

## The role of knowledge on perception in Müller-Lyer illusion

Tai-Seok Chang<sup>1</sup>, Ji-Hang Lee<sup>1</sup>, & Jae-Moo Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>SungKyunKwan University & <sup>2</sup>Chung-Ang University

**[Purpose]** Perception plays an important role in understanding the environment or related objects in order for humans to perform physical movements more effectively. Sometimes they create different movements with different perceptions. Especially, visual perception errors that occur in sports situations can have a considerable effect on performance. Accurate knowledge of the environment in this process of perception is important in performing movements or actions. The purpose of this study was to investigate the effect of learning formation on perception using Muller-Liar illusion diagrams. To measure this, we compared the feedback group that induced knowledge learning and the control group that did not provide knowledge To see if there is a difference. Therefore, in this study, we have provided a visual feedback that can establish the cognitive awareness of the actual stimuli length to subjects, and investigated the changes in their matching action responses. **[Methods]** A total of 32 young and healthy subjects were randomly divided into two groups (Feedback and Non-Feedback groups). Subjects were asked to match the stimulus size with their index fingers and thumbs. Initially (pre-test), three different visual stimuli (inward, outward, and no arrows) were randomly presented 60 times (20 times each) and the grip sizes were recorded using the Liberty Motion Analysis System (Polhemus Co., America). Then, video clips of two lines merging each other were presented as feedbacks. Post-test protocol was identical to the pre-test protocol. The data were analyzed using the 3-way ANOVA with one RM factor (2 × 3 × 2). **[Results]** Results showed a significant 2-way interaction effect. Post-hoc results showed significant interaction between stimulus shape and pre/post-tests only in the experimental group. There was a significant decrease in the grip size after feedback in the OUT condition of experimental group. However, in the control group, there was no interaction between stimulus shape and pre/post-tests. **[Conclusion]** Overall, current results indicates that, while visual illusion can affect the action, the provision of visual feedback can establish the awareness of actual stimulus size and suppress the influence of illusion on action.

**Key words:** Müller-Lyer Illusion, Knowledge, visual illusion, Perception

### 서론

인간의 삶은 신체의 움직임을 통해 영위될 수 있으며, 신체의 움직임을 보다 효과적으로 수행하기 위해 자신이

처한 환경, 관련된 사물에 대한 정확한 지각 (perception)이 바탕이 된다. 지각은 주어진 환경에서 제공되는 다양한 정보 통합을 통해 움직임과 상호작용을 하는 중요한 과정 중 하나이다(Goodale & Humphery, 1998). 특히 다양한 감각 정보원 중 시각 정보는 인간의 움직임과 상호작용하는 가장 중요한 감각 정보로 여겨져 왔으며, 시각 정보의 지각과 동작의 연관성에 대한 다양한 연구들이 진행되어왔다. 첫 번째 관점은 지각과 동작

논문 투고일 : 2018. 01. 02.

논문 수정일 : 2018. 02. 05.

게재 확정일 : 2018. 02. 28.

\* 교신저자 : 이재무(ljmmc@naver.com).

의 분리성을 주장한 연구이다. 신경과학 연구 분야에서는 지각과 움직임 시 중추신경계의 역할에 대해 주목해왔으며, 그 중 Milner와 Goodale(1995)의 지각-동작 모델(perception action model: PAM)이 가장 유력한 이론으로 자리 매김하고 있다. PAM에 의하면 시각피질에서 신경흐름(neural stream)이 기능적 역할에 따라 우리가 물체의 시각적 특질을 지각, 인지하는 것에 사용되는 복측흐름(ventral stream)과 주변환경 속에서 신체를 움직이는 과정에 동원되는 시각 처리 과정을 담당하는 배측흐름(dorsal stream)으로 분리되어 있다(Goodale & Milner, 1992; Lavysen et al., 2006). 신경학적으로 지각-인지 과정의 경우 일차시각피질에서부터 하부측두엽영역(inferior temporal areas)이르는 복측흐름과 연관성이 있으며, 해당 시각 흐름은 외부 공간의 인식을 외부참조기준에 의거 해석하며, 물체의 인지와 식별에 중요한 역할을 담당하는 것으로 보고 있다. 반면, 배측흐름은 일차시각피질에서부터 상부두정엽영역(superior parietal areas)까지 이어지는 신경 연결망으로서 인간의 목표지향적 움직임에 관여하고 있는 것으로 받아들여지며, 복측흐름이 공간을 외부참조기준을 통해 인식하는 것에 반해, 배측흐름은 내부참조기준(egocentric criteria)을 활용하며, 자신의 신체에서 전달되는 정보들에 보다 민감한 것으로 알려져 있다(Lavrysen et al., 2006, Park & Lee, 2012).

그 동안 두 시각흐름의 분리와 기능적 역할에 대해서 동물실험과 대뇌 병변환자의 임상 연구를 통해 많은 연구들이 이루어져 왔다(Milner & Goodale, 1995). 복측흐름에 위치한 대뇌 영역에 병변이 있어 물체 또는 시각 패턴을 인지는 것에 극심한 손상을 입은 시각 인지불능(visual agnosia) 환자의 경우 실제로 물체를 잡거나 조준하는 움직임은 비교적 손상을 받지 않은 것으로 나타났다. 흥미로운 점은 배측흐름의 경우 이와는 반대의 지각과 움직임 손상 패턴이 발견되었다(Goodale, Jakobson, & Keillor., 1994; Milner, Paulignan, Dijkerman, Michel, & Jeannerod., 1999; Milner, Dijkerman, Pisella, McIntosh, Tilikete, Vighetto, & Rossetti., 2001).

두 번째 관점은 지각과 동작의 일치성을 주장한 연구이다. 티체너 착시를 사용하여 피험자에게 도형 끝과 끝

을 이동하는 조준과제를 수행하였을 때 시각적 착시 현상으로 인해 이동거리의 차이가 발생하였으며, 도형을 손으로 잡는 과제에서는 지각된 목표물의 크기 차이 때문에 잡기과제 수행에서 그림크기에 영향을 미쳤다고 보고하였다(Lee & van Donkelaar). 또한 Binsted, Chua, Helsen, & Elliott(2001)은 물러-라이어 착시를 이용하여 조준과제 수행 시 동작의 특성을 파악하는 연구를 진행하였는데 화살표의 방향으로 인해 선분의 길이가 다르게 보이는 현상 때문에 동작이 다르게 나타났다고 보고하였다. 이와 같은 결과를 Chinellato, Cervera, Grzyb & Del pobil(2008)은 배측흐름과 복측흐름 사이에 연결하는 신경경로가 있기 때문에 위와 같은 결과를 뒷받침하였다.

이러한 일치성과 분리성 관점에서의 연구 외에 다른 관점에서도 이런 시각적 착시를 활용한 연구가 진행되었다. Lee & Jang(2013)의 연구에서는 생태학적 관점에서 정보획득 과정 중 지각과 동작의 차이에 대해 보고하였다.

이 같은 연구들을 바탕으로 PAM을 설명하고 있으며, 시각흐름의 분리, 연합을 증명하기 위해 많은 연구에서 시각착시(visual illusion) 패러다임이 적용되었다. PAM을 설명하기 위한 시각적 착시 패러다임의 적용 원리는 복측흐름에서 처리되는 지각-인지 판단의 경우 시각적 착시 현상을 해 유발된 시각정보에 영향을 받게 되며, 배측흐름의 경우 목표지향적 움직임을 담당하고 있기 때문에 시각적 착시에 비교적 영향을 받지 않을 것이라는 것에 있다. 특히 배측흐름은 움직임을 위한 공간의 인식을 자신의 신체에서 전달되는 정보에 의거하며, 내부참조기준을 사용하기 때문에 외부에서 변형, 전달된 정보인 착시에는 민감하게 반응하지 않을 것이라는 가설에 기반한다(Goodale & Haffenden, 1988).

시각적 착시 패러다임 적용 연구 결과 들은 지각판단과제는 착시에 영향을 받으며, 잡기와 조준과 같은 움직임 과제는 착시에 비교적 영향을 받지 않는 것으로 나타나 PAM을 지지하고 있다(Aglioti, DeSouza & Goodale et al., 1995; Haffenden & Goodale, 1998). 그러나 Franz 등(2000)의 연구에서는 시각 착시가 지각과 동작에 미치는 영향이 같은 것으로 보고하고 있으며, 에빙하우스 착시를 통해 지각과 동작에 미치는

영향을 살펴본 Pavani 등(1999)의 연구에서 역시 지각과 동작에 착시는 동일한 영향을 미치는 것으로 밝히고 있어 아직 PAM은 논쟁의 대상이 되고 있다.

따라서 최근 PAM의 한계점과 그 원인을 설명하기 위한 여러 모델이 제시되고 있다. 첫 번째로 과제-요구 모델(task-demand model)에 의하면 일반적으로 움직임을 생성하기 위해 사용되어 지는 시각 정보는 절대적 기준의 참조 프레임을 통해 우리의 뇌에서 해석되어 지기 때문에 시각적 착시 과제에 영향을 덜 받게 되는 반면 지각의 경우 시각 정보의 내용을 상대적 참조 프레임을 통해 해석하기 때문에 움직임 과제 보다 시각 정보에 의존적이며, 따라서 착시 과제에 더욱 민감하게 된다(Vishton, Rea, Cutting & Nenez, 1999). 두 번째로 Franz(2001)는 일반적 표상 모델(common representation model)을 통해 착시의 영향력에 가장 중요한 변수는 개인의 주의(attention) 비율에 있는 것으로 보고 있다. 특히 Aglioti 등(1995)의 시각적 착시를 이용해 PAM을 설명하는 선구적 연구에서부터 지각과 움직임을 산정할 시 주의 비율의 차이가 존재하며, 이러한 주의 비율의 차이를 줄이는 적절한 실험 평가를 한다면 지각과 움직임 모두 착시의 영향력은 같아지게 된다 하고 있다.

마지막으로 Glover와 Dixon(2001)은 PAM 모델의 한계점을 계획-제어 모델(planning-control model: PCM)과 PAM 모델의 연합을 통해 극복하고자 하였다. 계획-제어 모델은 Woodworth(1899)의 전통적 이론을 바탕으로 움직임을 사전 계획 단계와 현재 동작 제어 단계로 구분하는 관점에서 출발하며, 각 단계에 따라 시각적 표상이 영향을 미치는 정도가 다를 것이라는 가설에 기반한다. 한편 전통적인 PAM 모델과는 달리 최근 연구들에서는 우리의 뇌가 처리하는 지각과 동작은 완전 분리된 것이 아니라 두 신경 경로의 상호작용이 발생하며, 그렇기 때문에 일부 연구들에서 제기된 PAM 모델의 한계점을 극복할 수 있다 하였다. 특히 Binsted, Chua, Helsen, & Elliott(2001) 등은 물러-라이어 착시를 이용하여 착시는 지각과 동작 모두에 영향을 미칠 수 있음을 증명하였으며, 신경해부학적 연구들에서도(Cloutman, 2013; Grafton, 2010) 배측 흐름의 하측두엽(inferotemporal area)과 복측 흐름의 두정엽(parietal area)의 신경학적 연결을 발견하고 있어 두

신경 경로의 상호작용은 설득력을 얻고 있다.

그러나 시각 처리를 담당하는 두 경로가 상호작용하고 있음이 인정되고 있지만, “어떻게”, “언제” 이러한 작용이 발생하는지는 아직 명확하게 입증되지 못하고 있다.(Polanen, & Davare, 2015). 따라서 Glover와 Dixon은 PCM에서 전체적인 움직임 형성은 계획과 현재 움직임 단계로 구별되며, 착시과제의 제공 시 지각은 계획단계에 발생되며, 동작은 계획단계 이후에 발생하는 과정으로 보고 있다. 특히 시각 정보가 얼마나 오랫동안 동작 제어에 영향을 미치는지를 알아본 연구들에서는 약 2초 후에는 착시와 같은 시각 정보가 미치는 영향이 완전히 감소함을 보여주고 있어, 지각이 동작에 영향을 미칠 때 발생하는 시간적 경과의 효과를 설명하고 있다(Hu, Goodale, 2000; Westwood et al., 2000).

종합적으로 PCM을 통해 시각 신경 처리를 설명하는 이들은 지각은 움직임을 계획하는 단계에 형성되며, 이렇게 형성된 지각은 동작을 수행할 때 영향을 미치며, 그 효과는 시간의 경과에 따라 달라질 수 있음을 주장하고 있다. 따라서 그들은 지각-동작의 상호작용 효과는 시간적 경과에 따라 변화되며, 선행 연구들의 실험에서 지각과 움직임의 측정 시점의 차이에서 PAM 모델의 가정에서 벗어난 결과의 이유로 지적하고 있다.

본 연구에서 주목하고 있는 점은 전통적 PCM에 따르면 목표물의 인식되는 광학적 배열과 사전의 경험을 바탕으로 동작에 관한 동작 변수를 계산하는 방식을 종합적으로 설명하는 이론이다. 그러나 지각에 영향을 미치는 결정 요소로 광학적 배열 역할 뿐 아니라 사전 경험의 중요성을 강조하고 있음에도 불구하고 그동안의 착시 과제를 활용하여 시각의 지각과 동작의 특성을 밝히고 있는 선행 연구들을 살펴보면 광학적 배열의 역할과 특성을 밝히는 것에 집중되어왔다(Haffenden & Goodale, 2000; Franz et al., 2000; de Grave, Biegstraaten, Smeets, & Brenner, 2005).

PCM의 계획단계에서 설명하고 있는 경험적인 요소는 실질적인 경험에 의해 생성된 기억(memory) 또는 지식(knowledge)이라 하겠다. 따라서 본 연구에서는 목표물에 대한 명확한 지식(knowledge)의 전달이 목표물에 대한 지각에 어떠한 영향을 미치는가를 확인하고자 한다. PCM을 지지하는 학자들이 측정의 시기적 문제와

목표의 광학적 배열 등에 중점을 두고 있는 반면, 본 연구에서는 계획단계에서 발생하는 인지과정(cognition process)에 대한 이해가 시각의 지각과 움직임의 설명에 중요한 역할을 가지고 있을 것이라 가설에서 출발한다.

전통적으로 철학과 과학 분야 모두에서 지각(perception)은 지식(knowledge)과는 별개의 개념으로 인식되어 왔지만, 최근 지각이란 지식에 기반한 문제 해결 과정을 통해 이루어진다는 시각이 대두되고 있다(Gregory, 1996). Helmholtz(1821-1894)는 시각의 지각은 비 의식적 추론이라 주장하며, 추론은 자신의 지식을 기반으로 감각 정보들을 통해 전달되는 정보들과의 통합적 추론과정이며 그 결과가 지각(perception)이라 하였다. 인간은 생존을 위해 필요한 기초 정보들을 시각 정보를 통해 명확히 해석 할 수 없으며, 시각정보의 애매 모호성을 극복하기 위해 자신의 지식을 활용하게 된다. 예를 들어 물체의 단단함, 무게, 뜨거움, 차가움, 또는 먹을 수 있는 것, 아닌 것들에 대한 정보는 사전 지식에 의존하게 된다.

물리-라이어 착시 현상은 인간이 이차원적 시각 정보를 활용하여 깊이 지각을 하기 위해 경험적으로 획득되어진 지식의 일부이다(Gregory, 1968). 그러나 본 연구에서와 같이 화살표의 방향에 따라 선의 길이가 다르게 보이지만, 실제로는 같은 길이의 선 이라는 명확한 지식(knowledge)에 대한 피드백을 연구 참여자에게 전달하게 된다면, 획득된 지식을 통해 물체의 지각(perception)에 어떠한 영향을 미치는 지를 확인 할 수 있을 것으로 판단된다. 이를 통해 PAM 관련 연구에서 나타나는 지각과 동작에 미치는 착시의 효과가 상이하게 나타나는 이유가 물체를 지각하는 과정에서 지식의 역할이 있을 수 있음을 밝히고, 실제 인간의 지각과 동작에 자신이 가지고 있는 물체에 대한 명확한 정보인 지식(knowledge)이 어떠한 영향을 미치는지를 규명 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 지각판단과제를 통해 획득되는 그림의 크기(지각의 측정)가 지식의 학습을 유도한 피드백 집단과 지식을 제공하지 않은 통제집단 간에 어떠한 차이를 나타내는지 확인하여, 인간이 지각과정에서 시각 정보를 통해 움직임을 계획하고, 활용하는 것에 지식(knowledge)의 역할과 의미를 확인하는 것이다.

## 연구방법

### 연구대상

연구 대상은 교정시력이 1.0이상인 사람으로 시각과 관련된 병력이 없으며 오른손잡이로 선정하였다. 연구에 참여한 총 인원은 32명으로 피드백 그룹(n=16), 통제 그룹(n=16)으로 무작위 분류하였다. 연구 참여자에게 연구 전반에 대해 설명과 함께 연구 참여 동의서를 받았으며, 대상자에 대한 특징은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of Subject

Group	N	Age (yr)	Visual Acuity
Feedback	16	25±3.5	1.0±0.8
Non Feedback	16	26±2.7	1.0±7.5

### 측정도구

시각적 착시로 인해 나타나는 동작을 측정하기 위해 Liberty Motion Analysis System(Polhemus CO., America.)을 이용하여 동작특성을 측정하였다. Liberty 시스템은 신체에 부착된 센서의 전자자기장 변화 추적을 통해 자료를 산출하며, 240 Hz의 빈도로 데이터를 기록하며, 30cm의 기준에서 약 0.0004cm의 오차를 보인다. 피험자는 모니터 화면에 제시된 시각적 착시 도형을 보고 시작점에서 출발하여 도형을 잡기 위한 지각판단(perception estimation) 과제를 수행하였다. 이때 X, Y, Z 값으로 데이터 산출이 이루어진다. 산출된 데이터를 통하여 최종그림크기를 연구에 활용하였다.

### 연구절차

본 실험은 크게 시각적 착시를 보고 도형의 크기에 대한 지각판단 과제를 수행하면서 중간에 피드백을 제공받은 집단과 아닌 집단을 구분하여 실시하였다. 실험에 앞서 피험자에게 연구참여 동의서를 받았으며, 본 연구의

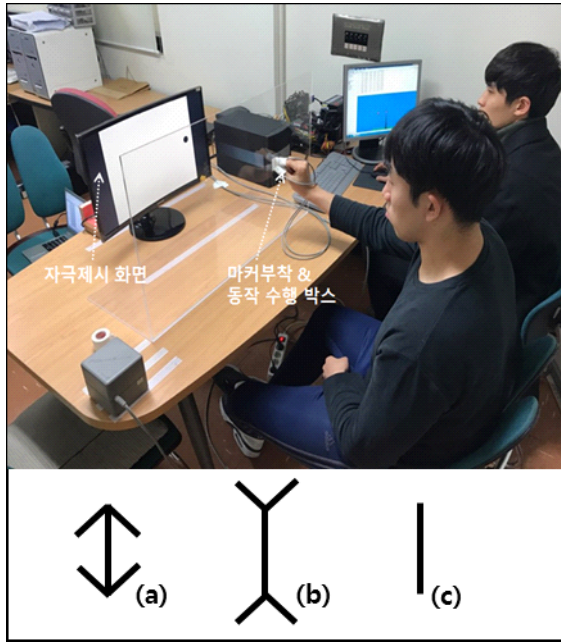


Fig. 1. Perception & Action task  
(a : wing in, b: wing out, c: control)

목적 달성을 위해서 실험에 참여한 피험자에게 물러-라이어 착시 도형에 대한 지식이 있는지 없는지를 확인 한 후 실험을 진행하였다.

본 실험에 앞서서 시각적 착시를 통하여 지식이 지각에 미치는 영향을 알아보기 위해 전문가의 사전 논의를 통하여 피험자 4인을 대상으로 사전 파일럿 테스트를 진행하였다. 동작측정을 위해서 오른손 엄지와 검지에 마커를 부착한 후 정확한 측정을 위한 보정(calibration)을 하고 과제에서 수행할 동작을 3회 진행하였다. 본 연구에서 사용된 물러-라이어 착시 도형의 크기는 12cm의 선분으로 된 도형을 사용하였으며 정확한 측정을 위해서 마커 부착 후 마커를 부착한 엄지와 검지의 길이를 재서 분석할 때 측정된 길이만큼 줄여서 계산하였다.

실험 준비가 완료된 후 피험자는 가로 80cm, 세로 50cm로 제작된 투명 아크릴 박스에 손을 두고 과제가 시작하게 되면 우측에 검은색 점에 엄지와 검지를 모아서 고정하고 2000ms 뒤에 도형이 나타나면 이를 잡기 위한 지각판단 과제를 수행하였다. 도형은 화살표의 방향이 바깥으로 향하는 아웃도형, 안쪽을 향하고 있는 인도형, 선분만 표시되는 통제도형 세 가지 도형이며, 무작위로

10회씩 지각판단 과제를 수행하였다(Fig. 1).

30회의 지각판단 과제 수행 후 피드백 집단은 과제에 사용된 도형의 선분의 길이가 같다는 것을 자극제시 화면에 연구에 사용된 자극들이 가운데로 모여면서 각각의 착시 도형의 길이가 같다는 피드백을 제시 받고, 다시 30회의 지각판단 과제를 수행하였다. 피드백을 제공받지 않은 집단은 30회 후에 30초의 휴식시간을 제공 받은 뒤 지각판단 과제를 수행하였다.

과제 수행 중 시각적 착시의 정확한 효과 측정하기 위해서 피험자의 상체와 머리 그리고 팔꿈치는 고정시키고 아크릴판에 고정된 상태에서 손가락의 움직임만 할 수 있도록 허용하였으며, 구체적인 연구의 절차는 <fig. 2>와 같다.

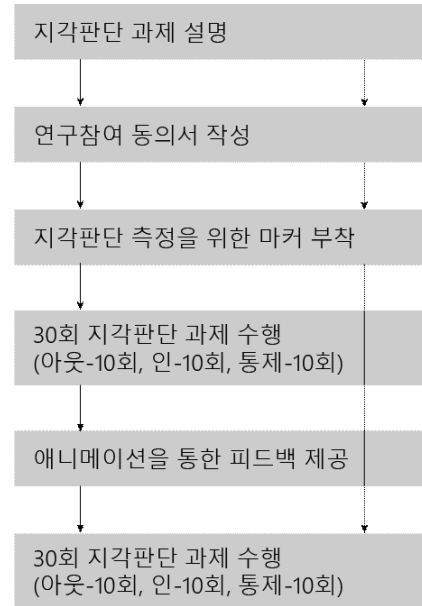


Fig. 2. Perception estimation task process  
(left : Feedback group, right : Nonfeedback group)

### 자료 분석

수집된 자료는 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 피드백 집단과 논피드백 집단의 사전-사후, 도형 조건 별 차이 분석을 위해 2(집단) x 3(도형) x 2(시기)

에 따른 3way Mixed design ANOVA with repeated Task, Trial Session 분석을 실시하였다. 3원 분산분석의 사후 검증을 위해 단순상호작용효과분석(simple interaction effect)을 실시하였으며, 피드백 집단과 논 피드백 집단으로 각각 분리하여 이원분산분석 RG(3)×RM(2) 을 실시하였다. 2원 분산 분석의 사후 검증을 위해 Bonferroni's 검사를 실시하였다. 유의수준  $\alpha = .05$ 에서 검증하였다.

### 연구결과

본 연구의 결과는 몰리-라이어 착시를 활용하여 지식

이 지각에 미치는 영향을 알아보기 위하여 피드백 집단과 피드백을 받지 않은 집단의 지각판단 과제 수행 차이를 살펴보았다

### 잡기과제에 대한 집단별 기술통계

몰리-라이어 착시를 활용한 지각판단 과제에서 피드백 제공 유무가 그림크기에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 분석한 기술통계 결과는 다음 (Table 2)과 같다. 결과를 보면 피드백을 제공하지 않은 집단의 경우 사전과 사후에 도형이 바깥으로 향해있는 아웃 도형과 안쪽으로 향해있는 인 도형에서 차이가 나타나지 않았다. 피드백을 제공 받은 집단에서는 화살표가 없는 통제도형 집단과 인 도형

Table 2. Descriptive statistics for Grib width(cm)

	Nonfeedback (n= 16)			Feedback (n= 16)			Row Means
	Pre	Post	Subject Means	Pre	Post	Subject Means	
Out	13.20 (±1.29)	13.45 (±1.29)	13.32 (±1.28)	12.51 (±1.44)	11.45 (±1.88)	12.42 (±1.74)	12.63 (±1.66)
In	11.61 (±1.36)	11.98 (±1.31)	11.79 (±1.33)	11.07 (±1.72)	10.90 (±1.84)	11.42 (±1.76)	11.38 (±1.60)
Control	11.90 (±1.32)	12.26 (±1.33)	12.08 (±1.31)	11.07 (±1.59)	11.07 (±1.87)	11.65 (±1.71)	11.56 (±1.60)
Column Means	12.24 (±1.47)	12.56 (±1.43)	12.40 (±1.46)	11.55 (±1.70)	11.14 (±1.84)	11.83 (±1.78)	11.86 (±1.71)

Table 3. perception task result analysis(three way ANOVA).

Source5	SS	df	MS	F	p	$\eta^2$	post-hoc
between-subjects							
Group	27.542	1	27.542	12.301	.001	.117	a>b,c
Stimulation	30.697	2	15.348	6.855	.002	.128	
Group* Stimulation	1.216	2	.608	.272	.763	.006	
error	208.223	93	2.239				
Within-subjects							
Repeat	.092	1	.092	.309	.580	.003	
Repeat*Group	6.779	1	6.779	22.669	.000	.196	
Repeat* Stimulation	3.378	2	1.689	5.648	.005	.108	
Repeat* Group* Stimulation	2.113	2	1.057	3.534	.033	.071	
Error (Repeat)	27.809	93	.299				

집단에서의 차이는 발생하지 않았지만 아웃 도형에서 사전에 비해 사후에 지각판단 과제의 크기가 줄어든 것으로 나타났다.

**잡기과제에 대한 집단별 삼원분산분석**

지각판단 과제 수행에서 피드백 제공 유무에 따른 각 반응조건의 사전 사후 그림 추정 값의 차이를 알아보기 위하여 3way(2X3X2) 2RG·RM ANOVA를 실시한 결과는 다음과 같다(Table 3).

먼저 집단 간 주효과 분석에서 피드백 집단과 피드백을 제공 받지 않은 집단 간 차이가 있는 것으로 나타났으며( $F(1,93)=6.855, p<.05$ ), 사후 분석 결과 아웃 조건이 인, 통제 조건보다 그림 크기가 큰 것으로 나타났다. 그러나 집단과 세 가지 도형(인, 아웃, 통제)의 상호작용효과는 없었다( $F(2, 93)=0.272, p>.05$ ).

집단 내 주 효과 분석에서 반복에 의한 차이는 나타나지 않았지만( $F(1, 93)=0.309, p>.05$ ), 그룹과 반복측정의 상호 작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $F(1, 93)=22.669, p<.05$ ). 또한 세 가지 도형과 반복측정의 상호 작용 효과 또한 있는 것으로 확인되었다( $F(2, 93)=5.648, p<.05$ ). 마지막으로 집단(Feedback-nonfeedback)\*반복측정(repeat)\*세 가지 도형(stimulation)의 3원 상호 작용효과를 분석한 결과 상

호작용 있는 것으로 나타났다( $F(2, 93)=3.534, p<.05$ ).

3원 상호작용 효과의 원인을 알아보기 위하여 단순 상호작용효과(simple interaction effects) 분석을 실시하였다. 3원 상호작용 효과를 해석하기 위하여 Feedback 그룹과 Nonfeedback 그룹으로 나누어 각각 이원분산분석을 실시하였다. 먼저 피드백이 제공 되지 않은 그룹의 분석 결과 집단 간 분석에서 세가지 도형 유형에 따른 차이가 나타났으며( $F(2, 45)=6.446, p<.05$ ), 사후분석 결과 아웃 조건 집단이 인, 통제 집단보다 그림크기가 큰 것으로 나타났다. 집단 내 분석을 살펴보면 반복에 의한 주효과를 분석한 결과 사후 측정에서 그림 크기가 커진 것으로 나타났다( $F(1, 45)=14.507, p<.05$ ). 그러나 반복측정과 세 가지 도형의 상호작용을 살펴 본 결과 통계적으로 유의미하지 않았다( $F(2, 45)=0.211, p>.05$ ).

다음으로 피드백 제공 그룹을 분석한 결과 집단 간 분석에서는 세 가지 도형 유형에 따른 차이가 없는 것으로 나타났다( $F(2, 48)=1.853, p>.05$ ). 집단 내 분석에서 반복측정의 주효과 분석결과 자극제시 이후 그림 크기가 유의미하게 작아지는 것을 확인하였다( $F(1, 48)=10.541, p<.05$ ). 또한 반복측정과 세 가지 도형의 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다( $F(2, 48)=6.751, p<.05$ ).

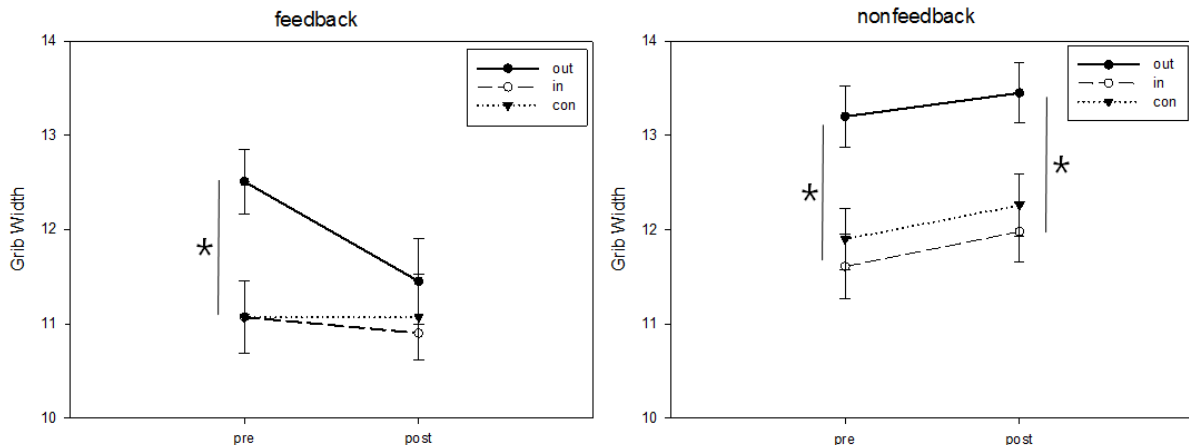


Fig. 3. Simple interaction effect by group (feedback-nonfeedback)

## 도형종류와 집단의 상호작용 효과

Feedback 그룹과 Nonfeedback 그룹으로 나누어 단순 주효과분석을 실시한 결과 두 그룹의 2원 분산 분석 결과에는 차이를 보이고 있다(Fig. 3).

특히 피드백 그룹은 도형형태와 반복에 의한 상호작용효과가 나타났으며, 특히 아웃 조건의 경우 피드백 제공 이후 그림 크기가 상대적으로 감소하였으며, 인, 통제 조건과 유사한 특성으로 변화하는 것을 살펴 볼 수 있다. 반면 논 피드백 그룹에서 아웃 조건은 사후 검사에서 인, 통제 조건과 그림 크기의 차이를 보이는 동일한 패턴의 변화 형태를 유지하고 있다.

따라서 3원 상호작용 효과가 발생하는 주요인으로 피드백 그룹 아웃 조건에서 피드백 이후 발생하는 그림 크기의 변화 결과라 해석된다.

즉 착시 현상을 통해 발생하는 아웃 조건에서 그림 크기 차이가 피드백 이후 상쇄되는 것을 의미한다.

## 논 의

세상에 대한 대부분의 인상과 기억들은 우리의 시각에 기초하며, 인간의 움직임에 있어 시각 정보는 가장 중요한 역할을 담당한다. 따라서 그간 많은 연구들에서 시각의 신경해부학적 특징, 기능적 특징 등에 대해 관심을 가져왔으며, 특히 눈을 통해 획득되어진 시각 신호들이 대뇌에서 어떻게 처리되는가에 대한 관심은 시각 연구의 가장 중요한 연구 영역 중 하나로 다루어져왔다.

현재 시각 정보 처리에 대한 가장 설득력 있는 이론은 기능적, 해부학적으로 두 가지의 신경 처리 경로가 분리되어 있다는 것이다. 지각(perception) 관련 처리를 담당하는 복측경로(ventral stream)와 동작(action) 관련 영역으로 알려져 있는 배측경로(dorsal stream)로 구분하고 있다. 이러한 분리된 시각 정보 처리 경로는 대뇌 병변 환자를 대상으로 하는 신경심리학적 연구들에서 밝혀져 왔으며(Goodale & Milner, 1992; Goodale, Milner, Jakobson, & Carey, 1991), 시각착시(visual illusion) 연구 방법을 이용한 정상인 대상 연구에서 또한 양분된 시각 처리 경로를 증명하고 있다

(Aglioti, et al., 1995).

그러나 최근 일부 연구들에서 시각착시를 적용한 연구 방법이 시각 정보 처리 경로가 분리되어 지각과 동작을 처리한다는 지각-동작모델(PAM)을 증명하기에는 한계가 있음을 지적하고 있다. 특히 계획-제어 모델(planning-control model: PCM)을 통해 시각 정보 처리의 특징을 설명하고 있는 Glover와 Dixon(2001) 등은 선행 연구들의 연구에서 발생하는 시각착각을 통해 유발되는 지각(perception)의 차이 발생 원인을 지각의 질(quality)를 결정하게 되는 계획 단계의 측정 시점의 차이에서 기인한 것이라 설명하고 있다. 그러나 PCM을 지지하는 연구자들 역시 물체, 환경 등 시각 정보의 인식에 관여하게 되는 개인의 사전 지식(knowledge)에 대해서는 대체로 언급하지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 시각적 착시 현상 패러다임을 적용하여 지각의 변화를 살펴보기 위해 사용된 지각 판단(perception estimation) 과제를 동일하게 적용하였으며, 기초선을 설정하기 위하여 사전에 실험집단과 통제 집단 모두 시각적 착시 도형 과제에 대한 지각 판단 결과를 획득하였다. 이후 실험집단에게 시각적 착시 도형 지각 과제에서 발생하는 선분 길이의 차이는 실제(reality)가 아니며 착시(illusion)에 의한 것이라는 지식(knowledge)를 습득하도록 명확한 피드백을 제공하였다.

구체적으로 본 연구에서 사용된 시각적 착시 도형 지각 과제 과제는 물러-라이어 착시 도형을 활용하였으며, 해당 과제는 인간이 지각하고 움직임을 생성할 때 발생하는 인지적 자각(cognitive awareness)의 특성을 밝히는 것에 유용한 과제로 활용되어 왔다. 실험에서는 총 3개의 선분이 피험자에게 제시되며, 선분의 화살표 방향이 안쪽으로 향해 있는 인 도형과 바깥쪽으로 화살표 방향이 향하는 아웃 도형, 마지막으로 화살표가 없는 참조 도형이 사용된다. 물러-라이어 착시를 이용한 지각(perception) 측정 결과 대부분의 연구에서 아웃 조건의 도형이 길어 보이며 지각판단(perception estimation)에서도 동일한 결과를 보이게 된다. 본 연구에서는 선분 길이의 차이가 피드백을 통한 정확한 지식(knowledge)획득을 통해 조절, 변화 될 수 있다는 가설을 검증하고자 한다.



연구결과 통제집단의 경우 아웃 도형의 선분 길이를 인과 참조 도형 조건 보다 평균 1.5cm 정도 더 길게 지각(perception)하는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 이후에 실시된 사후 검사에서 역시 변화 하지 않았다.

실험집단의 경우 사전 기초선 검사에서 통제집단의 결과와 유사하게 아웃 도형의 길이를 인 참조 도형 보다 더욱 길게 지각(perception)하는 것으로 나타났다. 그러나 기초선 측정 이후, 시각적 착시 도형 지각 과제에서 제공되는 각 도형의 길이가 동일하다는 명확한 피드백을 시각적, 언어적으로 제공한 이후의 사후 측정에서는 out 도형의 길이 지각(perception)이 평균 1.06cm 짧아지는 것을 확인할 수 있었다. 반면, 인 도형과 참조 도형은 사전 측정 과 평균 차이를 보이지 않았다.

이러한 결과를 종합해 볼 때, 물러-라이어 착시 과제에 제공된 총 3 가지의 도형 길이가 최초에는 선행 연구들과 마찬가지로 서로 다른 길이로 지각(perception)되지만, 도형의 길이가 동일하다는 피드백 제공을 통해 도형의 특징에 대한 실제(reality)에 대한 정확한 지식(knowledge)이 형성되게 되면, 도형 길이를 다르게 지각하는 착시(illusion) 현상이 감소하게 되는 것을 의미한다. 따라서 시각적 착시 도형 지각 과제에서 지식(knowledge)의 획득은 시각 정보의 지각(perception)에 영향을 미친다는 가설을 일부 입증하고 있다.

구체적인 결과를 살펴보면, 물러-라이어 과제에서 인 도형의 길이 지각과 참조 도형의 길이 지각은 기초선 실험 단계에서 차이를 나타내지 않고 있다. 반면, 아웃 도형의 길이 지각은 실험집단, 통제집단 모두 실제 길이 보다 과(over)지각평가가 발생하는 것으로 해석된다. 이러한 결과는 Lee & Jang(2013)의 물러-라이어 착시가 지각-동작 특성에 미치는 영향을 알아본 연구에서 지각 판단의 과 지각이 발견되어 본 연구의 결과를 지지하고 있다. 흥미로운 점은 이러한 과 평가가 실험집단의 결과에서 나타난 것과 같이 지식(knowledge) 획득 후에 점차 감소하게 되며, 나머지 도형과 동일한 길이의 지각 정도로 변화 되는 것을 확인 할 수 있었다. 피드백 제공을 통해 획득된 물러-라이어 도형에 대한 지식의 변화가 in 도형과 참조 도형에는 영향을 미치지 않지만, out 도형의 길이 지각에 영향을 미친 것은 지식을 통한 지각 변화의 가능성을 보여 주는 것이라 판단된다.

Gregory(1968)는 물러-라이어 착시 가 발생하는 원인에 대해 관점(perspective), 또는 깊이 지각에 대한 단서(cues), 그리고 부적절한 환경 불변성 등에 의해 발생하는 것이라 하고 있다. 시각을 통해 획득되는 정보는 기본적으로 이차원적인 정보로 구성된다. 그러나 실제의 삼차원 공간에서 물체의 거리, 깊이 등을 지각하기 위해 사용되는 단서의 일종으로 물러-라이어 착시 도형의 화살표 모양이 시각 정보처리 과정을 통해 우리의 뇌는 삼차원 공간을 재구성, 인식(cognition) 하게 된다.

종합적으로 본 연구를 통해 지식의 활용이 지각에 영향을 미치는 것을 일부 확인 할 수 있었다. 따라서 본 연구는 von Helmholtz(1866)의 시각 지각을 위해서는 반드시 지식이 필요하다는 이론을 지지하고 있으며, 시각적으로 보이지 않는 물체의 특성, 또는 이차원적 시각 정보로 불완전하게 해석되는 정보는 지식을 활용하여 비의식적인 방법으로 귀납적 추론을 통해 완성될 수 있다.

그러나 지식이 지각에 중요한 역할을 담당함에는 동의 하지만 지식이 반드시 지각에 활용된다는 견해에는 일부 문제점이 존재한다. 지각이란 것은 우리의 생존과 안전을 위해 상당히 빠른 시간 내에 이루어져야만 하는 과정 중 하나이다. 그러나 지식을 활용한 개념적 판단은 상당한 시간이 걸릴 수도 있다. 또한 이전에 경험하지 못한 시각 정보에 대한 지각과 인식은 불안정하게 될 것이다. 따라서 지각에 있어 지식이 필요조건이 되지 않는다는 점이다.

Logothetis와 Pauls(1995)의 시각 지각에 있어 학습의 역할에 대한 연구를 살펴보면, 복잡한 시각적 자극의 차이 구별은 경험에 의해 그 능력이 향상되는 것을 밝히고 있으며, 하측두영역(inferior ventral area)에서 중요한 역할을 담당하고 있음을 확인하였다. 따라서 시각처리 경로 중 복측경로(ventral stream)는 지식을 활용한 지각에 중요한 역할을 담당하는 것으로 파악되었으며, 지식의 활용을 위해 활성화되는 전두엽, 두정엽 등과의 신경학적 연결에 대해 보다 깊은 이해가 필요하다.

최근 지각-움직임 모델(PAM)에서 제기하고 있는 시각 경로의 분리성 주장은 지각과 동작이 상호 보완적이며, 완전히 분리되어 정보 처리과정이 이루어지는 것은 아니라는 견해가 주목받고 있다(Binsted, Chua, Helsen, & Elliott, 2001; Elliot & Lee, 1995, Lee & Chang, 2013). 시각정보 처리에서 지식의 활용 관

점에서 지식의 동원은 복측경로의 신경 단위 뿐만 아니라 전두엽, 두정엽, 해마에 이르기 까지 대뇌의 여러 영역의 종합적인 활용이 이루어진다. 따라서 배측경로 또한 지식의 활용을 통한 활성화 가능성이 존재한다. Glover(2002)는 지식의 동원이 가능한 감각 정보의 연합, 앞먹임(feedforward) 과정은 본 연구에서 확인하고 있는 PCM의 계획 단계에 국한되어 발생되는 것이 아니라 실제 움직임 시에도 사용된다 주장하고 있다. PCM 연구에서 역시 시간의 경과에 따라 지각과 동작에 착시가 미치는 영향이 변화됨을 보고하고 있어 Glover의 견해에 동의하고 있다. 따라서 지식의 활용이 지각(perception)에 영향을 미칠 뿐만 아니라 동작(action)에 또한 중요한 역할을 담당할 것으로 판단된다.

## 결론 및 제언

본 연구는 시각적 착시를 통해 나타나는 지각(perception)의 변화가 지식(knowledge)의 제공을 통해 어떠한 영향을 받는지를 규명하는 것을 목적으로 하고 있다. 이 목적을 달성하기 위하여 물러-라이어 착시를 활용하여 피드백을 통해 지식을 획득하는 집단과 피드백이 제공되지 않는 집단과의 지각판단 차이를 분석하였다. 그 결과 지식의 획득은 시각적 착시를 통해 유발된 과(over)지각 현상을 실제(reality)에 가깝게 지각하도록 변화시켰다. 따라서 본 연구를 통해 인간의 지각(perception)에 있어 지식(knowledge)의 중요성을 확인하였다.

그러나 본 연구는 지각-움직임 모델(PAM)의 시각 경로 분리의 연구 방법론을 따르고 있으며, PCM에서 계획단계에서 지식의 역할을 확인하고 있지만, 동작의 제어 단계에 대한 지식의 역할은 규명하고 있지 않다. 더욱이 복측경로와 배측경로의 상호보완적 역할이 주목 받고 있는 현재 연구 동향 속에서 지식과 지각, 동작의 제어의 통합적 관계 연구는 인간의 시각 정보 처리 연구에서 중요한 자료가 될 수 있을 것이다. 또한 지각의 변화를 확인하기 위해 본 연구에서 적용하고 있는 지각판단과제는 실제로 손의 움직임을 통해 산정하고 있기 때문에 명확한 지각 측정에 한계가 있다는 비판이 있다. 그러나 본 연구는 인간의 시각 정보 처리와 움직임 생성 과정에서 지식

(knowledge)의 중요성을 제기 하고 있는 것에 그 의의를 가진다.

## 참고문헌

- Aglioti, S., DeSouza, J. F., & Goodale, M. A.(1995). Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand. *Current Biology*, 5, 679-685.
- Binsted, G., Chua, R., Helsen, W., & Elliott, D.(2001). Eye-hand coordination in goal-directed aiming. *Human Movement Science*, 20, 563-585.
- Chinellato, E., Cervera, B. J., Grzyb, A. & P. Del pobil. (2008). Merging perception-related and action-related visual information: description of integrated representation. *EYESHOTS report*.
- Cloutman, L.L. (2013)Interaction between dorsal and ventral processing streams: where, when and how? *Brain Lang*. 127, 251-263.
- de Grave, D. D. J., Biegstraaten, M., Smeets, J. B. J., & Brenner, E.(2005) Effects of the Ebbinghaus figure on grasping are not only due to misjudged size. *Experimental Brain Research*, 163,58-64.
- Elliott, D., & Lee, T. D.(1995). The role of target information on manualaiming bias. *Psychology Research*, 58, 2-9.
- Franz, V. H., Gegenfurtner, K. R., Bulthoff, H. H., & Fahle, M.(2000). Grasping visual illusions: No evidence for a dissociation between perception and action. *Psychological Science*, 11, 20-25.
- Franz, V. H.(2001). Action does not resist visual illusions. *Trends Cognitive Science*, 5, 457-459.
- Glover, S., & Dixon, P.(2001). Dynamic illusion effects in a reaching task: Evidence for separate visual systems in the planning and control of reaching. *J. Experiment Psychology Human Perception*, 27, 560-572.
- Glover, S., & Dixon, P.(2001). The role of vision in the on-line correction of illusion effects on action. *Can. J. Experiment. Psychology*, 55, 96-103.
- Glover, S.(2002). Visual illusions affect planning but not control. *Trends Cognitive Science*, 6, 288-292.
- Gregory, R. L.(1968). Perceptual illusions and brain models. *Royal Society*, 171, 179-296.

- Goodale, M. A. & Humphrey, G. K. (1998). The objects of action and perception. *Cognition*, 67, 181-207.
- Goodale, M. A. & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathway for perception and action. *Trends Neuroscience*, 15, 20-25.
- Goodale, M. A., & Haffenden, A. (1998). Frames of reference for perception and action in the human visual system. *Neuroscience Bio-behavior Review*, 22, 161-172.
- Goodale, M. A., Jakobson, L. S., & Keilor, J. M. (1994). Differences in the visual control of pantomimed and natural grasping movement. *Neuropsychologia*, 32, 1159-1178.
- Goodale, M. A., Milner, A. D., Jakobson, L. S., & Carey, D. P. (1991). A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them. *Nature*, 349, 154-156.
- Grafton, S. T. (2010). The cognitive neuroscience of prehension: Recent developments. *Experiment. Brain Research*. 204, 475-491.
- Gregory, R. L. (1996). Knowledge in perception and illusion. *The Royal Society*. 352, 112-1128.
- Gregory, R. L. (1968). Perceptual illusions and brain models. *The Royal Society*. 171, 179-196.
- Haffenden, A. M., & Goodale, M. A. (2000) Independent effects of pictorial displays on perception and action. *Vision Research*, 40, 1597-1607.
- Haffenden, A. M., & Goodale, M. A. (1998). The effect of pictorial illusion on prehension and perception. *Cognitive Neuroscience*, 10, 122-136.
- Helmholtz, H. V. (1866). Concerning the perceptions in general. In *Treatise on physiological optics*, vol. III, 3rd edn.
- Hu, Y. & Goodale, M. A. (2000). Grasping after a delay shifts size-scaling from absolute to relative metrics. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 12, 856-868.
- Lavrysen, A., Helsen, W. F., Elliott, D., Buekers, M. J., Feys, P., & Heremans, E. (2006). The type of visual information mediates eye and hand movement bias when aiming to a Muller-Lyer illusion. *Experimental Brain Research*, 174(3), 544-554
- Lee, J. H. & van Donkelaar, P. (2002). Dorsal and ventral visual stream contributions to perception-action interactions during pointing. *Experimental Brain Research*, 143, 440-446.
- Lee, S. M. & Chang, T. S. (2013). Another Look at the Visual Illusion: The Effect of Muller-Lyer Illusion on Perception and Action. *Korean journal of Sports Psychology*. 24(3), 9-21.
- Logothetis, N. K., & Pauls, J. (1995). psychophysical and physiological evidence for viewer-centered object representations in the primate. *Cerebral Cortex* 5, 270-288.
- Park, S. H. & Lee, S. M. (2012). Interaction of Dorsal and Ventral Neural Pathway: Control of Perception and Action on Ebbinghaus Illusion. *Korean journal of Sports Psychology*. 23(2). 157-167.
- Pavani, F., Boscagli, I., Benvenuti, F., Rabuffetti, M., & Farnè, A. (1999). Are perception and illusion affected differently by the Titchener circles illusion? *Experimental Brain Research*, 127, 95e101.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (1995). *The visual brain in action*. Oxford University Press, Oxford.
- Milner, A. D., Dijkerman, H. C., Pisella, L., McIntosh, R. D., Tilikete., Vighetto, A., & Rossetti, Y. (2001). *Brief Communication*. 11, 1896-1901.
- Milner, A. D., Paulignan, H. C., Dijkerman, H. C., Michel, F., & Jeannerod, M. (1999). A paradoxical improvement of misreaching in optic ataxia: New evidence for two separate neural systems for visual localization. *The Royal Society*, 266, 2225-2229.
- van Polanen, V., & Davare, M. (2015). Interaction between dorsal and ventral streams for controlling skilled grasp. *Neuropsychologia*, 79, 186-191.
- Vishton, P. M., Rea, J. G., Cutting, J. E., & Nunez, L. N. (1999). Comparing effects of the horizontal-vertical illusion on grip scaling and judgment: Relative versus absolute, not perception versus action. *J Experiment Psychology Human Perception*. 25, 1659-1672.
- Woodworth, R. S. (1899). The accuracy of voluntary movements. *The Psychological Review: Monograph Supplements*. 3, i-114.

## 물러-라이어 착시에 따른 시각에 관한 지식의 역할

장태석 · 이지향(성균관대학교), 이재무(중앙대학교)

**【목적】** 시각은 인간이 신체 움직임을 보다 효과적으로 수행하기 위해 환경 혹은 관련된 사물을 파악하는데 중요하게 작용하는데 때로는 이런 실제와 다른 시각으로 다른 움직임을 만들어 내기도 한다. 특히 스포츠 상황에서 발생하는 시각적 착시 오류는 경기력에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 이런 착시과정에서 환경에 대한 정확한 지식은 움직임이나 동작을 수행하는데 있어서 중요하다. 따라서 본 연구에서는 물러-라이어 착시 도형을 이용하여 학습을 통한 지식 형성이 시각에 미치는 영향을 알아보려 하였으며 이를 측정하기 위해 지식의 학습을 유도한 피드백 집단과 지식을 제공하지 않은 통제 집단 간에 어떠한 차이를 나타내는지 확인하는 것을 목적으로 하였다. **【방법】** 연구에 참여한 피험자는 총 32명이며 교정시력이 일정수준을 넘고 시각적 병력이 없는 피험자로 선정하였다. 피험자 집단을 2집단(피드백 집단, 피드백 제공하지 않은 집단)으로 구분하여 실험을 진행하였다. 실험 과제는 화면에 제시된 도형을 잡는 것으로 60회(in, out, control\*20) 실시하였다. 동작 특성을 파악하기 위해 Liberty Motion Analysis System(Polhemus Co., America)를 이용하여 그림 크기를 산출 하였다. 착시효과에 피험자의 인식이 어떠한 작용을 하는가를 분석하기 위하여 3-way Mixed design ANOVA with repeated Task, Trial Session을 사용하였다. **【결과】** 분석 결과 집단 X 도형형태 X 반복에 따른 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 집단 간 차이를 명확히 알아보기 위한 단순 상호작용효과(simple interaction effects) 분석 결과 실험집단에서는 도형 형태 X 반복에 따른 상호작용효과가 나타났다. 사후분석 결과 실험집단의 아웃 도형 조건에서 피드백 이후 그림크기의 유의미한 감소가 나타난 것으로 확인되었다. 그러나 통제집단에서는 도형형태 X 반복에 따른 상호작용 효과는 없는 것으로 나타났다. **【결론】** 위의 결과를 통하여 시각적 착시 효과는 동작에 영향을 주는데 명확한 피드백의 제공은 그림크기의 변화처럼 동작을 억제하는 효과를 가져왔다. 이는 인간의 정확한 인지는 동작 수행에서 올바른 움직임을 이끌어 냄을 알 수 있으며 더 많은 후속 연구를 통해 적용한다면 효율적 움직임을 가져올 것이라 판단된다.

**주요어:** 물러-라이어 착시, 시각, 시각적 착시, 지식