

양안 부등 처리에 있어서 구별되는 두 시야 영역

감 기 택 · 한 광 회

연세대학교 심리학과

시야의 중앙에 놓여 있는 사물의 영상은 두 눈 모두로 투사된다. 양안 시야는 각 눈의 영상이 대뇌 반구로 투사되는 방식에 따라 각 눈의 영상이 모두 한 반구로 투사되는 영역(단측 반구 영역)과 각 반구로 나뉘어 투사되는 영역(양측 반구 영역)으로 구분될 수 있다. 양안 부등이 계산되기 위해서는 두 눈의 정보가 비교되는 것이 필수적임을 고려할 때, 양안 정보가 각 반구로 나뉘어 투사되는 자극의 부등 정보는 한 반구로 투사되는 자극의 그것과 달리 처리될 수 있다. 양안 정보가 대뇌 반구로 투사되는 과정에서의 차이가 부등 정보의 처리 과정에 영향을 미치는 지를 살펴보기 위해, 단측 반구로 투사되는 자극과 양측 반구로 투사되는 자극의 대응 문제 해결 과정과 입체시 깊이를 조사하였다. 양측 반구로 투사된 자극은 양안 부등의 크기와 무관하게 단일 상으로 지각되지 않았으며, 입체시 깊이도 양안 부등의 절반에 해당하였다. 이러한 결과는 양측 반구로 나뉘어 투사된 양안 정보 각각은 양안 부등이 계산되는 단계에서 뇌량을 통해 수렴되지 않고 각 반구에서 단안 자극으로 처리됨을 시사한다.

인간의 전체 시야(visual field)의 대부분은 양안 영역(binocular area)에 해당한다. 즉, 응시점을 중심으로 좌/우 약 120도 영역에 놓여 있는 사물의 영상은 두 눈 모두에 투사되며, 각 눈으로 투사된 영상들의 망막 상 위치는 각 눈이 수평방향으로 떨어져 있기 때문에 응시대상과의 깊이 차이에 따라 달라지게 된다. 응시대상과 같은 깊이에 있는 대상들의 영상은 두 망막의 동위 점(corresponding point)으로 투사되지만, 응시대상과 다른 깊이에 있는 대상들은 두 망막에서 조금 다른 위치에 투사되어 양안

부등(binocular disparity)이 발생한다. 양안시 기체는 부등이 있는 영상들로부터도 단일한 상(single image)을 표상할 뿐만 아니라 입체시 깊이(stereopsis)를 표상한다.

양안 영역 중 양안 부등이 있음에도 불구하고 단일 상과 입체시 깊이가 지각되는 영역은 응시점과 동일한 깊이를 연결하는 가상적인 선인 호롭터(horopter)부근 영역으로 한정되어 있다. 호롭터 가까이 있어 양안 부등이 작은 경우 단일 상과 입체시 깊이가 지각되지만, 호롭터에서 멀리 있어 양안 부등이 큰 경우 이중

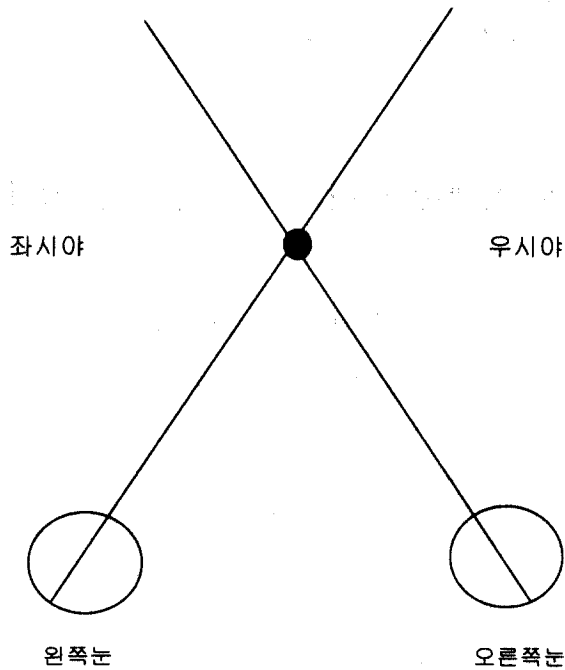


그림 1. 양안 정보가 시너로 투사되는 과정에 따라 구별되는 시야 영역. 두 눈이 한 대상을 응시하고 있을 때 각 눈의 중심와와 응시 점을 연결하는 두 직선을 통해 전체 시야는 4 영역으로 나뉘어 진다. 응시 점의 좌(우)측 영역은 일반적으로 좌(우)시야로 불리는 곳으로 이 영역에 있는 대상은 왼쪽 눈이나 오른쪽 눈으로 볼 때 두 경우 모두에서 응시점보다 좌(우)측에 있다. 이 영역에 놓여 있는 대상의 왼쪽 망막상과 오른쪽 망막 상은 모두 우(좌)반구로 투사된다. 이에 반해 응시 점의 뒤(앞)쪽에 있는 대상은 왼쪽 눈으로 볼 때는 응시점보다 좌(우)측에 있지만, 오른쪽 눈으로 볼 때는 응시 점의 우(좌)측에 있으므로 좌 시야나 우 시야로 구분하기 곤란하다. 이 영역에 있는 대상의 왼쪽 망막 상은 우(좌)반구로 투사되지만 오른쪽 망막 상은 좌(우)반구로 투사된다.

상으로 지각되며 양안 부등에 해당하는 입체시 깊이도 지각되지 않는다(Ogle, 1953). 이와 같은 정신물리학적 결과는 양안 부등 처리의 신경적 토대(neural substrate)로 제안되는 양안 세포들의 특성을 통해 설명될 수 있다. 시너에 있는 양안 세포들은 특정 부등에 선별적(disparity-selective)이며(Barlow, Blakemore & Pettigrew, 1967; Nikara, Bishop & Pettigrew, 1968), 특히 양안 부등이 0.5도나 그 이하의 자극에 조율되

어 있어(Poggio & Fisher, 1977) 양안 부등이 큰 자극을 처리할 수 없기 때문이다. 따라서, 양안 부등으로부터 단일 상과 입체시 깊이가 지각되기 위해서는 응시 대상과의 깊이 차가 크지 않아 양안 정보가 수렴되어 하나의 양안 세포를 흥분시킬 수 있는 범위 내에 있어야 한다.

시각정보가 처리되는 경로를 살펴보면 두 눈에 맺힌 영상이 시너로 투사되는 과정에 따라

양안 영역을 두 영역으로 구분할 수 있다. 그림 1에서 응시 점의 좌(우)측 영역에 놓여 있는 대상의 두 망막 상은 모두 우반구(좌반구)로 투사되지만 (이 영역을 '단측 반구 영역'으로 줄여 부를 것임), 응시대상의 앞/뒤쪽 영역에 놓여 있는 대상의 두 망막 상은 각각 왼쪽과 오른쪽 반구로 나뉘어 투사된다(이 영역을 '양측 반구 영역'으로 줄여 부를 것임). 양안 정보가 단측 반구로 투사되는 경우 하나의 양안 세포로 수렴될 수 있으므로 단일 상과 입체시 깊이가 처리될 수 있지만, 양측 반구로 나뉘어 투사되는 경우 단일 상 형성과 입체시 깊이의 처리 여부는 양안 부등이 계산되는 단계에서 양안 정보가 뇌량을 통해 수렴되느냐에 달려 있다.

각 반구로 나뉘어 투사된 양안정보가 뇌량을 통해 수렴되지 않는다면 이중 상으로 지각될 것이며 양안 부등에 해당하는 입체시 깊이도 지각될 수 없을 것이지만, 뇌량을 통해 수렴된다면 단측 반구 영역에 있는 자극과 동일하게 단일 상이 형성될 수 있을 뿐만 아니라 자극의 양안 부등에 해당하는 입체시 깊이가 지각될 수 있다. 특히, 시야의 중앙선(midline)이 표상되는 시뇌 17영역과 18영역의 경계부위에 있는 신경 세포들은 뇌량을 통해 반대쪽 반구(contralateral hemisphere)로부터 입력을 받는 양안 세포들(Hubel & Wiesel, 1967; Choudhury, Whitteridge & Wilson, 1965)로서, 이같은 신경 세포들이 양측 반구 영역에 있는 자극의 양안 정보를 뇌량을 통해 수렴하여 단측 반구영역에 있는 자극과 유사하게 처리될 가능성이 있음을 시사한다. 그러나, 이러한 가능성이 타당한 지는 양측 반구 영역에 투사되는 자극으로부터도 단일 상과 입체시 깊이가 정확히 지각되는 지를 정신물리학적 연구를 통해 살펴봄으로써 확인할 수 있다.

Hering(1868/1977)이나 Ono와 그의 동료들(Ono, 1991; Ono, Angus & Gregor, 1977)의 주관적인 시선 방향에 관한 연구들은 양측 반구와 단측 반구 영역에 있는 자극들의 단일 상

형성과정이 각기 다를 수 있음을 시사한다. 이들 연구에서는 양측 반구 영역에 놓여 있는 자극으로부터 지각되는 이중 상을 통해 시선 방향의 원리를 밝히는 것이었지만, 그들의 연구결과로부터 제기할 수 있는 흥미로운 질문은 “이들 연구에 사용된 자극들은 왜 단일 상으로 지각되지 않고 이중 상으로 지각되는가?” 하는 것이다. 그들의 연구에서 보고된 이중 상이 단일 상이 형성될 수 있는 양안 부등의 한계보다 컸기 때문에 발생한 것이라면 부등 처리의 일반적인 측면으로 이해될 수 있다. 이와 달리, 양측 반구 영역에 있는 자극의 경우 양안 부등과 무관하게 이중 상으로 지각된다면 이는 뇌량을 통해 양안 정보가 수렴되지 않음을 의미하며, 뇌량을 통해서 양안 정보를 수렴하는 신경 세포들이 단일 상형성에 관여하지 않는 것으로 해석할 수 있다.

양측 반구 영역에 놓여 있는 자극의 입체시 깊이는 양안 부등의 함수로 단조 적으로 변화된다(감기택과 정찬섭, 1991). 그러나, 이러한 정신 물리학적 결과는 양안시 기제가 서로 다른 깊이에 있는 대상들의 깊이를 변별할 수 있음을 보여주지만, 이 대상들의 입체시 깊이가 양안 부등의 계산에 의해 발생한 것으로 결론 지을 수 없다. 대응 상대가 없는 단안 자극의 경우에도 입체시 깊이가 지각될 수 있으므로(Westheimer, 1986; Nakayama & Shimojo, 1990), 양측 반구로 나뉘어 투사된 자극이 뇌량을 통해 수렴되지 않고 각 반구에서 단안 자극으로 처리되는 경우에도 입체시 깊이가 지각될 수 있기 때문이다. 따라서, 양측 반구 영역에 있는 자극의 입체시 깊이도 단측 반구 영역에 있는 자극의 입체시 깊이와 같이 양안 부등이 정확히 계산된 것인지를 살펴보기 위해서는 단측 반구와 양측 반구 영역에 놓여 있는 자극의 입체시 깊이를 동일한 준거를 사용하여 직접 비교해야 한다.

본 연구에서는 단측 반구 영역에 있는 자극과 양측 반구에 있는 자극의 양안 부등처리가

유사한지를 살펴보기 위해 실험 1에서는 두 영역에 놓인 자극들의 대응문제의 해결과정을 통해 단일 상 형성과정, 실험 2에서는 두 영역에 놓인 자극들의 입체시 깊이를 비교하였다.

실험 1. 단측 반구와 양측 반구로 투사되는 자극의 대응 문제

양측 반구로 나뉘어 투사된 양안 정보가 뇌량을 통해 수렴되어 단일 상으로 지각될 수 있다면, 양측 반구 영역과 단측 반구 영역에 있는 자극들의 대응 문제가 동일하게 해결될 것이다. 실험 1에서는 단측 반구와 양측 반구에 있는 자극들의 대응 문제가 동일하게 해결되는 지를 살펴보기 위해, 그림 2와 같은 공간적 구성을 가지는 자극을 사용하였다. 실험 1의 논리적 근거(rationale)를 자극의 공간적 위치, 두 눈에 투사되는 영상, 그리고 예상되는 지각경험을 통해 살펴보자. 그림 2에는 반구 투사 조건별로 자극의 공간적 위치와 각 눈에 투사되는 영상이 나타나 있다. 원과 사각형은 자극의 속성을 구별하기 위해 편의적으로 표시한 것으로, 원은 실제 실험에서 사용된 빨간 색 자극을 사각형은 초록색자극을 나타낸다. 그림 2의 (b)와 (c)는 각각 두 자극의 양안 정보가 모두 단측(왼쪽) 반구로 투사되는 조건의 망막 상과 양측 반구로 나뉘어져 투사되는 조건의 망막 상을 나타내는 것으로, 두 망막의 동위 점에 각기 다른 속성을 가진 자극이 투사되고 있음을 보여준다.

두 자극이 단측 반구로 투사되는 그림 2의 (b)에서 대응될 수 있는 가능한 조합인 L1-R1, L1-R2, L2-R1, L2-R2를 각각 나누어 생각해 보자. L1-R1과 L2-R2는 속성이 다른 자극이 동위 점에 투사된 상황으로 두 속성이 변갈아 지각되는 양안 경쟁(binocular rivalry)이 발생하는 조건(Fox, 1991)에 해당된다. 동일한 속성을 가진 자극이 부등을 가지는 L1-R2와 L2-R1은 자극의 부등 크기에 따라 단일 상

의 지각여부가 결정되는 자극 상황이다. 따라서, 두 자극의 양안 부등이 접합되어 단일 상으로 지각될 수 있는 범위 내에 있는 경우 L2-R1, L1-R2에 투사된 자극이 단일 상으로 지각될 가능성과 L1-R1과 L2-R2에 투사된 자극으로부터 양안 경쟁이 발생할 가능성이 동시에 존재한다. 그러나, 양안경쟁은 동위 점 부근에서 단일 상을 형성할 수 있는 영상이 없는 경우에 발생되며, 단일 상을 형성할 수 있는 대상이 있으면 양안 경쟁보다 접합이 선행하므로(Blake & Boothroyd, 1985) 양안 경쟁이 발생하지 않을 것을 예상할 수 있다. L2-R1과 L1-R2에 투사된 자극의 양안 부등이 접합될 수 있는 범위보다 큰 경우 단일 상으로 지각되지 않으므로 L1-R1과 L2-R2에 투사된 자극으로부터 양안 경쟁이 발생할 가능성만 있다. 따라서, L2-R1과 L1-R2에 투사된 자극의 양안 부등에 따라 양안 경쟁이 지각될지의 여부가 결정될 것이다. 또한, 망막 이심율이 증가하면 접합될 수 있는 양안 부등의 한계 또한 증가하므로(Ogle, 1952), 양안 경쟁이 발생하는 부등의 크기는 이심율이 큰 조건이 이심율이 작은 조건보다 더 클 것을 예상할 수 있다.

양안 정보가 양측 반구로 투사되는 그림 2의 (c)역시 그림 (b)와 동일하게 대응 가능한 4가지 경우가 존재하지만, 두 조건의 차이는 동일 속성을 가진 L1-R2와 L2-R1영상들이 단일 상으로 지각되기 위해서는 양안 정보가 뇌량을 통해 수렴되어야 한다는 것이다. 양안시 기제가 각 반구로 나뉘어 투사된 양안 정보로부터 단일 상을 형성할 수 있다면, 단측 반구 영역에 있는 자극과 동일하게 양안 경쟁의 발생여부가 양안 부등의 크기에 따라 변화될 것을 예상할 수 있다. 그러나, 뇌량을 통해 단일 상을 형성하는 기제가 없다면 L1-R2와 L2-R1에 투사된 영상들로부터는 단일 상이 형성될 수 없고 L1-R1과 L2-R2에 투사된 자극으로부터 양안 경쟁이 발생할 가능성만 있다. 따라서, 양안 부등의 크기와 관계없이 항상 양안 경쟁이 발생

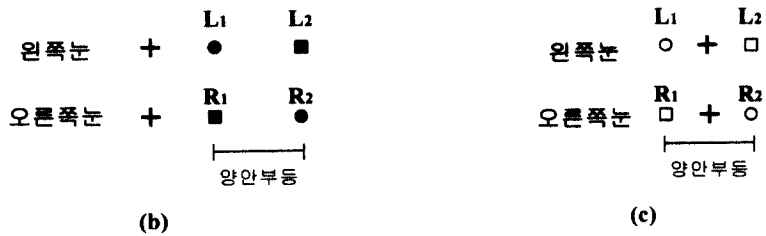
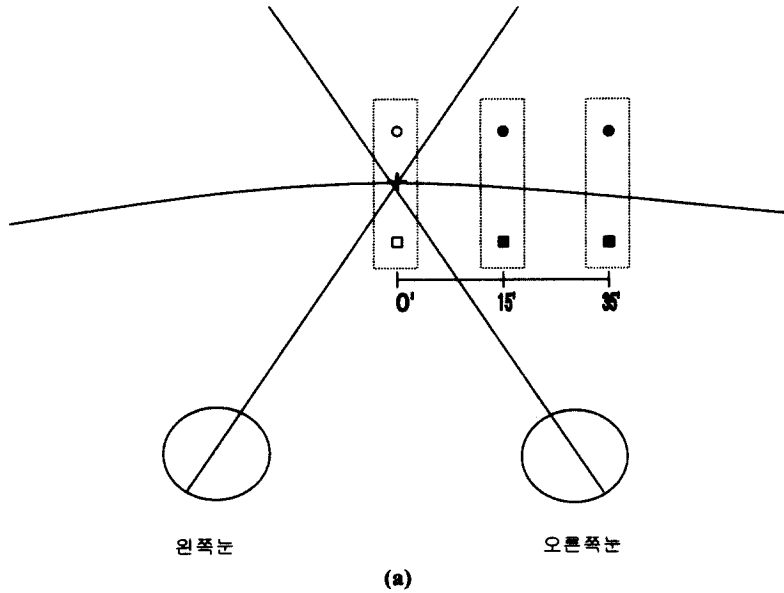


그림 2. 실험 1에 사용된 자극의 공간적 위치와 입체 그림쌍. (각 눈에 투사되는 영상과 실제 망막 상은 눈의 결절점(nodal point)을 중심으로 반전되지만 설명의 편의를 위해 실제 투사되는 영상을 기준으로 기술되어 있다) (a)에서 단측 반구영역에 놓여 있는 자극은 검은 색으로 양측 반구 영역에 놓여 있는 자극은 흰색으로 나타나 있다. 그림에 나타난 원과 사각형은 자극의 색상을 구별하기 위해서 사용되었으며 십자 표시는 응시 점을 나타낸다. 자극 아래쪽에는 각 자극의 망막 이심 율이 시각으로 표시되어 있고 0'는 자극이 응시 점의 앞뒤에 제시된 조건으로 양측 반구 조건을 나타내며, 15' 35'은 단측 반구 조건에서 해당 이심 율에 자극이 제시되었음을 나타낸다. (b)는 단측 반구 영역에 놓여 있는 자극으로부터 각 눈에 투사되는 영상을 표시한 것으로 실제 실험에 사용된 입체 그림쌍에 해당된다. 응시 점보다 멀리(가까이)있는 원(사각형)으로 표시된 자극은 왼쪽 망막의 L1(L2)과 오른쪽 망막의 R2(R1)로 투사되며 이들 자극은 모두 응시 점의 우측시야에 있으므로 좌측반구로 투사된다. L과 R은 각각 왼쪽 눈과 오른쪽 망막의 위치를 나타내며 첨자로 사용된 숫자가 동일한 것은 두 망막의 동위 점을 나타낸다. (c)는 양측 반구영역에 놓여 있는 자극으로부터 각 눈에 투사되는 영상을 나타낸 것으로 응시점보다 멀리(가까이) 있는 자극은 왼쪽 망막의 L1(L2)로 투사되어 응시 점의 좌(우)시야에, 오른쪽 망막의 R2(R1)로 투사되어 응시 점의 우(좌)시야에 있으므로 두 망막에 투사된 영상은 각기 다른 반구로 투사된다.

할 것이다.

방법

피험자. 실험자 1명을 포함하여 모두 3명의 관찰자가 실험에 참가하였으며 관찰자 모두는 정신물리학 실험에 익숙한 사람이었고, 나머지 1명은 정신물리학 실험에 경험이 없는 사람이었다. 관찰자 모두는 나안이나 교정시력으로 0.8 이상이었다.

장치. 입체 그림쌍(stereogram pair)은 1024×768의 해상도를 제공할 수 있는 그래픽 카드를 통해 만들어졌고, 삼성 17' 컬러 모니터에 제시되었다. 각 관찰자는 턱받이에 턱을 고정시킨 채 눈앞에 놓여 있는 거울형 입체경(mirror-type stereoscope)을 통해 모니터에 제시된 자극을 보았으며, 눈과 모니터와의 거리는 190cm로 이 거리에서 화면의 한 화소는 0.5'에 해당하였다. 관찰자의 반응은 마우스의 왼쪽과 오른쪽 버튼을 통해서 입력받았고, 자극의 제시, 관찰자의 반응 수집등 일련의 과정은 486컴퓨터를 이용하여 통제하였다.

자극. 실험 1에 사용된 자극은 그림 2의 (b)와 (c)에서와 같이 입체 그림쌍(stereogram pair)으로 제시되었다. 실제 실험에 사용된 자극은 가로 1', 세로 2'인 직사각형이었고, 호로터 뒤쪽에 있는 자극은 8.2 cd/m²인 밝기를 가지는 빨간 색으로 호로터 앞쪽에 있는 자극은 15.1 cd/m²의 밝기를 가지는 초록색으로 모두 검은 색 배경에 제시되었다. 그림 2의 (b)와 같이 단측 반구 조건에서는 두 자극 모두 응시 점의 동측 시야에 제시하여 각 자극의 양안 정보가 동일 반구로 투사되도록 하였으며, 15'과 35'의 두 이심율 조건으로 구분하여 살펴보았다. 그림 2의 (c)와 같이 양측 반구 조건에서는 각 눈에 투사된 영상이 응시 점을 기준으로 대칭적으로 제시되어 각 반구로 나뉘어 투사되도록 제시되었다. 반구 투사 및 이심율의 세 조건에서 - 양측 반구 조건과 두 이심율 수준을 갖는 단측

반구 조건 - 각 자극의 양안 부등은 호로터를 기준으로 앞/뒤 동일한 깊이로 ±5', ±7', ±9', ±12', ±15'의 5수준이었다.

절차. 각 관찰자들은 직, 간접 조명이 차단된 암막에서 개별적으로 실험을 수행하였으며, 모니터에 제시된 입체 그림쌍을 거울형 입체경을 통해 보았다. 실험에 앞서 입체 그림쌍으로 제시된 응시 점이 입체경을 통해 하나로 지각되도록 입체경의 거울 각도를 조절하였다. 각 시행에서는 먼저 십자형태의 응시 점이 제시되었고 이때 관찰자들은 정확히 응시 점을 바라보도록 요구받았다. 응시 점을 응시한 후 마우스 버튼을 누르면 입체경 자극이 나타났으며 이 자극은 응시 점과 함께 관찰자의 반응이 있을 때까지 화면에 유지되었다. 관찰자의 과제는 제시된 자극에서 양안 경쟁이 경험되는지를 판단하는 것이었지만, 실험자를 제외한 두 관찰자는 양안 경쟁 현상을 몰랐기 때문에 실제로는 '동일한 위치에서 빨간 색 자극과 녹색 자극이 번갈아 보이는지'를 판단하여 두 개의 마우스 버튼중 하나를 누르도록 지시를 받았다. 관찰자의 반응이 있는 후 1초 후에 다음 시행을 알리는 응시 점이 제시되었다. 3 수준의 반구 투사 및 이심율 조건(양측 반구 투사, 단측 반구-이심율 15', 단측 반구-이심율 35')과 5 수준의 양안 부등 조건이 교차된 15개의 실험조건이 10번씩 반복되어 각 관찰자는 총 150번의 시행에 반응하였으며, 각 조건의 제시순서는 반복 구획 내에서 무선회되었다.

결과 및 논의

그림 3에는 반구 투사 및 이심율 조건에서 양안 부등이 증가함에 따라 전체 시행 중 양안 경쟁이 경험된 시행의 비율이 어떻게 변화했는지를 보여준다. 양안 부등이 5'인 조건에서는 양안 경쟁이 발생하는 비율이 낮았지만 양안 부등이 커질수록 양안 경쟁이 발생하는 비율은 등의 크기와 관계없이 항상 양안 경쟁이 발생

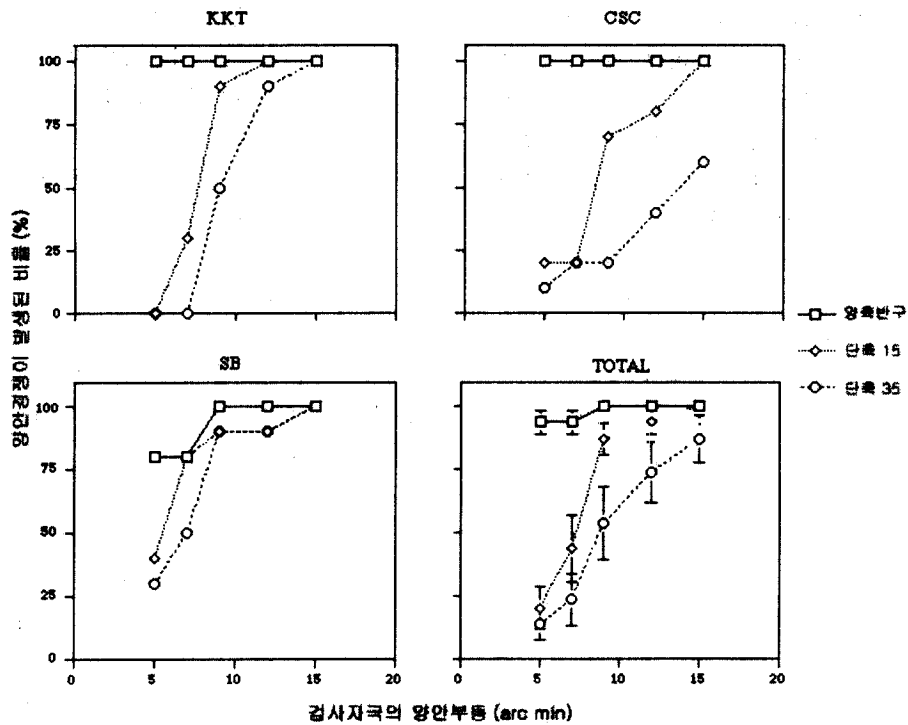


그림 3. 반구 투사와 이심율조건에서 양안 부동의 크기에 따라 양안 경쟁이 경험되는 비율. 세 관찰자의 자료와 이 자료들의 평균을 나타내는 각 패널에는 두 자극 모두 양측 반구로 투사되는 조건(양측반구:□), 단측 반구로 투사되며 이심율이 15'인 조건(단측15:◇), 단측 반구로 투사되며 이심율이 35'(단측35:○)인 조건별로 양안 경쟁이 경험된 시행의 비율이 양안 부동의 함수로 나타나 있다. 세 관찰자의 평균을 나타내는 그래프에서 오차막대는 \pm SEM를 나타낸다. 평균치를 나타내는 자료를 보면 양측 반구 조건에서는 양안 부동과 무관하게 양안 경쟁이 지각됨을 보여주며, 단측 반구로 투사되는 두 조건에서는 양안 부동이 커짐에 따라 양안 경쟁이 증가함을 보여준다. 특히, 양안 경쟁이 발생하는 양안 부동 크기는 이심율이 큰 조건이 이심율이 작은 조건보다 더 크게 나타났다.

증가하여 양안 부동이 35' 일 때는 반구 투사 및 이심율조건과는 관계없이 거의 모든 경우에 양안 경쟁이 발생하여, 양안 부동이 커짐에 따라 양안 경쟁이 발생하는 비율이 증가하였다 ($F(4, 8) = 21.88, p < .001, MSe = 2.20$). 단측 반구 조건에서는 두 이심율 조건 모두에서 양안 부동이 증가함에 따라 양안경쟁이 경험되는 비

율이 급격하게 증가되었지만(이심율 15'조건 $F(4, 8) = 16.92, p < .01, MSe = 2.18$; 이심율 35' 조건 $F(4, 8) = 9.52, p < .01, MSe = 3.12$), 양측 반구 조건에서는 대부분의 시행에서 양안 부동과 무관하게 양안 경쟁이 지각되어($F(4, 8) = 1.0$ NS) 양안 경쟁이 지각되는 비율이 단측 반구조건보다 양측 반구 조건에서 높게 나타났을

뿐만 아니라($F(2, 4) = 9.84, p < .05, MSe = 8.67$), 양안 부등의 크기에 따라 양안 경쟁이 발생하는 비율이 반구 투사 및 이심율 변인의 각 조건들 간에 각기 다르게 나타나 두 변인의 상호작용 효과가 통계적으로 유의미하였다($F(8, 16) = 5.39, p < .01, MSe = 1.75$).

접합될 수 있는 양안 부등의 한계는 자극의 공간빈도나 시간빈도(Schor & Tyler, 1981), 혹은 자극의 크기(Kertesz, 1981)등 자극의 속성에 따라 달라지므로 본 연구에서 사용된 자극 구성으로부터 양안 경쟁이 발생하는 부등크기와 이전 연구들에서 보고된 단일 상이 지각될 수 있는 부등크기를 직접 비교할 수는 없다. 그러나, 자극의 양안 부등이 커짐에 따라 단일 상이 깨어지고 이중 상으로 지각되는 것을 고려해 볼 때, 양안 정보가 단측반구로 투사되는 경우 양안 부등이 커짐에 따라 양안 경쟁이 발생하는 비율이 증가되는 결과는 실험 1의 자극 구성에서 양안 경쟁의 발생은 주어진 자극의 단일 상 형성 여부에 달려 있음을 시사한다. 즉, L1-R2, L2-R1에 맺힌 자극의 부등이 작으면 L1-R2 혹은 L2-R1에 맺힌 자극이 단일 상으로 지각될 수 있으므로 양안 경쟁이 발생하지 않지만, 양안 부등이 커 L1-R2 혹은 L2-R1에 맺힌 자극으로부터 단일 상이 형성될 수 없으면 두 망막의 동위 점인 L1-R1, L2-R2에 맺힌 자극에 의해 양안 경쟁이 발생한 것으로 해석할 수 있다. 이러한 해석을 지지하는 또 하나의 결과는 단일 상으로 지각되는 양안 부등의 크기가 망막 이심율이 커짐에 따라 증가하는 것과 같이 양안 경쟁이 발생하는 양안 부등의 이심율이 커짐에 따라 증가한다는 것이다. 양안 경쟁이 발생하는 비율이 전체시행의 50%에 해당하는 양안 부등을 양안 경쟁이 발생하는 부등크기로 삼아 각 망막 이심율별로 보간하여 계산한 결과 이심율이 15'인 조건에서는 약 7.3', 이심율이 35'인 조건에서는 8.8'로 나타났다.

단측 반구 조건과는 달리 양측 반구 조건에

서는 세 명의 관찰자 모두 양안 부등의 크기와 무관하게 거의 모든 시행에서 양안 경쟁을 보고하였고, 특히 관찰자 KKT와 CSC는 전 시행에서 양안 경쟁이 지각됨을 보고하였다. 이러한 결과는 각기 다른 반구로 투사된 L1-R2, 혹은 L2-R1에 맺힌 자극들이 뇌량을 통해 양안 정보가 수렴되지 않아 단일 상을 형성하지 못함을 보여주는 것으로 상의 대응 문제는 각 반구 내에서 독립적으로 해결됨을 시사한다. 또한, 뇌량을 통해 반대쪽 반구의 입력을 받는 신경 세포들은 적어도 단일 상 형성에 관여하지 않음을 시사한다.

실험 2. 단측 반구와 양측 반구로 투사되는 양안 자극의 입체시 깊이

실험 1에서 양안시 기제는 양측 반구로 투사되는 양안 정보로부터 단일 상을 형성하지 못함을 보았다. 단일 상이 입체시 깊이의 선결조건이 아니므로(Ogle, 1953; Westheimer & Tanzman, 1956), 양안 부등이 계산되는 단계에서 두 반구로 나뉘어 투사된 영상들이 비교되어 양안 부등이 계산될 수 있다면 양측 반구에 놓여 있는 자극에서도 그 자극의 양안 부등에 해당하는 입체시 깊이가 지각될 수 있다. 실험 2에서는 양측 반구 영역에 놓여 있는 자극의 입체시 깊이도 단측 반구영역에 놓여 있는 자극의 입체시 깊이와 같이 양안 부등이 정확히 계산된 것인지를 살펴보기 위해서 두 조건의 입체시 깊이를 각각 측정하여 비교하였다.

피험자. 실험 1에 참가했던 관찰자 3명 모두 실험 2에 참가하였다.

자극. 입체시 깊이의 측정에 사용된 검사 자극은 가로가 1', 세로가 5'인 수직선이었으며 검은 색 배경에 밝기가 32 cd/m²인 흰색으로 제시되었다. 검사 자극들은 모두 응시 점과 같은 높이에 제시되었고, 6', 8', 10'의 양안 부등



그림 4. 실험 2에 사용된 자극의 입체 그림쌍. 반구 투사 조건에 따라 단측 반구 조건에서는 두 눈에 제시된 검사 자극(가는 수직선)이 모두 단측 반구에 투사되도록 동측 시야에 제시되었지만(a), 양측 반구 조건에서는 응시 점을 기준으로 대칭적으로 제시되어 각 눈에 제시된 검사 자극이 양측 반구로 나누어 투사되도록 반대쪽 시야에 제시되었다(b). 두 조건의 입체 시 깊이를 비교하기 위해 검사 자극의 깊이 비교에 사용된 비교자극(굵은 실선)은 두 조건 모두에서 항상 단측 반구로 제시되었다. 그림에서는 검사 자극과 비교 자극의 구별을 위해 굵기가 다른 선으로 표시하였지만, 실험에 사용된 입체 그림쌍에서 두 자극의 속성은 모두 동일하였다.

을 갖고 있었다. 그림 4와 같이 단측 반구 조건에서는 두 눈의 검사 자극이 모두 단측 반구로 투사되도록 각 눈에 제시된 검사 자극의 입체 그림은 모두 동일 시야에 제시되었고(그림 4 a), 양측 반구 조건에서는 양안 정보가 양측 반구로 투사되도록 각 눈에 제시된 검사 자극의 입체 그림은 응시 점을 기준으로 대칭적으로 제시되었다(그림 4 b). 검사 자극의 입체시 깊이는 항상법을 사용하여 측정되었으며, 검사 자극과의 깊이비교에 사용된 비교 자극은 검사 자극과 속성과 크기에서 동일하였다. 비교 자극들은 모두 7 수준의 부등을 갖고 있었고 비교 자극 부등의 평균은 예비연구에서 조사한 검사 자극의 깊이에 해당하였으며, 각 수준의 급간은 1'로 동일하였다. 두 조건에서 지각된 깊이를 직접 비교하기 위해서 깊이 측정의 준거가 되는 비교 자극은 두 조건 모두에서 단측 반구로 투사되도록 제시되었고 이심을 10'으로 고정되었다.

절차. 각 관찰자들은 직, 간접 조명이 차단된 암막에서 개별적으로 실험을 수행하였다. 실험의 각 시행에서는 먼저 십자형태의 응시 점이

제시되었고, 관찰자는 정확히 응시 점을 바라본 채로 마우스 버튼을 누르도록 지시를 받았다. 관찰자가 버튼을 누른 즉시 검사 자극은 응시 점과 같은 높이에 비교 자극은 응시 점의 위쪽이나 아래쪽 20' 떨어진 곳에 동시에 제시되었다. 관찰자들의 과제는 상하에 제시된 두 자극 중 어느 것이 더 가깝게 보이는지를 강제 선택한 후 왼쪽이나 오른쪽 마우스 버튼을 누르도록 지시를 받았다. 관찰자의 반응에 대한 피드백은 주어지지 않았고, 관찰자의 반응 후 500ms 후에 응시 점이 제시되어 다음 시행이 준비되었음을 표시해 주었다.

실험은 반구투사조건(2:단측 반구 투사와 양측 반구 투사 조건)과 부등크기조건(3)에 따른 6개의 실험조건들 각각을 하나의 실험 구획으로 삼아 개별적으로 실시되었다. 각 실험 구획 내에서 7개의 비교 자극 각각은 검사 자극과 12번씩 깊이비교가 이루어져 한 구획의 시행수는 84번이었으며, 비교 자극의 제시순서는 무선택되었다. 따라서, 실험 2를 완결하기 위해서 관찰자들은 총 504(84시행 × 6 실험 조건)번의 시행에 대해 반응하였다.

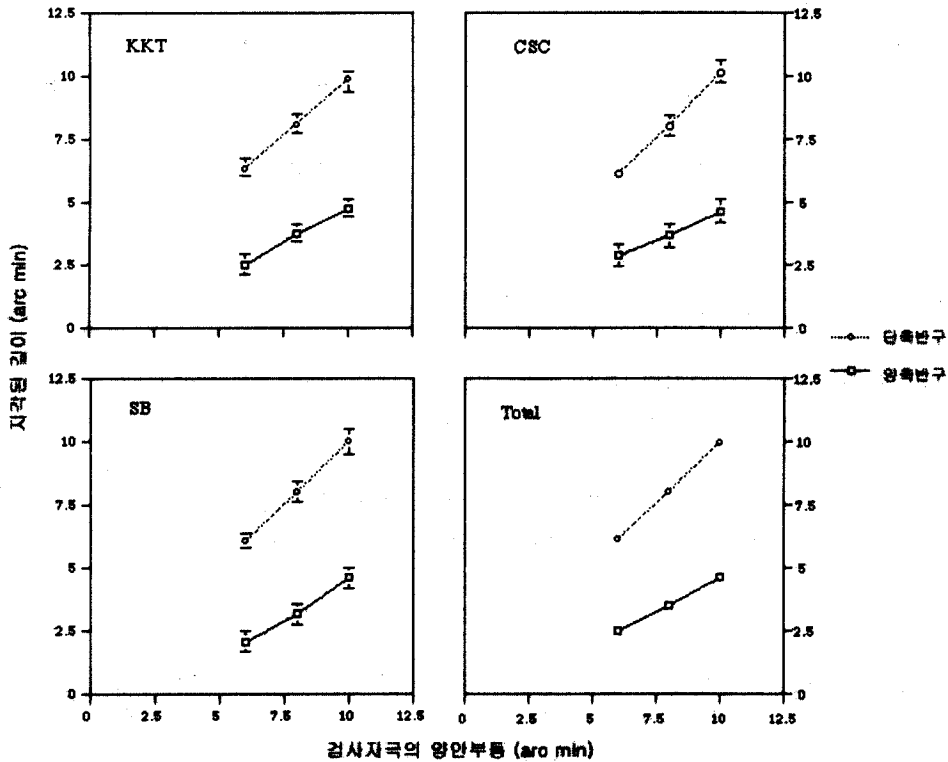


그림 5. 검사자극의 양안 부동에 따른 단측 반구 조건과 양측반구 조건의 입체시 깊이. 각 패널은 3명의 관찰자의 자료와 이 자료들의 평균을 나타낸다. 개인 자료를 나타내는 그래프에서 각 점은 프로빗 분석을 통해 합치시킨 심리측정 함수의 주관적 등가점 (PSE)을 나타내며, 오차막대는 각 PSE의 95% 신뢰구간을 나타낸다. 세 관찰자의 평균치를 나타낸 패널에서 단측 반구 조건에 해당하는 그래프의 기울기는 1에 가깝게 나타나 검사자극의 양안부동에 해당하는 입체시 깊이가 지각되었음을 보여주며, 양측 반구 조건에 해당하는 그래프의 기울기는 .5에 가깝게 나타나 검사자극의 양안 부동의 절반에 해당하는 깊이가 지각되었음을 보여준다.

결과 및 논의

비교 자극의 각 부동수준에서 검사 자극보다 비교 자극이 가까이 있다고 판단한 비율을 프로빗 분석을 통해 누적 가우시안 함수에 합치시켰다. 이 함수의 50% 확률에 해당하는 비교 자극의 부동을 주관적 등가점(the point of subjective equality), 즉 검사 자극의 지각된 깊

이로 삼았다. 그림 5에는 각 조건에서 지각된 검사 자극의 입체시 깊이가 각 관찰자별 개인 결과와 세 관찰자 결과의 평균이 양안 부동의 함수로 나타나 있다. 세 명의 관찰자로부터 구해진 검사 자극의 깊이를 반구 투사 변인과 양안 부동 변인을 독립변인으로 삼아 반복 측정 방안 변량분석을 실시하였다.

반구 투사 조건과 양안 부동의 크기에 따른

검사 자극의 입체시 깊이는 3 명의 관찰자 모두에서 유사하였다. 예상할 수 있듯이, 검사 자극의 입체시 깊이는 양안 부등이 커질수록 입체시 깊이가 증가하였다($F(2, 4) = 568.24, p < .001, MSe = .2$). 두 조건 모두에서 검사 자극의 입체시 깊이는 양안 부등의 함수로 단조적으로 증가하여, 양측반구로 투사된 자극의 입체시 깊이도 단측 반구로 투사된 자극과 같이 양안 부등에 따라 변화된다는 감기택 등(1991)의 연구결과를 확인하였지만, 단측 반구 조건에서 나타난 검사자극의 입체시 깊이보다 과소평가 되는 것으로 나타났다($F(1, 2) = 1229.39, p < .001, MSe = .07$). 특히, 반구 투사 조건별로 양안 부등에 따른 입체시 깊이의 변화를 회귀 분석으로 살펴본 결과 단측 반구조건에서는 회귀선의 기울기가 .954로 나타나 검사 자극의 입체시 깊이는 그 자극의 양안 부등에 해당하는 것으로 나타났지만, 양측 반구 조건에서 회귀선의 기울기는 .543으로 나타나 이 조건에서 입체시 깊이는 양안 부등의 절반에 해당하는 것으로 나타났다. 양안 부등의 크기에 따른 입체시 깊이의 변화가 반구 투사 조건별로 다르게 나타나 반구 투사 조건과 양안 부등 조건의 상호작용 효과가 통계적으로 유의하였다($F(2, 4) = 27.36, p < .005, MSe = .04$).

양측 반구 영역에 있는 자극의 입체시 깊이

가 실제 양안 부등에 일치하지 않는 것으로 나타난 본 실험의 결과는 이 자극의 입체시 깊이는 양안 부등이 계산된 것이 아님을 보여주며, 양안 부등이 계산되는 단계에서 각 반구로 나뉘어 투사된 양안 정보가 수렴되지 않았음을 시사한다. 양측 반구로 나뉘어 투사된 각 눈의 영상이 수렴되지 않는다면 그림 6의 (a)와 같이 양측 반구로 투사되는 수직선 각각은 그림 6의 (b)와 (c)에서 한쪽 눈에만 제시된 수직선과 동일하게 처리될 것이다. 그림 6의 (b)와 (c)에 나타난 자극상황은 한쪽 눈에 하나의 자극이 다른 쪽 눈에 두 개의 자극이 제시된 Panum의 최소 경우(Panum's limiting case)와 유사하다.

Panum의 최소 경우에서 한쪽 눈에 제시된 두 자극 중 하나는 반대쪽 눈의 한 자극과 대응될 수 있으므로 양안 부등이 계산될 수 있지만, 나머지 한 자극은 대응 상대가 없는 단안 자극임에도 불구하고 입체시 깊이가 지각된다(Westheimer, 1986). 단안 자극의 입체시 깊이는 다중 대응(multiple matching)으로 설명 가능하다(McKee, Bravo, Smallman & Legge, 1995; Kumar, 1996). 다중 대응에 따르면 그림 6의 (b)와 (c)에서 한쪽 눈에 제시된 응시 점은 반대편 눈의 응시 점과 대응될 뿐만 아니라, 한쪽 눈에만 제시된 수직선과도 대응되어 단안

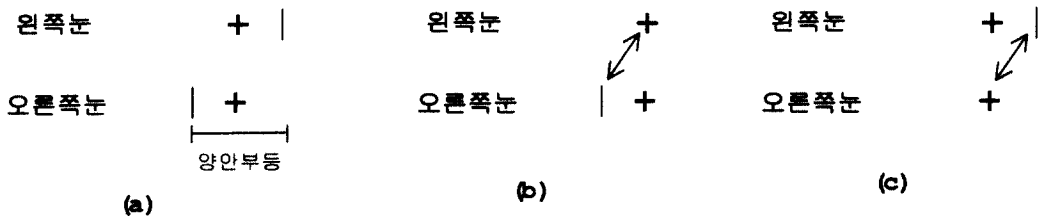


그림 6. 단안 자극의 입체시 깊이. 양측 반구로 투사되는 자극의 입체 그림쌍(그림 a)에서 각기 다른 반구로 투사되는 두 수직선이 수렴되지 않는다면 오른쪽 눈에 제시된 수직선은 그림 b의 수직선에 비유될 수 있고, 왼쪽 눈에 제시된 수직선은 그림 c의 수직선에 비유될 수 있다. 다중 대응에 따르면 그림 b와 c에서 단안 자극은 수직선과 응시 점과의 부등에 해당하는 깊이에 있는 것으로 지각된다. (그림에서 +는 응시 점을 나타낸다)

자극의 입체시 깊이가 계산된다. 수직선의 입체시 깊이가 다중 대응에 의해 계산된다면, 그림 6의 (a)와 같이 두 수직선의 부등이 아니라 그림 (b)와 (c)에 보여진 것과 같이 수직선과 응시 점의 부등에 해당하는 입체시 깊이가 지각될 것을 예상할 수 있다. 그림 6에 나타난 대로 수직선과 응시 점과의 부등은 두 수직선간 부등의 절반에 해당되는 것으로, 양측 반구 조건에서 자극의 실제 부등의 절반에 해당하는 입체시 깊이로 나타난 본 실험의 결과와 일치한다.

상의 대응문제가 각 반구 내에서 해결됨을 시사하는 실험 1의 결과와 유사하게, 실험 2의 결과도 입체시 깊이를 계산하는 과정에서 양측 반구로 투사된 자극의 양안 부등이 계산되지 않고 각 반구에 투사된 자극은 독립적으로 처리됨을 보여준다. 양측 반구 영역에 있는 자극의 입체시 깊이가 양안 부등에 해당하지 않는 것으로 나타난 실험 2의 결과는 반대측 반구로부터 입력을 받는 신경 세포들이 양측 반구로 투사되는 자극의 양안 부등을 계산하는 데 관여하지 않음을 시사한다.

종합 논의

실험 1, 2에서 자극의 제시시간이 눈 운동이 발생할 수 없을 만큼 짧지 않았으므로, 양측 반구 조건과 단측 반구 조건에서 각 자극이 해당 조건에 따라 각 반구로 투사되는 것을 보장받기 위해서는 눈 운동의 통제가 반드시 필요했다. 관찰자들은 지시문을 통해서 각 시행에서 응시 점을 바라보도록 요구받았지만 실제 눈 운동이 발생했는지를 객관적으로 측정하지 않았다. 그러나, 본 연구의 결과들은 눈 운동이 적절히 통제되었음을 보여준다. 먼저, 실험 1에서 빨간 색과 초록색의 두 자극이 제시되었을 때 응시 점이 유지되지 않고 이 두 자극 중 하나로 옮겨진다면, 양측반구 조건과 단측 반구

조건 모두에서 각기 다른 속성을 지닌 두 자극이 두 망막의 동위 점에 투사되지 않으므로 양안 경쟁이 발생할 가능성이 없게 된다. 따라서, 양안 경쟁이 지각될 수 없을 뿐만 아니라 두 조건간의 결과가 동일한 형태로 나타나야 하지만, 실험 1의 결과는 두 조건 모두에서 양안 경쟁 현상이 관찰되었고, 각 반구 투사조건에서 두 자극의 양안 부등에 따라 양안 경쟁이 지각되는 비율이 다르게 나타났다. 실험 2의 결과에서도 검사 자극이나 비교 자극 중 하나로 응시 점이 변화되었다면, 반구 투사조건과 무관하게 응시하지 않은 다른 자극은 항상 단측 반구로 투사되므로, 검사자극의 지각된 깊이가 각 반구 투사조건에서 차이가 나타나지 않아야 된다.

실험 1,2의 결과는 양측반구 영역에 있는 자극의 부등정보는 단측반구 영역에 있는 자극의 그것과는 다르게 처리됨을 보여주었다. 보다 구체적으로, 단측 반구 영역에 있는 자극의 대응문제는 각 눈에 투사된 영상들의 양안 부등에 따라 변화되며 입체시 깊이도 양안 부등에 해당하였지만, 양측 반구로 투사된 자극의 대응문제는 양안 부등과 무관하였으며 입체시 깊이도 자극의 물리적 양안 부등의 절반에 해당하였다. 이러한 결과들은 상의 대응 문제는 동일 반구에 투사된 영상들 간에 발생하며, 양측 반구에 나뉘어 투사된 양안 정보로부터 양안 부등이 계산되지 않았음을 보여준다. 따라서, 양측 반구 영역에 있는 대상은 한 대상의 영상이 두 눈 모두로 투사된다는 관점에서는 양안 자극이지만, 각 망막 상은 각 반구에서 분리되어 처리된다는 관점에서 볼 때 두 개의 단안 정보로 처리됨을 시사한다.

본 실험의 결과는 Ono(1981)의 그림 1이 수정되어야 함을 보여준다. 두 눈으로 볼 때 사물의 주관적인 시선 방향은 각 눈으로 볼 때 지각되는 단안 시선 방향과 달리 마치 하나의 눈(일안: cyclopean eye)이 대상을 보는 것처럼 결정된다. 응시 대상과 각 눈의 중심와(fovea)를 연결하는 직선 PL, PR은 각각 왼쪽 눈과 오

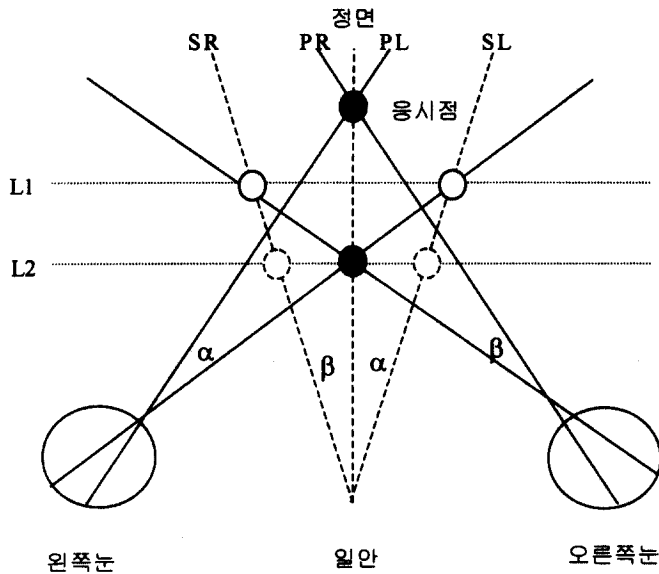


그림 7. 양측 반구 영역에 있는 자극의 지각된 위치. 자극의 물리적인 위치를 나타내는 두 검은 색 자극 중 뒤에 있는 자극을 응시할 때, 앞에 있는 자극의 두 망막 상은 양측 반구로 나뉘어 투사되게 된다. 실선은 단안(monocular) 시선 방향을, 점선은 두 눈으로 볼 때 지각되는 자극의 주관적인 시선방향을 나타낸다는 것으로 시선방향의 원리에 따르면 양측 반구로 투사되는 자극은 SR과 SL선상에 있는 것으로 지각된다. Ono(1981)의 그림에서 자극의 주관적인 깊이는 실제 자극의 깊이(L2)에 있는 것으로 나타나 있지만(점선 원), 본 연구의 결과에 따르면 양안 부동의 절반에 해당하는 L1에서 지각되는 것으로 나타났다(실선 원). PL과 PR은 각각 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 기본 시선을, SL과 SR은 각각 왼쪽 눈과 오른쪽 눈에 투사된 영상의 주관적인 시선방향을 나타낸다. (자세한 것은 본문을 볼 것).

른쪽 눈의 기본 시선(principal visual direction)을 표시한 것으로, 시선방향의 원리에 따르면 두 기본 시선 상에 놓여 있는 대상의 주관적인 시선방향은 항상 정면을 향하게 된다. 응시 대상의 앞쪽에 놓여 있는 자극의 단안 시선방향은 기본 시선으로부터 왼쪽 눈에서는 α 만큼 오른쪽에, 오른쪽 눈에서는 β 만큼 왼쪽에 위치한다. 따라서, 주관적인 시선방향에서 왼쪽 눈으로 투사된 자극은 정면에서 α 만큼 오른쪽에 있는 SL선상에, 오른쪽 눈으로 투사된 자극은 정면에서 β 만큼 왼쪽에 있는 SR선상에 있는 것으

로 지각된다. Krol 과 van de Grind(1984)의 지적대로 자극의 주관적인 위치를 결정하기 위해서는 자극의 시선방향뿐만이 아니라 깊이도 필요하므로, 시선방향에 대한 정신물리학적 결과만으로 자극의 공간적 위치를 결정할 수는 없다. Ono의 그림에서 이중상의 위치는 SL과 SR 선상에서 자극의 실제 깊이(L2)에 나타나 있지만, 실험 2의 결과에 따르면 자극의 실제 깊이의 절반에 해당하는 깊이(L1)로 수정되어야 한다.

양측 반구 영역에 있는 자극들은 단일 상으

로 지각되지 않으며 양안 부동에 해당하는 깊이가 지각되지 않는 본 연구의 결과는 각 반구로 나뉘어 투사된 영상들은 양안 부동이 계산되는 단계에서 뇌량을 통해 수렴되지 않고 각 반구에서 각각 단안정보로 독립적으로 처리됨을 시사하는 것으로, 뇌량을 통해 양안정보가 수렴되는 신경 세포(Hubel & Wiesel, 1967; Choudhury, Whitteridge & Wilson, 1965)들이 실제 부동정보를 처리하는 데 관여하지 않음을 시사한다. 그렇다면 이러한 양안 세포들은 시각정보의 처리과정에서의 어떠한 역할을 하나? 부동 선별적인 신경 세포들이 입체시 깊이를 처리하는 신경적 토대라고 생각되고 있지만 모든 양안 세포들이 반드시 입체시 깊이에 관여한다는 보장이 없다. 몇몇 부동 선별적인 세포들은 깊이 지각보다는 수렴 눈 운동(vergence eye movement)에 관여한다(Cumming & Parker, 1997; Masson, Busetini & Miles, 1997). 뇌량을 통해 반대측 반구로부터 입력을 받는 세포들이 눈 운동에 관여하고 있다면 양측 반구 영역에 있는 자극의 과소 평가된 깊이가 수정될 수 있다. 응시하는 대상보다 가까이 다른 대상이 출현할 경우 응시 점이 고정되어 있다면 대상의 본 연구의 결과와 같이 실제 거리가 과소 평가될 것이다. 그러나, 눈 운동을 통해 새로 출현한 대상으로 응시 점을 이동함으로써 새로 출현한 대상의 영상은 두 눈의 중심좌에 투사되어 정확한 공간 표상이 가능하게 된다.

이러한 양안 세포의 기능에 대한 또 다른 가능성은 시야의 중앙선을 표상하는 시각영역에 있는 세포와 유사하게 신체의 중앙선(midline)을 표상하는 체감각 영역의 신경 세포들도 공통적으로 뇌량을 통해 반대쪽 반구와 연결되어 있다는 사실에서 찾아볼 수 있다. 부동 정보를 추출할 필요가 없는 체감각의 경우에서도 뇌량을 통해 반대측 반구로부터 입력받는 신경 세포가 존재한다는 사실을 고려할 때, 뇌량을 통해 반구간에 연결되어 있는 세포들은 각 반구로 투사된 좌/우시야나 좌/우측 체감각 정보로

부터 통합된 표상을 형성하는데 관여할 가능성이 있다 (Zeki, 1993, pp. 165-170).

참 고 문 헌

- 감기택, 정찬섭 (1991). 양측반구에 분할 입력된 입체경 자극의 깊이 표상. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 3, 24-33.
- Barlow, H., Blakemore, C., & Pettigrew, J. D. (1967). The neural mechanism of binocular depth discrimination. *Journal of Physiology*, 193, 327-342.
- Blake, R. & Boothroyd, K. (1985). The precedence of binocular fusion over binocular rivalry. *Perception and Psychophysics*, 37, 114-124.
- Choudhury, B. P., Whitteridge, D. & Wilson, M. E. (1965). The function of the callosal connections of the visual cortex. *Quarterly Journal of experimental Physiology*, 50, 214-219.
- Cumming, B. G. & Parker, A. J. (1997). Responses of primary visual cortical neurons to binocular disparity without depth perception. *Nature*, 398, 280-283.
- Fox, R. (1991). Binocular rivalry. In Regan, D. (Ed.) *Binocular Vision* (pp. 93-110) London: Macmillan Press.
- Hering, E. (1977). *The theory of binocular vision*. (B. Bridgeman & L. Stark Trans.). New York: Plenum Press. (Original work published 1868)
- Hubel, D. H. & Wiesel, T. N. (1967). Cortical and callosal connections concerned with the vertical meridian of visual fields in the cat. *Journal of Neurophysiology*, 30, 1561-1573.
- Kertesz, A. E. (1981). Effects of the stimulus size on fusion and vergence. *Journal of Optical Society of America*, 71, 289-293.
- Krol, J. D. & van de Grind, W.A. (1984). Exorcising the double-nail confusion: A reply to Ono. *Perception*, 13, 759-763.
- Kumar T. (1996). Multiple matching of features in simple stereogram. *Vision Research*, 36(5),

- 675-698.
- Masson, G. S., Busetini, C., & Miles, F. A. (1997). Vergence movements in response to binocular disparity without depth perception, *Nature*, *389*, 283-286.
- McKee, S. P., Bravo, M. J., & Smallman, H. S., & Lege, G. E. (1995). The 'uniqueness constraint' and binocular masking. *Perception*, *24*, 49-65.
- Nakayama, K., & Shimojo, S. (1990). Da Vinci stereopsis: Depth and subjective occluding contours from unpaired image points. *Vision Research*, *30(11)*, 1811-1825.
- Nikara, T., Bishop, P. O., & Pettigrew, J. D. (1968). Analysis of retinal correspondence by studying receptive fields of binocular single units in cat striate cortex. *Experimental Brain Research*, *6*, 353-372.
- Ogle, K. N. (1952). On the limits of stereoscopic vision. *Journal of Experimental Psychology*, *44*, 253-259.
- Ogle, K. N. (1953). Precision and validity of stereoscopic depth perception from double images. *Journal of the Optical society of America*, *43*, 50-60.
- Ono, H. (1991). Binocular visual directions of an object when seen as single or double. In *Binocular Vision*. eds. Regan, D. London: Macmillan Press.
- Ono, H. Angus, R. & Gregor, P. (1977). Binocular single vision achieved by fusion and suppression. *Perception and Psychophysics*, *21*, 513-521.
- Poggio, G. F. & Fisher, B. (1977). Binocular interaction and depth sensitivity in striate and prestriate cortex of behaving rhesus monkeys. *Journal of Neurophysiology*, *40*, 1392-1407.
- Schor, C. M., & Tyler, C. W. (1981) Spatio-temporal properties of Panum's fusional area, *Vision Research*, *21*, 683-692.
- Siderov, J. & Harwerth, R. S. (1993). Precision of Stereoscopic Depth Perception from Double Images. *Vision Research*, *33(11)*, 1553-1560.
- Westheimer, G. & Tanzman, I. J. (1956). Qualitative depth localization with diplopic images. *Journal of the Optical society of America*, *46*, 116-117.
- Westheimer, G. (1986). Panum's phenomenon and the confluence of signals from the two edges in stereoscopy. *Proceedings of the Royal Society, London*, B228, 289-305.
- Zeki, S. M. (1993). *A vision of the brain*, Blackwell scientific publications: London.

Two Distinctive Visual Fields in Disparity Processing

Keetaek Kham & Kwang Hee Han

Department of Psychology, Yonsei University

The image of an object in central visual field is projected to both eyes. According to the way two retinal image were projected to the brain, binocular visual field can be classified into two regions:unilaterally projected visual field(UPVF) and bilaterally projected visual field(BPVF). Considering the fact that it is necessary to compare two retinal images for computing the binocular disparity, disparity processing of the objects in BPVF may differ from that of the objects in UPVF. We investigated the solution of correspondence problem of objects and measured stereoscopic depth of an object in UPVF and in BPVF, respectively. Unlike an object in UPVF, object in BPVF was always perceived as double images at the depth corresponding to its half disparity, not its disparity. These results imply that at the stage of disparity processing bilaterally projected binocular images are not combined through corpus callosum, instead those might be processed as two monocular stimuli in each hemisphere separately.