

무의식적 내인성 주의

지 은 회

김 민 식[†]

연세대학교 심리학과

의식화 수준으로 제시된 중심 단서의 예측력은 내인성 주의 유도에 영향을 주는가? 본 연구는 시각 단서 과제에서 중심 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식을 갖지 못하도록 통제된 뒤, 위의 질문에 대답하려 하였다. Posner(1980)의 중심 단서 패러다임을 사용하여 내인성 주의를 조작하였으며, 중심 단서를 의식하(subliminal) 수준으로 제시하기 위하여 연속영상인식억제(CFS, Continuous Flash Suppression, Tsuchiya & Koch, 2005) 기법을 사용하였다. 실험 1에서는 예측력이 높은 중심 단서를 의식화로 제시하여 내인성 단서 효과를 측정하였다. 실험 결과, 참가자들은 중심 단서의 제시 유무를 전혀 알지 못했음에도 불구하고 단서 효과를 보였다. 즉, 의식적으로 지각할 수 없음에도 불구하고, 중심 단서가 표적을 가리키는 조건에서의 반응 시간이 그렇지 않은 조건에 비해 통계적으로 유의미하게 빠른 것으로 나타났다. 실험 2에서는 예측력이 없는 중심 단서를 의식화 수준으로 제시한 집단과 의식상(supraliminal) 수준으로 제시한 집단으로 나누어 내인성 단서 효과를 측정하였다. 실험 결과, 의식상 조건에서는 단서 효과가 관찰된 반면, 의식화 조건에서는 단서 효과가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 무의식적으로도 내인성 주의가 작동할 수 있으며, 무의식적 주의 통제가 단서의 예측력에 따라 다른 방식으로 작동될 수 있음을 시사한다.

주제어 : 무의식, 내인성 주의, 의식화 단서, CFS

* 본 연구는 2015년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2015R1A2A2A04006136).

† 교신저자 : 김민식, 연세대학교 심리학과, (120-749) 서울특별시 서대문구 연세로 50

E-mail: kimm@yonsei.ac.kr

순간순간 눈을 통해 들어오는 수많은 시각 정보들을 모두 처리하여 인식하기에는 우리의 시각 시스템은 한계를 지닌다. 따라서 필요한 정보만을 선별하여 처리하는 기제가 필요한데, 우리는 이러한 기제를 선택적 주의라고 부른다(Duncan, 1998; Moran & Desimone, 1985). 다양한 정보 중에서도 특정한 정보에 주의를 기울이는 기제는 외인성 주의(exogenous attention)와 내인성 주의(endogenous attention)로 나뉘어진다(Folk, Remington, & Johnston, 1992; Jonides, 1981; Posner, 1980; Posner, Cohen, & Rafal, 1982; Posner & Snyder, 1975). 지각적으로 두드러지는 자극이나 갑작스러운 제시(abrupt onset)에 의해 상향적으로 영향받는 외인성 주의를 불수의적으로 작동하는 반면(Egeth & Yantis, 1997; Mulckhuysse & Theeuwes, 2010; Theeuwes, 1994, 2004), 가지고 있는 정보나 지식, 현재의 과제 목표 등에 의해 하향적으로 영향을 받는 내인성 주의를 의도적이고 목표 지향적인 방식으로 작동한다고 알려져 있다(Posner et al., 1982; Posner, Snyder, & Davidson, 1980). 예를 들어, 마트 선반에 놓인 피클을 찾는 상황을 상상해보자. 이때 갑자기 바닥으로 봉투 하나가 떨어진다면, 이 봉투는 반사적으로 주의를 끌어 외인성 주위가 작동된다고 할 수 있다. 그렇지만 만약 선반 위치에 놓인 제품들을 알려주는 안내문에 피클은 왼쪽 가장 높은 선반에 놓여있다고 쓰여 있다면, 사람들은 선반에 다른 부분에 놓인 물건들은 무시하고 왼쪽 가장 높은 선반에만 주의를 기울이고 피클을 찾을 것이다. 안내문은 피클을 찾는 목표에 도움이 되는 단서이고, 이러한 정보를 이용해 주의를 이동시키는 과정이 내인성 주위가 작

동하는 방식 중 하나라고 할 수 있다.

Posner(1980)의 공간적 단서 패러다임(spatial cueing paradigm)에서는 표적자극을 탐지하는 과제를 수행하는 동안 미리 표적자극이 나타날 위치에 대한 단서를 제공한다. 화면 가운데 응시점을 기준으로 왼쪽 혹은 오른쪽에 나타날 수 있는 표적자극 위치에 미리 제시되는 단서(예. 번쩍이는 자극)는 주변 단서(peripheral cue)로 외인성 주의를 유발한다고 알려져 있다. 이에 반해, 가운데 응시점 위치에 제시되고 간접적으로 표적자극이 제시될 위치를 알려주는 단서(예. 화살표)는 중심 단서(central cue)로 내인성 주의를 유발한다고 알려져 있다. 주변 단서가 나타나거나 중심 단서가 가리키는 위치에 표적자극이 제시되는 조건은 타당 조건(valid)이고, 주변 단서가 나타나거나 중심 단서가 가리키는 위치의 반대편에 표적자극이 제시되는 조건은 비타당 조건(invalid)이라고 한다. 타당 조건(valid)에서 반응시간이 비타당 조건(invalid)의 반응시간보다 빠른 것으로 보고되며, 비타당 조건의 반응시간과 타당 조건의 반응시간 차이를 단서 효과(cueing effect)라고 한다(Posner et al., 1980).

외인성 주위는 갑자기 제시되거나 나타난 외부 자극에 의해 반사적으로 일어나기 때문에 의식과 관계없이 일어날 수 있다고 여긴 반면, 내인성 주위가 작동하기 위해서는 단서를 처리하는 상위 수준의 인지처리과정이 필요하기 때문에 의식이 필요하다고 여겨졌다(Baars & Franklin, 2003, 2007; Baddeley, 1992; Hassin, 2013; Kiefer, 2012; Posner & Snyder, 1975). 의식과 공간적 주의 통제의 관계는 단서자극을 의식적으로 지각할 수 없도록 단서

자극의 신호 강도를 방해하거나 고갈시키는 방식으로 조작한 연구들을 통해 수행되어졌다 (Kouider & Dehaene, 2007; McCormick, 1997; Reuss, Pohl, Kiesel, & Kunde, 2011). McCormick (1997)은 주변단서를 의식적으로 지각할 수 없는 역치 이하 강도로 조작하여 외인성 주의와 내인성 주의가 작동하는데 의식이 필요한지 알아보았다. 대부분의 표적자극은 주변단서가 제시된 위치 반대편에 제시된다는 사실을 미리 알려주었기 때문에 참가자들은 단서가 제시된 위치 반대 위치로 주의를 이동시켜야만 했다. 실험 결과, 주변단서가 표적자극 탐지에 도움이 되지 않음에도 불구하고, 의식적으로 지각되지 못한 주변단서 위치에 제시된 표적자극은 더 빨리 탐지되었고, 반대편에 제시된 표적자극은 빨리 탐지되지 못하였다. 이러한 결과를 바탕으로 외인성 주의는 의식 없이도 포획될 수 있지만, 의도적으로 주의를 이동시키는 내인성 주의가 작동하기 위해서는 의식이 필요하다고 제안되었다. 또한, 의식적으로 지각되지 못하게 표적자극의 위치에 미리 제시된 외인성 단서는 Mulckhuysse, Talsma와 Theeuwes(2007)의 연구에서도 표적자극을 더 빨리 탐지할 수 있도록 도와주었다. 이후에도 의식적으로 지각되지 못한 외인성 단서에 의해서도 주위가 포획될 수 있다는 연구 결과들은 지속적으로 보고되어져 왔다(예. Ansorge & Heumann, 2006; Hsieh & Colas, 2012; Ivanoff & Klein, 2003; Mulckhuysse et al., 2007; Park, Byoun, & Kwak, 2016).

그렇다면, 내인성 주의와 의식의 관계는 어떠한가? 내인성 주의 통제는 현재의 목표를 설정하고 표상한 후, 이를 달성하기 위해 인

지적 자원을 효율적으로 분배하고 통제하는 집행기능(executive function) 중 하나라고 할 수 있다(Ansorge, Kunde, & Kiefer, 2014; Baddeley & Hitch, 1974; Miller & Cohen, 2001; Miyake & Shah, 1999). 이러한 맥락에서 연구자들은 내인성 주의가 작동하기 위해서는 의식이 필요하고, 의식화로 제시된 내인성 단서가 주의에 영향을 주기 위해서는 단서가 현재 과제에 도움이 된다는 의식적 자각(conscious awareness)이 있어야만 한다고 주장하였다(Ansorge et al., 2014; Ansorge & Neumann, 2005; Reuss et al., 2011; Reuss, Kiesel, Kunde, & Wuhr, 2012; Scharlau & Ansorge, 2003). 즉, 단서를 이용하기 위해서 단서와 과제와의 관계를 설정하는 하향적 사전 지식이 선행되어야 하고, 이때 의식이 필요하다는 입장이다(Ansorge et al., 2014; Dehaene & Naccache, 2001; Kunde, 2003; Mayr, 2004).

Reuss 등(2011)은 차폐 패러다임을 이용해 의식적으로 지각할 수 없도록 제시된 화살표 단서가 내인성 주의에 영향을 미칠 수 있는가를 알아보았다. 그 결과, 의식적으로 지각 가능한 화살표 단서를 통해 단서의 예측력이 높다는 하향적 사전 지식이 있을 때에만 의식화 단서가 내인성 주의에 영향을 미칠 수 있다는 것을 보고하였다. 또한, 문자 단서를 이용한 Reuss 등(2012)의 연구에서도 의식상 단서가 무선적으로 함께 제시되었을 때, 의식화 단서에 의한 단서 효과가 관찰되었다. 이러한 결과를 통해 의식화로 제시된 내인성 단서는 단서와 과제의 관계에 대한 하향적 사전 지식을 인식하고 있는 경우에만 과제에 영향을 미칠 수 있다는 주장이 지지되어져 왔다(Ansorge et al.,

2014; Ansorge & Neumann, 2005; Reuss et al., 2012; Reuss et al., 2011; Scharlau & Ansorge, 2003).

그러나, Reuss 등(2011, 2012; Gayet, Van der Stigchel, & Paffen, 2014; Palmer & Mattler, 2013)의 연구자들은 하향적 사전 지식을 의식하 단서를 처리하는데 필수조건으로 가정했기 때문에 항상 의식적으로 지각 가능한 의식상 단서를 의식하 단서와 함께 시행 간에 무선적으로 제시하였다. 따라서 참가자들은 의식하 단서가 제시된 시행에서는 단서를 의식적으로 지각할 수 없었지만, 실험에서 단서가 제시된다는 하향적 사전 지식은 가지고 있었다. 단서에 대한 하향적 사전 지식이 완전히 통제된 조건에서 의식하 단서의 효과를 살펴본 연구는 수행되어지지 않았다. 의식적으로 지각 가능한 정보나 의식적 인식이 무의식적으로 작동하는 인지처리과정을 방해할 수 있다는 결과들(Gayet et al., 2014; Hassin, Bargh, Engell, & McCulloch, 2009; McCormick, 1997; Reuss et al., 2012)을 고려하였을 때 단서 유무 자체에 대한 하향적 사전 지식이 의식하 단서의 무의식적 처리과정을 방해했을 가능성도 존재한다.

하향적 사전 지식이 무의식적 처리를 방해할 수 있다는 예는 Gayet 등(2014)의 연구와 Hassin 등(2009)의 연구에서 찾아볼 수 있다. Gayet 등의 연구에서 의식하로 제시된 단서는 예측력이 높음에도 불구하고, 단서가 예측력이 없다는 하향적 사전 지식을 가지고 있을 때에는 단서로써 이용되지 못하는 것으로 보고되었다. 또한 Hassin 등의 연구에서도 순차적으로 움직이면서 제시되는 자극의 이동 패턴을 무의식적으로 추출하는 능력은 실험 시

작 전에 패턴이 존재한다는 사실을 말해주고 패턴을 이용하는 것이 과제에 도움이 된다고 참가자들에게 알려준 조건에서는 사라진다는 것이 보고되었다. 따라서 내인성 주의가 작동하기 위해서 단서에 대한 하향적 사전 지식에 대한 의식이 필요하다는 주장(Ansorge et al., 2014; Ansorge & Neumann, 2005; Reuss et al., 2012; Reuss et al., 2011; Scharlau & Ansorge, 2003)은 하향적 사전 지식을 완전히 통제했을 때에 의식하 단서가 처리될 수 있는가를 확인하는 실험을 통해 검증되어야 한다. 의식하 단서의 효과를 살펴볼 때 의식상 단서가 시행 간에 함께 제시되어 중심 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식을 통제하지 못한 이전 연구들과 다르게, 단서 존재 자체에 대한 하향적 사전 지식이 없는 상태에서 단서 효과를 살펴볼 필요가 있다.

최근 무의식적 인지처리에 관한 연구들은 기존에 의식이 필요하다고 여겨졌던 상위수준의 복잡한 인지기능도 무의식적으로 작동할 수 있다고 주장하고 있다(Hassin, 2013; Kouider & Dehaene, 2007; Reuss et al., 2012; Sklar et al., 2012; Watanabe et al., 2011). 이러한 연구들을 기반으로 내인성 주의가 무의식적으로 작동할 수 있을 가능성을 시사하는 연구들도 보고되고 있다.

Palmer와 Mattler(2013)는 단서가 가리키는 위치에 제시되는 목표자극을 판단하는 과제에서 단서제시 전에 점화자극을 의식하로 제시함으로써 시각자극에 대한 무의식적 의미 처리가 가능한지를 살펴보았다. 예를 들어, A와 B모양이 왼쪽에 제시되는 표적자극을 보고하라는 단서이고, C와 D모양이 오른쪽에 제시되는 표

적자극을 보고하라는 단서일 때, A모양이 단서로 제시되기 전에 의식할 수 없도록 A모양이나 B모양을 점화자극으로 제시하였다. 실험 결과, 점화자극과 단서자극의 세부특성이 다른 경우(예. A모양 점화자극이후 B모양 단서자극 제시)에도 표적자극을 판단하는 수행이 점화자극과 단서자극의 의미가 불일치한 조건에 비해 일치한 조건에서 더 향상되었다. 이러한 결과는 점화자극이 의미하는 정보가 이후 단서자극을 처리하는데 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미하고, 이를 통해 연구자들은 의식적으로 지각하지 못한 시각단서의 의미를 처리하는 것이 가능하다는 것을 제안하였다. 그러나 Palmer와 Mattler의 연구에서 관찰된 의식하 점화자극에 의한 점화효과가 이후에 공간적 주의를 이동하는 과정에 직접적인 영향을 미쳤는가에 대해서는 아직 명확하게 구분할 수 없다.

Reuss 등(2012)은 점화자극이 아닌 단서자극 자체를 의식적으로 지각할 수 없도록 제시함으로써 좀 더 직접적으로 의식하 단서를 통해 내인성 주의를 작동할 수 있는지를 살펴보았다. 실험 결과, 의식적으로 지각할 수 없도록 제시된 문자 단서는 이전 시행이 의식적으로 지각 가능한 단서자극이 제시된 시행일 때에는 표적자극 탐지에 도움이 되지 못했지만, 이전 시행도 의식적으로 지각할 수 없도록 문자 단서가 제시된 시행일 때에는 공간 주위에 영향을 미쳐 표적자극 탐지에 도움이 되었다. 의식적으로 지각될 수 있는 단서의 단서 효과에 비해 의식하로 제시된 단서의 단서 효과 크기는 매우 작았지만, 내인성 주의 통제가 작동하는데 의식이 반드시 필요하지 않을 수

도 있다는 가능성을 제안한 결과로 해석될 수 있다. 그러나 Reuss 등의 연구도 의식상 단서 조건이 함께 제시됨으로 인해 단서자극에 대한 하향적 사전 지식을 통제하지 못하였고, 의식상 단서가 의식하 단서에 미치는 영향을 완전하게 통제하지 못한 한계점을 가진다.

지금까지 살펴보았듯이, 내인성 주의와 의식의 관계를 살펴본 연구들은 단서 자극에 대한 의식적인 지각(conscious vision)은 통제했으나 중심 단서에 대한 '하향적 사전 지식'을 통제하지는 못하였다. 표적자극에 대한 정보를 전달함으로써 유용하다고 판단되는 자극을 단서로써 처리하고(Jonides, 1981), 이후 하향적으로 공간 주의를 이동하는 방식으로 작동하는 내인성 주의(Posner et al., 1982; Posner et al., 1980)와 의식의 관계를 알아보기 위해서는 이전 연구에서 통제하지 못한 중심 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식을 통제할 실험 설계가 필요하다.

본 연구에서는 중심 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식을 통제할 상태에서도 의식하 단서의 예측력에 따라 내인성 주의를 작동할 수 있는가를 알아보려고 하였다. 중심 단서를 의식적으로 지각할 수 없도록 연속영상억제(CFS, Continuous Flash Suppression, Tsuchiya & Koch, 2005) 기법을 이용하였다. 시각자극을 아주 짧은시간(약 8 - 50ms)동안 제시하고 뒤이어 바로 차폐자극을 제시하여 시각자극을 의식적으로 지각하지 못하게 만드는 시각역행차폐패러다임(visual backward masking paradigm)에 비해 CFS는 한쪽 눈에 시각자극이 제시되는 동안 다른 쪽 눈에 번쩍이는 차폐자극을 제시함으로써 시각자극의 의식적 지각을 막기 때문에

시각자극을 의식하지 못한 상태로 좀 더 오랫동안 제시할 수 있다는 장점을 가진다 (Breitmeyer, 2007; Breitmeyer & Ögmen, 2006; Kim & Blake, 2005; Tsuchiya & Koch, 2005). 중심 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식을 통제하기 위해서 참가자들에게 중심 단서가 제시된다는 정보를 제공하지 않았고, 실험 중에 단서를 지각할 수 있는 의식상 조건도 포함하지 않았다. 모든 실험이 끝난 뒤에는 단서에 대해 의식적으로 지각했는지 여부에 대해서 사후 설문을 통해 확인하였다. 마지막으로 의식하로 제시된 내인성 단서가 예측력에 따라 단서로써 이용될지 여부가 달라질 수 있는가를 확인하기 위해 실험 1에서는 예측력이 높은 중심 단서를 사용하였고, 실험 2에서는 예측력이 없는 중심 단서를 사용하였다.

실험 1. 예측력 높은 의식하 중심 단서 효과

실험 1은 참가자가 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식이 없는 상태에서 예측력이 높은 내인성 단서가 의식하로 제시될 때 내인성 주의가 작동할 수 있는지 알아보려고 수행되었다. 공간 주의 과제는 내인성 단서인 화살표가 CFS를 통해 의식하로 제시되었다는 것을 제외하고는 Posner(1980)의 공간 주의 과제와 동일하였다. 만약 중심 단서가 과제에 도움이 된다는 것이 무의식적으로 처리되어 내인성 주의가 작동할 수 있다면, 의식하 중심 단서가 가리킨 위치에 표적자극이 제시될 때 표적 자극 탐지시간이 의식하 중심 단서가 가리킨 반대 위치에서 표적자극이 제시될 때에 비해 더 빠르게 보고될 것이라고 예측하였다.

방 법

참가자 연세대학교 학생 23명이 실험에 참가하였다. 참가자들은 실험에 앞서 실험 참가동의서에 서명하였고 실험의 목적과 가설은 알지 못하였다. 이들은 모두 나안 혹은 교정시력이 정상이었으며, 실험의 모든 절차는 연세대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 이루어졌다.

기구 및 재료 실험 자극은 해상도 1920 × 1080, 주사율 60Hz인 삼성 23인치 LCD 모니터를 이용해 제시되었다. 실험 자극 제시와 데이터 수집은 Matlab과 Psychophysics Toolbox Extension 3.0(Brainard, 1997)을 통해 구현되었다. 참가자들의 머리는 턱-이마 받침대(chin and forehead rest)를 통해 모니터로부터 약 57cm 떨어진 거리에서 화면을 볼 수 있도록 고정되었다. 양쪽 눈에 제시되는 실험 자극은 모니터 양쪽에 제시되었고, 거울식 입체경(mirror stereoscope)을 이용해 융합되었다. 안정적인 양안 결합(binocular alignment)을 유지하기 위해, 작은 응시점($0.28^\circ \times 0.28^\circ$)이 항상 양쪽 시야 중앙에 제시되었다. Kwon 과 Kim(2004)의 연구와 동일하게, 두 개의 정사각형($1.33^\circ \times 1.62^\circ$)은 응시점으로부터 7.32° 떨어진 양쪽에 위치하였다.

절차 매 시행의 절차 예시는 Figure 1과 같다. 공간 주의 과제는 Posner(1980)의 단서 패러다임과 유사하였다. 하나의 응시점과 양 옆에 정사각형은 항상 양쪽 눈에 제시되었다. 매 시행이 시작할 때마다 응시점이 검은색에서

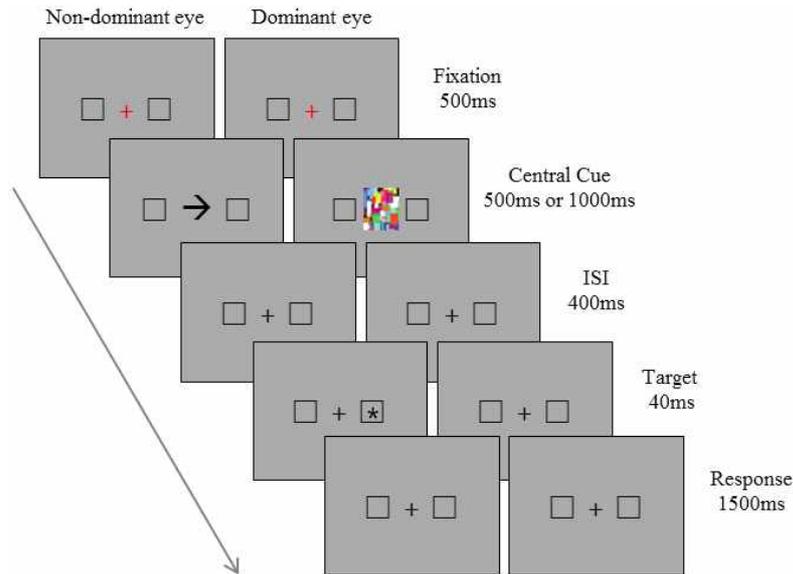


Figure 1. Illustration of the trial sequence in Experiment 1. The fixation was presented to both eyes for 500 ms at the beginning of each trial. Then a central arrow cue was gradually presented to the non-dominant eye, which was interocularly suppressed by colored Mondrian patches presented to the dominant eye. The contrast of the central arrow cue was linearly ramped up from 0% to 100% within 500 ms or 1000ms. Participants were encouraged to press a button upon detecting “*” in left or right squares.

빨간색으로 변한 채 500ms 동안 제시되었다. 그 다음, 비우세안(non-dominant eye)에는 중심 화살표 단서($1.6^{\circ} \times 1.2^{\circ}$)가 제시되고, 우세안(dominant eye)에는 다양한 색과 크기를 가진 사각형들을 겹쳐 만든 몬드리안 패치($2.01^{\circ} \times 1.97^{\circ}$)가 20Hz로 연속적으로 번쩍이며 제시되었다. 몬드리안 패치가 제시되는 동안의 눈 움직임을 막기 위해 응시점이 함께 제시되었고, 참가자들에게 항상 응시점에 시선을 고정하도록 요구하였다. 중심 화살표 단서의 대비는 단서가 제시되는 시간동안 0%에서 100%로 점진적으로 증가하였다. CFS를 이용하여 중심 단서를 의식적으로 지각할 수 없도록 조작하는 것은 초기 시각 세포 수준에서 상위 수준

의 피질 영역으로 전달되는 자극 신호를 방해하는 방식이다(Kouider & Dehaene, 2007; Lamme & Roelfsema, 2000). 따라서 단서 제시 시간에 따른 신호 강도의 차이로 인한 단서 효과의 차이를 보기 위해 단서 제시 시간은 500ms 또는 1000ms로 조작하였고, 별도의 블록으로 구분하여 진행되었다. 블록 제시 순서는 참가별로 무선화되었다. 중심 화살표 단서가 제시되고 400ms 뒤에, 목표 자극 “*” ($0.4^{\circ} \times 0.4^{\circ}$)이 왼쪽 혹은 오른쪽 정사각형 가운데에 40ms 동안 나타났다. 참가자들은 표적자극을 보자마자 가능하면 빨리 ‘/’ 버튼을 누르도록 지시받았고, 표적자극 제시 이후 1500ms 이내에 반응한 시행만이 기록되었다. 단서 효과를 측

정하기 위해, 타당 조건에서 표적자극은 중심 화살표 단서가 가리킨 방향에 제시된 반면, 비타당 조건에서 표적자극은 중심 화살표 단서가 가리킨 반대 방향에 제시되었다. 참가자들이 표적자극을 정확하게 보고 반응하도록 만들기 위해서 함정 시행(표적자극이 나타나지 않는 시행)이 전체 시행의 10% 포함되었다. 전체 시행은 타당 조건 70%, 비타당 조건 20%, 함정 조건 10%로 조작되었고, 따라서 중심 화살표 단서 예측력은 77.78% 였다. 참가자들은 20시행씩 다섯 블록의 과제를 수행하였고, 블록 사이마다 짧은 휴식이 허용되었다. 참가자들은 화살표 단서가 제시된다는 설명을 전혀 듣지 못하였다. 모든 실험이 끝난 후, 참가자들은 화살표 단서의 존재에 대한 의식적 지각여부를 측정하기 위해 짧은 설문에 응답하였다. 첫 번째 질문은 “응시점에 제시된 여러 가지 사각형 그림 외에 다른 그림이나 글씨를 본 적이 있습니까?”였고, 만약 참가자가 다른 자극들을 보았다고 응답한 경우에는 “발견한 그림이나 글씨가 있다면 구체적으로 작성해주세요”라는 질문에 응답하도록 요구되었다. 만약 참가자가 다른 자극을 보지 못했다고 응답한 경우에는 “응시점에 제시된 화살표를 본 적이 있습니까?”라는 질문을 하였다. 전체 시행에서 화살표 단서를 한번이라도 보았다고 보고한 참가자는 데이터 분석에서 제외되었다. 참가자의 주관적인 보고를 바탕으로 화살표 단서에 대한 의식적 지각 여부를 측정 한 것은 참가자가 단서 자극의 존재 자체에 대해 의식적으로 알지 못했음에도 불구하고, 의식하 단서 자극의 예측력을 처리하여 내인성 주의가 작동했다는 것을 확인하기 위한 절

차였다.

결과 및 논의

전체 시행에서 화살표 단서를 한번이라도 본 적이 있다고 보고한 3명의 참가자와 전반적인 정확도가 60% 이하인 참가자 1명은 분석에서 제외하였다. 표적자극이 나타났는데 반응하지 않은 탈락률(miss rate)은 단서 제시 시간(500ms, 1000ms)에 따라 각각 11.68%, 11.58%였고, 오경보율(false alarm rate)은 각각 0.26%, 1.58%였다. 전반적인 정확도는 95.5%와 97.89%였다.

반응시간이 200ms 이하(500ms 조건 0%, 1000ms 조건 0.12%)이거나 틀린 시행은 분석에서 제외되었다. 맞은 시행들에 대한 평균 반응시간은 단서 제시 시간(500ms, 1000ms)과 단서의 타당성(타당, 비타당)을 피험자 내 변인으로 한 이원 변량분석을 통해 분석되었다. 각 조건 별 평균 반응시간은 Figure 2와 같다. 단서 제시 시간에 따른 반응시간의 주효과는 유의미한 경향성이 나타났으며($F(1, 18) = 4.185, p = .056, \eta_p^2 = .189$), 단서의 타당성에 따른 반응시간의 주효과는 유의미하였다($F(1, 18) = 6.151, p < .05, \eta_p^2 = .255$). 단서 제시 시간과 타당성간의 이원상호작용은 유의미하지 않았다($F(1, 18) = .779, p > .05, \eta_p^2 = .041$). 이러한 결과는 참가자들이 화살표 중심 단서를 의식적으로 지각하지 못했음에도, 의식하 단서가 표적자극 위치를 가리킨 시행(타당조건)에서 그렇지 않은 시행(비타당조건)에 비해 표적자극을 더 빨리 탐지하였다는 것을 의미한다. 단서 자극의 신호 강도의 차이로

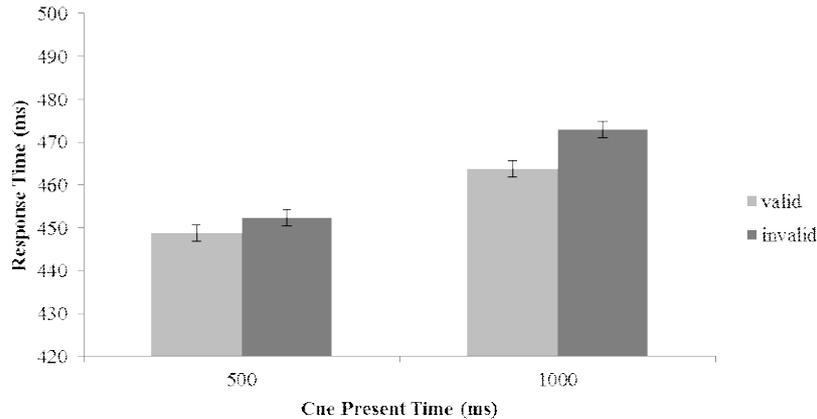


Figure 2. Mean RTs to targets in the valid and invalid conditions across the cue presentation time. The error bars indicate the within-participant standard error (Cousineau, 2005).

인해 단서효과의 차이가 통계적으로 유의미하게 관찰되지는 않았지만 추가적으로 단서 제시 시간에 따라 단서 타당성에 따른 반응시간의 차이를 분석한 결과, 단서 제시 시간이 500ms 인 조건에서 단서가 가리킨 위치에서 표적 자극이 나타난 시행(타당 조건)과 단서가 가리킨 반대 위치에서 표적 자극이 나타난 시행(비타당 조건)간의 반응시간 차이가 관찰되지 않은 반면($t(18) = 1.407, p > .1$), 단서 제시 시간이 1000ms 인 조건에서는 비타당 조건에 비해 타당 조건의 반응시간이 유의미하게 빠른 것으로 관찰되었다($t(18) = 2.817, p < .05$). 이러한 차이는 화살표 중심 단서의 대비가 단서 제시 시간동안 0%에서 100%로 증가하며 제시되었기 때문에 나타난 것으로 해석될 수 있으며, 의식화 단서로 인한 단서효과를 관찰하는데 있어 1000ms의 단서 제시 시간이 더 적합한 것으로 해석될 수 있다.

실험 1에서 관찰된 단서 효과가 의식화로 제시된 중심 단서의 예측력이 무의식적으로

처리된 후에 일어난 하향적 내인성 주의 통제 의 결과가 아니라 화살표 중심단서가 자동적으로 외인성 주의를 유발한 결과일 수 있다는 설명이 존재할 수 있다. 중심 단서로 제시된 단서가 공간적인 정보를 가지고 있는 경우(예. 화살표 단서, 시선 단서) 외인성 단서와 비슷하게 주의 이동에 영향을 미친다고 보고된 연구들도 존재한다(Friesen, Ristic, & Kingstone, 2004; Hommel, Pratt, Colzato, & Godijn, 2001; Pratt, Radulescu, Guo, & Hommel, 2010; Tipples, 2002; Xu, Zhang, & Geng, 2011). Xu 등(2011)의 실험 3에서 시선단서를 CFS를 이용해 의식화로 제시하였을 때, 참가자들은 시선 단서가 예측력을 가지지 않는다는 사실을 알고 있었음에도 불구하고 시선 단서가 가리키는 위치에 제시된 목표 자극에 대한 탐지 정확도가 더 높게 관찰되었다. 만약 실험 1에서 관찰된 단서 효과가 화살표 자극 자체의 자동적 특성에 기인한다면, 화살표 단서가 예측력을 가지지 않을 때에도 이전 연구들과 동일하게 단서

효과가 관찰될 것이라고 예상할 수 있다. 따라서 실험 2에서는 예측력이 없는 단서를 이용하여 동일한 실험을 진행하였다.

실험 2. 예측력이 없는 의식하 중심 단서 효과

실험 2에서는 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식이 없는 상태에서 예측력이 없는 중심 단서가 의식하로 제시될 때에 내인성 주의가 작동하는지 알아보고자 수행되었다. 중심 단서의 예측력이 없다는 것은 화살표 단서가 가리킨 위치에 표적자극이 나타날 확률이 50%라는 것을 의미한다. 추가적으로 의식상 집단은 중심 단서 자극이 제시될 때 몬드리안 패치가 함께 제시되지 않아 중심 단서가 존재한다는 것을 의식적으로 알고 있었다. 만약 중심 단서의 예측력이 무의식적으로 처리될 수 있다면, 의식하로 제시된 화살표는 단서로써 유용하지 않음으로 내인성 주의가 영향받지 않을 것이라고 예측하였다.

방 법

참가자 연세대학교 대학생 38명이 참가하였다. 모든 참가자들은 실험 1에 참여하지 않았던 새로운 참가자였으며, 실험 목적과 가설에 대하여 알지 못하였다. 16명의 참가자는 의식상 단서 조건, 21명의 참가자는 의식하 단서 조건에 무선적으로 할당되었다. 모두 나안 혹은 교정시력이 정상이었으며, 실험의 모든 절차는 연세대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 이루어졌다.

기구 및 재료 실험에 사용된 자극과 실험 자극에 제시되는 환경은 실험 1과 동일하였다.

절차 단서 제시 시간이 1000ms으로만 고정되어 제시되었다는 것을 제외하고는 실험 1과 절차는 동일하였으며, 참가자들은 응시점 양쪽에 제시된 정사각형 안에 표적자극이 제시되자마자 가능하면 빨리 키보드 버튼을 누르도록 지시되었다. 실험 1에서 중심 단서 제시 시간에 따라 단서 효과의 차이는 관찰되지 않았기 때문에, 의식하로 제시되는 단서의 신호 강도가 강할 수 있도록 단서 제시 시간은 1000ms으로 조작하였다. 참가자들은 실험에 앞서 중심 단서가 나온다는 사실이나 단서의 예측력에 대해 어떤 사전 정보도 듣지 못하였다. 시행이 시작되면 검은색에서 빨간색으로 변한 응시점이 500ms 동안 제시되고, 비우세 안에 중심 화살표 단서($1.6^{\circ} \times 1.2^{\circ}$)가 1000ms 동안 제시되었다. 의식하 단서 조건에서는 중심 단서가 제시되는 동안 우세안에는 몬드리안 패치($2.01^{\circ} \times 1.97^{\circ}$)가 20Hz로 함께 제시되어 단서를 의식적으로 지각하지 못하도록 조작하였다. 이에 반해 의식상 단서 조건에서는 우세안에 아무런 시각 자극이 제시되지 않음으로써 참가자들이 중심 단서를 의식적으로 지각할 수 있었고 단서의 존재를 의식적으로 자각하고 있었다. 중심 단서가 제시된 후 400ms 뒤에 목표자극 '*' ($0.4^{\circ} \times 0.4^{\circ}$)이 정사각형 가운데 40ms동안 제시되었다. 중심 단서는 예측력이 없기 때문에 단서가 가리키는 위치에 표적자극이 나타나는 시행은 표적자극이 제시된 시행의 절반이었고, 화살표 단서를 이용하는 것은 표적자극을 탐지하는데 도움이

되지 않았다. 표적자극이 제시된 후 1500ms 이내에 반응한 시행만이 정반응으로 처리되었다. 한 블록은 22시행으로 이루어졌으며, 타당 조건 10시행, 비타당 조건 10시행, 나머지 합정조건 2시행으로 구성되었다. 참가자들은 전체 총 8블록의 과제를 수행하였으며, 블록 간에 자유롭게 휴식을 취할 수 있었다. 모든 실험이 끝난 뒤 참가자들은 중심 화살표 단서에 대한 의식적 지각 여부를 측정하기 위해 실험 1과 동일하게 사후 문항에 응답하였다.

결과 및 논의

의식하 단서 조건에서 화살표 단서에 대해 의식적으로 지각했다고 보고한 6명의 참가자가 분석에서 제외되었고, 의식상 단서 조건에서는 정확도가 70% 이하인 참가자 3명이 분석에서 제외되었다. 의식하 단서 조건에서 탈락률은 12.05%, 오경보율은 4.02%였으며, 의식상 단서 조건에서 탈락률은 16.25%, 오경보율은 2.40%였다. 전체 시행에 대한 정확도는 의

식하 단서 조건 84.79%, 의식상 단서 조건 87.84%였다.

반응시간이 200ms 이하(의식상 조건 0.26%, 의식하 조건 0.11%)이거나 틀린 반응인 시행은 분석에서 제외되었다. 정반응에 대한 평균 반응시간은 타당성(타당, 비타당)을 참가자 내 변인으로, 단서 자극 특성(의식상, 의식하)은 참가자 간 변인으로 2×2 혼합이원변량분석을 실시하였다. 각 조건 별 평균 반응시간은 Figure 3과 같다. 타당성에 따른 반응시간의 주효과는 통계적으로 유의한 반면($F(1, 26) = 20.018, p < .001, \eta_p^2 = .435$), 단서 자극 특성에 따른 반응시간의 주효과는 유의미하지 않았다($F(1, 26) = 1.515, p > .05, \eta_p^2 = .055$). 또한, 타당도와 단서 제시 조건에 따른 반응시간의 이원상호작용은 유의미하게 관찰되었다($F(1, 26) = 12.086, p < .01, \eta_p^2 = .317$). 참가자들은 예측력이 없는 중심 화살표 단서를 의식적으로 지각하지 못하도록 제시하였을 때에는 단서가 가리킨 위치에서 표적 자극이 나타난 시행(타당 조건)과 단서가 가리킨 반대

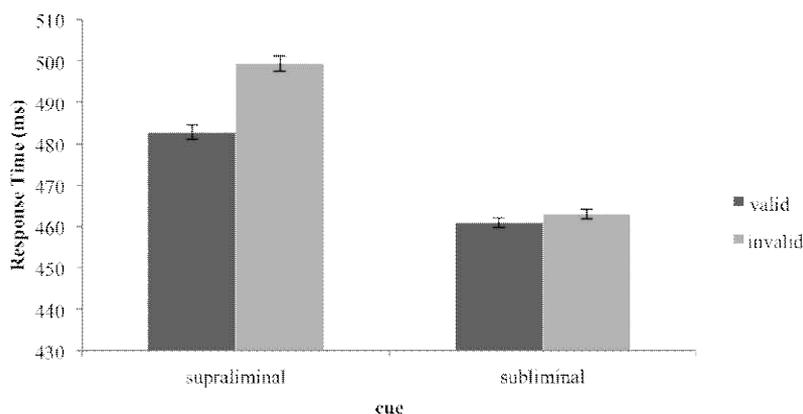


Figure 3. Mean RTs to targets according to the validity and the consciousness conditions. The error bars indicate the within-participant standard error (Cousineau, 2005).

위치에서 표적 자극이 나타난 시행(비타당 조건)간의 반응시간 차이가 관찰되지 않은 반면 ($t(14) = .917, p = .375$), 단서를 의식적으로 지각할 수 있을 때에는 예측력이 없음에도 불구하고 비타당 조건에 비해 타당 조건에서 반응시간이 유의미하게 빠른 것으로 관찰되었다 ($t(12) = 4.552, p < .01$).

본 실험을 통해 예측력이 없는 중심 단서가 제시될 때 의식적으로 단서를 지각할 수 있는 집단에서는 단서 효과가 나타나는 반면, 의식적으로 단서를 지각할 수 없는 집단에서는 단서 효과가 사라지는 것을 관찰하였다. 의식적으로 지각 가능하지만 예측력이 없는 화살표 단서에 의해서도 나타난 단서 효과는 이전에 화살표나 시선 단서를 이용한 연구 결과와 일치한다(Friesen et al., 2004; Hommel et al., 2001; Pratt et al., 2010; Reuss et al., 2011; Tipples, 2002; Xu et al., 2011). 이러한 결과는 단서의 공간적인 의미가 오랫동안 학습되어 외인성 단서와 유사하게 주의를 포획하는 것으로 해석될 수 있다.

실험 2의 결과에 근거하여 실험 1의 결과를 다시 논의해 보자면, 실험 1에서 관찰된 예측력 높은 의식하 중심 단서에 의한 단서 효과가 단지 화살표의 자극 특성에 의해 유발된 결과라는 설명은 설득력이 없어 보인다. 만약 화살표 자극자체의 공간적 의미가 강하기 때문에 의식하 주변 단서와 같은 방식으로 무의식적으로 주의를 포획한 결과였다면, 실험 2의 의식하 단서 특성 조건에서도 동일한 단서 효과가 관찰되었어야 한다. 따라서 실험 2의 결과를 바탕으로 실험 1에서 관찰된 단서 효과는 중심 단서로 제시된 화살표 단서의 예측

력이 무의식적으로 처리되었기 때문에 나타난 결과라고 해석될 수 있다.

종합논의

본 연구는 내인성 주의가 무의식적으로 작동하는 것이 가능한가에 대한 질문에 답하고자 내인성 단서를 CFS를 통해 의식하로 제시하고, 단서 존재에 대한 정보를 제공하지 않음으로써 중심 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식을 통제된 상황에서 의식하 중심 단서의 예측력을 조작하였다. 그 결과, 실험 1에서 의식하 중심 단서가 예측력이 높을 때에는 참가자들이 단서에 대해 의식적으로 지각하지 못했음에도 불구하고 공간적 단서 효과가 관찰된 반면, 실험 2에서 의식하 중심 단서의 예측력이 없을 때에는 공간적 단서효과가 발견되지 않았다. 추가적으로 실험 2에서 의식적으로 지각 가능하도록 제시된 중심 단서는 예측력이 없음에도 불구하고 단서 효과를 유발하는 것으로 관찰되었다. 이러한 결과는 의식하로 제시된 내인성 단서의 유용성을 판단하고, 이후 과제에 이용할지 여부를 결정하는 내인성 주의 통제 과정이 단서의 존재 혹은 단서의 유용성에 대한 하향적 사전 지식 없이도 무의식적으로 처리될 수 있다는 가능성을 시사한다. 또한 예측력이 없는 중심 단서가 의식상 수준에서는 공간적 단서 효과를 유발한 반면, 의식하 수준에서 공간적 단서 효과를 유발하지 않은 결과를 통해 화살표 단서의 의미적인 처리가 의식 여부에 따라 다르게 작동할 가능성도 시사한다.

본 연구 결과에서 흥미로운 것은 의식적으

로 지각되지 못한 단서에 의해 내인성 주의가 작동하기 위해서는 의식적인 맥락, 단서에 대한 하향적 사전 지식이 필요하다고 주장한 이전 연구들(Ansorge et al., 2014; Ansorge & Neumann, 2005; Reuss et al., 2011; Reuss, Kiesel, Kunde, & Wuhr, 2012; Scharlau & Ansorge, 2003)과는 다르게 단서 자체에 대한 하향적 사전 지식 없이도 내인성 주의가 작동했다는 점이다. 참가자들은 실험 전에 단서에 대한 정보를 전혀 제공받지 못하였고, 과제를 수행하는 동안 CFS로 인해 단서를 의식적으로 지각하지 못하였다. 실험이 끝난 후에도 단서 자극이 있었다는 것조차 보고하지 못하였다. 이러한 결과는 의식하 내인성 단서가 공간적 주위에 영향을 미치기 위해 필요하다고 주장된 단서에 대한 의식적 자각이 오히려 의식하 내인성 단서가 처리되는 과정을 방해했을 가능성을 제안한다. 본 연구는 중심 단서에 대한 지각적인 측면뿐만 아니라 존재 자체에 대한 의식이 통제되었음에도 불구하고, 의식하 단서에 의해 공간적 주위가 영향 받을 수 있다는 점에서 흥미롭다.

본 실험의 결과가 단서로 이용된 화살표 자극 자체의 특성으로 인해 외인성 주의가 작동한 결과일 수 있다는 설명은 단서 효과의 시간적 특성을 살펴봄으로써 반박될 수 있다. 실험 1에서 단서자극의 제시 시점부터 표적자극의 제시 직전의 시간인 자극 제시 시차(stimulus onset asynchrony, SOA)에 따라 단서 효과의 양상이 달라지지 않았다. 내인성 주의는 단서 위치에 주위가 이동한 뒤에 오랜 시간동안 유지되는 반면, 외인성 주의는 일시적이고 빨리 흩어지는 특성이 있다(Egeth & Yantis,

1997; Mulckhuyse & Theeuwes, 2010). 이러한 특성으로 인해 외인성 단서(주변단서)는 자극 제시 시차가 짧을 때(약 250ms 이하)에는 표적자극 탐지를 더 빨리할 수 있도록 도움이 되지만, 자극 제시 시차가 250ms 이상으로 길어질 때에는 오히려 외인성 단서가 제시된 위치에 나타난 표적자극을 더 늦게 탐지하는 회귀억제(inhibition of return)현상을 일으킨다(Posner & Cohen, 1984; Rafal, Calabresi, Brennan, & Sciolto, 1989; Taylor & Klein, 1998). 의식하 외인성 단서를 이용한 연구들(Ivanoff & Klein, 2003; Mulckhuyse et al., 2007)에서도 관찰된 회귀억제는 단서에 대한 의식적 지각여부에 관계없이 외인성 주의 통제가 작동한 증거로 해석되었다. 본 연구에서는 자극 간 간격(interstimulus interval, ISI)은 400ms로 고정되었고 단서가 250ms에 비해 훨씬 긴 시간동안 제시되었음에도 불구하고 중심 단서에 의해 공간적 단서 효과가 관찰되었다. 이러한 결과를 토대로 실험 1의 결과가 단지 화살표 단서 특성에 의해 반사적으로 작동한 외인성 주의에 의한 것이라는 설명은 설득력이 약하다고 할 수 있다.

본 연구에서 의식하 중심 단서의 예측력이 높을 때 관찰된 단서 효과는 내인성 주의에 의한 효과일 뿐만 아니라 안구 운동의 영향력이 포함되어 있을 수 있다. CFS 패러다임에서 몬드리안 패치가 나오는 동안 시선을 움직이는 경우에는 비우세안에 제시되는 자극이 의식적으로 지각되거나 양안 결합이 유지되지 않을 확률이 매우 높기 때문에 참가자들은 거울식 입체경을 통해 제시되는 화면을 안정적으로 결합해서 지각하기 위해 눈을 항상 응시점에 고정하도록 요구되었다. 그러나, 미세안

구운동(microsaccades)과 내현적 주의 전환(covert attention shift)이 관련이 있다는 연구 결과들 (Martinez-Conde, Macknik, & Hubel, 2004; Rolfs, 2009)과 시선 추적(eye-tracking)을 통해 실험 동안에 안구 운동이 측정되지 않았다는 점을 고려했을 때 본 연구에서 관찰된 단서 효과는 안구 운동의 영향이 완전히 배제되었다고 주장하기 어렵다. 그러나, 시공간적 주의가 수의적으로 시선의 이동을 유발하는데 중요한 기제(Hoffman & Subramaniam, 1995)이기 때문에 화살표 단서로 인해 목표 자극이 나타나는 위치로 실제 안구 운동이 일어났다고 하더라도, 참가자가 중심 화살표 단서를 의식적으로 지각하지 못하고 단서 존재 자체에 대해 알지 못함에도 불구하고 단서의 예측력이 높을 때에만 안구 운동을 유발했다는 점은 매우 흥미로운 결과라고 할 수 있다. 시선 추적을 이용한 추가적인 연구에서는 주의와 미세안구운동의 관계에서 의식의 역할을 살펴볼 수 있으며, 안구 운동 궤도 편차(saccade trajectory deviations)가 주의의 양을 나타내는 자료로 쓰일 수 있다는 연구들(Nummenmaa & Hietanen, 2006; Van der Stigchel, 2010)을 기반으로 의식화 단서의 효과를 생리학적 데이터를 통해 살펴볼 수 있을 것으로 기대한다.

기존에 의식이 필요하다고 여겨졌던 내인성 주의가 의식적인 지각이나 하향적 사전 지식 없이 무의식적으로 작동할 수 있다는 본 연구 결과는 의식적인 처리 과정만이 수행할 수 있다고 여겨졌던 상위 수준의 인지 기능들을 무의식적 처리과정도 수행할 수 있다는 주장을 지지한다(Hassin, 2013; Kim & Lee, 2011; Kouider & Dehaene, 2007; Sklar et al., 2012; van

Gaal, Ridderinkhof, Fahrenfort, Scholte, & Lamme, 2008; van Gaal, Ridderinkhof, Scholte, & Lamme, 2010; Watanabe et al., 2011). 예를 들어, Sklar 등(2012)은 문장 읽기나 간단한 수학적 계산이 의식적인 자각 없이도 처리될 수 있다고 주장하였다. CFS를 통해 간단한 문장을 의식적으로 지각할 수 없도록 제시할 때 의미적으로 옳은 문장에 비해 틀린 문장이 양안 경쟁을 통해 의식적으로 더 빨리 지각되었고, 덧셈이나 뺄셈식이 의식적으로 지각할 수 없도록 제시된 후 숫자 읽기 과제를 수행하는 실험에서는 숫자가 수식의 답인 조건이 틀린 답인 조건에 비해 수행 시간이 더 빠르게 나타났다. 또 다른 예로 van Gaal 등(2008)은 억제통제(inhibitory control)도 의식적인 자각 없이 작동할 수 있다고 주장하였다. 연구자들은 반응 신호가 나오면 버튼을 가능하면 빨리 누르고 비반응 신호가 나오면 버튼을 누르지 않도록 요구되는 반응/비반응 과제(Go/No-Go task)를 수행하는 동안, 반응 신호가 제시되기 전에 비반응 신호를 의식적으로 지각할 수 없도록 제시하였다. 실험 결과, 반응 신호만 제시된 후 버튼을 누른 속도보다 비반응 신호가 의식하로 먼저 제시된 후 반응 신호가 제시되어 버튼을 누른 속도가 유의미하게 느려지는 것이 관찰되었다. 이후 fMRI를 이용한 연구에서도 의식하로 제시된 비반응 신호는 억제통제와 관련된 하전두피질(inferior frontal cortex), 전보조운동영역(pre-supplementary motor area)에서 활성화를 유발하는 것으로 보고되었다(van Gaal et al., 2010).

본 연구 결과는 의식과 내인성 주의의 관계를 이해하는데 중요한 정보를 제공하며, 의

식적으로 지각할 수 없는 중심 단서도 예측력에 따라 내인성 주의에 영향을 미칠 수 있음을 보여준다. 특히, 중심 단서 유무에 대한 하향적 사전 지식이 없음에도 불구하고 예측력이 높은 의식화 단서에 의해 단서 효과가 관찰된 결과는 오히려 하향적 사전 지식을 가지고 있는 것이 무의식적인 처리를 방해할 수 있다는 가능성을 제안한다. 하향적 사전 지식의 영향을 살펴본 이전 연구들(Ansorge et al., 2014; Ansorge & Neumann, 2005; Reuss et al., 2012; Reuss et al., 2011; Scharlau & Ansorge, 2003)처럼 의식적으로 지각한 정보나 정보에 대한 하향적 사전 지식이 무의식적 처리과정에 도움이 될 수도 있지만, 또 다른 측면에서는 방해가 될 수도 있다는 것을 의미한다. 이후 연구를 통해 하향적 사전 지식의 유무와 무의식적 내인성 주의와의 관계를 살펴볼 필요가 있다. 또한 무의식적 처리과정에 대한 연구가 초기 단계이기 때문에 무의식적으로 작동 가능한 내인성 주의 통제의 범위가 어디까지인가에 대한 추가적인 연구들이 필요하다. 단서의 의미가 명확한 화살표가 아닌 의미 없는 기호를 제시한 뒤에 단서의 의미를 학습하는 과정도 무의식적으로 일어날 수 있는가를 알아보는 것도 흥미로운 주제라고 생각된다. 마지막으로, 단서의 의미를 학습하는 과정에 시간이 얼마나 소요될 것인지, 만약 학습이 가능하다면 이후에 새로운 의미로 재학습도 가능할 것인지를 알아보는 것도 흥미로울 것으로 보인다.

Reference

- Ansorge, U., & Heumann, M. (2006). Shifts of visuospatial attention to invisible (metacontrast-masked) singletons: Clues from reaction times and event-related potentials. *Advances in Cognitive Psychology*, 2, 61-76.
- Ansorge, U., Kunde, W., & Kiefer, M. (2014). Unconscious vision and executive control: How unconscious processing and conscious action control interact. *Consciousness and Cognition*, 27, 268-287.
- Ansorge, U., & Neumann, O. (2005). Intentions determine the effect of invisible metacontrast-masked primes: evidence for top-down contingencies in a peripheral cuing task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(4), 762.
- Baars, B. J., & Franklin, S. (2003). How conscious experience and working memory interact. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 166-172.
- Baars, B. J., & Franklin, S. (2007). An architectural model of conscious and unconscious brain functions: Global Workspace Theory and IDA. *Neural Networks*, 20, 955-961.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley, A., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47-89.
- Breitmeyer, B. G. (2007). Visual masking: past accomplishments, present status, future

- developments. *Advances in Cognitive Psychology*, 3, 9-20.
- Breitmeyer, B., & Öğmen, H. (2006). *Visual masking: Time slices through conscious and unconscious vision*. Oxford: Oxford University Press.
- Cousineau, D. (2005). Confidence intervals in within-subject designs: A simpler solution to Loftus and Masson's method. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 1, 42-45.
- Dehaene, S., & Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition*, 79, 1-37.
- Duncan, J. (1998). Converging levels of analysis in the cognitive neuroscience of visual attention. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 353, 1307-1317.
- Egeth, H. E., & Yantis, S. (1997). Visual attention: Control, representation, and time course. *Annual Review of Psychology*, 48, 269-297.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 1030.
- Friesen, C. K., Ristic, J., & Kingstone, A. (2004). Attentional effects of counterpredictive gaze and arrow cues. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30, 319-329.
- Gayet, S., Van der Stigchel, S., & Paffen, C. L. (2014). Seeing is believing: Utilization of subliminal symbols requires a visible relevant context. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76, 489-507.
- Hassin, R. R. (2013). Yes It Can: On the Functional Abilities of the Human Unconscious. *Perspectives on Psychological Science*, 8, 195- 207.
- Hassin, R. R., Bargh, J. A., Engell, A. D., & McCulloch, K. C. (2009). Implicit working memory. *Consciousness and Cognition*, 18, 665-678.
- Hoffman, J. E., & Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movements. *Perception & Psychophysics*, 57, 787-795.
- Hommel, B., Pratt, J., Colzato, L., & Godijn, R. (2001). Symbolic control of visual attention. *Psychological Science*, 12, 360-365.
- Hsieh, P. J., & Colas, J. T. (2012). Awareness is necessary for extracting patterns in working memory but not for directing spatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38, 1085-1090.
- Ivanoff, J., & Klein, R. M. (2003). Orienting of attention without awareness is affected by measurement-induced attentional control settings. *Journal of Visualized Experiments*, 3, 32-40.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. In J. B. Long, Baddeley, A. D. (Ed.), *Attention and Performance IX* (pp. 187-203). Hillsdale, NJ:

- Erlbaum.
- Kiefer, M. (2012). Executive control over unconscious cognition: attentional sensitization of unconscious information processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6.
- Kim, C. Y., & Blake, R. (2005). Psychophysical magic: rendering the visible 'invisible'. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 381-388.
- Kim, M., & Lee, Y. A. (2011). The Effect of Unconscious Thought on Goal-Dependent Decision Making. *Korean Journal of Cognitive Science*, 22, 405-427.
- Kouider, S., & Dehaene, S. (2007). Levels of processing during non-conscious perception: a critical review of visual masking. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362, 857-875.
- Kunde, W. (2003). Sequential modulations of stimulus-response correspondence effects depend on awareness of response conflict. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 198-205.
- Kwon, M. Y. & Kim, M-S. (2004). The Influence of Executive Working Memory on Exogenous and Endogenous Cuing Effects. *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 16, 451-466.
- Lamme, V. A. F., & Roelfsema, P. R. (2000). The distinct modes of vision offered by feedforward and recurrent processing. *Trends in Neurosciences*, 23, 571-579.
- Martinez-Conde, S., Macknik, S. L., & Hubel, D. H. (2004). The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 229-240.
- Mayr, U. (2004). Conflict, consciousness, and control. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 145-148.
- McCormick, P. A. (1997). Orienting attention without awareness. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 168-180.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
- Miyake, A., & Shah, P. (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Moran, J., & Desimone, R. (1985). Selective Attention Gates Visual Processing in the Extrastriate Cortex. *Science*, 229, 782-784.
- Mulckhuyse, M., Talsma, D., & Theeuwes, J. (2007). Grabbing attention without knowing: Automatic capture of attention by subliminal spatial cues. *Visual Cognition*, 15, 779-788.
- Mulckhuyse, M., & Theeuwes, J. (2010). Unconscious attentional orienting to exogenous cues: A review of the literature. *Acta Psychologica*, 134, 299-309.
- Nummenmaa, L., & Hietanen, J. K. (2006). Gaze distractors influence saccadic curvature: Evidence for the role of the oculomotor system in gaze-cued orienting. *Vision Research*, 46, 3674-3680.
- Palmer, S., & Mattler, U. (2013). Masked stimuli modulate endogenous shifts of spatial attention.

- Consciousness and Cognition*, 22, 486-503.
- Park, H., Byoun, S., & Kwak, H.-W. (2016). The Effect of Invisible Cue on Change Detection Performance : using Continuous Flash Suppression. *Korean Journal of Cognitive Science*, 27, 1-25.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M. I., Cohen, Y., & Rafal, R. D. (1982). Neural systems control of spatial orienting. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 298, 187-198.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium* (pp.55-85). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 160-174.
- Pratt, J., Radulescu, P., Guo, R. M., & Hommel, B. (2010). Visuospatial attention is guided by both the symbolic value and the spatial proximity of selected arrows. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 1321.
- Rafal, R. D., Calabresi, P. A., Brennan, C. W., & Sciolto, T. K. (1989). Saccade preparation inhibits reorienting to recently attended locations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 673.
- Reuss, H., Kiesel, A., Kunde, W., & Wuhr, P. (2012). A cue from the unconscious - masked symbols prompt spatial anticipation. *Frontiers in Psychology*, 3, 397.
- Reuss, H., Pohl, C., Kiesel, A., & Kunde, W. (2011). Follow the sign! Top-down contingent attentional capture of masked arrow cues. *Advances in Cognitive Psychology*, 7, 82-91.
- Rolf's, M. (2009). Microsaccades: small steps on a long way. *Vision Research*, 49, 2415-2441.
- Scharlau, I., & Ansorge, U. (2003). Direct parameter specification of an attention shift: Evidence from perceptual latency priming. *Vision Research*, 43, 1351-1363.
- 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, 19614-19619.
- Taylor, T. L., & Klein, R. M. (1998). On the causes and effects of inhibition of return. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 625-643.
- Theeuwes, J. (1994). Endogenous and exogenous control of visual selection. *Perception*, 23, 429-440.
- Theeuwes, J. (2004). Top-down search strategies cannot override attentional capture. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 65-70.
- Tipples, J. (2002). Eye gaze is not unique: Automatic orienting in response to uninformative arrows. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 314-318.
- Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash

- suppression reduces negative afterimages. *Nature Neuroscience*, 8, 1096-1101.
- Van der Stigchel, S. (2010). Recent advances in the study of saccade trajectory deviations. *Vision Research*, 50, 1619-1627.
- van Gaal, S., Ridderinkhof, K. R., Fahrenfort, J. J., Scholte, H. S., & Lamme, V. A. (2008). Frontal cortex mediates unconsciously triggered inhibitory control. *The Journal of Neuroscience*, 28, 8053-8062.
- van Gaal, S., Ridderinkhof, K. R., Scholte, H. S., & Lamme, V. A. (2010). Unconscious activation of the prefrontal no-go network. *The Journal of Neuroscience*, 30, 4143-4150.
- Watanabe, M., Cheng, K., Murayama, Y., Ueno, K., Asamizuya, T., Tanaka, K., & Logothetis, N. (2011). Attention but not awareness modulates the BOLD signal in the human V1 during binocular suppression. *Science*, 334, 829-831.
- Xu, S., Zhang, S., & Geng, H. (2011). Gaze-induced joint attention persists under high perceptual load and does not depend on awareness. *Vision Research*, 51, 2048-2056.
- 1차원고접수 : 2016. 09. 22
수정원고접수 : 2016. 12. 22
최종게재결정 : 2017. 01. 17

Unconscious Endogenous Attention

Eunhee Ji

Min-Shik Kim

Department of Psychology, Yonsei University

The current study investigated whether the predictability of the central cue would influence endogenous attention without being perceived and aware of. We used Posner's cueing paradigm (1980) with central cues, which were subliminally presented through CFS(Continuous Flash Suppression, Tsuchiya & Koch, 2005). In Experiment 1, subliminal predictive central cue was presented and participants were not told about the existence of the central cue. Results showed that the target presented on the cued location was detected more quickly with compared to the target presented on the un-cued location, even though they were not aware of the central cues. In Experiment 2, non-predictive cue was presented subliminally or supraliminally depending on the group condition. A random half of the participants were in the subliminal cue group, or consciously not perceived the cue. The remainder was assigned to supraliminal cue group, and they could consciously perceived the cue. Results showed that the cueing effect of the non-predictive cue was not observed in the subliminal cue group, whereas it was only reported in the supraliminal cue group. It could be inferred from these results that endogenous attention could work without conscious awareness, and it could be determined by the predictability of the subliminal cue.

Keywords : unconsciousness, endogenous attention, subliminal cue, CFS