

## 시각적으로 자각되지 않는 단서자극이 변화 탐지 수행에 미치는 효과: 연속 플래시 억제를 사용하여

박 형 규      변 신 철      곽 호 완<sup>†</sup>  
경북대학교 심리학과

본 연구에서는 변화 탐지 수행에서 주의와 의식이 미치는 각각의 효과 크기에 대해 관찰하였다. 주의와 의식이 결합된 단서조건과 의식적 접근이 차단된 주의 단서가 제시된 조건에서 과제 수행결과를 비교하여 의식의 효과 크기를 확인하였으며, 의식적 접근이 차단된 주의 단서조건과 주의 단서가 없는 통제 조건에서 과제 수행결과를 비교하여 주의의 효과 크기를 확인하였다. 이를 위해 변화 탐지과제와 연속 플래시 억제(continuous flash suppression, CFS) 현상을 사용하였다. CFS는 한 쪽 눈에 빠르고 연속적으로 변화하는 몬드리안 패턴이 제시되었을 때 관찰자의 다른 쪽 눈에 제시된 정적 시각 자극을 인식하지 못하는 현상이다. CFS 현상을 촉발하기 위해 선행연구에서 주로 사용된 거울입체경 대신 스마트폰과 구글 카드보드를 사용하였다. 실험 1-1에서는 새로운 실험 기기로 구현한 CFS 현상이 시각자극의 인식을 억제하는데 선행연구와 유사한 결과를 보이는 것을 확인하였다. 실험 1-2에서는 강제선택과제를 수행할 때, 새로운 실험 기기를 통해 제시된 비의식적 자극이 단서로 충분히 작용하는지 알아보았다. 실험결과, 선행연구와 비교하여 비의식적 자극이 단서로서 주의를 끄는데 더욱 강하게 작용함을 알 수 있었다. 실험 1-1과 1-2를 통해서 스마트폰과 구글 카드보드를 사용하여 촉발한 CFS 현상을 후속연구에 사용하는데 적합하다고 판단하였다. 실험 2에서는 변화 탐지과제를 수행할 때, 제시되는 단서의 의식 수준을 조작하여 과제 수행에 의식과 주의가 미치는 효과크기를 알아보았다. 독립변인을 제외한 나머지를 유지하는 방법으로 해당 요인이 전체 수행에 미치는 효과를 분리하였다. 실험결과, 단서자극을 의식하는 수준에 따라 변화 탐지수행의 평균 정확도에서 유의미한 차이가 나타났다. 비의식적 단서는 의식적 단서가 제시되는 조건이나 단서가 제시되지 않는 조건과 다른 변화 탐지 패턴을 보임으로써 변화 탐지와 같은 인지적 처리과정에서 주의와 의식이 미치는 효과가 다름을 확인하였다. 이를 바탕으로 정보처리과정에서 의식과 주의가 과제수행에 미치는 효과의 크기를 관찰할 수 있었다.

주요어 : 주의, 의식, 연속 플래시 억제, 변화 탐지

<sup>†</sup> 교신저자: 곽호완, 경북대학교 심리학과, (41566) 대구광역시 북구 대학로 80

연구분야: 지각심리학, 신경심리학

Tel: 053-767-5695, E-mail: kwak@knu.ac.kr

눈으로 보는 모든 것을 의식적으로 지각할 수 없으며 변화를 알아차리기가 쉽지 않다는 것을 대부분의 사람들이 경험해 보았거나 직관적으로 알 수 있다. 이러한 현상을 실험으로 확인한 것을 변화맹(change blindness)이라고 한다(Hakoda, Tsuzuki, Kawabata, & Hagiwara, 2010/2011). 동일한 그림 두 장 중 한 장의 일부분(대상의 위치나 색상)을 수정한 후, 빠른 간격으로 두 장을 연속해서 보여주면 변화된 부분을 찾아내는 것이 어렵다. 하지만 어느 부분이 변화되었는지 알려주는 단서를 함께 제시할 경우에는 변화를 쉽고 빠르게 탐지할 수 있다. 이런 사실에서 장면의 변화를 알아차리는데 주의의 역할이 중요하게 작용함을 알 수 있다(Henderson & Hollingworth, 2003; Rensink, 2002).

변화 탐지같은 정보처리과정에는 주의와 지각, 의식 같은 요인들이 포함된다. 대상에 주의를 기울이고 의식하는 지각과정은 자동적이고 연속적으로 이루어지기 때문에 의식과 주의를 정확히 나누어 구분하기 쉽지 않다. 두 과정의 긴밀성으로 인하여 의식과 주의를 혼용하여 사용하기도 한다(Eriksen, 1960). 하지만 무주의맹(inattention blindness)과 변화맹, 주의 깜박임 연구(attention blink) 등을 통해 주의와 의식이 가지는 기능과 신경기제가 다르다는 것이 확인되었다(김은숙, 신현정, 2010). Koch(2012/2014)는 또한 주의를 수많은 정보 중 일부분을 선택하고 그에 따라 행동하도록 하는 선택 기제로 보고 의식과 명확히 구분하였다. 이에 비해 의식은 누구나 동의하는 보편적인 정의를 내리기 어려우며 시각, 사고, 감정, 고통, 자기 의식 등 여러 가지 형태를 띤다. 과학적인 방법으로 의식의 문제에 접근하기 위해 본 연구에서는 의식의 형태를 시각적 지각으로 정의하고(Crick, 1994/2015), 더 구체적으로 실험참가자의 의식과 관련된 심적 작용의 범위는 실험자극을 지각하고 인식하는 과정으로 한정하고자 하였다.

변화 탐지관련 선행연구에서 과제수행에 주의가 중요한 역할을 한다는 것이 밝혀졌다. 이런 연구들에 대해 Crick(1994/2015)과 Koch(2012/2014)는 다음과 같은 문제점들을 지적하였다. 주의와 의식의 긴밀한 관계 때문에 많은 연구자들이 두 과정을 결합하거나 연구 주제 중 상당 부분이 의식의 문제와 연관되어 있음에도 이를 간과한다는 것이다. 따라서 기존 변화 탐지실험에서 밝혀진 수행의 결과는 주의뿐만 아니라 의식의 효과도 포함된 것으로 판단된다. 본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 의식적 접근이 차단된 주의단서가 변화 탐지수행에 미치는 효과를 확인하였다.

Koch와 Tsuchiya(2007)는 시각자극이 처리되는 상황을 주의와 의식유무에 따라 분류하면서 의식되지 않아도 조작이 가능하고 표적에 연관될 수 있는 주의상태 (attention without consciousness)에 대해 언급하였다. 예를 들면 시각적 차폐나 밀집에 의해 의식되지 않는 자극도 시공간적 주의를 촉진시켜 점화나 순응의 양을 증가시킬 수 있다(Bussche, Hughes, Humbeeck, & Reynvoet, 2010; Faivre & Kouider, 2011; Kiefer & Martens, 2010; Montaser & Rajimehr, 2004; Naccache, Blandin, & Dehaene, 2002; Shin, Stolte, & Chong, 2009).

의식되지 않는 주의상태에 대한 실험 연구는 무주의맹, 역차폐(backward masking), 플래시 억제(flash suppression, FS), 연속 플래시 억제(continuous flash suppression, CFS) 등의 현상을 사용하여 진행되어왔다(Gobbini, Gors, Halchenko, Hughes, & Cipolli, 2013; Moors, Wagemans, & Lee, 2014; Sheinberg & Logothetis, 1997; Wilke, Logothetis, & Leopold, 2003; Yang & Yeh, 2011). FS 기제는 지각적 착각(perceptual illusions)현상을 이용한 것으로 관찰자에게 제시되는 가시성이 높은 시각자극을 볼 수 없도록 하며 의식적, 비의식적 시각처리 현상을 연구하는데 주로 사용되고 있다(Koch, 2004). 그러나 FS 현상은 지각적 억제지속시간이 짧아 통제하기 어렵고 실험에 사용하는데 제약이 따른다. 이러한 이유로 Tsuchiya와 Koch(2005)는 FS 기제를 수정하여 CFS 기제를 구현하였다. CFS는 FS보다 자극을 억제하는 강도가 더 세고 억제시간도 더 오래 지속된다. CFS 기제는 한 쪽 눈에 정적인 시각자극을 제시하고 다른 쪽 눈에 빠르고 연속적으로 변화하는 몬드리안 패턴<sup>1)</sup>(mondrian pattern)을 제시하여 정적인 자극이 인식되지 않도록 억제한다. 대부분의 사람들은 한 쪽 눈에 제시된 정적인 자극을 수십 초에서 수 분 동안 보지 못했으며 이러한 억제가 최대 3분까지 지속된 경우도 있었다.

최근 뇌과학과 인지심리학에서 CFS 현상을 사용하여 의식과 주의를 구별하고 수행기능을 밝히는 연구를 수행하였다. Sklar 등(2012)은 의식적으로 지각하지 못하는 상태에서 제시되는 단어를 의미적으로 처리할 뿐만 아니라 간단한 수리계산까지 가능하다는 연구 결과를 발표하여 비의식적 상태에서 인지적 처리가 가능하다고

---

1) 몬드리안 패턴은 CFS 처치에 사용된다. 네덜란드 출신의 예술가인 피에트 몬드리안(Piet Mondrian)이 수직선과 수평선을 사용하여 제작한 작품과 유사하여 몬드리안 패턴으로 불린다.

는 것을 확인하였다. Jiang 등(2006)은 CFS 처치를 통해 의식되지 않는 나체사진을 제시할 때, 실험 참가자들이 이성의 사진에 주의를 기울이고 동성의 사진에 혐오적 반응을 나타내는 것을 확인하고 의식적으로 지각되지 않는 시각 자극으로 인해 관찰자의 각성수준이 조절 될 수 있다는 것을 발표하였다.

본 연구에서는 CFS 현상을 촉발하기 위하여 선행연구에서 주로 사용된 데스크탑과 모니터, 거울입체경 실험기기를 대신하여 스마트폰과 구글 카드보드(google cardboard)를 사용하였다. 실험 1-1에서는 새로운 실험 기기를 사용하여 촉발된 CFS 현상이 제시된 자극을 시각적으로 충분히 억제하는지 알아보았고 실험 1-2에서는 CFS 현상으로 억제된 자극이 의식적으로 지각되지 않더라도 단서로서 충분히 주의를 끌 수 있는지 확인하였다.

본 연구의 주 관심사는 변화 탐지 수행에서 의식의 수준에 따른 주의 단서 처리 양상을 확인하는 것이었다. Koch(2012/2014)는 실험에서 독립변인을 제외한 나머지를 유지하는 방법으로 해당 요인의 차이가 전체 수행에 미치는 효과를 분리할 수 있다고 하였다. 본 연구의 실험 2에서는 이러한 방법과 CFS 현상을 사용하여 주의와 의식이 결합된 단서자극과 의식적 접근이 차단된 단서자극을 제시하고 변화 탐지 과제 수행의 결과를 비교하여 의식의 효과 크기를 확인하였으며, 의식적 접근이 차단된 단서자극과 의식과 주의가 모두 통제된 조건에서 변화 탐지 과제 수행의 결과를 비교하여 주의의 효과 크기를 확인 하는데 목적을 두었다.

## 실 험 1-1

대부분의 선행연구에서 CFS 현상을 촉발할 때 실험장비로 데스크탑 컴퓨터와 모니터, 턱 받침대, 양안에 분리된 자극을 제시할 수 있는 입체경을 사용하였다 (Gobbini et al., 2013; Sklar et al., 2012; Tsuchiya & Koch, 2005). 본 연구에서는 실험 기기로 구글 카드보드와 스마트폰을 사용하였으며<sup>2)</sup> 실험 1-1에서 촉발된 CFS 현

---

2) HMD를 이용하여 양안에 각각 다른 자극을 제시하는 방법은 여러 선행연구에서 사용되었다(Alsius, & Munhall, 2013; Huang, Baker, & Hess, 2012; Salomon, Lim, Herbelin, Hesselmann, & Blanke, 2013; Salomon et al., 2015).

박형규 · 변신철 · 박호완 / 시각적으로 자극되지 않는 단서자극이 변화 탐지 수행에 미치는 효과: 연속 플래시 억제를 사용하여

상이 함께 제시된 자극을 억제하는데 선행연구와 유사한 결과를 나타내는지 알아보았다.

## 방 법

### 실험참가자

모 대학교 대학원생 12명이 실험에 참가하였다. 실험참가자는 모두 나안 혹은 교정시력이 정상이었다.

### 기구

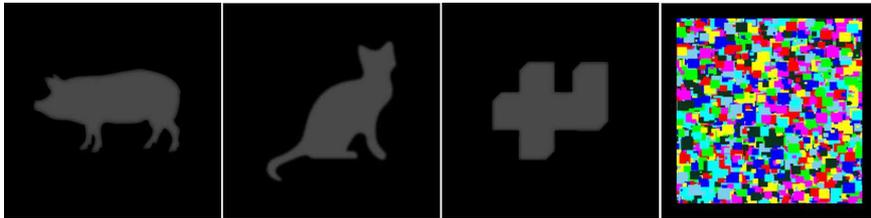
실험기구로는 데스크탑 컴퓨터와 모니터를 대신하여 LG optimus G Pro 스마트폰을 사용하였다. 거울입체경과 턱 받침대를 대신해서는 구글 카드보드를 사용하였다. 구글 카드보드에는 초점거리 42 mm 비구면 렌즈를 장착하였으며 헤어밴드를 사용하여 머리에 고정하였다. 실험자극의 제시와 반응기록은 Java로 제작한 안드로이드 스마트폰 어플리케이션을 사용하였다. 키보드 반응은 아이락스 사의 블루투스 모바일 키보드 BT-6460을 사용하여 수집하였다.



(그림 1) 구글 카드보드(좌)와 실제 착용장면(우).

## 재료

실험자극은 3가지 그림으로 고양이와 돼지, 다각형의 윤곽을 사용하였다. Adobe Photoshop CS 6을 사용하여 그림자극은 회색으로 처리하고 대비는 40%로 설정하였다.<sup>3)</sup> 또한 가우시안 블러 필터(gaussian blur filter)를 적용하여 가장자리를 흐릿하게 표시하였다. 디스플레이에 제시된 그림자극의 크기는 2.5 × 2.5 cm이고 스마트폰 디스플레이와 실험참가자 안구사이의 거리는 9.5 cm로 고정하였다. 실험에서 사용된 몬드리안 패턴은 Stein, Hebar 그리고 Sterzer(2011)의 연구에서 사용된 것을 참고하여 제작하였으며 빨강, 초록, 파랑, 노랑, 분홍, 청록 등 8가지 색상으로 구성되었다.



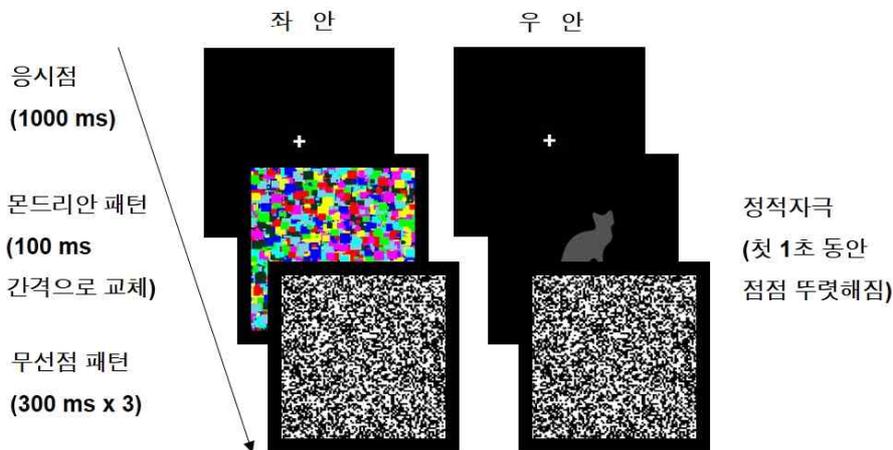
(그림 2) 실험 1-1에 사용된 실험자극과 몬드리안 차폐.

## 절차 및 설계

Tsuchiya와 Koch(2005)의 실험절차를 수정하여 사용하였다. 실험은 지시문, 응시점, 몬드리안 패턴과 정적자극, 무선점 패턴 제시로 구성되었으며 실험의 순서와 자극제시시간은 (그림 3)에 설명되었다. 실험이 시작되면 실험참가자에게 지시문을 제시하여 몬드리안 패턴을 제외하고 어떤 회색물체의 일부분이라도 보이면 즉시 스페이스 키를 눌러서 반응하도록 하였다. 다음 화면에서는 양안에 화면중앙을 응시하도록 응시점을 1000 ms 동안 제시한 후 좌안에 몬드리안 패턴과 우안에 정적

3) CFS처치를 사용한 연구에서 Sklar(2012)등은 정적자극의 대비를 50%로, Tsuchiya와 Koch (2005)는 30~60%로 조정하여 제시하였다. 실험 1-1에서는 이를 참고하여 그림자극의 대비를 40%로 설정하였다.

자극을 최대 3분 동안 제시하였다. 좌안에 제시된 몬드리안 패턴은 100 ms 마다 다른 패턴으로 교체되었고 우안에 제시된 정적자극은 첫 1000 ms 동안 점진적으로 출현(fade in)하도록 처치하였다. 3분 이내에 실험참가자가 정적자극을 인식하여 스페이스 키를 누르면 즉시 시행이 종료되며 무선점 패턴을 300 ms 씩 3번 제시하여 정적자극의 잔상을 제거하였다. 각 시행이 종료된 후에는 어떤 물체를 보았는지 구두로 응답하도록 지시하였다. 전체 6시행을 실시하였으며, 한 구획은 3시행으로 각 시행은 1개의 정적자극을 최대 3분 동안 1회씩 제시하였다. 한 구획이 끝난 후에는 약 1분간 휴식을 취하고 동일한 구획을 1회 더 반복하였다. 3개의 정적자극은 무선적으로 제시되었으며 실험은 외부 빛을 통제된 암실에서 진행되었다.



(그림 3) 실험 1-1의 절차. 응시점을 1000 ms 동안 제시하여 실험참가자의 시선을 중앙에 고정시킨 후에 좌안에는 몬드리안 패턴을 100 ms 간격으로 교체하여 최대 3분 동안 제시하였다. 우안에는 정적인 자극을 첫 1초 동안 점진적으로 출현하도록 처치하였으며 실험참가자가 정적자극의 일부분을 보는 순간 스페이스 키를 눌러 반응하도록 지시하였다.

## 결 과

실험참가자 12명의 자극인식 억제시간<sup>4)</sup>을 측정된 결과, 전체 평균 억제시간은

76.1초였다. 전체 실험참가자가 수행한 72시행 중 22시행은 실험참가자가 3분 동안 자극의 제시를 전혀 알아차리지 못하였으며 가장 빨리 실험자극을 알아차린 경우는 3.4초였다. 첫 번째로 시행한 구획의 평균 억제시간은 94.9초였고 두 번째로 시행한 구획의 평균 억제시간은 57.4초로 두 구획 간의 평균 억제시간에 차이를 보였다( $t(11) = 2.39, p < .036$ ). 이러한 점은 CFS 현상에 대한 경험유무가 자극인식 억제시간에 영향을 미치는 것으로 생각되며 CFS 현상에 반복 노출될수록 자극인식 억제시간이 짧아지는 경향을 나타냈다. 실험참가자 간의 평균 억제시간에도 차이가 있었는데 실험참가자 중 가장 긴 평균 억제시간은 180.0초로 나타났으며 가장 짧은 평균 억제시간은 16.4초였다.

데스크탑 컴퓨터와 거울입체경을 사용하여 유사한 절차로 실험한 Tsuchiya와 Koch(2005)의 연구에서는 얼굴자극 평균 억제시간이 56.0초였으며 전체 272시행 중 40시행에서 180.0초 이상으로 자극인식억제가 지속되었다. 실험 1-1의 결과와 비교해 보았을 때, 사용된 자극의 차이를 고려한다면 스마트폰과 구글 카드보드를 사용하여 제작한 실험장비가 선행연구와 유사하게 자극인식을 억제함을 알 수 있다.

## 실험 1-2

실험 1-2에서는 스마트폰과 구글 카드보드를 사용하여 구현한 CFS 처치를 통해 의식되지 않는 자극이 단서로서 주의를 끌 수 있는지 알아보았다. Hsieh, Colas 그리고 Kanwisher(2011)의 실험을 재현하였으며 비의식적 단서를 타당 및 비타당 조건으로 제시하여 강제선택과제(two-alternative forced choice task)를 수행하는데 미치는 영향을 확인하였다.

---

4) 자극인식 억제시간은 정적자극의 출현이 완료된 순간부터 실험참가자가 스페이스 키를 눌러 반응하기까지 걸린 시간이다.

## 방 법

### 실험참가자

모 대학교 학부생 및 대학원생 12명이 실험에 참가하였다. 실험참가자는 모두 나안 혹은 교정시력이 정상이었으며 실험 1-1에 참가하지 않았다.

### 기구

실험 1-1에 사용된 것과 동일한 실험 장비를 사용하였다.

### 재료

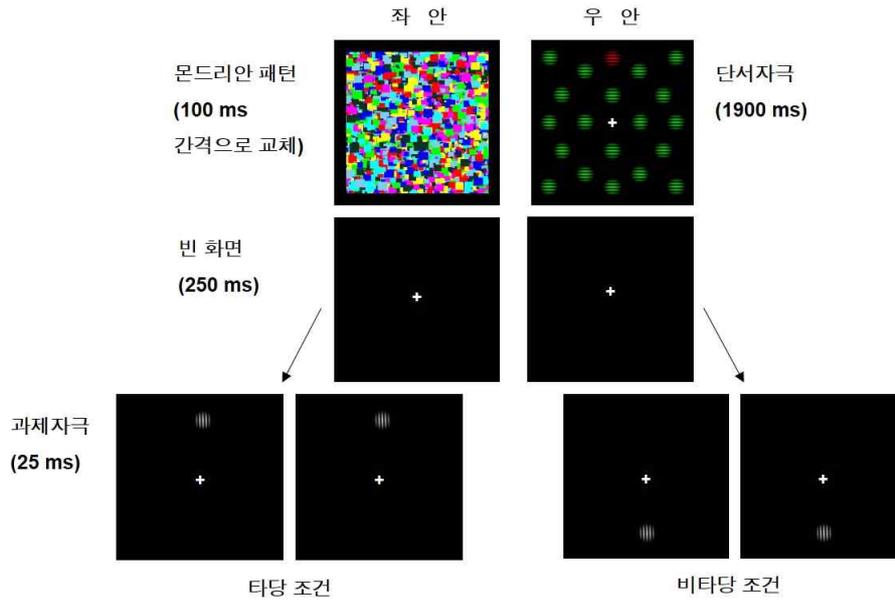
단서자극을 제시할 때 수평방향의 가버패치(gabor patch)<sup>5)</sup>를 사용하였다. 가버패치의 크기는  $0.5 \times 0.5$  cm이고 공간주파수는 0.07 cycles/pixel 이다. (그림 4)와 같이 총 20개의 가버패치를 단서자극화면에 제시하였는데 12개는 원형시계에서 숫자가 적힌 위치에 배치하였고 원형 안팎으로 각각 4개의 가버패치를 추가적으로 배치하였다. 원형으로 배치된 가버패치 중 1개는 빨간색으로, 나머지 19개는 초록색으로 나타내었다. 과제자극은 1개의 수직방향 가버패치를 시계방향 혹은 반시계방향으로  $1.5^\circ$  기울여 제시하였으며 색상은 회색으로 처리하였다. 나머지 사양은 단서자극에서 사용한 것과 동일하였고 몬드리안 패턴은 실험 1-1에서 사용된 것과 동일하였다.

### 절차

실험절차는 Hsieh 등(2011)의 실험일부를 재현하였다. 실험은 지시문, 응시점, 단

---

5) 가버패치는 밝고 어두운 줄무늬가 일정한 주기로 반복되는 형태를 지니며 시각정보가 전달되는 선조피질에 민감하게 반응하는 특성을 지니고 있다(Goldstein, 2007/2007). 또한, 줄무늬가 나타내는 방위를 조작하여 실험과제를 만들 수 있다.



(그림 4) 실험 1-2의 절차. 단서자극 제시단계에서, 좌안에 몬드리안 패턴을 100 ms 간격으로 교체하여 2초 동안 제시하였으며 우안에 20개의 수평방향 가버패치를 제시하였다. 가버패치 중 1개는 빨간색으로, 나머지는 초록색으로 표시하여 빨간색 가버패치에 실험참가자의 주의를 집중되도록 하였다. 다음으로 250 ms 동안 빈 화면을 제시한 후에, 과제자극 제시 단계에서는 시계방향 또는 반시계방향으로 1.5° 기울어진 수직방향의 회색 가버패치를 25 ms 동안 제시하였다. 타당 조건에서 과제자극의 제시위치는 단서로 제시된 빨간색 가버패치가 제시된 위치와 동일하였고, 비타당 조건에서는 빨간색 가버패치가 제시된 위치의 맞은편에 제시되었다. 실험참가자에게는 과제자극이 제시될 때 가버패치 기울기가 시계방향으로 기울어졌을 경우에는 'X' 키를 누르고 반시계방향으로 기울어졌을 경우에는 'Z' 키를 누르도록 지시하였다.

서자극, 빈 화면, 과제자극 제시로 구성되었으며 실험의 순서와 자극제시시간은 (그림 4)에 설명되었다. 실험이 시작되면 지시문을 통해 실험참가자에게 과제자극이 제시될 때 가버패치 기울기의 방향을 맞추도록 지시하였다. 시계방향으로 기울어졌을 경우에는 'X' 키를 누르고 반시계방향으로 기울어졌을 경우에는 'Z' 키를 누르도록 하였다. 다음화면에서는 좌안에 몬드리안 패턴을 100 ms 마다 다른 패턴으로 교체하여 2000 ms 동안 제시하였다. 우안에 제시된 단서자극은 몬드리안 패턴보다 100 ms 늦게 제시되도록 조정하여 1900 ms 동안 제시하였다. 다음으로 중앙

에 응시점이 표시된 빈 화면을 250 ms 동안 제시한 후 과제자극을 25ms 동안 제시하고 실험참가자의 키보드 반응을 받은 후에 시행을 종료하였다.

## 설계

실험은 단서자극 위치와 과제자극 위치, 과제자극 기울기 방향에 따라 48시행으로 구성되었다. 단서자극은 12가지 위치에 두 번씩 제시되며 단서자극이 제시된 위치와 동일한 위치에 과제자극이 제시될 경우 타당 조건으로, 단서자극이 제시된 위치의 반대편에 과제자극이 제시될 경우 비타당 조건으로 분류하였다. 타당 조건과 비타당 조건의 시행 비율은 1:1이다. 예를 들어 단서자극이 12시 위치에 제시되었을 때, 과제자극이 12시 위치에 제시되면 타당 조건이고 6시 위치에 제시되면 비타당 조건이다. 과제자극은 시계방향과 반시계방향으로 각각 한 번씩 기울여 제시되었으며 과제자극의 위치조건(타당 vs. 비타당)을 피험자 내 변인으로 사용하였다. 실험은 외부 빛을 통제된 암실에서 진행되었다.

## 결 과

의식적 접근이 차단된 자극을 단서로서 제시하고 강제선택과제를 수행할 때, 타당 및 비타당 조건별 과제수행 평균 정확도에서 유의미한 차이를 나타냈다( $t(11) = 5.87, p < .001$ ). 타당 조건에서 가버패치의 기울기를 선택하는데  $67.4 \pm 9.5\%$ 의 평균 정확도를 보였고 비타당 조건에서  $41.7 \pm 7.8\%$ 의 평균정확도를 보였다. 동일한 자극과 절차로 진행된 Hsieh 등(2011)의 연구 결과에서는 타당 조건과 비타당 조건의 평균 정확도 차이를 비교한 결과,  $t(6) = 4.51, p = .004$ 로 나타났다.

실험참가자 중 타당 조건에서 가장 높은 정확도를 보인 경우는 87.5%였고 가장 낮은 정확도를 보인 경우는 54.2%였다. 비타당 조건에서는 가장 높은 정확도가 50.0%였고 가장 낮은 정확도가 29.2%였다.

Hsieh 등(2011)의 연구와 비교하여 실험 1-2의 결과는 의식적 접근이 차단된 자극이 타당 및 비타당 단서로 주의를 끄는데 작용함을 확인할 수 있었다. 또한 실

험 1-2의 결과를 바탕으로 추후 실험에 의식적 접근이 차단된 자극을 독립변인으로 사용하는데 적합하다고 판단하였다.

## 실 험 2

실험 2에서는 변화 탐지 과제를 수행할 때 단서자극의 의식가능 수준을 독립변인으로 사용하여 변화 탐지 과정에서 주의와 의식이 가지는 효과 크기를 확인하고자 하였다.

## 방 법

### 실험참가자

모 대학교 학부생 및 대학원생 30명이 실험에 참가하였다. 실험참가자는 모두 나안 혹은 교정시력이 정상이었다.

### 기구

실험 1-1, 1-2에 사용된 것과 동일한 실험 장비를 사용하였다.

### 재료

단서자극 화면에서 수평방향의 가버패치 13개를 제시하였다. (그림 5)와 같이 화면 전체에 걸쳐 9개의 가버패치를 균등하게 배치하였고 과제자극이 제시되는 위치에 4개의 가버패치를 추가적으로 배치하였다. 과제자극 위치에 제시된 가버패치 중 1개는 빨간색으로 나타내고 나머지 12개는 초록색으로 나타내어 단서자극을 제시하였을 때 실험참가자의 주의를 자동적으로 빨간색 가버패치에 집중되도록 처치하였

다. 가버패치에 대한 나머지 사양과 몬드리안 패턴의 사양은 실험 1-2와 동일하였다. 변화 탐지 과제자극은 Maljkovic과 Nakayama(1996)의 연구에서 사용된 다이아몬드 모양의 도형을 수정하여 사용하였다. 다이아몬드 도형은 흰색으로 처리하였으며 화면에 제시되는 도형 1개의 크기는  $0.5 \times 0.4$  cm였다. 다이아몬드 도형 4개를 한 세트로 묶어서 화면 중앙에 배치하였으며 도형세트의 크기는  $1.5 \times 1.2$  cm였다. 4개의 다이아몬드 도형 중 1개를 좌우반전 처리하여 변화 후 자극으로 제시하였다.

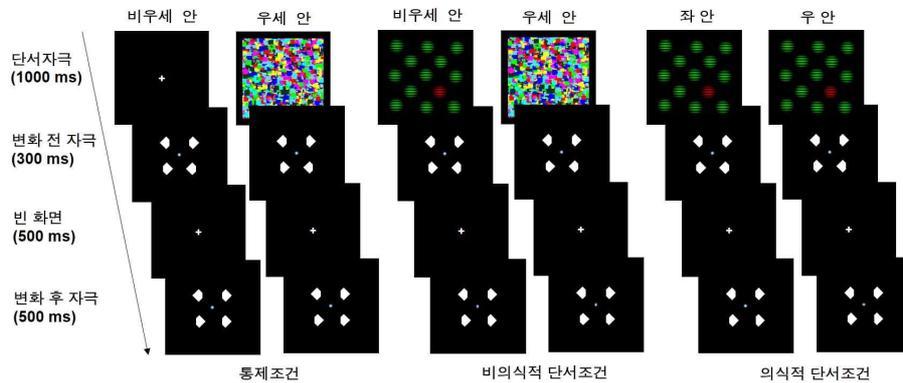
## 절차

우세안에 몬드리안 패턴을 제시하여 자극인식 억제효과를 높이고자 실험시작 전에 우세안 검사를 실시하였다. 우세안 검사절차는 다음과 같다. 첫째, 실험참가자는 두 눈을 뜨고 양손을 앞으로 쭉 뻗은 상태에서 구멍이 뚫린 종이를 통해 벽에 있는 표적을 바라본다. 둘째, 좌우 눈을 번갈아 감아보면서 어느 눈으로 구멍을 통해 표적이 보이는지 알아낸다. 표적이 보이는 눈이 우세안이다. 실험 2는 지시문, 응시점, 단서자극, 변화 전 자극, 빈 화면, 변화 후 자극으로 구성되었으며 실험의 순서와 자극제시시간은 (그림 5)에 설명되었다. 실험참가자에게는 변화 전 자극과 변화 후 자극을 비교하여 변화를 탐지하도록 지시하였다. 자극에 변화가 있을 경우에는 'Z' 키를 누르고 변화가 없을 경우에는 'X' 키를 누르도록 하였다. 실험이 시작되면 지시문이 주어지고 실험참가자가 충분히 이해한 경우에만 스페이스 키를 눌러 다음 화면으로 진행하도록 지시하였다.

단서자극은 세 가지 조건으로(그림 5) 참고), 통제조건에서는 우세안에 몬드리안 패턴과 비우세안에 빈 화면을 배치하여 단서를 제시하지 않았다. 비의식적 단서조건에서는 우세안에 몬드리안 패턴과 비우세안에 가버패치를 제시하였다. 의식적 단서조건에서는 우세안과 비우세안에 동일하게 가버패치를 제시하였다.<sup>6)</sup> 세 조건

6) 비의식적 단서조건에서 단안에 단서자극을 제시한 것과 달리 의식적 단서조건에서는 양안에 단서자극을 제시하였다. Dunn(1964)의 연구에 따르면 자극을 단안과 양안에 제시할 때, 각 조건에서 단순반응시간이 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이를 근거로 실험 2에서 단안(비의식적 단서조건)과 양안(의식적 단서조건)에 단서자극을 제시한 차이가 과제 수행에 영향을 미칠 가능성은 낮다고 판단하였다.

모두 단서자극 제시시간은 1000 ms 였다. 우세안에 제시된 몬드리안 패턴은 100ms 마다 다른 패턴으로 교체하여 제시하였고 비의식적 단서조건에서 비우세안에 제시된 가버패치는 몬드리안 패턴보다 100ms 늦게 제시되도록 조정하였다. 다음으로 양안에 변화 전 자극이 300ms 동안 제시된 후에 빈 화면을 500ms 동안 제시하였다. 마지막으로 변화 후 자극을 500ms 동안 제시하고 실험참가자의 키보드 반응을 받은 후에 시행을 종료하였다. 실험은 외부 빛을 통제한 암실에서 진행되었다.



(그림 5) 실험 2의 절차. 단서자극 제시단계에서, 몬드리안 패턴은 100 ms 간격으로 교체하여 1초 동안 제시하였다. 통제조건에서는 우세안에 몬드리안 패턴과 비우세안에 빈 화면을 제시하였다. 비의식적 단서조건에서는 우세안에 몬드리안 패턴과 비우세안에 가버패치를 제시하였다. 의식적 단서조건에서는 양안에 가버패치를 제시하였다. 다음으로 변화 전 자극을 300 ms 동안 제시하고 빈 화면을 500 ms 동안 제시하였다. 마지막으로 변화 후 자극을 500 ms 동안 제시하고 실험참가자의 키보드 반응을 받은 후에 시행을 종료하였다.

### 설계

단서제시조건(통제조건 vs. 비의식적 단서조건 vs. 의식적 단서조건)은 피험자 간 변인이었으며, 과제자극의 변화조건(변화있음 vs. 변화없음)과 과제자극의 위치조건(타당 vs. 비타당)은 피험자 내 변인인 혼합설계를 사용하였다.

실험참가자 30명은 세 가지 조건에 10명씩 무선배정 되었다. 세 가지 실험조건은 과제자극의 변화조건에 따라 변화있음 40시행과 변화없음 20시행으로 구성되었

다. 비의식적 단서조건과 의식적 단서조건에서는 과제자극의 변화있음 40시행을 과제자극의 위치조건에 따라 타당조건 20시행과 비타당조건 20시행으로 구성하였다. 비타당 단서는 타당 단서위치를 제외한 세 곳 중 한 곳에 무선적으로 제시되었다. 또한, 변화시행에서만 단서를 제시한다면 실험참가자가 단서의 출현으로 자극의 변화 여부를 예측할 수 있다고 판단하여 비의식적 단서조건과 의식적 단서조건은 변화없음 시행에서도 단서를 제시하였다.

## 결 과

실험 2에서 단서자극의 의식유무를 조작하여 변화 탐지과제를 수행하는데 나타나는 조건별 평균 정확도와 표준오차를 <표 1>에 제시하였다.

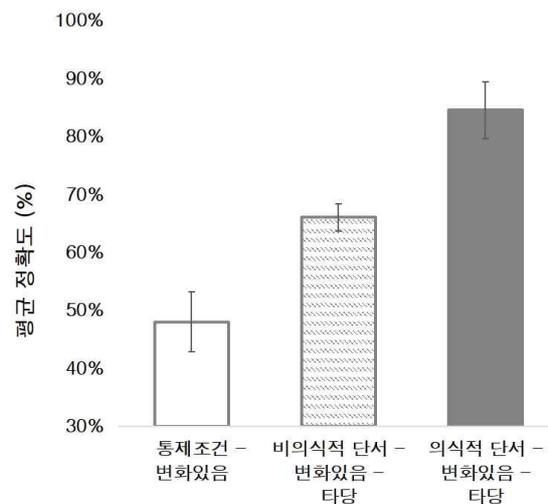
<표 1> 조건별 과제수행 평균 정확도와 표준오차(%).

단서제시 조건	과제자극 변화조건	과제자극 위치조건	평균	표준오차
통제조건	변화있음		48.0	5.2
	변화없음		87.0	2.5
비의식적 단서조건	변화있음	타당	66.0	3.7
		비타당	58.0	4.5
	변화없음		91.0	2.3
의식적 단서조건	변화있음	타당	84.5	5.0
		비타당	29.5	6.7
	변화없음		91.5	3.3

세부적인 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 과제수행 평균 정확도는 통제조건의 변화있음에서 48%, 의식적 단서조건의 타당조건에서 84.5%로 나타났다. 유사한 절차와 변화 탐지 과제를 사용한 Lamme(2004)의 연구에서는 단서가 제시되지 않았을

때에 평균 정확도가 60%였으며 단서가 제시되었을 때에는 거의 100%에 달하였다. 또한, Lamme(2004)의 실험에서는 자극 개수가 8개인데 비해, 실험 2에서는 4개의 자극을 사용한 점을 고려할 때 실험 2의 과제가 선행연구보다 높은 과제 난이도를 보였다고 판단하였다.

둘째, 통제조건-변화있음, 비의식적 단서-변화있음-타당, 의식적 단서-변화있음-타당조건 간 분산분석 결과에서 단서제시 조건에 따른 주효과( $F(2, 27) = 17.39, p < .001$ )가 유의미하였다(그림 6) 참고). 대비검정결과, 통제조건-변화있음과 비의식적 단서-변화있음-타당을 비교했을 때 유의미한 차이를 보였다( $t(27) = -2.91, p = .007$ ). 통제조건-변화있음과 의식적 단서-변화있음-타당을 비교했을 때 유의미한 차이를 보였다( $t(27) = -5.90, p < .001$ ). 비의식적 단서-변화있음-타당과 의식적 단서-변화있음-타당을 비교했을 때에도 유의미한 차이를 보였다( $t(27) = -2.99, p = .006$ ). 이러한 결과는 비의식적 단서가 제시되어 변화 탐지 수행이 향상될 수 있음을 나타낸다. 시각적으로 자각되지 않는 비의식적 단서는 의식이 통제되어 있다. 따라서 의식적 단서가 제시되는 조건과 비교할 때, 비의식적 단서조건에서 변화 탐지 정



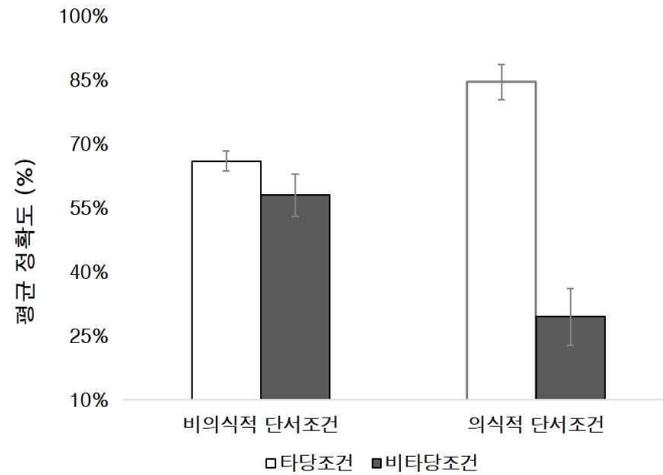
(그림 6) 실험 2의 단서제시 조건 별 과제수행 평균 정확도. 세 조건은 모두 과제자극의 변화가 있다. 비의식적 단서조건과 의식적 단서조건에서는 과제자극 제시위치가 단서자극 제시 위치와 일치하는 타당조건이다. 오차막대는 표준오차를 나타낸다.

확도가 상대적으로 낮은 것은 과제 수행에 영향을 미치는 주의단서의 의식적 접근이 차단되었기 때문으로 판단된다. 그리고 통제조건과 비교하여 비의식적 단서조건인 변화 탐지 정확도가 상대적으로 높은 것은 과제 수행에 의식적 접근이 차단된 주의단서가 미치는 효과 때문으로 판단된다. 비의식적 단서는 의식적 단서가 제시되는 조건이나 단서가 제시되지 않는 조건과 다른 변화 탐지 패턴을 보임으로써 변화 탐지와 같은 인지적 처리과정에서 주의와 의식이 미치는 효과가 다름을 확인하였다.

셋째, 단서자극 제시조건(비의식적 단서 vs. 의식적 단서)과 과제자극 위치조건(타당 vs. 비타당)의 두 변인을 대상으로 반복측정 이원변량분석을 실시하였다. 분석결과 단서자극 제시조건과 과제자극 위치조건인 변인 간 상호작용이 유의미한 결과를 보였다( $F(1, 18) = 27.96, p < .001$ ). 상호작용 효과를 확인하기 위해 단순 주효과 분석을 실시하였다. 과제자극 위치조건에 따른 단순 주효과가 유의미하게 나타났으며( $F(1, 18) = 50.24, p < .001$ ), 이러한 결과는 과제자극의 타당 및 비타당 조건이 변화 탐지 수행에 유의미한 영향을 미치는 것으로 판단된다. 과제자극이 타당할 경우에는 자극이 단서로 작용하여 변화 탐지 수행에 도움이 되었으며 비타당 할 경우에는 변화 탐지에 방해가 된 것으로 생각된다. 또한, 의식적 단서조건과 ( $F(1, 9) = 43.56, p < .001$ ) 비의식적 단서조건에서( $F(1, 9) = 6.70, p < .029$ ) 과제자극 위치조건 간에 유의미한 차이를 보였다(그림 7) 참고).

단서자극 제시조건에 따른 단순 주효과는 유의미한 차이를 보이지 않았다( $F(1, 18) = .949, p = .343$ ).

실험 2의 연구 결과를 종합하여 단서자극 제시조건을 비교하고 변화 탐지과제를 수행하는데 의식과 주의가 미치는 효과 크기를 계산하였다(Koch, 2012/2014). 의식의 효과 크기는 비의식적 단서조건인 변화있음-타당과 의식적 단서조건인 변화있음-타당 조건을 비교하여 평균 과제수행 정확도 차이로 나타낸다면 18.5%이다. 주의의 효과 크기는 통제조건인 변화있음과 비의식적 단서조건인 변화있음-타당의 평균 과제수행 정확도 차이로 나타낸다면 18.0%이다. 이러한 결과를 바탕으로 변화 탐지과제를 수행하는데 의식과 주의가 미치는 효과 크기를 확인하였다.



(그림 7) 단서자극 제시조건과 단서자극의 타당 및 비타당 조건에 따른 변화 탐지 수행 평균 정확도. 오차막대는 표준오차를 나타낸다.

### 종합논의

Koch와 Tsuchiya(2007)은 시각자극이 처리되는 상황을 의식과 주의의 수준에 따라 네 가지로 나누었다. 첫째는 의식과 주의가 모두 존재하는 상태(attention with consciousness), 둘째는 의식과 주의가 모두 존재하지 않는 상태(no consciousness, no attention), 셋째는 주의가 없는데 의식적 지각이 일어나는 경우(consciousness without attention), 넷째는 의식적으로 지각하지 못하는 주의(attention without consciousness)상태이다. 본 연구에서는 첫째와 넷째 상태에서 단서자극이 변화 탐지에 미치는 영향을 비교하여 과제 상황에서 주의와 의식이 미치는 효과의 크기에 대해 확인하고자 하였다. 이를 위해 변화 탐지과제와 CFS 현상을 사용하였다. 실험 2에서 주의와 의식이 결합된 단서자극과 의식적 접근이 차단된 단서자극을 제시할 때 변화 탐지 과제 수행의 결과를 비교하여 의식의 효과 크기를 확인하였으며, 의식적 접근이 차단된 단서자극과 의식과 주의가 모두 통제된 조건에서 변화 탐지 과제 수행의 결과를 비교하여 주의의 효과 크기를 확인하였다. 실험에 필요한 CFS

현상을 구현하는데 선행연구에서 주로 사용된 거울입체경 실험기기 대신 스마트폰과 구글 카드보드를 사용하였으며 Tsuchiya와 Koch(2005)의 연구와 비교하여 유사한 결과를 촉발하는지 확인하였다. 먼저, 실험 1-1에서 촉발된 CFS 현상이 함께 제시된 자극을 충분히 억제하는지 알아보았다. 실험결과, 스마트폰과 구글 카드보드를 사용한 CFS 현상은 선행연구보다 자극의 억제시간이 길었다. 선행연구와 본 실험의 억제시간이 차이는 원인으로 첫째, Tsuchiya와 Koch(2005)의 연구에서는 사람의 얼굴사진을 실험자극으로 사용한 것에 비해 실험 1-1에서는 동물과 다각형의 윤곽을 자극으로 사용한 점을 들 수 있다. CFS 현상을 사용한 자극인식 억제시간은 자극의 현출성에 따라 차이가 나타나는데 사람의 얼굴자극에 비해 동물과 다각형의 윤곽자극은 현출성이 상대적으로 떨어지므로 이러한 결과를 보인 것으로 판단된다. 둘째, 몬드리안 패턴을 구성하는 사각형의 크기를 더 작게 만들고 사용되는 색상의 수를 늘렸다. 이러한 점은 더 화려한 몬드리안 패턴을 제시하여 정적자극으로 이동하려는 주의를 보다 효과적으로 억제한 것으로 판단된다. 셋째, 구글 카드보드를 사용하여 실험참가자의 안구와 자극이 제시되는 화면 간의 거리를 좁히고 실험참가자의 머리 움직임을 원천적으로 차단하여 양안에 제시되는 자극이 완전히 겹쳐보이도록 하였다. 거울입체경 실험기기를 사용한 예비실험결과, 실험도중 실험참가자의 머리와 안구의 움직임으로 인해 양안에 제시되는 자극이 완전히 겹쳐지지 않고 이로 인해 자극의 인식억제가 쉽게 풀려버리는 문제점이 발견되었다. 또한 거울 입체경을 사용한 선행연구에서도 실험참가자의 머리를 고정하기 위해 턱 받침대 사용이 필요함을 언급하였다(Law et al., 2013). 본 연구에서는 스마트폰과 구글 카드보드를 사용하여 이러한 문제점을 해결하였다. 실험 1-1의 결과, 선행연구와 유사하게 자극의 인식을 억제하였으며 CFS 현상을 사용하는 다른 실험에 적용하였을 때 시각자극을 충분한 시간과 강도로 억제할 것으로 판단되었다.

실험 1-2에서는 CFS 현상을 사용하여 의식적으로 접근하지 못하는 자극을 단서로 제시하고 강제선택과제를 수행하는데 영향을 미치는지 확인하였다. 실험결과, 동일한 절차로 진행된 Hsieh 등(2011)의 연구보다 의식적 접근이 차단된 자극이 타당 및 비타당 단서로 더욱 강하게 작용했음을 확인하였다. 또한 실험 1-2의 결과를 바탕으로 CFS 처치를 통해 제시되는 의식적 접근이 차단된 단서를 실험 2의 독립변인으로 사용하는데 적합하다고 판단하였다.

실험 1-1과 실험 1-2는 선행연구에서 주로 사용된 거울입체경 실험기기 대신 스마트폰과 구글 카드보드를 사용하여 CFS 현상을 구현하였고 실험에서 핵심 요인으로 작용하는 자극인식 억제시간이 더 길어지고 억제 강도가 더 강력해졌다는 점에서 의의가 있다. 또한 고가의 하드웨어를 필요로 하지 않고 널리 보급된 스마트폰과 쉽게 제작할 수 있는 구글 카드보드를 사용했다는 점에서 간명성을 가지며 여러 후속 연구에서 사용할 수 있을 것으로 예상된다. 특히 환자와 같은 특수집단을 대상으로 하거나 대단위 실험참가자를 필요로 하는 실험에서 유용하게 사용될 수 있을 것이라고 생각된다.

실험 2에서는 변화 탐지 과제를 수행할 때 단서자극을 지각하는 의식 수준을 조작하여 주의와 의식이 차지하는 효과의 크기에 대해 알아보았다. 단서가 제시되지 않은 통제조건과 의식적 단서조건, 타당조건에서 과제 수행결과를 분석하여 사용된 변화 탐지 과제의 난이도가 선행연구보다 높은 것을 확인하였다. 또한, 통제조건의 변화있음, 비의식적 단서의 변화있음-타당, 의식적 단서의 변화있음-타당 조건에 대한 집단 간 분산분석 결과에서 주의와 의식 수준에 따라 유의미한 주효과가 나타났다. 각 조건별 *t*검증 결과에서도 모두 유의미한 차이를 보였다. 이런 결과는 비의식적 단서가 제시되어 변화 탐지 수행이 향상될 수 있음을 의미한다. 의식 요인을 제외한 나머지를 유지함으로써 해당 요인의 차이가 전체 수행에 미치는 효과를 분리하는 방법으로 의식의 효과 크기를 유추하였다(Koch, 2012/2014). 단서제시조건(비의식적 단서 vs. 의식적 단서)과 과제자극 제시위치(타당 vs. 비타당)의 두 변인을 대상으로 반복측정 이원변량분석을 실시한 결과에서는 유의미한 상호작용을 보였다. 과제자극 제시위치에 따른 단순 주효과가 유의미하게 나타났으며 비의식적 단서와 의식적 단서를 제시할 때 타당 및 비타당 조건 간에 유의미한 차이를 보였다. 이러한 결과를 종합하여, 통제조건의 변화있음, 비의식적 단서-변화있음-타당, 의식적 단서-변화있음-타당 조건에서 변화 탐지과제 수행 평균정확도 차이를 비교하여 정보처리 과제를 수행하는데 의식의 효과 크기를 18.5%로 보았고 주의의 효과 크기를 18.0%로 보았다. 실험 2의 결과는 의식과 주의가 가지는 기능과 신경기제가 다르다는 김은숙과 신현정(2010)의 선행연구와 일치하였으며 구체적으로 각 요인이 가지는 효과의 크기를 관찰할 수 있었다.

또한, 실험 2에서 비의식적 단서의 변화있음-타당조건과 비타당조건 간의 반응

정확도에서는 유의미한 차이를 보였으나 통제조건의 변화있음과 비의식적 단서의 변화있음-비타당 조건의 반응 정확도 사이에 유의미한 차이를 보이지 않았다( $T(1, 18) = 2.24, p = .152$ ). 비의식적 단서의 변화있음-비타당 조건에서 제시된 단서자극이 방해물로 적절한 효과를 보이지 못해 나타난 것으로 해석된다. 이러한 결과는 실험 2에서 사용된 과제자극의 속성 때문에 발생한 것으로 생각된다. 실험 2에서 제시된 변화 탐지 과제자극은 4개의 다이아몬드 도형으로 구성되어 있는데 도형들 간의 거리가 근접해 있다. 의식적으로 지각할 수 없는 상태에서 단서자극이 제시되었을 때, 실험참가자의 주의를 단서자극과 인접해 있는 양 옆 도형에 배분될 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 비의식적 단서 조건의 변화있음-비타당 시행에서 단서자극이 제시되는 위치의 양 옆 도형이 변화된 자극일 확률이  $2/3$ 로 우연 수준 이상이다. 이런 이유로 인해 통제 조건의 변화 있음보다 비의식적 단서의 변화있음-비타당 조건의 반응 정확도가 더 높게 나타난 것으로 판단된다. 의식적 접근이 차단된 주의단서가 변화 탐지 과제 수행에 영향을 미치지만, 의식할 수 있는 주의단서가 미치는 효과와 양상이 다를 수 있다.

정보처리과정에서는 주의와 의식뿐만 아니라 기억도 핵심요인으로 작용한다(Wolfe, 1999). Lamme(2004)의 연구에서는 변화 탐지과제를 수행하는데 의식적 주의와 기억이 미치는 효과를 비교하였다. 변화 전 장면에서 단서를 제시하지 않더라도 의식적으로 지각된 자극 중 기억해야 할 것을 알게 된다면 변화 탐지 수행이 증가함을 확인하였다. 후속 연구는 이 점을 고려하여 진행될 필요가 있다.

많은 선행연구에서 주의와 의식의 긴밀성으로 인해 두 과정을 결합하거나 실험상의 어려움으로 인해 의식을 간과하였다(Crick, 1994/2015). 본 연구에서는 변화 탐지와 같은 인지적 정보처리과제를 수행하는데 있어 의식과 주의를 개별 요인으로 구분하고 효과 크기를 확인하였다. 또한 촉발된 주의를 의식 수준과 과제 성격에 따라 수행을 촉진하거나 저해할 수 있다는 것이 관찰되었다. 종합해 볼 때, 정보처리과정에서 의식과 주의를 각각의 기능과 효과를 가짐을 시사한다.

## 참고문헌

- 김은숙, 신현정 (2010). 기억과 주의와의 비교를 통한 의식의 개념과 기능적 특성. **인지과학**, 21(4), 559-602.
- Alsius, A., & Munhall, K. G. (2013). Detection of audiovisual speech correspondences without visual awareness. *Psychological science*, 24(4), 423-431.
- Bussche, E., Hughes, G., Humbeeck, N., & Reynvoet, B. (2010). The relation between consciousness and attention: an empirical study using the priming paradigm. *Consciousness and cognition*, 19(1), 86-97.
- Crick, F. (2015). **놀라운 가설** (김동광). 서울: 궁리. (원전은 1994년 출판)
- Dunn, R. F. (1964). *The Influence of Stimulus Size and Binocular and Monocular Vision on Visual Reaction Time*. Unpublished master's thesis, Loyola University, Chicago.
- Eriksen, C. W. (1960). Discrimination and learning without awareness: a methodological survey and evaluation. *Psychological review*, 67(5), 279.
- Faivre, N., & Kouider, S. (2011). Multi-feature objects elicit nonconscious priming despite crowding. *Journal of Vision*, 11(3), 2.
- Gobbini, M. I., Gors, J. D., Halchenko, Y. O., Hughes, H. C., & Cipolli, C. (2013). Processing of invisible social cues. *Consciousness and cognition*, 22(3), 765-770.
- Goldstein, E. (2007). **감각과 지각** (김정오, 곽호완, 나중호, 도경수, 박권생, 박창호, 정상철 역). 서울: 시그마프레스. (원전은 2007년 출판)
- Hakoda, Y., Tsuzuki, T., Kawabata, H., & Hagiwara, S. (2011). **인지심리학** (강윤봉 역). 서울: 한국뇌기반연구소. (원전은 2010년 출판)
- Henderson, J. M., & Hollingworth, A. (2003). Eye movements and visual memory: Detecting changes to saccade targets in scenes. *Perception & Psychophysics*, 64(1), 58-71.
- Hsieh, P. J., Colas, J. T., & Kanwisher, N. (2011). Pop-out without awareness unseen feature singletons capture attention only when top-down attention is available. *Psychological science*, 22(9), 1220-1226.
- Huang, P. C., Baker, D. H., & Hess, R. F. (2012). Interocular suppression in normal and amblyopic vision: spatio-temporal properties. *Journal of vision*, 12(11), 29.

- Jiang, Y., Costello, P., Fang, F., Huang, M., & He, S. (2006). A gender-and sexual orientation-dependent spatial attentional effect of invisible images. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(45), 17048-17052.
- Kiefer, M., & Martens, U. (2010). Attentional sensitization of unconscious cognition: task sets modulate subsequent masked semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: General*, *139*(3), 464.
- Koch, C. (2004). *The quest for consciousness: a neurobiological approach*. Middletown: American Library Association.
- Koch, C. (2014). **의식** (이정진 역). 서울: 알파. (원전은 2012년 출판)
- Koch, C., & Tsuchiya, N. (2007). Attention and consciousness: two distinct brain processes. *Trends in cognitive sciences*, *11*(1), 16-22.
- Lamme, V. A. (2004). Separate neural definitions of visual consciousness and visual attention; a case for phenomenal awareness. *Neural Networks*, *17*(5), 861-872.
- Law, P. C., Paton, B. K., Thomson, R. H., Liu, G. B., Miller, S. M., & Ngo, T. T. (2013). Dichoptic viewing methods for binocular rivalry research: prospects for large-scale clinical and genetic studies. *Twin Research and Human Genetics*, *16*(6), 1033-1078.
- Maljkovic, V., & Nakayama, K. (1996). Priming of pop-out: II. The role of position. *Perception & psychophysics*, *58*(7), 977-991.
- Montaser, L., & Rajimehr, R. (2004). Subliminal attentional modulation in crowding condition. *Journal of Vision*, *4*(8), 821-821.
- Moors, P., Wagemans, J., & Lee, d. (2014). Moving Stimuli Are Less Effectively Masked Using Traditional Continuous Flash Suppression (CFS) Compared to a Moving Mondrian Mask (MMM): A Test Case for Feature-Selective Suppression and Retinotopic Adaptation. *PLoS one*, *9*(5), e98298.
- Naccache, L., Blandin, E., & Dehaene, S. (2002). Unconscious masked priming depends on temporal attention. *Psychological Science*, *13*(5), 416-424.
- Rensink, R. A. (2002). Change detection. *Annual review of psychology*, *53*(1), 245-277.
- Salomon, R., Galli, G., Łukowska, M., Faivre, N., Ruiz, J. B., & Blanke, O. (2015). An

- invisible touch: Body-related multisensory conflicts modulate visual consciousness. *Neuropsychologia*.
- Salomon, R., Lim, M., Herbelin, B., Hesselmann, G., & Blanke, O. (2013). Posing for awareness: Proprioception modulates access to visual consciousness in a continuous flash suppression task. *Journal of vision, 13*(7), 2.
- Sheinberg, D. L., & Logothetis, N. K. (1997). The role of temporal cortical areas in perceptual organization. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 94*(7), 3408-3413.
- Shin, K., Stolte, M., & Chong, S. C. (2009). The effect of spatial attention on invisible stimuli. *Attention, Perception, & Psychophysics, 71*(7), 1507-1513.
- Sklar, A. Y., Levy, N., Goldstein, A., Mandel, R., Maril, A., & Hassin, R. R. (2012). Reading and doing arithmetic nonconsciously. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(48), 19614-19619.
- Stein, T., Hebart, M. N., & Sterzer, P. (2011). Breaking continuous flash suppression: a new measure of unconscious processing during interocular suppression?. *Frontiers in human neuroscience, 5*.
- Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature neuroscience, 8*(8), 1096-1101.
- Wilke, M., Logothetis, N. K., & Leopold, D. A. (2003). Generalized flash suppression of salient visual targets. *Neuron, 39*(6), 1043-1052.
- Wolfe, J. M. (1999). Inattentional amnesia. In Coltheart, V. (Ed.), *Fleeting memories: Cognition of brief visual stimuli* (71-94). MA: Mit Press.
- Yang, Y. H., & Yeh, S. L. (2011). Accessing the meaning of invisible words. *Consciousness and cognition, 20*(2), 223-233.

1차원고접수 : 2015. 10. 13

1차심사완료 : 2015. 11. 22

2차원고접수 : 2015. 12. 19

2차심사완료 : 2016. 01. 13

3차원고접수 : 2016. 01. 21

최종게재승인 : 2016. 02. 01

*(Abstract)*

## **The Effect of Invisible Cue on Change Detection Performance: using Continuous Flash Suppression**

Hyeonggyu Park    Shinchul Byoun    Ho-Wan Kwak  
Kyungpook National University

The present study investigated the effect size of attention and consciousness on change detection. We confirmed the effect size of consciousness by comparing the condition which combined attention and consciousness and the condition of attention without consciousness. Then, we confirmed the effect size of attention by comparing the condition of attention without consciousness and the control condition which excluded attention and consciousness. For this purpose, change detection task and continuous flash suppression (CFS) were used. CFS renders a highly visible image invisible. In CFS, one eye is presented with a static stimulus, while the other eye is presented with a series of rapidly changing stimuli, such as mondrian patterns. The result is that the static stimulus becomes suppressed from conscious awareness by the stimuli presented in the other eye. We used a customized device with smartphone and google cardboard instead of stereoscope to trigger CFS. In Experiment 1-1, we reenacted some study to validate our experimental setup. Our experimental setup produced the duration of stimulus suppression that were similar to those of preceding research. In Experiment 1-2, we reenacted a study for attention without consciousness using an customized device. The results showed that attention without consciousness more strongly work as a cue. We think that it is reasonable to use CFS treatment employing smartphone and google cardboard for a follow-up study. In Experiment 2, when performing the change detection task, we measured the effect size of consciousness and attention by manipulating the consciousness level of cue. We used the method in which everything but the variable of interest kept being fixed. That way, the difference this independent variable makes to the action of the entire system can be isolated. We found that there was significant difference of correct response rate on change detection performance among different consciousness level of cue. In this study, we investigated that not only the role of attention and consciousness were different also we were able to estimated the effect size.

*Key words : attention, consciousness, continuous flash suppression, change detection*