으며 흰색의 방해자극 및 검은색 배경 화면과 뚜렷이 구분되어 가시성이 높도록 처치하였다. 통제조건의 경우 두 가시성 조건과 달리 T1 글자의 색상은 방해자극과 동일하게 흰색이었다. 또한 세 조건에 걸쳐 공히 T2 글자의 색상 또한 역시 흰색이었다.

실험 1에는 고가시성, 저가시성 및 통제 조건에 해당하는 세 가지 시행구획이 있었으며 개별 구획은 각 조건에 해당되는 시행들로 구성되었다. 세 구획 조건 모두에서 개별 시행은 화면 중앙의 흰색의 응시점( $0.29^\circ \times 0.29^\circ$ ) 출현을 기점으로 시작되었으며 응시점 출현 후 500ms가 경과한 시점에 다중 RSVP가 개시되었다. RSVP가 진행되는 동안 개별 RSVP 내의 한 화면(frame) 내에는 응시점을 중심으로 한  $1.7^\circ \times 1.7^\circ$  크기의 가상의 사각형 꼭지점 위치 각각에 한 개씩 도합 네 개의 글자가 제시되었다. 네 글자는 각 RSVP 화면에 걸쳐 항상 동일한 위치에 출현하였으며 응시점으로부터 동일 거리( $1.2^\circ$ )에 위치하였다.

RSVP 배열 내에서 순차적으로 제시되는 화면의 개수는 각 시행에 걸쳐 10-14 화면 중 하나로 무선회시켰으며 80ms 동안 노출된 개별 RSVP 화면 사이에는 검은색 배경화면이 40ms 동안 제시되어 직전의 RSVP 화면을 제거하였다(SOA 120ms). T1 화면 이전의 RSVP 화면의 개수는 3-7 화면 중 하나로 무선 선택해 참가자가 각 시행 내에서 T1 화면의 출현 시점을 예측하지 못하도록 처치하였다. T1 화면상의 네 글자로는 실험에 사용된 총 21글자 중 T1을 구성하는 세 글자('A', 'S' 및 'T')와 T2('X') 네 글자를 제외한 나머지 17 글자 중 무선 선택된 세 글자가 사용되었으며 T2 화면상의 T2를 제외한 나머지 세 방해 자극으로 역시 동일한 17글자 중 무선 선택된 세 글자가 사용되었다. T1과 T2를 제외한 나머지 방해자극 화면(distractor frame)에서는 T1, T2 글자 항목 들을 제외한 17개의 글자 중 네 개가 무

선 선택되어 제시되었다. T1 화면 이후 항상 여섯 RSVP 화면이 뒤따랐으며 그 중 한 화면이 T2 화면에 해당되도록 처치하였다.

T1과 T2의 위치는 네 개의 RSVP 위치 중 하나가 25% 확률로 무선 선택되었으며 나머지 세 위치에는 방해자극이 무선 배치되었다. T1과 T2 화면 간 개별 위치에 대한 표적 출현 확률은 서로 독립적이었다. 나머지 방해자극 화면들 상의 네 위치에는 방해자극으로 선택된 네 글자들이 무선 배치되었다. 각 구획 조건에서 T1과 달리 T2는 절반의 시행에서만 출현하였으며 나머지 시행에서는 방해자극 글자들 중 하나로 대체되었다. 모든 시행의 RSVP 종료 시점에는 각 RSVP 글자 위치에 ‘#’ 글자를 제시해 마지막 RSVP 화면의 글자들에 대해서도 시각적 차폐가 이어지도록 처치하였다.

저가시성 및 고가시성 T1 조건 모두에 걸쳐 마지막 차폐 화면이 사라진 후 320ms가 경과된 시점에 화면 중앙에 ‘T1 ?’ 메시지가 표시되었으며 뒤이어 참가자는 키보드 상의 A, S 혹은 T 중 하나를 눌러 회상된 T1을 보고하였다. T1에 대한 보고가 완료되면 앞서 메시지가 사라지고 동일 위치에 ‘T2 ?’ 메시지가 표시되었으며 참가자는 키보드 상의 ; 혹은 / 키를 눌러 T2에 해당되는 X자에 대한 탐지 여부를 보고함으로써 개별 시행이 종료되었다. T1에 대한 색상 혹은 명암대비가 처치가 가해지지 않은 통제 조건의 경우 참가자는 T1 회상 보고를 무시하도록 지시 받았으며 차폐 화면 종료 직후 ‘?’ 제시 시점에 역시 키보드 상의 ; 혹은 / 키를 눌러 오로지 T2의 출현 여부만을 탐지해 보고하도록 지시 받았다. T2 탐지 여부를 보고하기 위한 두 키는 참가자 간에 걸쳐 역균형화되었으며 모든 개별 반응 직후에는 참가자에게 스피커 상의 소리를 통해 반응 정확성에 대한 피드백이 주어졌다.

고가시성, 저가시성 및 통제구획은 240 시행씩으로 구성되었으므로 실험 1의 개별 참가자는 총 720 시행을 수행하였다. 매 30 시행마다 20초의 짧은 휴식 시간이 주어졌으며 개별 구획의 중간에 해당하는 360 시행 직후 1분여의 긴 휴식 시간이 부여되었다. 각 구획 내의 모든 시행은 무선회되었으며, 반응에 있어서는 정확한 반응만이 강조되었다.



## 결과 및 논의

### T1 정확도

<표 1>과 (그림 2a)에 T1-T2 lag 각 조건에서의 참가자의 T1 확인 정확도를 제시하였다. 평균 T1 정확도는 T1 고가시성 조건에서 98.7(±1.4)% 그리고 저가시성 조건에서 91.9(±1.7)%이었으며 이 차이는 통계적으로 유의미했다,  $t(15) = 3.84$ ,  $p < .01$ . T1 가시성에 따라 T1-T2 시간차이(lag) 조건 간 T1 확인 정확도에 차이가 있는지 조사하기 위해 lag 변인을 대상으로 일원변량분석을 실시한 결과 고가시성 및 저가시성 각 조건 내에서 Lag 수준간 차이는 관찰되지 않았다, 각각  $F(5, 75) = 1.52$ ,  $p = .19$ ,  $\eta^2 = .09$  및  $F(5, 75) = 0.74$ ,  $p = .59$ ,  $\eta^2 = .05$ .

### T2 정확도

<표 2>와 (그림 1b)에 T1에 대한 정확 반응 시 T1-T2 lag에 따른 T2에 대한 탐지 정확도와 T1이 출현하지 않았던 통제 조건에서 그에 상응하는 표적 탐지 정확도를 제시하였다. 먼저 T1이 출현하지 않았던 통제 조건을 기준으로 T1 고, 저가시성 조건의 AB 강도를 규정하기 위해 통제 조건의 T2 정확도에서 T1 고, 저가시성 조건 T2 정확도 값을 뺀 차이값을 각각의 lag 조건에 대해 산출하였다. 이 차이값을 대상으로 가시성(고 vs. 저가시성)과 T1-T2 lag (1, 2, 3, 4, 5 및 6 화면) 두 변인에 대해 반복측정에 근거한 이원변량분석을 실시하였다. 분석 결과 저가시성 조건의 경우 고가시성 조건보다 AB 강도가 평균적으로 큰 것이 관찰되었는데 이는

<표 1> 실험 1에서 측정된 평균 T1 회상 정확도. 괄호 안은 표준편차값

T1가시성	T1 - T2 Lag					
	1	2	3	4	5	6
고가시성	97.9(2.77)	98.9(2.23)	99.1(2.02)	98.1(1.71)	98.5(2.41)	99.4(1.12)
저가시성	91.7(5.75)	92.2(9.08)	90.8(7.84)	91.6(7.74)	92.6(8.09)	92.9(6.07)

〈표 2〉 실험 1에서 측정된 평균 T2 정확도. 괄호 안은 표준편차값

T1가시성	T1 - T2 Lag					
	1	2	3	4	5	6
통제	71.9(10.3)	72.7(10.3)	76.1(8.37)	73.6(8.89)	75.3(8.70)	74.1(6.25)
T1고가시	59.8(14.0)	68.3(12.3)	72.6(12.1)	71.9(9.23)	75.5(9.17)	75.9(7.68)
T1저가시	56.9(10.7)	61.1(14.2)	66.4(15.3)	71.5(11.3)	71.9(11.0)	71.9(11.2)

가시성 변인의 유의미한 주효과에 의해 지지되었다,  $F(1, 15) = 4.66, p < .05, \eta^2 = .24$ . T1-T2 lag 의 증가함에 따라 AB의 강도 또한 감소하는 패턴이 관찰되었는데 이는 lag 처치의 유의미한 주효과에 의해 지지되었다,  $F(5, 75) = 4.93, p < .01, \eta^2 = .25$ . 두 변인간 상호작용은 유의미하지 않았다,  $F(5, 75) = 1.04, p = .40, \eta^2 = .07$ .

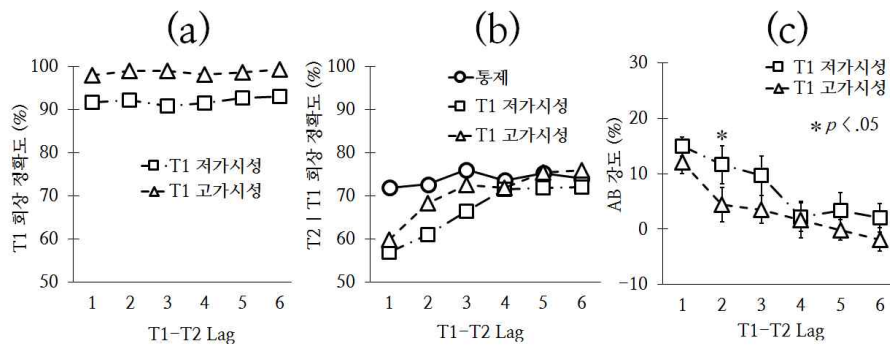
한 가지 주목할 것은 T1이 출현하지 않았던 통제 조건의 표적 정확도가 전반적으로 70% 수준을 약간 상회하여 AB가 없었음에도 불구하고 T2에 해당하는 표적 탐지가 매우 어려웠던 것이 관찰되었다. 이는 T1 부재에 의해 AB가 예상되지 않았음에도 불구하고 T2에 해당하는 표적이 방해자극과 동일한 흰색일 경우 탐지가 쉽지 않았음을 의미한다. 통제 조건의 부정확한 수행은 T1에 색상과 명암대비를 부여해 동일 RSVP 화면 내에서 표적과 방해자극이 분명히 구분될 것을 예상한 T1 고 및 저 가시성 조건의 T1 정확도가 90% 이상으로 매우 정확한 것과 매우 대조되는 결과이다. 이는 실험 1에서 사용된 다중 RSVP 처치에 단일 RSVP 처치에 비해 난이도를 상대적으로 증가시키는 요인이 있었음을 의미하며, 위치 불확실성이 경감된 두 T1 가시성 처치 조건의 T1 보고 정확성을 고려할 때 통제조건에서 표적 위치 파악을 위한 단서가 제공되지 않은 것이 원인인 것으로 파악된다.

동일한 불확실성이 예상되는 T1에 대해 색상 및 명암대비 처치를 통해 T1 위치를 명시적으로 지정하는 것은 표적 위치 불확실성의 해소를 의미하므로(Shiu & Pashler, 1994), 단일 RSVP와 동일한 자극 상황이 아니냐는 반문이 가능하다. 그러나 이는 다음과 같은 이유로 공간적 불확실성 해소보다는 일시적 경감을 초래하는 처치로 해석하는 것이 바람직해 보인다. 첫째, T1 출현 이전에는 T1 위치 및 출현화

면을 예고하는 어떠한 단서도 없었으므로 T1 출현은 분산주의(distributed attention) 상태에서부터 T1 위치로의 일시적 초점주의 전환을 요구함과 동시에(Treisman, 1988) T1+1 항목이 출현한 시점에 다시 분산주의 상태로의 재전환을 요구한다는 점에서 해소보다는 일시적 경감에 불과하다. 둘째, T1 RSVP 화면 내 동시 출현한 방해 자극들에 대한 T1의 상대적 현출성은 T1의 정체성 파악보다는 표적 위치 파악에 일차적인 혜택을 제공할 것이 예상된다(Luck & Hillyard, 1994a, 1994b).

이러한 일시적인 공간적 선택은 T1 위치에 공간적 주의(spatial attention) 집중을 초래할 가능성이 있어 뒤이은 T2의 탐지 과정에서 T1-T2의 위치가 일치할 경우 촉진 효과를 초래할 가능성이 제기된다(Nakayama & Mackeben, 1989; Suzuki & Cavanagh, 1997; 정상철, 현주석, 정찬섭, 1998). 이 가능성을 조사하기 위해 T1-T2간 위치 일치 여부에 따른 T2 탐지 정확도의 차이를 살펴본 결과 위치 일치와 불일치 조건간 T2 정확도 차이는 T1 고가시성 조건,  $t(15) = 0.56, p = .58$  및 저가시성 조건,  $t(15) = 1.79, p = .09$ , 모두에서 통계적으로 유의미하지 않았다. 따라서 T1 위치에 예상되는 공간적 주의 집중이 T2 탐지에 특별한 영향력을 초래하지는 못한 것으로 나타났다.

실험 1에서 주목할 또 다른 한 가지는 lag 1 보존(lag 1 sparing) 효과의 부재이다(Dux & Marois, 2009; Dux, Wyble, Jolicoeur, & Dell'Acqua, 2014; Lunau & Olivers,



(그림 2) 실험 1의 결과. (a) T1 평균 회상정확도, (b) T2|T1 평균 탐지정확도, (c) T2에 대한 AB 강도 환산값(통제-가시성조건). 오차막대는 평균의 표준오차(standard error of the mean, SEM)를 나타낸다.

2010). 실험 1에서는 lag 1에 해당하는 위치의 RSVP 표적에 대해 탐지가 매우 정확해지는 보존 효과가 관찰되지 않았다. 이는 단일 RSVP 처치를 시도한 많은 연구에서 lag 1 보존 효과가 어렵지 않게 관찰되는 것에 비추어 예상 밖의 결과로 해석될 수 있으나 사실상 실험 1에서처럼 다중 RSVP가 사용된 연구에서는 그 효과가 분명하지 않은 경우가 흔히 관찰된다(Lunau & Olivers, 2010; Visser et al., 1999). Lag 1 보존 효과의 부재에 대해서는 다양한 이론적 해석이 가능하나 현재까지 보고된 결과들을 토대로 본 연구의 주요 가설에 포함되지 않은 lag 1 보존 효과 부재에 대한 정확한 해석을 시도하는 것은 쉽지 않다(Dux et al., 2014).

실험 1에서 한 가지 분명하지 않았던 것은 T1 가시성 조건 간 AB 강도 차이가 lag 구간 증감에 따라 변화했는지의 여부이다. 이는 T1 가시성 변인과 lag 간의 상호작용 여부에 의해 확인될 수 있는데 실험 1에서는 이 상호작용이 분명치 않았다. 여기에는 여러 원인이 있을 수 있으나 본 연구에서 시도된 다중 RSVP 처치는 실험 1의 통제조건에서 관찰된 T2 탐지 정확도의 저하와 같이 단일 RSVP에 비해 위치 불확실성을 경감시키기 위한 단서가 제공되지 않을 경우 전반적인 표적 탐지 난이도의 상승이 초래되어 변산성의 증가를 수반할 수 있다. 이러한 변산성 증가가 가시성 변인과 lag 변인간 상호작용의 관찰을 방해했을 가능성이 있으므로 실험 2에서는 T2에 대한 위치 불확실성을 경감시키는 처치를 추가해 T2 처리에 요구되는 주의 자원의 양을 실험 1에 비해 상대적으로 감소시켜 T2 탐지 정확도의 향상을 꾀하였으며 따라서 상호작용 효과의 관찰을 방해하는 자료 변산성의 상대적 감소를 예상하였다.

## 실 험 2

실험 2에서는 실험 1과 동일한 T1 가시성 및 lag 수준에 대한 처치를 시도하되 T2에 대한 탐지 난이도 향상을 위해 T2 RSVP 화면 내의 흰색 방해자극과 T2가 분명히 구분되도록 T2 글자에 색상을 부여하였다. 이는 마치 실험 1에서 T1에 대해 색상 혹은 명암대비를 부여해 적어도 T1이 방해자극과 일차적으로 구분되도록 처치한 것과 유사하다. 이러한 처치는 실험 1의 T1에 대해 90% 이상의 탐지 및 확

인이 가능했음을 고려할 때 T1에 의한 AB의 영향력을 감수하더라도 T2 탐지 정확도의 전반적인 향상을 초래할 가능성이 크다. 따라서 실험 2에서는 T2 위치 불확실성을 경감시켜 T2의 탐지를 전반적으로 용이하도록 처치해 변산성의 감소를 꾀하고 그에 따른 AB 효과의 상대적 부각을 통해 실험 1에서 분명하지 않았던 T1 가시성 변인과 lag 변인간의 상호작용 여부 관찰에 초점을 맞추었다.

#### 참가자

중앙대학교에서 실험 1에 참여하지 않은 심리학 관련 과목 수강생 19-29 세 16 명이 역시 실험 실습의 일환으로 실험에 참여하였다. 모든 참가자는 참가 동의서에 동의 서명을 한 뒤 실험에 참가하였으며 정상 색상 지각 및 정상 시력과 정상 교정 시력을 보유하고 있음을 보고하였다.

#### 자극과 절차

실험 2의 자극과 절차는 다음과 같은 차이를 제외하고는 실험 1과 동일하였다. 실험 1에서는 T2가 방해자극과 동일하게 흰색이었던 반면 실험 2에서는 T2에 색상을 T2 RSVP 화면상의 흰색인 세 방해자극들과 색상 측면에서 뚜렷이 구분되도록 처치하였다. T1의 색상으로는 실험 1에서와 동일하게 빨강, 초록 및 노랑 중 하나를 선택하였으며 이를 제외한 나머지 두 색상 중 하나를 무선 선택해 T2(X)의 색상으로 사용하였다. T2 색상 처치가 'T2 있음' (T2 present) 시행에만 국한되어 부가될 경우 참가자는 T2 유무에 관계없이 색상 자극의 존재 여부만을 판단해 T2 출현 여부를 보고할 가능성이 있다. 따라서 전체 시행 중 절반에 해당되는 'T2 없음'(T2 absent) 시행에서는 네 개의 방해자극들 중 하나를 무선 선택해 T2 있음 시행과 동일한 방식으로 색상을 부여했다. 따라서 참가자는 색상 자극의 존재 여부가 아닌 T2에 대한 정확한 정체 파악(예: 'X' 있음 혹은 없음)에 근거해 T2 탐지 여부를 판단하도록 처치하였다.

## 결과 및 논의

### T1 정확도

<표 3> 및 (그림 3a)에 T1 정확도 결과를 요약하였다. 먼저 실험 1에서와 동일하게 T1 고가시성(98.7±0.6%) 과 저가시성 조건(88.4±2.4%) 간 T1 평균 정확도의 차이는 통계적으로 유의미하였다,  $t(15) = 4.89, p < .01$ . 또한 실험 1과 동일하게 두 조건 각각에서 lag 수준간 T1 평균 정확도 또한 차이가 없었다,  $F_8 < 1$ .

<표 3> 실험 2에서 측정된 평균 T1 평균 회상 정확도. 괄호 안은 표준편차값

T1가시성	T1 - T2 Lag					
	1	2	3	4	5	6
고가시성	98.4(3.01)	99.2(1.51)	98.8(2.42)	98.9(2.73)	98.4(2.87)	98.4(2.57)
저가시성	87.7(11.1)	86.7(12.0)	88.0(10.4)	89.5(8.77)	90.2(10.4)	88.4(11.1)

### T2 정확도

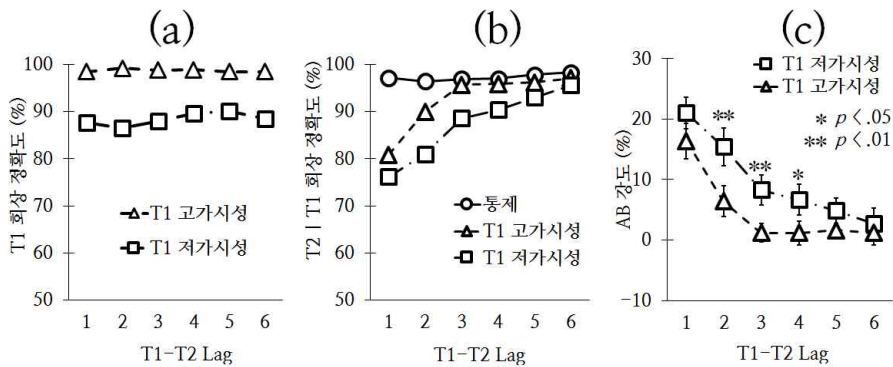
<표 4>와 (그림 3b)에 T1에 대한 정확 반응 시 T1-T2 lag에 따른 T2에 대한 탐지 정확도와 T1이 출현하지 않았던 통제 조건에서 그에 상응하는 표적 탐지 정확도를 제시하였다. 실험 1에서의 결과 산출 방식과 동일하게 통제 조건의 T2 정확도에서 T1 고, 저가시성 조건 T2 정확도 값을 뺀 차이값을 개별 lag 조건의 AB 값

<표 4> 실험 2에서 측정된 평균 T2 정확도. 괄호 안은 표준편차값

T1가시성	T1 - T2 Lag					
	1	2	3	4	5	6
통제	97.2(4.55)	96.4(6.19)	96.9(6.09)	97.0(6.27)	97.8(3.28)	98.3(3.13)
T1고가시	81.1(11.4)	89.9(9.15)	95.7(3.85)	96.0(5.74)	96.4(5.30)	97.1(7.06)
T1저가시	76.1(10.8)	81.0(12.2)	88.6(10.4)	90.4(10.2)	92.6(9.58)	95.6(9.61)

으로 산출하였다. 이 값을 대상으로 실험 1과 동일한 변량분석을 실시한 결과 저가시성 조건이 고가시성 조건보다 AB 강도가 평균적으로 높은 것이 관찰되었으며 이는 역시 실험 1과 마찬가지로 가시성 변인의 유의미한 주효과에 의해 지지되었다,  $F(1, 15) = 20.8, p < .001, \eta^2 = .58$ . 또한 실험 1과 동일하게 T1-T2 lag의 증가에 따라 AB의 강도 또한 감소했으며 이는 lag 변인의 유의미한 주효과에 의해 지지되었다,  $F(5, 75) = 28.9, p < .001, \eta^2 = .66$ .

실험 2의 주요 목적인 가시성 변인과 lag 변인에 대한 상호작용 분석 결과 실험 1에서는 분명하지 않았던 두 변인간 유의미한 상호작용이 관찰되었다,  $F(5, 75) = 2.48, p < .05, \eta^2 = .14$ . 이는 실험 1과 달리 실험 2의 T2 색상 처치 아래에서는 T1 가시성의 효과가 lag 구간에 따라 변화했음을 의미한다. 상호작용 패턴에 대한 정확한 이해를 위해 각 lag 조건에 걸친 T1 고가성과 저가시성 조건 간 AB 강도 평균에 대한 쌍별 비교를 실시한 결과 lag 2와 3 및 4 조건에서만 두 가시성 조건 간 AB 강도차이가 유의미하였다,  $ps < .05$  (그림 3c 참고). 다만 lag 1(<200ms)에서는 AB 강도차이가 분명하지 않았는데 이는 대개 AB 효과가 가장 분명하게 발현되는 시점이 T1 출현이후 대략 200-500ms 구간인 점을 고려할 때 예외적인 결과로 보기는 어렵다(Dux & Marois, 2007). 이처럼 Lag 구간의 전반부에 걸친 T1 가시성 조건 간 AB 강도 차이가 후반부에서 사라졌다는 점(가시성 X lag 상호작용)은 실험 2의 저가시성 조건의 T2 정확도 저하가 단순한 과제 난이도 증가 때문이 아니



(그림 3) 실험 2의 결과. (a) T1 평균 회상정확도. (b) T2|T1 평균 탐지정확도. (c) T2에 대한 AB 강도 환산값(통제-가시성조건). 오차막대는 평균의 표준오차를 나타낸다

라 T1에 대한 선택적 처리가 초래한 AB 강도의 증감 때문임을 시사한다.

이는 특히 실험 2에서 T2 탐지 정확도가 97% 수준임을 고려할 때 실험 1에서 두 변인 간 상호작용의 부재의 원인이 T2의 위치 불확실성이 초래한 T2 탐지 난이도의 증가 및 그로 인한 변산성의 증가 때문이라는 실험 1의 결과 해석을 지지한다. 실험 2에서는 T2에 대한 색상 부여를 통해 T2 탐지 정확도를 실험 1에 비해 향상시켜 이러한 변산성을 감소시킨 결과 lag 수준의 증감에 따라 T1 가시성이 T2의 AB 강도에 미치는 영향력의 변화를 관찰하였다. 실험 1과 마찬가지로 T1-T2 사이의 위치 일치 여부에 따른 T2 탐지 정확도의 차이는 관찰되지 않았으며,  $p_s > .16$ , lag 1 보존 효과 역시 관찰되지 않았다.

### 종합논의

본 연구에서는 병목 모형에 근거해 다중 RSVP 처치아래 T1 가시성 수준이 T2에 대한 AB에 미치는 영향을 조사한 결과 기존 연구에서는 분명하지 않았던 T1 가시성 수준에 따른 T2 AB의 증감 효과가 관찰되었다. 실험 1과 2에서 T1 고가시성 조건의 AB에 비해 T1 저가시성이 조건의 AB가 상대적으로 강한 것이 관찰되었으며 이는 가시성 수준에 따라 T1에 대한 주의자원 할당량에 차이가 발생하며 따라서 T2에 대한 AB 강도에 변화가 초래된다는 병목 모형을 지지하는 결과로 해석된다.

본 연구에서 관찰된 T1 가시성 처치 효과는 기존 단일 RSVP 실험과 비교해 실험 1, 2에서 시도된 다중 RSVP 처치가 초래하는 선택적 정보처리의 실체에 대한 면밀한 해석을 요구한다. 먼저 단일 RSVP 처치에 근거해 AB에 대한 병목 모형의 타당성을 검증한 기존 연구들은 T1과 이를 제외한 RSVP 내의 다른 항목들 간 감각적 차이가 단서가 되어 T1에 상대적으로 높은 감각 현출성이 부여될 수 있다고 가정한다. 따라서 방해자극과 비교해 T1의 감각 현출성을 감소시키면 T1 처리에 요구되는 주의 자원이 증가하고 결과적으로 T2 탐지 및 변별에 요구되는 주의 자원 감소로 T2에 대한 AB가 강해질 것을 예상했다.

문제는 기존 단일 RSVP 연구에서 이러한 예상과 일치하는 결과를 관찰하는데



다수 실패했다는 점인데 이에 대해 본 연구는 단일 RSVP 하의 T1의 현출성 처치에 대한 타당성을 고민할 필요가 있음을 제안한다. 먼저 기존 AB 연구에서 T1의 현출성은 T1이 속한 RSVP 내의 다른 항목들과의 감각적 차이에 의해 정의되거나 T1 자체의 감각적 가시성(perceptibility) 수준에 의해 정의된 경우가 대부분이다 (Giesbrecht, Bischof, & Kingstone, 2003; Giesbrecht & Di Lollo, 1998; McLaughlin et al., 2001; Raymond et al., 1992; Raymond et al., 1995; Seiffert & Di Lollo, 1997; Shapiro, Arnell, & Raymond, 1997; Shih & Reeves, 2007). 그러나 시야의 한 위치에 출현하고 곧 사라지거나 혹은 이미 출현하지 않은 RSVP 항목들과 T1 간의 감각적 세부특징의 차이가 기존 시각탐색 연구에서 사용된 공간적 배열을 구성하는 항목들 간의 감각적 세부특징의 차이와 동일하다고 가정하기에는 사실상 그 이론 및 경험적 근거가 분명치 않다.

즉 공간적 차원에서의 배열된 항목들에 대해서는 특정 항목의 상대적인 현출성이 그 항목의 위치를 중심으로 한 초점주의 집중 및 공간적 여과(spatial filtering) 처리를 수반하지만(Kim & Cave, 1995; Luck & Hillyard, 1990, 1994b), RSVP 처치에서처럼 표적의 출현 시점에서 이미 사라지거나 혹은 출현이 예상되는 항목들에 대해 공간적 선택에 필적하는 선택적 처리과정이 어떤 원리에 의해 구동될 것인지에 대해서는 그 근거가 확실하지 않다. 더군다나 단일 RSVP 내의 T1에 국한된 감각적 처치를 통해 T1을 제외한 방해자극의 감각적, 의미적 수준의 총체적 간섭을 여과하기 위한 기억 공고화 수준의 병목 발생을 예상한 기존 AB 연구는 현재까지 선택적 주의 및 단기기억 연구에서 시도된 자극 처치의 맥락과 많이 벗어나 있다는 반론을 부정할 수가 없다.

본 연구에서는 이러한 이론적 근거의 부재를 토대로 RSVP 상황에서 T1에 대한 가시성 처치가 T1에 대한 공고화 처리 수준의 주의자원의 할당으로 이어지기 위해서는 단일 RSVP 상황보다는 좀 더 분명한 선택적 정보처리 부담이 T1 가시성 처치에 부가될 필요가 있음을 가정했다. 이를 위한 다중 RSVP 처치에서는 동기화된 네 RSVP 중 하나에 표적을 제시해 표적 위치에 대한 불확실성을 부여했으며 (Shiu & Pashler, 1994), 그에 따른 T1에 대한 보고에는 표적 위치에 대한 공간적 선택이 매개되도록 처치했다. 이는 마치 각각의 다중 RSVP 화면 내의 네 항목들 중 표적이 있는지를 매번 탐색하게 되는 시각탐색 과제와 견줄 수 있으며 색상 혹은

명암대비를 통해 방해자극과 분명히 구분되도록 처리된 표적이 출현할 경우 그 위치에 대한 선택을 토대로 표적의 정체를 확인해야 하는 선택적 정보처리를 분명히 요구한다(Cave & Bichot, 1999; Kim & Cave, 1995; Treisman, 1988).

한 가지 중요한 점은 다중 RSVP의 경우 현재 시점에 출현한 RSVP 화면 내에 현출하는 표적이 있는지 없는지 여부에 의해 분산주의 상태에서 초점주의 상황으로의 전환 및 그 역전이 신속하게 진행되어야 한다는 점이다. 예를 들어 방해자극으로만 구성된 다중 RSVP가 진행될 경우 각 RSVP 위치에 대한 분산주의 처리가 요구되지만 T1 혹은 T2가 출현할 경우 표적 위치에 대한 일시적인 초점주의 집중이 요구되며 특히 T1 출현 직후에는 분산주의로의 재전환이 신속하고 원활하게 이루어질 필요가 있다.

이처럼 일시적 주의 전환을 강제하는 다중 RSVP 처리는 공간적 불확실성이 없는 단일 RSVP 과제에 비해 선택적 정보처리의 부담이 평균적으로 증가된 상태이며 그로 인해 T1 가시성과 관계없이 T1과 T2에 할당될 주의 자원의 양 또한 상대적으로 제한될 것이 예상된다. 다중 RSVP 처리에 의해 T1 및 T2에 할당될 주의 자원이 평균적으로 부족해진 상황에서는 결과적으로 T1 기억공고화 및 그에 따른 T2 탐지를 위한 주의 자원의 할당 효율성을 추구하는 것이 상대적으로 단일 RSVP 처리 아래의 상황보다 상대적으로 중요하다. 만약 병목 모형의 가정처럼 T1 가시성 증감이 T1 처리에 요구되는 주의자원의 양을 결정할 수 있으며 그에 따라 T2 처리에 요구되는 주의 자원이 결정된다면 결과적으로 다중 RSVP 아래에서는 단일 RSVP 처리에 비해 그 이러한 주의 자원 할당의 영향력이 좀 더 분명하게 관찰될 가능성이 있다.

본 연구의 실험 1과 2에서 관찰된 T1 가시성 처리의 일관된 효과는 이러한 예측의 타당성을 지지한다. 특히 다중 RSVP 처리가 단순히 과제 난이도의 증감이 아닌 T1과 T2에 대한 주의 자원의 할당에 영향을 주었다는 해석은 실험 2에서 분명해진 가시성 변인과 lag 변인의 상호작용에 의해 그 타당성이 일부 지지된다. 즉 lag 구간이 증가함에 따라 T1 가시성 처리 수준에 따른 T2 AB의 상대적 차이가 감소하는 패턴이 관찰되었는데 이러한 상호작용의 관찰은 병목 모형에서 가정한 바와 같이 T1 출현 시점의 T1 가시성 수준은 T1 처리 출현에 의해 형성되는 병목의 강도에 영향을 주며 궁극적으로는 T1 처리에 투입되는 주의 자원의 양을 증감

시켜 T2에 대한 AB 강도에 변화를 초래함을 시사한다.

이처럼 본 연구 결과는 병목 모형의 가설을 지지하는 것으로 해석될 수 있으나 이 결과를 결정적인 증거로 간주하기 다소 무리가 따른다. 이처럼 신중한 해석이 필요한 이유 무엇보다도 먼저 다중 RSVP 처치아래 예상되는 T1에 위치에 대한 공간적 주의 효과의 발현 여부이다(Suzuki & Cavanagh, 1997; 정상철 등, 1998). 예를 들어 본 연구의 자극 처치 상황에서 T1 탐지는 T1 출현 직후 SOA 120ms 경과 후 같은 위치에 출현하는 T2에 대해 자동적인 초점주의 집중이 촉발시키는 외현적 주의 효과의 정보처리 촉진 효과를 배제하기 어렵다(Jonides, 1981; Mueller & Rabbit, 1989; Nakayama & Mackeben, 1989). 이를 고려해 실험 1과 2에서는 T1-T2 위치 일치 여부에 따른 lag 1 조건의 T2 탐지 정확도를 분석했으나 분명한 차이가 발견되지 않았다. 이는 T1 탐지가 초점주의 집중을 반드시 촉발시킬 것이라는 공간적 주의 이론의 타당한 예측에 분명히 어긋난다.

그러나 AB 과제의 처치 자체가 가지는 특성을 고려하면 이러한 예측에 어긋나는 결과에 대한 제한적인 해석이 가능하다. 구체적으로 기존의 단서 유도 방식의 공간적 주의 연구에서 단서의 정체(identity)에 대한 회상을 요구하는 경우는 거의 발견되지 않는다(Cave & Bichot, 1999). 반면 본 연구의 다중 RSVP 처치 아래에서 요구하는 AB 과제의 T1은 RSVP 화면상에서 주의 집중을 촉발시키는 공간적 단서임과 동시에 즉각적인 기억 공고화를 요구하는 표적에 해당된다. 따라서 T1의 탐지로 인한 주의 자원 집중 즉 선택적 정보처리는 T1 위치에 뒤이어 출현하는 T1+1 항목 및 그 외의 항목보다는 T1 자체의 부호화 및 기억 공고화와 직접적인 행동적 연관성(behavioral contingency)을 가진다. 바꿔 말하면 본 연구의 다중 RSVP 처치아래에서는 T1 이후 후속 출현하는 RSVP 화면상에서 이미 사라진 이전 RSVP 화면의 T1 위치에 대한 공간적 선택이 강제될 이유가 없다.

물론 외현적 주의집중이 해당 위치의 정보처리를 일시적으로 그리고 자동적으로 향상시키는 것은 잘 알려진 사실이며(Jonides, 1981; Mueller & Rabbit, 1989; Nakayama & Mackeben, 1989), AB에서 T1-T2 위치 일치에 따른 공간적 주의 효과의 흔적을 관찰한 연구들 또한 보고된 바 있다(Kristjánsson & Nakayama, 2002; Yamada & Kawahara, 2005; Zhang et al., 2010). 그러나 이러한 선택적 정보처리는 주의집중을 촉발시킨 단서 위치에 대한 선택이 단서에 뒤이은 과제 수행의 향상으로 이어

질 때 그 필요성이 극대화된다. 이와는 달리 실험 1과 2의 T1의 감각적 현출성에 의해 촉발되는 선택적 정보처리의 최우선적 목적은 T1 자체에 대한 기억공고화이므로 이와 같은 공간적 선택의 가장 큰 수혜는 T1의 위치를 뒤따르는 후속 RSVP 화면상의 항목이 아닌 T1 자체이다. 바꿔 말해 T1 탐지 시점에는 T1의 정체에 대한 기억공고화가 가장 중요하며 그 시점 이후에는 RSVP 화면상의 동일 위치에 대한 감각적 촉진을 시도할 하등의 이유가 없다. 이러한 해석은 병목 모형이 감각적 부호화 과정과는 구분되는 단기 기억 공고화 처리과정에 이론적 기반을 두고 있다는 점을 고려할 때 그 타당성이 부각된다(Luck, Vogel, & Shapiro, 1996; Shapiro et al., 1997; R. Ward, Duncan, & Shapiro, 1996). 실험 1과 2에서 T1-T2 위치 일치 여부에 따른 T1+1 위치의 T2 탐지 정확도 차이가 관찰되지 않은 것은 아마도 본 연구의 다중 RSVP 처치아래의 AB 과제에서 요구되는 위와 같은 과제 특수성이 원인인 것으로 판단된다.

그럼에도 불구하고 단일 RSVP 처치아래에서 T1 가시성 수준의 효과를 보고한 기존 연구들과 T1 가시성 효과를 다중 RSVP 상황에 국한시킨 본 연구의 해석 사이에는 분명한 간극이 있다. 예를 들어 단일 RSVP 배열 내의 T1 주변에 방해자극(flanker)을 배치해 T1 탐지를 어렵게 한 경우 AB 증가와 함께 전두정부(fronto-parietal) 피질 또한 상대적으로 더 활성화되는 것을 관찰한 뇌영상 연구 결과가 보고된 바 있다(Marois, Chun, & Gore, 2000). 이는 본 연구에서 관찰한 T1 가시성 효과가 공간적 주의 기제의 영향을 받고 있음을 시사하는 지지 증거에 해당되기도 하지만 한편으로는 단일 RSVP 아래 AB 과제 수행 시에도 공간적 주의 기제가 관여할 가능성을 보여줌으로서 본 연구의 해석을 반증하는 결과이기도 하다. 다만 단일 RSVP를 사용해 T1 가시성 효과를 관찰했음을 보고한 유사 맥락의 연구들에서 T1 가시성 효과가 T1 이후 방해자극의 출현 여부에 의존한다거나(Visser, 2007; Visser & Ohan, 2007), T1에 대한 반응선택 다양성 및 자극 복잡성(Jolicoeur, 1998, 1999; Ouimet & Jolicoeur, 2007)이 수반될 경우에만 분명해진다는 조건적 해석 등이 제공된 것을 고려할 때 이들 역시 본 연구의 해석을 결정적으로 반증하기에는 다소 무리가 따른다.

다음으로 본 연구에서 관찰된 T1 가시성 효과는 다중 RSVP 과제아래 초점주의와 분산주의의 전환이 초래하는 주의 자원의 상대적 고갈의 측면보다는 이미 잘

알려진 지각적 부담이론(perceptual load theory)의 관점에서 대안적 해석을 필요로 할 가능성이 있다(Lavie, 1995). 예를 들어 Giesbrecht, Jocelyn과 Elliot(2007)는 T1에 대한 flanker 처치를 통해 T1의 정체를 파악하기 어렵게 처치하였다. 그 결과 표적과 flanker 사이의 일관성이 결여되어 지각적 부담이 증가하면(high-load) T2에 대한 의식적 수준의 회상 보고가 불가능함과 동시에 의미적 정보 또한 파악이 불가능해지는 것이 관찰되었다.

그들의 연구는 표면적으로 볼 때에는 단일 RSVP 상황에서 T1 가시성 효과의 영향력이 나타난 것으로 해석될 수 있으나 심층적으로는 T1 화면 내의 표적에 대한 표적과 방해자극들에 대한 탐색 정보처리에 의해 T1의 정보처리 부담이 결정된다는 점에서 본 연구의 다중 RSVP 처치와 유사한 자극 상황으로 보는 것이 타당할 것이다. 이러한 처치아래 T1에 대한 지각적 부담의 증가가 T2에 대한 AB의 상대적 증가로 이어졌다는 점은 본 연구의 결과를 지각적부담이론에 기초해 해석하는 것에 큰 무리가 없음을 시사한다. 다만 지각적부담 가설에 기초한 결론을 내리기에 통계 조건에 해당되는 단일 RSVP 상황아래에서의 T1 가시성 처치 효과에 대한 추가 검증이 반드시 수반되어야 하므로 본 연구의 결과를 지각적부담 가설에 기초해 새롭게 해석하는 것에는 신중을 기해야 할 필요가 있다.

마지막으로 본 연구에서 시도된 T1에 대한 색상과 명암대비 처치는 적어도 T1에 대한 가시성의 수준을 달리하는 처치 목적을 달성한 것으로 판단되나 동일한 차원의 감각적 양상에 기초한 처치가 아닌 것이 분명하다. 예를 들어 검은색의 배경에 회색의 T1을 제시해 T1에 낮은 명암대비를 부여한 저가시성 조건은 동일 배경 화면의 T1에 명도와 채도가 높은 색상을 부여한 고가시성 조건과 자극 속성 측면에서 직접적인 비교가 어렵다. 그 보다 좀 더 타당성과 일관성이 있는 처치는 T1이 T1 RSVP 화면 내의 나머지 방해자극과 분명히 구분되는 자극 속성을 보유하되 명암대비라는 단일 자극 속성 차원에서 가시성이 구분되는 처치이다. 예를 들어 고가시성 조건에서는 배경화면에 비해 T1 명암대비가 높은 그리고 저가시성 조건에서는 T1 명암대비가 낮도록 처치하고 방해자극들에는 T1과 감각적으로 확연히 구분되는 색상을 일관되게 부여하는 방법이다. 후속 연구는 본 연구에서 지적된 이러한 한계와 제한점들을 보완하는 방향으로 수행되는 것이 바람직할 것이다.

## 참고문헌

- 정상철, 현주석, 정찬섭. (1998). 외인성 주의 유도에 의한 시야의 시각 민감도 변화. *한국인지과학회 논문집*, 8(4), 63-75.
- Cave, K. R., & Bichot, N. P. (1999). Visuospatial attention: Beyond a spotlight model. *Psychonomic Bulletin & Review*, 6(2), 204-223.
- Chua, F. K. (2005). The effect of target contrast on the attentional blink. *Perception & Psychophysics*, 67(5), 770-788.
- Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 21(1), 109-127.
- Di Lollo, V., Kawahara, J., Ghorashi, S., & Enns, J. T. (2005). The attentional blink: Resource depletion or temporary loss of control. *Psychological Research*, 69(3), 191-200.
- Dux, P. E., & Marois, R. (2009). The attentional blink: A review of data and theory. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(8), 1683-1700.
- Dux, P. E., Wyble, B., Jolicoeur, P., & Dell'Acqua, R. (2014). On the costs of lag-1 sparing. *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 40(1), 416-428. doi: 10.1037/a0033949
- Giesbrecht, B., Bischof, W. F., & Kingstone, A. (2003). Visual masking during the attentional blink: Tests of the object substitution hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 29(1), 238-255.
- Giesbrecht, B., & Di Lollo, V. (1998). Beyond the attentional blink: Visual masking by object substitution. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 24(5), 1454-1466.
- Giesbrecht, B., Jocelyn, L. S., & Elliot, J. C. (2007). Electrophysiological evidence for both perceptual and postperceptual selection during the attentional blink. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(12), 2005-2018.
- Grandison, T. D., Ghirardelli, T. G., & Egeth, H. (1997). Beyond similarity: Masking of the target is sufficient to cause the attentional blink. *Perception & Psychophysics*, 59(2),

266-274.

- Jolicoeur, P. (1998). Modulation of the attentional blink by on-line response selection: Evidence from speeded and unspeeded Task1 decisions. *Memory & Cognition, 26*(5), 1014-1032.
- Jolicoeur, P. (1999). Concurrent response-selection demands modulate the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 25*(4), 1097-1113.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. In J. B. Long & A. D. Baddeley (Eds.), *Attention and Performance IX* (pp. 187-203). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Kim, M. S., & Cave, K. R. (1995). Spatial attention in visual search for features and feature conjunctions. *Psychological Science, 6*(6), 376-380.
- Kristjánsson, Á., & Nakayama, K. (2002). The attentional blink in space and time. *Vision Research, 42*(17), 2039-2050.
- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 21*(3), 451 - 468.
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1990). Electrophysiological evidence for parallel and serial processing during visual search. *Perception & Psychophysics, 48*(6), 603-617.
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1994a). Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search. *Psychophysiology, 31*(3), 291-308.
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1994b). Spatial filtering during visual search: Evidence from human electrophysiology. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 20*(5), 1000-1014.
- Luck, S. J., Vogel, E. K., & Shapiro, K. L. (1996). Word meanings can be accessed but not reported during the attentional blink. *Nature, 383*(17) 616-618.
- Lunau, R., & Olivers, C. N. (2010). The attentional blink and lag 1 sparing are nonspatial. *Attention, Perception & Psychophysics, 72*(2), 317-325.
- Maki, W. S., & Padmanabhan, G. (1994). Transient suppression of processing during rapid serial visual presentation: Acquired distinctiveness of probes modulates the attentional blink. *Psychonomic Bulletin & Review, 1*(4), 499-504.

- Marois, R., Chun, M. M., & Gore, J. C. (2000). Neural correlate of the attentional blink. *Neuron, 28*(1), 299-308.
- McLaughlin, E. N., Shore, D. I., & Klein, R. M. (2001). The attentional blink is immune to masking-induced data limits. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A, 54*(1), 169-196.
- Mueller, H. J., & Rabbit, P. M. A. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 15*(2), 315-330.
- Nakayama, K., & Mackeben, M. (1989). Sustained and transient components of focal visual attention. *Vision Research, 29*(11), 1631-1647. doi: 10.1016/0042-6989(89)90144-2
- Nieuwenstein, M. R., Potter, M. C., & Theeuwes, J. (2009). Unmasking the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 35*(1), 159-169.
- Quimet, C. & Jolicoeur, P. (2007). Beyond task 1 difficulty: The duration of T1 encoding modulates the attentional blink. *Visual Cognition, 15*(3), 290-304.
- Peterson, M. S., & Juola, J. F. (2000). Evidence for distinct attentional bottlenecks in attention switching and attentional blink tasks. *The journal of General Psychology, 127*(1), 6-26.
- Potter, M. C., Staub, A., Rado, J., & O'Conner, D. H. (2002). Recognition memory for briefly presented pictures: The time course of rapid forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 28*(5), 1163-1175.
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 18*(3), 849-860.
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1995). Similarity determines the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 21*(3), 653-662.
- Seiffert, A. E., & Di Lollo, V. (1997). Low-Level masking in the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance, 23*(4), 1061-1073.
- Shapiro, K. L., Arnell, K. M., & Raymond, J. E. (1997). The attentional blink. *Trends in*



- Cognitive Science*, 1(8), 291-296.
- Shih, S., & Reeves, A. (2007). Attentional capture in rapid serial visual presentation. *Spatial Vision*, 20(4), 301-315.
- Shiu, L., & Pashler, H. (1994). Negligible effect of spatial precuing on identification of single digits. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 20(5), 1037-1054.
- Suzuki, S., & Cavanagh, P. (1997). Focused attention distorts visual space: An attentional repulsion effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 23(2), 443-463.
- Treisman, A. (1988). Features and objects: the fourteenth Bartlett memorial lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section A*, 40(2), 201-237.  
doi:10.1080/02724988843000104
- Visser, T. A. (2007). T1 difficulty and the attentional blink: Expectancy versus backward masking. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(7), 936-951.
- Visser, T. A., Bischof, W. F., & Di Lollo, V. (1999). Attentional switching in spatial and nonspatial domains: Evidence from the attentional blink. *Psychological Bulletin*, 125(4), 458-469.
- Visser, T. A., & Ohan, J. L. (2007). Data-limited manipulation of T1 difficulty modulate the attentional blink. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 61(2), 102-108.
- Vogel, E. K., Luck, S. J., & Shapiro, K. L. (1998). Electrophysiological evidence for a postperceptual locus of suppression during the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 24(6), 1656-1674.
- Ward, R., Duncan, J., & Shapiro, K. (1996). The slow time-course of visual attention. *Cognitive Psychology*, 30(1), 79-109.
- Ward, R., Duncan, J., & Shapiro, K. (1997). Effects of similarity, difficulty, and nontarget presentation on the time course of visual attention. *Perception & Psychophysics*, 59(4), 593-600.
- Yamada, Y., & Kawahara, J. (2005). Lag-1 sparing in the attentional blink with multiple RSVP streams. *The Japanese Journal of Psychonomic Science*, 24, 1-10.

Zhang, D., Shao, L., Zhou, X., & Martens, S. (2010). Differential effects of exogenous and endogenous cueing in multi-stream RSVP: implications for theories of attentional blink. *Experimental Brain Research*, 205(3), 415-422.

1차원고 접수: 2016. 05. 24

1차심사 완료: 2016. 06. 20

2차원고 접수: 2016. 06. 24

최종게재확정: 2016. 06. 27

*(Abstract)*

## The Influence of Location Uncertainty and Visibility of Targets on the Strength of Attentional Blink

Giyeon Kim

Joo-Seok Hyun

Department of Psychology, ChungAng University

Attentional blink (AB) refers to the phenomena where conscious report for a target (T2) subsequent to the first target (T1) in a stream of items under rapid serial visual presentation (RSVP) becomes difficult if the T2 follows no later than 500ms after the T1. The present study examined the effect of T1 visibility on T2 AB strength according to the bottleneck account proposing that the amount of allocated resources for T1 memory consolidation determines the strength of AB against T2. In the low-visibility condition, the T1 had a gray color for a low stimulus contrast against the black background whereas had a bright and saturated color in the high-visibility condition. In both visibility conditions, the T1 was also highly distinct from the remaining distractors. A multi-RSVP method was also used for increasing location uncertainty of the targets supposedly consuming on average attentional resources for the targets. Two experiments revealed that AB strength was more intense in the low-visibility than high-visibility condition, and the pattern of difference went more pronounced if T2 visibility was improved. The results indicate that T1 visibility can affect more strongly when attentional resources are relatively lacking for resolving the T1 bottleneck, and support for the bottleneck account proposing that the level of T1's visibility can determine the intensity of the T1 bottleneck.

*Key words* : attentional blink, bottleneck account, target visibility, multi-RSVP