

## 자극의 형태 속성 관계가 운동 잔여효과에 미치는 영향\*

전 지 원

연세대학교 의학행동과학연구소

남 종 호<sup>†</sup>

가톨릭대학교 심리학과

본 연구에서는 운동 잔여효과를 이용하여 대상의 형태 속성 관계가 운동지각에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 형태 정보와 운동 정보의 독립된 처리가 일반적으로 받아들여지고 있지만, 자극의 형태 정보와 운동정보가 상호작용한다는 연구가 점점 보고되고 있다. 본 연구에서는 운동순응자극과 정지검사자극의 형태 관계에 따라 운동지각에 차별적 영향이 있는지 알아보기 위하여 순응자극과 검사자극의 형태 동일성, 운동 잔여효과 발생 영역의 중심성, 순응 자극과 검사 자극의 영역 중첩 여부를 조작하였다. 실험 1에서는 순응자극과 검사자극 형태의 동일성 여부에 따른 운동 잔여효과의 지속시간을 비교했으며, 또한 자극형태에 따라 운동 잔여효과의 지속시간이 차이가 있는지 알아보았다. 실험 2에서는 영역 일치성을 유지하고 순응자극의 제시 중심성이 운동 잔여효과에 영향을 미치는 정도를 알아보았다. 실험 3에서는 영역 일치성을 유지하고 검사자극의 제시 중심성이 운동 잔여효과에 영향을 미치는 자극형태의 속성을 알아보았다. 실험 4는 영역 일치성 여부를 통제하고 운동 잔여효과의 발생 영역의 중심성 여부와 형태 일치성 여부를 알아보았다. 실험결과로는 순응자극과 검사자극이 동일 영역, 동일 형태의 조건에서 운동 잔여효과가 더 오래 지속되는 현상이 관찰되었다. 영역 일치성이 동등한 경우에 형태의 유사성이 중요한 요인이며, 더욱이 효과 발생 영역의 중심성보다 운동 잔여효과에 중대한 영향을 미치는 요인으로 밝혀졌다. 형태 정보가 운동 잔여효과로 드러나는 운동 지각에 영향을 주는 것은 형태 정보와 운동 정보의 통합된 처리가 있음을 지지하는 것이다.

주제어 : 형태 동일성, 자극제시 영역 일치성, 운동 잔여효과

---

\* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2005-000-10963-0) 지원을 받았다.

연구자들은 세심한 비판을 해주신 익명의 심사위원님들께 감사드린다.

<sup>†</sup> 교신저자 : 남종호, 가톨릭대학교 심리학과, (420-743) 경기도 부천시 원미구 역곡2동 산43-1

E-mail: texton@catholic.ac.kr

인간의 시각과정은 대상의 색상, 형태, 깊이 등 다양한 차원의 정보를 분리하여 독립적으로 처리하고, 또한 종합하는 역동적인 과정으로 구성되어 있다고 알려져 있다. 이러한 차원에 따른 시각정보의 분리된 처리과정은 뇌의 기능에 대한 생리학적 연구에서 구체적으로 드러나 있다. 예를 들면, 시각피질에서 선조외측영역 이후의 영역들은 대상의 속성을 처리하는 기능에 따라 상이한 영역으로 분할되어 있다는 연구들이다. 크게 두 가지 경로에 따른 영역 구분을 제안하는데, 그 하나가 움직임 탐지 및 운동방향지각에 관여하는 시각경로로서 “where” 경로 또는 두정엽 경로( Parietal pathway)라고 부르는데, 이것은 망막 내 Magno 세포의 활동이 시각피질의 V1→V2→V3→MT(중측 측두엽)영역으로 이어져 두정엽에 이르는 경로를 말한다. 시각경로의 다른 하나는 “what” 경로 또는 측두엽 경로(temporal pathway)라고 부르는데, 이 경로는 망막 내 Parvo 세포의 활동이 시각피질의 V1→V2→V4→IT(내측 측두엽)영역으로 이어지며, 대상의 형태, 색상 등의 속성을 처리한다. 여러 연구들이 이러한 두 종류의 시각경로가 대상의 시각속성을 각각 독립적으로 처리한다고 설명해왔다(Lenny, Trevarthen, van Essen & Wassel, 1990; Livingstone & Hubel, 1988). 특히 시각피질이라고 일컬어지는 후두엽의 선조피질에서 두정엽과 측두엽으로 가는 두 종류의 분리된 경로가 있다는 것을 밝힌 Ungerleider와 Mishkin(1982)의 연구가 다중 시각 경로를 지지하는 대표적인 연구라고 볼 수 있다.

그러나 최근 들어 시각경로의 통합처리를 지지하는 연구들이 보고되고 있다. 색상정보의 처리는 과거 연구에서 형태정보를 처리하는 측두엽 경로가 일임하고 있다고 여겨졌으나,

MT영역의 어떤 세포들이 등휘도(equiluminance) 색상대비 자극에도 반응한다는 연구 결과가 보고되었다(Dobkins & Albright, 1994). 또한 대상의 움직임 파악에 색상정보가 비선형적으로 영향을 미친다는 연구(김정훈, 2001)도 시각경로의 초기 통합처리를 지지한다. 즉, 분리된 시각 경로에서 색상정보는 V4에서 담당하기 때문에 ‘what 경로’에 해당하며 내측 측두엽에서 처리된다. 따라서 색상정보가 움직임 파악에 영향을 미친다는 증거는 ‘where 경로’와 ‘what 경로’가 통합 처리됨을 지지하는 것이다. 이 외에도 움직이는 대상의 지각된 대비(contrast)는 방향선별성기제의 영향을 받는다는 연구가 있다(Takeuchi & DeValois, 2000).

운동지각에서 잘 알려진 현상 중의 하나가 운동 잔여효과(motion aftereffect: MAE)이다. 운동 잔여효과란 한 방향으로 움직이고 있는 물체를 일정시간 본 후 고정된 물체를 보면 움직이던 물체의 운동방향과는 반대방향으로 움직이는 것처럼 보이는 현상을 말한다. 운동 잔여효과는 현상학적 관찰에서 보고되는 것처럼 시각기제의 방향선별성과 관련이 있다. Barlow와 Hill(1963)은 토끼의 망막에 있는 방향 선별성 세포의 반응을 기록함으로써 운동 잔여효과가 나타나는 착시현상에 탐지기가 관여되어있다는 전기 생리학적 증거를 발견했으며, 서로 반대 방향을 선호하는 세포들의 반응정도가 일시적으로 불균형을 이룬 상태에서 야기되는 것이 운동 잔여효과라고 주장했다. Barlow와 Hill(1963)의 연구 이후로 운동 잔여효과는 운동지각 및 운동방위지각 연구에서 폭넓게 사용되고 있다. Huk과 Heeger(2001)는 자기공명영상(fMRI)연구를 통해 운동 잔여효과에 의한 MT영역의 활성화를 확인하였다. 또한 Vanduffell, Fize, Tootell(2001)과 Taylor와 Schmitz

(1999)는 fMRI를 사용하여 운동 잔여효과를 유발하는 신호가 MT영역 뿐 아니라 V2영역과 V3영역(Vanduffell et al., 2001)에서도 관찰되며, MT영역을 중심으로 앞부분인 BA44와 BA47 그리고 뒷부분인 BA37, BA40영역(Taylor & Schmitz, 1999)에서도 관찰된다는 사실을 보고했다.

Nishida와 Johnston(1999)는 운동 잔여효과(MAE)를 이용하여 대상의 지각된 위치와 운동 신호의 상호작용을 시사하는 연구 결과를 얻었다. Nishida와 Johnston은 풍차패턴(windmill pattern)을 사용하여 반대방향으로 회전하는 두 개의 자극을 한번에 제시하였다. 서로 다른 방향으로 회전하던 자극이 정지하면 각 자극에 대해 운동 잔여효과가 나타나게 되는데, 정지되어 있는 자극이 착시에 의한 운동정보 때문에 기울어져 보이는 것은 움직임과 자극 형태 간 상호작용이 존재함을 의미할 수 있다고 하였다. 또한 Nishida, Motoyoshi, Andersen, 그리고 Shimojo(2003)는 응시조절(gaze modulation)이 운동 잔여효과를 포함한 광범위한 시각 현상에서 발생하는 것을 보고하였다. 이들은 응시조절이 운동 정보뿐만 아니라 형태 정보에서도 공통적으로 발생한다는 것이며, 운동과 형태의 시각 처리과정의 초기에 통합 처리될 가능성을 시사한다고 하였다.

회전운동, 방사상운동과 같은 복합운동의 경우 순응자극이 직접 제시된 영역이 아닌 영역에까지 운동 잔여효과가 관찰된다는 연구가 있다(감기택, 2005; 정찬섭, 감기택, 2001; Snowden & Milne, 1997). 정찬섭과 감기택(2001)은 고리 형태의 자극에 순응된 경우, 순응되지 않은 안쪽 영역에까지 운동 잔여효과가 번지는 현상을 보고하였다. 순응된 영역의 형태와 순응되지 않은 영역의 형태의 통합은 방사

방향의 정현파형(sine-wave grating)의 위상(phase)의 일치 여부를 조작함으로써 가능하였다. 관찰된 운동 잔여효과와 번짐 현상은 형태가 통합되는 경우에 많이 발생하였으며, 위상이 반대인 경우에는 거의 나타나지 않았다. 또한 순응된 영역과 순응되지 않은 영역의 인접성 정도가 높아질수록 운동 잔여효과와 번짐 현상을 관찰하는 실험참가자의 수가 체계적으로 증가하였다. 형태의 통합 정도에 따라 운동 잔여효과와 번짐 현상이 체계적으로 달라진다는 결과는 형태 정보와 운동정보의 통합 처리를 시사하는 것이다.

본 연구에서는 형태 특성에 대하여 형태 통합의 측면이 아닌 형태 동일성 여부에 초점을 두었다. 일반적으로 형태라고 하면 기하학(geometry)의 측면에서 언급된다. 형태의 중요한 특성으로, 도형의 합동과 닮음과 같은 의미에서, 공간적 배열을 들 수 있으며, 이러한 배열의 동일성 (또는 유사성) 여부가 운동지각에 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 이를 위해 순응자극과 검사자극의 형태를 원판과 고리의 두 가지로 구성하여 운동 잔여효과를 측정하였다. 두 형태의 윤곽 정보와 동등하게 부합되는 회전운동이 운동 정보로 사용되었다. 실험 1에서는 순응자극과 검사자극의 동일성이 대상의 운동지각에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 했다. 실험 2에서는 검사자극의 영역 일치성을 통제하여 순응자극 영역의 중심성에 따른 운동 잔여효과를 알아보려고 했으며, 실험 3에서는 순응자극의 영역 일치성을 통제하여 검사자극 영역의 중심성에 따른 운동 잔여효과를 관찰했다. 끝으로 실험 4에서는 순응자극과 검사자극의 영역일치성 여부를 조작하고 자극의 형태 일치성 여부가 운동지각에 영향을 미치는지를 파악하고자 하였다.

본 연구에서 사용된 운동 지각에 영향을 주는 정도로 살펴보고자 하는 운동 잔여효과를 측정하는 방법으로는 크게 세 가지를 들 수 있다. 첫째로 대상의 움직임 여부, 움직임 지속시간 등을 측정하는 중립검사법(neutral test method)이 있다. 다음으로 움직임 강도와 크기를 측정하는 무위검사법(null test method)이 있으며, 마지막으로 전이법(transfer method)이 있는데, 이것은 순응자극과 검사자극을 상이하게 제시하는 것으로 위의 두 가지 측정법에 모두 사용될 수 있다(Pantle, 1998). 본 연구에서는 자극 형태의 동일성 여부가 운동지각에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 중립 검사법과 전이법을 사용하여 운동 잔여효과를 측정하였다.

### 실험 1

실험 1에서는 운동 잔여효과를 이용하여 순응자극과 검사자극의 형태 동일성이 대상의 운동지각에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 했다. 기존 연구결과에서는 순응자극과 검사자극을 동일하게 제시하는 경우 운동 잔여효과가 더 많이 관찰되는 것으로 알려져 왔다(Anstis & Gregory, 1965). 본 실험에서는 원판자극과 고리자극을 사용하여 기존의 연구결과를 재검증하면서, 형태 일치 효과의 영향을 알아보기 위하여 순응자극과 검사자극의 형태와 영역이 일치하는 조건과 불일치하는 조건에서 형태와 영역일치성이 운동 잔여효과에 영향을 미치는지 살펴보았다. 모든 자극은 동일한 넓이로 제시되었다. 또한 순응자극과 검사자극 불일치 조건에서는 자극을 제시하는 영역에 의한 운동 잔여효과에 영향을 통제하기 위해 순응자극과 검사자극의 영역이 중첩되지 않도록

자극을 구성하였다.

### 방 법

**실험참가자** 가톨릭대학 심리학과 대학원 학생 3명과 실험 참가자 모집공고를 통해 모집된 실험참가자 6명이 실험에 참여하였다. 관찰자들은 안정된 반응측정을 위해 본 실험 전에 같은 자극으로 50시행 이하의 연습시행을 실시하였다. 관찰자들은 모두 정상시력(나안 또는 교정)을 가졌고 색시는 없었다. 이들은 실험의 목적에 대해 알지 못했다.

**도구** 수평주파수 85Hz인 19인치 SAMSUNG 모니터를 사용하여 자극을 제시하였고, 화면 해상도는 1024\*768이었다. 자극의 통제는 Power Mac G4를 이용하였으며, 실험통제용 프로그램으로는 Matlab v.5.21과 정신물리학 실험용으로 작성된 Psychtoolbox v.2.43(Pelli, 1997; Brainard, 1997)을 사용하였다.

**자극** 자극이 제시되는 가상적인 창 크기는 400×400 픽셀이며, 평균휘도 40 cd/m<sup>2</sup>의 배경에 60cm거리에서 시각도 13.25°×13.25°이었다. 자극의 종류는 두 가지로 원판자극과 고리자극이 사용되었다. 자극의 종류에 상관없이 정현파형의 방사주기는 5였다. 그리고 원판자극과 고리자극은 동일한 중심에 동일한 넓이로 구성되었다. 원판 자극의 경우 시각도는 8.73°이었으며, 고리 자극의 경우 시각도는 13.25°이었다. 자극제시조건에는 순응자극과 검사자극이 동일한 조건과 다른 조건이 있었다. 순응자극과 검사자극이 동일한 조건은 원판-원판조건과 고리-고리조건이었고, 순응자극과 검사자극이 다른 조건은 원판-고리조건, 고

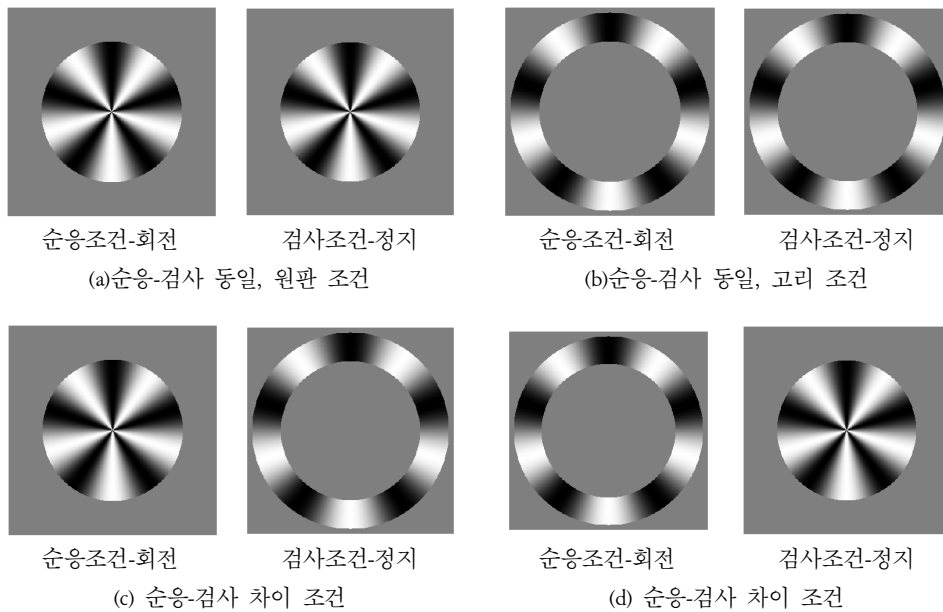


그림 1. 실험 1에 사용된 자극과 자극제시조건. (a)와 (b)의 자극은 동일한 좌표축에 동일한 너이로 제시된다. (c)와 (d)의 원판자극과 고리자극의 면적은 동일하며, 겹치는 영역은 없다.

리-원판조건이었다(그림 1). 모든 자극은 회전의 중심이 동일한 풍차패턴으로 이루어졌으며, 모니터 상에 제시된 순응자극은 시계방향으로 회전하였다.

**절차** 실험이 시작되면 참가자는 순응 자극이 제시되는 중심영역을 응시한 채 눈을 고정하도록 요구받았다. 순응 시 방사 정현파 주기를 가진 자극은 시계방향으로 2 cycles/sec의 속도로 15 초 동안 회전했으며, 순응 기간이 끝나면 바로 검사자극으로 대체되었다. 순응 자극의 형태는 원판 또는 고리이었으며, 검사 자극은 정지된 자극이었다. 실험 조건에 따라 순응자극과 동일한 형태 또는 상이한 형태의 검사 자극이 제시되었다. 검사자극이 제시되면, 참가자들은 순응자극의 운동과는 반대방향인 시계반대방향으로 운동 잔여효과를 경험

하게 되며, 운동 잔여효과가 사라지는 순간에 컴퓨터 자판의 어떤 키든지 누르도록 하였다. 검사자극의 제시와 키보드의 반응 사이의 시간 간격이 운동 잔여효과 지속시간으로 측정되었다. 하나의 자극에 대한 지속시간 측정이 끝나면, 다음 순응-검사 시행이 참가자가 충분한 휴식시간을 갖고 난 후 마우스 버튼을 누르면 자동으로 실시되었다. 각 시행조건은 연습시행을 제외하고 각 자극조건 당 50회의 반복 측정으로 구성되었으며, 모든 조건에 대한 총 시행 수는 200회였다.

### 결과 및 논의

순응자극이 사라지고 검사자극이 제시되는 순간부터 관찰자가 컴퓨터 자판의 키를 누르는 순간까지의 시간을 운동 잔여효과의 지속

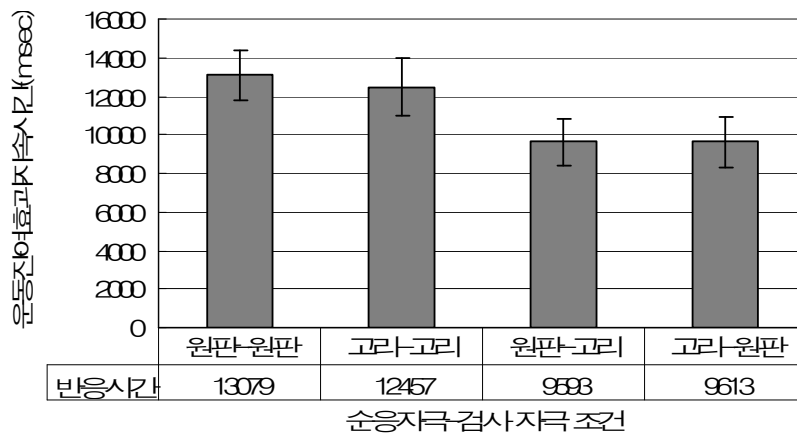


그림 2. 실험1에서 측정된 운동 잔여효과의 조건별 지속시간(millisecond)

시간으로 측정하였으며, 운동 잔여효과의 지속시간을 운동 잔여효과에 대한 강도로 간주하였다(Anstis, 1986). 순응자극과 검사자극의 형태일치성과 영역일치성에 대한 운동 잔여효과의 영향은 운동 잔여효과 측정치와 함께 그림 2에 제시하였다. 전반적으로 순응자극과 검사자극이 같은 원판-원판 조건과 고리-고리 조건이 순응자극과 검사자극이 다르게 제시된 나머지 두 조건에 비해 운동 잔여효과에 더 많이 영향을 미치는 것으로 나타났다.

순응자극과 검사자극의 형태 및 영역이 일치된 경우가 운동 잔여효과에 더 많이 영향을 미쳤다. 즉 원판순응조건에서 순응자극과 검사자극의 영역과 형태가 일치하는 조건이 일치하지 않는 조건에 비해서 운동 잔여효과가 유의미하게 더 오래 나타났다( $t(8) = 5.141, p < .001$ ). 고리순응조건에서도 순응자극과 검사자극의 영역과 형태가 일치하는 조건에서 운동 잔여효과가 유의미하게 오래 나타났다( $t(8) = 3.788, p < .005$ ).

그리고 순응자극과 검사자극이 동일한 경우, 자극의 형태에 따른 운동 잔여효과의 차

이는 없었다. 기존의 순응자극과 검사자극의 영역일치성 연구에서 보면, 순응자극과 검사자극의 영역이 동일하지 않은 경우 순응된 영역의 운동 잔여효과는 순응되지 않은 영역의 운동 잔여효과보다 더 강하다고 보고된 바 있다(감기택, 2005). 순응자극과 검사자극의 영역이 서로 다르게 제시된 경우에도 운동 잔여효과가 나타나는데 이것은 순응자극에 대한 운동 잔여효과의 확산으로 설명할 수 있다(감기택, 2005; 정찬섭, 감기택, 2001). 실험 1에서 확산현상은 중심에서 주변, 그리고 주변에서 중심의 양쪽 방향으로 유사한 강도로 발생하였다. 그러나 양방향으로 유사한 강도의 확산현상이 관찰된 결과는 정찬섭과 감기택(2001)의 결과와는 차이가 있는데, 이들은 주변에서 안쪽으로의 확산현상이 반대의 방향보다 강하다는 결과를 보고한 바 있다. 이러한 차이가 발생된 것이 측정 방식의 차이(번짐 현상의 관찰 여부 vs. 운동 잔여효과의 지속 시간)로 기인할 수도 있으며, 특히 자극 구성에서 정현파형의 방사주기의 차이(15 vs. 5)에 기인한 것인지는 논의할 여지가 있다.

실험 1의 결과는 순응-검사자극의 영역 및 형태 일치성이 운동 잔여효과를 일으키는데 영향을 미친다고 해석하기에는 여러 가지 문제점이 내포되어 있었다. 즉, 실험 1에서는 순응자극과 검사자극의 제시 영역일치성과 형태 동일성이 혼입되어 있었다. 따라서 운동 잔여효과의 차이를 보인 것이 형태의 동일성에 의한 것인지, 또는 영역의 일치성에 의한 것인지를 알 수가 없다. 따라서 실험 1의 결과만으로는 형태 일치성과 운동 잔여효과와의 관계를 밝힐 수가 없다.

또한 고리 형태의 자극은 운동 발생 영역이 초점 주변이 되며, 원판 형태의 자극은 운동 발생 영역이 초점이 있는 중심 영역에 있게 되는, 형태와 영역 중심성이 공변(共變, covary)하는 불가피한 문제가 발생하게 된다. 따라서 자극의 형태일치성이 운동 잔여효과에 기여하는지를 알아보기 위해서는 운동 잔여효과가 관찰되는 영역이 중심인지 주변인지에 따라 차이가 있는지를 먼저 알아본 후 영역 일치성과 형태 일치성이 운동 잔여효과에 기여하는지를 알아볼 필요가 있다. 이를 위하여 실험 2, 3, 4를 이어서 실시하였다.

## 실험 2

실험 2에서는 순응자극과 검사자극의 영역 일치성과 형태 일치성이 있을 때, 순응자극의 제시 영역차이가 운동 잔여효과에 차별적인 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. 환언하면, 원판순응조건과 고리순응조건 모두에서 원판과 고리가 합쳐진 자극을 검사자극으로 제시하여, 순응자극의 제시 영역 차이가 동일한 검사자극에 대해 운동 잔여효과의 차이를 가져오는지 살펴보고자 하였다. 순응자극은

실험 1과 마찬가지로 원판과 고리 형태로 제시되었고 검사자극은 원판자극과 고리자극의 영역을 겹쳐 만든 형태로 제시하였다. 따라서 모든 조건에서 순응자극과 동일한 영역이 검사자극에도 제시되었다. 또한 순응 자극이 불러일으키는 운동 잔여효과가 영역크기에 따라 달라지는지를 알아보기 위해 원판자극과 고리자극이 동일한 넓이로 제시되는 조건과, 원판자극의 반지름과 고리자극의 두께가 동일한 조건(이후 길이동일 조건)이 제시되었다. 실험 1과 마찬가지로 자극형태에 따른 운동 잔여효과의 지속시간을 측정하여 운동 잔여효과의 지속시간을 비교했으며, 반응은 전이법을 사용하여 측정하였다.

## 방 법

**실험참가자** 실험 1에 참여한 가톨릭대학교 심리학과 대학원 학생 3명과 실험참가자 모집 공고를 통해 실험 1에 참여한 6명의 실험참가자들이 실험 2에 참여하였다. 모두 정상시력(나안 또는 교정)을 가졌고 색시는 없었다. 이들은 실험의 목적에 대해 알지 못했다.

**도구** 실험 1과 동일하였다.

**자극** 원판순응자극과 고리순응자극에 대한 운동 잔여효과의 영향을 비교하고자 검사자극을 원판과 고리를 동시에 제시하여 두 형태 조건이 불러일으키는 운동 잔여효과의 강도를 비교하였다. 영역일치성이 운동 잔여효과에 미치는 영향을 통제하기 위해 모든 검사자극은 순응자극의 영역을 포함하는 형태로 제시되었다. 자극의 크기와 평균회도, 시각도 등은 실험 1과 동일하였다. 고리자극은 원판자극과

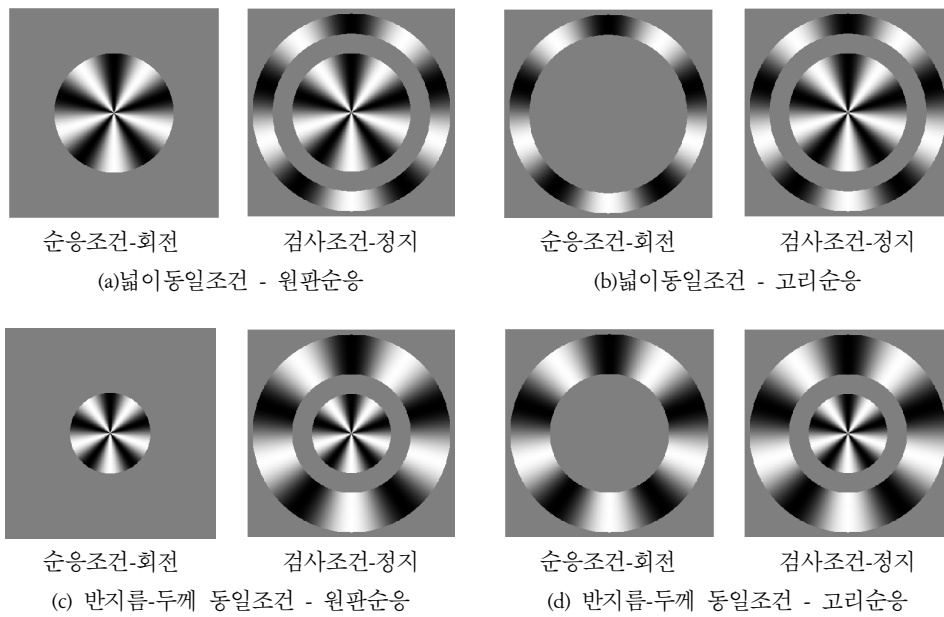


그림 3. 실험 2에 사용된 자극과 자극제시조건. 모든 자극은 동일한 좌표축에 제시된다. (a)와 (b)의 순응자극으로 제시하는 원판과 고리의 면적이 동일하며, 검사자극은 두 순응자극을 겹쳐 구성한다. (c)와 (d)는 순응자극으로 제시하는 원의 반지름과 고리의 두께가 동일하며, 검사자극은 두 순응자극을 겹쳐 구성한다.

경계를 두기 위해 시각도 약 1°의 간격을 두도록 하였다. 넓이 동일조건에서 원판자극과 고리자극의 넓이는 실험 1과 마찬가지로 동일하였다. 실험 2에서 사용한 자극의 종류는 6가지로 우선 순응자극에는 넓이가 동일한 원판자극(그림 3a)과 고리자극(그림 3b), 그리고 중심에서 가장자리까지의 반지름 길이가 시각도 약 3°인 원판자극(그림 3c)과 두께가 시각도 3°인 고리자극(그림 3d)이 사용되었다. 검사자극으로는 넓이가 동일한 원판과 고리 자극을 겹쳐 만든 자극(그림 3a, 3b)과 원판의 반지름 길이가 고리 자극의 두께와 동일한 원판과 고리 자극들을 겹쳐 만든 자극(그림 3c, 3d)이 각각 제시되었다. 넓이동일 조건과 길이동일 조건에서 순응자극은 원판 혹은 고리로 제

시되었고, 검사자극은 원판과 고리를 겹쳐 만든 자극으로 각 조건 내에서 동일하게 제시되었다. 순응자극의 크기는 원판의 경우 넓이동일 조건이 더 컸으며, 고리의 경우 길이동일 조건이 더 크게 제시되었다. 원판과 고리 사이의 간격은 시각도 약 1°로 모든 조건에서 동일했다.

**절차** 실험의 모든 절차와 측정방법은 실험 1과 동일하였다. 각 시행조건은 연습시행을 제외하고 각 자극조건 당 42회의 반복측정으로 구성되었으며, 각 관찰자의 총 시행 수는 168회였다.



### 결과 및 논의

실험 1과 동일한 절차를 사용하여, 검사 자극이 제시되는 순간부터 참여자가 키보드를 누르는 순간까지의 시간을 운동 잔여효과 지속시간으로 하여 측정치로 얻었다(그림 4). 넓이동일 조건에서 보면 순응 자극으로 원판 자극을 제시하였을 때 운동 잔여효과 지속시간이 긴 것으로 보고되었다( $t(8) = 3.242$ ,  $p < .012$ ). 이는 순응 자극의 형태 차이 또는 제시영역 차이가 운동 잔여효과에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 모든 검사 자극은 순응 자극의 영역을 포함하는 형태로 제시되었기 때문에 모든 자극의 운동 잔여효과는 영역 일치 상태에서 관찰되었다. 제시영역 크기의 차이에 따른 운동 잔여효과 영향을 보기 위한 조건에서는 원판 자극으로 순응을 할 때 영역 크기의 차이는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 반면 순응 자극이 고리인 경우에는 영역이 크게 제시되는 조건인 길이동일-고리순응 조건이 넓이동일-고리순응 조건보다 운동 잔

여효과가 유의미하게 크게 보고되었다( $t(8) = -2.867$ ,  $p < .021$ ).

실험 2는 순응 자극의 형태가 원판일 때 운동 잔여효과 지속시간이 더 오래 지속된다는 결과를 얻었다. 이것은 또한 순응 자극이 중심에 제시될 때 운동 잔여효과가 더 많이 발생된다는 것인데, 이는 다시 한 번 정찬섭, 감기택의 연구 결과와는 반대로 나타난 것이다. 그러나 이 또한 앞에서 논의한 바와 같이 이러한 차이가 발생된 것이 측정 방식의 차이로 인한 것인지, 정현파형의 방사주기의 차이(15 vs. 5)와 회전속도의 차이로 인한 시공간 주파수 차이에 기인한 것인지는 알 수 없다.

다른 한편으로 넓이요인을 통제하지 않고 자극의 폭 요인을 동일하게 하여 자극을 구성한 경우에는 순응 자극의 형태 차이가 운동 잔여효과에 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이는 중심 영역에 제시한 원판순응 자극이 가져오는 운동 잔여효과에 상응하는 효과를 불러일으키기 위해서는 주변의 고리순응 자극의 영역이 중심 영역보다 커져야 함을 의미한다.

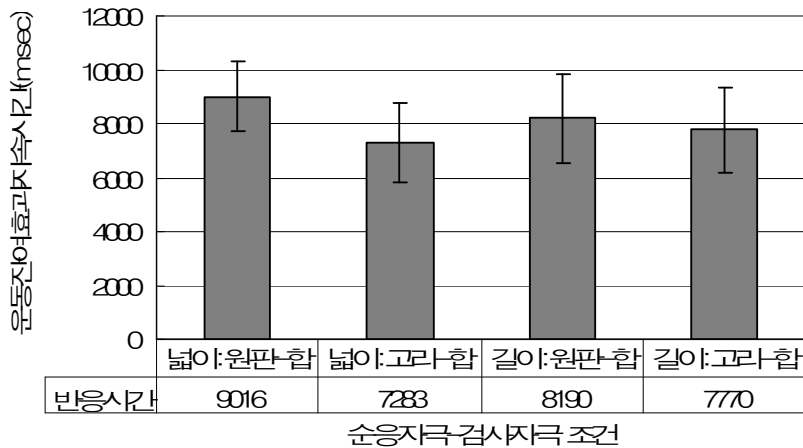


그림 4. 실험 2에서 측정된 운동 잔여효과 조건별 지속시간(millisecond)

### 실험 3

실험 3은 실험 2에서 사용된 순응자극과 검사자극의 역할을 교환하였다. 즉, 원판순응조건과 고리순응조건 모두에서 원판과 고리가 합쳐진 자극을 순응자극으로 제시하였다. 동일한 순응 자극이 불러일으킨 운동 잔여효과가 어떤 영역의 검사자극에 더 많이 전이되는지를 살펴보고자 하였다. 순응자극은 원판자극과 고리자극의 영역이 모두 포함된 형태로 제시되었고 검사자극은 실험 1과 마찬가지로 원판 또는 고리 형태로 제시되었다. 따라서 모든 조건에서 검사자극과 동일한 영역이 순응자극에 포함되었다. 실험 2와 마찬가지로 자극의 영역크기 속성이 운동 잔여효과에 미치는 영향을 알아보기 위해 원판자극과 고리자극이 동일한 넓이로 제시되는 조건과, 원판

자극의 반지름과 고리자극의 두께가 동일한 조건으로 구성되었다. 자극형태에 따른 운동 잔여효과와 지속시간을 측정하여 운동 잔여효과와 지속시간을 비교했으며, 전이법을 사용하여 반응을 측정하였다.

### 방 법

**실험참가자** 실험 2에서 모집공고를 통해 실험에 참여한 실험참가자 중 5명이 실험 3에도 참여하였다. 모두 정상시력(나안 또는 교정)을 가졌고 색시는 없었다. 이들은 실험의 목적에 대해 알지 못했다.

**도구** 실험 1,2와 동일하였다.

**자극** 실험 2의 순응자극과 검사자극의 역할

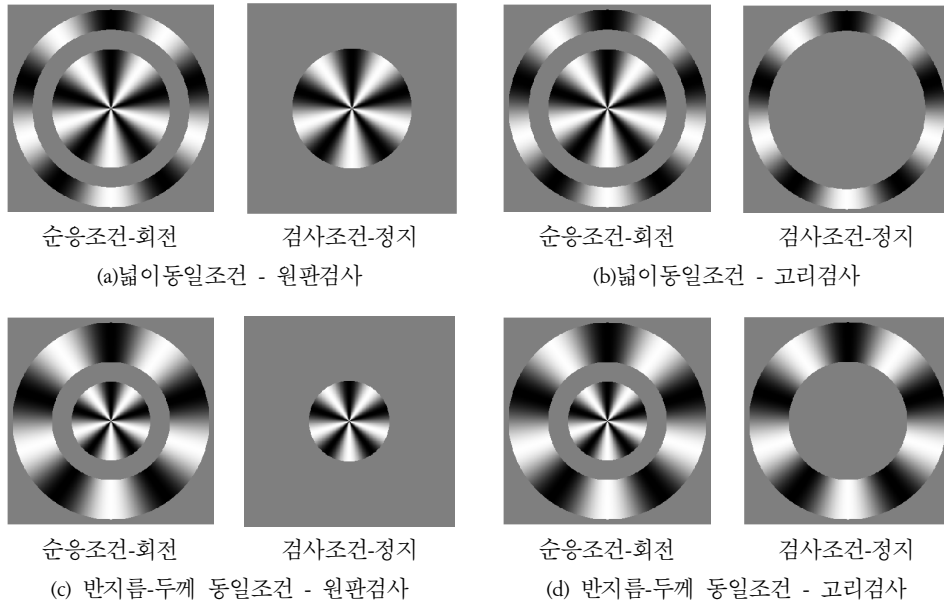


그림 5. 실험 3에 사용된 자극과 자극제시조건. 모든 자극은 동일한 좌표축에 제시된다. 실험 2에 사용된 순응자극과 검사자극의 역할을 교환하였다. (a)와 (b)의 순응자극에서 안쪽의 원판과 바깥쪽의 고리의 면적이 동일하다. (c)와 (d)는 순응자극의 안쪽 원의 반지름과 바깥쪽 고리의 두께가 동일하다.

을 바꾸어서 사용하였다(그림 5).

**절차** 실험의 모든 절차와 측정방법은 실험 2와 동일하다. 각 시행조건은 연습시행을 제외하고 각 자극조건 당 8회의 반복측정으로 구성되었으며, 각 관찰자의 총 시행 수는 32회였다.

### 결과 및 논의

실험 1, 2와 동일하게 검사자극이 제시되는 순간부터 참여자가 키보드를 누르는 순간까지의 시간을 운동 잔여효과와 지속시간으로 하여 측정치로 얻었다(그림 6). 전체적으로 관찰된 운동 잔여효과와 지속시간은 실험 2와 유사하다. 넓이동일 조건에서 보면 검사자극으로 원판자극을 제시하였을 때 운동 잔여효과와 지속시간이 긴 것으로 보고되었다( $t(4) = 3.190, p < .033$ ). 영역크기의 차이에 따른 운동 잔여효과와 영향을 보기위한 조건에서, 검사자극이 원판일 때 영역크기의 차이는 유의미하지 않았다. 반면 검사자극이 고리인 경우에

는 영역이 크게 제시되는 조건인 길이동일-고리검사 조건이 넓이동일 조건에 비해서 운동 잔여효과가 유의미하게 크게 보고되었다( $t(4) = -3.248, p < .031$ ). 실험 3의 결과로 검사자극이 중심영역에 제시될 때 운동 잔여효과와 지속시간이 더 오래 지속된다는 것을 알 수 있다.

이것은 실험 2의 결과와 더불어 자극 제시 영역의 중심성이 운동 잔여효과에 영향을 미친다는 증거로 볼 수 있다. 다른 한편으로 넓이요인을 통제하지 않고 자극의 반지름과 두께를 동일하게 하여 자극을 구성한 경우에는 순응자극의 형태 차이가 운동 잔여효과에 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이는 중심 영역에 제시한 원판순응자극이 가져오는 운동 잔여효과에 상응하는 효과를 불러일으키기 위해서는 주변의 고리순응 자극의 영역이 중심영역보다 커져야 함을 의미한다.

실험 2와 3을 종합해보면 중심영역에 순응자극이 제시되는 경우(실험 2)와 검사자극이 제시되는 경우(실험 3) 모두 주변 영역에 제시하는 경우보다 운동 잔여효과를 크게 나타나

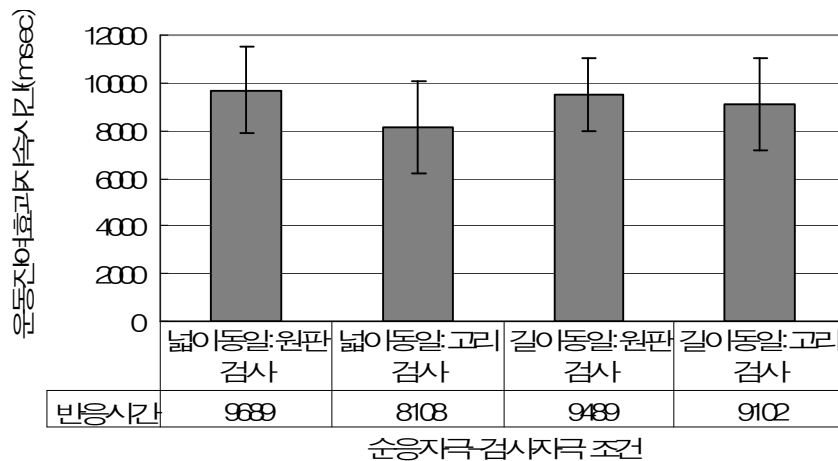


그림 6. 실험 3에서 측정된 운동 잔여효과와 지속시간(millisecond)

게 하는 요인이었다. 또한 중심영역에서 발생된 운동 잔여효과와 유사한 효과를 불러일으키기 위해서는 주변 영역에 더 큰 면적을 제시해야만 함을 시사한다. 실험 2와 3에서는 순응자극과 검사자극의 영역이 일치하는 조건에서만 운동 잔여효과를 관찰하였고 중심 영역에 제시된 원판이 관여한 운동 잔여효과가 주변 영역에 제시된 고리가 관여한 효과보다 크다는 결과를 얻었다. 이를 바탕으로 실험 4를 실시하였다.

#### 실험 4

실험 4는 실험 2와 3에서 얻은 결과를 바탕으로 형태 동일성이 운동 잔여효과에 기여하고 있는지를 알아보고자 하였다. 영역 일치

여부 각각에 대하여 순응자극과 검사자극이 형태 동일 조건과 상이 조건을 구성하였다. 그림 7에서 실험 자극 a와 b를 제시하는 조건에서는 순응 영역과 검사 영역이 중첩되는 경우이며, 순응 자극 형태가 원판일 때 동일한 형태인 원판 검사자극과 형태가 상이한 고리 검사자극에 나타나는 운동 잔여효과의 차이가 있는지를 알아보고자 하였다(그림 7a, 7b). 또한 실험 자극 c와 d를 제시하는 조건에서는 순응 영역과 검사 영역이 중첩되지 않는 경우에 순응 자극이 고리일 때 형태는 다르지만 검사 영역이 중심인 원판 검사자극과 형태는 동일하지만 검사 영역이 주변인 고리 검사자극의 운동 잔여효과의 차이에 대해 알아보고자 하였다(그림 7c, 7d).

그러므로 순응 영역과 검사 영역을 겹치도

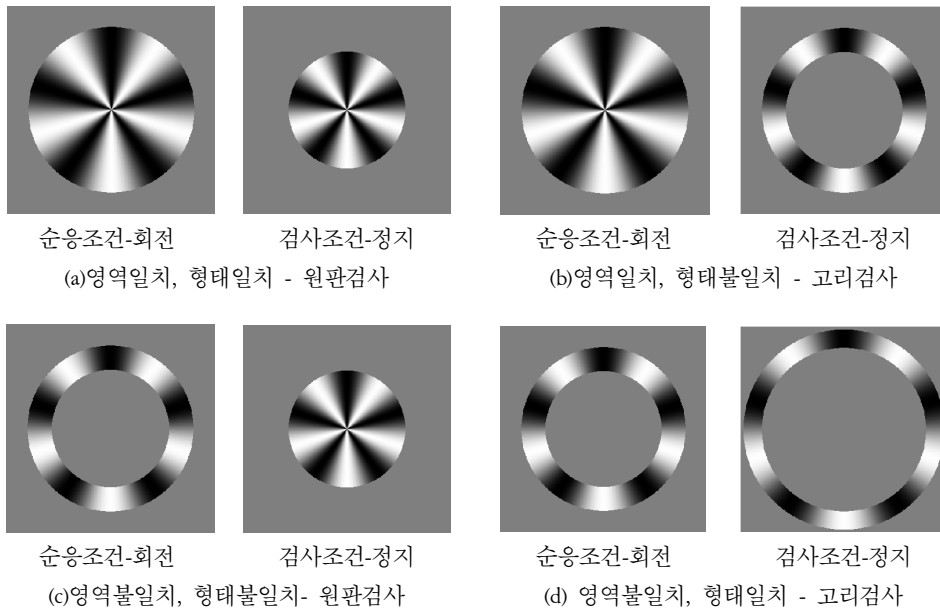


그림 7. 실험 4에 사용된 자극과 자극제시조건. 모든 자극은 동일한 좌표축에 제시된다. (a)와 (b)의 검사조건에 사용된 원과 고리는 겹치는 영역이 없으며, 합칠 경우 순응조건에서 사용된 원판 자극이 된다. (c)와 (d)는 순응자극과 검사자극의 중첩되는 영역이 없으며, (c)원과 고리, (d)고리와 고리의 면적은 같다.

록 통제된 상황에서, 원판 형태에 순응된 경우 동일한 형태인 원판에 운동 잔여효과가 크게 나타나는지, 또는 형태와 상관없이 순응 영역이 겹치는 고리 형태에도 운동 잔여효과가 동일하게 나타나는지 알아보고자 하였다. 운동 잔여효과와 차이가 관찰되지 않는다면, 중심영역에서 효과가 크게 발생한다는 실험 2와 3의 결과를 고려할 때, 원판 형태가 운동 잔여효과에 기여하는 바가 없다고 해석할 수 있으며, 형태 동일성이 운동 잔여효과에 영향을 주지 않는다는 결론을 내릴 수 있다. 반대로 운동 잔여효과가 원판의 경우에서 더 크게 관찰될 경우, 형태 동일성 효과만이 아닌, 중심영역에서 효과가 크게 발생한다는 실험 2와 3의 결과가 있으므로 영역 불일치의 조건에서 관찰된 결과와 함께 고려해야만 한다.

순응 영역과 검사 영역이 겹치지 않도록 통제된 상황에서, 고리 형태에 순응된 경우 동일한 형태인 고리에 운동 잔여효과가 크게 나타나는지, 또는 중심의 원판 형태에 운동 잔여효과가 크게 나타나는지에 대해서 파악해야 한다. 동일한 형태인 고리-고리에서 관찰된 운동 잔여효과가 고리-원판의 경우보다 크거나 유사하다면, 중심영역의 효과에도 불구하고 형태의 동일성이 운동 잔여효과에 기여한다고 추론할 수 있다. 반대의 효과가 얻어진다면, 형태 동일성이 운동 잔여효과에 기여하는 정도가 미미하거나 없다고 추론할 수 있다.

## 방 법

**실험참가자** 가톨릭대학교 심리학과 대학원 학생 6명이 실험 4에 참여하였다. 모두 정상 시력(나안 또는 교정)을 가졌고 색시는 없었다. 이들 참가자는 실험 1, 2, 3에 참여한 적

이 없었으며, 실험의 목적에 대해 알지 못했다.

**도구** 실험 1, 2, 3과 동일하였다.

**자극** 영역일치조건에서는 순응자극으로 원판을 사용하고, 검사자극으로 원판과 고리를 제시했다. 순응자극의 크기는 시각도  $10.44^\circ$ 이었으며, 검사자극으로 제시된 원판자극은 시각도  $7.58^\circ$ 이었지만, 원판과 고리의 넓이는 동일하였다. 영역불일치조건에서는 순응자극으로 고리를 사용하고, 검사자극으로 원판과 고리를 제시하였다. 순응자극인 고리의 크기는 시각도  $10.44^\circ$ 이었으며, 검사자극인 원판은 시각도  $7.58^\circ$ , 고리는  $13.25^\circ$ 이었다. 이 조건에서 검사자극인 원판과 고리는 모두 순응자극인 고리와 겹치는 영역이 없었다.

**절차** 실험의 모든 절차와 측정방법은 실험 1과 동일하다. 각 시행조건은 연습시행을 제외하고 각 자극조건 당 8회의 반복측정으로 구성되었으며, 각 관찰자의 총 시행 수는 32회였다.

## 결과 및 논의

영역일치조건에서는 형태일치(원판-원판)와 형태불일치(원판-고리)간 운동 잔여효과 차이가 유의미하였다( $t(5) = 3.419, p < .019$ ). 또한 영역불일치조건에서는 형태불일치(고리-원판)와 형태일치(고리-고리)간 운동 잔여효과 차이가 유의미했다( $t(5) = -4.006, p < .010$ ).

이 결과에서 영역일치는 자극의 형태일치에 상관없이 운동 잔여효과에 큰 영향을 미치는 요인임을 확인할 수 있었다. 즉 영역이 일치

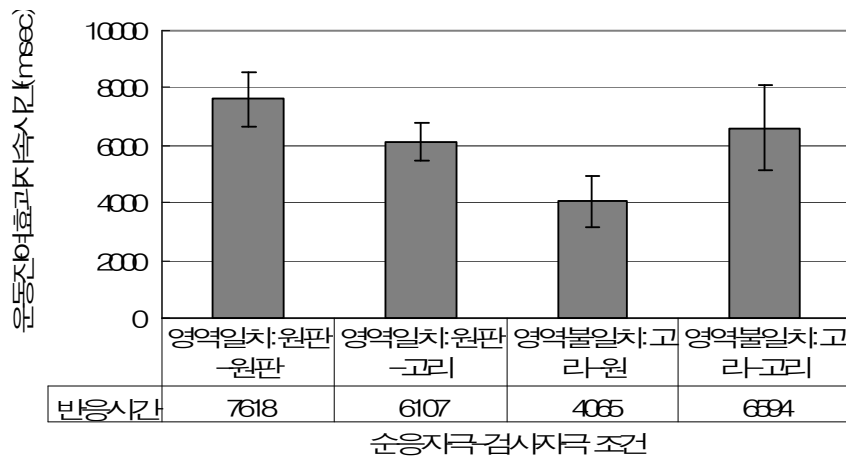


그림 8. 실험 4에서 측정된 운동 잔여효과의 조건별 지속시간(millisecond)

되는 조건에서는 형태 동일성에 의한 운동 잔여효과가 유의미 컸으나, 이 차이는 형태동일성에 의한 효과가 중심 영역에서 운동 잔여효과가 크다는 실험 2와 3의 결과와 구분되지 않는다. 그렇지만 영역불일치조건에서는 자극의 형태일치 요인이 운동 잔여효과에 영향을 주는 것으로 관찰되었다. 영역 불일치 조건에서 고리 순응 자극에 대하여 고리 검사 자극이 제시된 경우 더 큰 운동 잔여효과를 관찰할 수 있었다. 이 결과는 운동 잔여효과가 발생하는 영역이 중심이기 때문에 크게 나타나는 효과보다도, 순응자극과 검사자극의 형태일치 여부로 인하여 발생한 운동 잔여효과가 더 크다는 것을 나타내고 있다. 환언하면, 형태 동일성이 운동 잔여효과로 관찰되는 운동 정보처리에 영향을 준다는 것이다. 그러므로 운동 정보의 처리와 형태 정보의 처리가 상호 작용하고 있음을 의미하는 결과이다.

한 가지 언급해야 할 것은 실험 1의 영역불일치에서 고리 순응자극과 원판 검사자극 쌍이 실험 4의 영역불일치의 형태불일치 조건의 자극 쌍과 유사하다는 점이다. 그런데 실험 1

에서 얻어진 운동 잔여효과의 지속시간은 실험 4에서 얻은 지속시간보다 긴 차이를 보인다. 이는 두 가지 이유로 인한 것으로 추론이 된다. 첫째는 방금 언급한 실험 1의 자극 쌍이 실험 4의 자극 쌍에 비해서 상대적으로 큰 영역을 차지하고 있다. 이는 실험의 모든 순응자극과 검사자극의 쌍에서 크기가 큰 것을 기준으로 동일한 최대 크기를 갖도록 자극을 구성하는 상황에서 발생한 것이다. 그런데 순응 영역이 클수록 운동 잔여효과의 지속시간이 길어진다는 사실은 본 연구의 실험 2, 3에서도 밝혀진 바 있다. 둘째로 실험 1, 2, 3은 동일한 참가자로 실험이 수행된데 비하여 실험 4는 실험 1, 2, 3에 전혀 참가한 적이 없는 참가자로 실험이 수행됐다는 점이다. 즉 실험 1과 4에서 보이는 지속시간의 차이는 개인차에 의한 효과가 포함되어 있다는 점이다. 이런 두 가지 요인으로 인하여 실험 1과 4의 결과를 직접 비교하기는 어려울 것으로 보이며, 실험 조건 내에서 관찰된 상대적인 차이에 분석의 초점을 두는 것이 더 중요하다.

## 종합논의

본 연구에서는 자극 형태의 동일성 여부에 따라 운동 자극의 처리가 달라지는지 알아보 고자 하였다. 이를 위하여, 운동 자극에 순응 된 후 나타나는 운동 잔여효과가 자극의 형태 변화에 따라 달라지는지 알아보았다. 본 연구 는 일련의 실험을 통하여 운동 잔여효과에 영 향을 주는 요인으로 세 가지를 주목하고, 이 를 통제하면서 형태동일성이 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 세 요인은, 첫째, 순응 자 극과 검사 자극의 동일 영역 여부, 둘째, 순응 자극과 검사 자극의 형태 동일성, 셋째, 운동 잔여효과가 발생하는 영역의 중심성 여부가 그것이다.

실험 1에서는 순응자극과 검사자극의 형태 동일성 여부가 운동 잔여효과에 미치는 영 향을 알아보았다. 다른 속성을 통제하기 위해 모든 자극은 동일한 넓이로 제시하는 조작을 하였으며, 순응-검사자극의 형태 일치성이 운 동 잔여효과를 일으키는데 영향을 미친다는 결과를 얻었다. 그러나 실험 1의 결과를 형태 동일성에 의한 효과라고 해석하기에는 불가능 했는데, 다른 요인들의 공변에 의한 효과라는 해석을 배제할 수가 없었다. 즉 실험 1에서는 순응자극과 검사자극의 영역일치성과 형태일 치성이 혼합되어 있기 때문에 원판과 고리의 형태 속성과 운동 잔여효과와의 관계를 직접 증명할 수는 없었다.

검사 자극의 제시 영역이 순응 자극의 제시 영역과 일치될 경우 운동 잔여효과가 나타난다는 연구(Anstis & Gregory, 1965)에 비추어보 면, 실험 1에서 순응 자극과 검사 자극이 동 일한 경우, 형태가 동일한 경우가 동일하지 않은 경우에 비해서 상대적으로 강한 운동 잔

여효과가 관찰된 이유가 영역 일치성에 의한 것이라고 해석될 수 있었다. 또한 원판 형태 와 고리 형태를 동일한 면적으로 구성했음에 도 불구하고, 초점 중심 영역에 제시한 원판 형태에 의한 운동 잔여효과가 초점 주변 영 역에 제시한 고리 형태에 의한 운동 잔여효과와 다를 가능성이 있었다. 정찬섭과 감기택은 운 동 잔여효과와 번짐 현상이 주변에서 중심으 로 강하게 나타나며, 그 반대의 경우는 약하 게 나타나는 비대칭성을 보고하였다. 그러므 로 영역 일치성과 형태 동일성에 의한 효과를 분리해내기 위해서는 자극 제시 영역이 중심 인지 주변인지에 따른 효과가 어떻게 달라지 는지를 알아볼 필요가 있었다.

실험 2와 3에서는 순응자극과 검사자극이 제시된 영역이 중심인지 주변인지에 따라 (제 시 영역과 형태가 공변 하게 됨) 운동 잔여효 과가 어떻게 달라지는지 알아보려고 하였다. 실험 2에서는 순응자극은 원판조건과 고리조 건으로 제시하였으며, 검사자극은 원판과 고 리가 합쳐진 자극으로 제시하였으며, 실험 3 에서는 순응자극과 검사자극의 역할을 바꾸어 제시하였다. 따라서 모든 조건에서 순응자극 과 검사자극에는 일치되는 영역이 있었으며, 운동 잔여효과는 영역일치 상태에서 관찰되었 다. 또한 자극의 영역크기속성이 운동 잔여효 과에 미치는 영향을 알아보기 위해 원판자극 과 고리자극이 동일한 넓이로 제시되는 조건 과 원판자극의 반지름과 고리자극의 두께가 동일한 조건이 구성되었다. 실험 2와 3은 모 두 순응자극의 속성이 원판일 때 운동 잔여효 과의 지속시간이 더 오래 지속된다는 결과를 얻었다. 이것은 자극의 제시 영역이 중심인지 주변인지에 따라 운동 잔여효과가 달라짐을 시사하고 있다. 또한 동일한 정도의 운동 잔

여효과를 얻기 위해서 주변의 고리 자극은 중심의 원판 자극에 비해 더 넓어야 한다는 결과도 얻었다. 그러므로 중심에 제시되는 순응 자극 또는 검사자극이 주변에 제시되는 순응 자극 또는 검사자극의 경우보다 강한 운동 잔여효과를 산출하는 것으로 보인다.

실험 4에서 영역 일치성을 일치와 불일치로 나누고, 형태 일치성을 조작하였다. 영역일치 조건에서 형태일치(원판-원판)와 형태불일치(원판-고리)간 운동 잔여효과와 유의미한 차이가 있었으며, 영역불일치조건에서는 형태불일치(고리-원판)와 형태일치(고리-고리)간 운동 잔여효과와 차이가 유의미했다. 따라서 순응/검사자극 제시영역의 중심성 효과는 자극의 형태 일치성 효과에 더해져 운동 잔여효과에 큰 영향을 미치는 요인임을 확인할 수 있었다. 그리고 영역불일치조건에서는 자극의 형태일치 요인이 운동 잔여효과에 영향을 주는 것으로 관찰되었다. 그러므로 운동 잔여효과가 발생하는 제시 영역의 중심성을 고려하더라도 형태일치성 요인이 운동 잔여 효과에 기여하고 있음을 강하게 추론할 수 있다.

본 연구는 순응 자극과 검사 자극의 영역 일치성, 운동 잔여효과 관찰 영역의 중심성을 모두 고려한 경우에도 형태 일치 정보가 운동 잔여효과와 강도에 기여하고 있다는 사실은 운동 정보의 처리에 형태 정보가 관여되어 있음을 지지한다. 정찬섭과 감기택의 연구가 형태 통합이란 측면을 연구하였고, 본 연구는 형태 동일성을 연구하였지만, 동일한 결론에 도달하였다.

본 연구에서는 영역 불일치 조건을 포함하는 실험 1과 4에서 운동 잔여효과가 관찰되었다. Snowden과 Milne(1997)는 부채꼴로 동일한 영역으로 나뉜 네 영역 중 대각선 영역 두 곳

에 순응자극을 제시하였고, 순응자극이 제시되지 않은 나머지 두 영역에 검사자극을 제시하였을 경우에도 운동 잔여효과가 관찰됨을 보고한 바 있다. 이 실험조건은 본 연구에서 영역불일치 조건과 동일하지만, 일반적으로 수용장을 이루는 동심원 구조에서 살펴보면 차이가 있다. 즉 Snowden과 Milne의 자극조건은 비록 순응자극과 검사자극이 서로 다른 영역에 제시되었다고 하더라도, 같은 반경 내의 원에 동일하게 포함되는 영역이었다. 그러나 본 연구에서는 동일한 반경 내에 포함되지 않는 영역으로 순응자극과 검사자극이 제시되었다. Snowden과 Milne의 연구가 회전운동을 탐지하는 수용장이 크기 때문에 얻어진 결과일 수도 있다고 해석하고 있지만, 본 연구에서 고리 형태에 순응되었을 경우 안쪽의 원판보다는 외곽의 고리 형태에서 운동 잔여효과가 더 크게 관찰된 것은 이러한 설명을 약화시킨다. 따라서 형태와 운동의 상호작용은 회전운동을 탐지하는 신경세포(Graziano, Andersen, & Snowden, 1994)가 있는 내측 중측두엽(MST) 이후의 신경처리에 있을 것으로 보인다(감기택, 2005; 정찬섭, 감기택, 2001)

그럼에도 불구하고 본 연구에서 얻은 실험 2와 3의 결과는 정찬섭과 감기택의 연구 결과와는 차이가 있는데, 특히 실험자극의 제시 구성이 유사한 실험 2의 결과는 운동 잔여효과와 번짐 현상의 방향이 정반대로 나타났다. 이런 차이는 현재로는 정확하게 설명되기 어렵다. 심각하게 고려할 수 있는 가능성은 자극 구성 측면을 거론할 수 있다. 정찬섭과 감기택의 연구는 정현파형의 방사 주기가 15 주기에 10 cycles/sec 이었으며, 본 연구에서는 5 주기에 2 cycles/sec 로, 공간 주기는 1.5 옥타브의 차이가 그리고 시간 주기는 2.25 옥타브의



차이가 있었다. 또한 각속도는 각각  $\frac{4}{3}\pi$  rad/sec와  $\frac{4}{5}\pi$  rad/sec로 본 연구에서 사용된 자극의 제시 회전속도가 느렸다. 이러한 차이는 자극의 회전 시공간 주파수가 다르게 제시되도록 만들게 된다. 이로 인하여 운동 잔여효과와 번짐 방향에 영향을 줄 가능성이 고려해볼 수 있다. 즉, 상이한 시공간 주파수를 처리하는 별개의 하위기체가 운동 잔여효과와 번짐 방향에 관해 상이한 특성을 보일 가능성을 제안한다. 이는 후속 연구를 통하여 검증되어야 할 것이다.

### 참고문헌

- 감기택 (2005). 회전 운동 잔여 효과의 확산 현상. *한국인지과학회지*, 16, 17-27.
- 김정훈 (2001). 대상의 움직임 파악에 미치는 색상정보의 비선형적 영향. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 13, 173-192.
- 정찬섭, 감기택 (2001). 형태통합이 운동 잔여 효과의 번짐에 미치는 효과. *한국뇌학회지*, 1, 211-215.
- Anstis, S. (1986). Motion perception in the frontal plane: Sensory aspects. In K. R. Boff, L. Kaufman, and J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Human Performance, Volume 1* (16.1-16.27). New York: John Wiley and Sons.
- Anstis, S. M. & Gregory, R. L. (1965). The after-effect of seen motion: The role of retinal stimulation and eye movements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 17, 173-174.
- Barlow, H. B. & Hill, R. M. (1963). Evidence for a physiological explanation for the waterfall phenomenon and figural aftereffects. *Nature*, 200, 1345-1347.
- Brainard, D. H. (1997) The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10, 433-436.
- Culham, J., Nishida, S., Ledgeway, T., Cavanagh, P., von Grünau, M., Kwas, M., Alais, D., & Raymond, J. (1998). Higher-Order Effects. In G. Mather, F. Verstraten, & S. Anstis (Eds.) *The Motion Aftereffect* (pp. 85-124). MA: The MIT Press.
- Dobkins, K. R. & Albright, T. D. (1994). What happens if it changes color when it moves?: The nature chromatic input to macaque visual area MT. *Journal of Neuroscience*, 14, 4854-4870.
- Graziano, M. S. A., Andersen, R. A., & Snowden, R. J. (1994). Tuning of MST neurons to spiral motions. *Journal of Neuroscience*, 14, 54-67.
- Huk, A. C., Heeger D. J., (2001). Neuronal Basis of the Motion Aftereffect Reconsidered. *Neuron*, Vol. 32, 161-172
- Kim, J. H. & Wilson, H. R. (1997). Motion Integration of the Center and Surround Motion. *Vision Research*, 37, 991-1005.
- Lenny, P., Trevarthen, C. van Essen, D., & Wassel, H. (1990). Parallel processing of visual information. In Spillman, L. & Werner, J. S. (Eds.), *Visual Perception: The Neurophysiological Foundations* (pp. 103-128). San Diego: Academic Press.
- Movshon, J. A., & Newsome, W. T. (1992). Neural foundations of visual motion perception. *Current Directions in Psychology*

- Science*, 1, 35-39.
- Nishida S. & Johnston, A. (1999). Influence of motion signals on the perceived position of spatial pattern. *Nature*, 397, 610-613.
- Nishida, S., Motoyoshi, I., Andersen, R. A. & Shimojo, S. (2003). Gaze modulation of visual aftereffect. *Vision Research*, 43, 639-649.
- Pantle, A. (1998). How do measures of the motion aftereffect measure up? In G. Mather, F. Verstraten, & S. Anstis (Eds.), *The Motion Aftereffect* (pp. 25-39). MA: The MIT Press.
- Pelli, D. G. (1997) The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10, 437-442.
- Snowden, R. J., & Milne, A. B. (1997). Phantom motion aftereffects - evidence of detectors for the analysis of optic flow. *Current Biology*, 7, 717-722.
- Taylor, J. G. & Schmiz, N. (1999). The Network of Brain Areas Involved in Motion Aftereffect. *NeuroImage*, 11, 257-270.
- Takeuchi T., & DeValois K. K. (2000). Modulation of perceived contrast by a moving surround. *Vision Research*, 40, 2697-2709.
- Ungerleider, L. G., & Minshkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In D. J. Ingle, M. A. Goodale, & R. J. Mansfield (Eds.), *Analysis of visual behavior* (pp. 549-578). Cambridge: MIT Press.
- Vanduffel, W., Fize, D., Mandeville, JB., Nelissen, K., Van Hecke, P., Rosen, BR, Tootell, RB., & Orban, GA. (2001). Visual Motion Processing Investigated Using Contrast Agent-Enhanced fMRI in Awake Behaving Monkeys. *Neuron*, 32, 565-577.

1 차원고접수 : 2006. 11. 7

최종게재결정 : 2007. 3. 28

## Effect of Stimulus Pattern Relationship on Motion Aftereffect

**Jiwon Chun**

**Institute of behavioral science in medicine  
Yonsei University college of medicine**

**Jong-Ho Nam**

**Department of Psychology  
the Catholic University of Korea**

It was investigated an effect of stimulus pattern relationship on motion perception, using motion aftereffect(MAE). Generally, it has been accepted that visual system processes pattern information of an object separately from motion information. However, there were recent reports on the possible interaction between two visual pathways: pattern and motion. In order to investigate whether there is an interaction between stimulus pattern and MAE intensity, we manipulated three aspects of relation between adapting and testing stimuli; pattern similarity, area occurring MAE, retinotopic specific area between adapting and testing stimuli. In Experiment 1, it was manipulated pattern similarities and shapes of pattern. In Experiment 2, shapes of adapting stimuli was manipulated, controlling overlapping area between adapting and testing stimuli. In Experiment 3, shapes of testing stimuli was manipulated, controlling overlapping area between adapting and testing stimuli. In Experiment 4, it was investigated effect of area occurring MAE and overlapping area between adapting and testing stimuli, controlling overlapping area. We measured duration of MAE, as an estimation of an intensity of MAE. It was observed that duration of MAE was longer when adapted stimulus pattern and test stimulus were same than when they were different. When overlapping area was controlled, similarity of shape has stronger effect on MAE than central area occurring MAE. These results suggest that the shape information of object has an influence on motion information processing, revealed by MAE.

*Keywords : pattern similarity, retinotopic specific area occurring MAE, MAE*