

돋음색 훈련을 통한 주의 깜박임 제거 효과의 전이 가능성*

최 훈* 홍 락 균

한림대학교 심리학과

일련의 시각 자극들이 짧은 시간에 연달아 제시되는 신속순차제시에서 두 개의 특정 표적을 식별해 내는 과제를 수행할 때, 첫 번째 표적 제시 후 500ms 이내에 두 번째 표적이 제시되면 두 번째 표적의 식별이 어려워지는 현상을 주의 깜박임이라고 한다. 최근 연구는 주의 깜박임 효과가 일명 돋음색 훈련이라고 하는 훈련 과정을 거치면 제거 될 수 있다고 주장하였다. 신속순차제시의 두 번째 표적을 다른 자극들과는 다른 색(돋음색)으로 제시하여 현출성을 높여 쉽게 식별되도록 한 후, 반복하여 노출시키는 돋음색 훈련이 후에, 두 번째 표적이 돋음색으로 제시되지 않아도 쉽게 식별할 수 있었다. 본 연구는 돋음색 훈련의 효과가 훈련에 사용되지 않은 표적-방해자극세트를 사용한 경우에도 발생 가능한지 여부를 확인하였다. 돋음색 훈련 회기에 영어문자표적-숫자방해자극으로 구성된 신속순차제시를 사용한 실험 1에서는 돋음색 훈련 효과 자체가 발생하지 않았다. 반면, 실험 2에서는 숫자표적-영어문자방해자극을 사용한 돋음색 훈련 후, 영어문자표적-숫자방해자극의 신속순차제시에서도 주의 깜박임 효과가 제거되었다. 이는 돋음색 훈련 효과가 훈련 회기 중 사용되지 않은 조건으로도 전이 될 수 있음을 보여주며, 돋음색 훈련이 표적을 탐지하고 방해자극을 억제하는 주의 통제 기제에 영향을 끼친다는 기존의 가설을 지지하였다. 한편, 돋음색 훈련 효과가 발생되지 않은 실험 1의 결과는 돋음색 훈련 효과가 발생하는 조건에 대한 추가적인 단서를 제공하며, 돋음색 훈련 효과에 대한 보다 체계적인 후속 연구가 필요함을 보여주었다.

주제어 : 시각 주의, 주의 깜박임, 시각 훈련, 돋음색 훈련

* 본 연구는 한림대학교 교비학술연구과제의 지원(HRF-201303-001) 및 2014년도 정부(교육부) 재원의 한국연구재단 지원(NRF-2014S1A5A8018841)을 받아 수행되었다.

자료 수집에 도움을 준 한현주에게 감사의 뜻을 전한다.

† 교신저자 : 최 훈, 한림대학교 심리학과, (200-702) 강원도 춘천시 한림대학길 1

E-mail : hoonchoi@hallym.ac.kr

수많은 물체들이 시시각각으로 변하는 시각 환경을 아주 짧은 찰나의 시간 안에 성공적으로 해석해 내는 인간의 시각 기제는 무한한 능력을 가지고 있는 것처럼 보이지만, 그 능력에는 한계가 존재하며, 그 한계로 인해 모든 시각 정보가 완벽하게 처리되지 않는다. 특히 시각 주의(visual attention)는 이와 같은 한계의 주요한 근원 중 하나로 간주 되었다. 일련의 시각 자극들이 순차적으로 짧은 시각 동안 연달아 제시되는 신속순차제시(rapid serial visual presentation, RSVP)에서 특정 표적을 탐지해 내는 과제를 실시할 때 첫 번째 표적(T1)의 제시 후 500ms 이내에 두 번째 표적(T2)이 제시될 경우, T1은 쉽게 식별 할 수 있지만 T2는 쉽게 식별 하지 못한다. 이와 같은 현상을 주의 깜박임(attentional blink)이라 하며, 우리 시각 기제 중 특히 시간적 주의(temporal attention)의 한계를 보여주는 대표적인 예이다 (Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992).

주의 깜박임 효과의 기제를 이해하기 위해, 주의 깜박임 효과가 사라지거나 감소하는 조건들을 밝히는 다양한 연구들이 이루어져 왔다. 예를 들어, 과제와 상관없는 운동 자극을 RSVP의 주변에 제시하거나(Arend, Johnston, & Shapiro, 2006), T2가 제시되는 시점(time)에 대한 단서(cue)를 제공해 주는 경우(Martens & Johnson, 2005)에는 주의 깜박임 효과가 크게 약화되었다. 하지만 대부분의 연구에서 주의 깜박임 효과의 감소는 RSVP에 대한 직접적 혹은 간접적인 조작이 이루어진 경우에 발생하였다. 위와 같은 조작이 가해지지 않았을 경우 주의 깜박임 효과는 매우 강력하여 반복적인 훈련을 통해서도 감소되거나 제거되지

않음이 여러 연구들을 통해 보고되었다(Braun, 1998; Maki & Padmanabhan, 1994; Taatgen, Juvina, Schipper, Borst, & Martens, 2009).

이와 달리, 최근의 연구는 RSVP에 대해 조작을 가하지 않아도 적절한 훈련 방법을 통한 다면 주의 깜박임 효과가 제거 될 수 있음을 주장하였다(Choi, Chang, Shibata, Sasaki, & Watanabe, 2012). 저자들은 훈련 회기 동안에만 RSVP에 조작을 가하였다. 10개의 자극으로 구성된 RSVP에서 T1과 T2의 제시 시점을 고정하여, T1은 언제나 RSVP 중 두 번째 자극으로, T2는 언제나 네 번째 자극으로 제시되도록 하였다. 이에 따라 T2는 항상 T1 제시 이후 두 번째 자극이었고(Lag 2), 한 자극의 제시 시간은 100ms였으므로 두 표적 간의 자극 시차는 200ms로 고정되었다. 200ms의 자극 시차는 일반적으로 주의 깜박임 효과가 발생하는 범위 안에 속하기 때문에, T2를 식별하기 어려운 조건에 해당한다. 하지만, 연구자들은 T2를 돋음색(salient color)으로 제시하였다. T1과 RSVP 내 다른 방해자극들은 모두 하얀색이었지만, T2만은 빨간색으로 표시하여 다른 자극들에 비해 더 쉽게 눈에 띄는 현출성(salience)을 갖도록 하였다. 이에 따라 T2는 200ms의 자극시차를 가졌음에도 불구하고, 그 현출성으로 인해 주의를 포획하여, 식별이 용이하게 되었다. 훈련 기간 동안 실험 참가자들은 이 RSVP만을 반복적으로 경험하도록 하였다. 저자들은 이 훈련법을 돋음색 훈련(color-salient training)이라고 명명하였고, 훈련 효과를 측정하기 위하여 훈련 전, 후로 사전 및 사후검사를 실시하여 주의 깜박임 효과의 정도를 측정하였다. 사전 및 사후 검사에서는 돋음색 훈

런 회기와는 달리, T2를 돋음색으로 제시하지 않았고, Lag 2 뿐 아닌 여러 시점에서 제시하였다. 측정 결과, 단기간의 돋음색 훈련만으로도(최소 1일 450 시행의 훈련) 사전검사에서는 발견되었던 주의 깜박임 효과가 사후검사에서는 사라지는 것을 발견하였다. 저자들은 일련의 행동 및 신경과학적 연구를 통해, 돋음색 훈련이 전반적인 시각 기체의 능력(capacity)을 향상시켰다고 주장하였으며, 그 기본 기체로 RSVP에서 표적을 선택하고 방해자극을 억제하는 주의 통제 기체를 지목하였다.

돋음색 훈련 효과의 발견은 주의 깜박임 효과를 훈련을 통해 최초로 제거하였다는 점에서 가장 큰 의의가 있지만, 훈련 효과가 주의 통제 기체의 향상에 의한 것이라는 Choi 등(2012)의 주장은 주의 깜박임 효과의 기본 기체에 대해서도 시사하는 바가 크다. Broadbent와 Broadbent(1987)가 최초로 주의 깜박임 효과를 발견한 이후, 수많은 연구들이 주의 깜박임 효과를 연구 주제로 삼았으며, 발생 원인에 대한 다양한 이론들을 제기하였다. 이 이론들은 크게 두 가지 범주로 구분해 볼 수 있다. 첫 번째 범주의 이론들은 주의 깜박임의 발생 원인을 주의 용량의 부족에 있다고 주장하였다(Chun & Potter, 1995; Shapiro, Raymond, & Arnell, 1994; Ward, Duncan, & Shapiro, 1996). 이 이론들은 세부적인 원인은 다양하지만, 결국 T2 처리에 필요한 주의 용량이 T1 처리에 모두 사용되어서 T2 처리를 하지 못한다고 보았다. 이에 반해, 다른 연구들은 주의 깜박임의 원인으로 주의 용량 자체의 한계라기보다는 주의 통제 기체의 문제로 해석하였다(Di Lollo, Kawahara, Ghorashi, & Enns, 2005; Olivers

& Meeter, 2008). 다양하게 제시되는 시각 자극 속에서 우리의 시각 기체는 처리하여야 하는 표적은 선택하고 방해자극은 억제하는 주의 통제 기체를 이용하여 효율적으로 시각 정보를 처리하는데, RSVP에서 표적과 방해자극이 번갈아 제시되면 주의 통제 기체가 일시적으로 적절하게 작동하지 않아 T2 처리를 하지 못한다고 주장하였다. 돋음색 훈련은 시각 학습(visual learning)에 초점을 둔 연구이지만, 훈련을 통한 주의 깜박임의 제거는 주의 깜박임을 야기했던 어떤 요인이 훈련을 통해 제거되었다고 볼 수 있다는 점에서 후자의 주장을 지지한다고 할 수 있다.

저자들의 주의 통제 기체 가설에도 불구하고, 돋음색 훈련 효과의 기본 기체에 대해서는 아직 논쟁이 진행 중이다. 이 논쟁의 중요한 쟁점 중 하나는 돋음색 훈련 효과의 일반화 가능성이다. 위에서 언급했듯이, 돋음색 훈련 과정에서는 많은 요소들이 제한적이었다. RSVP에서 T1과 T2가 제시되는 시점이 항상 일정하였고, 그에 따라 훈련 시 사용되었던 두 표적 간의 시간적 거리는 항상 동일하였다(200ms의 자극 시차를 갖는 Lag 2에 T2가 제시). 이러한 특성 때문에, 최근 한 연구는 돋음색 훈련 효과가 단순한 예측(expectation) 효과를 반영한 것이라고 주장하였다(Tang, Badcock, & Visser, 2014). 돋음색 훈련에서 T2가 식별하기 쉬운 형태로 항상 동일한 시점에 제시되었기 때문에, 참가자들은 언제 T2가 제시될 것인지에 대한 예측을 할 수 있게 되어서, 돋음색을 제거한 경우에도 짧은 자극시차를 갖는 T2의 식별이 용이하게 된다고 설명하였다. 이는 T2의 제시 시점을 알려 주는 단서

(cue)가 제시 될 때 주의 깜박임 효과가 감소한다는 기존의 연구(Martens & Johnson, 2005)와도 일치한다. 단순 예측 가설에 따르면 돌음색 훈련이 갖는 제한적인 측면이 돌음색 훈련 효과의 일반화 가능성을 낮춘다. 만일 돌음색 훈련 효과가 단순한 예측 효과에 지나지 않는다면, 돌음색 훈련 효과는 T2의 제시가 예측할 수 있는 시점에 이루어 질 때에만, 다시 말하면 훈련된 자극시차를 가질 때에만 존재할 수 있다.

하지만, Choi 등(2012)은 돌음색 훈련 과정에서는 많은 요소들이 제한적이었으나, 그 훈련 효과는 제한적이지 않았다고 주장하였다. 그들은 돌음색 훈련 회기에는 여전히 T2를 Lag 2(200ms 자극시차)에 제시한 반면, 사전 및 사후검사에서는(돌음색을 갖지 않은) T2를 Lag 1에서부터 Lag 6까지 다양한 시간적 위치에서 제시하여, 훈련 효과가 훈련에 사용되지 않았던 다른 Lag에 T2가 제시될 때에도 발생하는지를 검사하였다. 실험 결과, 돌음색 훈련 이후에 T2가 훈련된 Lag(Lag 2)가 아닌 다른 Lag에 제시되더라도 T2의 식별률이 상승됨을 보였다.

그 외에도, Choi 등(2012)의 결과는 Tang 등(2014)이 제시한 단순 예측 가설과 몇 가지 점에서 상충된다. 첫째, Choi 등의 연구에서 돌음색 훈련 직후에, 훈련된 시점과 다른 시점에서 T2가 제시 되었을 때 T2의 식별률이 떨어지는 현상이 발견되었다. 이 현상은 예측 효과의 영향으로 이해될 수 있는데, 이 현상은 돌음색 훈련 이후 단기간에만 존재하며, 돌음색 훈련 효과 자체에는 영향을 끼치지 않는 것으로 보고되었다(Supporting Information 중

Procedure of Experiment 1). 둘째, 돌음색 훈련 효과는 장기간 유지되었다. Choi 등은 3일간의 돌음색 훈련을 마친 이 후에 아무런 추가적인 훈련 없이 약 2.5달 후에 다시 주의 깜박임 효과를 측정하였는데, 이때에도 돌음색 훈련 효과가 지속되는 것을 확인하였다(실험 2). 이런 점을 고려할 때, Tang 등이 제기한 단순 예측 가설은 설득력이 떨어지는 것으로 보인다. 그럼에도 불구하고, 이 주장은 돌음색 훈련이 가지고 있는 여러 가지 제한적인 측면이 훈련 효과의 일반화 가능성과 상충한다는 점을 반영한다는 점에서 의미가 있다고 할 것이다.

돌음색 훈련의 일반화 가능성을 보여주기 위한 다른 후속 연구들도 진행 되어 왔다. 최근 Choi와 Watanabe(2014)는 돌음색 훈련 효과가 다른 과제로 전이 될 수 있는지를 알아보았다. 그들은 반복맹(repetition blindness; Kanwisher, 1987)에 주목하였다. 반복맹은 RSVP에서 T1과 짧은 자극 시차를 가지고 T2가 제시 될 때 T2의 식별이 어려워지는 현상이라는 점에서 주의 깜박임과 매우 유사하다. 하지만, T1과 T2가 같은 범주의, 동일하지 않은 자극이 제시될 때 발생하는 주의 깜박임 효과와 달리 반복맹은 T1과 T2가 동일한 자극일 경우에 발생한다. 현상적인 유사함에도 불구하고 주의 깜박임과 반복맹은 서로 다른 기체에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다(Chun, 1997). Choi와 Watanabe는 T1과 동일하지 않은 T2를 사용하여 돌음색 훈련을 실시한 후, 훈련 효과가 T1과 T2가 동일한 경우에도 발생하는지를 확인하였다. 훈련 결과, 주의 깜박임은 완전히 제거되었으며, 반복맹은 완전하게 제거

되지는 않았으나, 효과의 크기가 유의미하게 감소되었다. 이와 같은 결과는 들음색 훈련의 일반화 가능성이 높다는 저자들의 주장을 지지하고 있다.

본 연구에서는 들음색 훈련의 또 다른 일반화 가능성을 검증하고자 하였다. 지금까지 들음색 훈련을 사용한 연구들에서는 들음색 훈련과 사전 및 사후검사에 사용된 RSVP의 표적과 방해자극 세트가 동일하였다. Choi 등의 최초 연구(2012)에서 들음색 훈련, 사전 및 사후검사 모두에서 RSVP의 표적은 아라비아 숫자, 방해자극은 영어 알파벳 문자였다. 훈련과 검사 간 표적-방해자극세트의 일치성은 들음색 훈련 효과가 표적-방해자극 특수성 (specificity)을 가져, 들음색 훈련과 동일한 표적-방해자극세트를 사용한 경우에만 훈련 효과가 발생할 수 있다는 가설을 제기하게 한다.

들음색 훈련 효과의 표적-방해자극 특수성을 검증하기 위하여, 본 연구에서는 들음색 훈련 효과가 훈련에서 사용되었던 표적-방해자극세트와 다른 종류의 자극세트들이 사용되었을 때도 유지될 수 있는지를 확인하였다. 구체적으로, 사전 및 사후 검사에서 들음색 훈련에 사용되었던 표적-방해자극세트의 역할을 바꾸었다. 실험 1에서는 들음색 훈련 회기의 RSVP에서 표적은 영어 알파벳 문자, 방해자극은 아라비아 숫자가 사용된 반면, 사전 및 사후검사의 RSVP에서는 거꾸로 표적으로 영어 알파벳 문자를, 방해자극으로 아라비아 숫자를 사용하여, 들음색 훈련 효과가 발생하는지를 확인하였다. 반대로 실험 2에서는 들음색 훈련 회기에는 아라비아 숫자가 표적, 영어 알파벳 문자가 방해자극으로, 사전 및

사후검사에서는 영어 알파벳 문자가 표적, 아라비아 숫자가 방해자극으로 사용되었다.

실 험 1

들음색 훈련 시 사용되었던 RSVP와 상이한 표적-방해자극세트를 가진 경우에도 들음색 훈련 효과가 유지될 수 있는지를 알아보기 위하여 실험 1에서는 들음색 훈련과 사전 및 사후검사 간 표적-방해자극을 뒤바꾸었다. 들음색 훈련 회기의 RSVP에서는 표적이 영어 알파벳 문자, 방해자극이 아라비아 숫자였던 반면, 사전 및 사후검사에서 주의 깜박임 효과를 측정할 때에 사용된 RSVP에서는 표적이 아라비아 숫자, 방해자극이 영어 알파벳 문자였다.

방 법

참가자 한림대학교에 재학 중인 학부생 혹은 대학원생 12명이 소정의 금전적 보상을 받고 실험에 참가하였다. 참가자들은 모두 시력(혹은 교정시력)이 정상이었고, 색 지각에도 이상이 없었다. 참가자들은 실험 목적을 알지 못하였으며, 한림대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 동의서에 서명하였다.

장치 본 실험은 암실에서 진행되었으며, 2.26 GHz의 CPU를 가진 맥 미니 컴퓨터가 사용되었다. 실험 자극의 생성 및 실험의 전반적인 통제는 Matlab(Mathworks, Natick, MA)에서 구동되는 Psychophysics Toolbox(Brainard, 1997; Pelli, 1997)를 통해 이루어졌다. 자극들은 1920 X

1080 픽셀의 해상도와 60Hz의 주사율을 가진 24인치 LCD 모니터에 제시되었다. 참가자들은 모니터로부터 약 56cm의 거리를 두고 앉았으며, 모니터의 자극 제시 영역은 시각각도(visual angle) 상 52° X 29°에 해당했다.

자극 각 시행에 사용된 RSVP는 모두 아홉 개의 자극으로 구성되었으며, 각 자극은 여덟 개의 아라비아 숫자(0과 1은 알파벳 O와 I와의 혼동을 피하기 위해 제외)와 22개의 영어 알파벳(B, I, O와 Q는 제외)의 대문자와 소문자 가운데에서 선택되었다. 표적으로 영어 알파벳이 사용되는 경우에는 여덟 개의 대문자(A, S, D, F, H, J, K, L)만이 사용되었다. 각 문자 혹은 숫자는 시각각도 상 0.4° X 0.6°에 해당하는 크기였다. 과제에 따라 표적과 방해 자극이 결정되었다. RSVP에 사용된 자극들은 무선적으로 선택되었으며, 한 시행에서 같은 숫자나 문자가 반복되어 사용되지는 않았다. 1.4° 시각각도에 해당하는 흰색 원 모양의 테두리 안에 한 번에 한 자극씩, 각각 100ms 동안, 아홉 개의 자극들이 연달아 제시되었다.

절차 본 실험은 사전검사 1회기, 들음색 훈련 2회기 그리고 사후검사 1회기의 순서로, 하루에 한 회기씩 총 4일 동안 시행되었다(그림 1). 참가자들은 가급적 매일 같은 시간에 실험에 참가하도록 하였으며, 2일 이상 연속하여 실험에 불참하는 경우는 허용되지 않았다.

참가자들이 수행한 과제는 제시되는 RSVP에서 표적을 식별하는 것이었다. 표적은 실험 목적에 따라 회기 또는 조건에 따라 달랐으며,

각 회기의 시작 전에 표적을 확실하게 지시하였다. 참가자들에게는 RSVP에서 표적이 한 번 혹은 두 번 제시되며, 두 개의 표적이 서로 같을 수도 있다는 것을 확실히 알려주었다. 실험의 진행은 참가자들이 스스로 진행 속도를 조절할 수 있었다. 참가자들은 키보드를 누름으로 인해 본인이 원하는 시간에 한 시행을 시작할 수 있었으며, 정해진 휴식 시간 이외에도 본인이 원하면 언제든지 충분한 휴식을 시행 사이에 가질 수 있었다. 한 시행이 시작되면, 흰 색 원 모양의 테두리가 나타나고, 200ms 이 후에 원 안에서 RSVP가 제시되었다. RSVP가 다 제시되고 나면, 참가자들은 자신이 식별 해 낸 표적을 컴퓨터 키보드를 통하여 보고하였다.

사전 및 사후검사. 실험의 첫 날, 사전검사를 통해 주의 깜박임 효과를 측정하였고, 동일한 형태의 사후검사를 실험 마지막 날에 실시하여 다시 주의 깜박임 효과를 측정하였다. 사전 및 사후검사서 측정된 주의 깜박임 효과의 차이를 통해 들음색 훈련 효과를 확인하였다.

들음색 훈련 효과의 전이 가능성을 확인하기 위하여 실험과제를 실시하였다. 실험과제의 RSVP에서 표적은 숫자였고, 방해자극은 영어 알파벳 문자였다. 이는 들음색 훈련동안 사용된 RSVP와 정반대였다. (들음색 훈련의 RSVP는 문자표적-숫자방해자극을 사용하였다.) T1은 언제나 아홉 개의 자극으로 구성된 RSVP에서 두 번째 순서에 제시된 반면, T2의 제시 위치는 주의 깜박임 효과를 측정하기 위하여 두 조건에서 다른 위치에 제시 되었다.

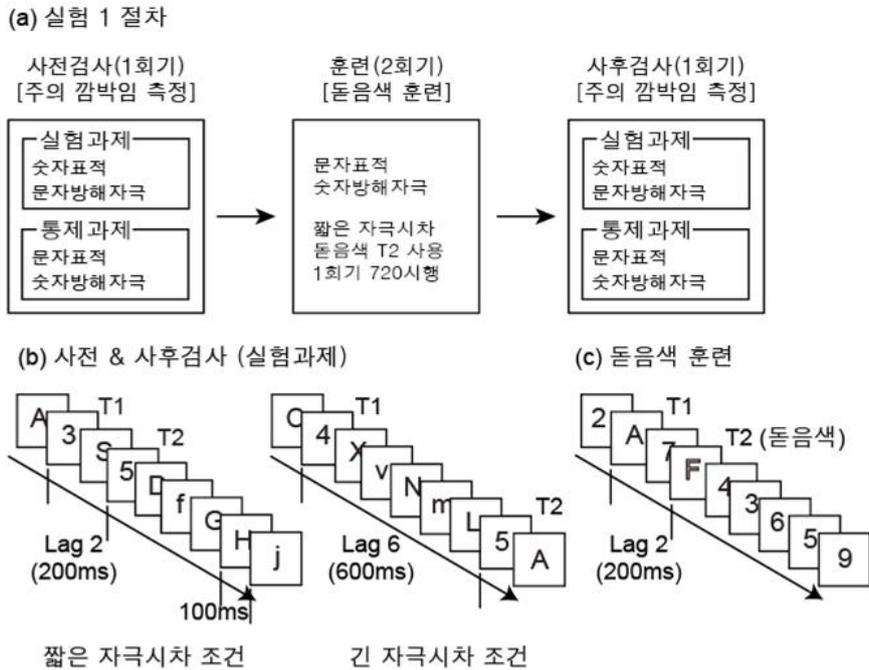


그림 1. 실험 1의 절차 및 조건. (a) 실험 1의 절차. 실험 1은 사전검사 1회기, 돋음색 훈련 2회기, 사후검사 1회기의 순서로 총 4회기에 걸쳐 진행되었다. 사전 및 사후검사에서는 주의 깜박임을 측정하였으며, 돋음색 훈련 효과 자체를 확인하기 위한 통제과제와 훈련 효과의 전이를 확인하기 위한 실험과제를 모두 실시하였다. 실험과제와 통제과제의 시행 순서는 피험자별로는 동일하여, 사전검사와 사후검사에서 동일한 순서로 진행되었으나, 피험자 간으로는 역균형화하였다. (b) 사전 및 사후검사에서 사용된 신속순차제시(RSVP)의 예. 주의 깜박임 효과를 측정하기 위하여 두 번째 표적(T2)이 Lag 2에 제시되는 짧은 자극시차 조건과 T2가 Lag 6에 제시되는 긴 자극시차 조건을 사용하였다. 주의 깜박임 효과는 두 조건 간의 차이로 정의하였다. 그림의 예는 사전 및 사후검사에서 사용된 실험과제로, 숫자가 표적, 문자가 방해자극인 RSVP이다. 통제과제에는 역으로 문자표적-숫자방해자극인 RSVP가 사용되었다. (c) 돋음색 훈련에 사용된 RSVP. 통제과제에서처럼 문자표적-숫자방해자극인 RSVP가 제시되었으며, T2는 항상 Lag 2에, 돋음색(빨간색)으로 제시되었다.

짧은 자극시차 조건에서는 RSVP에서 T2가 (T1과 한 개의 방해자극을 사이에 두고, 두 번째 자극으로 제시된 경우에 해당하는) Lag 2에 위치하여, 200ms의 자극시차를 갖았다. 이는 주의 깜박임 효과가 강하게 발생하는 자극시차로 참가자들은 T2를 쉽게 식별할 수 없었다. 긴 자극시차 조건에서는 T2가 Lag 6에 600ms의 자극시차를 가지고 제시되어 쉽게 식별할

수 있었다. 주의 깜박임 효과는 긴 자극시차 조건과 짧은 자극시차 조건 간의 T2 식별률 차이로 정의하였다. 채움(Filler) 시행으로 단일 표적 조건도 포함되었다. 단일표적 조건에서의 RSVP는 단지 한 개의 표적만을 가졌다. 단일표적 조건을 사용한 것은 참가자가 모든 시행에서 두 개의 표적이 존재한다는 사실을 알아차려, 실험 결과에 영향을 끼치는 것을 막

기 위함이며, 본 실험 결과 분석에는 단일표적 조건의 결과는 사용하지 않았다. 실험은 한 구획 당 45번의 시행 씩, 총 135회의 시행으로 이루어져 있으며, 한 구획에서 단일표적 조건, 짧은 자극시차 조건, 긴 자극시차 조건은 각각 15번 시행되었다. 한 블록 안에서 각 시행의 순서는 완전 무선화 하였다.

이와는 별도로, 들음색 훈련이 제대로 이루어졌는지를 확인하기 위하여, 들음색 훈련과 동일한 표적-방해자극세트를 사용한 RSVP(통제과제)를 사용하여 주의 감박임 효과를 측정하였다. 전체적인 과정은 실험과제와 동일하였으나, 표적으로 문자를, 방해자극으로 숫자를 사용하였다. 표적을 여덟 개의 아라비아 숫자 중에서 선택한 실험과제와의 난이도를 통제하기 위해, 여덟 개의 영어 알파벳 대문자(A,S,D,F,H,J,K,L) 중에서 표적을 선택하였다. 실험과제와 통제과제의 시행 순서는 한 참가자 내에서는 동일하여, 사전 및 사후검사에서 동일한 순서로 실시하였으나, 참가자 간에서는 역균형화시켜 순서효과를 최소화 하였다.

들음색 훈련. 실험의 2일째와 3일째, 이틀에 걸쳐서 들음색 훈련을 실시하였다. 들음색 훈련 회기동안 참가자들이 수행한 과제는 제시되는 RSVP에서 표적을 식별하는 것으로 사전 및 사후검사와 동일하였으나, 다음의 측면에서 상이하였다. 사용된 RSVP에서는 문자(영어 알파벳)표적-숫자방해자극세트를 사용하였다. 이는 사전 및 사후검사의 통제과제와 동일한 것이었다. 모든 시행에서 T1은 사용된 RSVP의 아홉 개 자극 중에서 두 번째로 제시되었고, T2는 네 번째로 제시되었다. 그 결과,

T2의 제시위치는 언제나 Lag 2였으며, 자극시차는 200ms였는데, 이는 사전 및 사후검사에서 짧은 시차조건과 동일하였다. RSVP의 자극들은 T1을 포함하여 모두 하얀색이었으나, T2는 빨간색으로 제시되었다. 한 회기 당 720회를 시행하였으며, 매 80 시행 당 원하는 만큼의 휴식시간을 가졌다.

결과 및 논의

각 조건별로 T1을 정확하게 식별했을 때의 T2 식별률을 나타내는 조건부 정답률(T2|T1)을 그림 2에 제시하였다. (T1의 정확한 식별이 T2의 식별에 영향을 끼친다는 주의 감박임 효과의 정의에 부합하도록, T2|T1를 통해 측정하였다.) 통계적 분석을 위해 피험자 내 삼원 변량분석(자극시차[짧은 자극시차, 긴 자극시차] X 훈련[사전, 사후] X 표적유형[실험과제, 통제과제])을 시행하였다. 세 변인의 주효과는 모두 통계적으로 유의하였다: 1) 자극시차, $F(1,11) = 23.221, p = .001, \eta_p^2 = .68$, 2) 훈련, $F(1,11) = 7.440, p = .020, \eta_p^2 = .40$, 3) 표적유형, $F(1,11) = 7.270, p = .021, \eta_p^2 = .40$. 변인 간 이원 및 삼원 상호작용은 모두 유의하지 않았다. 자극시차와 표적유형 간, 그리고 훈련과 표적유형 간 이원 상호작용은 경향성을 보였다, 각각 $F(1,11) = 4.312, p = .062, \eta_p^2 = .28$, $F(1,11) = 3.743, p = .079, \eta_p^2 = .25$. 특히, 자극시차와 훈련 간 이원 상호작용과 세 변인 간 삼원 상호작용은 유의하지 않았는데, 각각 $F(1,11) = .543, p = .477, \eta_p^2 = .05$, $F(1,11) = .0113, p = .744, \eta_p^2 = .01$, 이는 듣

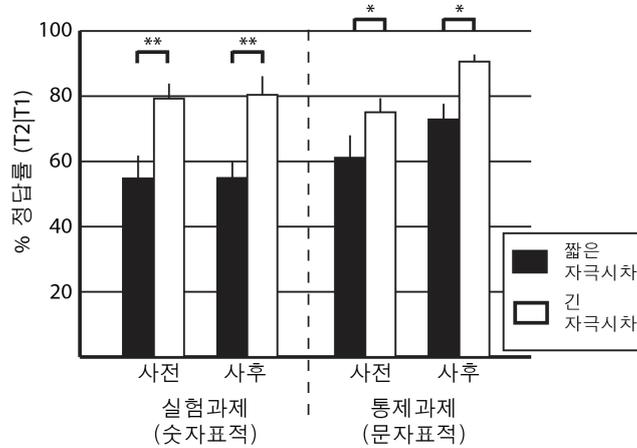


그림 2. 실험 1의 결과. 첫 번째 자극(T1)을 정확하게 식별했을 경우에 두 번째 자극(T2)도 정확하게 식별한 조건부 정확률을 각 조건별로 제시하였다. 오차막대는 표준오차로 표시하였다. 짧은 시차조건과 긴 시차조건의 차이를 주의 깜박임 효과로 정의하였다. (** $p < .01$; * $p < .05$)

음색 훈련 효과가 전혀 일어나지 않았음을 보여주었다.

실제, 들음색 훈련과 상이한 표적-방해자극 세트를 사용한 실험과제의 경우, 사전검사에서 발견되었던 주의 깜박임 효과가 들음색 훈련 이후 사후검사에서도 여전히 발견되었다. 사전검사에서 짧은 자극시차 조건과 긴 자극시차 조건 사이에서 유의한 차이가 발견되었고, $t(11) = 4.868, p < .001, d = 1.33$, 이는 사후검사에서도 동일하였다, $t(11) = 5.414, p < .001, d = 1.58$. 이와 같은 결과는 들음색 훈련과 동일한 표적-방해자극세트를 사용한 통제과제에서도 발견되었다. 사전검사에서 주의 깜박임 효과가 발견되었고, $t(11) = 2.302, p = .042, d = 0.80$, 사후검사에서도 유지되었다, $t(11) = 3.027, p = .012, d = 1.30$.

이 결과는 들음색 훈련 효과를 반복적으로 보고한 기존의 연구들(Choi et al., 2012, Choi & Watanabe, 2014, Tang et al., 2014)과 일치하지

않는다. 기존 연구들과 실험 1의 차이는 들음색 훈련에 사용된 RSVP의 표적-방해자극세트의 구성이었다. 실험 1에서는 문자표적-숫자방해자극이 사용되었으나, 기존의 연구들에서는 숫자표적-문자방해자극이 사용되었다. 들음색 훈련의 전이 가능성을 확인하기 위해서 실험 2에서는 기존의 연구들에서 사용되었던 자극세트를 들음색 훈련에 사용하였다.

실험 2

실험 2에서는 들음색 훈련 효과를 보고했던 기존의 연구들과 동일한 자극세트를 사용하여 들음색 훈련을 실시하였다. 전반적인 절차는 실험 1과 동일하였으나, 들음색 훈련에서 숫자를 표적으로 영어 알파벳 문자를 방해자극으로 사용하였고, 들음색 훈련 효과가 문자표적-숫자방해자극을 가진 RSVP에서도 발생하는지를 확인하였다.

방 법

참가자 실험 1에 참가하지 않았던, 한림대학교에 재학 중인 학부생 혹은 대학원생 12명이 소정의 금전적 보상을 받고 실험에 참가하였다. 실험 1과 마찬가지로 참가자들은 모두 시력(혹은 교정시력)이 정상이었으며, 색 지각에도 이상이 없었다. 참가자들은 실험 목적을 알지 못하였으며, 한림대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 동의서에 서명하였다.

장치 및 자극 실험 2는 실험 1과 동일한 장치와 자극을 사용하였다.

절차 실험 2는 실험 1과 동일한 절차를 사용하였으나, 다음과 같은 점에서 상이하였다. 들음색 훈련에서 참가자들이 식별해야 할 표적은 아라비아 숫자였으며, 방해자극은 영어 알파벳 문자였다. 이는 실험 1과는 정반대의 상황이었다. 이에 따라, 사전 및 사후검사의 실

험과제에서는 문자표적-숫자방해자극을, 통제과제에서는 숫자표적-문자방해자극을 사용하였다.

결과 및 논의

각 조건별로 T1을 정확하게 식별했을 때의 T2 식별률(T2|T1)을 그림 3에 제시하였다. 통계적 분석을 위해 피험자 내 삼원 변량분석(자극시차[짧은 자극시차, 긴 자극시차] X 훈련[사전, 사후] X 표적유형[실험과제, 통제과제])을 시행하였다. 자극시차와 표적유형의 주효과는 통계적으로 유의하였다, $F(1,11) = 10.375, p = .008, \eta_p^2 = .49, F(1,11) = 5.613, p = .037, \eta_p^2 = .34$. 반면, 훈련의 주효과는 유의하지 않았다, $F(1,11) = 2.506, p = .142, \eta_p^2 = .19$. 자극시차와 훈련 간 이원 상호작용은 통계적으로 유의하였는데, $F(1,11) = 10.393, p = .008, \eta_p^2 = .49$, 이는 들음색 훈련이 주의

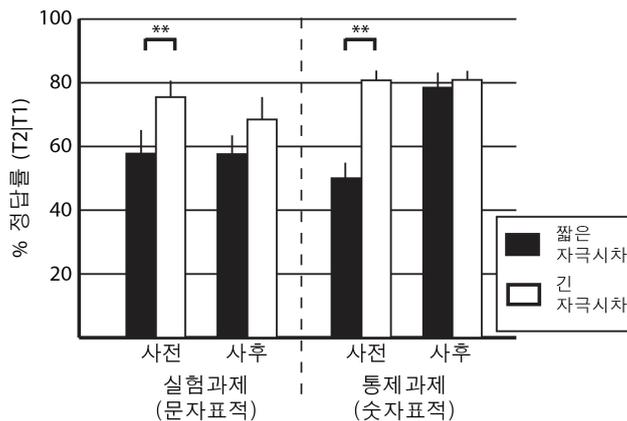


그림 3. 실험 2의 결과. 첫 번째 자극(T1)을 정확하게 식별했을 경우에 두 번째 자극(T2)도 정확하게 식별한 조건부 정확률을 각 조건별로 제시하였다. 오차막대는 표준오차로 표시하였다. 짧은 시차조건과 긴 시차조건의 차이를 주의 깜박임 효과로 정의하였다. (** $p < .01$)

깜박임 효과에 영향을 끼쳤음을 보여준다. 훈련과 표적유형 간 이원 상호작용은 유의하였으나, $F(1,11) = 8.082, p = .016, \eta_p^2 = .42$, 자극시차와 표적유형 간 이원 상호작용은 유의하지 않았다, $F(1,11) = .276, p = .610, \eta_p^2 = .02$. 삼원 상호작용은 통계적으로 유의하여 돌음색 훈련 효과가 표적유형에 따라 상이했음을 보여주었다, $F(1,11) = 7.096, p = .022, \eta_p^2 = .39$.

돌음색 훈련이 주의 깜박임 효과를 완전히 제거했다는 기존의 연구(Choi et al., 2012)에 따라 보다 구체적으로 주의 깜박임 효과를 알아 보았다. 돌음색 훈련과 동일한 표적-방해자극세트를 사용한 통제과제의 경우, 기존의 연구와 동일하게 훈련 이 후 주의 깜박임 효과가 완전히 제거되었다. 사전검사에서는 짧은 시차조건과 긴 시차조건 간에 유의한 차이가 존재하였으나, $t(11) = 8.405, p < .001, d = 2.06$, 사후검사에서는 조건 간 차이가 유의하지 않았다, $t(11) = 0.357, p = .728, d = 0.15$. 마찬가지로, 돌음색 훈련과 상이한 자극세트를 사용한 실험과제에서도 돌음색 훈련 이전에 존재했던 주의 깜박임 효과는 훈련이후 사라졌다. 사전검사에서 짧은 시차조건과 긴 시차조건에서 유의한 차이가 발견되었으나, $t(11) = 3.677, p = .004, d = 0.89$, 사후검사에서는 두 조건 간 차이가 유의하지 않았다, $t(11) = 1.522, p = .156, d = 0.55$. 이 결과는 돌음색 훈련 효과가 훈련에 사용되지 않은, 정 반대의 표적-방해자극세트를 사용한 경우에도 전이된다는 것을 의미한다.

두 과제 모두에서 주의 깜박임 효과가 제거

되었다는 위의 결과는 돌음색 훈련 효과의 전이 가능성이 높다는 것을 보여준다. 하지만, 유의미한 삼원 상호작용효과는 돌음색 훈련 효과의 전이가 제한적이라는 점을 시사한다. 실제, 돌음색 훈련과 동일한 표적-방해자극세트를 사용했던 통제과제에서 돌음색 훈련 효과는 더 컸다. 그러나 이와 같은 제한이 돌음색 훈련 효과 전이 자체의 특성이라기보다, 본 실험에서 사용된 과제의 특성에서 기인되었을 가능성이 존재한다. 본 실험에서 사전 및 사후검사(실험과제)와 돌음색 훈련에서 사용된 RSVP는 표적-방해자극세트가 역전된 형태를 가졌다. 즉, 사전 및 사후검사에서 표적이었던 자극이 훈련 과정에서는 방해자극이었고, 반대로 사전 및 사후검사에서 방해자극이었던 자극이 훈련 과정에서는 표적이었다. 이 때문에, 훈련 과정에서 방해자극으로 제시되어 억제하여야 했던 자극이 다시 표적으로 제시되어, 훈련의 효과가 표적을 식별 하는데 방해 요인으로 작용할 가능성을 배제할 수 없다.

돌음색 훈련 효과의 비대칭성의 또 다른 가능한 이유는 사전 및 사후검사의 실험과제와 돌음색 훈련에서 사용된 과제의 난이도가 달랐다는 점이다. 실험과제에서는 영어 알파벳 문자가, 돌음색 훈련에서는 아라비아 숫자가 표적으로 사용되었다. 두 상황에서의 난이도를 최대한 유사하게 유지하기 위해서, 문자를 표적으로 사용하는 경우에도 문자는 숫자의 경우에서와 같이 단지 여덟 개의 대문자만을 사용하였다. 하지만, 영문 타자에 비교적 익숙하지 않은 국내 학생들의 경우에는 제시된 영어 문자 표적을 컴퓨터 자판을 통해 보고하는

것 자체가 과제에 난이도를 높일 수 있다. 실제로 표적유형의 주효과가 유의했다는 결과는 표적의 종류에 따라 난이도가 달랐다는 것을 시사한다.

종합논의

두 개의 실험을 통하여, 들음색 훈련 효과가 훈련된 것과 상이한 표적-방해자극세트를 가진 RSVP에 전이 될 수 있는지를 확인하고자 하였다. 실험 1에서는 문자표적-숫자방해자극 RSVP가 사용된 들음색 훈련이 표적-방해자극세트가 뒤바뀐, 숫자표적-문자방해자극 RSVP에서도 주의 깜박임 효과를 제거시킬 수 있는지를 알아보았다. 실험 결과는 숫자표적-문자방해자극 RSVP에서뿐만 아니라 들음색 훈련에서 사용되었던 것과 동일한 문자표적-숫자방해자극 RSVP에서도 들음색 훈련 효과가 발생되지 않았다. 실험 2에서는 들음색 훈련을 보고했던 기존 연구에서 사용되었던 숫자표적-문자방해자극 RSVP를 들음색 훈련에 사용하여, 다시 한 번 들음색 훈련 효과의 전이 가능성을 알아보았다. 기존 연구에서와 같이, 숫자표적-문자방해자극 RSVP에서 주의 깜박임 효과가 제거되었으며, 이 훈련 효과는 문자표적-숫자방해자극 RSVP에서도 발견되어, 들음색 훈련 효과의 전이가 발생함을 보여주었다.

본 연구에서는 들음색 훈련의 전이 가능성을 확인하기 위하여, 들음색 훈련에 사용되었던 표적과 방해자극을 뒤바꾼 RSVP에서 훈련 효과가 발생하는지를 알아보는 전략을 사용하였다. 하지만, 들음색 훈련에서 사용되지 않

는 새로운 자극들을 표적 및 방해자극으로 사용한 RSVP를 이용하는 것이 들음색 훈련 효과의 전이 가능성을 확인하는 연구 목적에 더 부합한 전략일 수 있다. 그럼에도 불구하고, 본 연구에서 들음색 훈련에 사용되었던 자극들의 역할만 뒤바꾼 RSVP를 사용한 것은 다음의 이유에 기인한다.

첫째, 들음색 훈련에 사용된 표적-방해자극세트와 동일한 수준의 표적 구별가능성(discriminability)을 유지하고자 하였다. 주의 깜박임 효과에 영향을 끼치는 요인 중의 하나는 표적과 방해자극 간의 구별가능성이다. 표적이 방해자극으로부터 쉽게 구분될 수 있는 경우에는 주의 깜박임 효과가 발생하지 않는다. Chun과 Potter(1995)는 영어 문자가 표적일 때, 방해자극이 기호인 경우에는 주의 깜박임 효과가 발생하지 않는 반면, 방해자극이 숫자인 경우에는 발생한다고 보고하였고, 이와 같은 차이가 구별가능성의 차이 때문에 나타난다고 설명하였다. 그러므로, 훈련 효과의 전이 여부를 확인하기 위해서는 동일한 수준의 구별가능성을 갖는 RSVP를 훈련과 사전 및 사후검사에 사용할 필요가 있었다.

둘째, 지각학습(perceptual learning)의 영향을 제거한 상태에서 전이 여부를 확인하려고 하였다. 들음색 훈련을 통하여 참가자들은 총 1440시행동안 제한된 수의 자극들로 구성된 RSVP에 노출되었다. 사용된 자극들은 총 52개의 알파벳 문자 및 숫자로, 이들은 반복적으로 동일한 크기와 동일한 글꼴을 가진 채 제시되었다. 이를 통해, 52개의 자극에 대한 지각학습이 발생하여, 이 자극들을 처리하는 데 더 용이해지고, 이 점이 RSVP에서 표적을 탐

지하는 과제에서의 수행에 영향을 끼칠 수 있다. 이는 돋음색 훈련에서 사용되지 않았던 자극들로 구성된 RSVP에서는, 단순히 익숙하지 않은 자극이 사용되었다는 이유로 돋음색 훈련 효과의 강도가 약해질 가능성이 있음을 시사한다. 본 실험에서는 돋음색 훈련에서 사용된 자극들을 그대로 사용하되, 그 역할을 바꾸는 것으로 지각학습의 요인들을 통제한 채, 훈련 효과의 전이 여부를 확인하고자 하였다.

위와 같은 이유로 표적-방해자극 역전 전략을 사용하였으나, 이 전략이 가지고 있는 한계점도 존재하였다. 첫째로, 전이된 돋음색 훈련 효과와 지각 학습 효과를 분리할 수 없다는 점이다. Choi 등(2012)는 행동 및 뇌영상 실험을 사용하여 돋음색 훈련 효과가 지각적인 측면에서의 능력 향상보다는 주의 통제 기제의 능력 향상을 통해 이루어진다고 주장하였다. 하지만, 본 실험의 경우 역할이 뒤바뀌긴 하였어도 사용된 자극이 동일하다는 점에서는 주의 깜박임 효과의 제거가 돋음색 훈련 효과의 전이를 통한 것인지, 자극들의 지각학습을 통한 것인지 명확하지 않다. 이런 맥락에서, 돋음색 훈련 효과가 전혀 발생하지 않은 실험 1의 결과는 돋음색 훈련 효과가 단순히 지각 학습의 결과가 아님을 보여 주고는 있으나, 향후 실험에서는 돋음색 훈련 효과와 지각 학습 효과를 분리하는 새로운 방법이 고안될 필요가 있다. 둘째, 표적-방해자극의 역전은 부정적(negative)학습을 야기할 가능성이 있다. 훈련 기간 동안 방해자극으로 제시된 특정 범주의 자극은 지속적으로 억제되기 때문에, 그 자극이 다시 표적으로 나왔을 때 식별률이 낮아질

가능성이 존재하기 때문이다.

본 연구가 취하고 있는 전략은 돋음색 훈련의 전이 가능성을 확인하는 탐색적 연구라는 측면에서 선택되었다. 향후 연구에서는 이 외에도 다양한 전략을 통해 확인 할 필요가 있다. 예를 들어, 돋음색 훈련 시 전혀 사용되지 않았던 자극들로 구성된 RSVP를 사용하거나, 사용된 자극들의 물리적 속성(색상, 크기, 글꼴 등)을 변화시킨 RSVP를 사용하는 것도 흥미로운 연구가 될 것이다.

실험 2의 결과는 돋음색 훈련의 효과가 훈련 회기 때 사용된 것과 다른 표적-방해자극 세트를 가진 RSVP에서도 발생하지만, 그 훈련 효과는 다소 감소함을 보여주었다. 이는 일차적으로 훈련된 조건에서 더 많은 훈련 효과가 발생한다는 측면에서 이해될 수 있다. 돋음색 훈련 효과의 일반화 가능성을 주장했던 기존 연구들의 경우에도 이와 같은 효과 감소가 발견되었다. 예를 들어, T1과 T2가 상이한 RSVP 과제를 사용하여 돋음색 훈련을 실시했을 경우, 훈련 효과는 (주의 깜박임 효과를 측정하는) T1과 T2가 상이한 RSVP에서 뿐만 아니라, (반복맹을 측정하는) T1과 T2가 동일한 RSVP에서도 발생하는 데 그 강도는 전자가 유의미하게 강했다(Choi & Watanabe, 2014).

그 외에, 본 실험에서 사용된 전략에서 그 이유를 찾을 수도 있다. 위에서 언급한 대로, 본 실험에서는 돋음색 훈련에서 억제하여야 할 방해자극으로 사용되었던 자극들이 사전, 사후검사에서는 탐지하고 식별해야 할 표적으로 사용되었다. 이 때문에, 사전, 사후검사에서의 수행이 저하될 가능성이 있고, 이 점이 전이 효과의 감소로 나타날 수 있다.

본 연구의 결과 중 예상과 가장 크게 상이했던 부분은 실험 1에서 돌음색 훈련 효과가 발생하지 않았던 점이었다. 이는 지금까지 반복적으로 돌음색 훈련 효과를 보고했었던 기존 연구들(Choi et al., 2012; Choi & Watanabe, 2014; Tang et al., 2014)과 일치하지 않는 결과였다. Choi 등은 그들의 최초 연구에서 돌음색 훈련이 발생되지 않는 조건들을 열거하며, 돌음색 훈련의 발생 조건에 대해 언급하였다. 돌음색 훈련은 주의 깜박임 효과가 발생한다고 여기지는, 짧은 자극시차를 가진 T2가 주의를 포획할 수 있는 요소를 갖추고 지속적으로 노출이 되어, 실제 참가자들이 쉽게 식별할 수 있을 경우에만 발생하였다.

이런 측면에서 실험 1의 결과는 돌음색 훈련이 발생할 수 있는 추가적인 조건에 대한 단서를 제공한다고 볼 수 있다. 기존의 연구들에 비해 실험 1이 달랐던 점은 돌음색 훈련에 사용된 자극이었다. 기존의 연구들(Choi et al., 2012; Choi & Watanabe, 2014; Tang et al., 2014)에서는 모두 숫자표적-영어문자방해자극을 가진 RSVP를 사용한 반면, 본 실험 1에서는 영어문자표적-숫자방해자극을 사용하였다. 다른 종류의 표적-방해자극세트를 가진 것이 주의 깜박임 효과 자체에 영향을 끼치지 않는 것으로 보인다. 실제 두 종류의 RSVP에서 모두 주의 깜박임 효과가 발생되었다. Chun(1995)의 연구에서는 영어문자표적-숫자방해자극을 가진 RSVP에서 주의 깜박임 효과가 발생하였으며, Choi 등(2012)의 연구에서는 숫자표적-영어문자방해자극을 사용한 경우에도 주의 깜박임 효과가 발생하였다. 그러므로, 본 실험에서 돌음색 훈련이 발생하지 않은 것은

주의 깜박임 효과 자체와 관련된 것이 아닌 돌음색 훈련 과정에서 그 원인을 찾는 것이 필요하다.

한 가지 가능한 설명은 표적의 처리 과정에 초점을 맞추는 것이다. 숫자를 표적으로 사용한 경우보다 본 실험 1에서처럼 영어문자를 표적으로 사용한 경우 난이도의 문제로 인해서 돌음색 훈련 효과가 발생하지 않았다고 주장할 수 있다. 대학생들을 대상으로 실험을 실시하였지만, 모국어가 영어가 아니고, 영문 타자에 익숙하지 않아서 숫자를 표적으로 사용한 경우와 비교해서 수행이 떨어질 수 있다. 실제, 실험 1의 결과에서 표적 유형의 주효과가 유의미했다는 것은 영어문자표적의 경우 수행이 더 좋지 않았다는 점을 시사한다. 이 가설은 돌음색 훈련 회기에서의 수행이 좋아야 한다는 기존의 주장(Choi et al., 2012)과도 일치한다. 즉, 돌음색 훈련 회기에서 사용된 표적이 영어 문자이기 때문에, 훈련 회기 동안 T2의 식별률이 높지 않아서 돌음색 훈련 효과가 발생하지 않았다고 주장할 수 있다. 하지만, 본 실험 1과 2의 돌음색 훈련 회기 중 정답률을 비교해보면, 위의 가설이 옳지 않음을 보여준다. 문자표적을 사용한 실험 1의 훈련 회기 중의 정답률(72.66%)은 숫자표적을 사용한 실험 2의 훈련 회기 중의 정답률(76.54%)보다 낮기는 했지만, 통계적으로는 유의하지 않았다, $t(11) = 0.612, p = .553$. 다시 말하면, 훈련 회기 동안 T2가 돌음색으로 제시되기 때문에, 영어 문자가 표적으로 사용되었어도 T2의 식별률을 유의미하게 낮추지는 않았다.

또 다른 가설은 그 초점을 방해자극의 처리

과정에 두는 것이다. 동일한 자극으로 구성된 방해자극이 반복적으로 제시되면서, 돋음색 훈련이 제대로 이루어지지 못할 가능성이 있다. 영어문자가 방해자극으로 사용이 되는 경우와 숫자가 방해자극으로 사용되는 경우에는 방해자극으로 사용될 수 있는 가용 자극의 수가 차이가 난다. 돋음색 훈련 효과가 발생한 실험 2의 경우 영어문자가 방해자극으로 사용되었다. 위에서 언급한 대로 22개의 영어문자가 대문자 혹은 소문자로 제시가 되어, 총 44개의 영어문자 중에서 8개의 문자가 방해자극으로 무작위로 선택되어 제시되었다. 이에 반해, 실험 1의 경우에는 0과 1이 제외된 8개의 숫자가 방해자극으로 사용되었기 때문에, 실제로 매 시행에서 8개의 숫자가 제시 순서만 달라진 채로 제시되었다. 이와 같은 차이가 돋음색 훈련 회기 동안 참가자들에게 다른 방식의 영향을 끼칠 수가 있다. 방해자극이 끊임없이 바뀌는 경우에는 Choi 등(2012)이 주장한 대로 돋음색 훈련이 표적선택-방해자극억제의 주의 통제 기체에 영향을 끼치지 않지만, 매 시행 동일한 방해자극들이 지속적으로 사용이 되는 경우에는 돋음색 훈련이 주의 통제 기체 보다는 방해자극의 지각 처리 과정에 영향을 끼칠 가능성이 있다. 향후 연구에서는 이와 같은 점을 반영하여, 방해자극으로 사용된 자극의 수와 종류를 변화하면서 돋음색 훈련 효과를 측정한다면 흥미로운 결과를 보일 것으로 기대한다. 예를 들어, 돋음색 훈련에서 숫자표적-영어문자방해자극을 사용하지만, 방해자극으로 사용된 영어 문자의 전집의 수를 조정하여, 8개의 동일한 영어 문자가 방해자극으로 지속적으로 사용될 때 돋음색 훈련 효과

가 발생하는 지를 확인한다면 위의 가설을 직접적으로 검증할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 돋음색 훈련으로 인한 주의 깜박임 효과 제거가 훈련 회기에 사용되지 않은 조건에서도 발생하는 지 여부를 확인하고자 하였다. 실험 1에서는 영어문자표적-숫자방해자극으로 구성된 RSVP를 돋음색 훈련에 사용하였으나, 돋음색 훈련 효과 자체가 발생하지 않았다. 실험 2에서는 숫자표적-영어문자방해자극으로 구성된 RSVP를 사용하여 돋음색 훈련 효과의 전이 여부를 확인하였는데, 숫자표적-영어문자방해자극의 RSVP 뿐 아니라, 영어문자표적-숫자방해자극의 RSVP에서도 주의 깜박임 효과가 없어져 돋음색 훈련 효과의 전이를 확인할 수 있었다. 전이의 발생은 돋음색 훈련이 주의 통제 기체에 영향을 끼친다는 Choi 등(2012)의 주장과 일맥상통하지만, 앞으로 보다 다양한 조건에서도 돋음색 훈련 효과의 전이가 발생하는 지를 확인해 볼 필요가 있다.

참고문헌

- Arend, I., Johnston, S., & Shapiro, K. (2006). Task-irrelevant visual motion and flicker attenuate the attentional blink. *Psychological Bulletin & Review*, 13(4), 600-607.
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433-436.
- Braun, J. (1998). Vision and attention: the role of training. *Nature*, 393, 424-425.
- 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.
- Choi, H., Chang, L. H., Shibata, K., Sasaki, Y., & Watanabe, T. (2012). Resetting capacity limitations revealed by long-lasting elimination of attentional blink through training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 12242-12247.
- Choi, H., & Watanabe, T. (2014). Can attenuation of attentional blink also evoke removal of repetition blindness? *Vision Research*, 99, 141-147.
- Chun, M. M. (1997). Types and tokens in visual processing: a double dissociation between the attentional blink and repetition blindness. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(3), 738-755.
- Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A two-stage model for multiple target detection in RSVP. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 109-127.
- 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.
- 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.
- Martens, S., & Johnson, A. (2005). Timing attention: cuing target onset interval attenuates the attentional blink. *Memory and Cognition*, 33(2), 234-240.
- Olivers, C. N., & Meeter, M. (2008). A boost and bounce theory of temporal attention. *Psychological Review*, 115(4), 836-863.
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10(4), 437-442.
- 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, 849-860.
- 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 & Performance*, 20, 357-371.
- Taatgen, N. A., Juvina, I., Schipper, M., Borst, J., & Martens, S. (2009). Too much control can hurt: a threaded cognition model of the attentional blink. *Cognitive Psychology*, 59, 1-29.
- Tang, M. F., Badcock, D. R., & Visser, T. (2014). Training and the attentional blink: Limits overcome or expectations raised? *Psychonomic Bulletin & Review*, 21(2), 406-411.
- Ward, R., Duncan, J., & Shapiro, K. (1996). The

slow time-course of visual attention. *Cognitive Psychology*, 30(1), 79-109.

1 차원고접수 : 2014. 10. 17

수정원고접수 : 2015. 01. 22

최종게재결정 : 2015. 01. 27

Transfer of the Color-Salient Training Effects on Removal of Attentional Blink

Hoon Choi

Rak-kyeun Hong

Department of Psychology, Hallym University

When participants are asked to identify two targets in a rapid serial visual presentation (RSVP), wherein a sequence of visual stimuli was presented in rapid succession, they often fail to identify a second target if it is presented within half a second after the appearance of the first target. This deficit, called attentional blink, has been considered to reflect the capacity limitation of temporal attention. A recent study showed that attentional blink can be eliminated through the color-salient training during which a second target can be easily identified by displaying it in a salient color. The current study explored whether the color-salient training effect can occur even in RSVP with an untrained set of targets and distractors. Experiment 1, which employed letter targets and number distractors during training sessions, did not show any effect of the color-salient training, in that attentional blink did not disappear even after the training. In Experiment 2, after the color-salient training employing RSVP with number targets and letter distractors, attentional blink was eliminated not only in trained RSVP with number targets and letter distractors, but also in untrained RSVP with letter targets and number distractors. This result suggested the color-salient training effect can be transferred to another RSVP with an untrained set of targets and distractors, and it was consistent with the hypothesis that the color-salient training influences attentional control mechanisms that are related to both target selection and distractor inhibition. In addition, the results of Experiment 1 that failed to show the color-salient training effect provided clues related to conditions in which the color-salient training can work.

Key words : visual attention, attentional blink, visual learning, the color-salient training