

순간제시 얼굴의 왜곡 현상에 대한 제시 시간, 제시 개수, 얼굴 구성요소와 윤곽의 영향*

엄 지 정 우 현[†]

충북대학교 심리학과

순간제시 얼굴의 왜곡 현상(Flashed Face Distortion Effect; FFD 현상)이란 연속해서 얼굴 자극들이 주변시에 순간적으로 제시되었을 때 그 얼굴의 특징들이 심하게 부각되어 보이거나 심지어 괴물처럼 보이는 착시이다. FFD 현상은 발견된 이래로 많은 관심을 받아왔으나 이 착시에서 얼굴이 지각되는 일반적인 양상이나 이 착시의 발생 원인을 실험적으로 검증한 연구는 거의 없다. 본 연구에서는 FFD 현상이 나타나기 위한 기본적인 조건과 발생 기제를 살펴보기 위해 세 개의 실험을 수행하였다. 실험 1에서는 얼굴 자극의 제시 개수와 제시 시간 그리고 총 제시시간이 FFD 현상에 미치는 효과를 살펴보았다. 실험 2에서는 반복 제시와 얼굴들의 구성요소 간 간격의 차이가 FFD 현상에 미치는 효과를 살펴보았다. 실험 3에서는 얼굴 구성요소의 위치 변화, 세부특징 모양 변화, 그리고 윤곽의 동일 여부에 따른 착시의 변화를 살펴보았다. 실험 결과 FFD 현상에 대한 제시 개수와 제시 시간의 영향은 자극의 총 제시시간에 따라 변화하였다. 반면 구성요소 간 간격과 반복 제시는 착시에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 얼굴의 외부 윤곽이 동일하다면 구성요소들의 간격이 좁을 때가 구성요소들의 간격이 넓을 때보다 착시가 더 강하게 지각되었다. 이러한 결과들은 FFD 현상의 발생 기제가 밀집 효과(crowding effect)와 관련이 있을 가능성을 시사한다.

주제어 : 순간제시 얼굴의 왜곡 현상, 얼굴 구성요소, 제시 시간, 윤곽, 착시

* 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2014S1A5A2A03066219).

본 논문은 제1저자 엄지의 석사학위 청구 논문을 수정, 보완한 것임.

논문 자료의 일부는 2016년도 한국 인지 및 생물 심리학회 연차 학술대회에서 발표하였음.

† 교신저자 : 정우현, 충북대학교 심리학과, (28644) 충북 청주시 서원구 충대로 1

Email : com4man@gmail.com

착시는 시각 정보에 대한 뇌의 해석과 관련이 있으므로 착시의 발생 원인을 살펴보는 것은 시각 기제를 이해하기 위한 유용한 수단이 될 수 있다. 실제로 많은 시각연구자들은 시각 처리과정을 이해하기 위해 다양한 착시 연구를 진행해왔다(e.g., Baumgartner, 1960; Freire, Lee, & Symons, 2000; Gregory, 1997; Wei, Ren, & Wang, 2012). 최근 화제가 되고 있는 얼굴 착시 중 하나는 Tangen, Murphy와 Thompson (2011)에 의해 발견된 순간제시 얼굴의 왜곡 현상(Flashed Face Distortion Effect; FFD 현상)이다. FFD 현상은 눈의 위치가 정렬된 얼굴들(eye-aligned faces)이 주변시(peripheral vision)에서 연속적으로 빠르게 제시될 경우 어느 순간부터 각 얼굴의 특징들이 순간적으로 부각되어 캐리커처처럼 보이거나 괴물처럼 보이는 착시를 말한다. FFD 현상은 주변시에서 나타나는 착시로 얼굴을 직접 응시할 경우 착시가 사라진다. FFD 현상은 발표된 이래로 세계적으로 많은 사람들에게 큰 관심을 받아왔으나 그 발생 원인을 실험적으로 검증해본 연구는 거의 없다.

FFD 현상을 발견한 Tangen 등(2011)은 현상학적 관찰을 통해 이 착시의 원인으로 상대적 부호화(relative encoding)를 지목하였다. 이들은 FFD 현상이 얼굴 세부특징들(예. 눈, 코, 입 등)의 상대적인 위치와 모양에 대한 비교에 의해 나타난다고 보았다. 눈의 위치가 정렬될 경우 얼굴 세부특징들의 상대적 위치와 모양에 대한 비교가 더 쉬워지고 세부특징들 간의 차이를 더 명백하게 만듦으로써 FFD 현상이 발생한다고 보았다. 상대적 부호화로 인해 나타나는 대표적인 현상으로는 순응이 있다.

Tangen 등(2011)은 FFD 현상의 발생이 순응과 관련이 있다고 주장하였다. 이들은 FFD 현상이 특히 얼굴 왜곡 잔효(face distortion after-effect) 또는 모양-대비 효과(shape-contrast effect)와 관련이 있다고 제안하였다. 얼굴 왜곡 잔효란 특정한 방향으로 왜곡된 얼굴에 순응할 경우 정상적인 얼굴을 순응 얼굴과 반대방향으로 왜곡된 것처럼 지각하는 현상을 말한다(Zhao & Chubb, 2001). 얼굴 왜곡 잔효가 나타나기 위해서는 순응자극을 수초~수분 동안 응시해야한다. 모양-대비 효과란 짧은 시간 동안 제시된 단순한 모양이 이후 짧은 시간 동안 제시되는 단순한 모양을 왜곡시키는 현상을 말한다(Suzuki, 2005; Suzuki & Cavanagh, 1998). 예를 들어 수직선이 짧게 제시된 후 원이 짧게 제시되면 이 원은 수직선과는 반대방향인 가로로 긴 타원형으로 지각된다. FFD 현상은 얼굴에서 왜곡이 나타난다는 점에서는 얼굴 왜곡 잔효와 비슷하며 주변시에서 짧은 제시시간 후에 왜곡이 일어난다는 점에서는 모양-대비 효과와 비슷하다. FFD 현상은 얼굴 왜곡 잔효 또는 모양-대비 효과와 같은 현상처럼 여겨질 수 있으나 실제로 FFD 현상이 이 현상들과 동일한 기제인 순응에 의해 나타나는지를 실험적으로 검증해본 연구는 아직 없다. 현재까지는 FFD 현상의 원인으로 순응을 잠정적으로 인정하고 있으나 실제 FFD 현상이 순응과 같은 기제에 의해 나타나는지 검증해볼 필요가 있다.

얼굴-공간 모델(face-space model)은 Valentine (2001)에 의해 제시된 모델로써 얼굴 식별, 얼굴 순응, 캐리커처 효과 등과 같은 얼굴 재인 현상을 설명하는데 많이 적용되어왔다(Crookes

& McKone, 2009). 얼굴-공간 모델에 따르면 다차원적 공간에서 각 얼굴들은 얼굴들의 평균인 ‘중심’ 얼굴을 기준으로 각각 다른 축에 위치한다. 개별 얼굴들과 ‘중심’ 얼굴을 잇는 선분을 식별 궤도(identity trajectory)라고 부르며 이 식별 궤도의 반대편에 놓인 얼굴은 특징 차원에서 개별 얼굴들과 반대의 특징을 갖는다(Lewis, 2004). 각 특징들의 강도는 ‘중심’ 얼굴에 대한 벡터의 길이로 정의된다(Webster & MacLeod, 2011). 이러한 차원은 얼굴에 대한 경험에 기반을 두고 발달되는 것으로 알려져 있다(Hills, Holland, & Lewis, 2010). Leopold, O’Toole, Vetter와 Blanz(2001)는 얼굴-공간 모델을 사용하여 얼굴 왜곡 잔효를 설명하였다. 이들은 실험을 통해 식별 궤도의 한 위치에 놓인 얼굴 자극에 대해 순응할 경우 평균 얼굴을 식별 궤도의 반대 방향에 위치한 얼굴과 유사하게 지각함을 보여주었다. 순응 얼굴의 식별 강도(identity strength)가 더 강할수록, 즉 순응 얼굴이 평균 얼굴과의 거리가 멀수록 순응효과 또한 더 강하게 나타났다. 본 연구에서는 얼굴-공간 모델을 적용하여 FFD 현상이 순응과 같은 기체에 의해 발생하는가를 살펴보았다.

얼굴의 정보처리과정은 크게 특징적 처리(featural processing)와 전반적 처리(configural processing)로 나눌 수 있다. 특징적 처리는 눈, 코, 입 등 얼굴의 각 구성요소들이 개별적으로 처리되는 과정을 의미하고 전반적 처리는 얼굴의 구성요소들이 개별적으로 처리되는 것이 아닌 이들 간의 공간적 관계를 기반으로 처리되는 과정을 의미한다. 이 중 전반적 처리는 인간이 갖고 있는 얼굴에 대한 전문성에

기여하는 중요한 요인으로 알려져 있다. 얼굴이 복잡한 자극임에도 불구하고 각 구성요소들이 동시에, 병렬적으로 처리되면서 매우 빠른 시간 내에 정보처리가 가능해진다. 얼굴 지각에서 전반적 처리와 특징적 처리 중 어떤 정보처리과정이 얼굴 인식에 더 영향을 미치는가는 심리학자들 사이에서 중요한 논쟁거리였다. 얼굴 구성요소들이 개별적으로 처리됨으로써 얼굴 재인이 이루어진다는 연구 결과들(e.g., Gold, Mundy, & Tjan, 2012; Macho & Leder, 1998)이 있는 반면 얼굴 구성요소들이 전체적으로 통합되어 처리됨으로써 얼굴 재인이 이루어진다는 연구 결과들(e.g., Richler, Cheung, & Gauthier, 2011; Tanaka & Farah, 1993)도 있다. 최근 연구들은 전반적 처리와 특징적 처리 모두 얼굴 재인에 중요한 영향을 미친다는 것을 보여준다(e.g., 김정훈, 김초복, 2004; Reinitz, Morrissey, & Demb, 1994). 그러나 전반적 처리와 특징적 처리는 다른 경로로 처리된다는 많은 연구결과들이 있으며(de Gelder & Rouw, 2001; Lobmaier, Klaver, Loenneker, Martin, & Mast, 2008) 친숙성, 연령 등에 따라 얼굴 재인에 대한 전반적 처리와 특징적 처리의 기여도는 달라질 수 있다(Mondloch, Grand, & Maurer, 2002; Reinitz, Morrissey, & Demb, 1994). Utz와 Carbon(2015)은 수반자극 과제(flanker task)를 통해 FFD 현상의 원인으로 전반적 처리를 지목하였다. 이들은 백인 얼굴, 흑인 얼굴, 역전된(inverted) 얼굴, 네거티브(negative) 얼굴, 원숭이 얼굴 자극을 수반자극으로 사용하여 FFD 현상이 어떻게 달라지는지를 살펴보았다. 실험 결과 타인종이나 역전된 얼굴, 네거티브 얼굴이 수반되었을 때 착

시가 감소함을 보여주었다. 이들은 이 연구 결과를 통해 FFD 현상은 인간이 얼굴 처리의 전문가이기 때문에 나타나는 현상이며 전반적 처리(configural processing)에 기반 하여 나타난다고 주장하였다.

얼굴의 전반적 처리는 크게 일차 관계(first-order relations)에 대한 민감성(sensitivity), 전체적 처리(holistic processing), 이차 관계(second-order relations)에 대한 민감성으로 구분될 수 있다(Maurer, Grand, & Mondloch, 2002). 일차 관계에 대한 민감성은 얼굴 구성요소들의 배열을 통해 대상을 얼굴로서 지각하는 것을 의미한다. 일차 관계란 두 개의 눈이 코 위에 위치하고 코 아래에 입이 위치하는 기본적인 얼굴의 배열을 의미한다. 전체적 처리는 각 구성요소들이 게슈탈트(Gestalt)적으로 통합된 전체로써 처리되는 것을 의미한다. 이차 관계는 각 구성요소들 간의 간격을 의미하며 이차 관계에 대한 민감성은 이러한 미세한 간격에 대한 정보를 부호화하는 것을 말한다. Utz와 Carbon(2015)은 FFD 현상이 전반적 처리와 관련이 있다고 보았으나 전반적 처리의 어떤 종류와 관련이 있는지는 언급하지 않았다. 반면 Tangen 등(2011)은 FFD 현상이 세부특징들의 상대적 위치와 모양에 대한 비교로 발생한다고 보았다. Tangen 등(2011)이 지목한 세부특징들의 상대적 위치에 대한 비교는 얼굴의 전반적 처리 중 이차 관계와 관련이 깊다고 볼 수 있으며 세부특징들의 모양에 대한 비교는 얼굴의 특징적 처리와 관련이 깊다고 볼 수 있다. Tangen 등(2011)의 주장은 현상학적 관찰을 통한 주장일 뿐 실험을 통해 검증된 것은 아니나 Tangen 등(2011)과 Utz와

Carbon(2015)의 주장을 종합하였을 때 얼굴의 각 구성요소 간 간격(이차 관계)은 FFD 현상의 주요한 원인일 가능성이 있다.

우선 FFD 현상의 배후기제를 살펴보기 위해서는 FFD 현상의 기본적인 발생 조건을 알아볼 필요가 있다. Tangen 등(2011)은 초당 4~5개의 얼굴 이미지들이 제시되었을 때 착시가 가장 강하게 나타나며 이보다 빠르거나 느리게 제시될 경우에 착시가 감소한다고 주장하였다. 그러나 이들은 단순히 현상학적 관찰을 통해서 가정하였을 뿐 그 가정에 대한 이론적 설명도 제시하지 않았다. FFD 현상이 가장 잘 나타나기 위한 최적의 제시 시간을 체계적으로 검증해 볼 필요가 있다. FFD 현상은 얼굴 자극이 제시되는 총 제시시간과 관련이 있을 가능성이 있다. 예를 들어 얼굴 자극의 제시 개수가 증가할 경우 200~250ms보다 빠른 제시시간에서 오히려 착시가 더 잘 나타날 가능성이 있다. 실험 1에서는 얼굴 자극의 제시 개수와 제시 시간의 함수적 관계를 살펴봄으로써 제시 시간과 제시 개수가 FFD 현상에 미치는 영향을 살펴보았다.

Utz와 Carbon(2015)은 인종이 다른 얼굴 자극을 사용한 수반자극 과제에서 FFD 현상에 대한 동인종 우세효과를 발견하였다. 동인종 우세효과나 동연령 우세효과는 관찰대상자의 인종이나 연령대가 관찰자와 동일한 경우 다른 경우와 비교하여 상대적으로 얼굴 인식이 더 정확하고 빠르게 이루어지는 현상을 말한다(정우현, 이일우, 2012; Anastasi & Rhodes, 2006; Sporer, 2001). 이는 친숙한 얼굴에 대한 정보처리가 친숙하지 않은 얼굴들과는 다르게 처리됨을 보여주는 대표적인 예이다. 친숙성

은 자극에 대한 반복적인 노출에 의해 형성된다(Zajonc, 1968). Utz와 Carbon(2015)의 연구 결과는 FFD 현상이 얼굴 자극의 반복 개수에 따라 달라질 수 있음을 의미한다. 실험 2에서는 FFD 현상에 대한 반복 제시의 영향을 살펴보았다. Tangen 등(2011)은 현상학적인 관찰을 통해 FFD 현상이 얼굴들 간의 세부특징의 모양과 위치에 대한 상대적 비교로 나타난다고 추측하였다. Utz와 Carbon(2015)은 수반자극과제를 통해 FFD 현상이 얼굴의 전반적 처리와 관련이 있다고 보았다. 이는 FFD 현상이 전반적 처리 중 얼굴의 이차 관계에 대한 민감성과 관련이 깊을 가능성을 의미한다. 실험 2에서는 얼굴의 이차 관계를 조작한 자극을 사용하여 FFD 현상에 대한 얼굴의 구성요소 간 간격의 효과 또한 살펴보았다.

만약 FFD 현상이 얼굴의 전반적 처리와 관련이 있다하더라도 얼굴의 전반적 처리와 특징적 처리 중 어떤 처리과정이 FFD 현상과 더 관련이 깊은지, 그리고 윤곽의 동일여부가 FFD 현상에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴볼 필요가 있다. Tangen 등(2011)은 세부특징의 모양 또한 FFD 현상에 영향을 미칠 것이라고 추측하였으며 실제로 FFD 현상에서 얼굴 이미지는 다른 얼굴들과 비교하여 상대적으로 특징적인 부분이 캐리커처화 되어 지각되는 경향이 있다. 실험 3에서는 FFD 현상이 전반적 처리와 특징적 처리 중 어떤 정보처리과정과 관련이 더 깊은지를 살펴보았다. 얼굴 구성요소의 위치와 세부특징은 얼굴의 내부 구성요소(internal elements)에 해당한다. 그러나 내부적 요소뿐만 아니라 외부 윤곽(external features) 또한 얼굴 정보처리에 중요한 영향을

미친다(Andrews, Davies-Thompson, Kingstone, & Young, 2010). 예를 들어 동일 인물의 내부적 특징들이 다른 얼굴의 외부 윤곽에서 제시되는 경우 재인의 정확성이 감소한다(Andrews & Thompson, 2010; Sinha & Poggio, 1996). 외부 윤곽의 중요성은 저해상도에서 더 커질 수 있다. Jarudi와 Sinha(2003)의 연구에 따르면 고해상도에서는 얼굴의 외부 윤곽보다 내부 구성요소들이 얼굴 재인에 더 중요한 영향을 미치지만 저해상도에서는 내부 구성요소들보다 외부 윤곽이 얼굴 재인에 더 중요한 영향을 미친다. FFD 현상은 주변시에서 나타나므로 외부 윤곽이 착시에 중요한 영향을 끼칠 가능성이 있다. 실험 3에서는 외부 윤곽의 동일 여부를 조작함으로써 얼굴 내부 구성요소들의 효과뿐만 아니라 외부 윤곽이 FFD 현상에 미치는 효과를 살펴보았다.

실험 1. 얼굴 자극의 제시 개수와 제시 시간이 FFD 현상에 미치는 영향

FFD 현상의 배후기제를 알아보기 위하여 FFD 현상이 나타나는 최적의 제시 조건을 알아볼 필요가 있다. 실험 1에서는 얼굴 자극의 제시 개수, 제시 시간, 그리고 얼굴 자극의 총 제시시간(제시 개수 * 제시 시간)이 FFD 현상에 미치는 영향을 알아보았다. Tangen 등(2011)이 언급한 최적의 제시 시간을 포함하여 제시 시간을 네 수준으로 나누어 착시의 강도가 어떻게 달라지는지 살펴보았다. 또한 제시되는 얼굴의 개수에 따른 착시량의 변화도 살펴보았다. FFD 현상은 얼굴 자극이 제시되는 총 제시시간과 관련이 있을 수 있다. 얼굴 자극

의 제시 개수가 많을 경우에는 제시 시간이 짧아도 착시가 잘 나타날 수 있고 얼굴 자극의 제시 개수가 적더라도 제시 시간이 길면 착시가 잘 나타날 가능성이 있다. 즉 얼굴 개수의 증가에 따라 최적 제시 시간이 달라질 수 있다. 얼굴 자극의 제시 개수와 제시 시간의 함수적 관계를 살펴봄으로써 자극의 총 제시시간이 FFD 현상에 미치는 효과를 살펴보았다.

제시 개수의 증가에 따른 지각된 착시의 강도를 살펴보기 위해서는 제시된 얼굴 자극들의 평균적인 착시 강도를 평정하는 집단과 마지막 얼굴의 착시 강도를 평정하는 집단으로 나누어 살펴볼 필요가 있다. 만약 제시 개수에 따른 착시량의 변화가 ‘역-U자’ 형태를 그린다면 제시 개수가 많은 조건에서 평균적인 착시 강도는 마지막 얼굴의 착시 강도 보다 높을 것이다. FFD 현상에 대한 제시 시간과 제시 개수의 효과를 집단을 나누어 비교하였다.

방 법

참가자 나안 또는 교정시력 0.6 이상의 충북대학교 학부생 및 대학원생 남, 여 40명이 실험에 참가하였다. 실험참가자 중 21명은 자발적으로 참여하였으며 이들을 제외한 19명의 학생들은 심리학 관련 과목의 요구로 실험에 참가하였다. 실험 참가자들은 연구의 가설을 알지 못했으며 실험에 앞서 실험참가동의서를 작성하였다. 실험 참가자 중 20명은 제시된 얼굴들의 평균적인 착시 강도를 평정하는 조건(평균 평정조건)에, 나머지 20명은 마지막

얼굴의 착시 강도를 평정하는 조건(마지막 평정조건)에 무선적으로 할당되었다. 본 연구는 충북대학교의 연구심의위원회(IRB)로부터 승인 받은 후 수행되었다.

장치 및 자극 본 연구에서는 Ma, Correll과 Wittenbrink(2015)의 시카고 얼굴 데이터베이스(Chicago Face Database)에서 얼굴 자극을 선별하였다. 시카고 얼굴 데이터베이스 중 아시아인 남자 52명, 여자 56명의 얼굴을 자극으로 사용하였다. Tangen 등(2011)의 자극과 유사하도록 원본 자극의 회색 티셔츠를 제거하고 목의 일부만 남겼으며 헤어스타일은 이마를 크게 벗어나지 않는 짧은 머리스타일로 조작하였다. 얼굴 이미지들의 눈의 위치는 가로(x)축과 세로(y)축으로 정렬되었으며 이미지의 눈을 조작하지 않는 한에서 최대한 눈동자의 위치를 정렬하였다. 얼굴의 크기는 약 420 X 600(화소)로 시각(visual angle) 12.25° X 17.42°이었다. 총 108장의 얼굴 이미지 중 무선적으로 선택된 54장(남: 26, 여: 28)의 이미지는 왼쪽에 제시되었고 나머지 54장(남: 26, 여: 28)의 이미지는 오른쪽에 제시되었다. 응시점과 얼굴 자극의 눈은 동일한 세로(y)축에 위치하였으며 얼굴 자극의 중앙과 응시점의 중앙사이의 거리는 좌, 우 각각 11.52°이었다. 자극의 배경은 흰색이었다. 실험은 1600 X 900 화소의 해상도 조건에서 20인치 LED 모니터 상에 제시되었으며 참가자의 눈과 모니터의 거리는 약 55cm이었다.

절차 본 실험에 사용한 설치는 4 X 4 X 2 혼합설계로 참가자 내 변인은 얼굴 개수(5개,

10개, 20개, 40개), 제시 시간(50ms, 100ms, 200ms, 400ms)이었고 참가자 간 변인은 판단 방법(얼굴들의 평균적인 착시 강도, 마지막 얼굴의 착시 강도)이었다. 본 실험의 종속측정치는 지각된 착시의 강도였다. 실험참가자들은 실험이 시작되면 모니터 앞에 앉아 실험자의 지시에 따라 실험을 수행하였다. 참가자들은

본 시행에 앞서 실험방식에 익숙해지도록 총 10번의 연습시행을 수행하였다. 본 실험은 총 64회(얼굴 개수 4 X 제시 시간 4 X 반복 4)로 구성되었으며 각각의 조건은 완전히 무선적인 순서로 제시되었다.

그림 1은 실험 1의 절차이다. 시행이 시작되면 화면 중앙으로부터 위로 1.15° 떨어진

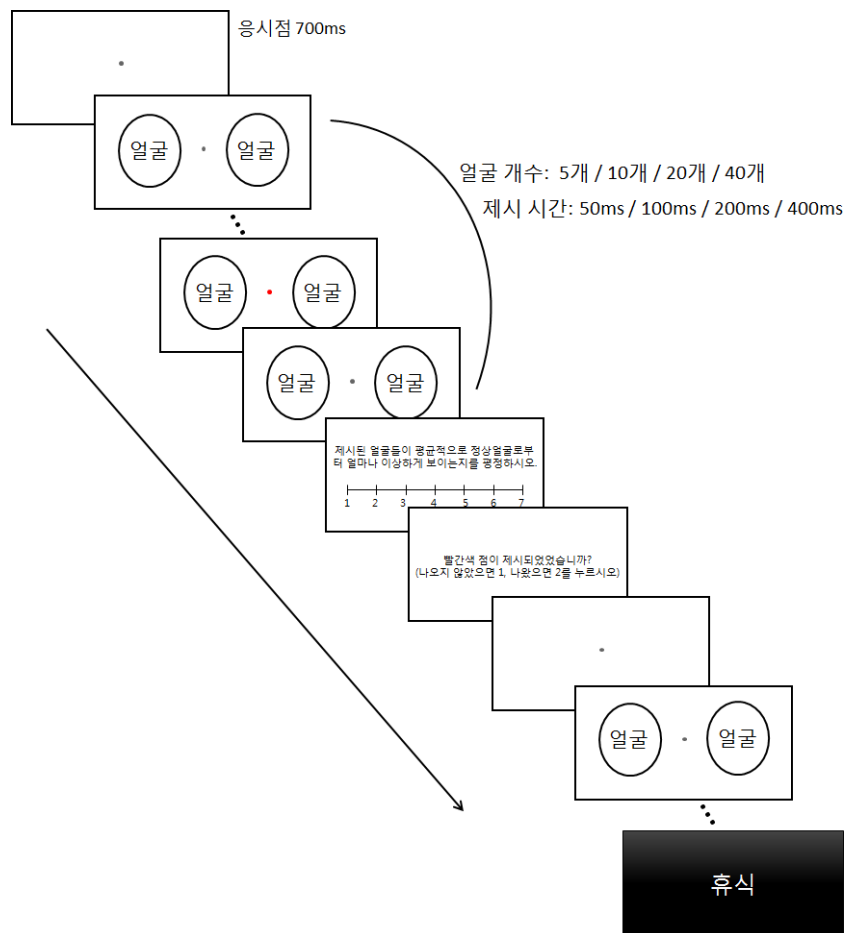
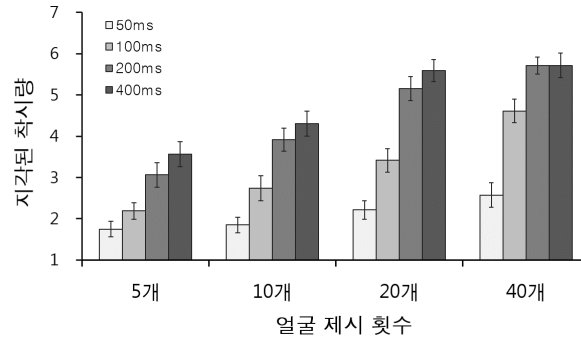


그림 1. 실험 1의 절차 예시. 각 시행에서 얼굴 개수는 5개, 10개, 20개, 40개 중 하나의 얼굴 개수 조건으로 제시되었으며, 제시 시간 또한 50ms, 100ms, 200ms, 400ms 중 하나의 제시 시간 조건으로 제시되었다. 참가자들은 각 시행의 끝에 얼굴 착시 강도 평정과 화면의 중앙에 제시된 응시점 색 변화과제를 실시하였다. 한 블록이 끝나면 휴식시간이 주어졌으며 이후 다음 블록에 대한 수행을 시작하였다. 실험은 총 네 블록으로 이루어졌다.

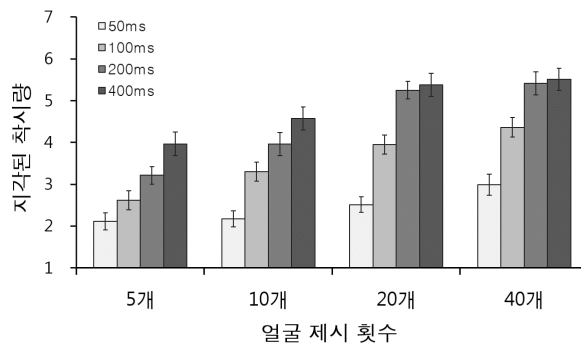
곳에 지름 0.31°의 회색 응시점이 700ms 동안 먼저 제시되었고 이후 응시점 중앙에서 왼쪽, 오른쪽으로 각각 11.52° 떨어진 곳에 얼굴 자극들이 제시되었다. 각 시행마다 16개의 조건(얼굴 개수 4 X 제시 시간 4) 중 하나의 조건이 선택되었으며 왼쪽과 오른쪽에 제시된 얼굴 자극들은 서로 다른 얼굴 이미지들이 사용되었다. 회색 응시점은 각 시행에서 얼굴자극들이 제시되는 동안 변하지 않고 계속 회색으로 제시되거나 50ms 동안 짧게 빨간색 원으로 바뀌었다. 실험 참가자는 화면의 중앙에 제시되는 회색 응시점을 응시하며 주변시에 제시된 얼굴 자극에 주의를 기울이도록 지시받았다. 참가자들은 매 시행마다 제시된 얼굴 자극들이 얼마나 이상하게 보였는지를 7점 척도(1=완전히 정상적으로 보인 경우, 7=얼굴이 실제 절대 볼 수 없을 것처럼 보이는 경우)로 반응하였다. 이때 '평균 평정조건'에 할당된 참가자들은 제시된 얼굴들(5개, 10개, 20개, 40개)이 평균적으로 정상얼굴로부터 얼마나 이상하게 보였는지를 평정하였고, '마지막 평정조건'에 할당된 참가자들은 가장 마지막에 제시된 얼굴이 정상얼굴로부터 얼마나 이상하게 보였는지를 평정하였다. 참가자들은 얼굴의 착시정도를 평정한 후 회색 응시점이 한 번이라도 빨간색 원으로 바뀐 적이 있었는지를 판단하는 과제(1=빨간색 점이 나온 경우, 2=빨간색 점이 나오지 않은 경우)를 실시하였다. 과제는 모두 키보드의 숫자 키를 눌러 반응하였다. 실험은 총 네 블록으로 나뉘어 각 블록 내에서 16번의 시행이 제시되었으며 각 블록 사이에 참가자가 원하는 만큼의 휴식시간 주어졌다. 실험에 소요된 시간은 약 25분이었다.

결과 및 논의

실험 참가자 20명 모두 응시점 과제 정답률이 50% 이상($M=91.72$, $SD=8.08$)이었으므로 모든 참가자의 자료가 분석에 사용되었다. 얼굴의 제시 개수와 제시 시간이 FFD 현상에 미치는 효과를 알아보기 위해 두 집단(평균 평정 집단, 마지막 평정 집단)의 참가자들의 지각된 착시량을 측정하였다. 우선 얼굴자극의 제시 개수(5개, 10개, 20개, 40개), 제시 시간(50ms, 100ms, 200ms, 400ms), 참가자 집단(평균 평정, 마지막 평정) 간 혼합 변량분석을 실시하였다. 그 결과 삼원 상호작용효과는 통계적으로 유의미하지 않았으며 참가자 간 요인인 집단(평균 평정조건, 마지막 평정 조건)의 주효과도 통계적으로 유의미하지 않았다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 제시 시간과 제시 개수가 FFD 현상에 미치는 영향은 평균 평정 집단과 마지막 평정 집단에서 차이를 보이지 않았다. 얼굴 자극의 제시 개수와 제시 시간의 상호작용 효과는 통계적으로 유의미하였으나($F_{(9, 342)}=10.77$, $MSe=0.45$, $p<.001$) 이는 제시 개수와 제시 시간이 증가한 조건이 다른 조건들에 비해 차이가 적어서 나온 결과일 뿐 제시 개수에 따른 효과의 형태를 뒤집는 것은 아니었다. 이러한 이유로 분석에서는 주효과만이 고려되었다. 얼굴 제시 개수의 주효과는 통계적으로 유의미하였다($F_{(3, 114)}=164.62$, $MSe=0.64$, $p<.001$). 제시 개수 조건 간의 평균 차이에 대한 Bonferroni 사후 검증을 실시한 결과 모든 조건 간의 차이가 통계적으로 유의미하였다($p<.001$). 얼굴의 제시 개수가 증가함에 따라 착시량도 증가하였다. 참가자 내 변인인 제시



(가) 평균 평정 집단에서 얼굴 제시 횟수와 제시 시간에 따른 착시량의



(나) 마지막 평정 집단에서 얼굴 제시 횟수와 제시 시간에 따른 착시량의

그림 2. 실험 1의 결과 그래프. (가)는 평균 평정 집단의 착시량을 나타내고 (나)는 마지막 평정 집단의 착시량을 나타낸다. 가로축은 얼굴 제시 개수를 의미하고 세로축은 지각된 착시량을 의미한다. 네 개의 막대 그래프는 제시 시간 조건의 결과를 나타낸다. 오차막대는 참가자 내 95% 신뢰구간을 의미한다.

시간의 주효과는 구형성 가정이 파기되어 Greenhouse-Geisser 값으로 대체하였으며 통계적으로 유의미하였다($F_{(1.69, 64.05)}=161.99, MS_e=2.32, p<.001$). 제시 시간 네 조건의 차이를 자세히 살펴보기 위해 Bonferroni 사후 검증을 실시한 결과 모든 조건 간의 차이가 통계적으로 유의미하였다($p<.01$). 얼굴의 제시 시간이 증가할수록 착시량 또한 증가하였다.

FFD 현상은 개별 얼굴의 제시 개수 또는 제시 시간보다 얼굴이 제시되는 총 제시시간과 관련이 있을 가능성이 있다. 이를 검증해

보기 위해 총 제시시간이 동일한 각각의 조건들에 대한 반복측정 변량분석을 실시하였다(그림 3). 우선 총 제시시간이 1000ms인 조건들(얼굴 5개-200ms, 얼굴 10개-100ms, 얼굴 20개-50ms)에 대한 변량분석을 실시하였다(그림 3의 '가'). 그 결과 각 조건 간 착시량의 차이는 통계적으로 유의미하였다($F_{(2, 78)}=15.92, MS_e=0.44, p<.001$). 이를 자세히 살펴보기 위해 Bonferroni 방법에 따라 사후분석을 실시한 결과 '얼굴 20개-50ms' 조건($M=2.36, SD=.93$)에서의 착시량은 '얼굴 5개-200ms' 조건

($M=3.14$, $SD=1.14$)과 ‘얼굴 10개-100ms’조건 ($M=3.02$, $SD=1.21$)에서의 착시량보다 통계적으로 유의미하게 낮았다($p<.001$). 다음으로는 총 제시시간이 2000ms인 조건들(얼굴 5개-400ms, 얼굴 10개-200ms, 얼굴 20개-100ms, 얼굴 40개-50ms) 간 비교를 실시하였다(그림 3의 ‘나’). 분석 결과 총 제시시간이 동일하더라도 조건 간 착시량의 차이는 통계적으로 유의미하였다($F_{(3, 117)}=13.01$, $MSe=0.82$, $p<.001$). 조건 간의 차이를 자세히 살펴보기 위해 Bonferroni 사후 검증을 실시하였다. 그 결과 ‘얼굴 5개-400ms’ 조건($M=3.76$, $SD=1.31$), ‘얼굴 10개-200ms’ 조건($M=3.94$, $SD=1.22$), ‘얼굴 20개-100ms’ 조건($M=3.68$, $SD=1.16$)에서의 착시량은 ‘얼굴 40개-50ms’ 조건에서의 착시량($M=2.78$, $SD=1.23$)보다 통계적으로 유의미하게 높았다($p<.01$). 얼굴 제시 개수가 가장 많은 경우일지라도 제시 시간이 가장 짧았을 때 착시가 가장 약하게 지각되었다. 총 제시시간이 4000ms인 조건들(얼굴 10개-400ms, 얼굴 20개-200ms, 얼굴 40개-100ms)에 대한 변량 분석을 실시한 결과 각 조건 간 착시량의 차

이는 통계적으로 유의미하였다($F_{(1.67, 65.16)}=13.61$, $MSe=0.64$, $p<.001$ (그림 3의 ‘다’). 이를 자세히 살펴보기 위해 Bonferroni 방법에 따라 사후분석을 실시한 결과 ‘얼굴 20개-200ms’ 조건에서의 착시량($M=5.20$, $SD=1.12$)은 ‘얼굴 10개-400ms’조건($M=4.44$, $SD=1.29$)과 ‘얼굴 40개-100ms’ 조건($M=4.49$, $SD=1.16$)에서의 착시량보다 통계적으로 유의미하게 높았다($p<.001$). FFD 현상에 대한 제시 개수의 영향을 살펴보기 위해 총 제시시간이 동일하지 않은 조건 간 착시량의 차이를 살펴보았다. ‘5개-200ms’ 조건과 ‘20개-100ms’ 조건의 착시량, ‘5개-200ms’ 조건과 ‘40개-100ms’ 조건의 착시량에 대한 대비분석을 실시하였다. 분석 결과 ‘5개-200ms’ 조건보다 ‘20개-100ms’ 조건에서의 착시량은 통계적으로 유의미하게 높았다($F_{(1, 39)}=14.53$, $MSe=0.81$, $p<.001$). ‘40개-100ms’ 조건에서의 착시량 또한 ‘5개-200ms’ 조건에서의 착시량보다 통계적으로 유의미하게 높았다($F_{(1, 39)}=63.57$, $MSe=1.15$, $p<.001$).

마지막 평정집단의 경우 마지막 얼굴에 대한 착시 정도를 판단하므로 얼굴의 생김새가

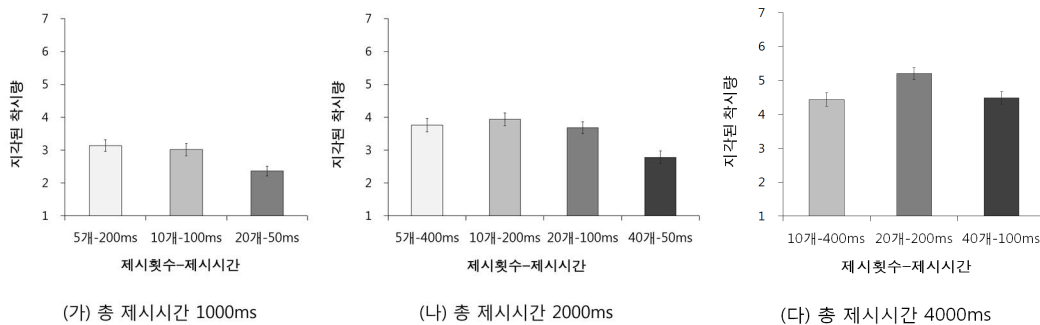


그림 3. 총 제시시간 별 결과 그래프. (가)는 총 제시시간이 1000ms에 해당하는 조건 간 착시량을 나타내고 (나)는 총 제시시간이 2000ms에 해당하는 조건 간 착시량을 나타낸다. (다)는 총 제시시간 4000ms에 해당하는 조건 간 착시량을 나타낸다. 오차막대는 참가자 내 95% 신뢰구간을 의미한다.

착시에 영향을 미쳤다면 동일한 조건이라도 착시량이 크게 달라졌을 것이다. 얼굴의 생김새의 영향을 살펴보기 위해 집단별로 각 참가자의 착시량 편차의 평균을 구하였다. 착시량 편차는 동일한 조건에서 반복된 네 개의 착시량의 편차를 구한 뒤 평균을 구하였다. 집단별 착시량 편차의 차이를 독립표본 *t*검정을 통해 살펴본 결과 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

실험 1의 결과 제시 개수와 제시 시간은 FFD 현상에 영향을 미쳤다. 제시 개수가 5개에서 40개로 증가함에 따라 참가자들은 착시를 더 강하게 지각하였다. 참가자들은 또한 제시 시간이 50ms에서 400ms로 증가할수록 착시를 더 강하게 지각하였다. 이러한 양상은 집단에 상관없이 비슷하게 나타났다. 이러한 결과는 FFD 현상이 마지막에 제시된 얼굴의 생김새에 따라 착시가 달라지기보다는 제시 개수 또는 제시 시간에 따라 각각의 얼굴들에 대한 착시 강도가 어느 정도 일정함을 의미한다. 이는 평균 평정 집단과 마지막 평정 집단의 착시량에 대한 편차가 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았던 점에 의해서 지지될 수 있다.

Tangen 등(2011)은 FFD 현상의 이상적인 제시 시간은 200~250ms라고 추측하였다. 실험 1에서는 실제로 200~250ms로 얼굴이 제시되었을 때 착시가 가장 강하게 나타나는지를 살펴보았다. 또한 이들의 가정이 제시 개수에 따라서 달라질 수 있는지를 알아보고자 총 제시시간에 따른 착시량의 변화를 살펴보았다. 총 제시시간이 동일한 조건 내에서는 200ms로 얼굴이 제시되었을 때 착시량이 가장 강하게

나타남을 확인할 수 있었으며 이는 Tangen 등(2011)의 가정과 일치하는 결과이다. 그러나 총 제시시간이 동일하지 않은 조건들 간 비교에서 최적의 제시 시간은 제시 개수에 따라 달라짐을 알 수 있었다. 5개의 얼굴들이 200ms 동안 제시된 경우보다 40개의 얼굴들이 100ms 동안 제시된 경우 착시가 더 강하게 지각되었다. 이는 자극의 제시 개수가 증가할 경우 제시 시간이 200ms보다 짧더라도 착시가 더 강하게 나타날 수 있음을 보여준다. Tangen 등(2011)은 FFD 현상에서 자극의 제시 시간의 영향만을 언급했으나 실험 1의 결과 자극의 제시 개수도 또한 중요함을 알 수 있었다. 이는 FFD 현상이 잘 나타나기 위한 제시 조건을 찾기 위해서는 총 제시시간을 고려할 필요가 있음을 시사한다.

실험 2. 반복 제시와 얼굴의 구성요소 간 간격의 차이가 FFD 현상에 미치는 영향

Utz와 Carbon(2015)은 인종이 다른 얼굴들을 수반자극으로 사용하여 실험한 결과 FFD 현상에서 동인종 우세효과를 발견하였다. 동인종 우세효과는 친숙한 얼굴에 대한 정보처리가 친숙하지 않은 얼굴들과는 다르게 처리되기 때문에 발생한다(정우현, 이일우, 2012; Meissner & Brigham, 2001; Sporer, 2001). 친숙성은 대상이 반복적으로 제시되었을 때 증가하므로(Zajonc, 1968) FFD 현상은 반복 제시와 관련이 있을 가능성이 있다. 또한 실험 1의 결과 얼굴 개수가 FFD 현상에 중요한 요인인 것으로 나타났다. 실험 2에서는 동일한 얼굴의 반복 또한 착시량에 영향을 미치는가를 알

아보기 위해 FFD 현상에 대한 반복 제시의 영향을 살펴보았다.

Tangen 등(2011)은 FFD 효과의 발생 원인으로 상대적 부호화와 관련이 있을 것으로 추측하였다. Utz와 Carbon(2015)은 실험적 검증을 통해 FFD 현상이 얼굴의 전반적 처리과정과 관련이 있다고 보았다. Tangen 등(2011)의 추측과 Utz와 Carbon(2015)의 실험 결과를 종합해 보면 FFD 현상은 얼굴들의 구성요소 간 간격(이차관계)의 차이와 관련이 있을 가능성이 있다. 만약 Tangen 등(2011)의 추측처럼 FFD 현상이 상대적 부호화와 관련이 있다면 이전 얼굴 자극과의 구성요소 간 간격의 차이가 클수록 착시가 더 강하게 지각될 것이다. 실험 2에서는 얼굴의 구성요소 간 간격을 조작하여 FFD 현상이 순응과 동일한 기제인 상대적 부호화 의해서 나타나는가를 살펴보았다.

방 법

참가자 나안 또는 교정시력 0.6 이상의 충북대학교 학부생 및 대학원생 남, 여 20명이 실험에 참가하였다. 실험참가자 중 17명은 자발적으로 참여하였으며 이들을 제외한 3명의 학생들은 심리학 관련 과목의 요구로 실험에 참가하였다. 실험 참가자들은 연구의 가설을 알지 못했으며 실험에 앞서 실험참가동의서를 작성하였다. 실험 참가자 20명 중 10명은 'A반복, B신규 조건(A세트의 얼굴 이미지들이 네 블록 동안 제시되고, B세트의 얼굴 이미지들이 마지막 블록에서만 제시되는 조건)'에 무선적으로 할당되었고 나머지 10명은 'B반복, A신규 조건(B세트의 얼굴 이미지들이 네 블록

동안 제시되고, A세트의 얼굴 이미지들이 마지막 블록에서만 제시되는 조건)'에 할당되었다. 본 연구는 충북대학교의 연구심의위원회(IRB)로부터 승인 받은 후 수행되었다.

장치 및 자극 실험 2에서는 실험 1에서 사용된 얼굴 자극 중 남자 얼굴 40장, 여자 얼굴 40장의 이미지를 무선적으로 선별하였다. 실험에 사용한 자극은 '조작자극'과 '기준자극'으로 나뉘었다. 조작자극은 얼굴의 구성요소 간 간격을 조작한 이미지이고 기준자극은 얼굴 구성요소의 위치를 조작자극과 대비시키기 위한 이미지이다.

조작자극의 경우 총 다섯 가지 수준[매우 좁음, 좁음, 표준(기준), 넓음, 매우 넓음]으로 얼굴의 구성요소 간 간격을 조작하였다. 얼굴의 구성요소는 눈썹, 눈, 코, 입으로 정의하였다. 눈 사이의 거리는 가로(x)축을 기준으로 조작하였으며 눈썹과 눈 사이의 거리, 눈과 코 사이의 거리, 코와 입 사이의 거리는 세로(y)축을 기준으로 조작하였다. 눈의 경우 x축으로만 움직였고, 나머지 구성요소인 눈썹, 코, 입의 경우 y축으로만 움직였다. 모든 자극은 표준(기준)을 기점으로 조작되었다. 아시아인의 평균 얼굴 구성요소 위치를 구성요소의 표준(기준) 위치로 지정하기 위해 Photoshop을 이용하여 실험 1에서 사용된 아시아인 얼굴 이미지 108장을 합성하였다. 합성 후 생성된 얼굴의 눈썹, 눈, 코, 입의 위치를 기준으로 표준(기준) 구성요소 위치를 지정하였다. 표준(기준)의 경우 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 거리는 중앙을 기점으로 각각 40 pixel 떨어진 위치로 지정하였다. 눈의 윗부분 끝 지점과 눈썹사이



그림 4. 실험 2의 자극 예시. 얼굴의 구성요소 간 간격은 총 다섯 수준으로 조작되었다. 왼쪽부터 '매우 좁음', '좁음', '표준(기준)', '넓음', '매우 넓음' 순이다.

의 거리는 17 pixel, 눈의 아랫부분 끝 지점에서 코끝까지의 거리는 98 pixel, 코끝에서 윗입술 시작부분까지의 거리는 35pixel로 고정하여 이미지의 구성요소들의 위치를 조작하였다. 기준자극 얼굴과 조작자극의 '표준'의 얼굴은 동일한 방식으로 조작되었으나 기준자극과 조작자극을 구분하기 위해 조작자극의 경우 '기준' 대신 '표준'이라고 명명하였다. 조작자극의 나머지 구성요소 간 간격은 다음과 같이 조작되었다. 매우 좁음의 경우 표준(기준)의 구성요소 위치에서 눈 사이의 간격은 좌, 우로 각각 4pixel 줄어들었고 눈썹과 눈 사이의 거리, 눈과 코 사이의 거리, 코와 입사이의 거리는 각각 12pixel씩 줄어들었다. 좁음의 경우 표준(기준)의 구성요소 위치에서 눈 사이의 간격은 좌, 우로 각각 2pixel 줄어들었고 눈썹과 눈 사이의 거리, 눈과 코 사이의 거리, 코와 입사이의 거리는 각각 6pixel씩 줄어들었다. 넓은 경우 표준(기준)의 구성요소 위치에서 눈 사이의 간격은 좌, 우로 각각 2pixel 늘어났고 눈썹과 눈 사이의 거리, 눈과 코 사이의 거리, 코와 입사이의 거리는 각각 6pixel씩 늘어났다. 매우 넓은 경우 표준(기준)의 구성요소 위치에서 눈 사이의 간격은 좌, 우로 각각 4pixel 늘어났고 눈썹과 눈 사이의 거리, 눈과 코 사

이의 거리, 코와 입 사이의 거리는 각각 12pixel씩 늘어났다. 조작된 자극의 예시는 그림 4에 제시하였다.

선별된 총 80장의 이미지 중 40장의 이미지는 조작자극으로 사용하였고 나머지 40장의 이미지는 기준 자극으로 사용하였다. 조작자극 40장 중 20장은 A세트에 분배되었고 나머지 20장은 B세트에 분배되었다. 기준자극 또한 같은 방식으로 20장은 A세트에, 나머지 20장은 B세트에 분배되었다. A세트에 할당된 20장의 기준이미지 또한 왼쪽과 오른쪽에 각각 10장씩 분배되었다. B세트 또한 같은 방식으로 이미지가 분배되었다. 즉 A세트 왼쪽에 조작자극 10장, 기준자극 10장의 이미지로 총 20장의 이미지가 분배되었다. A세트의 오른쪽 얼굴 자극, B세트의 왼쪽 얼굴 자극, B세트의 오른쪽 얼굴 자극도 같은 방식으로 얼굴 이미지가 분배되었다. 모든 이미지들은 남녀 비율이 동일하도록 분배되었다.

조작자극의 경우 한 명의 정체성(identity)을 가진 이미지는 총 6가지[매우 좁음, 좁음, 표준(기준), 넓은, 매우 넓은, 원본] 방식으로 구성되었으며 기준자극의 경우 한 명의 정체성을 가진 이미지는 총 2가지[기준(표준), 원본] 방식으로 구성되었다. 따라서 A세트 왼쪽에

기준자극의 정체성 10 X 조작방식 6 + 기준 자극의 정체성 10 X 조작방식 2로 총 80장의 이미지 세트로 구성되었다. A세트의 오른쪽 얼굴 자극, B세트의 왼쪽 얼굴 자극, B세트의 오른쪽 얼굴 자극도 같은 방식으로 세트가 구성되었다.

자극의 크기 및 위치는 실험 1과 동일하였다. 자극의 배경은 회색이었다. 실험은 1600 X 900 화소의 해상도 조건에서 20인치 LED 모니터 상에 제시되었으며 참가자의 눈과 모니터의 거리는 약 55cm이었다.

절차 시행이 시작되면 화면 중앙으로부터 위로 1.15°도 떨어진 곳에 지름 0.31°의 회색 응시점이 700ms 동안 먼저 제시되었다. 이후 응시점 중앙에서 왼쪽, 오른쪽으로 각각 11.52° 떨어진 곳에 20개의 얼굴 자극들 250ms 동안 제시되었다. 얼굴 이미지들은 역균형화(counterbalancing)를 위해 조작, 기준 이미지 순서로 번갈아 제시되거나 기준, 조작 이미지 순서로 번갈아 제시되었다. 조작하지 않은 경우의 착시 강도를 알아보기 위해 원본 얼굴만 제시되는 통제조건을 추가하였다. 화면에 제시되는 회색 응시점은 각 시행에서 얼굴자극들이 제시되는 동안 변하지 않고 계속 회색으로 제시되거나 250ms 동안 짧게 빨간색 원으로 바뀌었다. 실험 참가자는 화면의 중앙에 제시되는 회색 응시점을 응시하며 주변시에 제시된 얼굴 자극에 주의를 기울이도록 지시 받았다. 참가자들은 매 시행마다 제시된 얼굴 자극들이 평균적으로 정상얼굴로부터 얼마나 이상하게 보였는지를 7점 척도(1=완전히 정상적으로 보인 경우, 7=얼굴이 실제 절대 볼 수

없을 것처럼 보이는 경우)로 반응하였다. 참가자들은 얼굴의 착시정도를 평정한 후 회색 응시점이 한 번이라도 빨간색 원으로 바뀐 적이 있었는지를 판단하는 과제(1=빨간색 점이 나온 경우, 2=빨간색 점이 나오지 않은 경우)를 실시하였다. 과제는 모두 키보드의 숫자 키를 눌러 반응하였다.

실험은 총 다섯 블록으로 나뉘어 각 블록 내에서 12번의 시행이 제시되었다. 각 블록 사이에는 참가자들이 원하는 만큼의 휴식시간 주어졌다. 같은 얼굴세트만 반복될 경우 반복 제시의 효과와 연습효과를 구분하기 어려우므로 첫 번째 블록에서 네 번째 블록까지는 동일한 이미지 세트를 제시하였고 마지막 블록에서는 새로운 이미지 세트를 제시하였다. 또한 선정된 이미지 자체의 효과를 확인하고 통제하기 위해 집단을 'A반복, B신규 조건'과 'B반복, A신규 조건'으로 나누어 실험을 진행하였다. 'A반복, B신규 조건'에서는 1~4 블록까지는 A세트의 얼굴 이미지들이 제시되었고 마지막 다섯 번째 블록에서만 B세트의 얼굴 이미지들이 제시되었다. 반대로 'B반복, A신규 조건'에서는 1~4 블록까지는 B세트의 얼굴 이미지들이 제시되었고 마지막 다섯 번째 블록에서만 A세트의 얼굴 이미지들이 제시되었다. 실험에 소요된 시간은 약 25분이었다.

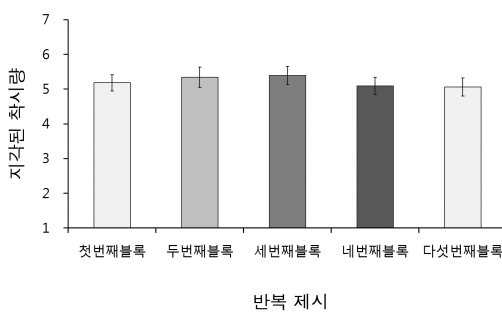
결과 및 논의

실험 참가자 20명 모두 응시점 과제 정답률이 50% 이상($M=90.83$, $SD=5.66$)이었으므로 모든 참가자의 자료가 분석에 사용되었다. 실험 2에서는 반복 제시와 얼굴의 구성요소 간 간

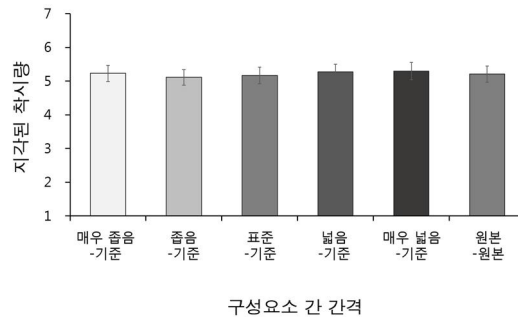
격의 차이 정도에 따라 FFD 현상이 달라지는 지를 알아보았다. 반복 제시의 효과를 얼굴 세트의 영향과 구분하기 위해 집단을 나누어 얼굴 세트 제시 순서를 역균형화 하였다. 우선 얼굴의 구성요소 간 간격(6 수준), 반복 제시(5 수준), 세트 제시 순서(A반복, B신규 조건과 B반복, A신규 조건) 간 혼합 분산분석을 실시하였다. 그 결과 얼굴의 구성요소 간 간격, 반복 제시, 세트 제시 순서의 삼원 상호작용 효과는 통계적으로 유의미하지 않았다($F_{(20, 360)}=0.97, MS_e=0.52, n.s.$). 삼원 상호작용 효과가 통계적으로 유의미하지 않았으므로 각 조건의 이원상호작용을 살펴보았다. 분석 결과 구성요소 간 간격과 세트 제시 순서의 상호작용, 반복 제시와 세트 제시 순서의 상호작용, 구성요소와 반복 제시의 상호작용 모두 통계적으로 유의미하지 않았다. 이원 상호작용 효과가 유의미하지 않았으므로 각 변인들의 주효과를 살펴보았다. 참가자 내 변인인 얼굴의 구성요소 간 간격과 반복 제시의 주효과는 통계적으로 유의미하지 않았다[각각, $F_{(5,$

$90)=0.94, MS_e=0.49, n.s.; F_{(4, 72)}=1.23, MS_e=2.15, n.s.$]. 참가자 간 변인인 세트 제시 순서의 주효과도 통계적으로 유의미하지 않았다($F_{(1, 18)}=0.92, MS_e=1.05, n.s.$). 그림 5는 실험 2의 결과이다.

Utz와 Carbon(2015)은 인종이 다른 얼굴 자극을 사용하여 수반과제를 실시한 결과 FFD 현상에서 동인종 우세효과가 나타남을 발견하였다. 동인종 우세효과는 동인종의 얼굴에 대한 친숙성에 의해서 나타난다. 친숙성은 대상에 대한 반복에 의해 형성된다. Utz와 Carbon(2015)의 연구 결과는 FFD 현상이 반복 제시와 관련이 있을 가능성을 보여준다. 우리는 짧은 시간 동안(약 153.4ms~182.2ms) 주변시에 제시된 얼굴에 충분히 주의를 기울이지 않은 조건에서도 얼굴을 식별할 수 있으므로 (Reddy, Reddy, & Koch, 2006) 본 실험의 조건에서도 참가자들은 반복적으로 제시된 얼굴을 식별할 수 있었을 것이다. 그러나 실험 2에서 FFD 현상에 대한 반복 제시의 효과를 살펴본 결과 반복 제시에 따른 착시량의 변화는 관찰



(가) 반복 제시에 따른 착시량의 변화



(나) 구성요소 간 간격에 따른 착시량의 변화

그림 5. 실험 2의 결과 그래프. (가)는 반복 제시에 따른 착시량을 나타내고 (나)는 구성요소 간 간격에 따른 착시량을 나타낸다. 반복 제시와 구성요소 간 간격에 따른 착시량의 변화는 통계적으로 유의미하지 않았다. 오차막대는 참가자 내 95% 신뢰구간을 의미한다.

되지 않았다. 이는 FFD 현상이 반복 제시에 의해서는 영향을 받지 않음을 시사한다.

Tangen 등(2011)은 얼굴들의 구성요소 간 간격의 차이가 FFD 현상에 영향을 미칠 것이라고 보았다. 그러나 실험 2의 결과 구성요소 간 간격의 차이에 따른 착시량의 변화는 관찰되지 않았다. 이는 Tangen 등(2011)의 추측과는 다른 결과로 FFD 현상이 상대적 부호화와 관련이 없을 가능성을 암시한다. 만약 상대적 부호화가 영향을 미쳤다면 구성요소 간 간격의 차이가 큰 조건일수록 착시량이 커졌을 것이다. ‘매우 넓은’ 얼굴이 나온 뒤에 나온 ‘기준’ 얼굴은 ‘넓은’ 얼굴이 나온 뒤에 ‘기준’ 얼굴보다 더 좁아 보였을 것이다. 이런 패턴이 반복된다면 ‘매우 넓은-기준’ 조건과 ‘매우 좁은-기준’ 조건에서의 착시는 ‘넓은-기준’ 조건과 ‘좁은-기준’ 조건에서의 착시보다 강하게 나타날 것이다. 그러나 실험 2에서는 구성요소 간 간격에 대한 조작과 상관없이 모든 조건에서 착시량이 비슷하게 나타났다. 이는 FFD 현상이 순응과는 다른 기제로 발생할 가능성을 시사하며 상대적 부호화 가설에 대한 의심의 여지가 있음을 보여준다. 그러나 실험 2의 경우 얼굴의 세부특징들은 통제되지 않았으므로 구성요소 간 간격 자체의 효과를 살펴보는 못하였다. 예를 들어 ‘표준-기준’ 조건의 경우 각 얼굴 이미지들의 구성요소의 위치는 변화하지 않았지만 세부특징들의 모양은 계속해서 변화하였다. Tangen 등(2011)은 얼굴 구성요소들의 위치 변화뿐만 아니라 구성요소들의 모양의 차이도 FFD 현상에 영향을 미칠 것이라고 추측하였다. 실험 2의 결과는 세부특징들의 모양의 변화가 FFD 현상에 중요한

요인일 가능성을 의미한다. 이를 알아보기 위해 실험 3에서는 구성요소 간 간격과 세부특징을 분리시킨 얼굴 자극을 사용하여 어떤 요인이 FFD 현상에 영향을 미치는지를 보다 체계적으로 살펴보았다.

실험 3. 얼굴의 구성요소의 위치 변화, 세부특징 변화, 그리고 얼굴 윤곽이 FFD 현상에 미치는 영향

실험 2의 결과는 얼굴들 간 구성요소 간격의 차이가 FFD 현상에 영향을 미치지 않을 가능성을 시사한다. 그러나 실험 2의 경우 통제성이 다른 얼굴들을 사용하였으므로 얼굴의 구성요소 간 간격뿐만 아니라 세부특징이 동시에 변화하였다. 즉 동일한 얼굴 자극들이 시행마다 제시되었으므로 각 시행 간 세부특징 모양의 평균적인 효과는 동일하였으나 FFD 현상에 대한 얼굴의 구성요소 간 간격의 효과만을 알아보기에는 무리가 있었다. 실험 3에서는 얼굴의 세부특징 변화는 통제하고 얼굴 구성요소들의 위치만 변화하는 자극을 사용함으로써 얼굴의 이차관계에 대한 민감성이 FFD 현상에 미치는 효과를 더 통제된 조건에서 살펴보았다. FFD 현상은 얼굴의 구성요소 간 간격뿐만 아니라 구성요소의 모양 또한 영향을 미칠 가능성이 있다(Tangen, Murphy, & Thompson, 2011). 실험 3에서는 얼굴 구성요소들의 위치 변화를 통제하고 세부특징만 변화하는 얼굴 자극을 추가하여 세부특징이 FFD 현상에 미치는 영향 또한 살펴보았다. 얼굴의 구성요소 간 간격과 세부특징은 모두 얼굴의 내부 구성요소(internal elements)에 해당한다. 얼

굴의 내부 구성요소가 동일할지라도 얼굴의 외부 윤곽의 생김새에 따라 다르게 지각될 수 있다(Andrews & Thompson, 2010; Sinha & Poggio, 1996). 실험 3에서는 동일한 외부 윤곽과 상이한 외부 윤곽을 사용함으로써 내부 구성요소뿐만 아니라 외부 윤곽의 영향이 FFD 현상에 미치는 효과를 알아보았다.

방 법

참가자 나안 또는 교정시력 0.6 이상의 충북대학교 학부생 및 대학원생 남, 여 25명이 실험에 참가하였다. 실험참가자 중 11명은 자발적으로 참여하였으며 이들을 제외한 14명의 학생들은 심리학 관련 과목의 요구로 실험에 참가하였다. 실험 참가자들은 연구의 가설을 알지 못했으며 실험에 앞서 실험참가동의서를 작성하였다. 본 연구는 충북대학교의 연구심의위원회(IRB)로부터 승인 받은 후 수행되었다.

장치 및 자극 실험 3에서는 실험 2에서 사용된 80장의 얼굴 이미지 중 52장의 이미지가 선별되었다. 실험에 사용한 자극은 ‘조작자극’과 ‘원본자극’으로 나뉘었다. 선별된 총 52장(남: 26장, 여: 26장)의 이미지 중 12장(남: 6장, 여: 6장)의 이미지는 조작자극으로 사용하였고, 나머지 40장(남: 20장, 여: 20장)의 이미지는 원본자극으로 사용하였다. 조작자극은 얼굴 구성요소의 위치 및 외부 윤곽이 조작된 이미지이고, 원본자극의 경우 각 시행의 마지막에 제시되는 자극으로 조작하지 않은 원본 이미지이다. FFD 현상이 나타나기 위해선 눈

정렬이 중요하다(Tangen, Murphy, & Thompson, 2011). 실험 1의 경우 눈동자의 위치는 정렬되었으나 눈 사이의 간격이 정렬되지 않았다. 반면 실험 2의 경우 구성요소 간 간격을 조작하여 눈 사이의 간격은 정렬되었으나 눈동자의 위치는 정렬되지 않았다. 특히 조작의 강도가 강한 조건(매우 좁음, 매우 넓음)의 경우 이전 자극과의 눈동자의 위치가 더 크게 어긋날 수 있다. 실험 3에서는 이러한 차이가 실험 결과에 영향을 미칠 가능성을 없애기 위해 조작자극과 원본자극 모두 얼굴 이미지의 눈 사이의 간격과 눈동자의 위치를 정렬하였다. 눈 사이의 간격은 표준(기준) 자극의 눈 사이 조작 방식과 동일한 방식(눈 사이 간격 40 pixel)을 사용하였다. 눈동자의 위치는 정렬되었으나 눈 사이의 거리가 일치하지 않았던 경우에는 Photoshop을 이용하여 눈의 모양을 조작한 뒤 눈 사이의 거리를 동일한 간격으로 맞추었다.

조작자극의 경우 총 네 가지 수준[구성요소 위치 변화, 세부특징 모양 변화 X 동일 윤곽, 상이 윤곽]으로 얼굴 이미지를 조작하였다. 구성요소 위치를 변화한 경우 세부특징 모양의 변화를 통제하기 위해 동일한 정체성의 얼굴을 사용하였고 코, 입, 눈썹의 위치만 조작하였다. 눈의 위치를 조작할 경우 눈정렬이 어긋나므로 눈동자의 위치를 통제하기 위해 구성요소 위치를 변화시킨 자극에서도 눈의 위치는 조작하지 않았다. 실험 1에서 얼굴의 생김새가 FFD 현상에 영향을 미치지 않을 가능성을 확인하였으나 얼굴의 생김새를 직접 조작한 것은 아니었다. 실험 3에서는 얼굴의 생김새가 영향을 미칠 가능성을 부가적으로 확

인하기 위해 세부특징 모양이 변화하는 조건에서 실험 2에서 사용된 매우 좁음, 좁음, 표준(기준), 넓은, 매우 넓은 다섯 단계의 위치를 사용하였다. 윤곽의 경우 총 12장(남: 6장, 여: 6장)의 조작자극 윤곽이 사용되었다. 여자의 얼굴의 윤곽에 남자 얼굴의 내부 요소를 입히거나 남자 얼굴의 윤곽에 여자 얼굴의 내부 요소를 입히는 경우 어색해보일 수 있다. 윤곽과 내부 요소를 합성할 때 남자 얼굴윤곽에는 남자 얼굴 내부 요소를 합성하였고, 여자 얼굴윤곽에는 여자 얼굴 내부 요소만 합성하였다. 6장의 남자 얼굴 이미지는 각각 조작 다섯 수준[매우 좁음, 좁음, 표준(기준), 넓은, 매우 넓은]과 원본으로 구성되었고 각 수준의 내부 요소들은 6개의 서로 다른 윤곽과 합성되었다. 결과적으로 남자 얼굴 자극 세트는 총 216장으로 구성되었다. 6장의 여자 얼굴 이미지 또한 남자 얼굴 이미지와 동일한 방식으로 구성되어 총 216장의 얼굴 자극 세트가 만들어졌다.

‘구성요소 간격 변화-동일 윤곽’ 조건에 해당하는 자극세트는 세부특징의 모양과 윤곽은 동일하나 얼굴 구성요소들의 위치만 조작된 이미지들로 구성되었다. ‘구성요소 간격 변화-상이 윤곽’ 조건에 해당하는 자극세트는 세부특징의 모양은 동일하나 얼굴 구성요소들의 위치와 윤곽이 서로 다른 얼굴 이미지들로 구성되었다. ‘세부특징 변화-동일 윤곽’ 조건에 해당하는 자극세트는 얼굴 구성요소들의 위치와 윤곽은 동일하나 세부특징(눈, 코, 입, 눈썹)의 모양이 다른 얼굴 이미지들로 구성되었다. ‘세부특징 변화-상이 윤곽’ 조건에 해당하는 자극세트는 얼굴 구성요소들의 위치는 동

일하나 세부특징의 모양과 윤곽이 서로 다른 얼굴 이미지들로 구성되었다. 참가자들이 독립변인의 수준을 파악하지 못하도록 하기 위해 ‘원본-원본’ 조건을 추가하였다. 장치 및 자극의 크기와 배경은 실험 1과 동일하였다.

절차 실험 3의 독립변인은 내부 얼굴 구성요소[구성요소 위치 변화, 세부특징(매우 좁음, 좁음, 표준, 넓은, 매우 넓은) 모양 변화]와 외부 얼굴 윤곽(동일 윤곽, 상이 윤곽)이었다. 종속측정치는 지각된 착시의 강도였다. 실험참가자들은 실험이 시작되면 모니터 앞에 앉아 실험자의 지시에 따라 실험을 수행하였다. 실험 3은 한 시행 내에 총 7개의 얼굴들이 제시되었다. 적은 수의 얼굴들이 제시되었으므로 참가자들이 착시에 대해 충분히 이해하지 못할 가능성을 고려하여 실험을 시작하기 전 참가자들에게 Tangen 등(2011)이 제작한 FFD 현상 동영상을 보여주었다. 이후 참가자들은 본 시행에 앞서 실험방식에 익숙해지도록 총 10번의 연습시행을 수행하였다. 본 실험은 총 64회[내부 얼굴 구성요소 2 X 외부 얼굴 윤곽 2 X 반복 15 + 원본 4]로 구성되었다. 원본 얼굴 조건은 첫 번째 시행, 22번째 시행, 43번째 시행, 64번째 시행에 제시가 되었다. 각각의 조건은 원본 얼굴이 제시되는 시행 사이의 사이마다 20시행씩 구획 내 무선회되어 제시되었다. 한 구획 내에서 각각 네 개의 조건(구성요소 위치 변화-동일 윤곽, 구성요소 위치 변화-상이 윤곽, 세부특징 모양 변화-동일 윤곽, 세부특징 모양 변화-상이 윤곽)은 다섯 시행씩 반복 제시되었다. 독립변인 중 세부특징 모양이 변화하는 조건(세부특징 모양 변화-동일 윤

곽, 세부특징 모양 변화-상이 윤곽)의 경우 구성요소의 위치는 매우 좁음, 좁음, 표준(기준), 넓음, 매우 넓음 다섯 단계였다. 이러한 이유로 ‘세부특징 모양 변화-동일 윤곽’ 조건에서 다섯 개의 구성요소의 위치는 구획 내 각각 한 번씩만 제시되었다. ‘세부특징 모양 변화-상이 윤곽’ 조건에서 다섯 개의 구성요소 위

치 또한 구획 내 각각 한 번씩만 제시되었다.

그림 6은 실험 3의 절차이다. 시행이 시작되면 화면 중앙으로부터 위로 1.15°도 떨어진 곳에 지름 0.42°의 회색 응시점이 700ms 동안 먼저 제시되었다. 이후 응시점 중앙에서 왼쪽, 오른쪽으로 각각 11.52° 떨어진 곳에 7개의 얼굴 자극들 250ms 동안 제시되었다. 조작자극

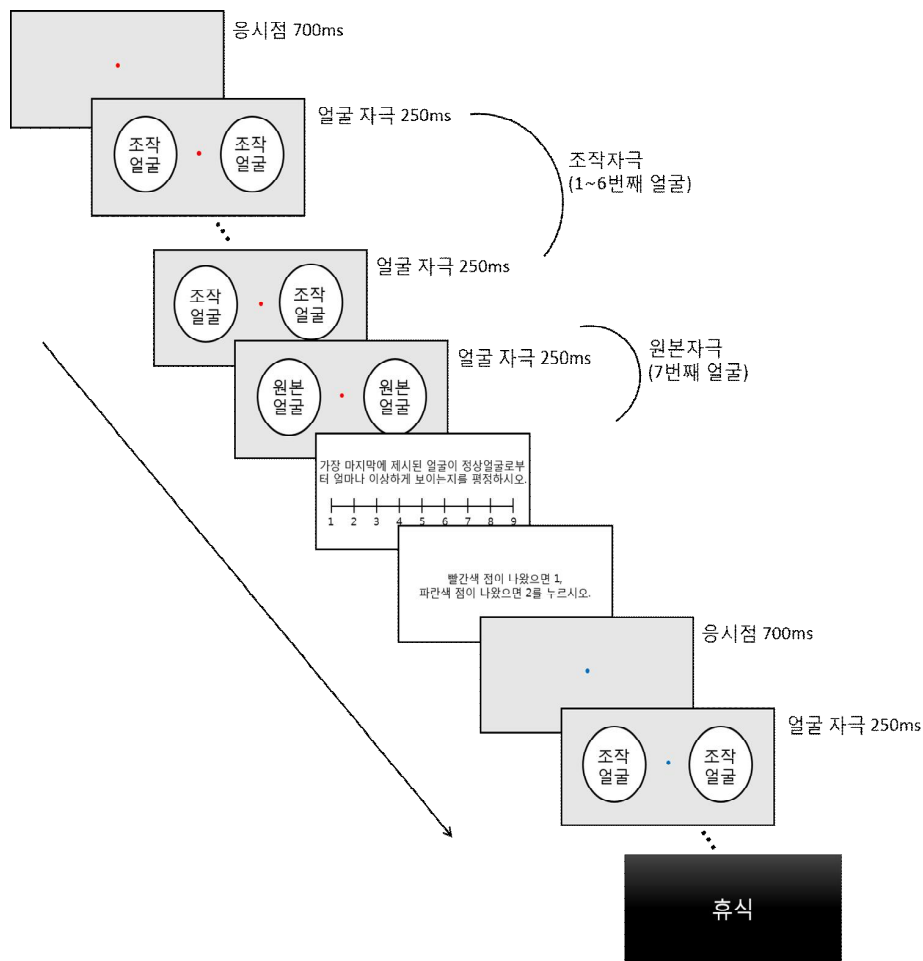


그림 6. 실험 3의 절차의 예시. 각 시행에서 총 7개의 얼굴이 250ms동안 제시되었으며 참가자들은 각 시행의 끝에 마지막 얼굴에 대한 착시 강도 평정과 응시점 색깔 구분 과제를 실시하였다. 첫 번째부터 여섯 번째까지는 조작 자극이 제시되었고 마지막 일곱 번째에는 원본 자극이 제시되었다. 각 블록 사이에 휴식시간이 주어졌으며 이후 다음 블록에 대한 수행을 시작하였다. 실험 3은 총 세 블록으로 구성되었다.

의 경우 양쪽에 제시된 얼굴을 다른 얼굴로 제시하기 위해 좌, 우에 각각 여자 얼굴 이미지 또는 남자 얼굴 이미지가 제시되었다. 좌, 우에 나타나는 이미지의 성별은 역균형화되었다. 마지막으로 제시되는 이미지의 경우 성별에 상관없이 원본자극 세트에서 무선적으로 선별되어 제시되었다. 화면의 제시되는 응시점은 한 시행 내에서 동일한 색(빨간색 또는 파란색)으로 제시되었다. 실험 참가자는 화면의 중앙에 제시되는 응시점을 계속 응시하며 주변시에 제시된 얼굴 자극에 주의를 기울이도록 지시받았다. 참가자들은 매 시행마다 가장 마지막에 제시된 얼굴(7번째 얼굴)이 정상얼굴로부터 얼마나 이상하게 보였는지를 9점 척도(1=전혀 이상하지 않음, 3=약간 이상함, 5=이상함, 7=많이 이상함, 9=아주 많이 이상함)로 반응하였다. 참가자들은 얼굴의 착시정도를 평정한 후 응시점의 색깔이 어떤 색이었는지를 판단하는 과제(1=빨간색 점이 나온 경우, 2=파란색 점이 나온 경우)를 실시하였다. 과제는 모두 키보드의 숫자 키를 눌러 반응하였다.

실험은 총 세 블록으로 나뉘어 각 블록 내에서 21번, 21번, 22번의 시행이 제시되었으며 각 블록 사이에는 참가자들이 원하는 만큼의 휴식시간 주어졌다. 실험에 소요된 시간은 약 25분이었다.

결과 및 논의

실험 참가자 25명 모두 응시점 과제 정답률이 50% 이상($M=90.69$, $SD=6.09$)이었으므로 모든 참가자의 자료가 분석에 사용되었다. 실험

3에서는 얼굴의 내부 구성요소와 외부 얼굴 윤곽이 FFD 현상에 미치는 영향을 살펴보았다. 우선 얼굴의 내부 구성요소(구성요소 위치 변화, 세부특징(매우 좁음, 좁음, 표준, 넓은, 매우 넓은) 모양 변화)와 외부 얼굴 윤곽(동일 윤곽, 상이 윤곽)에 대한 반복측정 분산분석을 실시하였다. 분석 결과 얼굴의 내부 구성요소와 얼굴 윤곽의 상호작용 효과는 통계적으로 유의미하였다($F_{(3,44, 82,60)}=3.27$, $MSe=0.80$, $p<.05$)(그림 7). 상호작용효과를 해석하기 위해 단순 비교 분석을 실시하였다. 분석 결과 윤곽이 동일한 조건에서 '구성요소 위치 변화' 조건에서의 착시량은 '매우 넓은' 조건에서의 착시량보다 통계적으로 유의미하게 높았다($p<.05$). 또한 '매우 좁음' 조건에서의 착시량은 '넓음'과 '매우 넓은' 조건에서의 착시량보다 통계적으로 유의미하게 높았다($p<.01$). '좁음' 조건에서의 착시량도 '매우 넓은' 조건에서의 착시량보다 통계적으로 유의미하게 높았다($p<.01$). 반면 윤곽이 동일하지 않은 조건에서 각 내부 구성요소 조건 간 착시량의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다.

얼굴 윤곽의 동일 여부는 주요 독립변인이었다. 얼굴 윤곽의 동일 여부에 따른 착시량의 변화차이를 살펴보기 위해 대비분석을 실시하였다. 그 결과 윤곽의 동일 여부에 따른 착시량의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($F_{(1, 24)}=1.80$, $MSe=10.73$, $n.s.$). 구성요소 위치만 변화하는지 또는 세부특징의 모양만 변화하는지도 주요 독립변인이었다. 얼굴 내부 구성요소의 조작(구성요소 위치 변화, 세부특징 모양 변화)에 따른 착시량의 변화를 살펴보기 위해 대비검증을 실시하였다. 분석결과

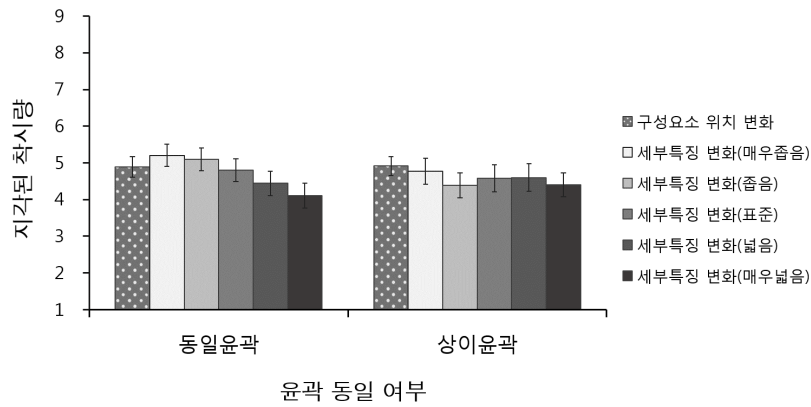


그림 7. 얼굴 윤곽의 동일 여부와 내부 구성요소에 따른 착시량의 차이. 가로축은 윤곽의 동일 여부를 나타내며 세로축은 지각된 착시량을 나타낸다. 회색 바탕의 흰색 원이 제시된 막대는 구성요소 위치만 변화한 조건을 의미한다. 단색 막대들은 세부특징의 모양만 변화한 조건을 의미하며 색이 진해질수록 세부특징들이 매우 좁음, 좁음, 표준, 넓음, 매우 넓음에 위치함을 의미한다. 오차막대는 참가자 내 95% 신뢰구간을 의미한다.

구성요소 위치 변화 조건의 착시량과 세부특징 모양 변화 조건의 착시량은 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($F_{(1, 24)}=3.53$, $MSe=48.55$, n.s.).

실험 3의 결과 구성요소 위치만 변화하는 조건에서의 착시량과 세부특징 모양만 변화하는 조건에서의 착시량은 차이를 보이지 않았으나 두 조건 모두에서 참가자들은 착시를 지각하였다. 즉 얼굴 구성요소들의 세부특징 모양이 변화하지 않고 위치만 변화하는 경우에도 착시를 지각하였으며 구성요소의 위치는 변화하지 않고 세부특징의 모양만 변화하는 경우에도 비슷한 수준의 착시를 지각하였다. 이러한 결과는 구성요소 위치의 변화 정보나 세부특징 모양의 변화 정보 모두 FFD 현상에 영향을 미칠 가능성을 보여준다.

얼굴의 내부 구성요소 못지않게 윤곽은 얼굴을 지각하는데 있어서 매우 중요한 요소이다. 윤곽이 동일한 경우 얼굴 재인의 정확성

이 감소할 수 있다(Andrews & Thompson, 2010). FFD 현상에서도 윤곽이 동일할 경우 상대적으로 얼굴들 간의 상대적인 차이는 줄어들므로 착시가 감소할 가능성이 있다. 그러나 실험 결과 윤곽의 동일 여부에 따른 착시량의 차이는 관찰되지 않았다. 반면 윤곽의 동일 여부에 따른 내부 구성요소 조건들(구성요소 위치 변화, 세부특징(매우 좁음, 좁음, 표준, 넓음, 매우 넓음)모양 변화)의 착시량 변화 양상은 차이를 보였다. 윤곽이 동일하지 않은 경우 각 내부 구성요소 조건들 간의 착시량은 차이를 보이지 않았으나 윤곽이 동일한 경우 전반적으로 세부특징 간격이 좁은 조건(매우 좁음, 좁음)에서의 착시량은 세부특징 간격이 넓은 조건(매우 넓음, 넓음)에서의 착시량보다 높았다. 이러한 결과는 밀집 효과(crowding effect) 때문에 나타났을 가능성이 있다. 밀집 효과란 이웃하는 물체들에 의해서 표적의 재인이 손상되는 현상을 말한다. 우리의 뇌는

망막의 주변부에 맺힌 상을 지각할 때 근방의 모든 정보들을 하나로 통합하여 대상을 예측한다(Levi & Carney, 2009). 이러한 정보처리과정으로 인해 물체들이 밀집되어 있는 경우 표적은 근방의 다른 물체들에 의해 간섭을 받게 되고 재인이 손상되는 밀집 효과가 발생하게 된다(Pelli & Tillman, 2008). 실험 3의 결과 윤곽이 동일한 경우 세부특징 간격이 멀어짐에 따라 착시가 감소하였다. Martelli, Majaj와 Pelli(2005)의 연구에 따르면 주변시에 제시된 얼굴의 구성요소들은 서로 간섭을 일으킬 수 있다. 실험 3에서도 세부특징의 간격이 좁은 조건의 경우 각 세부특징들이 서로 간섭하게 될 가능성이 높아지고 그 결과 정확한 식별이 어려워지면서 착시가 증가했을 가능성이 있다. 반면 동일하지 않은 윤곽에서는 구성요소 간 간격에 따른 차이를 보이지 않았다. 이는 얼굴 인식에서 윤곽과 구성요소들의 상대적인 배열이 중요하기 때문에 나타난 결과일 수 있다. 세부특징들의 간격이 좁을지라도 윤곽의 크기와 모양에 따라 전체적으로 정상적인 수준의 간격으로 지각될 수 있다. 만약 얼굴이 전체적으로 처리된다면 얼굴 구성요소들의 상대적인 간격이 중요할 것이고 윤곽이 변화할 경우 동일한 위치에 놓인 구성요소들이라도 상대적으로 간격이 다르게 지각될 수 있다. 이는 얼굴에서의 밀집 효과가 얼굴의 전체적 처리와 관련이 있다는 이전 연구들에 의해서도 지지될 수 있다(Farzin, Rivera, & Whitney, 2009; Louie, Bressler, & Whitney, 2007).

종합 논의

본 연구는 세 개의 실험을 통하여 FFD 현상이 나타나기 위한 최적 조건과 이 현상의 발생 기제를 살펴보았다. 우선 FFD 현상의 최적 조건을 살펴보기 위해 얼굴 자극의 제시 시간과 제시 개수의 함수적 관계와 자극의 총 제시시간(제시 시간*제시 개수)이 FFD 현상에 미치는 효과를 살펴보았다. 그 결과 총 제시 시간이 같은 경우 얼굴 자극이 200ms로 제시되었을 때 착시량이 최대로 나타났다. 이는 얼굴 자극이 200~250ms로 제시되었을 때 착시가 가장 강하게 나타날 것이라는 Tangen 등(2011)의 가설과 일치하는 결과이다. 그러나 총 제시시간이 일정하지 않은 조건들 간의 비교 결과 제시 개수에 따라 최적의 제시 시간이 달라짐을 확인할 수 있었다. 자극의 제시 개수가 증가할 경우 제시 시간이 200ms보다 짧더라도 착시가 더 강하게 지각되었다. 이러한 결과는 FFD 현상이 단순히 개별 얼굴의 제시시간보다 총 제시시간의 영향을 더 크게 받는다는 것을 보여준다.

얼굴의 구성요소 간 간격의 차이가 FFD 현상에 미치는 영향을 알아본 결과 구성요소 간 간격의 차이는 FFD 현상에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 FFD 현상이 얼굴들 간 구성요소 위치의 비교로 인해 나타나지 않을 가능성을 시사한다. 또한 이는 FFD 현상이 상대적 부호화와 관계가 없을 가능성을 보여준다. Tangen 등(2011)은 FFD 현상의 원인으로 상대적 부호화를 언급하였다. 만약 상대적 부호화가 FFD 현상에 영향을 미쳤다면 구성요소 간 간격의 차이가 큰 조건은

차이가 작은 조건에 비해 FFD 현상이 더 강하게 나타났을 것이다. 그러나 실험 결과에서 이런 패턴은 나타나지 않았으며 이는 FFD 현상이 순응이 아닌 다른 기제로 인해 발생할 가능성을 보여준다. 얼굴 자극의 반복 제시가 FFD 현상에 미치는 효과를 살펴본 결과 반복 제시에 따른 착시량의 변화는 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 반복 노출에 의한 단기간의 친숙성은 FFD 현상에 영향을 미치지 않음을 시사한다.

FFD 현상에 미치는 얼굴의 특징적 처리(세부특징 모양)와 전반적 처리(구성요소 간 간격)의 영향을 비교해 본 결과 세부 특징의 모양이 변화하는 조건과 구성요소의 위치가 변화하는 조건 모두 비슷한 수준의 착시가 발생하였다. 이는 세부 특징의 모양 변화 정보와 구성요소의 위치 변화 정보 모두 FFD 현상에 영향을 미침을 시사한다. 또한 외부 윤곽이 FFD 현상에 미치는 효과를 살펴본 결과 윤곽이 동일한 경우에만 전반적으로 세부특징 간격이 넓은 조건(매우 넓은, 넓은)보다 세부특징 간격이 좁은 조건(매우 좁음, 좁음)에서 착시가 강하게 나타났다. 이러한 결과는 FFD 현상이 밀집 효과(crowding effect)와 관련이 있을 가능성을 시사한다.

이러한 결과들을 종합한 결과 구성요소의 위치 변화 정보나 세부특징의 모양 변화 정보 모두 FFD 발생에 기여함을 알 수 있었다. 실험 2에서 표준-기준 조건은 나머지 조건과 착시량의 차이를 보이지 않았다. 이는 FFD 현상에 전반적 처리와 특징적 처리 모두 영향을 미치지만 가산적 효과는 나타나지 않음을 시사한다. 또한 실험 2, 3의 결과 FFD 현상은

Tangen 등(2011)의 가설과는 달리 상대적 부호화 가설로 설명하기 어려운 것으로 해석된다. 만약 상대적 부호화가 영향을 미쳤다면 순응과 같이 얼굴 자극의 구성요소 간 간격의 차이가 클수록 착시가 강하게 나타났을 것이다. 그러나 FFD 현상의 원인으로 지목된 상대적 부호화 가설을 기각하기 위해서는 추가적인 연구가 수행될 필요가 있다. 본 연구에서는 구성요소의 위치 변화 정도에 따른 착시량의 차이만을 살펴보았으므로 FFD 현상에 대한 상대적 부호화가 가설을 검증해보기 위해서는 세부특징의 변화 정도에 따른 착시량의 차이를 추가적으로 살펴볼 필요가 있다. 본 연구에서는 FFD 현상이 자극 내의 구성요소 간 밀집 정도에 의해서 나타났을 가능성을 보여주었다. Utz와 Carbon(2015)은 FFD 현상에서 동인중 우세효과를 발견하였다. 동인중 우세효과는 얼굴의 전체적 처리와 관련이 깊다고 알려져 있다(윤태웅, 정상철, 2013; Tanaka, Kiefer, & Bukach, 2004). 또한 선행 연구들(Farzin, Rivera, & Whitney, 2009; Louie, Bressler, & Whitney, 2007)에 따르면 얼굴에서의 밀집 효과는 얼굴의 전체적 처리와 관련 있을 수 있다. 이러한 연구 결과들을 종합하여 볼 때 FFD 현상은 얼굴의 전체적 처리와 관련이 깊을 가능성이 있다.

본 연구의 결과들은 얼굴 자극 간의 상대적 비교는 FFD 현상의 원인이 아닐 가능성을 보여준다. 그렇다고 해서 이전에 제시된 얼굴 자극의 영향을 전혀 받지 않을 것이라고 생각할 수는 없다. 얼굴 자극 내의 구성요소의 간격에 의해 유발된 착시의 강도는 이후 제시되는 얼굴에 영향을 미칠 수 있다. 실험 1의 결

과 평균 평정 집단과 마지막 평정 집단의 착시는 차이를 보이지 않았다. 이는 이전 얼굴들의 착시 강도가 다음 얼굴에 대한 착시의 강도에도 영향을 미침을 의미한다. 따라서 얼굴 내의 밀집 효과로 인해 유발된 착시의 강도는 이후 제시되는 얼굴의 착시 강도에 영향을 미칠 것이다. 실험 3에서 얼굴 구성요소들이 ‘매우 넓은’ 위치에서 제시되었을 때와 ‘표준’ 위치에서 제시되었을 때 착시량의 차이는 보이지 않았다. 이는 얼굴 자체의 생김새는 FFD 현상에 영향을 미치지 않을 가능성을 의미한다. 즉 얼굴이 얼굴-공간 모델의 ‘중심’으로부터 얼마나 떨어진 곳에 위치 하는지와는 상관없이 얼굴 내의 구성요소 간 간격이 얼굴의 윤곽과 비교하여 상대적으로 얼마나 몰려서 위치하느냐가 FFD 현상에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 실험 2에서 ‘매우 좁음-표준’ 자극이 다른 조건들에 비해 높지 않은 결과는 실험 3의 상이 윤곽 조건과 같이 모든 얼굴 자극들의 윤곽이 변화했기 때문으로 해석할 수 있다. 실험 3의 동일 윤곽 조건의 경우 윤곽선이 통제된 상태였으므로 구성요소들의 간격에 따른 효과가 좀 더 명확히 드러날 수 있었을 것이다. 반면 윤곽이 다른 조건의 경우 윤곽이 통제되지 않았기 때문에 밀집 효과와 상호작용하는 또 다른 요인이 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 후속 연구에서 이러한 가능성을 검증하기 위해 밀집 효과의 전형적인 특징들(예. 이심률에 비율적이고 크기에 독립적임)을 조작하여 FFD 현상의 미치는 효과를 살펴볼 필요가 있다.

참고문헌

- 김정훈, 김초복 (2004). 얼굴인식에서 전체윤곽-국소특징에 대한 선택적 뇌 활성화: fMRI 연구. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 16(3), 337-352.
- 윤태웅, 정상철 (2013). 공간주파수가 인종 간 얼굴인식효과에 미치는 영향-양안경합 패러다임을 사용하여. *한국심리학회지: 인지 및 생물*, 25(2), 129-151.
- 정우현, 이일우 (2012). 라인업 절차, 종족 및 성별이 얼굴 인식에 미치는 영향. *감성과 학*, 15(2), 307-316.
- Andrews, T. J., Davies-Thompson, J., Kingstone, A., & Young, A. W. (2010). Internal and external features of the face are represented holistically in face-selective regions of visual cortex. *The Journal of Neuroscience*, 30(9), 3544-3552.
- Andrews, T. J., & Thompson, P. (2010). Face-to-face coalition. *i-Perception*, 1(1), 28-30.
- Anastasi, J. S., & Rhodes, M. G. (2006). Evidence for an Own-Age Bias in Face Recognition. *North American Journal of Psychology*, 8(2), 237-252.
- Baumgartner, G. (1960). Indirekte grössenbestimmung der rezeptiven felder der retina beim menschen mittels der Hermannschen gittertäuschung. *Pfügers Archiv European Journal of Physiology*, 272(1), 21-22.
- Crookes, K., & McKone, E. (2009). Early maturity of face recognition: No childhood development of holistic processing, novel face encoding, or

- face-space. *Cognition*, 111(2), 219-247.
- de Gelder, B., & Rouw, R. (2001). Beyond localisation: a dynamical dual route account of face recognition. *Acta Psychologica*, 107(1), 183-207.
- Farzin, F., Rivera, S. M., & Whitney, D. (2009). Holistic crowding of Mooney faces. *Journal of Vision*, 9(6), 18.
- Freire, A., Lee, K., & Symons, L. A. (2000). The face-inversion effect as a deficit in the encoding of configural information: Direct evidence. *PERCEPTION-LONDON-*, 29(2), 159-170.
- Gold, J. M., Mundy, P. J., & Tjan, B. S. (2012). The perception of a face is no more than the sum of its parts. *Psychological Science*, 23(4), 427-434.
- Gregory, R. L. (1997). Knowledge in perception and illusion. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 352(1358), 1121-1127.
- Hills, P. J., Holland, A. M., & Lewis, M. B. (2010). Aftereffects for face attributes with different natural variability: Children are more adaptable than adolescents. *Cognitive Development*, 25(3), 278-289.
- Jarudi, I. N., & Sinha, P. (2003). Relative contributions of internal and external features to face recognition. *Massachusetts Institute of Technology Cambridge Artificial Intelligence Laboratory*, 1-11.
- Leopold, D. A., O'Toole, A. J., Vetter, T., & Blanz, V. (2001). Prototype-referenced shape encoding revealed by high-level aftereffects. *Nature neuroscience*, 4(1), 89-94.
- Levi, D. M., & Carney, T. (2009). Crowding in peripheral vision: Why bigger is better. *Current Biology*, 19(23), 1988-1993.
- Lewis, M. (2004). Face space R: Towards a unified account of face recognition. *Visual Cognition*, 11(1), 29-69.
- Lobmaier, J. S., Klaver, P., Loenneker, T., Martin, E., & Mast, F. W. (2008). Featural and configural face processing strategies: evidence from a functional magnetic resonance imaging study. *Neuroreport*, 19(3), 287-291.
- Louie, E. G., Bressler, D. W., & Whitney, D. (2007). Holistic crowding: Selective interference between configural representations of faces in crowded scenes. *Journal of Vision*, 7(2), 1-11.
- Ma, D. S., Correll, J., & Wittenbrink, B. (2015). The Chicago face database: A free stimulus set of faces and norming data. *Behavior research methods*.
- Macho, S., & Leder, H. (1998). Your eyes only? A test of interactive influence in the processing of facial features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(5), 1486-1500.
- Martelli, M., Majaj, N. J., & Pelli, D. G. (2005). Are faces processed like words? A diagnostic test for recognition by parts. *Journal of Vision*, 5(1), 58-70.
- Maurer, D., Le Grand, R., & Mondloch, C. J. (2002). The many faces of configural processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(6),

- 255-260.
- Meissner, C. A., & Brigham, J. C. (2001). Thirty years of investigating the own-race bias in memory for faces: A meta-analytic review. *Psychology, Public Policy, and Law*, 7(1), 3-35.
- Mondloch, C. J., Le Grand, R., & Maurer, D. (2002). Configural face processing develops more slowly than featural face processing. *PERCEPTION-LONDON*, 31(5), 553-566.
- Pelli, D. G., & Tillman, K. A. (2008). The uncrowded window of object recognition. *Nature: Neuroscience*, 11(10), 1129-1135.
- Reddy, L., Reddy, L., & Koch, C. (2006). Face identification in the near-absence of focal attention. *Vision Research*, 46(15), 2336-2343.
- Reinitz, M. T., Morrissey, J., & Demb, J. (1994). Role of attention in face encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(1), 161-168.
- Richler, J. J., Cheung, O. S., & Gauthier, I. (2011). Holistic processing predicts face recognition. *Psychological Science*, 1-8.
- Sinha, P., & Poggio, T. (1996). I think I know that face... *Nature*, 384(6608), 404-404.
- Sporer, S. L. (2001). Recognizing faces of other ethnic groups: An integration of theories. *Psychology, Public Policy, and Law*, 7(1), 36-97.
- Suzuki, S. (2005). High-level pattern coding revealed by brief shape aftereffects. *Fitting the mind to the world: Adaptation and after-effects in high-level vision*, 2, 135-172.
- Suzuki, S., & Cavanagh, P. (1998). A shape-contrast effect for briefly presented stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(5), 1315-1341.
- Tanaka, J. W., & Farah, M. J. (1993). Parts and wholes in face recognition. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46(2), 225-245.
- Tanaka, J. W., Kiefer, M., & Bukach, C. M. (2004). A holistic account of the own-race effect in face recognition: Evidence from a cross-cultural study. *Cognition*, 93(1), 1-9.
- Tangen, J. M., Murphy, S. C., & Thompson, M. B. (2011). Flashed face distortion effect: Grotesque faces from relative spaces. *Perception-London*, 40(5), 628-630.
- Utz, S., & Carbon, C. C. (2015). Is the Flashed Face Distortion Effect expertise-based?-a systematic experimental investigation. *Journal of Vision*, 15(12), 147-147.
- Valentine, T. (2001). Face-space models of face recognition. In M. J. Wenger & J. T. Townsend (Eds.), *Computational, geometric, and process perspectives on facial cognition: Contexts and challenges*(pp. 83-113). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Webster, M. A., & MacLeod, D. I. (2011). Visual adaptation and face perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1571), 1702-1725.
- Wei, H., Ren, Y., & Wang, Z. (2012). A group-decision making model of orientation detection. *The 2012 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, 1-8.
- Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 5(2), 141-154.

Psychology, 9(2), 1-27.
Zhao, L., & Chubb, C. (2001). The size-tuning of
the face-distortion after-effect. *Vision Research*,
41(23), 2979-2994.

1 차원고접수 : 2015. 12. 25

수정원고접수 : 2016. 01. 27

최종게재결정 : 2016. 01. 28

The effects of the presentation duration, presentation number, and face internal and external feature on Flashed Face Distortion Effect

Eom Ji

Jung Woo Hyun

Department of Psychology, Chungbuk National University

The Flashed Face Distortion Effect (FFDE) refers to the face images look grotesque and distorted when they are presented quickly and continuously in the periphery of visual field (Tangen, Murphy, & Thompson, 2011). While Tangen et al. (2011) suggested that the relative encoding of facial components is responsible for the FFDE, this was not empirically tested. To test this, we conducted three experiments to investigate the conditions evoking FFDE. In Experiment 1, we investigated the effect of presentation duration, presentation number, and total time on the FFDE. In Experiment 2, we examined the effects of the spatial distance among internal features and repeated presentation on FFDE. In Experiment 3, we investigated the effects of change of the spatial distance among internal feature, the change of the shape of internal features, and whether the external features on FFDE are the same or different. The results showed that the effects of presentation duration and number were affected by the total time. The spatial distance among internal features and repeated presentation did not affect the illusion, However, we found the illusion was stronger in the condition that the spatial distance among internal features was smaller than the condition that the spatial distance among internal features was larger when the external feature was same. These findings suggest that the FFDE is connected with crowding effect rather than relative encoding among faces.

Key words : Flashed Face Distortion Effect, internal feature, presentation duration, external feature, illusion