한국심리학회지 : 실험
The Korean Journal of Experimental Psychology
2007, Vol. 19, No. 3, 187-199

의식적 시자각에 대한 신경 이론

김 채 연†

연세대학교 심리학과

의식적 자각은 우리의 시각 경험의 중요한 부분을 차지한다. 그러나 시지각에 있어서 의식의 역할과 중요성에 대한 질문들은 의식적 시각 경험이 지니는 주관적인 성격 때문에 오랫동안 심리학자들과 신경과학자들에 의해 연구되지 않은 채로 남겨져 있었다. 하지만, 최근 수십여 년 간 시각 연구 분야에서 의식, 특히 의식적 시자각에 대한 경험적인 접근들이 폭발적으로 증가하며 많은 주목을 받기 시작하였다. 본 저자는 이러한 경험적인 접근을 가능하게 한 정신물리학의 대표적인 실험 방법들-물리적 자극과 의식적 경험을 분리 가능하게 하는 현상들-을 정리, 그 특징들을 소개하고 이를 상호 비교하는 리뷰 논문을 발표한 바 있다. 본 논문은 이러한 선행 연구의 이론적 배경을 다루고자 하였다. 구체적으로 본 논문은 시각에서의 의식에 대한 신경심리학의 이론들과 이 이론들이 제안하는 의식의 신경 기제에 관해서 논의한다. 또한 의식적 시자각의 신경 기제를 밝히는 데 있어서 중요한 도전이 되고 있는 주의와 의식에 대한 혼돈에 대해서도 논의한다. 시각에서의 의식에 대한 이론들과 연관 개념들에 대한 검토는 우리가 의식적 시자각에 대한 경험적 연구들을 올바르게 이해하고 수행하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

주제어 : 의식, 시자각, 신경 기제, 주의

† 교신저자 : 김채연, 연세대학교 심리학과 연구교수, (120-749) 서울시 서대문구 신촌동 134
E-mail : chaikim@gmail.com, Tel : (02) 2123-4721

의식은 우리의 지각 경험에 있어서 핵심적인 위치를 점유하고 있다. 매순간 우리는 우리주변의 물체들의 색, 움직임, 그리고 형태를 의식적으로 지각하고 있다. 때로 우리는 이러한 물체들이 단순히 거기에 존재한다는 것만을 알기도 하지만, 보다 자주 우리는 물체의 아주 미세한 특징들이나, 다양한 특징들의 전체적인 양상, 더 나아가서 많은 물체와 사건들을 포함하는 대규모 장면을 의식적으로 지각하기도 한다.

그럼에도 불구하고 시지각에 있어서 의식의 역할과 그 중요성에 대한 질문들은 오랫동안 신경과학자들에 의해 탐구되지 않은 채 남겨져 있었다. 이는 아마도 이러한 질문들이 흥미롭기는 하지만 의식적 시각 경험 자체의 주관적 성격 때문에 체계적으로 연구되기 어렵기 때문이었을 것이다. 따라서 의식에 대한 질문은 오랫동안 철학의 영역 내에서만 논의되어 왔다. 그러나 지난 수십 년간 시각에서의 의식에 대한 경험적 연구가 그 싹을 틔우기 시작해왔다. 시각을 연구하는 신경과학자들이 의식을 과학적으로 연구하는 데 효과적인 실험적인 방법들에 주목하기 시작한 것이다.

본 저자는 본 논문에 앞서 동료연구자들과 함께 시각에서의 의식을 조작하는 다양한 실험적 방법들을 식별하고 분류, 비교하는 작업을 수행한 바 있다(Kim & Blake, 2005). 특히 선행 논문에서는 각각의 실험적 조건들이 의식적 시각경험을 어떻게 조작하는지, 그리고 이러한 조건들이 서로 얼마나 유사하거나 상이한지 검토하였다. 본 논문에서는 저자의 선행논문의 근거가 되는 이론적 배경을 다루고자 한다. 구체적으로 본 논문은 시각연구를 통한 의식에 대한 이론들을 살펴봄으로써 이를 바탕으로 실제 실험적 조작들이 논의될 수 있는 장을 마련하는 것을 그 목적으로 한다.

본격적인 논의에 들어가기 전에 독자들이 염두에 두어야 할 점은 본 논문에서 논의되는 의식이 시지각에 관련된 것만을 그 대상으로 한다는 것이다. 이러한 제한이 각별히 강조되어야 하는 이유는 "의식"이 매우 다양한 면면을 지닌 개념이기에 의식을 연구하는 데에 전적으로 상이한 방법들이 존재하는 까닭이다. 한 예로, 어떤 연구자들이 연구의 대상으로 하는 "의식"은 지향적 행위와 관련된 것이다(Haggard, Clark, & Kalogeras, 2002). 그러나 본 논문에서 "의식"이란 용어는 "시자각(visual awareness)"이란 용어와 동일하게 사용될 것이다. 또한 논문 전체를 통하여 의식이 동반되지 않는 지각의 존재를 상정할 것이다. 따라서 "지각"이란 용어가 사용될 때, 이 용어는 의식의 여부에 관계없는 시각 처리 과정을 지칭할 것이다. 시자각에 도달한 지각은 특별히 "의식적 지각"이라고 명명될 것이다.

시각에서의 의식이란 무엇인가?

먼저 의식을 정의하는 매우 난해한 문제에 도전해 보자. 의식은 "설명 불가능하며 묘사하기도 어렵고", "의식의 존재는 심리학의 근본적인 사실이기는 해도 분석될 수 있을 뿐, 정의되거나 자신 이외의 어떤 것으로부터도 도출될 수는 없는 것이다"라는 데에 이미 철학자들과 심리학자들이 동의해 왔다(James, 1904). 이렇듯 손에 잡히지 않는 의식의 본성과 그에 대한 이해의 결여로 인해 어떤 연구자들은 오해, 혹은 과도하게 제한적인 정의의 소지를 방지하기 위해 현재로서는 정확한 정의를 내리지 않을 것을 제안하기도 하였다(Crick &

Koch, 1998). 물론 시각에서의 의식에 대한 정확한 정의를 내리는 것이 본 글의 목적은 아니다. 하지만, 의식적 시자각의 본질을 둘러싼 핵심 개념들을 점검하는 일은 의식에 대한 이론들과 그 신경기제를 식별, 분류하는 데 있어서 선행되어야 할 과제이다.

첫째로, 시각에서의 의식은 단순한 각성 상태와는 구별될 수 있을 것이다. 뇌에서 각성의 수준은 뇌교의 망상 활성화 시스템(reticular activating system of pons)과 뇌간 청반(locus coeruleus), 그리고 시상(thalamus)의 수질판내핵(intralaminar nuclei)에서 조절되는 반면, 의식적 시지각은 대뇌피질에서 처리된다(Frith, Perry, & Lumer, 1999). 실상 뇌의 깨어있는 상태인 각성은 의식의 생리적 전제조건의 하나로 간주될 수 있다(Engel & Singer, 2001). 둘째로, 시각에서의 의식은 단지 의식하는 상태가 아니라 의식의 내용, 즉 의식되는 대상에 연관된다(Frith et al., 1999; Tong, 2003). 셋째로, 의식의 내용은 더 나아가서 여러 수준으로 재분류될 수 있다. 어떤 연구자들은 의식의 현상적 측면에 초점을 맞추는가 하면(Pollen, 1999; Sewards & Sewards, 2000) 또 다른 연구자들은 물체 재인을 의식적 시각 경험과 동일한 것으로 간주한다(Milner, 1998). 어떤 연구자들은 보고가능성에 근거해서 접근 가능한 의식(access awareness)을 현상적 의식(phenomenal awareness)과 구별하기도 하고(Lamme, 2003), 또 다른 연구자들은 단기 기억과 결합된 시각적 주의와 관련된 의식을 지각 경험의 생생함에 기반을 둔 짧고 일시적인 의식과 구별하기도 한다(Crick & Koch, 1998).

의식을 간접적으로 정의하는 한 가지 방법은 의식과 무의식이 어떻게 구별되는가를 살펴보는 것이다. 이에 관하여 의식과 무의식 간에 엄격한 구분이 가능하다고 보는 이분법적 시각과 의식과 무의식을 연속적인 상태로 보는 시각 간의 논의가 진행되어 왔다. 전자에서는 자극이 성공적으로 보고되는 경우에 비하여 보고되지 못하는 경우에 신경 활동은 실무율(悉無律, all-or-none)에 근거한 변화를 보인다고 주장한다(Lamme et al., 2000; Sergent & Dehaene, 2004). 반면 후자에서는 피험자의 자극에 대한 지식이 증가됨에 따라 자극에 의해 유발되는 뇌활동이 점진적으로 증가한다는 실험 결과들을 통해 의식에 대한 이분법적인 구분에 문제를 제기한다(Bar et al., 2001; Moutoussis & Zeki, 2002).

의식의 내용에 대한 여러 가지 관점과 의식과 무의식간의 구별에 대한 대립적인 시각들은 본 논문이 의식과 그 신경기제에 대한 다양한 이론들을 비교하는 부분에서 특별히 염두에 두어야 할 내용이다. 앞서 이미 언급한 것처럼, 일견 상호 대립적으로 보이는 개념들과 해석들이 실상 의식에 대한 이러한 상이한 견해에 기인할 가능성이 있기 때문이다.

시각에서의 의식에 대한 이론들

최근 일이십년간 의식적 시각 경험에 대한 다양한 이론들이 제안되어왔다. 가장 잘 알려진 이론 가운데 Crick과 Koch의 이론이 있는데, 이 이론은 의식적 시각 경험에 있어서 상위 수준 뇌 영역의 역할을 강조한다. **위계 모델(hierarchical model)**이라 불리는 이 이론에 따르면 선조외(extrastriate) 상위 시각 영역들이 의식적 시각 경험에 직접적으로 관여하는 반면 일차 시각 영역(V1)은 단순히 이들 상위 영역들로의 정보의 유입을 담당하는데 불과한 것으로 생각된다(Crick & Koch, 1998; Rees,

Kreiman, & Koch, 2002).

Crick과 Koch의 위계 모델이 의식의 신경기제에서 중요한 부분으로서의 V1의 역할을 경시하는 반면 또 다른 이론들은 V1과 상위 영역들 간의 상호작용을 의식적 지각 경험의 핵심으로 본다. **상호 작용 모델**(interactive model)이라 불리는 이 일단의 이론들은 V1이 많은 선조외 영역들과 동적인 회귀 회로를 형성함으로써 의식적 시각경험에 직접 참여한다고 주장한다(Lamme & Roelfsema, 2000). "적응 공명 이론(adaptive resonance theory)"은 이러한 상호작용 이론의 한 예이다. 적응 공명 이론은 초기 시각 영역들에서 처리되는 하위 지각상들을 명확하게 하기 위하여 전두엽에서 제어되는 상위 수준의 지식들의 활용이 필요하다고 제안한다. 또한 이 이론은 현상적 지각 공간과 집행 공간 사이에 중간 단계로서 물체 재인 공간을 상정한다(Pollen, 1999). 최근에 주목받고 있는 Dehaene의 "광범위 작업공간 모델(global workspace model)"도 상호작용 이론에 속한다. 광범위 작업공간 모델은 의식적 경험이 자극 강도와 연관되는 상향식(bottom-up) 처리과정과 주의와 연관되는 하향식(top-down) 처리과정간의 상호작용을 통해 이루어진다고 본다. 이와 관련하여 의식에 이르지 못하는 시각 경험을 둘로 구분하는데, 자극 강도가 약해서 상향식 처리경로를 활성화시키지 못하는 경우를 식역하(識閾下, subliminal), 반면 자극 강도는 충분하나 주의가 그 자극 밖에 주어져 하향식 처리 경로를 활성화시키지 못하는 경우를 전의식(前意識, preconscious)으로 본다(Dehaene et al., 2006).

위계 모델과 상호 작용 모델은 모두 시지각 처리 경로 중 시각에서의 의식에 필요 충분한 신경 해부적 위치를 식별하고자 하였다. 이에 반해서 **진동 모델**(oscillation model)들은 의식과 연관된 신경 활동의 시간적인 양상에 주목한다. 진동 모델들은 1990년대 초반 Crick과 Koch에 의해 처음 주창된 이래, 동기화된 고주파 신경 활동(synchronized high-frequency neuronal activity)의 분포 패턴이 의식에 중요하게 작용한다는 점을 논의해 왔다(Engel & Singer, 2001; Sewards & Sewards, 2000; c.f., Shadlen & Movshon, 1999). 이러한 모델들은 물체에 대한 의식적 지각이 강한 진동과 동기화를 수반하는 신경 활동과 상관되는 반면, 물체가 의식적으로 지각되지 않을 때 발생하는 신경 활동은 약한 진동과 동기화를 수반한다는 경험적 증거에 의해 지지되고 있다(Fries, Roelfsema, Engel, Kőnig, & Singer, 1997). 그러나 강하게 동기화된 신경 활동이 시각에서의 의식의 필요충분조건이라고 보기는 어렵다. 이는 동기화된 신경 활동이 마취 상태와 같이 지각적 의식이 연관되지 않는 상태에서도 발생하기 때문에 의식에 대한 필요조건이기는 하더라도 충분조건이 되지는 못하기 때문이다(Sewards & Sewards, 2001).

어떤 의미에서 위에 소개된 모든 이론들은 의식적 시각 경험에 필요하고도 충분한 단일 뇌 영역이나 특정한 신경 활동 양상을 찾고자 하는 노력의 일환으로 보인다. 좀 더 최근에 Zeki는 하나의 계층을 형성하는 다수의 의식들이 존재한다는 "**비연속 모델**(discontinuity model)"을 제안하였다(Zeki, 2003). 이 모델에서 최하위 수준에는 색이나 움직임과 같은 기본적인 시각 특징들에 대한 의식이 있다(micro-consciousness). 그리고 중간 수준에는 상이한 시각 특징들, 더 나아가서 상이한 감각 양태들을 접합한 결과인 지각상에 대한 의식이 있다(macro-consciousness). 마지막으로 지각자로서의

나 자신에 대한 자의식(unified consciousness)이 비연속 모델이 제안하는 최고수준의 의식이다. 앞서 상호 작용 모델의 예로 소개된 Dehaene의 광범위 작업공간 모델은 중간 수준의 의식(macro-consciousness)에 이르기 이전에 시지각이 여러 영역들에서의 분산 처리를 거친다는 점에서 비연속 모델과 일치한다. 그러나 비연속 모델에서의 최하위 수준의 의식(micro-consciousness)이 Dehaene의 모델에서는 전의식, 즉 의식에 이르지 못한 상태에 해당한다는 점이 두 모델 간의 가장 뚜렷하고 중요한 차이점이라 하겠다 (Dehaene et al., 2006).

시각에서의 의식의 신경기제

앞 절에서 요약된 이론들을 포함하여 의식의 신경기제에 관한 거의 모든 이론들은 주관적 경험이 매순간 해당 신경활동과 연관된다는 가정에 입각하고 있다(Frith et al., 1999). 실상 의식에 대한 신경과학적 이론들의 핵심에는 시자각의 신경기제를 찾기 위한 노력이 자리하고 있다. 다양한 뇌 영역들, 처리 경로들, 그리고 신경 활동의 패턴들이 시각적 의식의 신경기제로서 제안되어왔다. 이 절에서는 시각적 의식의 신경기제로서 가능한 후보들을 분류, 검토해보고자 한다.

본격적인 검토에 들어가기 전에 주의해야할 점은 "시자각의 신경 기제"가 두 가지 상이한 의미를 가질 수 있다는 것이다. 엄밀한 의미에서 시자각의 신경 기제는 시자각의 필요충분조건으로서의 신경 활동을 의미한다. 그러나 때로 논의의 편의를 위하여 같은 용어가 좀 더 유연하게 사용되기도 한다. 이 경우 시자각의 신경 기제는 시자각과 긴밀하게 상관되는 신경 활동을 의미하기도 한다. 이 절에서 필자는 시자각의 필요 충분조건으로서의 신경 기제를 중심으로 논의를 진행할 것이다. 만일 같은 용어가 좀 더 유연한 의미로 사용되는 경우에는 이를 명시하기로 하겠다.

관심 영역

의식의 신경기제를 밝히기 위해 가장 빈번히 채택되는 접근 방식은 시자각과 연관되는 신경 구조의 해부적 위치를 파악하고자 하는 것이다. 이러한 접근은 뇌의 어떤 부분들이 시자각에 관여할 수 있고 또 어떤 부분들이 관여할 수 없는지 논의하는 것이다. 앞 절에서 소개했던 위계 모델이 대표적으로 이러한 접근 방식을 택하고 있다. V4와 MT같은 시각의 특정 양태의 처리와 연관되는 **선조외 영역들**이 위계 모델에 의해 의식의 신경 기제로 처음 제안되었다.[1] 이후의 위계 모델에서는 전두엽과 두정엽의 주의 연관 영역들이 의식 일반의 신경 기제로서 제안되었다(Crick, & Koch, 1998; Kleinschmidt, Buchel, Zeki, & Frackowiak, 1998; Lumer & Rees, 1999; Rees et al.,2002).

의식의 신경기제에 대한 논의에서 또 하나의 중요한 영역은 V1이다. 일반적으로 V1 자체가 시각에서의 의식에 충분조건이 아니라는 것에는 큰 이견이 없다. 하지만 이 영역이 직접 의식적 시각 경험에 기여하는 지 아니면 단순히 시각 정보를 의식적 시각 경험에 관여하는 상위 영역으로 전달하는 역할을 수행할 뿐인지에 대해서는 논의가 진행 중이다(이 주제에 관해서는 Rees et al., 2002; Tong, 2003 참조). 위계 모델의 주창자들은 V1을 의식적 시각 경험에 있어서 필수불가결한 요소가 아니

1) 이 영역들은 또한 비연속 모델에서 micro-consciousness의 신경 기제로 제안되기도 하였다.

라 시각 정보의 입력기로 간주해 왔다. 정신물리학(He, Cavanagh, & Intriligator, 1996)과 생리학(Leopold & Logothetis, 1996; Seinberg & Logothetis, 1997)의 연구 결과들이 이러한 위계 모델을 지지하는 증거로 여겨져 왔다(Rees et al., 2002). V1 세포들이 전두엽으로의 어떤 부분으로도 직접 투사(projection)하지 않는다는 해부적 증거 또한 이 모델을 지지한다(Crick, & Koch, 1998). 그러나 V1이 시자각에 직접 관여한다는 점을 지적하는 증거도 있다. 예를 들어 소위 "미세 문제(grain problem)"라 하는 문제를 생각해 보자. 우리는 두 직선의 버니어 간격(Vernier offset)과 같이 아주 미세해서 V1의 뉴론 이외에는 처리할 수 없는 공간 특질들을 구별할 줄 안다. 이 경우 의식의 내용은 V1 뉴론들에 의거하지 않고서는 이해할 수 없는 공간 스케일에서 경험되는 것이다. 시자각에 관한 V1의 직접적인 관여를 보여주는 또 다른 예로 맹시(blindsight)가 있다. 맹시는 V1에 손상을 입은 환자들이 손상을 입은 시각장 안에 제시되는 물체들에 대한 탐지, 식별, 위치 재인 과제들을 얼마간 수행할 수 있음에도 불구하고 이 물체들을 의식적으로 보지 못한다고 보고하는 현상이다(Weiskrantz, 1986). 시각의 미세 문제와 맹시는 시자각에서 V1의 역할이 필수적이라고 주장하는 연구자들에 의해 주된 증거로 제시되어왔다(Pollen, 1999). 의식적 시각 경험에 있어서 V1의 역할을 둘러 싼 논쟁은 시각에서의 의식에 필요충분조건으로서의 단일 시각 영역이 아직까지 베일에 싸여 있다는 점을 새삼 확인하게 한다(Suzuki, 2003).

관심 경로

시각에서의 의식에 대한 어떤 이론들은 단일 뇌 영역에 주목하는 대신 특정 시각 경로를 의식의 신경 기제로 상정하고 있다. 지난 몇 십 년간 시각에서의 배측 경로(dorsal stream)와 복측 경로(ventral stream)에 대한 많은 연구와 이에 대한 보고가 있었다(Mishkin, Ungerleider, & Macko, 1982). 의식에 대한 논의 내에서는 **복측 경로** - 특히 복측 경로의 후두-측두엽 영역들이 많은 주목을 받아왔다(Goodale & Milner, 2005; Milner, 1995; Milner, 1998). 반면 배측 경로는 의식의 동반이 필수적이지는 않은 시각에 의해 인도되는 행동을 담당하는 것으로 생각되고 있다. 경로에 주목하는 한 이론의 경우 복측 경로를 지각적 각성의 내용을 포함하는 동시에 특질 접합과 시각적 주의의 신경 기제로 제안하고 있기도 하다(Treisman & Kanwisher, 1998; Kanwisher, 2001).

또 다른 경로 이론의 하나로 **회귀 처리 경로**(recurrent processing stream)에 주목하는 이론에서는 이 경로를 시각에서의 의식의 신경 기제로 상정한다. Lamme와 동료 연구자들은 그들의 상호 작용 모델에서 V1과 선조외 영역 간의 회귀적 상호작용이 시자각을 위해 필요하며, V1으로부터 상위 시각 영역으로의 빠른 전방향 활성화 확산 (feedforward sweep) 만으로는 의식적 시각 경험이 설명되지 않는다는 관점을 견지하였다(Lamme & Roelfsema, 2000; Lamme, 2003). 이 이론은 경두개 자기 자극(Transcranial Magnetic Stimulation, 이하 TMS)을 이용한 한 연구의 결과를 강한 지지 근거로 삼고 있다. 이 연구에서는 V1 영역에 TMS가 주어지기 전에 V5에 TMS를 주면 V5 자극에 의해 유발되는 자각감광(phosphene)이 양적으로 줄어들고 질적인 변화 또한 유발되지만, V1 TMS가 V5 TMS에 선행하는 경우에는 자각 감광의 움직임에 아무런 영향이 나타나지 않았

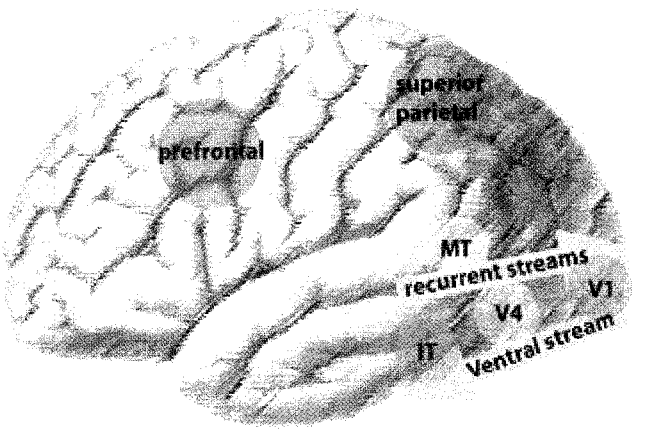

그림 1. 시각에서의 의식의 신경 기제로 제안되는 영역과 경로들. 운동, 색 등 특정 시각 양태의 처리를 담당하는 선조외 영역들(황색 원)과 전두엽-두정엽의 주의 연관 영역들(청색 원)이 위계 모델에서 시각적 의식에 필요 충분한 신경 기제로 제안되었다. 의식과 연관되는 전두엽과 두정엽의 활동은 그림에 표시된 특정 부위 - dorsolateral prefrontal area와 superior parietal area - 에 제한되지 않는다. 어떤 연구에서는 전두엽과 두정엽의 다른 부분들이 의식과 관련된 것으로 보이기도 하였다. 이에 비하여 시각적 의식에 대한 V1(적색 원)의 독립적 기여와 회귀 처리 경로(분홍색 화살표)는 상호 작용 모델에서 강조되었다. 시각적 의식을 물체 재인으로 보는 이론에서는 복측 경로(담청색 화살표)가 시각에서의 의식의 신경 기제로 제안되었다.

다(Pascual-Leone & Walsh, 2001; 또한 Bullier (2001)의 리뷰를 참조). Lamme의 이론과 유사한 맥락에서 적응 공명 이론은 피드백 경로를 의식적 시각 경험의 신경 기제로 제안하였다(Pollen, 1999). 그러나 적응 공명 이론은 측두엽(물체 재인 공간)으로부터 V1과 선조외 영역들을 모두 포함하는 시각 영역들(현상적 지각 공간)로의 회귀 처리에 중점을 둔다는 측면에서 선조외 영역으로부터 V1으로의 회귀 처리에 관심을 두는 Lamme의 이론과 구별된다.

지금까지 논의된 시각에서의 의식의 신경 기제로 제안된 영역들과 경로들을 그림 1에 요약하였다.

관심 신경 활동 패턴

앞에서 언급한 바와 같이 시각적 의식의 신경 기제에 대해 대안적인 관점도 또한 존재한다. 단일 영역이나 경로에 주목하는 대신 의식적 시각 경험이 신경 세포의 활동 패턴에 반영된다고 보는 시각이 그것이다. 진동 모델에서는 뇌의 여러 영역을 통한 **동기화된 진동**을 의식의 신경 기제로 상정하였다(Engel & Singer, 2001; c.f. Vanderwolf, 2000).

이에 반해 다른 연구자들은 지각적 상태는 **발화율**(firing rate)의 변화에 의해 신호가 전달되는 것이지 동기화된 진동과 같은 상관 활동에 의해 전달되는 것이 아니라고 반박하였다(Shadlen & Movshon, 1999). 좀 더 구체적으로 말하면, 발화율 모델에서는 시각에서의 의식이 신경 세포들의 활동전위의 발화율로 나타난다고 보는 것이다.

이렇듯 상충되는 것으로 보이는 관점들을 한데 아우르기 위해 Sewards와 동료 연구자들은 다음과 같은 제안을 하였다. 즉 하위 수준

5(9), 369-370.

Buzsáki, G. (2007). The structure of consciousness. *Nature*, 446, 267.

Crick, F., and Koch, C. (1998). Conscious and neuroscience. *Cerebral Cortex, 8*, 97-107.

Dehaene, S., and Naccache, L. (2001). Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework. *Cognition, 79*, 1-37.

Dehaene, S., Changeux, J-P., Naccache, L., Sackur, J., and Sergent, C. (2006). Conscious, preconscious, and subliminal processing: a testable taxonomy. *Trends in Cognitive Sciences, 10*(5), 204-211.

Engel, A. K., and Singer, W. (2001). Temporal binding and the neural correlates of sensory awareness. *Trends in Cognitive Sciences, 5*(1), 16-25.

Fries, P., Roelfsema, P. R., Engel, A. K., König, P., and Singer, W. (1997). Synchronization of oscillatory responses in visual cortex correlates with perception in interocular rivalry. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 94*, 12699-12704.

Frith, C., Perry, R., and Lumer, E. (1999). The neural correlates of conscious experience: an experimental framework. *Trends in Cognitive Sciences, 3*(3), 105-114.

Goodale, M. A., and Milner, A. D. (2005). *Sight Unseen: An Exploration of Conscious and Unconscious Vision*. Oxford: Oxford University Press.

Haggard, P., Clark, S., and Kalogeras, J. (2002). Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience 5*(4), 382-385.

He, S., Cavanagh, P., and Intriligator, J. (1996). Attentional resolution and the locus of visual awareness. *Nature, 383*, 334-337.

James, W. (1904). Does 'consciousness' exist? *Journal of Philosophy, Psychology, and Scientific Methods, 1*, 477-491.

Kanwisher, N. (2001). Neural events and perceptual awareness. *Cognition, 79*, 89-113.

Kentridge, R. W., Heywood, C. A., and Weiskrantz, L. (2004). Spatial attention speeds discrimination without awareness in blindsight. *Neuropsychologia, 42*(6), 831-835.

Kim, C-Y., and Blake, R. (2005). Psychophysical magic: Rendering the normally visible "Invisible", *Trends in Cognitive Sciences, 9*, 381-388.

Kleinschmidt, A., Buchel, C., Zeki, S., and Frackowiak, R. S. (1998). Human brain activity during spontaneously reversing perception of ambiguous figures. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 265*, 2427-2433.

Lamme, V. A. F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences, 7*(1), 12-18.

Lamme, V. A. F., and Roelfsema, P. R. (2000). The distinct modes of vision offered by feedforward and recurrent processing. *Trends in Neuroscience, 23*(11), 571-579.

Lamme, V. A. F., Super, H., Landman, R., Roelfsema, P. R., Spekreijse, H. (2000). The role of primary visual cortex (V1) in visual awareness. *Vision Research, 40*, 1507-1521.

Leopold, D. A., and Logothetis, N. K. (1996). Activity changes in early visual cortex reflect

monkeys' percepts during binocular rivalry. *Nature, 379*, 549-553.

Luck, S. J. (2004). Understanding awareness: one step closer. *Nature Neuroscience,* 7(3), 208-209.

Lumer, E., and Rees, G. (1999). Covariation of activity in visual and prefrontal cortex associated with subjective visual perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 96*, 1669-1673.

Mack, A., and Rock, I. (1998). *Inattentional blindness*. Cambridge, MA: MIT Press.

Merikle, P. M., and Joordens, S. (1997). Parallels between perception without attention and perception without awareness. *Consciousness and Cognition, 6*, 219-236.

Milner, A. D. (1995). Cerebral correlates of visual awareness. *Neuropsychologia, 33*(9), 1117-1130.

Milner, A. D. (1998). Streams and consciousness: visual awareness and the brain. *Trends in Cognitive Sciences, 2*(1), 25-30.

Mishkin, M., Ungerleider, L. G., and Macko, K. A. (1982). Object vision and spatial vision. *Trends in Neuroscience, 6*, 414-417.

Moutoussis, K., and Zeki, S. (2002). The relationship between cortical activation and perception investigated with invisible stimuli. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 99(14)*, 9527-9532.

Newsome, W. T. (1996). Visual attention: Spotlights, highlights, and visual awareness. *Current Biology,* 6(4), 357-360.

Pascual-Leone, A. Walsh, V. (2001). Fast back projections from the motion to the primary visual area necessary for visual awareness. *Science, 292*, 510-512.

Pollen, D. A. (1999). On the neural correlates of visual perception. *Cerebral Cortex, 9*, 4-19.

Rees, G., Kreiman, G., and Koch, C. (2002). Neural correlates of consciousness in humans. *Nature Reviews Neuroscience, 3*, 261-270.

Posner, M. (1994). Attention: The mechanisms of consciousness. *Proceedings of National Academy of Sciences USA, 91*, 7398-7403.

Rees, G., Russell, C., Frith, C. D., Driver, J. (1999). Inattentional blindness versus inattentional amnesia for fixated but ignored words. *Science, 286*, 2504-2507.

Sergent, C., and Dehaene, S. (2004). Is consciousness a gradual phenomenon? Evidence for an all-or-none bifurcation during the attentional blink.*Psychological Science, 15(11)*, 720-728.

Sewards, T. V., and Sewards, M. A. (2000). Visual awareness due to neuronal activities in subcortical structures: A proposal. *Consciousness and Cognition, 9*, 86-116.

Sewards, T. V., and Sewards, M. A. (2001). On the correlation between synchronized oscillatory activities and consciousness. *Consciousness and Cognition, 10*, 485-495.

Shadlen, M. N., and Movshon, J. A. (1999). Synchrony unbound: A critical evaluation of the temporal binding hypothesis. *Neuron, 24*, 67-77.

Suzuki, S. (2003). The high and low of visual awareness. *Neuron, 39*, 883-884.

Tong, F. (2003). Primary visual cortex and visual awareness. *Nature Reviews Neuroscience, 4*, 219-229.

Treisman, A. M., and Kanwisher, N. G. (1998). Perceiving visually presented objects: recognition, awareness, and modularity. *Current Opinions of Neurobiology, 8*, 218-226.

Vanderwolf, C. H. (2000). Are neocortical gamma waves related to consciousness? *Brain Research, 855*, 217-224.

Weiskrantz, L. (1986). *Blindsight: A case study and implications*. Oxford: Oxford University Press.

Zeki, S. (2003). The disunity of consciousness. *Trends in Cognitive Sciences, 7*(5), 214-218.

1 차원고접수 : 2007. 6. 15.
최종게재결정 : 2007. 7. 2.

한국심리학회지 : 실험
The Korean Journal of Experimental Psychology
2007, Vol. 19, No. 3, 187-199

Neural Theories of Conscious Visual Awareness

Chai-Youn Kim

Department of Psychology, Yonsei University

Conscious awareness occupies the central focus of our visual experiences. Nevertheless, questions on the role and the importance of consciousness in visual perception had long been neglected by psychologists and neuroscientists, mainly due to the subjective nature of conscious visual experiences. However, the last several decades have witnessed a burgeoning of empirical approaches to the study of conscious visual awareness. The current work is theoretical background behind the previous review on psychophysical conditions to manipulate conscious visual awareness. This work reviews theories of visual awareness and its neural correlates. It also discusses the confusion between attention and awareness which remains a major challenge for research on the neural correlates of conscious visual awareness. This review will set the scope within which empirical studies of conscious visual awareness will be understood and performed.

Key words : consciousness, visual awareness, neural correlates, attention