



Shape Aftereffect in Social Dyad Stimuli

Sunghyeon Park¹, Jong-Ho Nam^{2*}

¹Department of Medical Informatics, the Catholic University of Korea

²Department of Psychology, the Catholic University of Korea

This study investigated whether viewpoint-dependent processing shown in a single face is also observed in a pair of faces. We measured an amount of the shape aftereffect using an adaptation paradigm. In Experiment 1, a pair of faces was used not only as an adaptation stimulus but also as a testing stimulus to find out whether the shape aftereffect was observed according to the relative direction of the pair of faces. As a result, when adapted with a stimulus that converges by 30°, the shape aftereffect was observed only in the direction of convergence, and when adapted with the stimulus diverged by 30°, the shape aftereffect was observed only in the direction of divergence. Experiment 2 was to find out what aftereffect patterns were observed when applying a pair of faces as adaptation stimulus and a single face as testing stimulus. As a result, there was no significant aftereffect. The results of Experiment 1 and 2 propose that the observer processes a pair of faces as a single unit, not as individual left-facing and right-facing faces, implying the existence of neurological pathways for directional processing of social dyad stimuli, where the human visual system consists of three separate dimensions; convergence and divergence.

Keywords: Shape Aftereffect, Social Dyad perception

1차원고접수 22.08.19; 수정본접수: 22.10.26; 최종게재결정 22.10.29



Copyright: © 2022 The Korean Society for Cognitive and Biological Psychology. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that the article is properly cited and the use is non-commercial.

우리는 두 사람이 맞보고 있는 장면을 보면 무언가 상호작용을 하고 있음을 알아차릴 수 있다. 어떠한 상호작용인지는 확실하지 않지만, 맞보는 장면은 확실한 상호작용의 증거로 느껴진다. 이렇듯 두 얼굴의 방향은 둘 간의 관계 파악에 기본적인 요소라고 할 수 있다. 최근 들어 두 사람으로 구성된 쌍의 자극을 제시하여 인간이 이를 어떻게 지각하는지에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 두 얼굴 혹은 두 몸이 쌍을 이루는 자극이 맞보거나 등진 상황을 만들 때 과제 수행에 확연한 차이가 있음을 보고한 연구들이 있다 (Abassi, & Papeo, 2020; Hong, & Nam, 2020; Strachan, Sebanz, & Knoblich, 2019; Papeo, 2020; Papeo & Abassi, 2019; Papeo, Goupil, & Soto-Faraco, 2019;

Papeo, Stein, & Soto-Faraco, 2017; Vestner, Over, Gray, & Cook, 2021; Vestner, Gray, & Cook, 2020; Vestner, Tipper, Hartley, Over, & Rueschemeyer, 2019).

전신 쌍 자극을 짧은 시간 동안 제시하기도 하였고 (Abassi, & Papeo, 2020; Papeo, 2020; Papeo & Abassi, 2019; Papeo, Goupil, & Soto-Faraco, 2019; Papeo, Stein, & Soto-Faraco, 2017), 마주 보거나 등지고 있는 얼굴 또는 신체 쌍 자극에 대하여 시각 탐색과제를 적용했으며 (Vestner, Over, Gray, & Cook, 2021; Vestner, Gray, & Cook, 2020; Vestner, Tipper, Hartley, Over, & Rueschemeyer, 2019), 맞보거나 등진 두 자극의 상대적 방향 판단이나 범주 판단 과제를 사용하기도 하였다 (Hong, & Nam, 2020;

* 교신저자: 남종호, 가톨릭대학교 심리학과, 경기도 부천시 지봉로 43, E-mail: texton@catholic.ac.kr

Strachan, Sebanz, & Knoblich, 2019). 연구들은 맞보는 자극이 등진 자극과 비교하여 과제에 따라 더 빠르거나 느리게 처리되는 결과를 얻었다. 이러한 결과들은 맞보는 혹은 등지는 자극 구성이 시각 처리 과정에서 중요한 요인으로 작용함을 시사하고 있다.

특정 대상이 회전하여 보는 방향이 달라져도 그 대상이 무엇인지를 인식하는 인간의 능력은 시점 불변성(Viewpoint Invariance) 차원에서 논의가 이루어지고 있다. 연구자들은 인간이 어떠한 방식으로 한 대상의 다양한 방향을 처리하여 대상의 정체성을 지각해내는지, 즉, 어떻게 시점 불변성을 달성하는지에 대하여 여러 자극을 통하여 탐구하였다. 얼굴의 방향(Chen et al., 2010; Daar & Wilson, 2012; Fang & He, 2005, 2007; Lawson et al., 2011), 몸의 방향(Lawson et al., 2009), 시선의 방향(Bi et al., 2009; Daar & Wilson, 2012; Jenkins et al., 2006) 그리고 물체의 방향(Fang & He, 2005)까지 시점 불변성은 각 방향에 대해 관찰자에게 이미 저장되어있는 이미지를 중심으로 이루어지는 것으로 나타났다.

시점 불변성과 시점 의존적 처리는 주로 ‘순응 패러다임’과 그에 따른 ‘형태 잔여효과’를 이용하여 연구되었다. Suzuki(2003)가 정의한 형태 잔여 효과에 따르면 형태 잔여 효과(Shape Aftereffect)란 어떤 특징을 가지는 형태에 순응시키면 이후 제시하는 중립 자극의 형태가 그 특징과 관련된 방향에 반발(repulsion)함으로써 왜곡되는 것이라고 할 수 있다. 이와 관련된 현상으로, 기울기 방향 잔여효과(Tilt Aftereffect)를 예로 들 수 있다. 관찰자가 왼쪽으로 기울어진 막대기를 오래 응시하여 순응되면, 수직 막대기를 볼 때 막대기가 오른쪽으로 기울어진 것으로 지각한다(Gibson & Radner, 1937).

이러한 형태 잔여효과는 사람 자극에서도 관찰되는데, 대표적으로 얼굴이 좌우로 회전된 경우에서 관찰할 수 있다(Fang & He, 2005). Fang과 He(2005)의 연구에 따르면 관찰자가 왼쪽으로 회전한 얼굴에 순응한 이후에는 이전에 정면을 바라본다고 반응했던 자극을 오른쪽으로 회전한 얼굴이라고 반응하는 비율이 증가한다. 이렇듯 얼굴이 바라보는 한 방향에 순응하면 검사자극으로 제시된 얼굴은 순응되었던 방향의 반대쪽으로 향한 모습으로 지각되는 형태 잔여효과를 확인할 수 있다.

자극 특성의 차원이 부호화되는 방식을 형태 잔여효과를 통하여 규명하고자 하는 논의들도 있다. 대표적으로 대립 부호화(opponent encoding)와 다중경로 부호화(multichannel encoding)의 방식을 들 수 있다. 대립 부호화란 어떠한 자극

특성의 신경 경로가 대립적으로 구성되어 있어 대립적 처리 경로를 통하는 방식으로 부호화되는 것이다. 특정 자극이 들어오면 대립 쌍 중 그 자극 특성에 해당하는 어느 한쪽에 최대치로 발화하는 방식이다. 다중경로 부호화란 자극의 차원 내에서 여러 개의 별개의 경로를 통하는 방식으로 부호화하는 것이다. 특정 자극이 들어왔을 때 그 자극 특성의 인접한 차원의 경로들도 동시에 발화하는 방식이다.

얼굴의 방향 처리에 관한 다중경로 부호화(multichannel processing)는 Lawson(2011)이 제안하였다. 그는 얼굴 방향 처리는 저장되어있는 소규모의 이미지를 통하여 이뤄진다고 주장하였다(Lawson et al., 2011). Lawson(2011)은 왼쪽으로 30° 회전한 얼굴과 오른쪽으로 30° 회전한 얼굴을 순응 얼굴로 교차 제시하면서 정면으로 판단하기 애매한 검사자극을 제시하여 정면 반응을 측정하였다. 만일 얼굴 방향에 대한 부호화가 왼쪽으로 회전한 얼굴과 오른쪽 회전한 얼굴에 각각 최대의 발화를 보이는 대립 부호화의 방식이라면 정면 반응 비율의 신경 경로가 존재하지 않으므로 정면 반응 비율이 감소해야 하지만 그러한 현상은 보이지 않았다. 연구 결과 정면 자극에 대한 정면 반응은 유지된 채 왼쪽과 오른쪽에 대한 반응 비율만 증가한 현상이 나타났다. 따라서 이러한 결과를 통해서 Lawson(2011)은 최소한 왼쪽 30°, 정면, 오른쪽 30°에 각각의 얼굴 방향을 처리하는 경로가 존재하며 이러한 결과가 얼굴 방향이 다중경로 부호화로 처리되는 근거임을 주장하였다.

대립 부호화는 얼굴의 방향 및 대칭적 처리에 관한 뇌 영상 연구의 지지를 받고 있다. 얼굴의 방향 인식에 관여하는 신경학적 증거를 찾기 위하여 Perrett et al(1991)은 각기 다른 얼굴 방향들에 대한 STS 영역의 세포 반응을 마카크원숭이를 대상으로 확인하였다. 단일 세포 기록 방식을 통하여 세포들을 확인한 결과 총 120개의 세포 중 110개(90%)가 얼굴의 특정 방향에만 민감하게 발화하였으며, 나머지 10개 중 8개가 얼굴 방향의 대칭적 방향(+45°와 -45°에 다 민감)에 동시에 민감한 것으로 나타났다. 이 연구를 통해 뇌에 얼굴의 특정 방향에 민감하게 발화하는 세포들이 존재하며, 대칭적인 얼굴 방향을 모두 민감하게 처리하는 경로가 있음을 유추할 수 있다.

본 연구에서는 순응 패러다임을 적용하는 정신물리학 실험을 통하여 얼굴 쌍에 대한 시점 의존적 처리 여부를 조사하였다. 선행연구들에 따르면 맞보는 쌍이 외면하는 쌍보다 더 빠르고 민감하게 처리된다(Abassi, & Papeo, 2020; Strachan, Sebanz, & Knoblich, 2019; Vestner, Over, Gray, & Cook, 2021). 이러한 결과는 맞보는 쌍이 외면하

는 쌍보다 더 통합적으로 처리되어 발생하는 현상일 것이라고 해석하였으며, 본 연구에서도 이러한 결과를 확인할 수 있을 것으로 해석하였다. 또한, Fang과 He(2005)의 단일 얼굴에 관한 연구 결과와 같이 다중경로부호화로 처리될 것으로 예상하였다. 그러나 두 얼굴이 완전히 마주 봐서 관찰자는 그들의 옆모습만을 보게 되는 얼굴 쌍 조건에서는 순응 현상을 관찰할 수 없으므로, Fang과 He(2005)의 연구를 참조하여 두 얼굴이 각각 30° 회전한 자극을 순응자극으로 사용하였다. 서로를 바라보는 방향으로 회전한 얼굴 자극을 ‘수렴 자극’으로, 서로를 외면하는 방향으로 회전한 자극을 ‘발산 자극’으로 정의하였다. 실험1은 수렴 방향과 발산 방향으로 각각 30° 회전시킨 두 얼굴을 순응자극으로 사용하였다. 검사자극은 수렴 자극과 발산 자극을 각각 6°, 3° 회전시켰고, 여기에 정면을 바라보는 자극을 포함해 모두 5가지가 사용되었다. 피험자에게 제시한 수렴 방향 혹은 발산 방향으로 회전한 순응자극이 해당하는 방향에만 형태 잔여효과가 나타나는지, 반대 방향으로도 형태 잔여효과가 나타나는지를 알아보았다.

실험 2의 순응자극은 실험1과 같았으나, 검사자극은 실험1과는 다르게 단일 얼굴을 사용하였다. 이를 통해 쌍 얼굴 자극에 순응했을 때 얼굴이 하나만 등장하는 검사자극에 대한 형태 잔여효과가 있는지를 알아보았다. 쌍 얼굴 처리에 대한 독립적인 기제가 있다면 쌍 얼굴에 순응하더라도 단일 얼굴에 대한 잔여효과가 나타나지 않으리라고 예상되었다.

실험 1. 쌍 얼굴 순응자극이 쌍 얼굴 검사자극에 미치는 영향

실험 1은 전체적으로 Lawson(2011)의 연구 방법을 참조하였다. 실험 자극은 세 가지로, 서로의 방향을 향해 같은 각도로 회전한 한 쌍의 얼굴 자극을 수렴 자극, 서로의 반대 방향을 향해 같은 각도로 회전한 한 쌍의 얼굴 자극을 발산 자극, 각각 정면을 바라보고 있는 얼굴 자극을 정면 자극으로 정의하였다. 이렇게 구성된 ‘수렴하는 순응자극’과 ‘발산하는 순응 자극’에 따라 ‘수렴’, ‘발산’, ‘정면’ 검사자극에 어떤 유형의 잔여효과가 있는지 알아보았다.

방 법

참가자

본 연구는 가톨릭대학교에서 심리학 관련 과목을 수강하는 학생 16명(여자 13명)을 대상으로 진행하였고, 평균연령은 19.7세였다. 참가자들은 정상 또는 교정된 정상 시력이었으며, 반응키 조작에 어려움이 없었다. 참가자들은 실험의 목적과 가설에 대해 알지 못했으며, 보고서 제출에 대한 과제로 실험 참여를 선택할 수 있었다. 본 실험의 모든 절차는 가톨릭대학교 생명윤리심의위원회(IRB)의 승인[1040395-202104-05]을 받았다. 순응자극이 수렴 또는 발산하는 조건은 참가자내 변인으로 각 세션은 참가자들에게 무선으로 제시되었다.

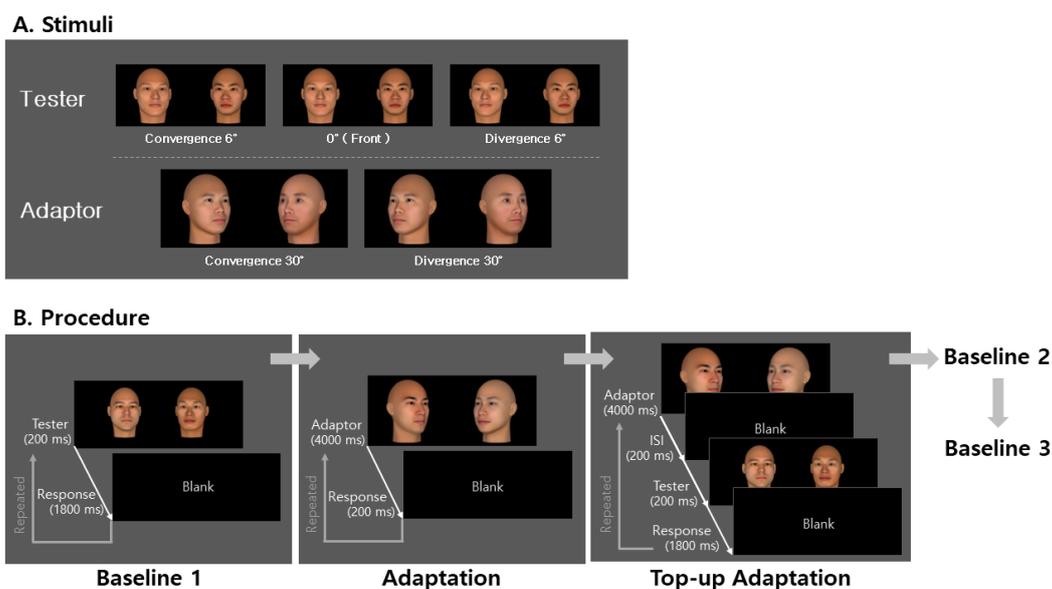


Figure 1. (A) Example of stimulus in Experiment 1 (B) Procedure of Experiment 1.

도구

자극은 컴퓨터(Intel Core(TM) i3-7100, GeForce GTX 1060)를 이용해 1920x1080 픽셀, 144Hz의 화면 주사율을 지닌 27인치 모니터(ViewSonic XG 2701)에 제시되었다. 실험 진행 및 응답 기록 등 모든 절차는 Python 언어에 기반을 둔 심리학 실험 패키지 프로그램인 Psychopy3(ver 2020.2.4.)로 작성했다(Peirce, 2007).

자극

본 실험은 Facegen Modeller(Singular Inversions, version 3.18) 프로그램이 제시하는 얼굴 자극 중 동양인 남성으로 선별된 자극을 사용하였다(Figure 1A). 실험 자극은 순응 자극과 검사자극으로 구성되었다. 서로를 맞보는 방향을 향해 같은 각도만큼 회전한 한 쌍의 얼굴 자극을 수렴 자극(converging stimulus), 서로를 외면하는 방향을 향해 같은 각도만큼 회전한 한 쌍의 얼굴 자극을 발산 자극(diverging stimulus), 각각 정면을 바라보고 있는 얼굴 자극을 정면 자극이라고 지칭하였다. 제시되는 두 얼굴은 정체가 서로 달랐다.

순응 자극은 수렴 30°, 발산 30°로 구성하였으며, 검사 자극은 수렴 6°, 수렴 3°, 0°(정면), 발산 3°, 발산 6°로 구성하였다. 순응 자극의 크기는 2.4° × 3.6°였으며 검사 자극은 1.92° × 2.88°였다. 본 연구에서는 순응 자극과 검사 자극 간의 망막 특정한 순응을 피하고자 Lawson(2009)의 연구에서와같이 검사 자극을 순응 자극보다 20% 축소해 사용하였다.

절차

본 실험은 실험에 영향을 끼칠 수 있는 외부자극을 통제하고자 암실에서 진행되었다. 실험1은 참가자가 순응 자극에 순응했을 때 뒤이은 검사 자극에 대한 지각에 변화가 초래되었는지를 알아보기 위한 절차로 구성되었다(Figure 1B). Lawson(2011)의 실험을 참조하여 총 두 세션으로 이루어졌으며, 한 세션은 50번의 연습 시행 후 기저선 측정단계 1, 순응 단계, 유지 순응 단계, 기저선 측정단계 2, 기저선 측정단계 3의 절차로 이루어졌다. 각 피험자는 수렴 순응 자극으로 이루어진 세션과 발산 순응 자극으로 이루어진 세션을 모두 수행하였으며, 각 세션은 피험자마다 역균형화하여 배치되었다.

기저선 측정단계에서는 검사 자극에 대한 피험자의 기저선 반응을 알아보았다. 서로 다른 얼굴로 10개의 쌍 얼굴을 구성하였으며, 수렴 6°, 수렴 3°, 0°, 발산 3°, 발산 6° 등 다

섯 종류의 검사 자극 방향으로 각각 10번씩 제시하였다. 검사 자극은 낮은 경고음(440Hz)과 함께 200ms 동안 제시되었다. 이후 1,800ms 동안 수렴, 정면, 발산 중 하나로 반응하였다. 반응 키로는 숫자 키패드의 '2', '5', '8'을 사용하였다. 기저선 측정단계는 한 세션에서 총 3번 이루어졌다. 첫 번째는 검사 자극에 대한 피험자의 온전한 반응을 측정하기 위하여 실시하였으며, 두 번째와 세 번째는 순응 효과를 소거시키기 위하여 실시하였다.

순응 단계에서는 수렴 방향 혹은 발산 방향에 해당하는 시각 경로를 순응시키고자 하였다. 기저선 측정단계와는 다른 얼굴로 구성된 50개의 쌍 얼굴 순응 자극 세트를 제작하였으며, 순응 단계에서는 수렴 순응 세션의 경우 수렴 30°, 혹은 발산 순응 세션의 경우 발산 30°에 해당하는 쌍 얼굴을 순응 자극으로 사용하였다. 50개의 자극 중 순응 단계에서 사용할 30개의 순응 자극을 임의로 선별하였다. 순응 자극은 세션마다 각각 30번씩 무선으로 낮은 경고음과 함께 4초 동안 제시되었다. 이후 200ms의 ISI 이후 연속적으로 다음 자극이 나타났다. 피험자의 주의를 유지하고 두 얼굴에 모두 잘 순응할 수 있도록 인종 판별과제를 실시하였다. 인종 판별과제는 순응 자극으로 제시되는 한 쌍의 얼굴 중 한 얼굴이라도 동양인이 아니라고 느껴지면 'slash' 키로 응답하고 두 얼굴 모두 동양인이라고 느껴지면 'slash' 키를 누르지 않아도 되는 Go/No-Go 방식으로 이루어졌다. 피험자들은 이러한 인종 판별과제를 적절히 수행해주었으며, 실험 후 실시한 질문에서 인종 판별과제가 순응을 위한 실험 절차를 알아차린 피험자는 없었다.

유지 순응(Top-up Adaptation) 단계에서는 순응을 유지하면서 순응이 일으키는 형태 잔여효과를 측정하고자 하였다. 이 단계에서는 순응 자극 세트 50개와 기저선 측정단계에서 사용했던 검사 자극 세트 50개를 사용하여 총 50번의 시행을 하였다. 6초 동안 순응 자극이 제시된 후 200ms의 ISI가 주어졌다. 이후 200ms 동안의 검사 자극 제시 후 1,800ms 안에 반응을 받았다. 반응은 기저선 측정단계와 같게 수렴, 정면, 발산 세 가지 중 하나로 반응해야 했으며, 피험자는 유지 순응 단계 동안에는 순응 단계처럼 인종 판별과제를 하는 것이 아닌 검사 자극의 얼굴 방향 판단만을 하도록 지시받았다.

결과 및 논의

본 연구는 기저선 측정단계에서의 정면 반응 비율과 유지 순응 단계 간의 정면 반응 비율의 차이를 통해서 형태 잔여효

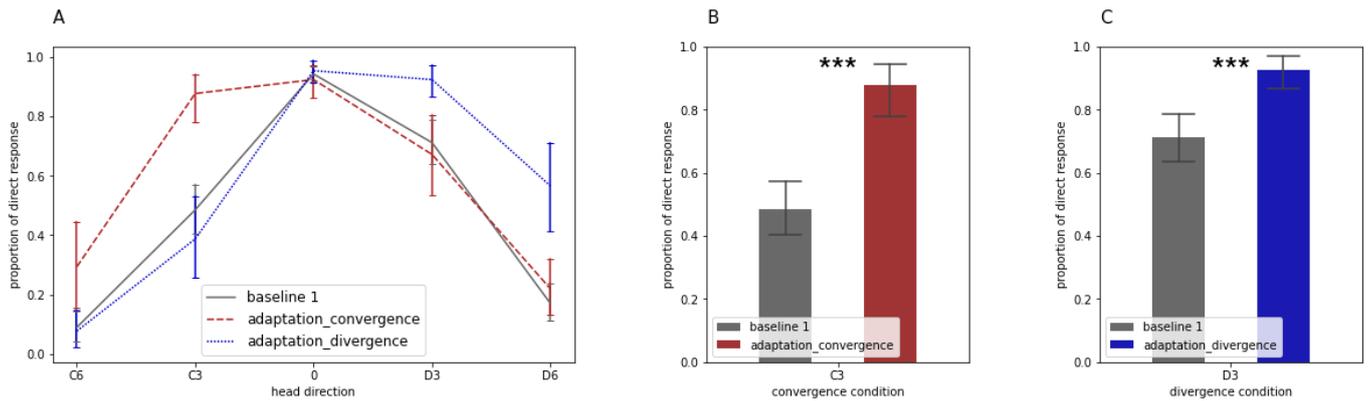


Figure 2. (A) Proportion of direct response of Baseline 1 and top-up adaptation phase in Experiment 1. Red line is the response in the convergence condition and the Blue line is the response in the divergence condition. The gray line is the baseline mean response of the convergence condition and divergence condition. (B) Direct response proportion in convergence 3° at convergence condition and baseline response proportion (C) Direct response in divergence 3° at divergence condition and baseline response proportion. Error bars indicate the standard error of mean.

과를 알아보았다. 추가로 수렴 세션의 첫 번째 기저선 측정 단계와 발산 세션의 첫 번째 기저선 측정 단계를 비교하여, 형태 잔여효과가 잘 소거되었는지 확인하였다. 빈도분석 자료의 측정치는 양극단에 치우치는 경향성이 크기 때문에 분포를 안정화시키기 위하여 Arcsine 변환을 실시하였다 (Lawson, 2011). 분석은 Jamovi 1.6.23 프로그램을 사용하여 통계적 검정을 진행하였다. 분산분석 결과 구형성을 만족하지 않아 Greenhouse - Geisser 유의도 교정 방식을 사용하였다.

순응에 따른 형태 잔여효과를 알아보기 위하여 실험단계 (기저선 측정단계 1, 유지 순응 단계)와 얼굴 방향(수렴 6°, 수렴 3°, 0°, 발산 3°, 발산 6°)에 간의 반복측정 변량분석을 하였다. Figure 2A에 실험 1의 기저선 단계와 유지순응 단계의 수렴 및 발산 두 조건 각각에서 검사자극인 쌍 얼굴의 얼굴 방향에 따른 참가자의 정면 반응의 비율을 요약했다. 수렴 순응 조건에서의 반복측정 변량분석 결과 얼굴 방향에 대한 주효과($F(4, 60) = 44.1, MSE = 6.57, p < .001$), 실험단계에 대한 주효과($F(1, 15) = 78.9, MSE = 1.40, p < .001$), 상호작용 효과가 모두 나타났다($F(4, 60) = 11.4, MSE = 0.51, p < .001$). 발산 순응 조건에서의 반복측정 변량분석 결과 얼굴 방향에 대한 주효과($F(4, 60) = 98.9, MSE = 8.43, p < .001$), 단계에 대한 주효과($F(1, 15) = 11.9, MSE = 0.83, p = .004$), 상호작용 효과 또한 모두 나타났다($F(4, 60) = 24.3, MSE = 0.68, p < .001$). 수렴 순응 자극과 발산 순응 자극에서 관찰된 주효과와 상호작용 효과는 형태 잔여효과가 있음을 시사한다.

한 세션이 끝나고 다음 세션의 순응이 시작하기 이전에

바로 직전 세션의 순응 영향이 소거된 후에 다음 세션의 순응 단계가 진행되었는지 확인해보기 위하여 수렴 순응 시작 직전과 발산 순응 시작 직전에 측정된 정면 반응에 대한 반복측정 변량분석을 하였다. 그 결과 얼굴 방향에 대한 주효과는 있었지만($F(4, 60) = 88.96, MSE = 8.26, p < .001$), 기저선 측정단계에 대한 주효과는 없었고($F(1, 15) = 0.32, MSE = 0.01, p > .50$) 기저선 측정단계와 얼굴 방향의 상호작용효과도 없었다($F(4, 60) = 4.81, MSE = 0.16, p = 0.002$). 기저선 측정단계와 얼굴 방향의 상호작용효과가 나타나지 않았으므로 발산 순응 측정치와 수렴 순응 측정치가 순응이 완전히 소거된 기저선 상태에서 측정되었음을 알 수 있다.

조건별로 얼굴 방향의 효과를 알아보기 위하여 추가로 대응표본 t -검증을 시행하였다(Figure 2B, 2C). 대응표본 t -검증 결과 ‘수렴’ 조건에서 정면이라고 보고하는 반응의 비율이 수렴 6°와 수렴 3°에서의 유의하게 증가하였으며($C_{6^\circ} t(15) = -2.95, p < .01, C_{3^\circ} t(15) = -8.6, p < .001$), 발산 6°와 발산 3°에서는 차이가 유의미하지 않았다($D_{6^\circ} t(15) = -1.35, p = .197, D_{3^\circ} t(15) = 0.63, p = .536$). 발산 조건에서는 발산 순응 자극으로 인하여 수렴 3°에서 정면 반응의 비율이 유의하게 감소하였으며($C_{3^\circ} t(15) = 3.24, p = .006$), 수렴 6°에서는 유의하지 않았고($C_{6^\circ} t(15) = -0.508, p = .619$), 발산 3°와 발산 6°에서 유의하게 증가하였다($D_{6^\circ} t(15) = -5.34, p < .001, D_{3^\circ} t(15) = -6.93, p < .001$). 발산 순응 자극은 발산 검사 자극에 대한 정면 반응을 증가시켰으며, 수렴 순응 자극은 수렴 검사 자극에 대한 정면 반응을 증가시켰다. 즉, 수

럼과 발산의 순응 자극은 각자 보는 방향에 대한 반응만 선택적으로 증가시킨 결과로 나타났다.

실험 1의 결과로 쌍 얼굴이 일으키는 형태 잔여효과는 쌍 얼굴의 방향에 한정적으로 발생하는 현상이 나타났다. 이는 Fang&He(2005)와 Lawson(2011)이 밝힌 단일 얼굴의 방향을 처리하는 기제가 있다는 주장에서 더 나아가 두 얼굴의 상대적 방향을 동시에 처리하는 기제가 있다는 사실을 시사한다. 형태 잔여효과를 확인하기 위해 실시한 얼굴 방향과 측정단계 사이의 반복측정 변량분석 결과로 수렴과 발산 순응 자극에서 주효과와 상호작용효과가 모두 관찰되었다. 이러한 사실에 더불어 수렴 순응 자극에 순응했을 때는 수렴 6°와 수렴 3°에서의 정면 반응이 유의하게 증가했으며, 발산 순응 자극에 순응했을 때는 발산 6°와 발산 3°에서의 정면 반응이 유의하게 증가하였다. 이렇게 수렴과 발산이라는 쌍 얼굴의 방향에 한정적인 결과는 우리가 쌍 얼굴의 지각을 온전히 각각의 단일 얼굴 처리로 이뤄내는 것이 아닌 하나의 단위로 처리하고 있음을 암시한다.

실험 1을 통하여 쌍 얼굴을 결합하여 처리해내는 기제가 있음을 시사하는 결과를 얻었다. 실험 2에서는 실험 1에서 나타난 현상이 쌍 얼굴에서만 관찰되는 독특한 현상인지 알아보기 위하여, Fang과 He(2005)와 같이 단일 얼굴 검사 자극을 사용하였다. 만일 실험 1의 결과가 쌍 자극에서만 나타나는 독특한 현상이라면 단일 얼굴에서는 형태 잔여효과가 관찰되지 않을 것이다.

실험 2. 쌍 얼굴 순응자극이 단일 얼굴 검사자극에 미치는 영향

실험 1에서는 순응자극과 검사자극으로 수렴과 발산의 관계를 하는 한 쌍의 얼굴 자극을 사용하였다. 실험 2에서는 순응자극은 실험 1과 같지만, 검사자극은 한 쌍의 얼굴이 아닌 단일 얼굴을 사용하였다. 이렇게 구성된 쌍 얼굴 순응자극이 단일 얼굴 검사자극에 형태 잔여효과를 일으키는지 알아보았다.

방 법

참가자

본 연구는 가톨릭대학교에서 심리학과 학생 10명(여자 5명)을 대상으로 진행하였고, 평균연령은 26.1세였다. 참가자들은 정상 또는 교정된 정상 시력이었으며, 반응기 조작에 어려움이 없었다. 순응자극이 수렴 또는 발산하는 조건은 참가자내

변인으로 각 세션은 참가자 수가 같도록 균형 배정되었다.

도구

실험 1과 같다.

자극

본 실험은 Facegen Modeller(Singular Inversions, version 3.18) 프로그램을 통해 제작한 실험 1과 같은 동양인 남성의 얼굴을 순응자극을 사용하였다. 실험 2에서의 검사자극은 제각기 다른 얼굴의 생김새에 따라서 나타날 수 있는 편향을 상쇄하기 위하여 같은 정체성에서 보는 방향만 바뀌는 왼쪽 6°, 왼쪽 3°, 정면 0°, 오른쪽 3°, 오른쪽 6°로 구성되었다. 검사자극에서 사용된 얼굴의 정체성은 10개였다.

순응자극의 크기는 실험1과 같이 2.4° × 3.6°였으며 검사자극은 1.92° × 2.88°였다. 순응자극과 검사자극 간의 국소적인 특징에 대한 순응을 피하고자 검사자극은 순응 자극에서 사용한 얼굴 자극의 크기보다 20% 축소하였으며, 화면의 중앙에 제시되었다.

절차

전체적인 절차는 실험 1과 같게 구성되었으나 검사자극이 쌍 얼굴이 아닌 단일 얼굴이었으며, 피험자는 제시되는 얼굴이 왼쪽, 정면, 오른쪽 중 어느 방향으로 회전되었는지 판단하는 과제를 실시하였다. 반응키는 각각 숫자 키패드의 '4', '5', '6'으로 배정하였다.

결과 및 논의

실험 2는 실험 1과 마찬가지로 형태 잔여효과를 확인하기 위하여 기저선 측정단계에서의 정면 반응 비율과 유지 순응 단계에서의 정면 반응 비율을 비교하였다. 수렴 순응 조건에서의 반복측정 변량분석 결과 얼굴 방향에 대한 주효과가 있었다($F(4, 36) = 87.83, MSE = 6.35, p < .001$). 그러나 기저선 측정단계의 주효과($F(1, 9) = 2.75, MSE = 0.08, p > .10$)와 얼굴 방향과 기저선 측정단계 사이의 상호작용효과는 없었다($F(4,36) = 1.51, MSE = 0.03, p > .20$). 발산 순응 조건에서도 반복측정 변량분석 결과, 얼굴 방향에 대한 주효과가 있었다($F(4, 36) = 86.90, MSE = 6.15, p < .001$). 그러나 여전히 기저선 측정단계의 주효과($F(1, 9) = 2.48, MSE = 0.14, p > .10$)와 얼굴 방향과 기저선 측정단계 사이의 상호작용효과는 없었다($F(4,36) = 1.01, MSE = 0.04, p > .40$). 이러한 결과는 실험 1과는 다르게 단일 얼굴은 수

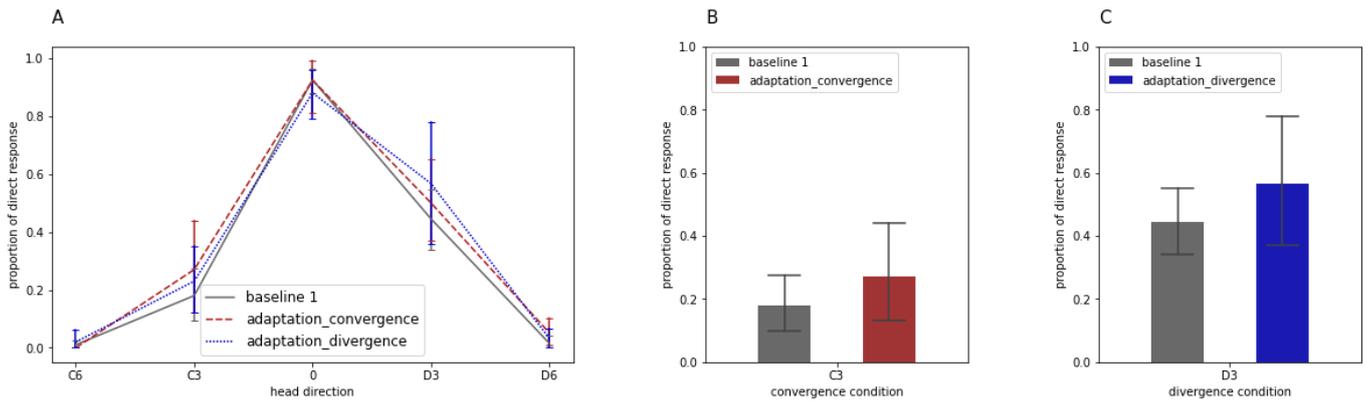


Figure 3. (A) Direct response proportion of Baseline 1 phase and top-up adaptation phase in Experiment 2. Red line is responses in convergence condition and Blue line is responses in divergence condition. Gray line is baseline responses of convergence condition and divergence. (B) Direct response proportion in convergence condition and baseline response proportion. (C) Direct response in divergence condition and baseline response proportion. Error bars indicate the standard error of mean.

럼과 발산 순응자극을 순응시키는 것에 영향을 받지 않음을 시사한다. 추가로 대응표본 t -검증을 시행한 결과 실험1에서 유의미했던 어떠한 조합도 실험2에서는 유의미하지 않았다 (수렴 C_6° $t(9) = 1.50, p = .168$, 수렴 C_3° $t(9) = -1.43, p = .188$, 발산 D_3° $t(9) = -1.30, p = .225$, 발산 D_6° $t(9) = -1.08, p = .309$).

실험 2의 결과 쌍 얼굴 자극에 대한 순응이 단일 얼굴의 방향에 대한 형태 잔여효과를 일으키지 않음이 나타났다. 수렴 쌍 자극은 오른쪽 30° 얼굴과 왼쪽 30° 얼굴의 조합이며, 발산 쌍 자극은 왼쪽 30° 얼굴과 오른쪽 30° 얼굴의 조합이다. 수렴 쌍 자극과 발산 쌍 자극은 단일 얼굴의 조합 쌍의 차원으로 살펴본다면 자극의 위치만 바뀐 왼쪽과 오른쪽 30° 같은 얼굴들로 이루어져 있다. 따라서 쌍 얼굴을 판단할 때 각각의 단일 얼굴들에 관한 판단이 선행되거나 병행된다면, 왼쪽 얼굴과 오른쪽 얼굴에 번갈아 노출된 것과 같은 결과를 나타내어야 한다. 왼쪽 얼굴과 오른쪽 얼굴에 번갈아 노출되면 나타나는 결과는 Lawson(2011)의 연구에서 살펴볼 수 있다. Lawson(2011)의 연구 결과에 의하면 왼쪽 얼굴과 오른쪽 얼굴에 번갈아 노출되었을 때 왼쪽 얼굴과 오른쪽 얼굴 각각의 정면 반응이 유의하게 증가하였다. 하지만 본 연구에서는 왼쪽 얼굴과 오른쪽 얼굴 자극에 대한 유의한 정면 반응의 증가는 관찰되지 않았다. 따라서 이러한 결과는 쌍 얼굴에 대한 처리가 단일 얼굴 처리를 처리하지 않고 이루어질 수 있는 독립적인 기제일 가능성을 시사한다.

종합논의

본 연구는 쌍 얼굴의 상대적인 방향을 처리하는 기제가 있는

지, 이러한 쌍 얼굴의 상대적인 방향은 하나의 얼굴과 어떠한 관계가 있는지에 대해서 두 개의 실험을 통하여 살펴보았다. 실험 1의 결과는 쌍 얼굴의 방향을 결합하여 처리하는 기제가 있음을 시사한다. 맞보는 방향으로 수렴하는 두 얼굴과 외면하는 방향으로 발산하는 두 얼굴에 대해 순응시키면 수렴하는 방향은 수렴의 방향에서만 형태 잔여효과가 일어나고, 발산하는 방향은 발산의 방향에서만 형태 잔여효과가 일어남을 관찰할 수 있었다.

실험 2에서는 쌍 얼굴 처리에 단일 얼굴 처리가 선행되는지 알아보았다. 쌍 얼굴에 순응시킨 후 단일 얼굴에 대한 반응을 관찰하였으며, 쌍 얼굴의 순응 이후에 단일 얼굴에서의 형태 잔여효과는 일어나지 않음이 나타났다. 따라서 쌍 얼굴의 처리에 단일 얼굴 처리가 선행되거나 병행된다는 증거를 얻지 못했으며, 쌍 얼굴의 처리가 독특한 기제일 가능성이 시사되었다.

이러한 결과는 두 가지 시사점을 가진다. 첫째, 본 연구는 쌍 얼굴에 대한 형태 잔여효과는 순응되는 쌍 얼굴의 수렴하거나 발산하는 방향에 따라 다르게 나타나는 결과를 얻었으며, 쌍 얼굴 처리에는 단일 얼굴의 처리가 필수적이지 않은 결과를 얻었다. 이는 수렴과 발산이 Lawson 등(2011)에서 밝혀진 얼굴의 왼쪽과 오른쪽의 처리와 별개로, 수렴과 정면, 발산이 각각의 처리 차원을 이루고 있으며, 다중경로의 처리를 하고 있음을 암시한다. 둘째, 수렴과 발산은 화면에서 상대적 위치만 다른 자극으로 구성됐지만, 전혀 다른 처리가 일어났다. 수렴과 발산 자극 모두 ‘왼쪽 30°’를 바라보는 자극’과 ‘오른쪽 30°’를 바라보는 자극’을 하나씩 조합하여 자극으로 만들었다. 하지만 두 얼굴을 각각 따로 처리한 결과는 관찰되지 않았다. 즉, 이는 쌍 얼굴을 왼쪽 얼굴

과 오른쪽 얼굴을 개별 처리한 것이 아닌 하나의 단위로 결합하여 처리했을 가능성을 시사한다.

쌍 얼굴의 방향을 하나의 단위로 처리하는 것은 사회 속에서 여러 사람의 관계를 끊임없이 해석하는 우리에게 여러 이점을 준다. 두 대상이 맞보거나 등지는 상대적인 방향은 우리의 처리 과정에 영향을 끼치는 자극 속성이라는 것이 많은 연구를 통하여 밝혀졌다(Hong, & Nam, 2020; Papeo & Abassi, 2019; Papeo, Goupil, & Soto-Faraco, 2019; Papeo, Stein, & Soto-Faraco, 2017; Strachan, Sebanz, & Knoblich, 2019; Vestner, Gray, & Cook, 2020, 2021; Vestner, Tipper, Hartley, Over, & Rueschemeyer, 2019). 위와 같은 쌍 자극의 상대적 방향에 관한 연구들은 90° 각도로 서로 맞보고 있거나, 90° 각도로 서로 등지고 있는 사람 자극으로 실험이 진행되었다. 하지만 90°로 바라봄을 판단하기 이전의 비스듬히 보는 경우, 바라볼지 말지 판단해야 하는 경우 등의 맞보는 사람인지 등지는 사람인지에 관한 판단이 필요하다. 즉, 두 대상의 상호작용 여부에 관한 판단에는 맞보는지 등지는지에 대한 처리가 필수이며 쌍 얼굴의 방향을 하나의 단위로 결합하여 처리하는 것은 두 인물 간 상호작용 가능성 유무를 처리하는 것에 도움을 줄 수 있다.

인간은 시점 불변적인 지각을 대상의 시점 의존적인 방향 처리를 이용하여 달성할 수 있으며(Bi et al., 2009; Daar & Wilson, 2012; Fang & He, 2005, 2007; Jenkins et al., 2006; Lawson et al., 2009, 2011), 대칭성은 이러한 시점 불변적인 지각에 도움을 준다(Jeffery et al., 2007; Swystun & Logan, 2019). 본 연구에서는 왼쪽 30°와 오른쪽 30°의 얼굴 쌍 자극을 순응 자극으로 사용하였다. 이렇게 실험에서 사용된 대칭적인 각도의 쌍 얼굴은 대칭성을 처리하는 뇌의 경로(Axelrod and Yovel's, 2012; Flack et al., 2019; Kietzmann et al., 2012; 2015)를 통하여 부호화될 것을 유추할 수 있다. 여러 뇌 연구에서 밝혀진 경로들에서 대칭적인 얼굴들을 둘 다 처리해낼 수 있다는 것은, 쌍 얼굴 또한 대칭적인 얼굴을 처리하는 한 경로에서 부호화하고 있을 가능성에 대한 강력한 증거가 된다.

하지만 대칭성을 처리하는 대칭성 경로에 관한 연구들로 본 연구 결과를 해석하는 것은 제한점이 있다. 대칭성에 관한 행동 반응연구들은 회전하는 얼굴들이 자극으로 제시될 때 얼굴 방향이 아닌 다른 속성을 변조시키고 이 속성을 지각하는 정도가 얼굴의 회전에 따라서, 특히 대칭적인 얼굴일 경우에 변화하는지 살펴보았으며(Jeffery, 2007), 대칭성에 대한 뇌 영상 연구는 대칭적인 얼굴 각각 따로 제시한 두 경우 모두 발화하는 한 경로가 존재하는지 살펴보는 방식으로

이루어졌다(Axelrod, & Yovel's, 2012; Flack et al., 2019; Kietzmann et al., 2012; 2015). 예를 들면 뇌 영상 연구는 왼쪽으로 30° 회전한 얼굴에 반응하는 영역이 오른쪽으로 30° 회전한 얼굴에도 반응하면 그 영역은 대칭적인 얼굴에 반응하는 영역이라고 규정하는 방식으로 연구가 이루어졌다. 반면 본 연구에서는 대칭적인 얼굴을 한 화면에 동시에 제시하였다. 이처럼 본 연구는 대칭적인 두 얼굴을 시간 간격을 두고 확인한 선행연구들과는 달리 한 화면에 두 얼굴을 제시하였다. 때문에, 두 얼굴이 시간 간격을 두고 등장하였을 때 발화한 영역이 한 화면에 두 얼굴이 동시에 제시되었을 때 발화할지는 미지수다. 따라서 추가적인 뇌 영상 연구를 통하여 한 화면에 대칭적인 쌍 얼굴이 제시되었을 때의 처리경로에 대한 증거를 확보하는 것이 필요하다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫 번째로 여러 연구가 얼굴의 방향과 얼굴의 시선을 분리하여 연구하고 있다(Bi et al., 2009; Daar, & Wilson, 2012, Jenkins et al., 2006). 본 연구는 얼굴 방향과 시선을 일치시키어 제시하였으므로 형태 잔여효과가 과연 얼굴의 방향 때문인지 시선 때문인지에 대해서 명확한 결론을 도출하는 것은 불가능하다. 얼굴 방향과 시선 모두 누군가의 주의의 방향을 가리키며 우리는 실제 세계에서 두 신호에 모두 주목한다. 본 연구에서는 좀더 생태학적 타당도를 높이기 위한 선택으로 두 가지가 동시에 같은 방향을 가리키는 조건을 사용하였다. 추후 더욱 면밀한 확인을 위하여 시선과 얼굴 방향을 분리한 연구의 필요성이 있음이 시사된다.

두 번째로 본 연구의 결과에서 나타나는 형태 잔여효과가 얼굴 쌍이 아닌 다른 자극 쌍에서도 나타나는지 아닌지가 확인되지 않았다. 인간의 신체 자극에 특정적인 현상인지 혹은 물체에도 나타나는지 알 수 없다. 또한 이러한 쌍 자극의 잔여효과가 각각의 신체 및 물체에 종속적인 현상인지 혹은 독립적인 현상인지에 관한 추가 연구가 필요하다.

세 번째로 본 연구의 순응자극과 검사자극의 상대적인 방향은 항상 대칭적이었다. 이 때문에 상대적인 방향이 대칭적이지 않았을 때도 이러한 현상이 나타날지 불분명하다. 즉, 쌍 자극에서 나타나는 형태 잔여효과가 대칭적인 방향 처리 과정에서 나타나는 현상인지 혹은 상대적인 방향 처리를 위한 기제인지에 대한 설명이 부족하다. 이러한 영역에서도 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구는 쌍 얼굴에서 쌍 구성 방향에 특정적인 형태 잔여효과가 일어남을 관찰했다. 단일 얼굴과는 다르게 쌍의 방향을 하나의 단위로 처리하며, 수렴, 발산이 각각 일군의 이미지로 이루어진 개별 차원일 가능성이 있다. 이러한 사회적

쌍 자극에 관한 연구는 우리가 일상생활에서 어떻게 사회적 관계를 해석하는지에 관한 연구의 중요한 기초가 될 것으로 기대한다.

References

- Abassi, E., & Papeo, L. (2020). The representation of two-body shapes in the human visual cortex. *Journal of Neuroscience*, *40*(4), 852-863.
- Axelrod, V., & Yovel, G. (2012). Hierarchical processing of face viewpoint in human visual cortex. *Journal of Neuroscience*, *32*(7), 2442-2452.
- Bi, T., Su, J., Chen, J., & Fang, F. (2009). The role of gaze direction in face viewpoint aftereffect. *Vision Research*, *49*(18), 2322-2327.
- Chen, J., Yang, H., Wang, A., & Fang, F. (2010). Perceptual consequences of face viewpoint adaptation: Face viewpoint aftereffect, changes of differential sensitivity to face view, and their relationship. *Journal of Vision*, *10*(3), 12-12.
- Daar, M., & Wilson, H. R. (2012). The face viewpoint aftereffect: Adapting to full faces, head outlines, and features. *Vision Research*, *53*(1), 54-59.
- Fang, F., & He, S. (2005). Viewer-centered object representation in the human visual system revealed by viewpoint aftereffects. *Neuron*, *45*(5), 793-800.
- Fang, F., Murray, S. O., & He, S. (2007). Duration-dependent fMRI adaptation and distributed viewer-centered face representation in human visual cortex. *Cerebral Cortex*, *17*(6), 1402-1411.
- Flack, T. R., Harris, R. J., Young, A. W., & Andrews, T. J. (2019). Symmetrical viewpoint representations in face-selective regions convey an advantage in the perception and recognition of faces. *Journal of Neuroscience*, *39*(19), 3741-3751.
- Gibson, J. J., & Radner, M. (1937). Adaptation, after-effect and contrast in the perception of tilted lines. I. Quantitative studies. *Journal of experimental psychology*, *20*(5), 453.
- Hong, L., & Nam, J. H. (2020). Independent Effects of the Confronting and the Emotion on Face Feature Judgment. *Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, *32*(4), 329-344.
- Jeffery, L., Rhodes, G., & Busey, T. (2007). Broadly tuned, view-specific coding of face shape: Opposing figural aftereffects can be induced in different views. *Vision research*, *47*(24), 3070-3077.
- Jenkins, R., Beaver, J. D., & Calder, A. J. (2006). I thought you were looking at me: Direction-specific aftereffects in gaze perception. *Psychological Science*, *17*, 506 - 513.
- Kietzmann, T. C., Swisher, J. D., König, P., & Tong, F. (2012). Prevalence of selectivity for mirror-symmetric views of faces in the ventral and dorsal visual pathways. *Journal of Neuroscience*, *32*(34), 11763-11772.
- Kietzmann, T. C., Poltoratski, S., König, P., Blake, R., Tong, F., & Ling, S. (2015). The Occipital Face Area Is Causally Involved in Facial Viewpoint Perception. *The Journal of Neuroscience*. *35*(50), 16398-16403.
- Lawson, R. P., Clifford, C. W., & Calder, A. J. (2009). About turn: The visual representation of human body orientation revealed by adaptation. *Psychological Science*, *20*(3), 363-371.
- Lawson R. P., Clifford, C. W., Calder, A. J. (2011). A real head turner: Horizontal and vertical head directions are multichannel coded. *Journal of Vision*, *11*(9), 17-17.
- Papeo, L. (2020). Twos in human visual perception. *Cortex*. *132*, 473-478.
- Papeo, L., & Abassi, E. (2019). Seeing social events: The visual specialization for dyadic human-human interactions. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, *45*(7), 877-888.
- Papeo, L., Goupil, N., & Soto-Faraco, S. (2019). Visual Search for People Among People. *Psychol Sci*, *30*(10), 1483-1496.
- Papeo, L., Stein, T., & Soto-Faraco, S. (2017). The Two-Body Inversion Effect. *Psychol Sci*, *28*(3), 369-379.
- Perrett, D. I., Oram, M. W., Harries, M. H., Bevan, R., Hietanen, J. K., Benson, P. J., & Thomas, S. (1991). Viewer-centred and object-centred coding of heads in the macaque temporal cortex. *Experimental brain research*, *86*(1), 159-173.
- Strachan, J. W., Sebanz, N., & Knoblich, G. (2019). The role of emotion in the dyad inversion effect. *PloS one*, *14*(7), e0219185.
- Suzuki, S. (2003). Attentional selection of overlapped shapes: A study using brief shape aftereffects. *Vision Research*, *43*(5), 549-561.
- Swystun, A. G., & Logan, A. J. (2019). Quantifying the effect of viewpoint changes on sensitivity to face identity. *Vision research*, *165*, 1-12.
- Vestner, T., Gray, K. L., & Cook, R. (2020). Why are social interactions found quickly in visual search tasks?. *Cognition*, *200*, 104270.

- Vestner, T., Over, H., Gray, K. L., & Cook, R. (2022). Objects that direct visuospatial attention produce the search advantage for facing dyads. *Journal of Experimental Psychology: General*, 151(1).
- Vestner, T., Gray, K. L. H., & Cook, R. (2021). Visual search for facing and non-facing people: The effect of actor inversion. *Cognition*, 208, 104550.
- Vestner, T., Tipper, S. P., Hartley, T., Over, H., & Rueschemeyer, S. A. (2019). Bound together: Social binding leads to faster processing, spatial distortion, and enhanced memory of interacting partners. *J Exp Psychol Gen*, 148(7), 1251-1268.

사회적 쌍 자극에서의 형태잔여효과

박성현¹, 남종호²

¹가톨릭대학교 의료정보학교실, ²가톨릭대학교 심리학과

본 연구는 단일 얼굴에서 관찰된 시점 의존적 처리가 쌍 얼굴에서도 관찰되는지 알아보고자 하였다. 이를 위하여 순응 패러다임을 적용하여 형태 잔여효과의 크기를 측정하였다. 실험 1은 쌍 얼굴에 순응했을 때 개별 얼굴의 상대적 방향으로 형태 잔여효과가 관찰되는지를 알아보았다. 실험 1에서 순응자극과 검사자극을 모두 쌍 얼굴로 적용하였으며, 좌우 30° 씩 수렴하는 쌍 얼굴 자극에 순응했을 때는 수렴의 방향에서만, 좌우 30° 씩 발산하는 쌍 얼굴 자극에 순응했을 때는 발산의 방향에서만 형태 잔여 효과가 일어나는 결과를 얻었다. 실험 2는 쌍 얼굴을 순응자극으로, 단독 얼굴을 검사자극으로 사용하여, 쌍 얼굴에 순응한 효과가 단독으로 등장하는 얼굴에 어떤 잔여 효과 패턴을 보이는지를 알아보는 목적으로 수행되었다. 그 결과 유의미한 형태 잔여 효과가 관찰되지 않았다. 실험 1과 2의 결과를 종합하면, 관찰자가 쌍 얼굴을 왼쪽과 오른쪽을 바라보는 두 얼굴로 개별 처리하지 않고 맞보는 얼굴이라는 하나의 단위로 처리했을 가능성이 시사되며, 이는 인간의 시각 체계에 수렴과 발산이 개별 차원을 이루고 있는 사회적 쌍 자극의 방향 처리를 위한 신경학적 경로의 존재를 암시한다.

주제어: 형태잔여효과, 사회적 쌍 자극