

## 다중신속순차제시아래 자극의 명암대비 및 색상이 표적 탐지에 미치는 영향

The Influence of Stimulus Contrast and Color on Target Detection under  
Multiple Rapid Serial Visual Presentation

박종민\* · 김기연\* · 현주석\*\*  
Jong-Min Park\* · Giyeon Kim\* · Joo-Seok Hyun\*\*

\*중앙대학교 심리학과  
\*\*Department of Psychology, Chung-Ang University

### Abstract

The present study examined the effect of stimulus contrast and color on detection of a target embedded in streams of letters. In Experiment 1, each trial displayed four rapid serial visual presentation (RSVP) streams of letters (i.e., multi-RSVP), and each stream occupied one of four different locations. Each frame in the RSVP stream had four white distractors at the locations except one frame where a dim grey target was displayed at a location with three white distractors at the remaining locations. In the low-visibility target condition, the target's grey color was slightly darker than the background grey whereas much dimmer in the high-visibility condition. Participants were asked to report presence of a predesignated target as quickly and accurately as possible upon its detection in each trial, and their target detection turned out more accurate and quicker in the high-visibility than the low-visibility condition. In Experiment 2, the same RSVP displays and task as Experiment were used, but the grey target letters in the high-visibility condition were replaced with those of distinct chromatic colors. Participants detected target presence more accurately in the high-visibility condition, but the reaction time did not differ between the visibility conditions. The results indicate that higher stimulus contrast as well as distinct color can improve perception of a target stimulus displayed among visually-demanding background, but also suggest that stimulus contrast may play a more substantial role for such perceptual improvement.

**Key words:** Stimulus Contrast, Color, RSVP, Visibility, Target Detection

### 요약

본 연구는 일련의 문자열들 중 하나의 표적을 탐지하는 데 자극 명암대비와 색상이 미치는 영향을 관찰하였다. 실험 1의 각 시행에서는 네 문자로 구성된 RSVP가 제시되고 각 RSVP 화면상의 문자들이 서로 다른 위치를 점유하였다. RSVP 배열 내에서는 한 위치에 회색 표적 문자가, 나머지 위치에 세 방해자극들이 제시된 표적화면을 제외하고 나머지 RSVP 화면에서 네 흰색 방해자극 문자들이 상응하는 위치에 제시되었다. 고가시성 조건에서는 회색 배경화면

※ 이 논문 또는 저서는 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2016S1A5A2A01026073).

† 교신저자 : 현주석 (중앙대학교 사회과학대학 심리학과, 인지 및 지각 전공)

E-mail : jshyun@cau.ac.kr

TEL : 02-820-5128

FAX : 02-816-5124

보다 표적 회색이 현저히 어두웠던 반면 저가시성 조건에서는 그 밝기 차이가 상대적으로 분명치 않았다. 참가자들은 사전에 지정된 표적들 중 각 시행에서 어느 것이 출현했는지를 가능한 빠르고 정확하게 탐지하도록 요구받았으며 그 결과 관찰된 탐지 수행은 고가시성 조건에서 더 정확했으며 신속했다. 실험 2에서는 고가시성 조건의 회색 표적을 고선명도 유채색 표적으로 대체한 것을 제외하고 실험 1과 동일한 RSVP 화면 및 과제가 사용되었다. 그 결과 참가자들은 고가시성 조건의 표적을 더 정확히 탐지했으나 반응 속도에 있어서는 두 가시성 조건 간 차이가 없었다. 두 실험의 결과는 시각적 부담이 높은 상황일지라도 현저한 명암대비 및 색상이 부여될 경우 자극에 대한 지각이 촉진됨을 시사하며 자극 색상에 비해 명암대비가 지각적 촉진에 더 중요한 역할을 수행할 가능성을 제안한다.

**주제어: 자극명암대비, 색상, 신속순차제시, 가시성, 표적 탐지**

## 1. 서론

일상생활의 시각 장면에서 우리의 시각 경험을 초래하는 시각 정보들은 우리의 안구 및 신체 운동 그리고 관찰 대상인 사물의 운동 등으로 인해 매우 불안정한 특성이 있다. 인간은 어떻게 이러한 불안정한 정보 환경 아래 특정 사물들을 정확하고 빠르게 지각할 수 있을까?

일상 생활의 불안정한 시각 정보 환경을 실험실의 통제된 환경에서 구현하려는 시도 중 하나로 신속순차제시법(rapid serial visual presentations paradigm; 이하 RSVP)이 있다(Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992; Chun & Potter, 1995; Martens & Wyble, 2010). RSVP 상황에서는 일련의 자극 항목들이 매우 빠른 속도로 시야의 고정 위치에 순차적으로 출현하며 관찰자는 RSVP 내에 출현하는 특정 표적의 유무에 대해 보고하도록 요구받는다(Eriksen & Spencer, 1969; Seiffert, & Di Lollo, 1997; Shapiro, Raymond, & Arnell, 1997;). 이처럼 RSVP 내에서 빠르게 출현하는 방해 자극들 중 순간 제시되고 사라지며 다른 방해 자극에 의해 감각적으로 차폐(sensory masking)되는 특정 표적을 탐지하고 변별하는 것은 경우에 따라서는 매우 어려울 수 있다. 예를 들어 기존의 인지심리학 연구는 RSVP 내에 출현하는 특정 표적에 대해 의식적 수준의 처리가 요구될 경우 간섭이 초래될 수 있음을 보여준 바 있다(Broadbent & Broadbent, 1987; Chun & Potter, 1995; Potter, Staub, & O'Connor, 2002; Awh et al., 2004;).

이처럼 감각적 부담이 예상되는 RSVP 상황에서 특정 표적의 출현 여부를 파악하기 위해서는 표적 자

극의 가시성(visibility)이 중요해진다. 구체적으로 표적이 출현하는 배경 화면과 표적 및 방해자극 간의 상호 시각적 차이는 RSVP 내의 표적의 현출성(salient)의 수준과 직결된다. 현출성이 증가된 표적은 가시성이 높아지므로 RSVP 내의 방해자극들로부터의 간섭에도 불구하고 그 탐지가 수월해지는 것이 일반적이다(Shih & Reves, 2007; Du & Abrams, 2009; Kerzel & Schönhammer, 2013)

따라서 신속순차제시 내에서 표적의 가시성 정도는 방해자극과의 감각적 차이에 전적으로 의존한다고 해도 과언이 아닌데 이처럼 표적의 가시성 수준과 관계있는 대표적인 감각적 특성으로는 표적의 명암의 대비(contrast)가 있다. 예를 들어 Chua(2005)는 방해자극과 표적 사이의 명암대비를 변화시켜 표적 가시성 수준에 대한 처치를 시도하였다. 그들은 회색 배경화면에 흰색과 검은색에 가까운 어두운 회색처럼 극단적으로 대비되는 두 색상을 각각 표적과 방해자극에 부여해 방해자극에 비해 표적이 현출하도록 처치했다. 그 결과 표적의 명암대비가 증가할수록 표적에 대한 탐지 수행이 향상되는 것이 관찰되었으며 따라서 명암 대비의 증가가 RSVP 내의 표적 파악을 용이하게 만드는 것으로 해석하였다.

표적과 방해자극 사이의 감각적 차이에 의한 가시성 수준의 차이는 명암 대비뿐만 아니라 표적과 방해자극을 구분시키는 색상 세부특징이 사용될 때에도 나타날 수 있다. 특히 색상이 부여된 시각 자극은 일반적으로 그렇지 않은 경우에 비해 현출하는 특성이 있으며 의식적 노력 없이 손쉽게 탐지될 뿐만 아니라 뒤이어 그 자극 위치에 초점주의의 집중을 촉발시키는 특성이 관찰된다(Treisman, 1988; Davidoff, 1991).

이러한 기존의 관점에 근거할 때 RSVP와 같은 감각적인 부담이 수반되는 시각정보처리 상황에서는 자극에 대한 명암대비 혹은 색상 부여 등에 의해 RSVP내에 출현하는 표적의 가시성 수준이 변화할 것이 예상된다. 특히 이러한 가시성의 영향력을 관찰하는 것은 일상생활의 시각장면에 내재하는 불안정한 시각 정보 아래 인간이 어떻게 중요하거나 의미 있는 정보를 발견하고 선택적으로 처리하는지에 대해 중요한 시사점을 제공할 가능성이 있다(Kim & Kim, 2015).

본 연구에서는 RSVP 내에 출현하는 표적과 배경화면의 명암 대비의 수준을 달리하거나 혹은 색상 부여 여부에 따른 표적 고가시성, 저가시성 조건에 걸쳐 표적 가시성이 RSVP 내의 표적의 탐지에 미치는 영향을 조사하였다. 특히 기존의 RSVP 연구에서 사용된 단일 RSVP (single-stream RSVP) 방식보다는 다중 RSVP (multi-stream RSVP) 방식을 사용해 RSVP 내의 감각적 간섭의 영향력이 분명하도록 처치하였다.

기존 연구의 단일 RSVP 처치 아래에서는 RSVP 내의 단발성 표적(single target-occurrence)에 대한 탐지나 변별에 있어서 그 간섭 효과가 분명하게 관찰된 경우는 드물었다(Wyble, Potter & Mattar, 2012). 이는 시야의 단일 고정위치에 모든 자극이 출현하는 단일 RSVP 상황에서는 공간적 불확실성(location uncertainty)이 없으므로 단일 표적에 대한 탐지 및 변별 실패의 가능성이 매우 낮기 때문인 것으로 추측된다(Kim & Hyun, 2016). 기존의 대다수 RSVP 연구에서 단일 RSVP를 사용해 공간적 불확실성을 배제한 것은 연구 목적상 그에 대한 통제가 필요했기 때문인데 (Breitmeyer et al., 1999; McLaughlin, Shore, & Klein, 2001; Hommel & Akyürek, 2005). 이는 사실상 본 연구가 중요시하는 일상생활의 복잡한 시각 장면에서 경험되는 감각적 양상과는 다소 거리가 있는 것으로 판단된다.

본 연구에서 사용된 다중 RSVP 과제에서는 시야의 서로 다른 네 위치에 단일 RSVP 들이 제시되고 그 중 하나에 지정된 표적이 출현하도록 처치하였다. 이러한 처치 아래에서는 RSVP 내에 표적과 함께 출현하는 방해자극의 간섭 효과 뿐만 아니라 표적 출현 위치에 대한 예측 불가능성이 야기시키는 공간적 선

택의 어려움으로 인해 표적 위치에 대한 확률적 예측이 가능한 경우보다 정보처리의 효율성이 저하되는 것으로 알려져 있다(Shiu & Pashler, 1994; Yashar & Lamy, 2010). 따라서 본 연구에서는 다중 RSVP 처치에 의해 감각적 부담이 큰 상태에서 표적의 명암대비 수준 또는 색상 부여 여부에 의한 표적 가시성 수준 차이가 RSVP 내의 표적 탐지에 미치는 영향을 살펴 보았다. 특히 본 연구는 이러한 영향에 대한 관찰 및 해석을 통해 일상생활의 탐색 과정에서 출현하는 표적에서 예상되는 가시성 수준이 표적의 정보처리 속진에 미치는 영향력을 기능하는데 초점을 맞추었다.

## 2. 실험 1

실험 1에서는 네 개의 RSVP 배열 중 하나에 출현하는 표적의 명암대비 수준이 높은 표적 고가시성 조건과 상대적으로 명암대비가 낮은 표적 저가시성 조건을 구성하였으며, 표적에 대한 정체파악에 근거한 탐지 과제를 실시하였다. 특히 표적과 회색 배경 화면과의 상대적 밝기 차이를 조절해 표적 고가시성 혹은 저가시성 조건으로 구분될 수 있도록 처치하였다.

### 2.1. 참가자

중앙대학교에 재학 중인 학부생 10명(남자 3명, 여자 7명)이 실험에 참가하였다. 참가자들의 연령은 20~25세였고, 참가자들은 모두 정상 색상 지각 및 정상 시력 혹은 정상 교정시력을 보유하고 있다고 보고 하였다. 모든 참가자는 참가 동의서에 서명 하였으며, 실험 참가에 대한 소정의 사례비를 지급받았다.

### 2.2. 자극 및 절차

Fig. 1에 실험 1에 사용된 자극과 절차를 예시하였다. 실험은 1인 착석이 가능한 소음이 최소화된 평방 2.32m<sup>2</sup>(가로 1.33m × 세로 1.75m) 면적의 독립된 실험 부스(booth) 내부에서 참가자의 머리 위쪽 천정에 부착된 자연스런 실내광 수준의 형광등 조명아래 진행되었다. 자극은 참가자와 60cm 떨어진 1920×1080

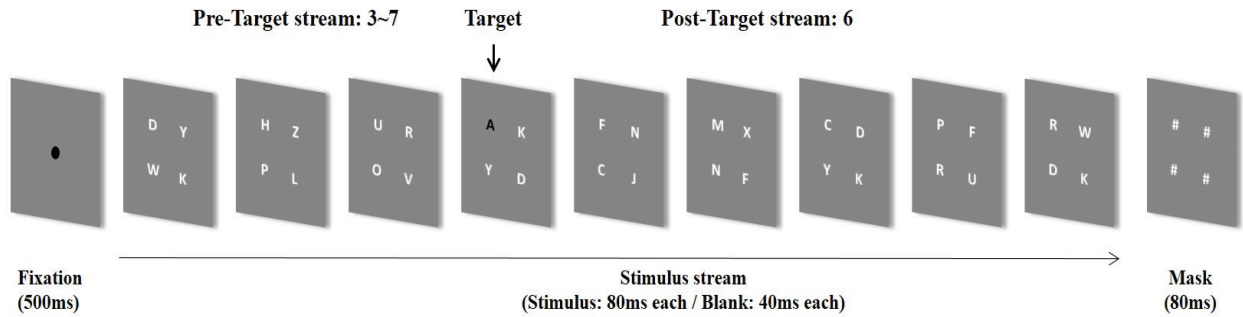


Fig. 1. An example of stimuli and procedure used in Experiments. Each frame represents one of the stimulus array in the multi-RSVP stream. The number of arrays displayed ahead of the target display (i.e., pre-target stream) varied from three to seven. The number of arrays displayed after the target frame (i.e., post-target stream) was set to six frames. Note that the target letter was colored either in black or darker grey in Experiment 1 whereas colored either in black or randomly-selected one among the three focal colors (red, yellow, green) in Experiment 2.

해상도의 22인치 모니터(Motvenc사, 60Hz)에 제시되었으며, MATLAB (The MathWorks, Natick, MA)에서 구동되는 Psychophysics Toolbox (Brainard, 1997)를 통해 구현되었다.

Calibri 폰트 모양의 35포인트 알파벳 대문자 26개가 실험 자극으로 사용되었으며 이들 중 ‘B’, ‘E’, ‘G’, ‘I’, ‘Q’는 방해자극들 간 유사성으로 인한 혼란을 배제하기 위해(예: 알파벳 ‘B’와 ‘E’, ‘Q’와 ‘O’ ‘I’와 소문자 ‘i’ 간의 구분이 모호함) 자극 항목에서 제외되었다(Arigo & Yokosawa, 2008; Di Lollo et al., 2005; Dux et al., 2014). 실험의 매 시행에서 표적 문자는 RSVP에 제시되는 모든 문자가 표적으로 제시되었을 때 나타날 수 있는 반응시간의 지연을 방지하기 위해 나머지 21개의 알파벳 중 ‘A’, ‘S’, ‘T’ 세 문자로 한정되어 사용되었으며(Shapiro, Raymond, & Arnell, 1994) 표적 문자들을 제외한 나머지 18개의 문자들이 방해자극으로 사용되었다. 개별 자극의 폭과 높이는 시각도 기준으로 약 0.56°과 1.12°였다. 매 시행 내에서는 표적 문자들인 A, S, T 중 하나가 무선 선택되어 표적으로 제시되었다.

배경화면의 색상은 CIE 1931 색상체계 기준 회색(RGB:128, 128, 128,  $x = 0.206$ ,  $y = 0.242$ , 7.18  $cd/m^2$ )으로 설정되었으며 방해자극의 색상은 배경화면과 뚜렷이 구분되도록 모두 흰색(RGB:255, 255, 255,  $x = 0.231$ ,  $y = 0.329$ , 79.93  $cd/m^2$ )으로 처리하였다. 또한 표적 고가시성 조건의 경우 표적 가시성을 극대화시키기 위해 표적 색상으로 검은색(RGB:0, 0, 0,  $x =$

0.197,  $y = 0.202$ , 2.48  $cd/m^2$ )을 사용하였으며 표적 저가시성 조건의 경우 고가시성 조건에 비해 표적 가시성이 낮아지도록 표적 색상으로 배경화면보다 다소 어두운 회색(RGB:115, 115, 115,  $x = 0.203$ ,  $y = 0.230$ , 6.26  $cd/m^2$ )을 사용하였다. 각 자극 색상의 RGB값이 모니터 화면에서 실제 어떻게 나타나는지 측정하기 위하여 Lutron 사의 RGB-1002 색차계가 사용되었으며, 색차계에 의해 측정된 값은 CIE 1931 색상체계기준으로 변환되었다.

실험 1의 주요 처치인 표적 가시성 수준은 고가시성 및 저가시성 표적 조건 간 표적과 배경화면 간 명암 대비의 차이를 달리함으로써 구분되었다. 명암 대비에 대한 양적 환산에는 웨버 대비(Weber contrast; Sheu, 2006)가 사용되었으며 그 환산 공식은 Equation 1에 제시되었다.

$$C_a = \frac{L_a - L_0}{L_0} \quad (1)$$

공식에서  $L_a$ 는 자극의 휘도(luminance),  $L_0$ 는 배경화면의 휘도를 나타낸다. 웨버 대비 환산 식에 기초한 고가시성 조건의 검은색 표적 명암대비 값은 -0.654였으며, 저가시성 조건의 회색 표적의 경우 -0.129였다. 두 조건 간에 걸쳐 배경화면과의 명암대비 값이 동일했던 흰색 방해자극의 경우 10.13이었다.

실험 1은 고가시성 조건과 저가시성 조건에 해당하는 두 구획으로 나뉘어 실시되었다. 각 구획에서 개별



시행이 시작되면 화면 중앙에 검은색 응시점( $0.29^\circ \times 0.29^\circ$ )이 출현해 시행의 개시를 알렸다. 응시점 출현 후 500ms가 경과한 시점에 다중 RSVP 자극이 출현하였다. 다중 RSVP를 구성하는 네 개의 개별 RSVP는 응시점을 기준으로 동일한 거리( $1.20^\circ$ ) 상에 위치하였으며 네 RSVP 간의 거리 또한 모두 동일하였다( $1.70^\circ$ ).

매 시행의 다중 RSVP를 구성하는 개별 화면(frame)은 80ms 동안 제시되었으며 각 개별 화면 간에는 40ms 동안 배경화면에 해당하는 빈 화면(blank display)이 삽입되어 직전에 출현했던 RSVP 화면이 지워지도록 처리하였다(i.e., 120ms SOA). 또한 다중 RSVP 동안 제시되는 개별 RSVP 화면의 총 개수는 10개에서 14개까지 무선적으로 변화하였는데, 참가자가 시행 내 RSVP 화면에서 표적이 속한 화면(표적 화면)이 출현하는 시점을 예상하기 어렵도록 표적 화면이 전까지 제시되는 RSVP 화면의 개수를 3개에서 7개까지로 무선회시켰다. 결과적으로 표적 화면에 뒤이어서는 방해 자극만으로 구성된 6개의 화면(방해자극 화면)이 제시되었다.

다중 RSVP 내에서 표적 화면에는 ‘A’, ‘S’, ‘T’ 세 표적 문자세트 중 무선으로 선택된 표적 하나와 18개 방해자극 문자 세트들에서 세 개가 무선 선택되어 함께 제시되었으며, 개별 시행에서는 반드시 표적 화면이 제시되도록 처리되었다. 표적 화면을 제외한 나머지 방해자극 화면들에는 18개의 방해자극 세트 중 네 개가 무선 선택되어 제시되었다.

표적화면 상에서 표적의 위치는 개별 RSVP가 제시되는 다중 RSVP 상의 네 위치 중 한 곳에 25%의 확률로 선택되어 제시되었으며, 나머지 세 위치에는 표적 문자를 제외한 방해자극들이 무선으로 배치되었다. 방해자극 화면상에서는 동일한 네 위치에 표적을 제외한 방해자극만이 무선적으로 배치되었다. 모든 시행에서 RSVP가 종료된 마지막 화면 다음 화면에는 네 글자의 개별 위치에 ‘#’ 문자를 제시해 직전 마지막 RSVP 화면의 방해자극 문자들이 시각적으로 차폐되도록 처리하였다. 시행의 종료 이후 다음 시행까지는 시행 간 간격(inter-trial interval, ITI)으로 100~500ms가 무선적으로 부여되었다.

참가자들은 다중 RSVP 화면에서 표적인 ‘A’, ‘S’, ‘T’ 알파벳 중 하나가 출현하면 키보드 상의 버튼을 눌러 최대한 정확하고 신속하게 표적의 출현을 보고

하도록 지시받았다. 단 ‘A’, ‘S’, ‘T’에 해당하는 키보드 상의 간격이 달랐기 때문에 ‘A’가 나올 경우에는 키보드 상에 ‘V’버튼을, ‘S’는 ‘B’, ‘T’는 ‘N’버튼을 눌러 반응하도록 지시받았다. 모든 참가자는 과제 내용 및 표적과 반응 단추간 대응이 충분히 숙지될 때까지 본 실험에 앞서 총 시행 수를 1/8 만큼 감소시킨 연습 시행을 원하는 만큼 반복하였다.

각 구획은 총 240시행으로 구성되어 결과적으로 개별 참가자는 총 480시행을 수행하였으며 구획 내 모든 시행의 제시 순서는 무선회되었다. 참가자들에게는 매 30시행 종료 시점마다 20초의 짧은 휴식이 주어졌으며 한 구획 내 모든 시행의 절반이 경과(120시행)된 시점에는 60초간 긴 휴식이 주어졌다. 참가자 간에 걸쳐 두 구획의 제시 순서는 역균형화 되었다.

### 2.3. 결과

Fig. 2에 각 조건에서 표적에 대한 참가자들의 평균 탐지 정확도 및 반응시간 결과를 제시하였다. 표적에 대한 탐지 정확도는 고가시성 조건( $98.71 \pm 0.42\%$ )이 저가시성 조건( $87.79 \pm 2.14\%$ )에 비해 높은 것으로 나타났으며, 두 조건 간의 차이는 통계적으로 유의미하였다.  $t(9) = -4.732$ ,  $p < .01$ , Cohen's  $d = -1.496$ . 표적 탐지에 소요된 평균 반응시간 또한 고가시성 조건( $566.35 \pm 22.36\text{ms}$ )이 저가시성 조건( $685.73 \pm 35.86\text{ms}$ )보다 신속한 것으로 나타났으며 두 조건 간 차이 역시 통계적으로 유의미하였다.  $t(9) = 5.17$ ,  $p < .01$ , Cohen's  $d = -1.635$ .

실험 1의 결과는 표적 출현 시점에 표적과 배경 화면의 분명한 밝기 차이로 인해 명암 대비가 높았던 고가시성조건이 명암 대비가 낮았던 저가시성 조건에 비해 표적 탐지가 상대적으로 용이했음을 시사한다. 이는 다중 RSVP 처리와 같은 시각적 간섭 및 표적의 위치 불확실성이 예상되는 상황에서 배경화면에 대한 표적의 명암 대비 증가가 표적에 대한 지각적 처리를 촉진시킬 수 있음을 의미한다.

또한 실험 1의 결과는 표적과 방해자극 간 시각적 대비의 정도 뿐만 아니라 표적과 배경 화면 간 국소적 명암대비 차이가 중요함을 시사한다. 표적의 명암 대비 증가로 인한 가시성 증가는 시각탐색(visual

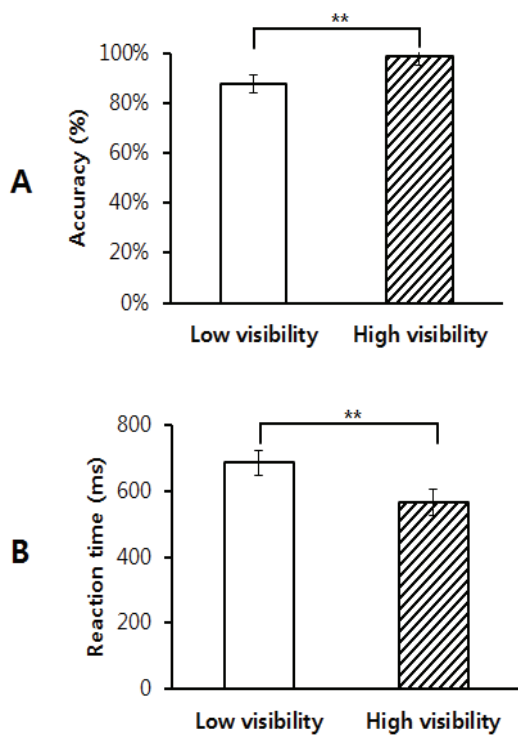


Fig. 2. Mean accuracies (A) and reaction times (B) in Experiment 1. Error bars and asterisks or n.s. here and in all subsequent charts represent 95% confidence interval (Loftus & Massons, 1997) and statistical significance (\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ) or non-significance, respectively.

search)에서 방해자극에 대한 표적의 분명한 감각적 차이가 초래하는 돌출(pop-out)과 유사해 보일 수 있다. 다만 실험 1의 다중 RSVP 화면 상의 탐색과 일반적인 탐색간 분명한 차이는, 표적과 배경화면의 명암대비가 낮아져 가시성이 저하될 경우 방해자극의 간섭만이 아니라 RSVP로 인한 시각 차폐 및 표적 위치에 대한 불확실성이 증가할 가능성이 있다는 점이다. 따라서 실험 1에서 관찰된 표적 가시성의 영향력을 시각탐색에서의 표적 현출성과 동일 선상에서 해석하기에는 다소 무리가 있다.

또한 실험 1의 다중 RSVP 처치아래 출현한 표적 화면상에서 표적과 방해자극 간에 예상되는 혼동 즉 표적에 대한 방해자극의 간섭은 비교적 전역적(global) 특성의 발현으로 해석할 수 있다. 이에 반해 동일한 RSVP 내에서 예상되는 표적에 대한 감각적 차폐는 표적화면 직전 및 직후에 제시된 방해자극 화면 상에서 표적 위치에 출현한 방해자극이 초래한 국소적(local) 간섭의 발현으로 볼 수 있다(예: metacontrast

masking). 일반적으로 이러한 국소적 간섭에 자극의 명암 대비가 분명한 영향력을 발휘함을 고려할 때(Chua, 2005) 실험 1의 고가시성 조건에서 표적탐지가 상대적으로 용이했던 원인 중 하나는 표적의 국소적 명암대비 증가에 따른 표적 위치 파악 및 그에 따른 탐지 및 변별 가능성 증가일 가능성이 크다.

반면 표적에 대한 정보처리를 촉진 시키는 처치는 명암대비의 증가 뿐만 아니라 색상과 같은 세부특정의 부여를 통해서도 가능하다(Olivers & Watson, 2006). 다만 명암 대비에 비해 색상 세부특정은 대개 범주적 구분(예: 빨강, 파랑, 노랑 등)에 의해 차이가 결정된다는 점이 분명히 구분되는데 이러한 색상의 부여가 실제 실험 1에서와 같은 RSVP 상황에서 표적 탐지에 미치는 영향력에 대해서는 그다지 알려진 바가 없다. 따라서 실험 2에서는 고가시성 조건과 저가시성 조건 표적 사이에 차이를 색상을 부여하여 처치하고 색상 또한 명암대비만큼 RSVP 상의 표적 탐지에 분명한 영향을 미치는 지를 조사하였다.

### 3. 실험 2

실험 2에서는 실험 1과 마찬가지로 다중 RSVP 화면상의 표적에 대한 탐지 과제를 실시하되 표적 고가시성 조건과 저가시성 표적간의 가시성 처치를 위해 고가시성 조건의 경우 표적에 범주가 분명하게 구분되는 색상들을 부여했으며 저가시성 조건의 경우 중립적인 회색을 부여했다. 실험 1의 결과에 비추어 고가시성 조건의 색상 부여 처치는 저가시성 조건에 비해 색상 부여로 인한 표적 구분의 용이성 등이 더해져 표적 탐지를 촉진시킬 것을 예상하였다.

#### 3.1. 참가자

중앙대학교에 재학중인 학부생 10명(남자 5명, 여자 5명)이 수업 실습의 일환으로 실험에 참가하였다. 모든 참가자는 정상 색상 지각 및 정상 시력 혹은 정상 교정 시력을 보유하고 있음을 보고하였으며, 실험 참가에 앞서 참가 동의서에 서명하였다.

### 3.2. 자극 및 절차

실험 2의 자극과 절차는 아래와 같은 차이점을 제외하고는 실험 1과 동일하였다. 고가시성 조건의 표적 색상으로는 검은색 배경상에 함께 제시되는 흰색 방해자극들과의 구분을 위하여 시각적으로 현출한 특성을 가지는 초점색채들(focal colors) 내에서 빨간색 (RGB:255, 0, 0,  $x = 0.228$ ,  $y = 0.231$ ,  $3.90 \text{ cd/m}^2$ ), 노란색 (RGB:255, 255, 0,  $x = 0.276$ ,  $y = 0.490$ ,  $74.11 \text{ cd/m}^2$ ) 초록색( $0, 255, 0$ ,  $x = 0.270$ ,  $y = 0.486$ ,  $73.66 \text{ cd/m}^2$ )이 선정되어 매 시행에서 세 가지 색상 중 하나가 동일한 확률로 무선 선택되었으며(Reeves, Fuller, & Fire, 2005) 저가시성 조건의 표적 색상으로는 상대적으로 어두운 회색 (RGB:90, 90, 90,  $x = 0.197$ ,  $y = 0.212$ ,  $4.85 \text{ cd/m}^2$ )이 사용되었다. 방해자극의 색상으로는 실험 1과 동일하게 모두 흰색(RGB:255, 255, 255,  $x = 0.231$ ,  $y = 0.329$ ,  $79.93 \text{ cd/m}^2$ )이 사용되었다.

실험 1에서는 표적 가시성 처치를 위해 회색 배경 화면 기준 명암대비에 상대적 차이가 예상되는 좀 더 어두운 회색의 표적을 사용했으나 이는 흰색인 방해 자극의 명암대비가 다소 낮아 방해자극에 비해 표적이 극단적인 현출성을 가질 가능성이 있었다. 실험 2에서는 이러한 문제점을 고려해 배경화면의 색상으로 검은색(RGB:0, 0, 0,  $x = 0.197$ ,  $y = 0.202$ ,  $2.48 \text{ cd/m}^2$ )을 사용해 RSVP 화면상에 출현한 모든 자극의 명암대비를 다소 증가시켰다. 따라서 고가시성 조건의 빨간색 표적의 배경화면 기준 웨버 대비 값은 0.568, 노란색표적은 28.84, 초록색 표적은 28.65였으며 저가시성 조건의 회색 표적은 0.95, 마지막으로 두 조건 모두에 걸친 흰색 방해자극은 31.18이었다.

### 3.3. 결과

Fig. 3에 고가시성 및 저가시성 조건에서의 참가자들의 표적에 대한 평균 정확도를 제시하였다. 표적에 대한 평균 정확도는 실험 1과 동일하게 고가시성 조건( $98.33 \pm 0.65$ )이 저가시성 조건( $88.61 \pm 3.81$ )보다 높은 것으로 나타났으며 두 조건 간의 차이는 통계적으로 유의미하였다,  $t(9) = -2.525$ ,  $p < .05$ , Cohen's  $d =$

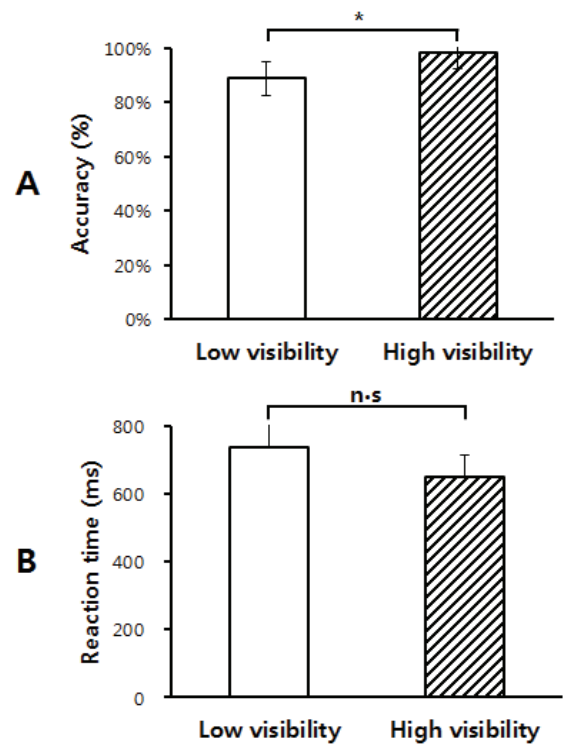


Fig. 3. Mean accuracies (A) and reaction times (B) in Experiment 2.

-0.798. 반면 표적에 대한 평균 반응시간은 고가시성 조건( $647.43 \pm 89.57 \text{ ms}$ )이 저가시성 조건( $736.85 \pm 83.17 \text{ ms}$ )보다 신속한 것으로 나타났으나 두 조건 간에 통계적으로 유의미한 차이는 관찰되지 않았다.  $t(9) = 2.12$ ,  $p = .063$ , Cohen's  $d = 0.671$ .

실험 2의 결과는 표적에 색상이 부여된 고가시성 조건에서 그렇지 않았던 저가시성 조건에 비해 표적 탐지가 상대적으로 정확했음을 시사한다. 이는 실험 1의 결과를 표적 탐지의 정확성 면에서 반복 검증한 것으로 해석된다. 그러나 탐지 반응시간 차원의 다소 불분명한 결과는 실험 1과 비교해 색상 차원의 세부 특징 부여가 초래하는 표적에 대한 지각적 축진이 명암 대비 처치로 인한 지각적 축진보다 그 영향력이 상대적으로 크지 않을 가능성을 시사한다.

## 4. 결론 및 논의

본 연구는 다중 RSVP 처치를 사용해 감각적 간섭의 영향력이 매우 분명히 예상되는 상황에서 명암대

비가 높은 표적이 그렇지 않은 표적보다 정확하고 빠르게 탐지될 수 있음을 관찰하였다. 또한 유사한 RSVP 처치아래 표적에 색상을 부여할 경우 그렇지 않은 경우보다 표적이 정확하게 탐지될 가능성 또한 관찰하였다.

본 연구는 다중 RSVP 처치가 초래하는 간섭의 근원으로 첫째 방해자극과 표적 간의 혼동 즉 개별 RSVP 화면에 대한 표적 탐색 수행 시 예상되는 방해자극의 간섭을 예로 들었다. 실험 1과 2에서 시도된 다중 RSVP 표적 탐지 과제는 근본적으로는 빠르게 순차적으로 제시되는 방해자극 화면과 구분되는 표적화면 상의 네 문자 중 표적 문자를 탐색해 그 정체에 대한 보고를 요구하므로 적어도 표적화면 출현 시 요구되는 과제는 시각탐색에 해당된다.

표적화면 상의 표적과 방해자극은 알파벳 문자의 형태(shape) 차원과 명암대비(실험 1) 혹은 색상(실험 2) 차원에서 구분되므로 엄밀히 보자면 시각탐색 과제 중 결합과제(conjunction search task)에 해당된다. 시각탐색에 대한 기존 연구는 이러한 결합 과제의 경우 분명하게 표적과 방해자극 세부특징 간 시각적 유사성이 탐색 수행에 결정적 영향을 미치며(Bundesen, 1988) 이러한 세부특징 간 유사성으로 인한 표적-방해자극 간섭을 해소시키기 위해 초점주의(focused attention) 집중에 근거한 순차 탐색(serial search) 처리가 요구됨을 강조한 바 있다(Treisman, 1988; Wolfe, 1994).

본 연구의 표적 화면에서 결합 과제 수행이 요구되었을 경우 고려될 수 있는 두 세부특징 차원 중 하나는 문자 형태이다. 알파벳 문자는 자동적 범주화가 가능할 정도로 비교적 친숙하고 과잉 학습된(overlearned) 형태이므로 표적과 방해자극 간의 구분에 있어서 본 연구에서 알파벳 문자 자극 통제에 실패하지 않은 이상 표적 탐지에 특별한 어려움이 예상되지는 않는다. 따라서 실험 1과 2의 고가시성 저가시성 조건 간에 표적과 방해자극 간 알파벳 문자 형태의 차이에 의해 가시성 처치의 효과가 나타났을 가능성은 거의 없다고 판단된다.

표적 화면에서 결합과제의 수행에 영향을 미칠 수 있는 다른 차원의 세부특징은 명암대비(실험 1) 혹은 색상(실험 2)이었는데 본 연구에서 관찰된 가시성 처치는 이러한 명암대비 혹은 색상 부여 차원에서 일차

적인 영향력이 발견된다.

즉 표적 문자 세트의 문자들이 방해자극 세트와 형태적인 측면에서 뚜렷이 구분되는 특성이 존재하지 않는 이상 알파벳 형태 세부특징이 표적 가시성 조건 간 탐색 수행에 차이를 초래할 가능성은 없다. 반면 명암대비 수준 혹은 색상 부여 여부에 따라 두 가시성 조건에는 분명한 처치 차이가 있었다. 이는 적어도 시각탐색 이론에 근거할 때 두 조건 간 표적 화면에 대한 표적탐지 정확도 및 신속성의 차이가 궁극적으로는 명암대비 수준 혹은 색상 부여 여부에 대한 처치에서 비롯된 것임을 시사한다.

반면 본 연구에서 관찰된 RSVP 상황에서의 표적 가시성 처치 효과는 시각탐색에 국한된 이론만으로 설명하기 어려운 부분들이 존재한다. 구체적으로 다중 RSVP 화면 상의 표적화면은 표적과 방해자극으로 구성된 단순한 탐색 화면보다는 표적화면 전후에 출현한 방해자극 화면으로 인해 표적 및 방해자극 모두에 대해 시각적 차폐에 의한 감각적 간섭이 분명할 것이 예상된다. 또한 다중 RSVP는 표적의 출현 위치에 대한 무선회로 인해 네 위치 중 어느 곳에 표적이 위치할지를 예상하기 불가능하므로 사실상 표적의 위치 불확실성으로 인해 서로 다른 네 위치에 분산 주의(distributed attention) 상태를 개별 RSVP 화면 간에 걸쳐 지속적으로 유지해야하는 정보처리 부담 또한 추가된다.

이처럼 시각탐색 모형만으로는 본 연구의 RSVP 상에 출현한 표적화면에 대한 표적 가시성 처치 효과를 설명하기는 어렵다. 이를 설명하기 위해서는 먼저 RSVP 화면 간 시각 차폐가 초래하는 감각적 간섭에 대해 표적과 배경화면의 명암대비 혹은 표적에 부여된 색상의 영향력을 고려할 필요가 있다. 실험 1에서는 표적의 명암대비가 상대적으로 높을 경우 표적탐지가 용이해지는 것이 관찰되었는데 기존 시각 차폐 연구는 순간 노출된 표적에 뒤이은 차폐 자극이 표적 변별을 방해하는 주요 요인 중 하나로 표적과 방해자극 간 명암 대비를 제시한 바 있다(Sperling, 1965; Eriksen, 1966; Coltheart, & Arthur, 1972).

물론 이러한 명암 대비의 증가가 차폐 효과의 선형적 증가로 반드시 귀결되는 것은 아니지만(Brehaut, Enns, & Di Lollo, 1999)대개 표적과 시간적으로 인



접한 차폐 자극의 감각적 간섭은 표적의 명암대비가 증가할 경우 감소될 가능성이 크다. 따라서 본 연구에서 가시성 처치에 해당하는 실험 1의 명암대비는 RSVP 화면 간 예상되는 차폐 간섭의 영향력을 감소시켜 표적화면의 출현 여부에 대한 판단을 용이하게 했으며 그에 따른 표적 탐색 수행을 정확하고 신속하게 만들었을 수 있다.

다만 실험 2의 고선명도 색상의 부여에 의한 가시성 처치가 표적탐지의 정확도를 향상시킨 것에 대해서는 다소 해석에 어려움이 있다.

일반적으로 색상은 시각정보처리 경로에서 명암대비나 운동 정보의 처리에 후행하는 특성이 있으며 (Ferrera., Nealey, & Maunsell, 1992; Bullier, 2001) 시각 장면에 대한 신속하고 정확한 처리를 위해 가장 우선시 되는 정보라고 간주하기는 어렵다(Cheng, Eysel, & Vidyasagar, 2004; Laycock., Crewther, & Crewther, 2008). 그보다 자극에 부여된 색상은 대개 후기 시각 정보처리로 구분될 수 있는 주의와 기억 단계에 중요한 영향을 미치는데 그럼에도 불구하고 색상 부여에 의한 표적 탐지 정확성의 향상이 관찰된 것은 실험 2에서 고가시성 조건에 처치된 색상 부여가 저가시성 조건에 비해 실험 1과 같은 정보처리 촉진을 초래했을 가능성을 시사한다.

한 가지 가능성은 실험 2의 색상 부여에 의한 표적 탐지 향상을 실험 1과 같은 맥락에서 해석하는 것이다. 즉 고가시성 조건에서 사용된 고선명도 색상은 색상 범주 차원의 시각적 단서 제공 뿐만 아니라 저가시성 조건에서 사용된 어두운 무채색에 비해 명암 대비의 현저한 증가를 초래한다. 예를 들어 실험 2에서 측정된 색상 표적의 웨버 대비는 빨간색을 제외하고 노란색 및 초록색 모두 방해자극에 근접하는 명암 대비 수준을 가지는 것이 확인되었음을 고려할 때 이러한 해석은 더욱 설득력을 가진다.

실험 2에서 관찰된 색상 부여에 의한 가시성 처치가 표적 탐지를 향상시킨 원인으로 명암 대비와의 관련성을 제외한 다른 한 가지가 가능한 것으로 판단된다. 즉 실험 2에서는 검은색 배경화면을 사용함으로써 인해 방해자극과 배경화면의 웨버 대비가 실험 1에 비해 10.13에서 31.18로 현격하게 향상되었으며 이는 노란색과 연두색 표적의 배경화면에 대한 명암대비

(각각 28.84 및 28.65)에 준하는 대비 수준에 해당된다. 물론 빨간색 표적의 명암대비(0.57)가 상대적으로 낮아 다소 그 영향력에 대한 분명한 가늠이 어려울 수 있으나 이처럼 방해자극과 표적 간 배경화면에 대한 명암대비 수준이 유사할 경우 표적에 대한 탐색 용이성을 결정하는 것은 색상 부여가 초래하는 표적의 현출성 이외에는 특별한 해석이 불가능하다.

다만 이러한 색상 부여에 의한 표적 현출성 및 그로 인한 탐지 용이성에 대한 정확한 해석을 위해서는 저가시성 조건의 표적에 색상을 부여하지 않고 방해자극과 동일한 흰색을 사용하는 것이 필요하다. 실험 2에서는 그와 달리 실험 1의 저가시성 조건과의 일관성을 위해 회색 표적을 사용해 명암대비 차원의 처치를 시도했는데 그 결과로 얻어진 표적 탐지 정확도 및 반응시간을 고가시성과 비교해 앞서 색상 부여에 의한 가시성 처치의 영향력을 정확히 해석하는 것은 사실상 매우 어려우며 따라서 이는 본 연구의 큰 한계점으로 지적될 수 있다.

본 연구에서 시도된 표적에 대한 고가시성 처치에 의한 표적탐지의 용이성은 다른 한 가지 중요한 이론적 시사점을 제공한다. 다중 RSVP 상황에서 표적의 탐지를 어렵게 만드는 요인은 방해자극의 간섭, 시각 차폐 이외에 이 두 가지가 모두와 상호작용하는 공간적 불확실성이다. 즉 실험 1과 2의 RSVP 처치는 표적의 출현 위치를 예측할 수 없으므로 개별 RSVP에 지속적으로 균등한 정도의 주의 집중을 요구한다. 대개 이러한 분산 주의 상황에서는 자극의 세부특징과 그 위치에 대한 정확한 결합(binding)이 어려워 자극의 정체파악에 빈번한 오류가 발생한다(예: illusory conjunction; Treisman & Schmidt, 1982).

이처럼 분산 주의 상황에서 현저한 감각적 차이 예를 들어 상대적으로 다른 항목들과 상이한 자극 속성을 보유한 자극의 출현은 그 출현 위치에 초점주의 집중을 촉발시키며 그 결과로 해당 위치의 정보처리를 촉진시키는 것으로 알려져 있다.

다만 본 연구의 RSVP 화면 상에 출현한 표적의 경우 방해자극과의 명암대비의 차이가 표적의 위치 파악을 원활하게 만들어 탐지 가능성을 향상시킬 가능성이 있긴 하나 이는 과거 단서유도방식(cuing paradigm)에 기초한 공간적 주의 효과가 정보처리를 촉진하는 현

상을 검증하기 위한 자극처리 방식과는 상당한 차이가 있다(Jonides, 1980; Müller & Rabbit, 1989; Nakayama & MacKeben, 1989; Chong, Hyun, & Chung, 1998). 즉 본 연구에서 시도된 다중 RSVP는 공간적 단서에 뒤이어 제시되는 탐사자극(probe)에 대한 정보처리 촉진을 관찰하기보다는 공간적 단서 그 자체로 간주되는 RSVP 화면상의 표적에 대한 정보처리 촉진 여부를 해석해야 한다는 점에서 기존 공간적 주의 연구의 해석을 그대로 적용하기에는 무리가 따른다.

다른 연구 사례에 기초한 한 가지 가능한 해석은, 표적 화면 내에서 표적과 방해자극 간 명암대비의 분명한 차이에 의해 표적 출현이 탐지되고 해당 위치에 초점주의가 즉각 집중될 경우 그 표적에 뒤이어 출현하는 다음 RSVP 화면의 방해자극의 시각 차폐로 인한 감각적 간섭을 억제할 수 있다는 해석이다. 이는 과거 시각 차폐에 대한 연구 사례(예: object-substitution masking)에서 다수의 방해자극과 함께 출현한 표적에 대한 차폐 자극의 강력한 간섭 효과가 표적 위치에 초점 주의가 집중됨으로 인해 완벽하게 사라지는 현상에서 그 근거를 찾아볼 수 있다. 즉 방해자극과 구분되는 표적 출현으로 인해 표적 위치의 불확실성 해소되고 표적 위치로의 초점주의 집중이 선행될 경우 시야에서 이미 사라진 표적에 대한 선택적 처리가 가능해지며 뒤이어 출현하는 방해자극의 영향력 또한 감소한다는 점이다. 다만 자극 통제가 비교적 완벽하지 못했던 본 연구의 일부 결과(예: 실험 2)에 대해 기존의 광범위한 시각 탐색 및 차폐 모형을 그대로 적용해 해석하는 것은 현재로서는 다소 무리가 있는 것으로 판단된다.

다른 한 가지 본 연구가 시사 하는 바 중 주목할 것은 실험 1과 2에서 시도된 다중 RSVP는 기존 연구에서 시도되었던 실험실 상황의 시각탐색이나 공간적 주의 연구에서 사용되었던 자극 처리에 비해 시각 장면의 특성인 복잡성과 역동성을 잘 반영하고 있다는 점이다. 예를 들어 운전과 같은 일상 생활의 과제 수행에서 주행 중인 도로와 주변 인도 상에 찰나의 순간 출현하고 사라지는 수없이 다양한 사물과 지형 지물들에 대한 정확한 탐지와 변별을 수행하는 것은 본 연구에서 시도된 다중 RSVP 화면상의 표적탐지 상황과 닮아 있다.

본 연구의 결과는 다중 RSVP 과제를 통해 이러한

일상생활의 과제 수행 중 치명적인 오류가 발생할 수 있는 상황을 미연에 방지하기 위한 대책으로 자극의 가시성 수준을 증가시키는 것이 중요하다는 기존의 경험적 해석을 다시 한 번 지지한다. 더 나아가 이러한 가시성 증가를 위해 지형지물의 명암대비를 향상시키거나 색상을 부여하는 것이 효과적인 처리가 될 수 있음을 강조한다.

## REFERENCES

- Ariga, A., & Yokosawa, K. (2008). Attentional awakening: Gradual modulation of temporal attention in rapid serial visual presentation. *Psychological Research*, 72(2), 192-202.
- Awh, E., Serences, J., Laurey, P., Dhaliwal, H., van der Jagt, T., & Dassonville, P. (2004). Evidence against a central bottleneck during the attentional blink: Multiple channels for configural and featural processing. *Cognitive Psychology*, 48(1), 95-126.
- Brehaut, J. C., Enns, J. T., & Di Lollo, V. (1999). Visual masking plays two roles in the attentional blink. *Perception & Psychophysics*, 61(7), 1436-1448.
- Breitmeyer, B. G., Ehrenstein, A., Pritchard, K., Hiscock, M., & Crisan, J. (1999). The roles of location specificity and masking mechanisms in the attentional blink. *Perception & Psychophysics*, 61(5), 798-809.
- Broadbent, D. E., & Broadbent, M. H. (1987). From detection to identification: Response to multiple targets in rapid serial visual presentation. *Perception & Psychophysics*, 42(2), 105-113.
- Bullier, J. (2001). Integrated model of visual processing. *Brain Research Reviews*, 36(2), 96-107.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97(4), 523.
- Cheng, A., Eysel, U. T., & Vidyasagar, T. R. (2004). The role of the magnocellular pathway in serial deployment of visual attention. *European Journal of Neuroscience*, 20(8), 2188-2192.
- Chong, S. C., Hyun, J. -S., & Chung, C. S. (1998). Changes in sensitivity across visual field induced by exogenous attention (외인성 주의 유도에 의한 시야의 시각 민감

- 도 변화). *Korean Journal of Cognitive Science*, 8(4), 63-75.
- 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 and Performance*, 21(1), 109.
- Coltheart, M., & Arthur, B. (1972). Evidence for an integration theory of visual masking. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 24(3), 262-269.
- Davidoff, J. (1991). *Cognition through color*. The MIT Press.
- Di Lollo, V., Kawahara, J. I., Ghorashi, S. S., & Enns, J. T. (2005). The attentional blink: Resource depletion or temporary loss of control?. *Psychological Research*, 69(3), 191-200.
- Du, F., & Abrams, R. A. (2009). Onset capture requires attention. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(3), 537-541.
- Dux, P. E., Wyble, B., Jolicœur, P., & Dell'Acqua, R. (2014). On the costs of lag-1 sparing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(1), 416.
- Eriksen, C. W. (1966). Temporal luminance summation effects in backward and forward masking. *Perception & Psychophysics*, 1(2), 87-92.
- Eriksen, C. W., & Spencer, T. (1969). Rate of information processing in visual perception: Some results and methodological considerations. *Journal of Experimental Psychology*, 79(2p2), 1.
- Ferrera, V. P., Nealey, T. A., & Maunsell, J. H. (1992). Mixed parvocellular and magnocellular geniculate signals in visual area V4. *Nature*, 358(6389), 756-758.
- Hommel, B., & Akyürek, E. G. (2005). Lag-1 sparing in the attentional blink: Benefits and costs of integrating two events into a single episode. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(8), 1415-1433.
- Jonides, J. (1980). Towards a model of the mind's eye's movement. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 34(2), 103.
- Kean, M., & Lambert, A. (2003). The influence of a salience distinction between bilateral cues on the latency of target-detection saccades. *British Journal of Psychology*, 94(3), 373-388.
- Kerzel, D., & Schönhammer, J. (2013). Salient stimuli capture attention and action. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75(8), 1633-1643.
- Kim, G., & Hyun, J. -S. (2016). The influence of location uncertainty and visibility of targets on the strength of attentional blink (표적 위치의 불확실성과 표적 가시성이 주의깜박거림 강도에 미치는 영향). *Korean Journal of Cognitive Science*, 27(2), 275-301.
- Kim, J. -H., & Kim, J. -Y. (2015). Method Extracting Observation Data by Spatial Factor for Analysis of Selective Attention of Vision (시각의 선택적 주의집중 분석을 위한 공간요소별 주시데이터 추출방법). *Science of Emotion and Sensibility*, 13(3), 541- 550.
- Laycock, R., Crewther, D. P., & Crewther, S. G. (2008). The advantage in being magnocellular: a few more remarks on attention and the magnocellular system. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(8), 1409-1415.
- Loftus, G. R., & Masson, M. E. (1994). Using confidence intervals in within-subject designs. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(4), 476-490.
- Martens, S., & Wyble, B. (2010). The attentional blink: Past, present, and future of a blind spot in perceptual awareness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(6), 947-957.
- 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.
- Müller, H. J. & Rabbitt, P. M. (1989). Spatial cueing and the relation between the accuracy of "where" and "what" decisions in visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41(4), 747-773.
- Nakayama, K., & Mackeben, M. (1989). Sustained and transient components of focal visual attention. *Vision Research*, 29(11), 1631-1647.
- Olivers, C. N., & Watson, D. G. (2006). Input control processes in rapid serial visual presentations: Target

- selection and distractor inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(5), 1083.
- Potter, M. C., Staub, A., & O'Connor, D. H. (2002). The time course of competition for attention: attention is initially labile. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(5), 1149.
- 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 and Performance*, 18(3), 849.
- Reeves, A., Fuller, H., & Fine, E. M. (2005). The role of attention in binding shape to color. *Vision Research*, 45(27), 3343-3355.
- Seiffert, A. E., & Di Lollo, V. (1997). Low-level masking in the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(4), 1061.
- Shapiro, K. L., Raymond, J. E., & Arnell, K. M. (1994). Attention to visual pattern information produces the attentional blink in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(2), 357.
- Shapiro, K. L., Raymond, J. E., & Arnell, K. M. (1997). The attentional blink. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(8), 291-296.
- Sheu, C. F. (2006). Triadic judgment models and Weber's law. *Journal of Mathematical Psychology*, 50(3), 302-308.
- Shiu, L. P., & Pashler, H. (1994). Negligible effect of spatial precuing on identification of single digits. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(5), 1037.
- Shih, S. I., & Reeves, A. (2007). Attentional capture in rapid serial visual presentation. *Spatial Vision*, 20(4), 301-315.
- Sperling, G. (1965). Temporal and spatial visual masking. I. Masking by impulse flashes. *Journal of the Optical Society of America*, 55(5), 541-559.
- Treisman, A. (1988). Features and objects: The fourteenth Bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40(2), 201-237.
- Treisman, A., & Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology*, 14(1), 107-141.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0 a revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(2), 202-238.
- Wyble, B., Potter, M. C., & Mattar, M. (2012). RSVP in orbit: Identification of single and dual targets in motion. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(3), 553-562.
- Yashar, A., & Lamy, D. (2010). Intertrial repetition facilitates selection in time common mechanisms underlie spatial and temporal search. *Psychological Science*, 21(2), 243-251.

원고접수: 2016.08.24

수정접수: 2017.02.22

게재확정: 2017.03.24