

양안 경쟁 시 시각적 차원의 조직화: 색과 형태 그리고 그 상호작용*

강 한 모 김 지 은 김 채 연[†]

고려대학교 심리학과

시각적 조직화는 각 부분들로부터 의미 있는 전체를 구성하려는 인간 시각체계의 기본적인 특성이다. 본 연구는 게슈탈트 심리학의 다양한 조직화 원리 가운데 색의 유사성 원리(principle of color similarity)와 단순 형태의 원리(principle of good form; prägnanz)를 이용하여 양안 경쟁 시 결합 가능한 시각적 특징이 양 눈에 나뉘어 제시되는 경우의 조직화를 탐구하였다. 양안간 그룹핑(interocular grouping)은 양 눈의 망막 상 동일한 위치에 불완전한 형태의 자극이 제시되었을 때 상호 보완적인 결합이 일어나 완전한 형태로 지각되는 현상으로서, 양 눈 사이의 조직화를 살펴볼 수 있는 좋은 수단이 된다. 본 연구에서는 색과 형태 각각이 반쪽씩 차폐된 자극을 이용, 양안간 그룹핑이 일어났을 때 일관된 형태 또는 일관된 색의 경쟁이 일어나도록 하였다. 먼저 예비 실험에서 형태 차원의 양안간 그룹핑에 색이 미치는 영향을 살펴본 결과, 색의 일관성에 따른 양안간 그룹핑의 증가가 관찰되었다. 이 결과를 바탕으로 본 실험에서는 조건을 확장하여 형태 차원의 그룹핑에 색이 미치는 영향, 반대로 색 차원의 그룹핑에 형태가 미치는 영향을 촉진 / 중립 / 방해 세 가지 조건으로 나누어 비교하였다. 그 결과 형태 차원의 그룹핑 시에는 색 촉진 조건에서 양안간 그룹핑이 강하게 일어났으며, 색 차원의 그룹핑 시에는 촉진과 중립 조건 모두에서 강한 양안간 그룹핑이 나타났다. 반면 두 과제에서 모두 방해 조건은 낮은 비율의 양안간 그룹핑을 보였다. 이는 조직화가 단순히 특정 시각 차원에 국한된 것이 아니라 복수의 시각 차원들의 정합적 조화에 기반하며 색 차원의 결합 효과가 형태 차원의 결합 효과보다 우세함을 시사한다. 단일 시각 차원 혹은 복수 차원의 결합 효과만을 살폈던 기존 연구에서 더 나아가 시각 요소들 간의 상호작용, 그 역학 관계를 살폈다는 데 본 연구의 의의가 있다.

주요어 : 게슈탈트, 양안 경쟁, 양안간 그룹핑, 색, 형태, 시각적 차원

* 본 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2010-0028059).

[†] 교신저자 : 김채연, 고려대학교 심리학과, (136-701) 서울시 성북구 안암동 5가 고려대학교 우당교양관 505호
E-mail : chaikim@korea.ac.kr

인간의 시지각은 각 부분들로부터 의미있는 전체를 조직하려는 경향을 지니고 있다. 이러한 경향은 이미 신생아 시기에 발달하기 시작하여 성장 과정에서 점점 정교화 된다(Spelke, 1990). 구름 속에서 동물의 형상을 보거나 네온사인 불빛의 점멸 속에서 방향이 있는 움직임을 보는 것이 모두 자동적인 시각적 조직화의 영향이라 할 수 있다. 1912년, 베르트하이머(Wertheimer)가 가현 운동(apparent motion) 현상을 보고하면서 태동된 게슈탈트 심리학(Gestalt Psychology)은 시간적, 공간적 조직화의 원리에 대하여 다양한 연구를 진행해왔다(Köhler, 1967; Rock & Palmer, 1990; 오성주, 2011). 집단화, 단순화 등이 게슈탈트 원리의 근간이며, 집단화의 경향은 다시금 유사성, 근접성, 공통성, 연속성, 완결성 등 다양한 시각적 속성에서 기인한다. 그러나 종래 이러한 조직화의 원리는 주로 자극 자체의 속성에 따라 연구되었을 뿐 자극이 제시되는 좌우 두 눈의 관점에서는 고려되지 않았다. 즉 각기 두 눈에 상이한 자극이 제시되는 양안 경쟁(binocular rivalry) 상황에서 통합 가능한 속성이 양 눈에 나뉘어 제시되는 경우에도 조직화가 일어날 수 있는가에 대하여 문제를 제기할 수 있다. 만약 조직화의 원리가 각 눈의 단안(monocular) 정보들 간에만 작용한다면 양안간 조직화는 불가능할 것이다. 반면 각 눈으로부터의 입력 정보들이 시각피질의 양안 뉴런(binocular neuron)에서 서로 통합되는 시각정보처리 과정을 고려하면 조직화를 기대할 수 있다. 양안간 그룹핑(interocular grouping)은 양 눈의 망막상 동일한 위치에 제시된 불완전한 형태의 자극이 서로 합쳐져 완전한 형태로 지

각되는 현상으로서 양안 경쟁 시 시지각의 조직화를 탐구할 수 있는 좋은 수단이 된다.

양안간 그룹핑은 Diaz-Caneja(1928)에 의하여 처음 보고되었으며 Kovács와 동료 연구자들은 실험참가자에게 원숭이와 정글 두 이미지가 조각보처럼 서로 뒤섞인 이미지를 각기 다른 눈에 보여줌으로써 양안간 그룹핑의 존재를 보다 극적으로 증명하였다(Kovács, Papatomas, Yang & Feher, 1996). 이 실험에서 실험참가자는 눈에 제시된 대로 원숭이와 정글이 뒤섞인 이미지를 보기도 했지만 이와 더불어 일관된 원숭이 또는 일관된 정글 이미지를 본다고 보고하였다. 즉 각각의 시각적 조각들이 그것이 좌우 어느 눈에 제시되었는가와 상관없이 망막 상 위치에 따라 상호보완적으로 결합하였던 것이다. Kovács는 아울러 물체나 장면 등 해석 가능한 이미지 외에 단일 시각 차원에서 양안간 그룹핑이 일어날 수 있음을 보고하였다. 이들은 색에 따른 양안 경쟁을 일으키기 위하여 실험참가자의 한쪽 눈에 적색과 녹색 점들을 섞어 보여주고 다른 쪽 눈에는 같은 위치의 점들에 색만 역전시켜 보여주었다. 그 결과 자극이 제시되는 일정 시간 내 일관된 적색 점들 또는 일관된 녹색 점들의 이미지를 보고 있다고 보고하는 비율이 평균 47%에 이르렀다. 각 눈에 제시된 자극 자체만을 볼 수 있다면 일관된 색의 경험은 불가능할 것이다. 섞여있는 색을 경험하는 비율(49.6%)에 미치지 못하지만 일관된 색을 경험하는 비율이 47%에 이른다는 결과를 통하여 색의 유사성에 의한 양안간 그룹핑이 일어남을 알 수 있다. 이외에 McCollough 효과에 의한 가상(illusory)의 색(Kim & Blake, 2007), 기울기, 공

간주과수, 움직임 방향(Papathomas & Kovacs, 2005) 등 다양한 시각적 요소가 양안간 그룹핑에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌으며, 오목/볼록 형태에 따른 양안간 그룹핑 역시 보고되었다(Suzuki & Grabowecky, 2002).

본 연구에서는 색과 형태가 각각 양안간 그룹핑에 미치는 효과에서 더 나아가 색과 형태 간 상호작용을 살펴보고자 하였다. 사물의 지각에 있어 게슈탈트 원리는 다양한 방식으로 적용되는데 이 중 색의 유사성 원리(principle of color similarity)와 단순 형태의 원리(principle of good form; prägnanz)가 단안내, 양안간 각각에서 어떤 효과를 갖는지 연구하였다. 색의 유사성 원리란 시각장 내 유사한 색을 가진 물체들끼리 군화(群化)되어 지각됨을 의미하고, 단순 형태의 원리는 시지각의 조직적 구성이 가장 간단한 형태를 지향함을 의미한다(Spelke, 1990; Rock & Palmer, 1990; Koffka, 1999). 앞서 Kovács의 실험은 색의 유사성에 의하여 각각의 점들이 집단화되는 현상을 관찰했으나, 그러한 양안간 그룹핑의 과정에서 형태가 미치는 영향을 측정할 수 없었다. 본 연구에서는 먼저 예비 실험을 통하여 실험참가자가 형태 판별 과제를 수행할 때 색 정보의 일관성이 일관된 형태의 지각에 어떠한 영향을 미치는지 측정하였다. 즉 형태 차원의 양안간 그룹핑 시 색의 일관성이 수반되는 조건과 그렇지 않은 조건을 비교하였다. 이어 본 실험에서는 양안 경쟁 시 형태 차원의 그룹핑 시 색 정보가 미치는 영향, 반대로 색 차원의 그룹핑 시 형태 정보가 미치는 영향을 촉진 / 중립 / 방해 세 가지 조건으로 나누어 살펴보았다. 또한 그룹핑의 발생 위치를 양안

간 그룹핑과 단안내 그룹핑으로 세분화하여 비교해 보았다. 기존 연구에서는 선분의 기울기, 움직임, 공간주과수 등의 양안간 일관성이 각 요소 별 단독으로 존재할 때와 함께 존재할 때를 비교, 후자의 경우에 양안간 그룹핑이 더 높은 비율로 나타남을 밝혔으나(Papathomas & Kovacs, 2005), 해당 요소들 간의 상호작용을 고찰한 연구는 없었다. 본 연구에서는 양안 경쟁 시 시각 차원들이 서로 부합하는 경우와 상충하는 경우를 살펴봄으로써 형태 차원과 색 차원 간의 단순 가산적 역할 뿐 아니라 과제에 따른 상대적 영향과 크기를 살펴보고자 하였다.

아울러 선행 연구들에는 공간적으로 분산되어 있는 자극들의 양안간 그룹핑을 살펴보았으나 본 연구는 동일한 공간을 점유하고 있는 단일 자극의 양안간 그룹핑에 주목하였다. 개개의 사물들이 그 사물들이 가진 속성의 일관여부에 따라 집단으로 지각되는 것과 하나의 사물 내에 병존하는 세부 요소들의 일관성 여부에 따라 그것이 단일한 사물로 지각되는 것은 차이가 있다. 본 연구에서 주목하는 색과 형태의 상호작용이란 이 두 가지 차원이 단일한 자극을 구성하고 있음에 초점을 맞추고 있다. 일관된 형태가 두 가지 상이한 색의 조합으로 이루어져 있는 경우에 비하여 동일한 색으로 이루어져 있는 경우 더 높은 비율의 그룹핑이 기대되며, 역으로 일관된 색이 두 가지 상이한 형태의 조합으로 이루어져 있는 경우보다 일관된 형태로 이루어져 있는 경우에 역시 그룹핑이 더욱 잘 일어날 것으로 예상되었다. 흩어져 있는 자극들의 집단화로서의 그룹핑이 아니라 하나의 사물을 이루는 두 시각

차원의 구성적 정합성에 의한 그룹핑을 살펴 보았다는 점에서 본 연구는 양안간 그룹핑에 대한 기존 연구들과의 구별되는 중요성을 지니고 있다.

예비 실험.

형태 차원의 양안간 그룹핑 시 색의 영향

예비 실험에서는 형태 차원의 양안간 그룹핑 시 결합하는 두 형태의 색이 일관적인 조건과 비일관적인 조건을 비교하고자 하였다. 양안간 그룹핑을 통하여 원 또는 정사각형의 형태가 지각될 때 해당 형태를 이루는 양측의 반원들 또는 직사각형들이 모두 적색이나 녹색의 동일한 색인 경우(일관 조건), 한쪽은 적색 그리고 다른 한쪽은 녹색인 경우(비일관 조건)보다 양안간 그룹핑이 더 잘 일어나는지 여부가 탐구되었다. 이와 더불어, 자극이 적색이나 녹색이 아닌 회색인 조건을 통하여 색 중립적인 상황에서의 양안간 그룹핑 비율을 측정하였다. 만일 색의 일관성이 형태 차원의 양안간 그룹핑에 영향을 미친다면, 색 일관 조건은 색 중립 조건보다 높은 양안간 그룹핑 비율을 보일 것이며, 색 비일관 조건은 색 중립 조건보다 낮은 양안간 그룹핑 비율을 나타낼 것으로 예상되었다.

방 법

참가자 본 논문의 저자 2명(CK, JK)과 실험의 방법, 목적을 알지 못하는 2명의 고려대학교 대학원생(SK, SJ), 및 1명의 학부생(DY)이 실험에 참여하였다. 실험참가자는 모두 정상 시력

을 지녔고, 두 눈 간의 심각한 시력 차이는 없었다. 실험의 모든 절차는 고려대학교 생명 윤리위원회의 규정을 따라 진행하였다.

장비와 실험자극 자극은 MATLAB, Psychophysics Toolbox 2를 이용하여 제작하였다. 삼성의 SyncMaster 909NF 19인치 CRT 모니터가 사용되었으며, Window XP NVIDIA GeForce GTS 250 반, 색품질 32 bit, 주사율 85 Hz의 화면 설정에서 실험을 수행하였다. 실험참가자와 모니터의 사이의 응시 거리는 70cm이며, 움직임 최소화하기 위하여 머리를 턱 및 이마 받침대에 고정하였다. 턱 및 이마 받침대에는 양 눈의 망막 상의 동일한 위치에 각기 다른 자극을 보여주기 위한 거울 입체경이 장착되었다.

각각의 눈에 제시된 자극은 조건에 따라 차폐물(occluder)을 중심으로 각기 회색, 적색 또는 녹색의 직사각형 또는 반원이 결합된 형태였다. 자극은 시각(visual angle) $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 의 크기였으며, 양 눈에 제시되는 자극의 겹침을 증진시키기 위해 흑백의 바둑판 형태의 테두리 상자 안에 제시되었다. 실험자극의 예가 그림 1에 제시되었다.

모든 실험참가자는 실제 실험에 앞서 적, 녹, 두 가지 색의 지각된 밝기를 동등하게 맞추기 위한 과제를 수행하였다. 과제는 기존 minimum flicker 방식을 응용해서 만들어졌다. 이 과제에서는 차폐물 양쪽에 각기 적색과 녹색 반원이 15 Hz로 위치를 바꿔 깜박이며, 실험참가자는 밝기(RGB: 0, 115, 0)가 고정된 적색을 기준으로 녹색의 밝기를 키보드 버튼을 눌러 조절하도록 지시를 받았다. 좌측 화살표



그림 1. 실험 자극 예시. 실험 자극은 직사각형 또는 반원이 차폐물(occluder)을 중심으로 결합되어 있는 형태이며, 시각(Visual Angle) $2^{\circ} \times 2^{\circ}$ 크기로 양 눈에 각각 제시되었다. 그림은 양안간 그룹핑이 일어날 수 있는 조건으로서 입체경을 통해 두 자극이 양 눈의 망막 상 동일한 위치에 제시되면, 적색 원 또는 녹색 정사각형으로 보일 수 있다. 독자들 중 입체경 없이도 자유롭게 교차시가 가능한 경우에는 이 그림을 통해 양안간 그룹핑을 경험할 수 있을 것이다.

와 우측 화살표 두 개의 키보드 버튼이 각각 녹색의 밝기를 어둡게, 혹은 밝게 조절하는데 사용되었다. 이런 방식으로 적색과 녹색 자극의 깜박임이 최소화되는 순간을 찾음으로써 각 실험참가자마다 두 가지 색 밝기의 지각적 동등점을 찾았다. 이 때 배경색은 매 순간 제시되는 적색과 녹색의 중간 값(RGB: R/2, G/2, 0)으로 자동적으로 조절되었다. 이러한 색 대응을 통해 각 실험참가자마다 얻어진 적, 녹색의 RGB 값을 적용하여 실험을 진행하였다.

실험설계 실험참가자는 양안 경쟁 시 지각된 자극의 색에 관계없이 자극의 형태에 따라 반응하는 과제를 수행하였다. 차폐물을 중심으로 각 눈의 좌우에 제시된 반원과 직사각형의 조합이 두 눈에 서로 겹쳐져 보이면 실험참가자는 정사각형과 원의 형태가 교대로 나타나

는 시각적 경쟁을 경험한다. 혹은 눈에 제시된 형태 그대로 반원과 직사각형의 조합을 볼 수도 있다. 실험참가자는 그가 현재 보고 있는 자극의 형태에 따라 그것이 정사각형인지, 원인지, 아니면 반쪽의 직사각형과 다른 반쪽의 반원의 조합인지 판단하였다.

그림 2에 제시된 바와 같이, 실험의 조건은 형태의 양안간 그룹핑 시 색의 일관성에 따라 세 가지로 나뉘었다. 조건 1은 양안간 그룹핑에 의하여 정사각형 또는 원의 일관된 형태를 경험할 때 해당 형태를 이루는 직사각형 또는 반원의 색이 회색이었고, 조건 2의 경우 정사각형을 이루는 두 직사각형, 원을 이루는 두 반원의 색이 각각 적, 녹색으로 상이하였다. 반면 조건 3의 경우에는 양측의 직사각형, 반원의 색이 적색, 혹은 녹색으로 일치하였다. 양안간 그룹핑 시 색의 일관성이란 이렇듯 차폐물을 중심으로 양 눈에 제시된 형태가 결합할 때 해당 형태의 색이 동일함을 의미한다.

양안간 그룹핑이 일어난다고 가정할 때 조건 2와 조건 3을 비교함으로써 형태 판별에 있어 색의 일관성이 미치는 영향을 측정할 수 있으며, 조건 1은 색 정보가 없으므로 색 일관성에 따른 차이에 대하여 기준 역할을 할 수 있다. 아울러 각 조건은 단순히 색과 형태에 따른 효과를 통제하기 위하여 다시 둘로 나뉘었고 왼쪽 눈에 제시되는 자극과 오른쪽 눈에 제시되는 자극을 서로 역전시킴으로써 우세안에 의한 효과를 통제하였다.

실험절차 실험참가자의 과제는 자극의 색에 관계없이 현재 지각되는 자극의 형태를 판별하는 것이었다. 반응을 위해서 키보드 숫자판

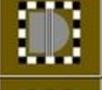
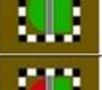
조건	양안간 그룹핑 시 색의 일관성	좌안	우안
조건 1	-		
			
조건 2	X		
			
조건 3	O		
			

그림 2. 예비 실험의 조건과 자극 형태. 직사각형과 반원의 조합이 양 눈에 제시되면 양안간 그룹핑에 의하여 정사각형 또는 원의 일관된 형태를 이룰 수 있다. 해당 형태가 양안간 그룹핑 시 색의 일관성을 수반하는가에 따라 조건은 세 가지로 나뉘었다. 조건 1은 색 정보가 없는 경우, 조건 2는 일관된 형태를 이루는 직사각형, 반원의 색이 상이한 경우, 조건 3은 양측의 색이 적색 또는 녹색으로 동일한 경우이다. 특정 색 효과를 통제하기 위하여 각 조건에서 동일 형태의 색을 역전시켜 제시하였다.

의 1번, 2번 키가 사용되었고, 실제 실험에 앞서 모든 조건이 한 차례씩 제시되는 연습 시행을 거쳤다. 실험 조건은 그림 2에서 제시한 바와 같이 총 3가지 조건으로 구성되었다. 본 실험에서는 각각의 조건이 32번씩 제시되므로 총 96번의 시행이 필요하였다. 각각의 시행은 30초 동안 계속되었고, 실험참가자가 스페이스 바를 누를 때 다음 시행이 시작되도록 하여, 시행 간 자율적인 휴식을 취할 수 있었다. 실험참가자는 자극이 제시되는 30초 동안 그가 보고 있는 자극의 형태에 따라 다음 네 가지 종류의 반응을 할 수 있었다. 1. 정사각형

(1번 키) 2. 원(2번 키) 3. 반쪽에는 사각형, 다른 반쪽에는 반원(1, 2번 키를 함께 누름) 4. 모호함(1, 2번 키를 모두 누르지 않음). 지각된 내용과 반응 키 간의 조합은 실험참가자 간에 통제되었다. 반응은 해당 자극이 보이는 동안 계속 유지하도록 지시하였다. 각 시행이 지속되는 30초 동안 1-4 각각의 반응이 지속되는 시간을 합산하여, 30초 중 각 조건의 합산된 시간이 차지하는 비율로써 독점적 지각 비율을 계산하였다.

결과 및 논의

형태 차원의 양안간 그룹핑에 색이 미치는 영향을 검증하기 위하여, 양안간 그룹핑 시 결합되어 지각되는 일관적인 형태(정사각형 또는 원)에 1. 색 정보가 없는 조건, 2. 색이 일관되지 않은 조건 3. 색이 일관된 조건에 대한 반복측정 일원분산분석을 수행하였다. 정사각형 또는 원의 형태를 보고하는 결과를 먼저 살펴보면 색의 일관성에 따른 주효과 ($F(2,14)=20.521, p<0.01$)가 발견되었다(그림 3의 흑/백 막대그래프 참조). Tukey test를 이용한 사후 분석에 의하면 조건 1과 2, 조건 2와 3 간에는 통계적으로 유의미한 차이(각각

$p<0.05, p<0.001$)가 관측된 반면, 조건 1과 3의 차이는 유의미하지 않았다. 결합되는 정사각형이나 원의 색이 일관적인 조건 3에서 형태 차원의 양안간 그룹핑 비율이 가장 높게 나타났다. 이 경우 자극이 제시되는 30초 동안 결합된 원 또는 정사각형의 지각 경험을 보고하는 비율은 평균 65.27($MSE=3.21$)%에 달한 반면, 결합되는 형태의 색이 비일관적인 조건 2의 경우에는 평균 24.54($MSE=5.31$)%에 그쳤다. 색 정보가 없는 조건 1의 경우에는 48.99($MSE=6.63$)%로 색이 일관되지 않은 경우보다 높은 비율의 형태 결합이 일어났지만, 적색 또는 녹색으로 색이 일치하는 경우에 미치지 못했다. 이러한 결과는 색의 일관성이 형

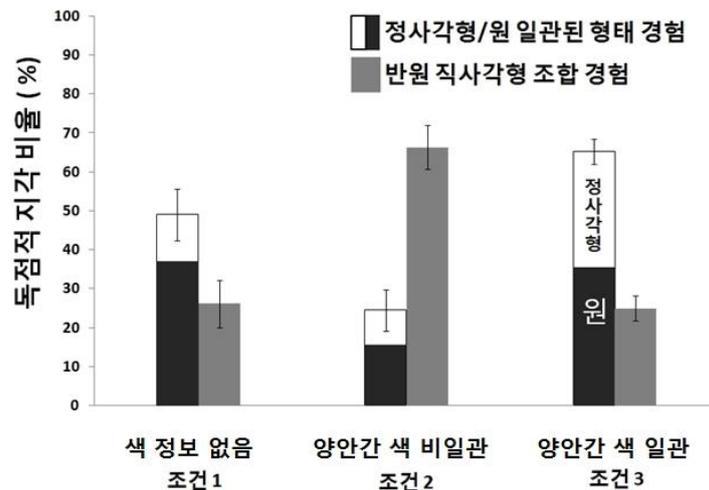


그림 3. 예비 실험의 결과. 가로축은 실험 조건, 세로축은 독점적 지각 비율이다. 가로축의 조건들은 양안간 색 일관성이 있는가에 따라 구분하였다. 독점적 지각 비율은 자극이 제시되는 30초 동안 실험참가자가 1. 정사각형, 2. 원 또는 3. 반원과 직사각형의 조합 각각을 얼마나 오랫동안 보았는지 나타낸다. 흑/백 막대그래프는 양안간 그룹핑에 의하여 원(흑)이나 정사각형(백)의 일관된 형태를 보고하는 비율이며 회색 막대그래프는 자극을 제시된 형태 그대로 반원과 직사각형의 조합으로 보고하는 비율이다. 일관된 형태를 보고하는 비율은 양안간 색의 일관성이 수반된 조건 3에서 가장 높았고, 양안간 색 일관성이 없는 조건 2에서 가장 낮았다. 반면 일관되지 않은 형태를 보고하는 비율은 이와 역전된 결과가 나타났다. 오차막대는 다섯 명 실험참가자의 표준오차(± 1 standard error of the mean, MSE)를 나타낸다.

태의 양안간 그룹핑을 증가시킴을 의미한다. 즉 형태의 구성적 측면에서 정사각형이나 원을 이루는 직사각형 또는 반원의 색에 따라 양안간 그룹핑이 일어나는 비율이 변화된 것이다.

아울러 그룹핑이 일어나는 형태(원/사각형)와 색의 일관성(무/일관/비일관)의 이원분산분석 결과 그룹핑 형태와 색의 일관성 간 상호작용이 있는 것으로 나타났다($F(2,8)=9.84$ $p < 0.01$). 정사각형에 비하여 원의 양안간 그룹핑 비율이 높는데 이러한 현상은 바둑판 모양의 테두리 안에서 원이 차지하는 면적이 정사각형이 차지하는 면적보다 좁으며 따라서 원의 윤곽선이 배경색으로부터 보다 두드러지게 보이기 때문에 발생하는 것으로 보인다. 정사각형과 원의 양안간 그룹핑 비율의 차이가 색 정보가 없는 조건에서 더욱 크게 나타나는 것 역시 이러한 가능성을 뒷받침한다. 즉 배경색은 적/녹색의 중간값으로 설정되었으므로 적/녹색의 자극에 대해서는 중립적인 반면 색 정보가 없는 회색의 자극에 대해서는 이를 더욱 두드러지게 보이도록 만들 수 있는 것이다.

정사각형 또는 원의 일관된 형태에 대한 반응이 양안간 그룹핑에 의한 것이라면 반쪽의 원과 반쪽의 직사각형 조합에 대한 반응은 자극을 제시된 형태 그대로 지각하는 경우에 해당한다(그림 3의 회색 막대그래프 참조). 후자 역시 색의 일관성에 따른 주효과($F(2,14)=23.690$, $p < 0.01$)가 발견되었다. 사후 분석에 의하면 조건 1과 2, 조건 2와 3 간에는 통계적으로 유의미한 차이($p < 0.001$)가 관측된 반면, 조건 1과 3의 차이는 유의미하지 않았다. 반쪽의 원, 반쪽의 직사각형 결합에 대한 독점

적 지각 비율은 양안간 결합되는 형태가 색의 일관성을 수반하지 않는 조건 2에서 가장 높았고($Mean=66.32\%$, $MSE=5.66\%$), 반면 색 정보가 없는 조건 1과($Mean=26.15\%$, $MSE=6.06\%$)와 양안간 결합되는 형태가 색의 일관성을 수반하는 조건 3($Mean=24.94\%$, $MSE=3.19\%$)에서는 낮은 반응 비율을 보여주었다. 이는 형태에 대한 판단에 있어 결합이 일어나는 양쪽의 직사각형 또는 양쪽의 반원의 색이 다를 때 실험참가자가 정사각형 또는 원의 일관된 형태 대신 반원과 직사각형의 조합을 더 많이 보게 됨을 의미한다. 즉 양안간 그룹핑이 일어나는 비율이 떨어지고 각 눈에 제시된 자극의 형태대로 지각하는 비율이 높아지는 것이다.

예비 실험의 결과, 결합되는 형태의 색 일관성은 형태의 양안간 그룹핑을 증진시킴을 알 수 있었다. 일상의 지각 경험에서 하나의 물체를 이루는 형태는 부분들이 상이한 색을 지니고 있는 경우보다 일관적인 색을 띄고 있는 경우가 더 빈번함을 고려하면, 형태에 대한 판별에 있어 그 형태를 점유하고 있는 색의 일관성은 매우 중요한 역할을 한다. 색과 형태 두 가지 세부 차원이 양 눈에 나뉘어 제시되는 경우에도 비교적 강력한 조직적 결합이 일어난다는 것은 인간의 시각체계가 단순히 있는 그대로의 자극을 표상하는 데 그치는 것이 아니라 각 시각 차원들 간의 구성적 정합성을 지향함을 시사한다. 이러한 예비 실험 결과를 바탕으로, 양안 경쟁 시 색 차원과 형태 차원의 그룹핑 및 두 차원 간의 상호작용에 대하여 본격적으로 탐구하기 위하여 본 실험을 실시하였다.

본 실험.

양안 경쟁 시 색차원과 형태 차원의 상호작용에 따른 그룹핑

본 실험에서는 예비 실험의 양안간 그룹핑을 양안 경쟁 시 그룹핑으로 보다 확장하여 색과 형태의 일관성이 각기 단안내 그룹핑과 양안간 그룹핑에 어떠한 영향을 살피는지 체계적으로 살필 수 있도록 하였다. 여기서 단안내 그룹핑이란 색 또는 형태가 양 눈이 아니라 한쪽 눈에서 차폐물을 중심으로 결합함을 의미하며 양안간 그룹핑은 차폐물 양측의 자극이 양 눈에서 결합함을 의미한다. 또한 예비 실험의 형태 차원의 그룹핑 시 색이 미치는 영향에 관한 조건을 촉진/중립/방해 세 가지 조건으로 세분화하여 살펴보았으며, 아울러 색 차원의 그룹핑에 형태가 미치는 영향 역시 위와 같은 조건들을 서로 비교하였다. 먼저 형태 판별 과제에 촉진 조건은 예비 실험에서처럼 단순히 해당 형태를 구성하는 색이 일관됨을 가리키는 것일 뿐만 아니라 경쟁하는 두 가지 형태, 즉 원과 정사각형의 색이 서로 다름을 의미한다. 동일한 색 간의 형태 판별보다 동일하지 않은 색 간의 형태 판별이 더욱 용이함을 고려하면 촉진 조건은 경쟁하는 두 형태, 즉 원과 정사각형의 색이 서로 같은 중립 조건보다 그룹핑 비율이 더 높을 것으로 기대할 수 있다. 방해 조건은 예비 실험과 마찬가지로 원 또는 정사각형 각각이 동일한 색이 아닌 두 가지 색으로 이루어져 형태의 판별을 색이 저해하는 경우로서 촉진, 중립 조건에 비하여 그룹핑 비율이 낮을 것이다. 이러한 조건 구성과 예상 결과는 색 판별

과제에서도 동일하여 촉진 조건, 중립 조건, 방해 조건 순으로 그룹핑 비율이 높게 나타나리라 예상할 수 있다. 만약 형태 판별 과제와 색 판별 과제에서 조건 간 그룹핑 비율이 다른 양상으로 나타난다면 형태에 의한 그룹핑과 색에 의한 그룹핑의 상대적인 강도를 파악할 수 있을 것이다. 예를 들어, 형태의 단안내, 양안간 그룹핑 시 색의 촉진 조건과 중립 조건 간 차이가 관찰되고 색의 그룹핑 시에는 이러한 차이가 발견되지 않을 경우, 색 차원에 의한 그룹핑이 형태 차원에 의한 그룹핑보다 우세하다고 볼 수 있을 것이다.

방 법

참가자 예비 실험에 참가한 3명(JK, SJ, DY)의 실험참가자와 2명(HS, SL)의 고려대학교 대학원생이 참가하였다. 이외의 사항은 예비 실험과 동일하였다.

장비와 실험 자극 예비 실험과 동일하였다.

실험설계 본 실험에서 5명의 실험참가자는 색과 관계없이 지각된 형태를 보고하는 과제를 수행하였으며 과제에 따른 편향을 통제하고자 3명의 실험참가자(HS, SL, SJ)에 한하여 형태와 관계없이 지각된 색을 보고하는 과제를 수행하였다. 두 가지 색이 망막 상 동일한 위치에서 경쟁하므로 실험참가자는 일관된 적색이나 녹색, 또는 적색과 녹색이 공존하는 시각적 경험을 하게 되며 그가 주관적으로 경험하고 있는 색에 따라 반응하였다.

그림 4에 제시된 것처럼 본 실험의 자극은

그룹핑 위치	조 건	형태 판별 과제			색 판별 과제		
		색 효과	좌안	우안	형태 효과	좌안	우안
단안내 그룹핑	1	촉진			촉진		
	2	중립			중립		
	3	방해			방해		
양안간 그룹핑	4	촉진			촉진		
	5	중립			중립		
	6	방해			방해		

그림 4. 본 실험의 조건과 자극 형태. 본 실험의 자극은 형태가 한쪽 눈에서 원 또는 정사각형의 일관된 형태를 이루는 단안내 그룹핑 조건과 양 눈의 결합에 의해서 일관된 형태를 이루는 양안간 그룹핑 조건으로 나뉘었다. 각 묶음은 다시 형태 차원의 그룹핑 시 색이 미치는 영향에 따라 촉진 / 중립 / 방해 이상 세 가지 조건으로 나뉘었다. 촉진 조건은 두 형태가 상이한 색인 경우, 중립 조건은 두 형태가 동일한 색인 경우, 방해 조건은 원 또는 정사각형을 이루는 반원과 직사각형이 각기 다른 색인 경우이다. 색 차원의 그룹핑 역시 동일한 조건들, 즉 적색 또는 녹색을 이루는 형태가 원 또는 정사각형으로 상이하여 색이 형태의 판별을 촉진하는 조건, 형태가 동일한 중립 조건, 각각의 색이 직사각형과 반원의 조합으로 구성되어 형태가 색의 판별을 방해하는 조건으로 이루어졌다. 특정 형태, 특정 색 효과를 통제하기 위하여 각 조건에서 동일 형태의 색을 역전시키거나 동일 색의 형태를 역전시켜 제시하였다.

단안내 그룹핑과 양안간 그룹핑 시 색과 형태의 일관성에 따라 총 여섯 가지 조건으로 나뉘었다. 먼저 단안내 그룹핑 조건과 양안간 그룹핑 조건 각 묶음은 다시 형태 판별 과제 시 색이 미치는 영향에 따라 각각 촉진 / 중립 / 방해 이상 세 가지 조건으로 나뉘었다. 조건 1, 4의 경우처럼 차폐물 양측의 형태가 결합하여 정사각형 또는 원을 이룰 때 정사각형과 원이 각각 서로 다른 색을 갖는 경우 색은 형태의 판별에 촉진적 역할을 하는 것으로 보았다. 조건 2, 5는 두 형태의 색이 서로 동일하므로 색의 영향이 중립적이며, 반면 조건 3, 6처럼 하나의 형태를 이루는 직사각형 또는 반원의 색이 서로 상이할 경우 색이 형태의 판별을 방해하는 것으로 보았다. 이러한 조건 구성은 색 판별 과제에서도 동일하게 적용되었다. 색 판별 과제는 적색 또는 녹색을 이루는 형태가 각각 정사각형 또는 원으로 서로 다른 촉진 조건, 형태가 동일한 중립 조건, 그리고 하나의 색을 이루는 형태가 직사각형과 반원의 조합인 방해 조건으로 구성되었다. 두 과제에서 모두 방해 조건에서는 형태의 일관성과 색의 일관성이 상충하였던 반면, 촉진, 중립 조건에서는 형태의 일관성과 색의 일관성이 서로 부합하였다. 더욱이 촉진 조건과 중립 조건의 차이를 살핌으로써 양안 경쟁 시 경쟁하는 두 형태가 각기 다른 색일 때의 형태의 안내, 안간 그룹핑 비율, 또는 경쟁하는 두 색이 각기 다른 형태일 때의 색의 안내, 안간 그룹핑을 살펴보았다. 즉 경쟁 상황에 있는 하나의 시각 차원의 판별에 다른 시각 차원이 개입되거나(촉진 조건) 개입되지 않음으로써(중립 조건) 각 속성 간 상호 작용을 보

다 세부적으로 살펴볼 수 있도록 하였다. 또한 모든 조건에 걸쳐 단안내 그룹핑에 의한 반응과 양안간 그룹핑에 의한 반응을 함께 기록하여 각기 양안간 그룹핑과 단안내 그룹핑에서 형태 일관성과 색 일관성 중 무엇이 우세한지 측정할 수 있었다. 일견 이러한 조건 구성은 예비 실험과 동일해 보이지만 예비 실험의 조건 1, 색 정보 중립 조건은 적색 또는 녹색이 아닌 회색을 이용하여 제시되었고 본 실험의 중립 조건에서는 무채색이 아닌 적색 또는 녹색 중 한 가지 색이 두 가지 형태를 모두 점유하도록 제시하였다. 이를 통하여 색 자체의 속성 변경에 의한 중립성 대신 정사각형과 원 각 형태가 동일한 색으로 제시된다는 측면의 중립성을 부각시켰다. 예비 실험과 마찬가지로 각 조건은 특정 색, 형태에 의한 효과를 통제하기 위하여 두 가지 경우로 나뉘었고, 각 조건에서 왼쪽 눈에 제시되는 자극과 오른쪽 눈에 제시되는 자극을 서로 역전시킴으로써 우세안에 의한 효과를 통제하였다.

결과 및 논의

형태 차원의 그룹핑 형태 판별 과제 시 색이 미치는 효과가 그림 5에 제시되었다. 과제를 수행한 5명 중 1명은 양안간 그룹핑 시 원에 의한 지각 지배력이 현저하여 실질적인 양안 경쟁이 불가능했던 것으로 나타나 최종 분석에서 제외하였다. 정사각형 또는 원의 일관된 형태를 보고한 비율에 대하여 3(촉진 / 중립 / 방해) x 2(단안내 / 양안간)의 반복측정 이원분산분석을 수행하였으며 그 결과 색의 주효과($F(2,6)=9.46, p<0.05$)와 단안내 / 양안간 조건

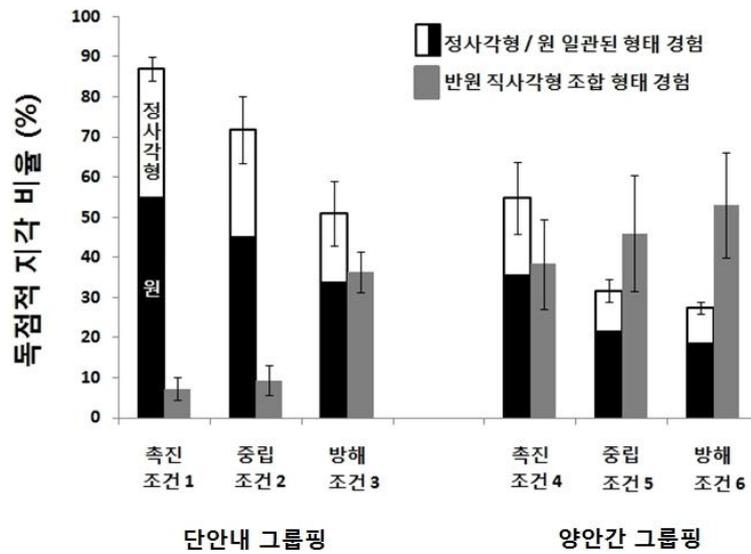


그림 5. 본 실험의 결과. 가로축은 실험 조건, 세로축은 독점적 지각 비율이다. 원 또는 정사각형의 일관된 형태를 경험하는 비율을 동일 막대그래프 내에 색(흑/백)을 달리하여 제시하였다. 반원과 직사각형의 조합을 보는 비율은 회색 막대그래프로 나타냈다. 일관된 형태를 보고하는 비율은 단안내 그룹핑 조건이 양안간 그룹핑 조건보다 높았으며, 단안내, 양안간 두 조건에서 모두 색이 형태의 판별을 촉진하는 조건에서 색이 형태의 판별을 방해하는 조건보다 높게 나타났다. 형태의 영향이 중립적인 조건에서는 촉진 조건보다 낮고, 방해 조건보다 높은 비율의 그룹핑이 나타났다. 이러한 결과를 통하여 지각되는 형태는 해당 형태를 구성하는 색의 일관성이 수반되며, 경쟁하는 두 형태의 색이 서로 다를 때 증가함을 알 수 있다. 반원과 직사각형의 조합을 보는 비율은 일관된 형태를 보는 비율과 역전된 결과가 나타났다. 조건 1과 조건 3, 조건 2와 조건 3만이 유의미한 차이를 보였는데 이는 색의 일관성에 의한 양안간 그룹핑이 증가했음을 의미한다.

의 주효과($F(1,3)=16.29, p<0.05$)가 발견되었다. 두 조건 간 상호작용은 통계적으로 유의미하지 않았다($F(2,6)=3.36, p>0.05$). 보다 세부적으로 형태의 영향을 살피기 위하여 실시한 사후 분석에 의하면 단안내 그룹핑 시 촉진 조건과 방해 조건에서 유의미한 차이($p<0.01$)가 관측되었고, 양안간 그룹핑 시에는 촉진 조건과 방해 조건($p<0.01$), 촉진 조건과 중립 조건 간 ($p<0.05$) 유의미한 차이가 나타났다. 중립 조건과 방해 조건의 차이는 정사각형과 원 각각이 일관된 색으로 이루어져 있는가의 차이가

며, 촉진 조건과 중립 조건의 차이는 정사각형과 원의 양안 경쟁 시 두 형태가 서로 다른 색인가, 아니면 같은 색인가의 차이임을 고려할 때 본 실험의 결과는 1. 형태를 이루는 색의 일관성, 2. 경쟁하는 두 형태의 색의 상이성 이상 두 가지 차원에서 살필 수 있다. 중립 조건이 방해 조건보다 높은 그룹핑 비율을 보여주는 경향성이 단안내, 양안간 그룹핑 시 모두 공통적으로 발견되며, 촉진 조건이 중립 조건보다 높은 경향성 역시 일관되게 발견된다는 사실은 형태를 구성하는 색의 일관성에

더하여 경쟁하는 두 형태의 색이 서로 다를 때 그룹핑이 가장 잘 일어남을 의미한다. 양안간 그룹핑의 중립 조건과 방해 조건 간 차이가 크지 않은 것은 중립 조건에서 단안내 색 일관성에 의하여 상대적으로 단안내 그룹핑이 증가하고 양안간 그룹핑이 감소한 영향으로 보인다. 앞서 예비 실험의 조건 1과 비교하면 본 실험의 조건 5는 양안간 그룹핑 시 색 정보의 영향이 중립적이라는 점에서 동일하나 본 실험에서는 동일한 형태의 자극이 회색이 아닌 적색 또는 녹색으로 제시되었다. 예비 실험의 조건 1에서는 양안간 그룹핑(정사각형/원 일관된 형태 경험) 비율이 단안내 그룹핑(반원 직사각형 조합 경험) 비율보다 높았지만 본 실험의 조건 5에서 이와 역전된 결과가 나타난 것은 형태의 판별에 있어 형태의 양안간 일관성보다 색의 단안내 일관성 영향이 더 강력함을 시사한다.

반원과 직사각형 조합의 비일관 형태를 경험한 비율은 앞서 일관 형태를 경험한 비율과 상반되는 결과가 관찰되었다. 반원 직사각형 조합의 비일관 형태를 경험한 비율에 대하여 역시 3(축진 / 중립 / 방해) x 2(단안내 / 양안간)의 반복측정 이원분산분석을 수행하였다. 그 결과 색의 주효과($F(2,6)=15.97, p<0.01$)가 발견되었고, 단안내 / 양안간 조건의 주효과($F(1,3)=6.32, p>0.05$)는 발견되지 않았으며 두 조건 간 상호작용은 없었다($F(2,6)=4.68, p>0.05$). 사후 분석 결과 조건 1과 조건 3 간의 차이($p<0.01$), 조건 2와 조건 3 간의 차이($p<0.01$)만이 유의미하였다.

본 실험의 결과를 종합하면 단일 사물의 형태에 대한 일관적 지각은 각 형태를 구성하는

색이 일관되었을 때 증가하였으며, 양안 경쟁 상황임을 고려, 경쟁하는 두 형태의 색이 서로 다른 조건과 같은 조건을 비교하였을 때 전자에서 일관된 형태의 지각 비율의 증가가 나타났다. 주목해야할 점은 이러한 조직화의 경향이 단안내 그룹핑뿐만 아니라 양안간 그룹핑에서도 동일하게 발견된다는 것이다. 즉 양안간 형태, 색 일관성에 의한 그룹핑 효과는 단안내 그룹핑에 비하여 전반적인 크기는 작으나 조건에 따른 증감은 동일한 경향을 보여주었으며 이는 각 시각 차원들의 결합이 단안내, 양안간에서 모두 구성적 정합성에 기반하는 것으로 해석할 수 있다.

색 차원의 그룹핑 색 판별 과제 시 형태가 미치는 효과가 그림 6에 제시되었다. 적색 또는 녹색의 일관된 색을 보고한 반응에 대하여 3(축진 / 중립 / 방해) x 2(단안내 / 양안간)의 반복측정 이원분산분석을 수행하였다. 그 결과 형태의 주효과($F(2,4)=14.2, p<0.05$), 단안내 / 양안간 조건에 따른 주효과($F(1,2)=61.1, p<0.05$)가 발견되었으며, 두 조건 간 상호작용은 없었다($F(2,4)=0.04, p>0.05$). 사후분석 결과 단안내 그룹핑의 축진 조건과 중립 조건 간에는 차이가 없었고($p>0.05$), 축진 조건과 방해 조건($p<0.01$), 중립 조건과 방해 조건($p<0.01$) 간에는 유의미한 차이가 있었다. 단안내, 양안간 그룹핑 두 조건에서 모두 축진 조건과 중립 조건이 방해 조건보다 높은 비율의 그룹핑을 나타냈으며, 축진 조건과 중립 조건 간에는 차이가 없었다. 색 판별 과제의 세 가지 조건을 두 가지 차원에서 비교한다면 중립 조건과 방해 조건 간 차이는 1. 색을 구성하는 형태

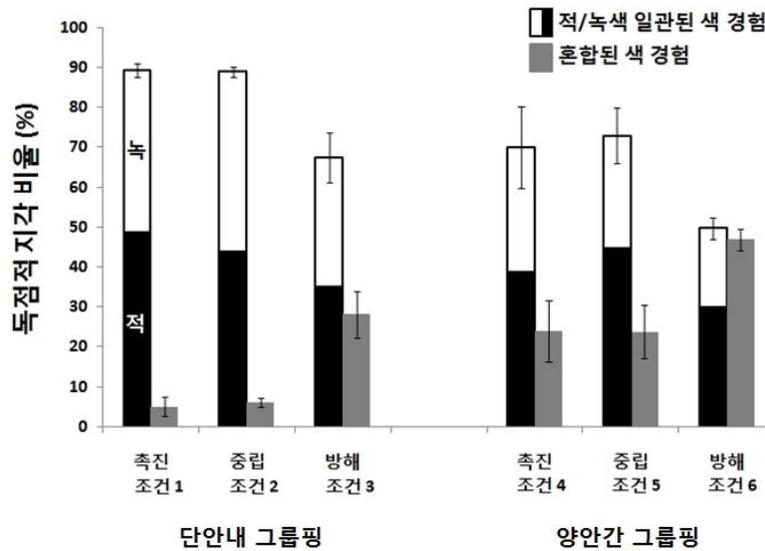


그림 6. 본 실험의 색 판별 과제 결과. 가로축은 실험 조건, 세로축은 독점적 지각 비율이다. 적색 또는 녹색의 일관된 색을 경험하는 비율을 동일 막대그래프 내에 색(검은색/흰색)을 달리하여 제시하였다. 적색과 녹색을 반반씩 보는 비율은 회색 막대그래프로 나타냈다. 일관된 색을 보고하는 비율은 단안내 그룹핑, 양안간 그룹핑 시 모두 형태에 의한 촉진 조건에서 높게 나타났다. 반면 형태가 색의 판별을 방해하는 조건에서는 일관된 색을 보고하는 비율이 떨어졌다. 촉진 조건과 중립 조건 간에는 차이가 없었다. 이러한 결과는 색이 정사각형 또는 원의 일관된 형태로 나타나는 경우 두 색의 형태가 동등하더라도(중립 조건), 높은 비율의 단안내, 양안간 그룹핑이 일어남을 의미한다.

의 일관성 여부이며 촉진 조건과 중립 조건 간 차이는 2. 경쟁하는 두 색의 형태가 서로 상이한가의 여부이다. 결과에서 나타난 것처럼 단안내, 양안간 그룹핑 조건에서 모두 중립 조건이 방해 조건보다 그룹핑 비율이 높은 경향을 보여주었는데 이는 색의 구성적 측면에서 해당 색을 이루는 두 부분의 형태가 일관된 경우 그룹핑 비율이 증가하고 형태가 일관되지 않은 경우에는 그룹핑 비율이 감소함을 시사하는 것이다. 그러나 경쟁하는 두 색의 형태 상이성에 따른 차이는 발견되지 않았다. 앞서 형태 판별 과제에 나타난 것처럼 촉진 조건과 중립 조건 간 차이가 나지 않은 것은 색 판별 시 색에 의한 단안내, 양안간 그

룹핑이 이미 강력하여 경쟁하는 두 색의 형태 상이성에 의한 효과가 희석되기 때문으로 생각된다. 즉 서로 다른 색이 경쟁하는 경우 하나의 사물로서의 지각 일관성이 이미 뚜렷하므로 서로 다른 색이 각기 다른 형태로 나타남에 기인하는 효과가 가산되지 않은 것이다. 형태 판별 과제의 중립 조건과 색 판별 과제의 중립 조건을 비교했을 때 후자에서 더 높은 비율의 그룹핑이 보고됨은 이러한 해석을 지지한다. 이를 통하여 볼 때 단일 사물로서의 지각 일관성은 형태에 의한 영향보다 색에 의한 영향을 크게 받는 것으로 판단할 수 있다.

이어 적색과 녹색을 반반씩 보는 반응에 대하여 역시 3(촉진 / 중립 / 방해) x 2(단안내 /

양안간)의 반복측정 이원분산분석을 수행하였다. 그 결과 형태의 주효과($F(2,6)=6.27, p < 0.05$)가 발견되었으며, 단안내 / 양안간 조건에 따른 주효과($F(1,3)=7.63, p > 0.05$)는 발견되지 않았다. 사후 분석 결과에 따르면 조건 1과 조건 2 간에는 차이가 없었고($p > 0.05$), 조건 1과 조건 3($p < 0.01$), 조건 2와 조건 3($p < 0.01$) 간에는 유의미한 차이가 있었다.

본 실험의 조건 3과 조건 6은 형태 또는 색의 단안내, 양안간 일관성이 서로 교차되는 조건으로서 조건 3의 경우 색에 의한 단안내 일관성과 형태에 의한 양안간 일관성이 경쟁하며, 조건 6의 경우 색에 의한 양안간 일관성과 형태에 의한 단안내 일관성이 경쟁하는 상황이다. 조건 3에서는 일관된 색을 보고하는 비율이 높았고, 조건 6에서는 일관된 색을 보고하는 비율과 적색과 녹색을 반반씩 보는 비율이 비슷하였다. 이러한 결과는 앞선 결과와 상응하여 양안간 형태 일관성을 단안내 색 일관성이 압도하며, 양안간 색 일관성과 단안내 형태 일관성 간에는 큰 차이가 없음을 의미한다. 달리 말하면 한쪽 눈에 제시된 자극은 일관된 색에 의하여 단일한 사물로 지각되는 경향이 강력하며, 해당 색이 양 눈에 분산되어 있는 경우에도 단안내 형태 일관성과 유사한 수준의 그룹핑을 일으킨다고 할 수 있다.

종합 논의

형태 차원의 그룹핑에 있어 그 형태를 구성하는 색의 일관성이 독립변인이 되는 예비 실험을 통하여 일관된 색이 형태의 양안간 그룹핑을 증가시키는 결과를 확인하였으며, 본 실험

에서는 형태 차원의 그룹핑에 색이 미치는 영향, 색 차원의 그룹핑에 형태가 미치는 영향을 각기 살펴봄으로써 단안내, 양안간 그룹핑 시 모두 형태의 일관성과 색의 일관성이 부합하는 경우에 상충하는 경우보다 더 높은 비율의 그룹핑이 나타남을 밝혀내었다. 이는 색과 형태의 일관성에 따른 시각적 조직화가 두 눈 사이에서도 일어날 수 있음을 증명하는 동시에, 양안간 촉진 조건에서의 높은 그룹핑 비율은 이러한 조직화가 자극의 본래 모습보다 일관성에 의하여 결합된 모습이 더욱 지배적으로 나타나도록 만든다는 것을 의미한다. 아울러 본 실험의 두 과제를 비교하였을 때 형태의 단안내, 양안간 그룹핑을 촉진하는 색 상이성의 효과가 색의 단안내, 양안간 그룹핑을 촉진하는 형태 상이성의 효과보다 높게 나타났다. 이는 양안 경쟁 시 경쟁하는 두 대상 각각의 지각 일관성이 형태보다 색에 의한 영향을 더 많이 받음을 의미하는 것이다.

본 실험의 결과를 종합하면 인간의 시각체계가 조직화를 지향한다는 점을 확인할 수 있으며, 일반적인 사물들의 속성을 감안할 때 이러한 경향이 매우 자연스러운 것임을 알 수 있다. 일례로 하나의 물체에 두 가지 색이 섞여있을 경우 이것을 하나의 물체로 인식하기 어려우리라는 것은 타당한 가정이다. 반대로 동일한 색의 물체가 반쪽씩 상이한 형태를 띄고 있는 경우 그것을 하나의 물체로 인식하기 어려운 것 역시 같은 맥락에서 이해할 수 있다. 특히 자극 색과 형태의 일관성이 양안간에서 성립할 때 이것이 실제 제시되는 자극보다 우세하게 지각되는 현상은 신경과학의 오랜 논제 중의 하나인 결합 문제(binding

problem)와 관련시켜 생각해 볼 수 있다. 결합 문제의 쟁점이란 우리의 뇌가 어떻게 서로 독립적인 신경 기제에 기반하는 여러 시각적 세부 특징들의 처리 과정을 통합하여 단일한 사물을 표상해내는가에 관한 것이다(Treisman, 1996). 본 실험은 일정하게 유지되는 시각 자극으로부터 모두 세 가지의 지각이 경쟁하는 상황을 만들고 조건에 따라 특정 지각이 우세함을 밝혀냈는데 이는 결합 문제의 결합이란 단순히 현존하는 자극 특성들의 일괄적 결속이 아니라 구성적 정합성의 상대적 우위를 반영하는 유동적 결속임을 시사한다.

이러한 시사점은 양안 경쟁 시 과연 무엇이 경쟁하는가에 대한 논쟁으로 연결될 수 있다. Levelt(1965)와 Blake(1980, 1989) 등은 양안 경쟁을 자극이 제시되는 두 눈 간의 경쟁에서 비롯된 것으로 보는 반면에 Walker(1978)와 Logothetis(1996) 등은 양안 경쟁을 일관된 자극 패턴(pattern coherence) 간 경쟁으로 보았다. 전자의 견해는 각 눈으로부터 입력을 받는 단안 내 뉴런의 억제적 상호작용이 양안 경쟁의 주원인이며 따라서 두 눈의 망막상 동일한 위치로부터 상이한 시각적 신호를 받을 때 하나의 입력만을 처리하는 뉴런이 분포하는 1차 시각 영역(V1)에 집중한다(Polonsky, Blake, Braun & Heeger, 2000; Tong & Engel, 2001). 반면 후자의 주장은 stimulus rivalry - 양안 경쟁 자극을 두 눈에 계속 번갈아 제시해주는 경우에도 일관적인 패턴 간의 경쟁이 경험되는 현상-의 발생을 그 근거로 삼아 V1보다 상위 영역에 무게를 둔다(Logothetis & Schall, 1989; Logothetis, Leopold & Sheinberg, 1996; Schienberg & Logothetis, 1997). 현재는 두 가지가 모두 중요

하다는 의견이 지배적이며(Blake & Logothetis, 2002), 눈과 자극의 두 요소가 양안 경쟁 중 어떤 단계에서 주도적으로 작용하며, 그 차별적인 역할은 무엇인지 등에 대한 연구들이 활발히 진행 중이다(Wilson, 2003; Pearson & Clifford, 2005; Tong, Meng & Blake, 2006;). 하지만 두 요소의 상대적인 중요성에 대한 논의는 여전히 계속되고 있다.

본 연구에서는 매 순간 실험참가자가 경험하는 시각 자극이 눈에 제시된 형태 그대로의 자극인지 아니면 양안간 그룹핑이 일어난 형태의 자극인지 측정함으로써 조건에 따라 눈 간 경쟁, 그리고 패턴 간 경쟁이 일어날 수 있는 가능성을 나누어 살펴볼 수 있었다. 단안내 그룹핑 시 원 또는 정사각형의 일관된 형태를 보고하는 반응은 눈 간 경쟁에 따른 반응이며, 반면 양안간 그룹핑 시 원 또는 정사각형을 보고하는 반응은 패턴 간 경쟁에 따른 반응이라 볼 수 있다. 이 두 가지 반응 양태 각각의 가능성은 일관된 사물의 구성에 있어 형태의 일관성과 색의 일관성이 어디에 성립하느냐에 따라 달라졌다. 즉 색과 형태의 일관성이 단안내에 존재하는 경우에는 눈 간 경쟁이 우세하였으며, 양안간에 존재하는 경우에는 패턴 간 경쟁이 우세하였다. 이러한 결과는 양안 경쟁 시 경쟁하는 두 대상이 눈인가, 아니면 일관된 패턴인가의 문제가 시지각의 조직화 관점에서 조명될 수 있음을 시사한다. 즉 자극들 간의 일관성이 단안내에 존재할 경우 눈 간 경쟁이 일어나고, 반면 일관성이 양안간에 존재할 경우 패턴 간 경쟁이 일어난다는 것이다. 물론 결과에 나타난 것처럼 단안내 그룹핑이 양안간 그룹핑보다 전반

적으로 높은 비율로 나타난 것은 양안 경쟁이 눈 간 경쟁임을 지지한다. 그러나 양안간에서도 형태의 일관성과 색의 일관성의 결합 관계에 따라 독점적 지각 비율의 규칙적인 증감이 발견된다는 사실은 양안 경쟁 시 일관된 패턴의 구성 가능성이 중요함을 지지하는 증거로 볼 수 있다.

본 실험의 과제는 실험참가자가 그의 주관적 시각 경험에 따라 정해진 반응들 가운데 선택하는 것으로서 가능한 반응이 단 네 종류(원/정사각형/혼합/미반응, 적/녹/혼합/미반응)로 제한되어 있다는 점은 약점으로 남는다. 이는 정해진 반응 양태에 따라 실험참가자의 주관적 시각 경험이 편향될 소지가 있기 때문이다. 특히 양안간 그룹핑에 따른 지각 비율은 실험참가자가 양안간 그룹핑이 일어나 어떤 형태를 이룰 수 있는지 사전에 인지하느냐, 하지 못하느냐에 따라 차이가 있을 수 있다. 양안간 그룹핑과 관련된 실험은 측정을 위하여 필연적으로 반응의 선택지를 제한할 수밖에 없는데 이는 이미 무엇을 보게 될지 알고 있는 상황에서 자극을 제시하는 것이므로 생태학적 타당도를 떨어뜨리는 것이다. 그러나 비공식적인 사후 인터뷰 결과 저자를 제외한 실험참가자들은 양안간 그룹핑에 대하여 의식하지 못하였으며, 단안내 그룹핑에 의한 반응과 양안간 그룹핑에 의한 반응 간 질적 차이를 느끼지 못했다고 응답했다. 추후 실험에서는 가능한 반응의 양태를 조건 간에 달리하여 정오를 판별할 수 있도록 하거나, 양안간 그룹핑이 일어나는 시각 차원들을 보다 복잡하게 구성함으로써 반응 선택지의 제한으로 말미암은 편향을 보다 확실히 극복할 수 있을 것이다.

향후 연구 주제로서 색, 형태뿐만이 아니라 보다 많은 시각 차원들의 상호작용, 그리고 각 시각 차원들 간의 그룹핑 방식의 차이, 즉 양안간 그룹핑을 지향하는 시각 차원들과 단안내 그룹핑을 지향하는 시각 차원들 간의 차이를 살필 수 있을 것이다(Weert, Snoeren, & Koning, 2005). 이러한 작업을 통하여 단안내, 양안간 그룹핑 시 각 세부 차원들이 조직화에 기여하는 정도를 판별할 수 있을 것이다. 아울러 더 나아가간다면, 기존 연구(Watson, Pearson & Clifford, 2004)에서 양안간 그룹핑이 잘 일어나지 않는 것으로 나타난 생물성 움직임(biological motion)처럼 동적이며, 보다 상위의 지각 조직화가 필요한 현상에 대하여 어떠한 방식으로 양안간 그룹핑을 일으킬 수 있을지 생각해볼 수 있다. 이는 종래 시간 차원을 고려하지 않거나 단순히 자극의 깜박임(flicker) 효과를 보았던 연구(Knapkin, Paffen, Kanai & van Ee, 1999)에 본격적으로 움직임에 따른 시간성을 도입하는 것이다. 시지각의 조직화가 자극의 공간적 배치뿐만 아니라 시간적 배열에 따라서도 나타날 수 있음을 고려할 때, 이러한 연구의 성과는 양안 경쟁 시 지각적 조직화를 이해하는데 중요한 실마리를 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 오성주 (2011). 가현 운동 연구 패러다임의 움직임 지각 이해에 대한 기여. 한국심리학회지: 인지 및 생물, 23(1), 1-44
- Andrews, T. J. (2001). Binocular rivalry and visual awareness. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(10),

- 407-409
- Blake, R., & Logothetis, N. K. (2002). Visual Competition. *Nature Review Neuroscience*, 3, 13-21
- Blake, R., Westendorf, D. H. & Overton, R. (1980). What is suppressed during binocular rivalry? *Perception*, 9(2), 223 - 231
- de Weert, C. M. M., Snoeren, P. R. & Koning, A. (2005). Interactions between binocular rivalry and Gestalt formation. *Vision Research*, 45 (19), 2571-2579
- Diaz-Caneja, E. (1928). *Sur laternance binoculaire*. Annales D. Occulistique. 721-731
- Kim, C-Y., & Blake, R. (2007). Illusory colors promote interocular grouping during binocular rivalry. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 356-362
- Kovács, I., Papathomas, T. V., Yang, M. & Feher, A. (1996). When the brain changes its mind: Interocular grouping during binocular rivalry. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 93(26), 15508-15511
- Knapen, T., Paffen, C., Kanai, R., & van Ee, R. E. (2007). Stimulus flicker alters interocular grouping during binocular rivalry. *Vision Research*, 47(1), 1-7
- Koffka, K. (1999). *Principles of Gestalt psychology*. London: Routledge Press.
- Köhler, W. (1967). Gestalt Psychology. *Psychologische Forschung*, 31, 18-30
- Leopold, D. A., & Logothetis, N. K. (1996) Activity changes in early visual cortex reflect monkeys percepts during binocular rivalry. *Nature*, 379(8), 549-553
- Levelt, W. (1965). *On binocular rivalry*. Soesterberg, the Netherlands: Institute for perception RVO-TNO
- Logothetis, N. K., & Schall, J. D. (1989). Neuronal correlates of subjective visual perception. *Science*, 245(18), 761-763
- Logothetis, N. K., Leopold, D. A., & Sheinberg, D. L. (1996). What is rivaling during binocular rivalry?. *Nature*, 380(18), 621-624
- Papathomas, T. V., & Kovacs, I. (2005). Interocular grouping in binocular rivalry: Basic attributes and combinations. in Alais, D., & Blake, R. (Eds.), *Binocular Rivalry*. MIT Press 155-168
- Pearson J., & Clifford, C. W. G. (2005). When your brain decides what you see? *Psychological Science*, 16(7), 516-519
- Polonsky, A., Blake, R., Braun, J., & Heeger, D. J. (2000). Neuronal activity in human primary visual cortex correlates with perception during binocular rivalry. *Nature Neuroscience*, 3, 1153-1159.
- Rock I., & Palmer, S. (1990). The Legacy of Gestalt Psychology. *Scientific American*, 263(6), 48-61
- Sheinberg, D. L., & Logothetis, N. K. (1997). The role of temporal cortical areas in perceptual organization. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 94(7), 3408-3413
- Spelke, E. S. (1990). Principles of Object Perception. *Cognitive Science*, 14(1), 29-56
- Suzuki, S., & Grabowecky, M. (2002). Evidence for

- Perceptual “Trapping” and Adaptation in Multistable Binocular Rivalry. *Neuron*, 36(1), 143-157
- Tong, F., Engel, S. A. (2001). Interocular rivalry revealed in the human cortical blind-spot representation. *Nature*, 10, 195-199
- Tong, F., Meng, M. & Blake, R. (2006). Neural bases of binocular rivalry. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(11), 502-511
- Treisman, A. (1996). The binding problem. *Current Opinion in Neurobiology*, 6(2), 171-178
- Walker, P. (1978). Binocular rivalry. central or peripheral selective processes? *Psychological Bulletin*, 85(2), 376-389
- Watson, T. L., Pearson, J. & Clifford, C. W. G. (2004). Perceptual Grouping of Biological Motion Promotes Binocular Rivalry. *Current Biology*, 14(18), 1670-1674
- Weert, C. M. M., Snoeren, P. R. & Koning, A. (2005). Interactions between binocular rivalry and Gestalt formation. *Vision Research*. 45, 2571-2579
- Wilson, H. R. (2003). Computational evidence for a rivalry hierarchy in vision. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 100(24), 14499-14503
- 1 차원고접수 : 2011. 2. 7
2 차원고접수 : 2011. 4. 27
최종게재결정 : 2011. 5. 14

Organization of visual dimensions during binocular rivalry: color, form and their interaction

Hanmo Kang

Ji-Eun Kim

Chai-Youn Kim

Department of Psychology, Korea University

Perceptual organization is a basic propensity of humans' and animals' to construct a meaningful whole from individual parts. By exploiting two Gestalt principles of perceptual organization, i.e., color similarity and good form, this study investigated how visual features that are distributed separately to each eye are organized perceptually. For this purpose, interocular grouping was utilized. Interocular grouping is a phenomenon in which incomplete features in two eyes are grouped complementarily and perceived as complete visual object during binocular rivalry. Both the color and the shape of partially occluded objects that comprised rival targets were manipulated. In the preliminary experiment, observers responded by tracking perceived shape. Results showed that color coherence enhances interocular grouping. Encouraged by these results, we specified the conditions into facilitation, neutral, and inhibition and compared the effect of color on shape-based tracking and the effect of shape on color-based tracking in the main experiment. Results showed that interocular grouping was enhanced when color facilitated shape-based grouping (facilitation condition in shape-based tracking). Enhanced interocular grouping was observed both when shape facilitated color-based grouping and when shape was neutral to color-based grouping (facilitation and neutral conditions in color-based tracking). In contrast, interocular grouping was reduced in the inhibition condition in both shape- and color-based tracking. Results suggest that perceptual organization is based on coordination of multiple features comprising an object and that the effect of color on grouping is relatively stronger than that of shape. To our knowledge, this study is the first to reveal the interaction of multiple visual dimensions in interocular grouping, which is a step forward from previous studies that only considered coexistence of those features.

Key words : Gestalt, Binocular rivalry, Interocular grouping, Color, Form, Visual features