

내현적 주의와 재정향이 탐지과제 수행에 미치는 영향

The effects of endogenous attention and reorienting on performance of detection task

고재형* · 김신우*† · 이형철*

Jae-Hyeong Ko* · Shin-Woo Kim*† · Hyung-Chul O. Li*

광운대학교 사회과학대학 산업심리학과*

Department of Industrial Psychology, Kwangwoon University*

Abstract

We tested the effects of endogenous attention and reorienting on the performance of detection task. In the classic detection paradigm of Posner and Cohen (1980), performance on target detection is measured, where target appears either on the same or difference spatial location of cue stimulus after brief period of SOA (stimulus onset asynchrony). In this study, we induced exogenous attention by manipulating predictability of cue for target, and also induced reorientation by inserting additional (reorienting) cue between initial cue and target. Experiment 1 had three conditions of reorienting speed: Early, middle, and late. Facilitation and IOR (inhibition of return) occurred in different forms depending on SOA and reorienting speed, but we were not able to discover interpretable pattern in the results. However, reanalysis of early reorienting condition revealed that facilitation and IOR occurred in a crossed manner where short SOA found facilitation and long SOA did IOR, the typical results of simple detection task. Experiment 2 collected additional data to replicate the results in early reorienting condition of experiment 1. The results obtained that facilitation occurred with short SOA and IOR with long SOA. These results contrast with those of Wright and Richard (2000) where they reported elimination of IOR when cue had predictability of target locations. These results suggest that additional cue (here, orienting cue), which rapidly appears before extinction of IOR by prior cue, brings about double IOR. The present research demonstrates that even when attention is allocated to certain location via endogenous mechanism, rapidly repeating cues in certain location maximizes IOR that offsets the effects of endogenous attention to the same location.

Keywords : endogenous attention, reorienting, facilitation, inhibition of return

요약

내현적 주의와 재정향이 탐지과제 수행에 미치는 영향을 반응촉진과 회귀억제를 통해 탐색하였다. Posner와 Cohen(1980)의 고전적인 탐지패러다임에서는 단서를 제시하고 일정한 자극제시시차 후 그 단서와 같거나 또는 다른 위치에 나타나는 표적에 대한 탐지수행을 관찰한다. 본 연구에서는 내현적 주의를 유발하기 위해 단서가 표적에 대해 예측력을 가지도록 조작하였고, 단서자극과 표적 사이에 새로운 단서(재정향단서)를 삽입하여 재정향을 유도하였다. 실험 1에서는 재정향단서가 제시되는 시기를 초기, 중기, 후기로 구분하여 실험을 실시하였다. 그 결과 재정향이 제시되는 시기별로 자극제시시차(150ms, 400ms, 850ms)에 따라 다른 양상의 반응촉진 및 회귀억제가 발생하였으나, 해석 가능한 일정 패턴을 확인하기는 어려웠다. 하지만 재정향이 초기에

† 교신저자 : 김신우(광운대학교 사회과학대학 산업심리학과)

E-mail : shinwoo.kim@kw.ac.kr

TEL : 02-940-5421

FAX : 02-940-5420

발생한 실험조건을 재분석한 결과, 반응촉진과 회귀억제가 자극제시시차에 따라 교차하여 나타나는 단순탐지 과제의 전형적인 결과를 얻을 수 있었다. 실험 2에서는 실험 1에서 재정향이 초기에 발생하는 조건에 대한 추가 실험을 실시하였다. 실험 결과, 자극제시시차가 짧을 때는 반응촉진이 발생하였으며 자극제시시차가 길 때는 회귀억제가 발생하였다. 이 결과는 단서자극이 표적에 대한 예측력을 가질 때 자극제시시차가 긴 조건에서 회귀억제가 사라진다는 기존의 보고(Wright & Richard, 2000)와 반대되는 결과이다. 이 결과는 최초 단서가 제시된 후 회귀억제의 효과가 소멸되기 전에 매우 빠르게 제시되는 재정향단서는 이중 회귀억제를 가져온다는 것을 제안한다. 본 연구는 내현적 주의에 의해 특정한 위치에 주의를 할당할 때에도 반복적으로 빠르게 제시되는 단서자극은 회귀억제를 극대화함으로써 내현적 주의를 상쇄할 수 있음을 시사한다.

주제어 : 내현적 주의, 재정향, 반응촉진, 회귀억제

1. 서론 및 연구배경

인간은 환경의 방대한 감각정보 및 기억표상을 효율적으로 선택하여 처리하는 주의시스템이 있다. 주의를 인간의 지각과 인지에서 핵심적인 역할을 담당하기 때문에 그것을 분류하는 방법에 대해서도 활발하게 논의되었다(e.g., Chun, Golomb, Turk-Browne, 2011). 시간적 길이에 따라 일시적 주의(transient attention)와 지속적 주의(sustained attention)로 구분하기도 하고 눈 운동에 따른 주의(overt attention)와 눈 운동을 수반하지 않는 주의(covert attention)로 구분하기도 한다 (James, 1890). 또는 주위가 주어지는 대상이 환경에 존재하는 물리적인 것이냐(external attention) 또는 기억된 표상이냐(internal attention)에 따라 구분하기도 한다(Chun, Golomb, & Turk-Browne, 2011). 마지막으로 주위가 무엇에 의해 유발되었느냐에 따라 외현적 주의(exogenous attention) 또는 내현적 주의(endogenous attention)로 구분하기도 하는데, 외현적-내현적 주의의 구분은 특히 많은 연구자의 관심이 되었다(e.g., Mazza et al., 2007; Spence, McDonald, & Driver, 2004; Santangelo & Spence, 2008).

내현적 주의를 능동적·자발적·의식적으로 발생하는 주의메커니즘으로, 환경을 능동적으로 탐색할 때 주로 사용된다. 또한 내현적 주의를 과제에 따라 수초 이상 지속시킬 수 있지만 이것이 시작되는 데는 약 300ms의 시간이 필요하다는 연구결과가 있다(Cheal, Lyon, & Hubbard, 1991; Hein, Rolke, & Ulrich, 2006; Ling & Carrasco, 2006; Liu, Stevens, & Carrasco, 2007; Muller & Rabbit, 1989; Nakayama & Mackeben, 1989; Remington, Johnston, & Yantis, 1992). 반면 외현적 주의를 갑자기 발생하는 환경의 자극에 의해 유발되는 자동적인 정향반응(orienting)으로 정의될 수 있는 주

의메커니즘으로, 비자발적·수동적·반사적·무의식적이라는 속성을 지닌다. 외현적 주의를 발생 후 약 100~120ms 동안 지속된다(Muller & Rabbit, 1989; Nakayama & Mackeben, 1989; Remington, Johnston, & Yantis, 1992).

외현적 주의에 대한 연구는 표적을 탐지하는 패러다임(detection paradigm)을 통해 많은 연구가 이루어졌는데(e.g., Posner & Cohen, 1984), 이 패러다임에서는 모니터의 특정한 위치에 단서자극(cue)을 매우 빠르게 제시하고 사라지게 한 후 표적자극(target)을 제시했을 때의 표적탐지수행을 검증한다. 잘 알려진 바와 같이 모니터의 특정한 위치에 단서를 제시한 후 유사한 위치에 표적을 제시했을 때 수행이 빨라지는 반응촉진(facilitation)이 나타난다(Posner, Nissen, & Ogden, 1978). 이런 현상은 사실 외현적 주의뿐만 아니라 내현적 주의에서도 발견된 현상으로, 주위가 할당된 위치에서의 표적탐지는 다른 곳에서보다 더 효율적이라는 것을 보여준다(Posner, 1980).

Posner와 Cohen(1984)은 특정한 위치의 단서가 항상 같은 위치의 표적에 대한 반응촉진을 가져오는 것은

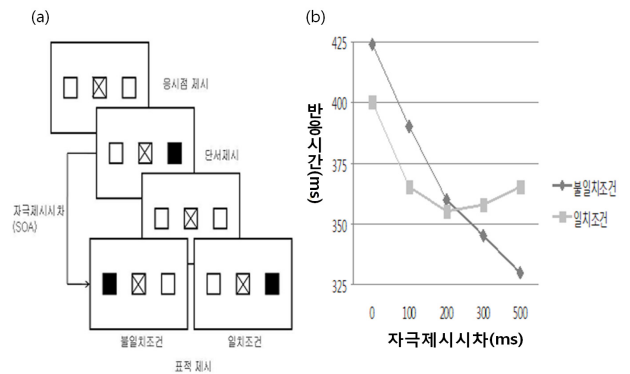


Figure 1. Experimental procedure and results in Posner & Cohen(1984). Reprinted from Seo & Li (2009).

아님을 보여주었다. Fig. 1 (a)는 그들이 사용한 실험 절차를 보여준다. 응시점(fixation point)을 기준으로 좌측 또는 우측에 예측할 수 없는 단서자극(cue)이 제시되고 단서자극과 표적자극이 제시되는 시간 차이(자극제시시차, Stimulus Onset Asynchrony : SOA)에 따라서 표적자극이 제시된다. 그리고 각 시행은 단서자극과 표적자극이 제시되는 위치가 동일한 조건(일치조건, same condition)과 동일하지 않은 조건(불일치조건, different condition)으로 분류된다. 실험참자들은 응시점에 시선을 고정하고 가능한 한 빠르고 정확하게 표적자극을 탐지하여 반응하는 과제를 부여받았다. 자극제시시차가 120ms 이하일 때는 일치조건에서 반응시간이 더 빠른 반응속진 현상이 발견되었지만, 300ms 이상일 때는 오히려 반응속도가 느려짐을 발견하였다(Fig. 1 (b)). 이 결과에 대해 Posner와 Cohen은 단서가 제시된 위치에 주의가 할당된 후에는 동일한 위치로 주의를 재할당하는 것이 억제되었다고 해석하여 회귀억제(inhibition of return : IOR)로 명명하였다. Rafal, Calabresib, Brennanb와 Sciolto(1989)는 도약 눈 운동에 관여하는 신경체계가 회귀억제를 유발하는 신경학적 기반이라는 제안을 하였으며 Klein(2000)은 이런 기제가 수렵활동(foraging)에서 먹이획득을 더욱 효율적으로 함으로써 생존가능성을 높였을 것이라고 추측하였다.

Posner와 Cohen(1984)이 고안한 탐지패러다임은 회귀억제 및 반응속진 연구에서 다양하게 응용되었다. 이 패러다임을 사용한 연구들은 탐지과제의 일치시행과 불일치시행의 제시비용을 동일하게 유지하여 단서자극의 정보가(informational value)를 제거하였고, 표적의 위치와 상관없이 반응은 하나의 버튼으로 입력받았다. 이런 조작은 내현적 주의의 영향을 받지 않은 외현적 주의의 결과로만 해석할 수 있다. 왜냐하면, 단서가 제시될 위치를 예측하여 반응하는 것이 불가능하기 때문이다. 즉 반응속진과 대비하여 모순된 현상으로 보이는 회귀억제는 통제 실패가 아니라 외현적 주의의 결과이며 실제로 존재하는 현상이라는 것이다(e.g., Briand, Larrison & Sereno, 2000; Macpherson, Klein, Moore, 2002; Pratt & Fisher, 2002).

내현적 주의에 의한 회귀억제 연구도 존재하지만 외현적 주의와 달리 일관된 결과를 보여주지는 못했다(Rafal et al., 1989; Okamoto-Barth & Kawai, 2006). 화살표 자극을 사용하여 내현적 주의를 유발한 연구에서는 표적탐지에 대한 회귀억제를 발견하지 못하였

으나(Rafal et al., 1989), 화면에 도식적인 얼굴그림을 제시하고 왼쪽·오른쪽으로 움직이는 눈동자를 통해 내현적 주의를 유발했을 때는 자극제시시차가 길어짐에 따른 회귀억제를 관찰할 수 있었다(Okamoto-Barth & Kawai, 2006). 내현적 주의를 유발하는 자극에 따라 회귀억제의 양상이 달라진다는 것은 회귀억제가 내현적으로 유발된 공간적 주의에서는 일관되게 나타나는 현상이 아니기 때문일 것이다. 즉 회귀억제를 관찰하기 위해 내현적 주의가 반드시 필요한 요소는 아닌 것으로 보인다.

그러나 단서의 정보를 조절한 연구들에서는 내현적 주의의 유무에 따라 회귀억제가 발생하거나 사라지는 조절효과를 발견하였다. 예를 들어 Wright와 Richard(2000)는 표적자극에 대한 단서자극의 예측력이 높으면(80% 일치조건) 반응속진이 발생하고 예측력이 없으면(50% 일치조건) 회귀억제가 발생함을 발견하였다(Wright & Richard, 1998도 참조). 이 연구결과는 기존 연구자들이 제안한 것과 달리 회귀억제는 반사적으로(reflexive) 발생하는 것이 아니라, 단서자극의 불확실성 때문에 발생하는 시각탐색의 결과라는 것을 시사한다. 즉 단서자극의 정보에 따라 관찰자의 능동적이고 의식적인 내현적 주의할당이 발생하며 이것이 회귀억제의 발생 여부에 영향을 미친다는 것이다.

Posner와 Cohen(1984)은 최초의 탐지패러다임(Fig. 1)을 변형한 여러 가지 조건에서도 회귀억제를 관찰하였다. 그 중 재정향단서(reorienting cue)를 사용한 조건에서는 최초단서자극 제시 후 응시점에 재정향단서를 제시하여 주의를 응시점으로 유도한 후 표적자극을 제시한다. Posner와 Cohen은 이런 이중단서(최초단서+재정향단서)패러다임에서도 강력한 회귀억제를 보고하였다. 그럼에도 불구하고 Posner와 Cohen 이후 회귀억제를 보고하는 연구들은 재정향단서를 사용하지 않은 연구가 대부분이었다(Pratt & Fischer, 2002). 아마도 그 이유는 첫째 Posner와 Cohen이 재정향단서를 사용한 연구에 대해서는 대략적으로만 보고하였고, 둘째 재정향단서를 사용한 반응속진 및 회귀억제 연구결과가 최초의 보고와 달리 일관적이지 않았기 때문인 것으로 보인다. 예를 들어, Briand, Larrison과 Sereno(2000)는 단서자극과 표적자극의 자극제시시차를 조작하여 반응속진과 회귀억제를 관찰한 결과, 재정향단서가 없을 때에는 자극제시시차가 짧을 때(133ms)와 길 때(1000ms) 모두 반응속진과 회귀억제를

관찰할 수 있었다. 그러나 재정향단서가 있을 때에는 자극제시시차가 긴 조건에서만 회귀억제를 관찰하였다. MacPherson, Klein, Moore(2002)는 5~10세 아동에 대한 연구에서 재정향단서가 존재하고 자극제시시차가 긴 경우(570ms, 780ms)에만 회귀억제가 나타나며, 재정향단서가 없을 때에는 회귀억제가 사라짐을 보고하였다. 이런 결과들은 첫째 회귀억제에서의 재정향 자극의 역할이 불분명하며, 둘째 그에 대한 경험적 결과도 빈약하다는 것을 보여준다.

본 연구는 Posner와 Cohen(1984)의 탐지패러다임의 변형인 이중단서절차(최초단서-재정향단서-표적)를 이용하여 반응촉진과 회귀억제를 연구하였다. 앞서 언급하였듯이 Wright와 Richard(2000)는 회귀억제가 반사적인 주의기체의 결과가 아니라 시각탐색의 불확실성에 기인한 결과라는 것을 발견하였다. 이에 따르면 최초단서의 예측력이 충분히 크다면(예를 들어, 80%) 재정향단서의 유무와 상관없이 회귀억제가 발생하지 않을 것이라 예측할 수 있다. 왜냐하면 관찰자는 시각탐색의 불확실성이 적은 상황에서 최초단서가 제시된 위치에 주의를 할당하려고 노력할 것이기 때문이다. 반대로 재정향단서가 최초단서의 정보를 흐리게 함으로써 회귀억제가 발생할 수도 있다. 즉 최초단서의 정보가 충분한 경우 관찰자는 그 위치에 주의를 할당하려 할 것인데 그 순간 출현하는 응시점의 재정향단서는 내현적 주의기체의 발현을 방해하고 응시점으로 주의를 유도할 것이기 때문이다.

다음과 같은 선행 연구들을 종합할 때 재정향단서는 외현적 주의 시스템의 발현을 방해하여 회귀억제를 발생시키고 내현적 주의 시스템은 단서자극을 이용하여 반응촉진을 발생시킨다. 본 연구의 목적은 재정향단서와 내현적 주의 중 인간의 주의 시스템에 더 많은 영향을 끼치는 기제를 탐구하는 것이다. 이는 실생활에서 활발하게 사용되는 내현적 주의 시스템에 대한 기초 연구로서의 가치가 있다. Posner와 Cohen의 고전적인 단서-표적패러다임은 여러 가지 시각단서가 서로 다른 위치에서 시간차를 두고 발생하여 경쟁하는 현실상황을 크게 단순화한 것이다. 역동적으로 변화하는 레이더를 관찰하는 관제사 또는 전략시뮬레이션게임에 열중하는 게이머는 적어도 훨씬 더 복잡한 탐지과제에 직면한다.

이 질문에 대답하기 위해 Posner와 Cohen(1984)의 ‘최초단서-재정향단서-표적’의 이중단서 패러다임을 사용하였다. 최초단서가 충분한 정보를 가지게 하

기 위해 탐지시행의 80%에서 최초단서가 표적단서를 예측할 수 있도록 조작하였다. 최초단서의 예측력을 80%로 조작한 Wright와 Richard(2000)의 연구에서 반응촉진은 관찰할 수 있었으나, 회귀억제를 관찰하는 것에는 실패했다. 그러나 회귀억제가 나타나지 않은 것은 실험조건이 제한적이었기 때문일 수 있다. 따라서 최초단서와 표적의 자극제시시차를 150, 400, 850ms로 조작하였으며, 재정향단서의 출현시기를 자극제시시차의 초기, 중기, 후기로 조작하여 총 9개의 실험조건을 구성하였다. 실험 2에서는 재정향이 빠른 시기에 발생하는 초기조건에 대한 추가 실험을 실시하여 결과를 재검증하였다. 종합논의에서는 최초단서자극의 예측력이 높을 때 재정향단서가 반응촉진과 회귀억제에 미치는 영향이 자극제시시차에 따라 달라짐을 논의하였다.

2. 실험 1

2.1. 실험 개요

2.1.1. 실험참가자

광운대학교 학부생 및 대학원생 12명이 실험에 참가하였다. 모든 참가자는 정상시력 또는 교정된 정상시력을 보유하고, 시간당 8,000원의 참가비를 받았다.

2.1.2. 실험 자극 및 도구

실험 자극은 19인치 LG Flatron CRT 모니터에 MATLAB 7.0.4와 Psychophysics Toolbox를 사용하여 제시하였다(Fig. 2 참조). 화면에는 응시점(fixation point), 최초단서(initial cue), 재정향단서(reorienting cue), 표적(target)이 제시되었는데 응시점은 흰색십자(+)였으며 최초단서와 재정향은 시각도 2.6°의 녹색 원(RGB코드: 0, 255, 0)으로, 표적자극은 시각도 2.6°의 빨간색 사각형(RGB코드: 255, 0, 0)으로 제시하였다. 배경은 회색으로 설정하였다.

2.1.3. 실험 절차 및 설계

참가자는 모니터와 눈의 거리가 약 65cm 떨어진 곳에 앉아 실험에 임하였다. 단서자극과 표적자극이 동일한 시각장(visual field)에 있도록 하기 위해 모든 시

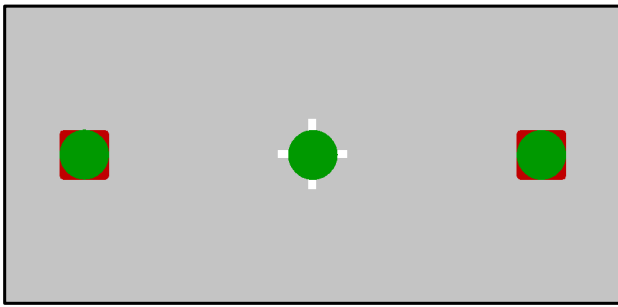


Figure 2. Experimental stimulus. Fixation (white cross) stayed in the center, and initial cue (green circle) and target (red rectangle) appeared on either side. Reorienting cue (green circle) appeared on the top of fixation.

행에서 모니터 중앙의 응시점을 응시하도록 지시하였다. 실험이 시작되면 모니터의 왼쪽 또는 오른쪽에 무작위로 최초단서가 제시되고(100ms), 응시점에 재정향자극이 제시된 후(30ms) 표적이 왼쪽 또는 오른쪽에 제시되었다(30ms). 최초단서와 표적의 자극제시시차에 따른 반응속진과 회귀억제를 관찰하기 위해 150ms, 400ms, 850ms의 세 가지 자극제시시차를 사용하였다(Fig. 3 참조). 빨간색 사각형이 왼쪽에 제시되면 ‘Z’ 키를, 오른쪽에 제시되면 ‘/’ 키를 누르도록 하여 표적과 반응키의 좌우방향을 일치시켰으며 최대한 빠르고 정확하게 반응하도록 지시하였다. 반응 입력 직후 정답 여부에 상관없이 가청음(beep)을 피드백으로 제시하였다.

반응속진과 회귀억제에는 자극제시시차뿐만 아니라 재정향속도 또한 중요한 변수가 될 수 있다. 예를 들어, 단서자극 제시 후 재정향자극이 매우 빠르게 제시될 때보다 상대적으로 느리게 제시될 때 반응속진 또는 회귀억제가 더 강해지거나 약해질 수 있다(e.g., Pratt & Fischer, 2002). 따라서 단서자극 제시 후 재정향자극을 세 가지 속도(초기, 중기, 후기)로 제시하였다(Fig. 3 (a)의 왼쪽에서 세 번째 그림, (X)ms). 전체 자극제시시차에서 단서자극(100ms)과 재정향자극(30ms)이 제시된 시간을 제외한 나머지 시간 중, 초기조건에서는 X에 10%의 시간을 할당하고 Y에는 90%의 시간을 할당하여 재정향이 가장 빠르게 일어나도록 하였다. 중기조건에서는 X와 Y에 각각 50%의 시간을 할당하였다. 후기조건에서는 X에 70%, Y에 30%의 시간을 할당하여 재정향이 가장 느리게 일어나도록 하였다(Table 1 참조).

모든 실험참가자는 초기, 중기, 후기의 세 가지 재

정향속도에 따라 총 세 차례 실험에 참가하였으며, 하루에 한 번의 실험만 참여할 수 있도록 제한하였다. 순서 효과를 상쇄하기 위해 세 가지 재정향도조건에 의해 구성할 수 있는 여섯 가지 실험순서 중 각 조건에 2명의 참가자를 할당하였다(여섯 가지 실험순서 × 2명 = 총 12명). 한 번의 실험에서 자극제시시차별로 40회씩 총 120회의 탐지시행을 무선적으로 실시하였다. 내현적 주의 기제를 유도하기 위하여 자극제시시차별 40회의 시행 중 32회(80%)는 단서와 표적이 동일한 위치에 나타나는 일치조건이었으며, 8회(20%)는 불일치조건이었다.

2.2. 결과 및 논의

Fig. 4 (a)-(c)는 재정향 시간(초기, 중기, 후기)에 따른 일치·불일치조건에 따른 평균반응시간을 보여준다. 단서에 의한 반응속진이 일어나면 일치조건에서 반응속도가 더 빠르게 나타나야 하며 회귀억제가 일어나면 반대로 불일치조건에서 반응속도가 더 빠르게 나타나야 한다(Fig. 3 (b), (c) 참조).

반응시간을 독립변인으로 일치·불일치시행과 자극제시시차를 요인으로 하는 2 × 3 반복측정 변량분석의 상호작용효과를 산출하여 조건별 유의미성을 살펴보았다. 초기조건(Fig. 4 (a))에서는 자극제시시차가 850ms일 때 회귀억제가 관찰되었지만 유의미하지 않았으며($p > .10$), 중기조건(Fig. 4 (b))에서는 자극제시시차가 400ms, 850ms일 때 회귀억제가 관찰되었다(p 's $< .05$). 후기조건(Fig. 4 (c))에서는 400ms일 때 반응속진이 관찰되었으며($p < .05$), 나머지 자극제시시차에서는 반응시간의 차이가 관찰되지 않았다. 따라서 이 결과들에서는 자극제시시차와 재정향속도에 따른 일관성 있는 패턴을 관찰할 수 없었다.

Table 1. (X) and (Y) in Figure 3 as a function of SOA and reorienting condition.

(ms)	SOA 150	SOA 400	SOA 850
Early condition (X)	2	27	72
Early condition (Y)	18	243	648
Middle condition (X)	10	135	360
Middle condition (Y)	10	135	360
Late condition (X)	14	189	504
Late condition (Y)	6	81	216

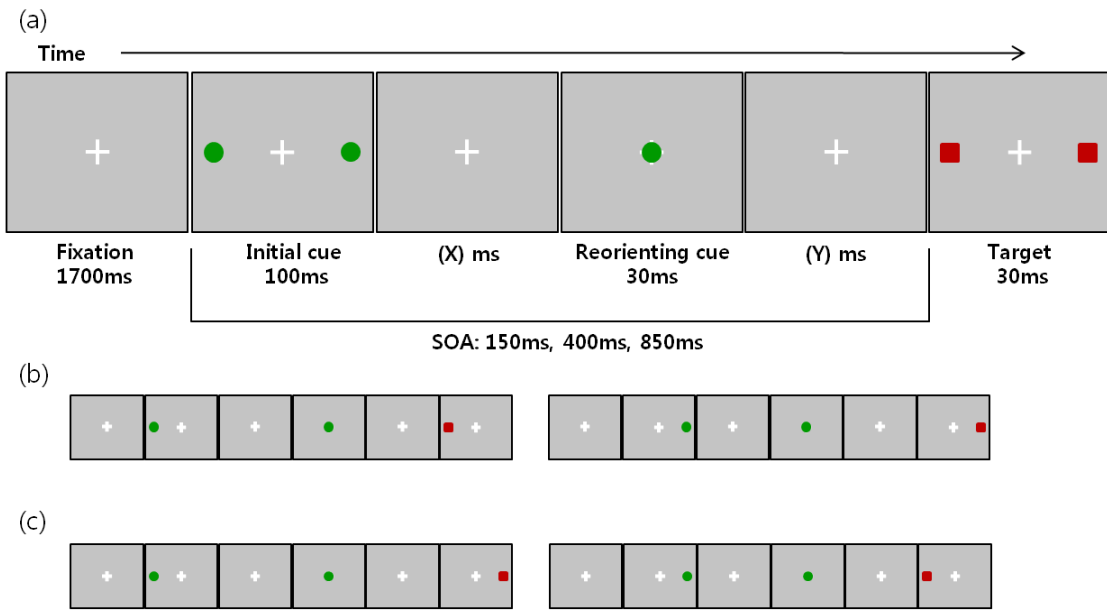


Figure 3. Sequence of stimulus presentation in one trial. Panel (a) shows the full procedure of one trial, and panel (b) and (c) shows congruent and incongruent conditions, respectively, where congruency is defined by whether initial cue and target appeared on the same or different side.

그런데 최초의 실험설계에 의해 참가자들이 비슷한 반응을 요구하는 실험에 반복적으로 참여함으로써 연습효과에 의해 결과가 오염되었을 수도 있다. 이에 따라 세 차례의 실험 중 실험참가자들이 최초로 참여한 실험만 따로 분석하여 일정한 패턴의 결과를 획득할 수 있는지를 확인하였다. 그 결과, 재정향이 빠르게 일어난 초기조건에 참여한 참가자 4명의 데이터에서 자극제시시차에 따른 반응속진과 회귀억제가 순차적으로 일어나는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 4 (d)). 즉 자극제시시차가 150ms, 400ms인 경우에는 반응속진이 발생하였으며 850ms인 경우에는 회귀억제가 발생하였다. 반면 중기조건과 후기조건은 전체 조건을 분석한 결과와 유사하게 나타났다. 이것은 연습효과가 초기조건에 다른 양상으로 영향을 끼쳤기 때문에 나타난 결과라고 결론지었다.

실험 1은 내현적 주의 기제를 사용하는 탐지과제 수행상황에서 재정향이 발생하는 시간 차이가 자극제시시차에 따라 반응속도에 각각 다른 양상으로 영향을 끼친다는 것을 확인할 수 있는 결과이다. 특히 재정향이 빠르게 발생한 초기조건에서는 반응속진과 회귀억제가 교차하여 발생하는 것을 관찰할 수 있었다. 그리고 이런 현상은 초기조건에 최초로 참여한 실험참가자들을 대상으로 분석한 결과에서 두드러진 효과를 나타냈다.

하지만 초기조건에 최초로 참여한 실험참가자들을 대상으로 분석한 결과는 4명의 실험참가자에게서 획득한 것이다. 일치·불일치시행과 자극제시시차 상호작용효과의 에타제곱과 관측 검정력을 사용하여 분석한 결과, 실험참가자의 수가 실험결과를 적절히 설명할 수 없다는 것을 알 수 있었다($\eta^2=.475$, 관측 검정력 =.349). 그리고 통계검증에서도 유의미한 차이를 발견할 수 없었다. 일치·불일치시행과 자극제시시차를 요인으로 하는 2×3 반복측정 변량분석에서의 주효과, 상호작용효과 모두 유의미하지 않았다($p's>.10$). 그러나 최초단서자극 후 재정향이 매우 빠르게 일어날 때

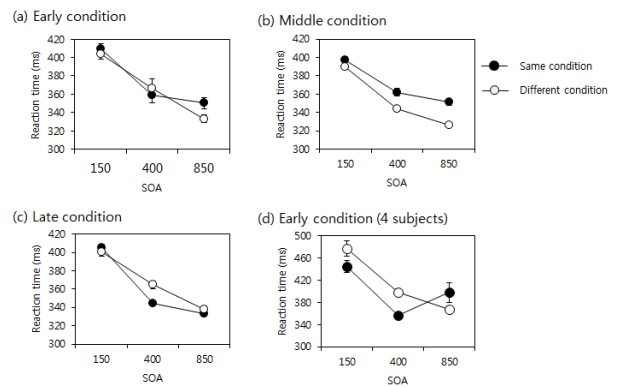


Figure 4. Results of Experiment 1. Each panel shows reaction time as a function of SOA.

반응속진과 교차하여 회귀억제가 나타나는 패턴을 관찰하였고 실험참가자의 수가 적은 것이 유의미한 결과 산출에 영향을 끼친 것이라 판단하여 실험 2에서 이를 재검증하기로 하였다.

3. 실험 2

3.1. 실험 개요

실험 1과 동일한 절차를 사용하여 실험 1의 결과를 재검증하고자 하였다. 광운대학교 학부생 및 대학원생 14명이 실험에 참가하였다. 모든 참가자는 정상시력 또는 교정된 정상시력을 보유하고 시간당 8,000원의 참가비를 받았다. 실험자극, 도구 및 절차는 실험 1의 초기조건과 동일하였다.

3.2. 결과 및 논의

Fig. 5는 자극제시시차에 따른 일치·불일치조건에서의 반응시간 평균을 보여준다. 자극제시시차가 150ms일 때 일치조건에서 반응시간이 더 빠른 반응속진을 관찰할 수 있었으며, 850ms일 때는 반대로 일치조건에서 반응속도가 느려지는 회귀억제가 나타났다.

Table 2. Mean RT (ms) in Experiment 1 as a function of SOA, reorienting speed, and cue-target congruency. Standard errors are within parentheses.

(ms)	SOA 150	SOA 400	SOA 850
Early condition same	409 (12.1)	359 (18.1)	350 (12.8)
Early condition different	404 (11.3)	366 (20.6)	333 (7.8)
Middle condition same	397 (8.3)	362 (8.9)	351 (7.1)
Middle condition different	390 (5.4)	344 (6.3)	326 (4.2)
Late condition same	405 (8.2)	345 (8.4)	333 (6.8)
Late condition different	401 (9.2)	365 (8.4)	338 (6.8)
Early condition same (4 subject)	445 (22.4)	356 (9.2)	398 (35.7)
Early condition different (4 subject)	477 (28.7)	398 (12.9)	368 (12.1)

실험 2에 참여한 14명의 실험참가자를 대상으로 분석한 결과가 실험 결과를 적절하게 설명하는지 알아보기 위하여 일치·불일치조건과 자극제시시차 상호작용효과의 에타제곱과 관측 검정력을 사용하여 분석을 실시하였다. 그 결과 처치 크기와 검정력의 측면에서 14명은 충분한 크기의 표본임을 알 수 있었다($\eta^2=.429$, 관측 검정력=.970).

통계적 검증을 위해 일치·불일치조건과 자극제시시차를 요인으로 하는 2×3 반복측정 변량분석을 실시하였다. 일치·불일치에 따른 반응시간은 차이가 없었는데, $F(1,13)=2.0$, $p=.18$, 자극제시시차 150ms와 850ms에서 반응속진과 회귀억제가 교차발생했기 때문인 것으로 보인다. 자극제시시차가 길어질수록 반응시간은 더 빨라졌으며, $F(2,13)=40.44$, $p<.001$, 일치·불일치조건과 자극제시시차의 상호작용효과가 발견되었는데($F(1,13)=12.24$, $p<.001$), 이는 실험 1의 초기조건에서 반응속진과 회귀억제가 교차하여 나타난 결과와 일치한다.

상호작용효과와 더불어 각 자극제시시차에서 일치·불일치조건에서의 반응시간차이가 존재하는지를 검증하였다. 자극제시시차가 150ms일 때는 일치조건에서의 반응시간이 불일치조건에서의 반응시간보다 빠른 반응속진이 관찰되었으며($t(13)=-4.07$, $p<.001$), 자극제시시차가 850ms일 때는 불일치조건에서 반응시간이 더 빠른 회귀억제가 관찰되었다($t(13)=2.16$, $p=.04$). 따라서 실험 1의 결과(Fig. 4 (d))를 재검증하였으므로 반응속진과 회귀억제에서 자극제시시차, 재정향단서 및 내현적 주의의 역할에 대해 힌트를 얻을 수 있는 경험적 증거를 획득하였다. 이어지는 종합논의에서 이 결과에 대해 논의할 것이다.

Table 3. Mean RT (ms) in Experiment 2 as a function of SOA and cue-target congruency. Standard errors are within parentheses.

(ms)	SOA 150	SOA 400	SOA 850
Same condition	408 (16.9)	369 (15.7)	348 (10.9)
Different condition	438 (16.4)	372 (15.3)	330 (11.0)

4. 종합논의

본 연구는 내현적 주의와 재정향이 탐지과제에서의

반응촉진과 회귀억제에 미치는 영향을 연구하였다. Posner와 Cohen(1980)의 최초단서-재정향단서-표적의 이중단서 패러다임을 기본으로 최초단서와 표적의 위치가 일치하는 시행을 80%로 조작하여 내현적 주의를 유도하였다. 실험 1에서는 최초단서와 표적 사이의 자극제시시차 내에서 재정향단서가 제시되는 시기를 초기, 중기, 후기로 조작하였고 실험 2는 실험 1에서 재정향이 초기에 제시되었던 조건의 결과를 재검증하였다.

실험 1에서는 재정향단서가 제시되는 시기에 따라 일치조건과 불일치조건에서 다른 양상의 반응시간 패턴이 나타나는 것을 발견하였다. 각 조건에서 자극제시시차에 따라 유의미한 회귀억제와 반응촉진이 관찰되기도 하였으나 일정한 패턴을 나타내지는 못했다.

그러나 중기조건(Fig. 4 (b))에서는 Wright와 Richard (2000)의 연구결과와 달리 제극제시시차가 400ms와 850ms일 때 유의미한 회귀억제가 관찰되었다. 이는 재정향단서가 중기에 제시될 경우 최초단서의 정보에 의한 내현적 주의의 발현을 방해하여 회귀억제가 발생한 것이라 해석할 수 있다. 또한 Pratt와 Fischer (2002)의 연구결과와 달리 초기조건(Fig. 4 (a))과 후기조건(Fig. 3 (c))에서 회귀억제가 발생하지 않은 것은 단서-표적의 일치비율에 따른 차이로 해석할 수 있다. 즉 본 실험에서는 최초단서가 높은 정보를 가졌지만(80%), Pratt와 Fischer는 단서의 정보가 존재하지 않았다(50%).

실험 1의 결과를 정리하자면, 첫째 재정향단서가 발생하는 시간에 따라 내현적 주의의 발현이 영향받는다는 것이며, 둘째 내현적 주의기제와 외현적 주의

기제는 반응촉진과 회귀억제에 서로 다른 양상으로 영향을 미친다는 것이다. 그러나 실험 1의 결과는 그 자체로써 자극제시시차와 재정향시기에 따른 반응시간의 일정한 패턴을 찾아내기는 어려워 보였다.

그러나 초기조건을 첫 번째로 참여한 참가자 4명의 데이터에서, 탐지과제에서 일반적으로 나타나는 반응촉진과 회귀억제의 교차를 발견하였다(Fig. 4 (d)). 이 결과는, 첫째 최초단서의 정보에 의한 내현적 주의가 존재하고, 둘째 재정향단서가 빠르게 제시되는 상황에서 발견한 결과이기 때문에 기존의 반응촉진 및 회귀억제에 대한 해석을 그대로 적용할 수 없다. 더불어 적은 수의 참가자를 대상으로 획득한 결과이기 때문에 이를 반복 검증하기 위하여 실험 2를 실시하였다.

실험 2에서는 세 가지 수준의 자극제시시차(150ms, 400ms, 850ms)에서 재정향이 빠르게 일어나는 초기조건의 결과를 재검증하였다. 그 결과, 자극제시시차가 150ms일 때는 반응촉진이 일어났고 850ms일 때는 회귀억제가 발생하였다(Fig. 5). 따라서 이 결과를 바탕으로 내현적 주의기제와 재정향이 탐지과제에 미치는 영향을 논의할 수 있다.

자극제시시차 150ms에서 반응촉진이 발생한 것은 직관적으로 해석 가능한 결과이다. 최초단서가 (예를 들어) 화면의 왼쪽에 제시된 후 이와 거의 동시에(2ms 후) 화면 중심에 재정향단서가 제시되었기 때문에 외현적으로 유발된 주의는 화면의 오른쪽이 아니라 왼쪽에 더 많이 할당되는 것이 당연하다. 재정향 직후(18ms 후) 표적이 제시되었기 때문에 상대적으로 느리게 발생하는 내현적 주의의 영향력 없이 일치조건에서 반응촉진이 발생하였을 것이다.

반면 850ms에서 단서의 정보가 높을 때 회귀억제가 사라짐을 보고한 Wright와 Richard(2000)의 연구와 달리, 본 연구에서는 회귀억제를 관찰할 수 있었다. 우리는 이 결과를 단서자극이 제시되었던 위치와 더불어 재정향자극이 제시되었던 위치에 주의할당이 억제되는 것으로 이중회귀억제(double IOR)가 발생했기 때문이라고 해석하였다. Wright와 Richard의 연구에서 회귀억제가 사라진 것은 최초단서가 정보를 가지고 있었기 때문에 참가자들이 단서자극이 나타난 위치에 내현적 주의를 할당함으로써 발생한 결과였다.

본 연구에서도 마찬가지로 재정향 없이 최초단서만 주어졌을 경우, 자극제시시차가 850ms인 경우에는 내현적 주의기제에 의해 회귀억제가 사라졌을 것이다. 그러나 (예를 들어) 화면의 왼쪽에 최초단서를 제시하

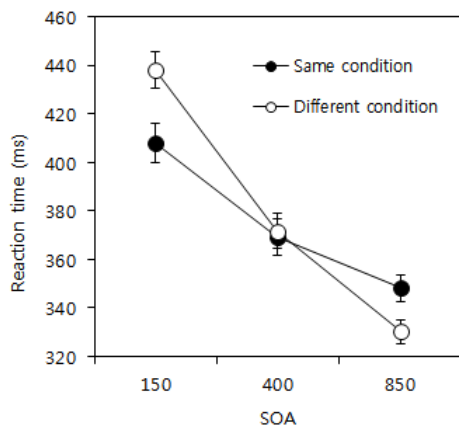


Figure 5. Results of Experiment 2. Reaction time as a function of SOA.

고 다시 빠른 속도로 화면 중심에 재정향단서를 제시한다면 전체적으로는 화면의 왼쪽 절반이 중복적으로 회귀억제될 것이다. 그 결과 최초단서에 주의를 할당하려는 내현적 주의기제가 존재함에도 불구하고 이중 회귀억제에 의해 회귀억제가 발생함으로써 불일치조건에서 일치조건보다 반응시간이 더 빠른 결과를 얻었다.

이는 Fig. 1 (b)에서 확인할 수 있는 반응촉진, 회귀억제 교차그래프와 Fig. 5에서 제시한 본 연구의 그래프의 양상 차이를 통해서도 알 수 있다. 단서자극의 정보가 없는 외현적 주의기제 상황에서는 자극제시차가 길어질수록 불일치조건에서의 수행이 향상됨과 동시에 일치조건에서의 수행이 악화되면서 강력한 회귀억제가 발생한다. 하지만 내현적 주의기제를 유도한 본 연구에서는 자극제시차가 길어질수록 일치·불일치 조건 모두에서 수행이 향상되는 것을 확인할 수 있다. 이는 단서의 정보가 일치조건에 주의를 할당하는 것을 유도하여 자극제시차가 짧을 때는 일치조건에서 수행이 향상되었으나, 자극제시차가 길어질수록 이중회귀억제가 미치는 영향이 더 커진다는 해석을 지지한다.

본 연구는 탐지과제에서 재정향단서가 사용될 경우 회귀억제가 중복으로 발생하여 내현적 주의가 상쇄될 수 있음을 보여주었다. 즉 앞서 발생한 회귀억제가 소멸되기 전에 공간적으로 근접한 곳에 다른 단서를 제시하면 더욱 강력한 회귀억제가 발생한다는 것이다. 본 연구에서는 공간적으로 인접한 곳에서 이중회귀억제가 탐지과제에 미치는 영향을 보여주었으나, 분리된 공간에서 이중 또는 그 이상의 단서가 빠르게 제시될 경우 회귀억제(또는 반응촉진)가 어떤 양상으로 전개될지에 대해서는 확실한 대답을 하지 못한다. 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

REFERENCES

Briand, K. A., Larrison, A. L., & Sereno, A. B. (2000). Inhibition of return in manual and saccadic response systems, *Perception and Psychophysics*, 62(8), 1512-1524.

Cheal, M., Lyon, D. R., & Hubbard, D. C. (1991). Does attention have different effects on line orientation and line arrangement discrimination? *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 43(4), 825 - .857.

Hein, E., Rolke, B., & Ulrich, R. (2006). Visual attention and temporal discrimination: Differential effects of automatic and voluntary cueing, *Visual Cognition*, 13(1), 29 - .50.

James, W. (1890). *The principles of psychology*, New York: Henry Holt.

Klein, RM. (2000). Inhibition of return, *Trends in Cognitive Science*, 4:138-147.

Ling, S. & Carrasco, M. (2006). Sustained and transient covert attention enhance the signal via different contrast response functions, *Vision Research*, 46(8 - .9), 1210 - .1220.

Liu, T., Stevens, S. T., & Carrasco, M. (2007). Comparing the time course and efficacy of spatial and feature-based attention, *Vision Research*, 47(1), 108-113.

MacPherson, A., Klein, R. M., & Moore, C. (2002). Cue back or no cue back? Cueing paradigms influencing inhibition of return in children and adolescents, *Poster presented at the International Society for the Study of Behavioral Development*, Ottawa, ON.

Marvin M. Chun, Julie D. Golomb., & Nicholas B. Turk-Browne. (2011). A Taxonomy of External and Internal Attention, *The Annual Review of Psychology*, 62:73-101.

Mazza, V., Turatto, M., Rossi, M., & Umilta, C. (2007). How automatic are audiovisual links in exogenous spatial attention? *Neuropsychologia*, 45, 514-522.

Muller, H. J. & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to interruption, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(2), 315 - .330.

Nakayama, K. & Mackeben, M. (1989). Sustained and transient components of focal visual attention, *Vision Research*, 29(11), 1631 - 1647.

Posner, M. I., Nissen, M. J., & Ogden, W. C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. In H. Oick & E. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information*, Hillsdale, NJ: Erlbau, 137-157.

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25.

- Posner, M. I. & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. Bonwhuis (Eds.), *Attention and performance X: Control of language processes*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 551-556.
- Pratt, J. & Fischer, M. (2002). Examining the role of the fixation cue in inhibition of return, *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 56, 294-301.
- Rafal, R. D., Calabresib, P. A., Brennanb, C. W., & Sciolto, T. K. (1989). Saccade preparation inhibits reorienting to recently attended locations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 673-685.
- Remington, R. W., Johnston, J. C., & Yantis, S. (1992). Involuntary attentional capture by abrupt onsets, *Perception & Psychophysics*, 51(3), 279 - 290.
- Sanae Okamoto-Barth, & Nobuyuki Kawai (2006). The role of attention in the facilitation effect and another “inhibition of return”, *Cognition*, 101, B42-B50.
- Santangelo, V. & Spence, C. (2008). Is the exogenous orienting of spatial attention truly automatic? Evidence from unimodal and multisensory studies, *Consciousness and Cognition*, 17, 989-1015.
- Seo, J. H. & Li, H. C. O. (2009). The Effect of Consistency between Represented Location of the Cue and the Target on Attention Mechanism (단서 자극과 표적 자극의 표상된 위치의 일치성이 주의기체의 작용에 미치는 영향), *Korean Journal of Cognitive Science*, Vol. 20, No. 4, 383-408.
- Spence, C. McDonald, J., & Driver, J. (2004). Exogenous spatial cuing studies of human crossmodal attention and multisensory integration. In C. Spence & J. Driver (Eds.), *Crossmodal space and crossmodal attention*, Oxford, UK: Oxford University Press, 277-320.
- Wright, R. D. & Richard, C. M. (1998). Inhibition of return is not reflexive. In R.D. Wright (Ed.), *Visual Attention*, New York: Oxford University Press, 330-347.
- Wright, R. D. & Richard, C. M. (2000). Location cue validity affects inhibition-of-return of visual processing, *Vision Research*, 40, 2351-2358.

원고접수 : 2011.11.09

수정접수 : 2012.02.05

게재확정 : 2012.03.12