

## 지각적으로 유사한 다중 시각탐색 과제 간 표적 출현확률의 불일치가 초래하는 의사결정 기준의 전이현상\*

박 형 범                      손 한 결                      현 주 석<sup>†</sup>

중앙대학교 심리학과

일상생활에서 빈번히 이루어지는 시각탐색 상황에서 탐색 대상이 제시될 가능성은 균등하다기보다는 매우 드물거나 빈번한 경우까지 다양하다. 최근 일련의 연구들은 표적 출현확률이 의사결정 기준에 변화를 초래함에 따라 시각탐색 수행이 변화함을 보고한 바 있다. 본 연구에서는 비중립적 표적 출현확률에 따른 의사결정 기준의 변화가 함께 수행되는 중립적 표적 출현확률 시각탐색 수행에 영향을 미치는지의 여부를 조사하였다. 이를 위해 세션 내 반복적으로 수행되는 두 가지 개별 시각탐색 과제에 대해 각각 표적 출현확률이 중립빈도로 고정되거나(중립확률 과제) 참가자 집단 간에 상이하도록(출현확률 과제; 저빈도, 중립빈도, 고빈도) 처치하였으며, 출현확률 과제와 중립확률 과제를 구분하기 위해 화면 중앙을 기준으로 각 과제가 제시되는 위치를 좌우로 분리하였다. 나아가 출현확률 과제에서 수립된 의사결정 기준의 중립확률 과제로의 전이 여부는 개별 과제 간 지각적 유사성에 기초할 가능성을 바탕으로 과제 간 탐색자극의 동일성 여부를 달리한 두 가지 실험을 진행하였다. 그 결과 탐색과제 간 자극구성이 서로 분명히 구분되는 경우(실험 1A) 중립확률 과제의 탐색 수행은 출현확률 과제와 독립적이었던 반면, 과제 간 서로 동일한 경우(실험 1B) 중립확률 과제의 탐색 수행은 출현확률 과제에서 각 참가자 집단이 할당된 출현확률 조건과 유사하게 관찰되었다. 이러한 결과는 주어진 기간 내 탐색 대상의 출현빈도가 상이한 다수의 시각탐색 과제가 요구되는 경우 적어도 과제 간 구분에 간섭을 초래하는 요인의 영향 하에 개별 과제의 표적 출현확률 평가 및 그에 따른 의사결정 기준의 수립에 분명한 왜곡이 발생함을 시사한다.

주제어 : 시각탐색, 표적 출현확률, 의사결정 기준

---

\* 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2014S1A5A2A03066219).

<sup>†</sup> 교신저자 : 현주석, 중앙대학교 사회과학대학 심리학과, (06974) 서울시 동작구 흑석로 84  
Email : jshyun@cau.ac.kr

무수히 많은 정보를 포함하는 시야 내에서 매 순간 목적에 부합하는 표적 정보를 탐색하는 시각탐색(visual search)은 인간 시각 환경에서 거의 모든 순간 이루어지는 핵심적인 정보처리이다. 탐색 대상의 존재 여부와 그 위치를 신속하면서도 정확하게 판단하는 것은 인간의 적응적 시각 행동에 있어 매우 중요하다. 따라서 시각탐색은 인지 및 실험심리학 분야에서 오랫동안 연구의 대상이 되어왔으며 연구자들은 행동 및 신경생리학적 측정, 그리고 계산적 모형을 통해 이러한 능동적 정보처리 메커니즘에 대한 방대한 지식을 축적시켜왔다 (Bundesen, 1990; Itti & Koch, 2001; Reynolds & Chelazzi, 2004; Treisman & Gelade, 1980; Wolfe, 1994; Wolfe & Horowitz, 2004).

나아가 최근의 연구들은 보다 일상적 상황에서 이루어지는 시각탐색 정보처리와 상호작용하는 다양한 요인에 대한 탐구를 기초로 삼고 있다(Brockmole & Henderson, 2006; Chen & Zelinsky, 2006; Torralba, Oliva, Castelano, & Henderson, 2006). 그 중 한 가지는 탐색 대상의 잠재적 출현 가능성에 대한 관찰자의 평가와 이것이 시각탐색 정보처리에 미치는 영향이다. 일반적으로 실험실 상황에서의 시각탐색 연구에서는 반응편향 등 실험적 처치 이외의 효과를 배제하기 위해 탐색 표적의 출현 여부를 전체 시행의 절반으로 나누어 제시한다. 그러나 일상생활에서 이루어지는 시각탐색에서 탐색 대상이 출현할 확률은 균등하다기보다는 상황과 맥락에 따라 크게 좌우된다. 가령 식료품점에서 초콜릿은 어렵지 않게 찾을 수 있는 반면, X-ray 보안검색이나 임상적 종양진단 또는 안전검사에서 탐색 대상인 위

험요소는 탐색이 시도되는 빈도에 비해 매우 드물게 출현한다(Gur, Sumkin, Rockette, Ganott, Hakim, & Hardesty, 2004). 따라서 표적이 제시될 확률이 절반으로 통제된 실험실 상황에서 관찰되는 시각탐색 정보처리는 일상적 맥락에서의 그것에 완전히 부합하지는 못한 것이 사실이다.

이에 따라 최근 일련의 연구들은 탐색 표적이 출현하는 빈도를 다양화함으로써 표적 출현확률(target prevalence)이 시각탐색 수행에 영향을 미친다는 결과를 반복적으로 보고한 바 있다(박형범, 손한결, 현주석, 2015; Godwin, Menneer, Cave, & Donnelly, 2010a; Godwin, Menneer, Cave, Thaibsyah, & Donnelly, 2014; Wolfe, Horowitz, & Kenner, 2005; Wolfe, Horowitz, Van Wert, Kenner, Place, & Kibbi, 2007; Wolfe & Van Wert, 2010). 선행연구들에서 보고된 시각탐색에서의 표적 출현확률 효과는 다음과 같다; 1) 표적이 드물게 출현할수록(이하 저빈도) 빈번한 '표적없음' 반응으로의 편향에 의해 실수(miss) 오류가 증가하며, 표적이 빈번하게 출현할 경우(이하 고빈도) 저빈도와 반대로 헛경보(false alarm) 오류가 증가한다. 2) 신호탐지 측면에서 이러한 실수율과 헛경보율의 상호교환(trade-off)은 반응편향을 반영하는 반응기준(criterion;  $c$ )의 이동에 의해 설명되며 방해자극으로부터 표적을 구분하는 민감도(sensitivity;  $d'$ )는 출현확률과는 독립적이다. 3) 표적 출현확률에 따른 표적있음 및 표적없음 조건 별 반응시간 결과는 출현확률 효과를 초래한 원인에 대한 가설검증에 중요한 정보를 제공한다(Godwin et al., 2010a; Wolfe & Van Wert, 2010;). 기본적으로 표적이 저빈도 또는

고빈도로 출현할 경우 향후 시행에서 표적 출현여부에 대한 예측이 가능함에도 불구하고 관찰자의 평균 반응시간은 출현확률이 증가할수록 지연된다(고빈도, 중립빈도, 그리고 저빈도 순). 이 때 표적이 고빈도로 출현할수록 반응시간이 지연되는 양상은 표적없음 조건에서만 관찰되며 표적있음 조건에서의 표적 탐지 반응시간은 출현확률과 독립적이다. 따라서 Wolfe와 Van Wert(2010)는 출현확률 효과가 단순 반응편향에 의한 반응-실행(response-execution) 오류에 기인한다기보다는(Fleck & Mitroff, 2007), 양자택일(2-AFC, two-alternative forced-choice)에 근거한 순차적 탐색 과정에서 현재 주의가 할당된 자극의 표적 가능성에 대한 내적 결정기준(internal decision criterion)과 더 이상 표적이 관찰되지 않을 경우 표적없음으로의 의사결정 및 탐색종료를 위한 역치(quitting threshold)로 구성된 '두 가지 결정 가설'을 제안한 바 있다(Chun & Wolfe, 1996). 4) 표적 출현확률 효과를 보고한 대부분의 연구들은 X-ray 화면 등 실제 사물로 구성된 탐색 자극을 사용하였다. 반면 Rich 등(2008)과 박형범 등(2015)은 탐색항목의 세부특징 및 정서적 속성 등을 통제함으로써 지각적으로 단순한 자극으로 이루어진 탐색과제를 실시한 결과, 실제 사물을 이용하여 위협적 물건을 표적으로 지정한 선행연구와 동일한 출현확률 효과를 반복 검증한 바 있다. 이는 표적 출현확률 효과가 인간 시각탐색 정보처리에서 관찰되는 보편적 속성임을 시사한다.

표적 출현확률 효과에 관한 보다 최근의 연구들은 일상적 시각탐색 상황에서 출현확률이 작용하는 방식에 대해 초점을 맞춘다. 가령

Godwin과 동료들(2010b)은 이중 표적에 대한 탐색을 시도할 경우에 관찰되는 단일 표적 대비 탐색수행 저하(dual-target cost; Menneer, Barrett, Phillips, Donnelly, & Cave, 2007; Stroud, Menneer, Cave, & Donnelly, 2012)가 이중 표적 간 상대적 출현확률에 의해 영향 받음을 보고한 바 있다. 즉 잠재적 다중 표적(multiple-target)에 대한 탐색이 시도되는 경우 상대적으로 낮은 확률로 출현하는 표적에 대한 탐지 실패가 상대적으로 높은 확률로 출현하는 표적 탐지에 비해 더욱 분명하게 관찰된다. 그러나 일상적 상황에서 시각탐색은 잠재적 표적에 있어 다중일 뿐 아니라 두 가지 이상의 목표 지향적 탐색 과제에 대해 동시다발적으로 이루어지며 경우에 따라 각각의 과제는 탐색 대상 및 시각 장면에서 독립적이다. 서로 다른 속성의 다중 시각탐색을 효율적으로 수행하기 위해서는 개별 과제에 적합한 탐색 전략을 세워 각각에 대해 상이한 정보처리 및 의사결정 기준을 적용시키는 것이 유리하다(Courtney, 2004; Kane & Engle, 2003). 관련하여 Wolfe와 Van Wert(2010)는 표적 출현확률을 참가자 집단이 아닌 개별 참가자 내에서 순차적으로 변화하도록 처치한 결과 참가자들의 탐색 수행 양상이 출현확률의 변화에 맞추어 변화함을 보고한 바 있다. 이는 적어도 단일 시각탐색 상황에서 관찰자가 주어진 표적 출현확률의 변화에 따라 적응적으로 의사결정 기준을 수정하는 것이 가능함을 시사한다.

이를 확장하여 본 연구에서는 주어진 기간 내 반복적으로 수행되는 두 가지 개별 시각탐색 과제에서 과제 간 표적 출현확률이 일치하

거나 또는 상이하도록 처치함으로써 개별 탐색과제에 대한 참가자의 시각탐색 수행양상을 비교하였다. 이를 위해 두 가지 개별 시각탐색 과제를 서로 다른 위치에 시행 간 무선적으로 제시하되, 이 때 한 과제에서의 표적 출현확률은 참가자 집단 간에 다르게 부여하고(저빈도, 중립빈도, 고빈도; 이하 ‘출현확률 과제’) 나머지 과제에서는 표적이 항상 50%의 중립빈도로 출현하도록 처치하였다(이하 ‘중립확률 과제’). 서로 상이한 표적 출현확률을 지닌 개별 과제에 대해 독립적인 시각탐색 정보처리가 가능할 경우, 출현확률 과제에서 관찰되는 일반적인 출현확률 효과는 중립확률 과제의 탐색 수행에 영향을 미치지 못할 것이다. 반면 출현확률 처치에 따라 두 가지 개별 시각탐색 과제에서의 정보처리 및 의사결정 기준의 구분이 용이하지 않을 경우, 중립확률 과제에서의 탐색 수행은 출현확률 과제의 그것과 유사한 경향을 보일 가능성이 있다.

## 실 험

본 실험은 반복적으로 수행되는 두 가지 개별적 시각탐색 과제에서 과제 간 표적 출현확률이 서로 상이할 경우 출현확률 과제에서 촉발된 의사결정 기준의 변화가 표적이 절반의 시행에서 출현하는 중립확률 과제의 시각탐색 수행에 어떠한 영향을 미치는지 조사하는 것에 목적을 둔다. 서론에서 언급한 바와 같이 주어진 기간 내 다양한 시각탐색이 동시다발적으로 이루어지는 일상적 맥락을 고려할 때, 관찰자는 보다 적응적인 목표 지향적 시각탐색 수행을 위해 개별 시각탐색 과제가 지니는

속성에 따른 의사결정 기준 및 탐색 전략을 수립할 필요가 있다. 그러나 시각탐색 정보처리 및 반응선택에 분명한 영향을 초래하는 표적 출현확률이 탐색과제 간 상이할 경우, 적어도 특정한 요인의 영향 하에 관찰자는 개별 탐색과제에 대한 의사결정 기준을 분리하는데 어려움을 겪을 가능성 역시 존재한다. 이와 같은 출현확률 효과의 진이 여부가 두 탐색과제 간 지각적 유사성에 기인할 가능성을 바탕으로 본 실험에서는 중립확률 및 출현확률 과제에 부여되는 자극 속성을 동일 피험자 내 수행되는 실험 간에 현저히 구분되거나(실험 1A) 또는 동일하도록 처치하였다(실험 1B).

## 방 법

**참가자** 중앙대학교에 재학 중인 18세에서 27세까지의 학생 54명(남성 23명)을 대상으로 실험이 진행되었다. 참가자들은 모두 정상 시력 또는 정상 교정시력을 보유하고 있음을 보고하였다. 참가자 전원은 교내 웹 사이트 모집 공고를 통해 자발적으로 지원하였으며, 실험 종료 후 소정의 사례비를 지급받았다. 동일 피험자를 대상으로 실험 1A와 1B가 모두 이루어졌으므로 순서효과를 배제하기 위해 전체 참가자의 절반은 실험 1A 이후 실험 1B를 수행하였으며 나머지 절반의 참가자는 반대의 순서로 실험을 수행하였다.

**자극과 절차** 그림 1에 실험에 사용된 자극 및 절차를 도해하였다. 모든 실험은 화면 중앙에 1초 동안 제시되는 꺾쇠(< 또는 >); 시각 0.79° x 0.79°와 함께 제시된다. 꺾쇠의 방

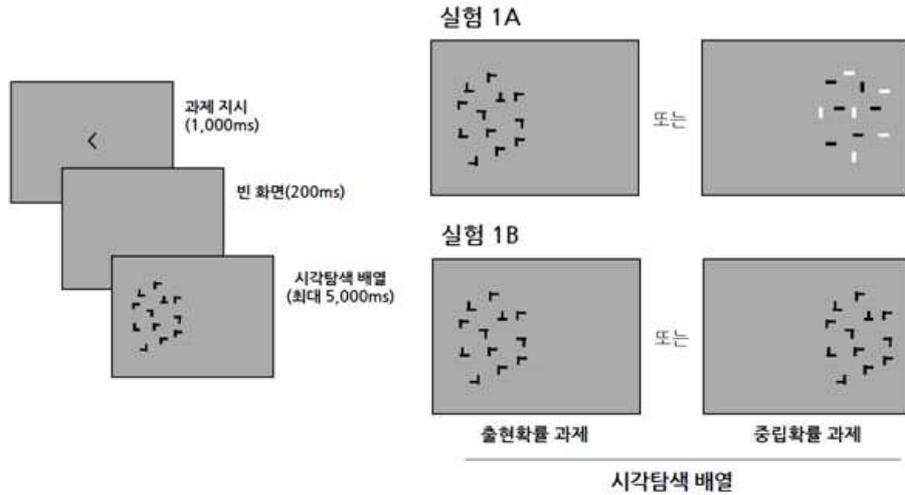


그림 1. 실험 1A 및 1B에 사용된 시각탐색 과제의 자극 및 절차. 과제지시 이후 제시되는 시각탐색 배열에는 출현확률 과제 또는 중립확률 과제가 화면 중앙을 기준으로 서로 다른 위치에 무선적으로 제시된다. 실험 1A에서는 공간구조 탐색(spatial configuration search)과 결합 세부특징 탐색(conjunction-feature search)이 각각 출현확률 과제와 중립확률 과제로 사용되었으며 실험 1B에서는 두 과제 모두에 공간구조 탐색이 사용되었다.

향은 해당 시행에서 과제가 제시될 위치를 의미한다. 과제 지시가 사라진 이후 200ms의 간격을 두고 시각탐색 배열이 제시된다. 탐색 배열은 12개의 자극으로 구성되며 최대 5,000ms까지 화면에 제시된 후 사라진다. 자극은 화면 중앙으로부터 좌우로 7.99° 떨어진 지점을 기준으로 8.86° x 8.86° 영역 내의 중첩되지 않는 무선적 위치에 제시되었다. 매 시행마다 탐색 과제의 종류는 조건에 따라 출현확률 과제 또는 중립확률 과제 중 한 가지가 무선적인 순서로 제시된다. 출현확률 과제에서 탐색배열상 표적이 제시될 확률은 저빈도(10%), 중립빈도(50%) 또는 고빈도(90%)로 실험 집단 간 상이하였으며 참가자는 각 집단에 18명씩 무선 할당되었다. 중립확률 과제에서는 모든 참가자에게 절반의 확률로 표적이 제

시되었다. 각각의 과제가 제시되는 위치(화면 중앙을 기준으로 좌 또는 우)는 참가자 간에 역균형화되었다.

실험 1A에서 출현확률 과제와 중립확률 과제에는 각각 공간구조 탐색(spatial configuration search)과 결합 세부특징 탐색(conjunction-feature search) 과제가 할당되었다(그림 1 우상단). 두 과제는 탐색 자극의 지각적 속성 면에서는 분명히 구분되는 반면, 방해자극이 표적자극과 공유된 세부특징을 지니므로 각각의 항목에 대한 순차적 주의이동 및 평가를 동반한다는 점에서는 질적으로 유사한 것으로 간주할 수 있다(Chun & Wolfe, 1996; Treisman, 1988). 구체적으로 출현확률 과제에는 알파벳 'T'와 'L' 형태의 도형(0.79° x 0.79°)이 각각 표적과 방해자극으로 사용되었다. 동일한 자극구성을 사용

한 선행연구를 토대로 탐색 난이도를 조정하기 위해 방해자극(L)을 구성하는 두 선분이 직교하는 지점에 대해 한 선분의 모서리로부터 20%의 간격을 부여하였으며, 각각의 표적 및 방해자극은 네 가지 방위(0, 90, 180, 또는 270도) 중 무선적인 한 가지로 회전하여 제시되었다(박형범 등, 2015). 중립확률 과제는 흑백의 수직(0.14° x 0.79°) 혹은 수평(0.79° x 0.14°)의 막대자극으로 구성되며 표적은 검정색 세로 막대로 지정되었다. 과제의 종류와 무관하게 참가자들은 각 시행에서 표적 자극의 존재 여부를 'Z' 또는 '/'버튼을 눌러 보고하도록 지시 받았다. 실험 1B에서는 중립확률 과제에 출현확률 과제와 동일한 자극구성이 사용되었다는 점을 제외하면 모든 경우 실험 1A와 동일하다.

본 실험에 앞서 모든 참가자들은 실험자의 감독 하에 출현확률 과제 및 중립확률 과제 모두에서 표적이 중립빈도로 출현하는 연습시행을 수행하였다. 연습시행은 40회 내외를 원칙으로 하였으나 우연 수준의 정확도를 보일 경우 실험을 숙지하지 못한 것으로 판단하여 20회 내외의 연습 시행을 추가적으로 실시하였다. 실험 1A와 1B는 각각 340시행으로 구성되었으며, 실험 내에서 출현확률 과제와 중립확률 과제는 전체 시행의 절반인 170시행으로 구성되었다. 중립확률 과제에서 표적유무(표적 있음, 표적없음)는 시행 절반(85시행)으로 나누어 무선화되었으며, 출현확률 과제에서는 표적 출현확률(저빈도, 중립빈도, 고빈도) 집단별로 표적있음과 표적없음 시행이 각각 17시행 대 153시행, 85시행 대 85시행, 153시행 대 17시행으로 구성되었다. 실험 참가자들은 최

대한 빠르고 정확하게 표적자극의 출현여부를 보고하도록 지시 받았다.

## 결 과

결과분석에서는 출현확률 과제에서 각 참가자 집단이 할당된 표적 제시빈도(저빈도, 중립빈도, 고빈도)에 따라 함께 수행되는 중립확률 과제의 탐색 수행 변화 여부에 대해 초점을 맞춘다. 이를 위해 출현확률 과제와 중립확률 과제에서 측정된 표적유무 조건 별 탐색 오류율 및 평균 반응시간을 출현확률 과제의 표적 제시빈도 간 상호 비교하였다. 200ms 보다 빠르거나 5,000ms 보다 지연된 반응을 보인 시행은 극단치로 간주하였으며, 이에 따라 실험 1A에서 총 29시행(전체시행 중 0.16%)이, 실험 1B에서 총 39시행(전체 시행 중 0.21%)가 결과분석에서 제외되었다. 사후 다중비교에 의한 1종 오류의 가능성이 존재하는 경우 Bonferroni 교정을 이용, 보수적인 유의확률 기준을 사용하였다.

### 실험 1A

**오류율.** 출현확률 과제에서의 표적 빈도에 따른 실험 1A의 출현확률 및 중립확률 과제의 탐색 오류율을 그림 2A에 도해하였다. 먼저 개체 간 요인인 표적 출현확률(저빈도, 중립빈도, 고빈도)과 개체 내 요인인 과제유형(출현확률 과제, 중립확률 과제) 및 표적유무(표적 있음, 표적없음)에 따른 삼원 변량분석(3-way ANOVA)를 실시한 결과, 유의미한 삼원 상호작용이 관찰되었으며 [ $F(2, 51) = 44.88, p < .001, \eta_p^2 = .64$ ] 표적 출현확률과 과제유형,

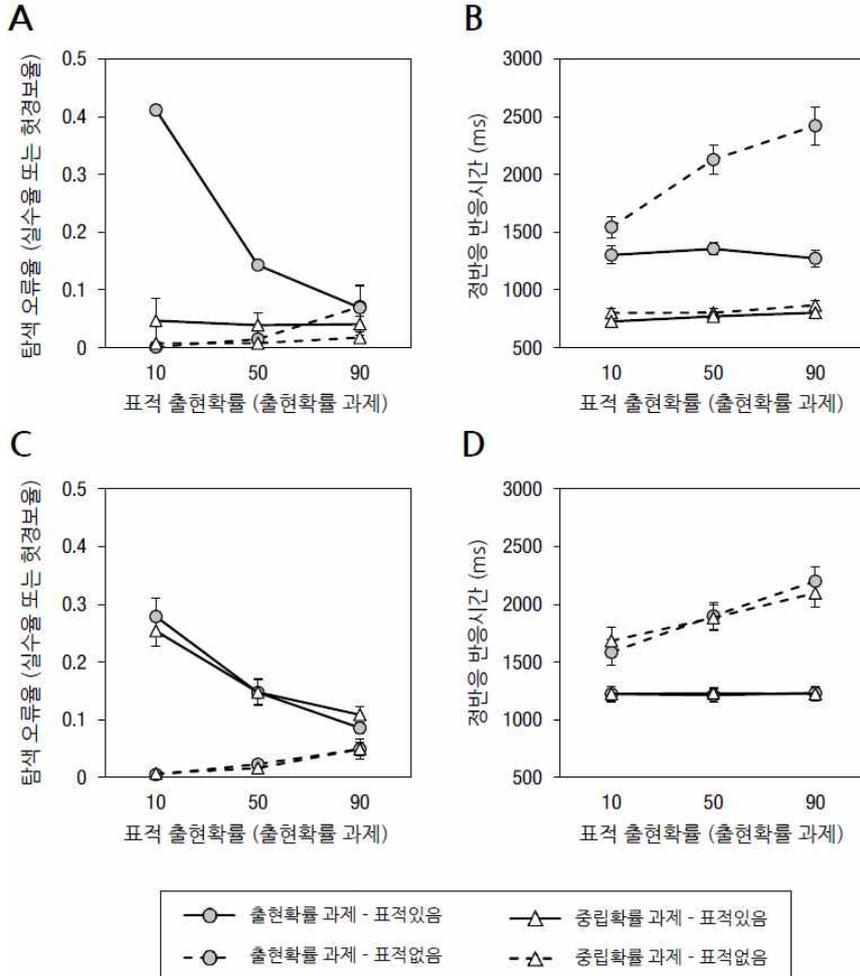


그림 2. 표적 출현확률, 과제유형, 그리고 표적유무에 따른 실험 1A의 탐색 오류율(A)과 정반응 반응시간(B) 및 실험 1B의 탐색 오류율(C)과 정반응 반응시간(D). 가로 축의 표적 출현확률은 출현확률 과제에 처치된 것으로 각 경우 중립확률 과제에서의 표적 출현확률은 50%로 동일하다. 오차막대는 표준오차 (SEM)를 의미함.

표적 출현확률과 표적유무, 그리고 과제유형과 표적유무의 이원 상호작용( $F > 21.83$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 > .46$ ) 및 모든 요인의 주효과 역시 유의미하였다( $F > 13.11$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 > .34$ ).

다음으로 각각의 과제유형에서 표적 출현확

률과 표적유무에 따른 탐색 오류율을 비교하였다. 출현확률 과제의 경우 표적 출현확률의 주효과( $F(2, 51) = 18.26$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .42$ )와 표적유무의 주효과( $F(1, 51) = 75.35$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .60$ )가 관찰되었으며, 두 요인 간 상호작용 역시 유의미하였다( $F(2, 51) = 41.19$ ,

$p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .62$ ). 표적 출현확률은 표적유무에 따른 실수율( $R2$ , 51) = 45.16,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .64$ )과 헛경보율( $R2$ , 51) = 5.33,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2 = .17$ ) 모두에 영향을 주었으나 효과의 방향성에 있어 상반된다. 이는 표적 출현확률에 따른 독립표본 차이검정에서 실수율은 표적이 드물게 출현할수록(저빈도, 중립빈도, 고빈도 순;  $t > 2.97$ ,  $ps < .01$ ), 그리고 헛경보율은 표적이 빈번하게 출현할수록 유의미하게 증가한(고빈도, 중립빈도, 저빈도 순;  $t > 2.10$ ,  $ps < .05$ ) 결과에 의해 지지된다. 이처럼 표적의 제시빈도에 따른 실수율과 헛경보율의 교환은 출현확률 과제에서 일반적인 표적 출현확률 효과가 발생하였음을 의미한다.

중립확률 과제에서는 출현확률 과제에서와 달리 표적유무 요인에서만 유의미한 주효과 [ $F(1, 51) = 27.87$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .35$ ]가 관찰된 반면, 표적 출현확률의 주효과 [ $R2$ , 51) = 0.25,  $p = .778$ ,  $\eta_p^2 = .01$ ] 및 둘 간의 상호작용은 유의미하지 않았다 [ $R2$ , 51) = 0.61,  $p = .547$ ,  $\eta_p^2 = .02$ ]. 이는 참가자들이 중립확률 과제를 수행함에 있어 함께 수행되는 출현확률 과제에서 촉발된 의사결정 기준의 변화가 영향을 미치지 않았음을 의미한다.

**반응시간.** 실험 1A의 출현확률 및 중립확률 과제에서 관찰된 조건 별 평균 정반응 반응시간(적중 및 정확한 기각)을 그림 2B에 도해하였다. 표적 출현확률과 과제유형 그리고 표적유무 요인 간 유의미한 삼원 상호작용 [ $R2$ , 51) = 32.87,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .56$ ]과 더불어 표적 출현확률과 과제유형, 표적 출현확률과 표적유무, 과제유형과 표적유무의 이원상

호작용( $F > 5.17$ ,  $ps < .01$ ,  $\eta_p^2s > .16$ ), 그리고 모든 요인의 주효과는 유의미하였다( $F > 5.41$ ,  $ps < .01$ ,  $\eta_p^2s > .17$ ).

오류율 분석과 마찬가지로 개별 과제유형에서 표적 출현확률과 표적유무에 따른 정반응 반응시간 양상을 비교하였다. 출현확률 과제에서 표적 출현확률의 주효과 [ $R2$ , 51) = 5.75,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2 = .18$ ]와 표적유무의 주효과 [ $R1$ , 51) = 245.86,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .83$ ], 그리고 둘 간의 상호작용은 모두 유의미하였다 [ $R2$ , 51) = 33.78,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .57$ ]. 이와 같은 상호작용은 표적 출현확률의 효과가 표적없음-정확한 기각 반응시간에만 유의미한 영향을 준 반면 [ $R2$ , 51) = 12.74,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .33$ ], 표적있음-적중 반응시간에는 영향을 주지 않았음에 기인한다 [ $R2$ , 51) = 0.34,  $p = .714$ ,  $\eta_p^2 = .01$ ]. 이는 표적 출현확률이 증가할수록 탐색종료 역치가 보수적이므로 정확한 기각 반응을 위한 소요시간이 증가하는 반면 탐색 배열상 제시된 표적에 대한 적중 반응시간은 출현확률과 관계없이 일정함을 보고한 선행 연구와 일치하는 결과이다(박형범 등, 2015; Wolfe & Van Wert, 2010).

반면 중립확률 과제에서는 표적유무의 주효과만이 관찰되었으며 [ $F(1, 51) = 19.31$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .28$ ], 표적 출현확률의 주효과 [ $R2$ , 51) = 1.37,  $p = .264$ ,  $\eta_p^2 = .05$ ] 및 표적유무와 표적 출현확률 간의 상호작용은 유의미하지 않았다 [ $R2$ , 51) = 0.99,  $p = .378$ ,  $\eta_p^2 = .04$ ]. 또한 표적유무에 따른 정확한 기각 및 적중 반응시간 각각에서도 표적 출현확률의 효과가 관찰되지 않았다 ( $F < 1.76$ ,  $ps > .18$ ,  $\eta_p^2s < .07$ ). 중립확률 과제에서 관찰된 오류율

및 반응시간 분석결과는 참가자들이 집단 별로 할당된 출현확률에 의해 출현확률 과제에서 시각탐색 의사결정의 변화를 보였으나 이 과정에서 수립된 탐색 전략이 함께 수행되는 중립확률 과제가 적어도 출현확률 과제와 지각적으로 분명히 구분되는 자극으로 구성된 경우 탐색수행에 영향을 미치지 않았음을 의미한다.

### 실험 1B

**오류율.** 출현확률 과제에서의 표적 빈도에 따른 실험 1B의 출현확률 및 중립확률 과제의 탐색 오류율을 그림 2C에 도해하였다. 표적 출현확률, 과제유형, 그리고 표적유무 요인 간 삼원 상호작용 및 과제유형과 표적 출현확률, 과제유형과 표적유무의 이원 상호작용은 모두 유의미하지 않은 반면( $F < 1.84$ ,  $p > .169$ ,  $\eta_p^2 < .07$ ), 표적 출현확률과 표적유무 요인 간의 이원 상호작용만이 관찰되었다( $R^2, 51) = 26.72$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .51$ ). 이는 과제유형 요인의 주효과 기여에 기인하며( $R^2, 51) = 0.03$ ,  $p = .859$ ,  $\eta_p^2 = .00$ ), 표적유무와 표적 출현확률은 모두 탐색 수행에 영향을 주었음이 확인되었다( $F > 7.72$ ,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2 > .23$ ).

이어서 개별 과제별로 표적 출현확률과 표적유무에 따른 탐색 오류율을 비교하였다. 출현확률 과제에서 표적 출현확률과 표적유무의 주효과 및 두 요인 간 상호작용은 모두 유의미하였다( $F > 8.27$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 > .24$ ). 이와 같은 상호작용은 표적 출현확률이 실수율과 헛경보율에 상반된 영향을 주었음을 의미한다( $F > 3.85$ ,  $p < .05$ ,  $\eta_p^2 > .13$ ). 구체적으로 표적 출현확률이 증가할수록 실수율이

감소하는 반면(저빈도 대 중립빈도에서  $t(34) = -3.42$ ,  $p < .01$ ; 중립빈도 대 고빈도에서  $t(34) = -2.60$ ,  $p < .05$ ), 헛경보율은 증가하는 경향성이 관찰되었다(저빈도 대 중립빈도에서  $t(34) = 2.37$ ,  $p < .05$ ; 중립빈도 대 고빈도의 경우 유의미성에 도달하지 못함,  $t(34) = 1.34$ ,  $p = .191$ ). 이러한 결과는 실험 1A에서와 마찬가지로 출현확률 과제에서 일반적인 표적 출현확률 효과가 발생하였음을 의미한다.

반면 실험 1A에서와 달리 출현확률 과제에서의 표적 제시빈도는 함께 수행되는 중립확률 과제에서의 탐색 수행에 영향을 주었음이 관찰되었다. 이는 중립확률 과제에서 표적유무와 표적 출현확률의 유의미한 상호작용( $R^2, 51) = 17.24$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .40$ ) 및 표적유무의 주효과( $R^2, 51) = 122.38$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .71$ )와 표적 출현확률의 주효과( $R^2, 51) = 5.60$ ,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2 = .180$ )에 의해 지지된다. 표적 출현확률의 주효과는 실수율과 헛경보율 모두에 영향을 주었으며( $F > 6.99$ ,  $p < .01$ ,  $\eta_p^2 > .21$ ), 출현확률 과제와 마찬가지로 저빈도 대 중립빈도 간 실수율의 감소( $t(34) = -2.97$ ,  $p < .01$ ) 및 중립빈도 대 고빈도 간 헛경보율의 증가를 초래하였다( $t(34) = 2.28$ ,  $p < .05$ ).

**반응시간.** 실험 1B의 출현확률 및 중립확률 과제에서 관찰된 조건 별 평균 정반응 반응시간(적중 및 정확한 기각)을 그림 2D에 도해하였다. 표적 출현확률과 과제유형, 표적유무 요인 간 삼원 상호작용이 관찰되었으며( $R^2, 51) = 10.38$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .29$ ), 과제유형과 표적유무를 제외한( $R^2, 51) = 1.03$ ,  $p$

= .316,  $\eta_p^2 = .02$ ] 표적 출현확률과 과제유형, 그리고 표적 출현확률과 표적유무 요인 간 이원 상호작용이 관찰되었다( $F > 8.45$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 > .24$ ). 표적유무의 유의미한 주효과가 관찰된 반면( $F(1, 51) = 286.65$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .85$ ). 표적 출현확률과 과제유형의 주효과는 관찰되지 않았다( $F < 2.20$ ,  $p > .122$ ,  $\eta_p^2 < .079$ ).

출현확률 과제에서 표적유무와 표적 출현확률의 유의미한 상호작용이 관찰되었다( $F(2, 51) = 17.17$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .40$ ). 표적유무의 주효과는 유의미한 반면( $F(1, 51) = 268.21$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .82$ ), 표적 출현확률의 주효과에서는 경향성만이 관찰되었는데( $F(2, 51) = 3.15$ ,  $p = .051$ ,  $\eta_p^2 = .11$ ), 이는 표적 출현확률이 정확한 기각 반응시간에만 영향을 미치는 반면( $F(2, 51) = 6.42$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .20$ ), 적중 반응시간은 표적 출현확률과 관계없이 일정하기 때문이다( $F(2, 51) = 0.04$ ,  $p = .960$ ,  $\eta_p^2 = .001$ ).

오류율 분석에서 관찰된 중립확률 과제에서의 탐색 수행 변화와 마찬가지로, 각 참가자 집단이 할당된 출현확률 과제에서의 표적 출현확률은 표적이 제시되는 빈도가 전체 시행에서 절반으로 고정된 중립과제의 정반응 반응시간에도 영향을 주었다. 중립확률 과제에서 표적 출현확률과 표적유무의 유의미한 상호작용( $F(2, 51) = 9.32$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .27$ ) 및 표적유무의 주효과( $F(1, 51) = 282.81$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .85$ )가 관찰되었으며, 표적 출현확률의 주효과는 유의미하지 않았다( $F(2, 51) = 1.35$ ,  $p = .269$ ,  $\eta_p^2 = .05$ ). 표적 유무별로 표적 출현확률의 주효과를 분석한 결과, 출현확

률 과제에 부여된 표적 출현확률은 함께 수행되는 중립확률 과제의 정확한 기각 반응시간에서도 어느 정도의 영향을 초래하였음이 관찰되었으며( $F(2, 51) = 3.03$ ,  $p = .057$ ,  $\eta_p^2 = .11$ ), 적중 반응시간과는 무관하였다( $F(2, 51) = 0.00$ ,  $p = .996$ ,  $\eta_p^2 = .001$ ). 이는 출현확률 과제에서의 표적 출현확률 주효과와 유사한 패턴으로, 중립확률 과제에서 표적이 제시되지 않았을 때 개별 항목에 대한 표적여부 판단 이후 표적 없음으로 반응하는 데 소요되는 시간이 출현확률 과제에서의 반응양상과 유사하였음을 의미한다.

**의사결정 기준 전이 가설 vs. 합산 출현확률 가설.**

오류율과 반응시간으로부터 관찰된 결과는 개별 참가자가 할당된 출현확률 과제에서 유발된 표적 출현확률 효과가 함께 수행되는 중립확률 과제의 시각탐색 의사결정 기준에도 변화를 초래하였으므로 해석될 수 있다. 그러나 실험 1B에서는 출현확률과 중립확률 과제 간에 지각적으로 동일한 자극구성이 이루어졌다는 점에서 실험 1A와 다르다. 따라서 출현확률 효과가 중립확률 과제로 전이되었다기보다는 단순히 참가자들이 좌우 시야에 분리되어 제시되는 두 가지 개별 과제의 구분에 실패함에 따라 과제유형에 관계없이 전체 시행에서 평균적인 출현확률에 근거한 탐색수행을 보였을 가능성 역시 존재한다. 만약 중립확률 과제에서 관찰된 탐색수행 변화가 이와 같은 합산 출현확률(summed-prevalence)에 기인하였을 경우, 동일한 출현확률에 할당된 참가자 집단 내에서 출현확률 과제와 중립확률 과제 간 탐색 수행에 차이가 없을 것으로 예

상할 수 있다. 이러한 가능성을 검증하기 위해 표적 출현확률 효과가 관찰된 저빈도와 고빈도의 정확한 기각 반응시간(그림 2D) 각각에 대해 출현확률 과제와 중립확률 과제 간 대응표본 차이검증을 실시한 결과, 저빈도에서 출현확률 과제의 정확한 기각 반응시간은 중립확률 과제에 비해 더욱 신속하였으며( $t(17) = -3.85, p < .01$ ) 고빈도의 경우 출현확률 과제에서 중립확률 과제 대비 더욱 지연되었다( $t(17) = 3.51, p < .01$ ). 이러한 결과는 출현확률 과제에서 관찰되는 표적 출현확률 효과가 중립확률 과제에서의 그것보다 더욱 분명하였음과 더불어 참가자들이 단순히 두 가지 과제 간의 평균 출현확률에 근거한 단일 탐색과제의 형태로 반응하지 않았을 가능성을 제안한다.

그러나 동시에 실험 1B의 저빈도와 고빈도 집단에서 출현확률 과제의 표적없음 시행 수는 각각 153시행과 17시행인 반면 중립확률 과제에서는 항상 85시행으로 고정되므로, 저빈도 및 고빈도 집단에서 관찰된 출현확률 과제와 중립확률 과제 간 정확한 기각 반응시간의 유의미한 차이는 표본 시행 수 차이에 근거한 평균으로의 회귀 현상일 가능성 역시 존재한다. 따라서 의사결정 기준 전이 가설과 합산 출현확률 가설을 보다 분명하게 검증하

기 위해서는 표적유무 및 반응의 정확성과 관계없이 참가자들이 실제 ‘표적있음’ 또는 ‘표적없음’으로 반응한 비율을 고려할 필요가 있다. 다시 말해 만약 참가자들이 두 과제 간 평균적인 출현확률에 의존하여 반응을 선택하였을 경우, 전체 시행 내에서 표적있음과 표적없음 반응비율은 각각 출현확률 과제와 중립확률 과제 간에 서로 유사할 것이다.

이러한 가능성을 검증하기 위해 표 1에 전체 시행 내 참가자들의 표적 있음/없음 반응 비율을 과제유형에 따라 도해하였다. 먼저 개별 참가자 집단별 표적있음 반응비율에 대해 출현확률 과제와 중립확률 과제 간 차이검증을 실시한 결과, 저빈도( $t(17) = -24.39, p < .001$ )와 고빈도 집단( $t(17) = 33.65, p < .001$ )에서 각각 유의미한 차이가 관찰되었으며 중립빈도 집단에서는 서로 간에 유사하였다( $t(17) = 0.49, p = .630$ ). 표적없음 반응비율에서도 마찬가지로 출현확률 과제와 중립확률 과제 간 유의미한 차이는 저빈도 집단( $t(17) = 24.39, p < .001$ )과 고빈도 집단( $t(17) = -33.65, p < .001$ )에서 관찰되었으며 중립빈도 집단에서는 서로 간에 유사하였다( $t(17) = -0.49, p = .502$ ). 저빈도 및 고빈도 집단에서 관찰된 출현확률 과제와 중립확률 과제 간 유의미한 표적있음 및 표적없음 반응비율의 차이는 실험

표 1. 실험 1B에서 관찰된 전체 시행 내 표적있음 및 표적없음 반응 비율(%) 및 표준편차(±)

참가자 집단	표적있음 반응비율(%)		표적없음 반응비율(%)		합계(%)
	출현확률과제	중립확률 과제	출현확률 과제	중립확률 과제	
저빈도	3.82 ± 0.69	18.81 ± 2.90	46.18 ± 0.69	31.19 ± 2.90	100
중립빈도	21.86 ± 1.77	21.76 ± 2.06	28.12 ± 1.77	28.25 ± 2.06	100
고빈도	41.39 ± 1.99	23.51 ± 2.28	8.61 ± 1.99	26.49 ± 2.28	100

1B에서 참가자들이 지각적으로 동일한 두 과제의 구분에 실패함에 따라 평균적인 표적 출현확률에 기반을 둔 반응선택을 하였을 가능성을 기각함과 더불어 출현확률 과제로부터 수립된 의사결정 기준이 중립확률 과제의 반응선택에 부분적인 왜곡을 초래하였을 가능성을 지지한다.

## 논 의

일상생활에서 이루어지는 시각탐색 상황에서 탐색 대상이 제시될 확률은 대개 중립적이라기보다는 상황에 따라 다양하며 매우 드물거나 빈번하게 출현하는 경우 역시 존재한다. 이처럼 비중립적 표적 출현확률에 따른 시각탐색 정보처리 특성은 최근 인지 및 실험심리학 분야에서 중요한 연구 주제로 부각되었는데, 이는 매우 드물게 제시되는 표적에 대한 탐지에 실패하는 실수율의 증가가 현실 상황에서의 안전진단이나 공항 보안검색과 같은 위협요소 탐색과도 밀접하게 관련되기 때문이다(Gur et al., 2004; Wolfe et al., 2005, 2007).

표적 출현확률 효과에 관한 선행연구들은 시행을 거듭함에 따라 표적의 잠재적 출현확률에 대한 실험 참가자의 추정이 시각탐색 의사결정 기준에 변화를 초래하며(Ishibashi, Kita, & Wolfe, 2012), 이는 출현확률이 개별 참가자 내에서 순차적으로 변화하는 경우에도 적용됨을 보고하였다(Wolfe & Van Wert, 2010). 주어진 표적 출현확률에 의해 현재 수행되는 시각탐색에서의 의사결정 기준이 수립된다는 점에 착안하여 본 연구에서는 서로 상이한 표적 출현확률을 지닌 개별적 시각탐색 과제가 반복

적으로 수행될 경우 표적 출현확률이 드물거나 또는 빈번하게 제시되는 과제로부터 유발된 의사결정 기준이 중립확률로 표적이 출현하는 또다른 탐색과제 수행에 영향을 미치는지의 여부를 조사하였다. 추가적으로, 이와 같은 표적 출현확률 효과의 전이 여부에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 개별 과제 간 탐색항목의 지각적 속성을 서로 상이하거나(실험 1A) 동일하도록(실험 1B) 처치하였다.

출현확률 과제와 중립확률 과제 간 자극 구성이 서로 상이한 실험 1A에서는 출현확률 과제에서 표적 출현빈도에 따른 탐색 수행의 변화가 관찰되었으나, 이것이 함께 수행되는 중립확률 과제에서의 시각탐색에 영향을 주지 않았음이 관찰되었다. 반면 과제 간 동일한 자극을 부여한 실험 1B의 경우 중립확률 과제에서의 탐색 수행은 표적이 항상 절반의 시행에서 출현함에도 불구하고 각 참가자 집단이 할당된 출현확률 과제에서의 탐색 수행과 유사한 패턴으로 관찰되었다.

실험 1A에서 관찰된 표적 출현확률 효과 전이현상의 부재, 즉 중립확률 과제에서의 독립적 탐색수행은 해당 과제에 부여된 자극 속성 측면에서 출현확률 과제에 비해 상대적으로 낮은 탐색 난이도에 기인할 가능성이 있다. 그러나 서론에서 언급한 바와 같이 실험 1A의 중립확률 과제로 사용된 결합 세부특징 탐색은 방해자극과 탐색 표적이 동일한 세부특징을 공유하므로 관찰자의 주의를 개별 항목에 순차적으로 이동하는 자기종료 탐색을 유도한다는 점에서 출현확률 과제로 사용된 공간구조 탐색과 동일한 탐색 정보처리가 요구된다(Chun & Wolfe, 1996; Nakayama & Silverman,

1986; Treisman, 1988). 따라서 실험 1A의 출현 확률 과제와 중립확률 과제 간 탐색항목의 물리적 속성에 따른 난이도 차이가 존재하더라도 각각의 탐색과제 유형은 비중립적 표적 출현의 영향 아래 표적 출현확률 효과를 초래하는 것으로 간주할 수 있다. 일례로 방위 차원만으로 이루어진 단순 세부특징 탐색에서도 표적 출현확률 효과가 관찰됨을 보고한 선행연구를 고려할 때(Rich, Kunar, Van Wert, Hidalgo-Sotelo, Horowitz, & Wolfe, 2008), 실험 1A와 1B 간 행동결과의 차이, 즉 실험 1B에 한하여 관찰된 표적 출현확률에 따른 의사결정 기준의 전이현상은 출현확률 과제와 중립확률 과제 간의 난이도 차이에 따른 결과라기 보다는 기본적으로 과제 간 탐색항목의 지각적 유사성 요인에 근거하는 것으로 해석될 수 있다. 그러나 본 연구에서는 실험 1A의 두 과제 간 탐색자극 유형에 대한 실질적 교차검증이 이루어지지 않았으므로 지각적 유사성 요인으로부터 탐색 난이도 차이를 완전히 배제할 수 없는 제한점이 있다.

실험 1B에서 관찰된 출현확률 집단 간 중립확률 과제 수행의 변화는 적어도 두 과제 간 탐색자극이 지각적으로 동일한 경우 출현확률 과제에서 형성된 의사결정 기준의 변화가 중립확률로 전이됨에 따라 중립적 표적 출현에 대한 반응선택에 왜곡을 초래할 수 있음을 시사한다. 그러나 동시에, 시야 좌우에 제시되는 두 과제 간 동일한 탐색자극의 사용은 참가자로 하여금 개별 과제 간 표적 출현빈도의 구분에 실패함에 따라 평균적 출현확률에 기반을 둔 단일 탐색과제의 형태로 표적유무 반응을 선택하게끔 유도하였을 가능성 역시

배제할 수 없다. 그러나 참가자가 단순히 두 과제를 마치 한 가지 과제로 혼동함에 따라 과제 간 출현확률이 합산된 형태로 의사결정 기준을 수립하였을 가능성은 실험 1B의 저빈도 및 고빈도 참가자 집단에서 출현확률 과제와 중립확률 과제 간 정확한 기각 반응시간 및 전체 시행 내 표적있음 또는 표적없음 반응비율의 유의미한 차이를 설명하기에 어려움이 있다.

한 가지 대안적 해석은 두 가지 과제가 동일한 탐색 표적을 공유함에 따라 참가자들이 개별 탐색과제에 분리된 의사결정 기준을 적용하는 데 어려움이 생겼을 가능성이다. 시각 탐색을 수행하는 데 있어 시각작업기억(visual working memory)은 탐색 표적에 관한 다양한 정보를 활성화하여 하향식 처리에 기반한 주의이동 및 안구운동을 인도(guidance) 하는 것으로 알려져 있다(Cosman & Vecera, 2011; Desimone & Duncan, 1995; Hollingworth, Richard, & Luck, 2008; Soto, Humphreys, & Heinke, 2006; Woodman & Arita, 2011). 시각작업기억을 통한 표적 형판(target template) 또는 표적 표상(target representation)의 활용이 현재 수행되는 시각탐색 과제에서의 탐색 정보처리에 핵심적인 역할을 한다는 점을 고려할 경우, 본 연구의 실험 1B에서 두 개별 탐색과제가 표적의 출현확률이 서로 크게 차이남에도 불구하고 독립적인 탐색에 실패한 반면 실험 1A에서는 개별적 표적 형판에 기반을 두어 각 과제의 표적 출현확률에 따라 독립적 탐색수행을 보였다는 해석이 가능하다. 그러나 본 연구에서 활용된 자극구성에서는 이를 분명히 확인할 수 없으므로 추후 연구에서는 표적 출현확률이 서로

상이한 개별 탐색과제에서 탐색자극이 지각적으로 분명히 구분되나 표적의 주요 세부특징(target-relevant feature) 차원에서 동일하도록 처치함으로써 공유된 표적 형판 요인이 출현확률을 효과의 전이현상에 미치는 영향을 조사할 필요가 있다.

### 참고문헌

- 박형범, 손한결, 현주석 (2015). 표적 출현확률에 따른 시각탐색 정보처리 특성. *인지과학*, 26(3), 357-375.
- Brockmole, J. R., & Henderson, J. M. (2006). Using real-world scenes as contextual cues for search. *Visual Cognition*, 13(1), 99-108.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological review*, 97(4), 523-547.
- Chen, X., & Zelinsky, G. J. (2006). Real-world visual search is dominated by top-down guidance. *Vision research*, 46(24), 4118-4133.
- Chun, M. M., & Wolfe, J. M. (1996). Just say no: How are visual searches terminated when there is no target present?. *Cognitive psychology*, 30(1), 39-78.
- Cosman, J. D., & Vecera, S. P. (2011). The contents of visual working memory reduce uncertainty during visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(4), 996-1002.
- Courtney, S. M. (2004). Attention and cognitive control as emergent properties of information representation in working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4(4), 501-516.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual review of neuroscience*, 18(1), 193-222.
- Fleck, M. S., & Mitroff, S. R. (2007). Rare targets are rarely missed in correctable search. *Psychological Science*, 18(11), 943-947.
- Godwin, H. J., Menneer, T., Cave, K. R., & Donnelly, N. (2010). Dual-target search for high and low prevalence X-ray threat targets. *Visual Cognition*, 18(10), 1439-1463.
- Godwin, H. J., Menneer, T., Cave, K. R., Helman, S., Way, R. L., & Donnelly, N. (2010). The impact of relative prevalence on dual-target search for threat items from airport X-ray screening. *Acta psychologica*, 134(1), 79-84.
- Godwin, H. J., Menneer, T., Cave, K. R., Thaibsyah, M., & Donnelly, N. (2014). The effects of increasing target prevalence on information processing during visual search. *Psychonomic bulletin & review*, 22(2), 469-475.
- Gur, D., Sunkin, J. H., Rockette, H. E., Ganott, M., Hakim, C., Hardesty, L., Poller, W. R., Shah, Raran., & Wallace, L. (2004). Changes in breast cancer detection and mammography recall rates after the introduction of a computer-aided detection system. *Journal of the National Cancer Institute*, 96(3), 185-190.
- Hollingworth, A., Richard, A. M., & Luck, S. J. (2008). Understanding the Function of Visual Short-Term Memory: Transsaccadic Memory, Object Correspondence, and Gaze Correction. *Journal of Experimental Psychology: General*,

- 137(1), 163-181.
- Ishibashi, K., Kita, S., & Wolfe, J. M. (2012). The effects of local prevalence and explicit expectations on search termination times. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(1), 115-123.
- Itti, L., & Koch, C. (2001). Computational modelling of visual attention. *Nature reviews neuroscience*, 2(3), 194-203.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: the contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(1), 47-70.
- Menneer, T., Barrett, D. J., Phillips, L., Donnelly, N., & Cave, K. R. (2007). Costs in searching for two targets: Dividing search across target types could improve airport security screening. *Applied Cognitive Psychology*, 21(7), 915-932.
- Nakayama, K., & Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature*, 320(6059), 264-265.
- Reynolds, J. H., & Chelazzi, L. (2004). Attentional modulation of visual processing. *Annual review of neuroscience*, 27(1), 611-647.
- Rich, A. N., Kunar, M. A., Van Wert, M. J., Hidalgo-Sotelo, B., Horowitz, T. S., & Wolfe, J. M. (2008). Why do we miss rare targets? Exploring the boundaries of the low prevalence effect. *Journal of Vision*, 8(15), 15-15.
- Soto, D., Humphreys, G. W., & Heinke, D. (2006). Working memory can guide pop-out search. *Vision research*, 46(6), 1010-1018.
- Stroud, M. J., Menneer, T., Cave, K. R., & Donnelly, N. (2012). Using the Dual-Target Cost to Explore the Nature of Search Target Representations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(1), 113-122.
- Torralba, A., Oliva, A., Castelano, M. S., & Henderson, J. M. (2006). Contextual Guidance of Eye Movements and Attention in Real-World Scenes: The Role of Global Features in Object Search. *Psychological Review*, 113(4), 766-786.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97-136.
- Treisman, A. (1988). Features and objects: The fourteenth Bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40(2), 201-237.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0 a revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(2), 202-238.
- Wolfe, J. M., & Horowitz, T. S. (2004). What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it?. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(6), 495-501.
- Wolfe, J. M., Horowitz, T. S., & Kenner, N. M. (2005). Cognitive psychology: rare items often missed in visual searches. *Nature*, 437(7041), 439-440.
- Wolfe, J. M., Horowitz, T. S., Van Wert, M. J.,

- Kenner, N. M., Place, S. S., & Kibbi, N. (2007). Low target prevalence is a stubborn source of errors in visual search tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, *136*(4), 623-638.
- Wolfe, J. M., & Van Wert, M. J. (2010). Varying target prevalence reveals two dissociable decision criteria in visual search. *Current Biology*, *20*(2), 121-124.
- Woodman, G. F., & Arita, J. T. (2011). Direct electrophysiological measurement of attentional templates in visual working memory. *Psychological Science*, *22*(2), 212-215.
- 1 차원고접수 : 2016. 01. 04  
수정원고접수 : 2016. 02. 19  
최종게재결정 : 2016. 04. 27

## Transferability of target prevalence effect across two dissociable-prevalence visual search tasks

Hyung-Bum Park

Han-gyeol Son

Joo-Seok Hyun

Department of Psychology, Chung-Ang University

In our real-world visual searches, a target object is present with varied probability rather than with even probability. Recent studies have reported that the proportion of target presentation affects visual search performance via a shift of decision criteria. The present study investigated the transferability of this target prevalence effects across two dissociable-prevalence search tasks concurrently performed within a period. We examined this by conducting two separate visual searches where one emerge a varied-prevalence (10, 50, or 90%; prevalence task) whereas the other has a fixed-prevalence at 50% (neutral task). Each task was presented at the unihemifield in a random-order in whole trials. In addition, we assumed that the transferability of prevalence effect may depend on the perceptual similarity across the tasks. The results showed that search performance for the neutral task followed that for the prevalence task when the search stimuli set was perceptually identical across the tasks (Experiment 1B), whereas was independent from the prevalence task when the stimuli were perceptually distinct across the tasks (Experiment 1A). These results indicate that observers could fail to adaptively separate their decision criteria when they engaged in multiple-visual searches each has different probability of target presentation, at least under circumstances in which interferences on perceptual separation across the tasks exist.

*Key words* : visual search, target prevalence, decision criteria