

## Spatial Frequency and Female Facial Attractiveness: Superiority of High-Frequency Information in Attractiveness Perception \*

Sujin Lee<sup>1</sup>, Hoon Choi<sup>1,2†</sup>

<sup>1</sup>Department of Psychology, Hallym University

<sup>2</sup>Hallym Institute for Applied Psychological Research

Attractive faces are important visual stimuli that capture people's attention and influence how people interact with others. Many studies have explored the visual perceptual features that affect facial attractiveness, one of which is spatial frequency information. The face information is processed independently according to the spatial frequency band. The high frequency (HF) information includes the local characteristics of face such as eyes, nose, and mouth, while the low frequency (LF) information includes the global (or holistic) characteristics. Previous studies have explored the relationship between spatial frequencies and attractiveness by identifying specific spatial frequency bands that have a dominant influence on perceived attractiveness; however, the relationship is still unclear and has not been fully studied. Whereas most studies agree that LF plays the more important role in the perception of male facial attractiveness, there is still controversy over female facial attractiveness. This controversy may be due to limitations of previous studies' research methodologies, such as not isolating HF and taking indirect measures when assessing facial attractiveness. The purpose of the current study is to examine systematically which spatial frequency information plays the more key role in the perception of female facial attractiveness. In a preliminary experiment, participants were asked to rate the attractiveness of female faces applied to HF or LF filters. Based on the results, we divided face stimuli into four categories: (a) beauty condition for faces that received a high rating score in both HF and LF images, (b) normal condition for faces that received low scores in both HF and LF images, (c) HF beauty condition for faces with high HF low LF scores, and (d) LF beauty condition for faces with low HF scores and high LF scores. In experiment 1, participants were asked to rate the attractiveness of hybrid images in which the HF-filtered image and the LF-filtered image of a single face overlapped. The results showed that perceived attractiveness for HF beauty condition was higher than for LF beauty condition (beauty > HF beauty > LF beauty > normal condition). In experiment 2, real photo images of each beauty category were employed as stimuli, and results were consistent with experiment 1. The results of both experiments indicate that HF information has a stronger influence than LF information in the perception of female facial attractiveness.

**Keywords:** spatial frequency, female facial attractiveness, hybrid image

1 차원고접수 18.10.11; 수정본접수: 19.07.05; 최종게재결정 19.07.11

아름다운 얼굴은 우리의 주의를 끌고, 타인과의 사회적 상호 작용에서 강력한 힘을 발휘하는 중요한 시지각 정보 중 하나 이며(Berscheid, Dion, Sigall & Ostrove, 1975; Walster & Walster, 1971), 매력은 얼굴의 아름다움 정도를 측정하기

\* 본 논문은 제 1저자의 석사학위논문을 수정하여 작성하였음.

† 교신저자: 최 훈, (24252) 강원도 춘천시 한림대학길 1

E-mail: hoonchoi@hallym.ac.kr

위한 심리학 연구에서 폭넓게 사용되는 대표적 변인이다 (Berscheid & Walster, 1974). 얼굴 매력은 주관적인 평가의 영역에 한정되지 않으며, 비교적 객관적인 시지각의 요인들도 영향을 끼치는 영역이라는 주장(Berry & Miller, 2001; Berscheid et al., 1971; Marlowe et al., 1996; Sigall & Ostrove, 1975; Walster, Aronson, Abrahams, & Rottman, 1966)과 맥락을 같이 하여, 얼굴 매력에 관여하는 시지각적인 요소들이 오래 전부터 연구되어왔다. 대표적으로 평균성(averageness; Langlois & Roggman, 1990; Langlois, Roggman, & Musselman, 1994; Perrett, Lee, Penton, Rowland, Yoshikawa, Burt, & Akamatsu, 1998; Rhodes & Tremewan, 1996), 대칭성(symmetry; Perrett, Burt, Penton, Lee, Rowland, & Edwards, 1999; Rhodes, Proffitt, Grady, & Sumich, 1998; Thornhill & Gangestad, 1993), 그리고 성적이형성(sexual dimorphism; Cunningham, Barbee, & Pike, 1990; O'Toole, Deffenbacher, Valentin, McKee, Huff, & Abdi, 1998; Perrett et al., 1998; Rhodes, Hickford, & Jeffery, 2000) 등이 있다.

최근의 연구들은 얼굴 매력에 관여하는 또 다른 요소로서 공간주파수(spatial frequency) 정보의 역할에 관심을 기울이고 있다. 우리가 형태를 지각하기 위해서 사용하는 다양한 단서들 중 한 가지에는 밝기 변화(luminance contrast)가 있다. 공간주파수는 이러한 밝기 변화를 반영하는 정보인데, 기본적으로 우리의 시각체계는 자극을 더 밝은 부분과 어두운 부분으로 분리시키고(Palmer, 1999), 공간주파수는 일정한 공간에서 이러한 명암이 연속적으로 변화하는 정현파가 얼마나 미세하고 촘촘하게 배치되는 지를 의미한다(Delplanque, N'diaye, Scherer, & Grandjean, 2007). 상대적으로 아주 미세하고 촘촘하게 배치되는 정현파를 고주파수, 반대로 넓고 큰 폭으로 배치되는 정현파를 저주파수 유형의 정보로 구분할 수 있다. 이처럼 자극의 밝기가 변화하는 정도에 따른 정보들은 초기에 독립적으로 처리된 이후에 통합적으로 해석된다(Enroth-Cugell, & Robson, 1966; Hubel & Wiesel, 1977; Issa, Trepel, & Stryker, 2000; Palmer, 1999; Singh, Smith & Greenlee, 2000; Tootell, Silverman, Hailton, Switkes, & De Valois, 1988). 따라서 우리는 하나의 사진을 보아도, 이렇게 각 공간주파수 유형에 해당하는 정보들이 서로 다른 시각 경로, 뇌 영역에서 독립적인 과정을 통해 처리되며, 그 과정에서 독립적인 역할을 수행하는 것으로 알려져 왔다(Singh, Smith & Greenlee, 2000). 고주파수 정보는 소세포 경로를 따라 처리되며 처리

속도가 느린 특징이 있으며, 주로 국지적인 정보 분석을 담당하는 좌반구에서 처리하는 것으로 보고 있다. 반면, 저주파수 정보는 거대세포 경로를 따라 처리되며, 빠른 처리속도를 가진다. 주로 전체적인 정보를 분석하는 우반구에서 처리하는 것으로 보고 있다(Bullier, 2001; Goffaux, Hault, Michel, Vuong, & Rossion, 2005; Holmes, Winston, & Eimer, 2005; Peyrin, Chokron, Guyader, Gout, Moret, & Marendaz, 2006). 따라서 연구자들은 저주파수 정보가 전체적인(global)처리를 하는데 이용되며, 고주파수 정보가 미세한(finier) 특징들을 처리하는데 유용하다고 언급하였다(Sergent, 1984). 이러한 결과들은 얼굴 정보 처리가 다른 사물들의 정보 처리와는 다른 형식으로 이루어져 있으며, 특히 두 개의 독립적인 경로로 처리된다는 Bruce와 Young(1986)의 이론과도 부합된다.

이런 공간주파수 정보의 중요성을 바탕으로 우리가 얼굴 정보를 처리하는 과정에서 각 유형의 공간주파수 정보가 수행하는 상대적인 역할을 확인하고자 하는 다양한 연구들이 수행되었다. 예를 들면, 얼굴재인 연구에서는 고주파수 정보보다 저주파수 정보가 더 큰 영향을 미치고 있음을 보여주는 연구 결과들이 비교적 일관되게 보고되었으며(Boutet et al., 2003), 연령지각의 경우 두 공간주파수 정보가 전반적으로 비슷한 영향을 미친다고 보고되고 있다(Park & Jung, 2006). 얼굴 정보 처리와 관련한 중요한 영역 중 하나인 표정인식의 경우에는 아직 논쟁이 진행 중이다. 일부의 연구가 고주파가 중요한 역할을 하며, 얼굴 재인과 표정인식의 이중해리 관찰을 근거로 표정인식이 저주파수 정보의 역할이 중요하다고 알려진 얼굴 재인과는 다른 체계에 의해서 처리된다고 주장하였다(Bruce & Young, 1986; Goren & Wilson, 2004; Hasselmo et al., 1989; Sergent et al., 1994; Haxby et al., 2000). 반면 일부의 연구는 공포 표정과 같은 특정 표정이 저주파수 정보와 관련이 높으며, 전반적으로 표정인식이 얼굴재인과 유사하게 저주파수 정보에 의해 처리되는 배열정보와 밀접한 관련이 있다고 주장하고 있다(Calder et al., 2000; Goffaux et al., 2005; Prazak & Burgund, 2014; Vuilleumer et al., 2003).

최근, 매력 지각과 관련해서도 공간주파수 정보의 상대적 역할이 연구되어 왔다(Bachmann, 2007; Guo, Liu., & Roebuck, 2011; Manner et al., 2003; Schettino, 2016). 얼굴 정보 처리 과정에서 고주파수 정보가 국지적이고 미세한 특성들을 포함하고 저주파수 정보가 전역적인 특성들을 포함한다는 기존의 연구 결과(Sergent, 1984)들로 미루어볼 때, 매력 지각에서 고주파수 정보의 역할이 더 크다면 눈,

코, 입과 같은 얼굴의 세부특징 정보와 관련된 미세한 특징들이, 저주파수 정보의 역할이 더 크다면 얼굴 세부특징들의 배열 정보와 관련된 특징들이 매력도에 상대적으로 강한 영향을 미치는 것으로 해석될 수 있다. 그러나 아직까지 수행된 연구의 수가 적으며, 연구 결과가 서로 상충된다. 특히 남성 얼굴에 관한 연구들은 대부분 저주파수 정보의 역할이 상대적으로 더 크다는 결과를 보고하였으나(Manner et al., 2003; Schettino, 2016), 여성 얼굴에 대해서는 일관된 결과가 보고되지 않았다. Bachmann(2007)은 매력 지각이 얼굴 재인과 밀접한 관련이 있을 것이라고 언급하면서 저주파수 정보의 중요성을 강조하였으며, 고주파수 정보의 낮은 영향력을 예상하였다. Bachmann(2007)의 연구에서는 극단적으로 낮은 수준의 저주파수 자극부터 점차 공간주파수를 높여가며 여성 얼굴 자극을 제시한 후, 매력도를 평정하였다. 실험 결과, 일정한 저주파수 대역에서 탐지된 매력도는 그 이상의 높은 수준의 주파수 대역에서도 유지되었다. 이에 따라 연구자는 저주파수 정보가 얼굴 매력을 탐지하는데 핵심적인 기능을 할 것이라고 언급하며, 상대적으로 고주파수 정보의 낮은 영향력을 예상하였다.

반면, Schettino(2016)는 고주파수 정보가 여성 얼굴 매력 지각에 더 중요한 역할을 수행할 것이라고 주장하였다. 이 연구에서 참가자들은 제시되는 얼굴 쌍에 대한 상대적인 매력도를 판단하는 과제를 시행하였다. 자극은 모두 원본사진이거나, (저주파수 및 고주파수의) 공간주파수 필터를 적용한 사진의 쌍으로 제시되었다. 참가자는 두 자극 중 더 매력적이라고 판단되는 얼굴을 선택하였다. 원본 사진 조건일 때 선호된 자극을 각각 공간주파수 필터를 적용한 조건일 때와 비교한 결과, 여성 얼굴에 한해서 원본사진과 고주파수 필터 사진에서의 응답이 더 높은 상관을 보였다.

이와 같이 여성 얼굴 매력 지각과 공간 주파수를 다룬 기존 연구들의 일관적이지 않은 결과들의 원인으로 방법적인 한계를 고려할 수 있다. 첫 번째로 기존의 연구들은 효과적으로 고주파수와 저주파수의 정보를 분리하지 못했다. Bachmann(2007)의 연구에서는 픽셀화 방법을 통하여 자극을 변환하였다. 픽셀화 방법이란 사진에서 임의로 지정한 크기를 가진 각각의 사각형 안에 속한 픽셀 밝기의 평균 값을 구하여 그 사각형을 대체하는 형식으로 사진을 변환시키는 과정인데, 결론적으로 원본 사진의 해상도를 낮추어 저주파수 필터와 유사한 효과를 내는 방식이다. 이 경우, 낮은 해상도와 저주파수의 관계는 밀접한 관계를 갖지만, 높은 해상도에 해당하는 원본 사진은 고주파수와 저주파수 정보가 모두 혼재한 형태로 남게 된다. 따라서, 픽셀화 방법을 사용

한 자극 변화는 고주파수 성분만을 따로 추출해 낼 수 없다. 추가적으로 픽셀화 방법은 변환된 사진의 형태가 모자이크처럼 나타나기 때문에 인위적으로 보이는 각 사각형들의 경계가 연구 결과에 변인으로 작용할 가능성이 제기되면서 최근에 수행된 연구들은 주로 저주파수 필터를 이용하는 추세이다. Guo 등(2011)의 연구에서는 원본사진을 제시한 대신 저주파수 정보만 처리할 수 있는 주변시의 특성을 이용하였다. 사진을 주변시에 제시하여도, 중심시에 제시할 때와 큰 차이가 없는 매력 지각을 보인다는 점에서 저주파수 정보의 결정적 역할을 주장하였다. 그러나 작지 않은 크기인 얼굴이 중심시 부근에 제시될 때에는 저주파수 정보를 포함한 다양한 대역의 공간주파수 정보가 처리되기 때문에 고주파수 정보와 얼굴 매력간의 관계를 구체적으로 확인하지는 못했다.

이런 점에서 공간 주파수 필터를 이용하여 변환한 자극을 사용한 Schettino(2016)의 연구는 다른 연구에 비해 보다 효과적으로 주파수대 정보를 구분한 연구라고 볼 수 있다. 하지만, 그들의 연구에서는 한 쌍의 얼굴에 대한 상대적 매력도를 판단하도록 하였다. 이 경우, 두 자극 간 매력의 차이의 정도를 알아 볼 수 없다는 기본적인 한계점과 두 개의 얼굴을 한 화면에 제시할 때에는 얼굴의 매력이 서로에게 영향을 미칠 수 있는 가능성이 높다(Osch, Blanken, Meijs, & Wolferen, 2015; Schaus, Stall, & O'Malley, 2014)는 점에서 적절한 방식이라고 할 수 없다.

위와 같은 연구의 한계점들은 여성 얼굴의 매력 지각과 공간 주파수의 관계를 보다 체계적으로 연구해야 할 필요성을 제기한다. 본 연구의 목적은 기존 연구들이 가지고 있는 이러한 방법적인 한계점들을 고려하여, 어떤 공간 주파수가 여성 얼굴의 매력 지각에 더 많은 역할을 하는 지를 확인하는 것이다. 우리는 이 문제를 “고주파수 정보에서만 미인인 사람과 저주파수 정보에서만 미인인 사람 중 누가 더 매력적일까?”라는 질문에 대한 해답을 찾는, 보다 직관적인 방식으로 접근하고자 하였다. 만일 고주파수 정보가 더 큰 역할을 한다면, 고주파수 정보에서만 미인인 사람이 더 높은 매력 평정을 받을 것이고, 반대로 저주파수 정보가 더 중요한 역할을 한다면 그 반대의 결과가 나올 것이다.

이를 위해, 실험에 사용한 자극 선정을 위한 사전 실험을 통하여 고주파수 이미지에서만 미인인 사람들과 저주파수 이미지에서만 미인인 사람들을 찾았다. 120명의 얼굴 사진을 각각 고주파수와 저주파수 필터를 적용하여 각각 고주파수 사진과 저주파수 사진으로 변환하고, 이 각각의 사진을 대상으로 매력도 평정을 하였다. 이 결과를 바탕으로 고주파수 및 저주파수 사진 모두에서 높은 매력도 평정을 받은 사람들

집단(미인조건), 그리고 둘 모두에서 낮은 매력도 평정을 받은 사람들 집단(일반 조건)외에 주 관심사라고 할 수 있는 고주파수 사진에서는 높은 매력도 평가를 받았으나, 저주파수 사진에서는 낮은 매력도 평가를 받은 사람들(고주파수 미인 조건)과 고주파수 사진에서는 낮은 매력도 평가를 받았으나 저주파수 사진에서는 높은 매력도 평가를 받은 사람들(저주파수 미인 조건)의 사진을 본 실험의 자극으로 사용하였다. 본 실험에서는 각 조건에 해당하는 사람들의 하이브리드 이미지(실험 1)나 원본 사진(실험 2)에 대해 매력도를 평정하여 어느 조건의 사람들에게 대한 매력도 평가가 높은지를 확인하였다. 특히 고주파수 미인 조건과 저주파수 미인 조건의 비교가 본 연구의 주된 관심사였다.

### 예비실험 : 자극 선정

자극 선정 연구는 본 실험에 사용될 실험 및 통제조건에 해당하는 자극을 선별하고 조건에 맞게 할당하기 위한 목적으로 수행되었다. 실험에 사용되는 조건은 매력도 평점에 따라 미인조건(고, 저주파수 필터 자극에서 모두 높은 매력 수준), 일반조건(고, 저주파수 필터 자극에서 모두 낮은 매력 수준), 고주파수 미인조건(고주파수 필터 자극에서 높은 매력 수준, 저주파수 필터 자극에서 낮은 매력 수준), 저주파수 미인조건(저주파수 필터 자극에서 높은 매력수준, 고주파수 필터 자극에서 높은 매력 수준)으로 구분하였다. 조건에 해당하는 자극을 선별하기 위하여 여성 얼굴 사진에 각각 고주파수, 저주파수 필터를 모두 적용시킨 후, 변환된 사진에 대한 매력도 평가를 수행하는 실험을 진행하였다.

### 방 법

#### 참가자

자극 선정 연구에는 한림대학교에 재학 중인 학생 또는 대학원생 16명이 참가하였다. 참가자들은 모두 시력(혹은 교정시력)이 정상이었고 색 지각에 이상이 없었으며, 실험의 목적을 알지 못하였다. 본 연구는 한림대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았고, 참가자들은 승인을 받은 설명서와 동의서를 읽고 서명한 후에 실험에 참가 하였다.

#### 장치

한림대학교 지각심리 실험실의 암실에서 GeForce GTX 770 그래픽카드를 장착한 Intel(R) Core(TM) i7-4790 3.60GHz의 CPU를 가진 PC 계열의 컴퓨터를 사용하여 실험을 진행

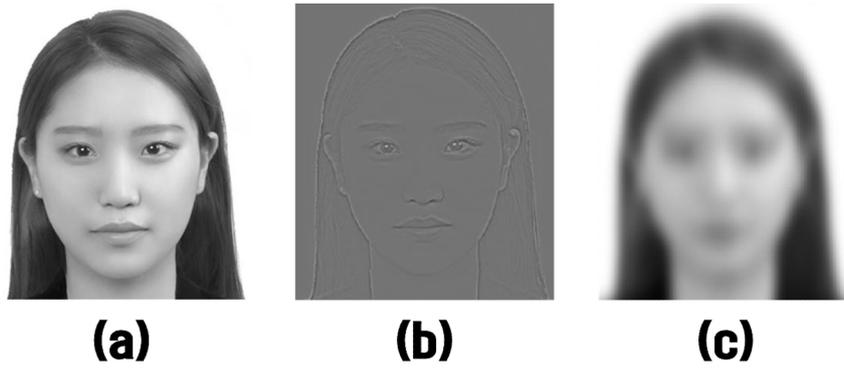
하였다. 실험 자극의 조작, 공간주파수 필터의 적용 및 실험의 전반적인 진행은 Matlab(Mathworks, Natick, MA)을 기반으로 한 Psychophysics Toolbox(Brainard, 1997; Peli, 1997)를 통해 이루어졌다. 모든 자극은 1920 X 1080 해상도와 144Hz의 주사율로 설정된 24인치 BenQ사의 XL2420Z인 LED모니터로 제시되었다. 모든 참가자들은 턱을 고정된 채 모니터로부터 약 60cm의 거리를 유지하여 앉았다. 모니터의 전체화면은 시각도(visual angle)상 약 48° X 28° 에 해당했다.

#### 자극

실험에 사용된 여성 얼굴 사진은 모 고등학교의 졸업사진이었다. 자극의 특성상 인물들은 일반적으로 아주 얇은 미소를 짓고 있거나, 웃는 표정이었다. 긍정적인 정서를 유발하는 표정은 매력도에 영향을 미칠 수 있으나, 기본적으로 어떤 공간주파수 정보에서든 식별 정확률이 매우 높은 표정임에 따라(Park & Jung, 2006), 본 연구에서 얼굴 표정이 특정 주파수 정보에만 체계적으로 영향을 미쳤을 가능성은 높지 않을 것으로 예상하였다. 실험 자극 사용 동의를 받은 약 200장의 졸업사진 중에서 화장이 눈에 띄는 인물은 없었으며, 손이나 도구를 이용해서 얼굴을 가린 사진을 제외한 120장의 사진을 선별하였다. 선별된 사진들은 모두 흑백으로 변환한 후에 공간주파수 필터링을 실시하였다. 공간주파수 필터링을 통해 120장의 사진을 각각 고주파수 필터를 적용한 자극, 저주파수 필터를 적용한 자극으로 변환하여 총 240장의 자극을 제작하였다(Figure 1). 두 유형의 필터를 적용한 자극은 각각 Schettino(2016)의 자극과 유사한 주파수 대역을 갖도록 변환하였다(고주파수 차단주파수 6.1 cpd(시각도당 주기)이상, 저주파수 차단주파수 0.5 cpd 이하). 이렇게 변환한 자극은 13.50° X 13.78° 의 크기로 화면의 중앙에 제시되었다.

#### 절차

실험 참가자들은 제시되는 여성의 얼굴 자극이 얼마나 매력적인지를 평가하는 과제를 수행하였다. 참가자들은 과제를 수행하기 전에 어떤 형태를 한 자극이 제시되는 지를 예시 사진과 함께 안내 받았다. 예시는 실험에 사용되지 않은 여성 얼굴 사진들을 저주파수, 고주파수 필터를 적용하여 변환시킨 사진이었다. 매력도 평정은 리커트 7점 척도를 사용하였다. 시행이 시작되면 여성 얼굴 필터 자극과 하단에 4.83° X 6.93° 의 크기인 일곱 개의 숫자 버튼이 함께 제시되었다. 참가자들은 마우스를 이용해서 일곱 개의 숫자 버



**Figure 1.** An example of stimulus. Note. Not actual stimulus used in experiment. (a) Original picture. (b) High spatial-frequency information of original picture. (c) Low spatial-frequency information of original picture.

튼 중 한 가지를 클릭하여 얼굴이 얼마나 매력적인지 응답하였으며(1: 전혀 매력적이지 않다, 4: 보통이다, 7: 아주 매력적이다), 응답 화면에서 마우스를 숫자 버튼 위에 올리면 마우스가 위치해 있는 해당 숫자 버튼이 파란색으로 변화하여, 참가자가 스스로의 반응을 확인할 수 있도록 하였다. 자극은 참가자의 응답이 완료될 때 까지 제시되었다. 시행은 총 240 시행으로 진행되었으며, 모든 사진은 한 번씩 제시되었다. 사진이 제시되는 순서는 완전 무선향하였다. 참가자들은 한 시행이 끝날 때마다 다음 시행을 시작할 것인지를 마우스를 이용하여 결정할 수 있었다. 따라서 시행사이에 언제든지 충분한 휴식을 취할 수 있었다.

## 결 과

각 필터 변환 사진들에 대한 참가자들의 반응을 근거로 실험 자극을 선별하였다. 선별된 공간주파수 필터 변환 자극의 평균 매력도 평정 값은 각 조건별로 Table 1에 제시하였으며, 사전에 설정한 각 조건 별로 해당하는 얼굴 자극의 기준은 다음과 같았다. 고주파수 미인 조건(HF Beauty)에 적합한 얼굴 자극들은 고주파수 필터 변환 자극의 매력도 점수가 평균 이상, 저주파수 필터 변환 자극의 매력도 점수가 평균 이하였으며, 결과적으로 두 유형의 매력도 점수 간에 대응 표본 t검증 결과 유의한 차이가 있어야 했다. 마찬가지로, 저주

파수 미인 조건(LF Beauty)에 적합한 자극들은 저주파수 필터 자극의 매력도 점수가 평균 이상이었으며, 고주파수 필터 자극의 매력도 점수가 평균 이하였고, 통계적으로 유의한 차이가 있어야 했다. 미인 조건(Beauty)에 적합한 자극들은 고, 저주파수 필터 자극의 매력도 점수가 모두 평균 이상이었으며, 일반 조건(Normal)에 할당된 자극들은 고, 저주파수 필터 자극의 매력도 점수가 모두 평균 이하인 자극들이어야 했다.

본 실험에서 고주파수 미인 조건(HF Beauty)과 저주파수 미인 조건(LF Beauty)의 매력도를 비교하고자 하였기 때문에, 두 조건은 전반적으로 유사한 정도의 매력도를 가지고 있어야 했다. 즉, 평균 이상의 매력도 평정값을 갖는 고주파수 미인 조건(HF Beauty)의 고주파수 사진과 저주파수 미인 조건(LF Beauty)의 저주파수 사진에 대한 매력도 평정값이 유사하고, 마찬가지로 평균 이하의 매력도 평정값을 갖는 고주파수 미인 조건(HF Beauty)의 저주파수 사진과 저주파수 미인 조건(LF Beauty)의 고주파수 사진의 매력도 평정값도 유사하여야 했다.

실험에 사용된 120명의 인물 사진 중 위의 조건에 적합한 자극들을 선별하였다. 미인(Beauty), 고주파수 미인(HF Beauty), 저주파수 미인(LF Beauty), 일반(Normal) 조건의 매력도 특성에 해당하는 자극을 조건 당 12개씩 총 48개 선별하였다. 선별의 적절성을 확인하기 위하여 통계적인 검증

**Table 1.** Means and standard deviations of facial attractiveness in each condition

	Attractiveness Type							
	Beauty		LF Beauty		HF Beauty		Normal	
	H	L	H	L	H	L	H	L
Mean	4.26	4.10	3.14	4.11	4.24	3.22	3.11	3.18
(SD)	(.39)	(.35)	(.34)	(.29)	(.25)	(.17)	(.25)	(.23)

\* H : high spatial-frequency filtered images, L : low spatial-frequency filtered images

을 실시하였다. 우선 고주파수 미인 조건(HF Beauty)과 저주파수 미인 조건(LF Beauty)에서 고주파수 사진과 저주파수 사진 간의 매력도 평정값에서 유의한 차이가 확인되었다, 고주파수 미인 조건(HF Beauty),  $t(11) = 12.86, p < .001, d = 7.76$ , 저주파수 미인 조건(LF Beauty),  $t(11) = -13.33, p < .001, d = -8.04$ . 고주파수 미인조건과 저주파수 미인 조건이 전반적으로 유사한 매력도를 가지고 있는지를 확인하기 위하여, 평균 매력도(저주파수, 고주파수 매력도를 합한 점수의 평균)에서 차이가 존재하는 지를 확인하였으나, 통계적으로 유의미한 차이가 없었다,  $t(11) = -.99, p = .345, d = -.59$ .

미인조건과 일반조건의 각 주파수별 매력도도 고주파수 미인 조건 및 저주파수 미인 조건과 최대한 유사하도록 하였다. 따라서 높은 평정값을 갖게 되는 네 개의 조건(미인 조건의 고주파와 저주파, 고주파수 미인 조건의 고주파, 저주파수 미인 조건의 저주파)의 평정값 간에는 유의한 차이가 없었다,  $F(1.867, 20.532) = 1.02, p = .373, \text{partial } \eta^2 = .09$ . [Mauchly의 구형성 가정이 충족되지 않아,  $\chi^2(5) = 12.78, p = .026$ , Greenhouse-Geisser로 보고하였다( $\epsilon = .62$ ).] 마찬가지로 낮은 평정값을 갖게 되는 네 개의 조건(일반조건의 고주파와 저주파, 고주파수 미인 조건의 저주파, 저주파수 미인 조건의 고주파) 간에도 유의한 차이가 없었다,  $F(3, 33) = 0.39, p = .760, \text{partial } \eta^2 = .03$ .

### 실험 1

본 실험에서는 사전 실험을 통해 얻어진 네 조건의 총 48명 얼굴 자극에 대해 매력도 평정을 실시하여, 어떤 조건의 자극들이 지각된 매력도가 높은지 확인하였다. 실험 1에서는 얼굴 자극을 하이브리드(hybrid) 이미지로 제시하였다. 하이브리드 이미지는 저주파수 필터를 적용한 이미지와 고주파수 필터를 적용한 이미지를 결합하여 제작한 이미지로 본 실험에서는 자극 선정 연구에서 사용되었던 동일 대상의 고주파수 및 저주파수 필터 변환 자극을 한 이미지에 겹쳐 제작하였다(Figure 2). 각기 다른 공간 주파수 이미지로 이루어진 하이브리드 이미지의 경우 참가자에게서부터 적절한 거리를 두고 적절한 크기로 제시되었을 때, 두 개의 공간 주파수 이미지가 동시에 보일 수 있으며, 이에 따라 고, 주파수 대역을 제외한 다른 대역의 정보들의 영향을 원천적으로 차단한 채, 두 주파수만의 효과를 확인할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 특징을 이용하여 두 필터 변환 자극이 동일한 위치에 함께 제시되는 경우 각 조건의 매력도 평가에 어떤 차이가



Figure 2. A hybrid image example in Experiment 1

발생하는 지를 확인하고자 하였다. 자극 선정 연구에서 연구의 주된 관심이 되는 두 조건(고주파수 미인조건, 저주파수 미인조건)의 평균 매력도가 유사했기 때문에, 만일 어느 한 조건에서의 매력도가 높게 평정된다면, 그 조건에서 높은 매력도를 보였던 공간 주파수 정보가 매력 지각에 큰 영향을 미쳤다고 볼 수 있을 것이다.

## 방 법

### 참가자

실험 1에는 한림대학교에 재학 중인 학생 47명(남성: 21명, 여성: 26명)이 소정의 보상을 받고 참가하였다. 참가자들은 모두 시력(혹은 교정시력)이 정상이었고 색 지각에 이상이 없었으며, 실험의 목적을 알지 못하였다. 참가자들은 한림대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 설명서와 동의서를 읽고 서명한 후에 실험에 참가 하였다.

### 장치

실험에서 사용된 장치와 실험의 전반적 통제 및 자극 제시 환경은 자극 선정 연구와 동일하였다.

### 자극

실험 1의 자극은 각 조건에 할당된 자극의 고주파수 필터 변환 자극, 저주파수 필터 변환 자극을 겹쳐서 두 자극 모두 동시에 보일 수 있게 하는 하이브리드 이미지(hybrid image) 기법을 사용하여 제작하였다. 자극이 제시된 크기는 각 참가자 별로 달랐는데, 실험이 시작되기 전 고주파수 및 저주파수 필터 변환 자극 모두가 보이는 크기를 측정하여, 그 크기로 제시하였다. 최소  $3.09^\circ \times 3.15^\circ$  에서 최대  $16.17^\circ \times 16.50^\circ$  에 해당하는 크기였다.

## 절차

대비민감도 함수에서 사람마다 가장 잘 탐지할 수 있는 공간 주파수 영역이 다르기 때문에, 하이브리드 이미지에서 고주파수 및 저주파수 자극을 모두 볼 수 있는 영역도 다르다. 따라서 하이브리드 이미지를 이용한 기존 연구에서는 주관적 동일성(the point of subjective equality) 응답을 시행하여, 참가자들은 하이브리드 이미지에 포함된 두 개의 서로 다른 이미지가 동일한 수준으로(각각 50%씩) 모두 보인다고 생각할 때 응답하도록 지시 받았다(Brady & Oliva, 2012). 이와 유사하게 본 연구에서는 각 참가자들에게 두 유형의 정보가 동시에 보이는 크기로 자극을 제시하기 위해 주관적 동일성 응답을 시행하였다. 참가자에게는 하이브리드 이미지에 대한 설명과, 주관적 동일성 응답에 대한 설명을 충분히 한 이후에 실험에 참가할 수 있도록 하였다. 주관적 동일성 응답 과제에서는 고주파수 정보와 저주파수 정보가 동일한 정도로 보이는 크기를 찾는 것이 목적이므로 구별이 보다 용이할 수 있도록, 하이브리드 이미지 내에 겹쳐서 제시되는 두 개의 자극으로 서로 다른 여성 얼굴을 사용하였다. 제시된 두 명의 인물 중 한 명은 머리가 길고 안경을 쓴 여성이었으며, 한 명은 머리가 매우 짧은 여성이었다. 두 여성 얼굴 모두 본 실험의 결과 분석에 사용되지 않는 자극들이었다. 이렇게 서로 다른 인물이 사용된 하이브리드 자극은 주관적 동일성 응답을 측정하기 위한 시행을 위해서만 사용되었다. 참가자가 준비가 되면, 화면의 가운데에  $3.87^\circ \times 3.95^\circ$  크기로 하이브리드 이미지가 제시되었다. 참가자는 키보드 화살표( $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ )를 이용하여 사진의 크기를 늘이거나 줄일 수 있었으며, 주관적 동일성을 갖는 크기를 찾으면 키보드 스페이스바(space bar)를 눌러서 본 시행으로 넘어갈 수 있었다. 본 시행에 제시되는 자극은 참가자가 주관적 동일성 응답을 통해 지정한 자극의 크기로 제시되었다. 제시되는 얼굴의 매력

을 평정할 때, 얼굴이 순차적으로 제시되는 경우에도 서로의 매력도 평정에 영향을 미칠 가능성을 염려하여, 자극 선정 시와 유사한 조건을 만들어 주기 위해서 분석에 사용되는 48장의 자극 이외에도 자극 선정 때 사용된 나머지 92장을 더미로 사용하였다. 시행은 총 120시행으로 구성되어 있으며, 제시순서는 완전 무선화 하였다. 이외의 실험절차는 저주파수 필터자극, 고주파수 필터자극이 아닌 하이브리드 이미지를 자극으로 사용하는 것을 제외하면 모두 자극 선정 연구와 동일하였다.

## 결 과

얼굴 매력도 유형의 각 조건에 따른 얼굴의 매력도 평정 값은 Figure 3에 제시하였다. 통계적 분석을 위해 반복측정 일원분산분석(repeated-measure 1-way ANOVA)을 수행하였다. Mauchly의 구형성 가정이 충족되지 않아,  $\chi^2(5) = 13.12$ ,  $p = .022$ , Greenhouse-Geisser로 보고하였다( $\epsilon = .85$ ). 얼굴 매력도 유형의 주효과는 유의하게 나타났다,  $F(2.551, 117.362) = 51.78$ ,  $p < .001$ , partial  $\eta^2 = .53$ .

얼굴 매력도 유형에서 어떤 조건간의 차이가 있는지 확인하기 위해서 Bonferroni방식의 사후분석(post-hoc)을 실시하였다. 그 결과, 연구에서 주목했던 고주파수 미인 조건(HF Beauty)이 저주파수 미인조건(LF Beauty)에 비해 매력도가 유의하게( $p = .016$ ). 미인조건(Beauty)은 모든 조건에 비해서 매력도가 유의미하게 높았다(모두  $p < .001$ ). 일반조건(Normal)은 미인조건(Beauty) 외에도 고주파수 미인 조건(HF Beauty)에 비해서 매력도가 유의미하게 낮았으며(모두  $p < .001$ ), 저주파수 미인 조건(LF Beauty)에 비해서도 유의미하게 낮았다( $p = .010$ ).

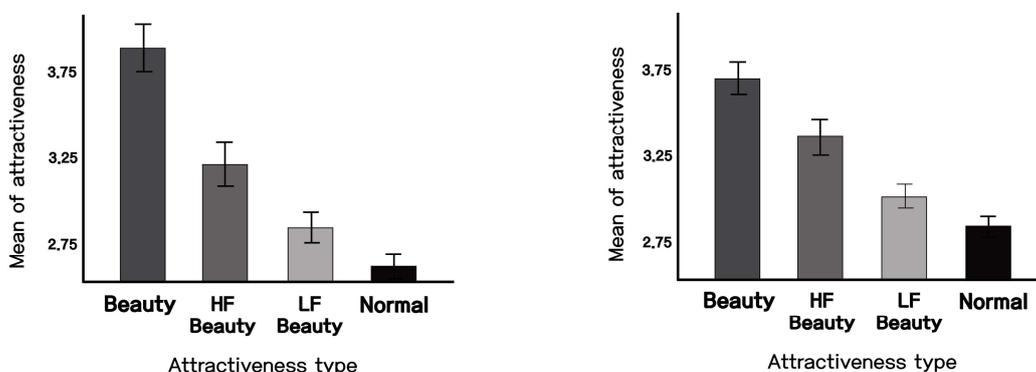


Figure 3. Results of experiment 1 (hybrid images). Mean of attractiveness for each condition (attractiveness type) are shown

## 논 의

실험 1은 고주파수 미인과 저주파수 미인의 비교를 통해서 어떤 공간주파수 정보가 매력 지각에 더 영향을 미치는지를 확인하고자 하는 목적으로 수행되었다. 실험 1의 결과에서는 미인, 고주파수 미인, 저주파수 미인, 일반 조건의 순서로 매력도가 높게 나왔으며, 모든 차이가 유의미하였다. 미인과 일반조건의 매력도에서 유의미한 차이가 확인 되었는데, 이는 자극이 적절하게 선정되었다는 것을 의미한다. 또한 사전에 실험 조건(고주파수 미인, 저주파수 미인)의 높은 매력도, 낮은 매력도 수준을 유사하게 맞춰주었음에도 불구하고 저주파수 미인 조건에 비해서 고주파수 미인조건의 매력도가 유의미하게 높았다는 것을 확인할 수 있었다.

고주파수 미인 조건의 높은 매력도는 고주파수 정보가 저주파수 정보보다 여성 얼굴의 매력탐지에 더 영향을 미친다는 것을 의미한다. 이는 여성 얼굴의 매력과 고주파수와의 높은 상관을 확인한 Schettino(2016)의 연구와 일치하는 결과이다.

이처럼 실험 1에서는 하이브리드 이미지를 이용하여 여성 얼굴 매력 지각에서 고주파수 정보의 중요성을 밝힐 수 있었다. 하이브리드 이미지는 고주파수 정보와 저주파수 정보만을 제공하여, 두 대역의 주파수 정보가 어떠한 역할을 하는지 정확하게 살펴 볼 수 있었지만, 현실에서는 존재하지 않는 자극이라는 점에서 실험 1의 결과가 실험실 밖에서도 적용 가능한 결과인지 알 수 없다. 이에 실험 2에서는 하이브리드 이미지 대신 실제 원본 사진을 이용하여 매력도를 평정 받고자 하였다.

## 실험 2

실험 1의 결과는 매력 지각에 저주파수 정보보다 고주파수 정보가 상대적으로 더 영향을 미친다는 것을 보여준다. 그러나 실험 1에서 사용된 자극이 현실에서 접하기 어려운 자극이라는 점을 고려할 때, 실제로 우리가 접하는 얼굴에서도 이러한 결과가 동일하게 적용될 수 있다고 확인하기 어렵다. 따라서 실험 2는 현실에서 우리가 실제로 접하는 자극과 유사한 원본 사진을 자극으로서 사용하여, 실험 1에서 사용한 네 조건에 대해 평균 매력도를 측정하여 비교하였다. 이를 통해 실험 1의 결과를 반복 검증하고, 일반화 가능성을 확보하고자 하였다.

## 방 법

## 참가자

실험 1에 참가하였던 한림대학교에 재학 중인 학생 47명(남성: 21명, 여성: 26명)이 소정의 보상을 받고 참가하였다. 참가자들은 모두 시력(혹은 교정시력)이 정상이었으며 색 지각에 이상이 없었으며, 실험의 목적을 알지 못하였다. 참가자들은 한림대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 설명서와 동의서를 읽고 서명한 후에 실험에 참가 하였다.

## 장치

실험에서 사용된 장치와 실험의 전반적 통제 및 자극 제시 환경은 자극 선정 연구 및 실험 1과 동일하였다.

## 자극

실험 2의 자극은 각 조건에 할당된 자극들의 원본 사진을 사용하였다. 원본 사진은 흑백으로 제시되었다. 자극은 13.50° X 13.78° 의 크기로 제시되었다.

## 절차

실험 2의 절차는 실험1에서 주관적 동일성 응답을 받는 시행을 제외하고 모든 절차가 동일하게 진행되었다.

## 결과 및 논의

실험 2의 조건과 분석방법은 실험 1과 모두 동일하였다. 얼굴 매력도 유형의 각 조건에 따른 얼굴의 매력도 평정값은 Figure 4에 제시하였다. 통계적 분석을 위해 반복측정 일원 분산분석(repeated-measure 1-way ANOVA)을 수행하였다. Mauchly의 구형성 가정이 충족되지 않아,  $\chi^2(5) = 18.55$ ,  $p = .002$ , Greenhouse-Geisser로 보고하였다( $\epsilon = .78$ ). 얼굴 매력도 유형의 주효과는 유의하게 나타났다,  $F(2.351, 108.123) = 109.33$ ,  $p < .001$ , partial  $\eta^2 = .70$ .

얼굴 매력도 유형에서 어떤 조건간의 차이가 있는지 확인하기 위해서 Bonferroni방식의 사후분석(post-hoc)을 실시하였다. 그 결과, 실험 1과 동일한 결과가 관찰되었다. 고주파수 미인 조건(HF Beauty)이 저주파수 미인조건(LF Beauty)에 비해 매력도가 유의미하게 높았다( $p < .001$ ). 미인조건(Beauty)은 모든 조건에 비해서 매력도가 유의미하게 높았다(모두  $p < .001$ ). 일반조건(Normal)은 고주파수 미인 조건(HF Beauty) 조건에 비해서 매력도가 유의미하게 낮았으며( $p < .001$ ), 특히 저주파수 미인 조건(LF Beauty)에 비해서도 유의미하게 낮았다( $p = .006$ ). 이 결과는 원본 사진을 자극으로 사용한 실험 2의 결과가 하이브리드 이미지를 자극

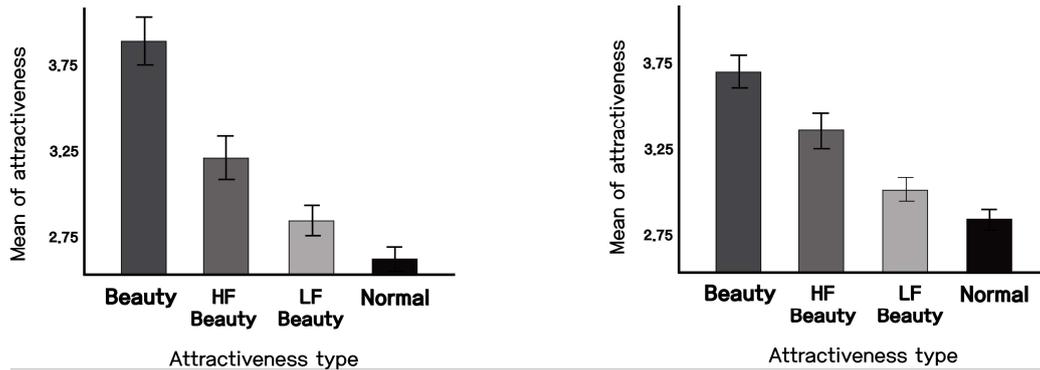


Figure 4. Results of experiment 2 (original images). Mean of attractiveness for each condition (attractiveness type) are shown

으로 사용한 실험 1과 모두 일치함을 보여준다(미인>고주파수 미인>저주파수 미인>일반). 추가로 상관분석을 수행한 결과, 원본 사진과 고주파수 사진( $r = .24, p = .049$ ) 뿐만 아니라, 저주파수 사진( $r = .26, p = .036$ )과의 상관도 모두 유의하였다.

또한 참가자의 성별에 따른 매력도 평정값을 비교하였다. 분석 결과, 실험 1과 2에서 참가자의 성별과 상관없이 모두 LFBeauty에 비해 HFBeauty의 매력도를 상대적으로 높게 평정하였다. 성별과 얼굴 매력도 유형에 대해서 혼합 이원분산 분석을 실시하였을 때, 실험 1과 2 모두에서 유의한 상호작용은 발견되지 않았다, 실험 1  $p = .144$ , 실험 2  $p = .315$ .

원본 사진이 자극으로서 사용된 것을 제외하면 실험 내의 모든 조건과 절차가 일치하는 실험 2의 결과는 실험 1의 반복연구의 속성을 가지기 때문에 실험 2의 결과는 연구의 신뢰도를 높이는 데 기여했다고 할 수 있다. 또한 하이브리드 이미지를 이용한 실험 1의 결과가 현실에서도 적용될 수 있는 결과라는 설명이 가능할 수 있다. 따라서, 실험 2의 결과를 통해서 본 연구 내용의 일반화 가능성을 확보했다는 의의를 갖는다.

## 종합논의

본 연구는 고주파수와 저주파수 정보가 여성 얼굴 매력 지각에 미치는 영향력을 직관적인 방식으로 비교하여 확인하고자 하였다. 특히 고주파수 정보에만 높은 매력도를 보이는 고주파수 미인과 저주파수 정보에서만 높은 매력도를 보이는 저주파수 미인의 매력도를 직접적으로 비교하여 어떤 주파수가 더 큰 영향을 미치는지를 확인하였다. 실험 1에서는 고주파수 정보와 저주파수 정보만을 겹쳐서, 두 유형의 공간주파수 정보가 동시에 제시되는 하이브리드 이미지를 통해 확인하였다. 그 결과, 고주파수 정보가 여성 얼굴 매력 지각에 상대적으로 더 큰 영향을 미치는 것을 확인하였다. 또한 실험 2

에서는 원본 사진을 이용하여 매력도를 평가했을 때에도 동일한 결과가 나온다는 것을 확인하였다.

고주파수 정보가 매력 지각에 강한 영향을 미친다는 본 연구의 결과는 공간주파수 정보의 특성과 관련지어 살펴볼 필요가 있다. 먼저, 고주파수 정보는 사물의 부분적인 특징에 대한 정보를 부호화하므로 얼굴의 세부특징 정보들과 관련이 있는 것으로 알려져 왔다. 따라서 얼굴의 세부특징 정보들이 매력 지각에 효과적으로 이용될 것이라는 예측이 가능하다. Sergent(1984)는 고주파수 정보가 눈, 코, 입과 같은 세부특징의 형태정보와 밀접한 관련 있다고 언급하였다. 실제로 얼굴의 세부특징 정보를 조작한 다수의 연구에서 여성 얼굴의 큰 눈, 작은 코, 도톰한 입술 등이 여성의 얼굴을 보다 매력적으로 보이게 하였다(Boudouin & Tiberghien, 2004; Cunningham, 1986). 이러한 효과는 성인뿐만 아니라 생후 5개월의 아이에게서도 유사하게 나타났는데, 흑백, 컬러사진에 상관없이 성인과 아이들 모두 큰 눈을 가진 여성 얼굴을 더 매력적으로 평가하는 경향이 있었다(Geldart, Maurer, & Carney, 1999). 이를 본 연구 결과와 함께 고려했을 때, 여성 얼굴 매력 지각에서는 눈, 코와 같은 얼굴 요소에 대한 상세한 세부특징 정보들이 배열과 관련된 정보들보다 더 중요한 역할을 수행할 가능성이 높다.

이와 같은 결과는 여성 얼굴의 매력 지각에서 저주파수 정보의 역할을 강조했던 기존 연구들(Bachman, 2007; Guo et al., 2011)과는 상반된다. 이는 기존의 연구들이 가지고 있는 방법적인 한계에서 비롯된 것으로 보인다. 서론 부분에서도 언급했듯이, 기존 연구들은 효과적으로 고주파수와 저주파수 정보를 분리하지 못했다. 대부분의 연구들은 픽셀화 방식을 사용하거나(Bachmann, 2007), 주변시의 특성을 사용하는(Guo et al., 2011) 등의 방식으로 저주파수 정보만이(주로) 존재하는 조건을 만들었으며, 이 때의 지각된 매력도가 고주파수 및 저주파수 정보가 혼재하는 원본 얼굴에 대한 지각된 매력도와 유사함을 근거로 저주파수 정보가 더 중요

한 역할을 할 것이라고 결론 내렸다. 하지만 이와 같은 방식은 고주파수의 영향을 독립적으로 확인하기 어려웠기 때문에, 이를 과소평가했을 가능성이 높다.

그러나 본 연구의 결과가 저주파수 정보가 여성 얼굴의 매력 지각에 영향을 끼치지 않는다는 것을 의미하지는 않는다. 추가로 상관분석을 수행한 결과, 원본 사진과 고주파수 사진뿐만 아니라, 저주파수 사진과의 상관도 모두 유의하였다. 또한 본 연구의 결과를 보면, 저주파수 미인조건의 매력도가 미인, 고주파수 미인조건의 매력도 보다는 유의하게 낮았지만 일반조건의 매력도 보다는 유의미하게 높았다. 특히, 저주파수 미인조건과 일반조건의 차이는 저주파수 정보의 매력도 수준에서 기인한 것이기 때문에, 저주파수 정보의 역할을 잘 보여준다. 만일 매력 지각에 저주파수 정보가 전혀 영향을 미치지 않는다면, 고주파수 정보의 매력도에서 차이가 없었던 저주파수 미인조건과 일반조건 간에는 전체 매력도에서도 차이가 없어야 했다. 이는 여성 얼굴의 매력 지각에는 고주파수와 저주파수 정보 모두가 사용되며, 그 중에서 고주파수의 역할이 상대적으로 더 크다는 것을 의미한다. 이는 얼굴의 매력 지각이 적어도 각 주파수 대역 별로 독립적으로 처리되는 과정을 지나, 그들이 통합되는 과정에서 발생하는, 비교적 후기의 시각 정보 처리 과정에서 결정될 수 있음을 시사한다.

여성 얼굴 매력 지각에서 고주파가 더 큰 영향을 끼친다는 결과가 본 실험의 방식이 가지고 있는 한계점에 발생할 가능성에 대해서도 살펴볼 필요가 있다. 예를 들면, 본 실험에서는 자극 제시 시간에 제한을 두지 않고 참가자가 반응을 할 때까지 계속 자극을 제시하였는데, 얼굴 자극을 장시간 제시하여 상대적으로 고주파수 정보의 역할을 상대적으로 확대시킬 가능성도 고려할 필요가 있다. 하지만, 주파수 변환 필터를 사용한 복수의 기존 연구(Apicella, Little, & Marlowe, 2007; Perrett, Brut, Penton, Rowland, & Edwards, 1999; Rhodes, 2003; Rhodes, Hickford, & Jeffery, 1998)에서도 자극의 제시 시간에 제한을 두지 않았다는 점과 본 실험의 경우 참가자들이 실제로 한 시행당 1~2초 정도로 매우 짧은 시간 안에 반응을 마쳤다는 점을 고려하면 이런 가능성은 높다고 볼 수 없다. 하지만, 제시 시간에 따른 효과도 후속 연구를 통해 확인해 볼 가치가 있다. 또한, 본 연구의 실험 1에서는 동일한 자극을 서로 다른 주파수로 변환한 뒤 겹쳐 제시하는 하이브리드 자극을 사용하였는데, 두 자극이 동일하여 서로의 윤곽선을 공유하면서 고주파수의 역할이 과대 평가될 가능성도 존재한다. 고주파수 자극에서는 흐릿한 윤곽선을 확인할 수 있는 반면, 저주

파수 자극에서는 흐릿한 윤곽선만을 확인할 수 있는데, 이러한 특성 때문에 하이브리드 이미지에서 고주파수 자극의 명확한 윤곽선이 저주파수 자극에서도 동일하게 윤곽선의 기능을 수행하여 전반적으로 고주파수에 의한 영향력이 높게 나왔다고 해석할 수도 있다. 하지만, 기존 연구(Brady & Oliva, 2012)에서도 표정에 차이는 있으나 동일한 대상의 서로 다른 대역을 겹쳐 제시한 하이브리드 자극을 사용하였다. 그 결과, 모든 조건에서 고주파수 정보의 우세성이 발견되지 않았다는 점과 본 연구의 실험 2에서 하이브리드 자극이 아닌 실제 얼굴을 사용했을 때에도 유사한 결과가 나왔다는 점에서 이 우려도 유의하다고 볼 수 없다.

본 연구에서는 자극 선정 실험을 통해서 네 조건에 해당하는 자극을 선정하였고, 이를 바탕으로 매력 지각 평정을 하였는데, 이 두 과정에 서로 다른 참가자들이 참가하였다. 서로 다른 참가자들을 모집한 이유는 동일한 대상이 예비실험에서 제시된 형태와 유사하게 실험 1에서 제시되므로, 예비 실험의 평가가 본 실험의 평가에 영향을 미칠 가능성이 있기 때문이었다. 그러나 평정의 대상인 매력이 사회문화적인 영향에서 자유로울 수 없고, 또한 개인의 주관적인 측면이 반영된다는 점을 고려하면, 이렇게 두 과정에서 상이한 평정자를 사용했다는 점이 이 연구의 제한점으로 지적될 수 있을 것이다. 그럼에도 불구하고, 동시에 얼굴 매력 지각이 객관적인 측면(평균, 대칭 등)에 영향을 받는다는 다양한 연구 결과에 따라 본 연구도 얼굴 매력 지각의 일반성이 있다는 전제하에 수행되었다. 또한 자극 선정시에 예비실험에서 사용되었던 얼굴 샘플 중 대략 매력도 상위 30%, 하위 30%에 해당하는 자극을 범주로 묶어 개인차를 최소화하고자 하였다.

눈 운동도 본 연구에서는 특별하게 통제하지 않았다. 응시점에 따라서 중심좌와 주변시에서는 처리되는 주파수 대역에서 차이가 나기 때문에 눈 운동을 통제할 필요성도 제기될 수 있으나, 실제 매력을 다루었던 다수의 연구에서 눈 운동을 통제하지 않았고, 일반적으로 사람 얼굴의 매력을 평가할 때 한 지점을 응시한 채로 하는 경우는 없기 때문에 생태학적 타당도를 고려하여 결정하였다.

본 연구에서는 참가자 성별에 따른 차이에 대해서는 초점을 두지 않았고, 대신 남성과 여성의 참가자수를 비슷한 수준으로 맞추어 진행하였으며, 따로 성별에 대한 분석을 실시하지 않았다. 하지만 남성은 좌측시야에 저주파수 필터 자극이 제시되었을 때 더 빠르게 재인하였다는 연구 결과에 따라, 남성의 경우 우반구에서 주도적으로 처리되는 저주파수 정보가 더 큰 영향을 발휘할 가능성이 있기 때문에 추가로

참가자의 성별에 따른 매력도 평정값을 비교하였으나, 유의한 차이는 없었다.

추가적으로 기존에 매력 지각에 관여하는 것으로 알려진 대표적인 시지각 요소들과 공간 주파수의 관계를 고려하여, 본 연구 결과를 살펴본다면 이는 매우 흥미로운 관점을 제공한다. 매력지각에 영향을 미치는 대표적인 시지각 요소 중에서 대칭성의 경우 저주파수 정보를 기반으로 판단되는 반면 (Evans, Wenderoth, & Cheng, 2000), 성적 이형성은 고주파수 정보와의 연관성이 주목되었다(Yamaguchi, Hirukawa, & Kanazawa, 2013). 두 특성 모두 얼굴 매력 지각에 크게 영향을 미치는 것으로 받아들여지고 있지만, 최근 연구들은 이 특성들이 여성 얼굴의 매력 지각에서는 다른 방식의 효과를 낸다고 보고하고 있다. 대칭성의 경우, 대칭에 가까운 얼굴일수록 매력적으로 평가하는 경향이 있는 것으로 알려져 있지만, 여성 얼굴 매력을 지각하는 데 예상만큼 큰 영향을 끼치지 않는다는 연구 결과들이 보고 되고 있다(예, Scheib et al., 1999; Valentine, Darling, & Donnelly, 2004). 반면, 자신의 성별에 해당하는 특징을 많이 보일수록 매력적으로 지각된다는 것을 의미하는 성적이형성 (Cunningham, Barbee, & Pike, 1990; O'Toole, Deffenbacher, Valentin, McKee, Huff, & Abdi, 1998; Perrett et al., 1998; Rhodes, Hickford, & Jeffery, 2000)의 경우에는 남성에 비해 여성에게 더 잘 적용이 된다는 결과가 보고되었다. 여성의 얼굴에서는 여성성이 높은 얼굴이 더 높은 매력을 지닌 것으로 나타났으나, 남성의 경우 일관되지 않은 결과를 보였다(Perrett et al. 1998). 여성의 얼굴 매력 지각에서 저주파수와 연관되어 있는 대칭성의 효과가 낮게 나오고, 고주파수와 연관되어 있는 성적이형성의 효과가 크다는 사실은 고주파수 정보가 여성 얼굴 매력 지각에 더 큰 영향을 끼친다는 본 연구의 결과와 일맥상통한다고 할 수 있다.

본 연구에서는 여성 얼굴 매력 지각에 대해서 초점을 맞추었다. 이는 남성 얼굴 매력 지각에서는 일관적으로 저주파수 정보가 중요하다는 결과를 보였던 반면, 여성 얼굴을 대상으로 한 연구 결과가 일관되지 않았기 때문이었다. 그러나 남성 얼굴 매력 지각에서 저주파수 정보의 중요성을 일관적으로 밝혀왔던 연구들도 앞서 언급한 방법적인 한계를 가졌다는 점에서 본 연구의 방식과 유사하게 검증할 필요성이 있다. 후속 연구를 통해 남성 얼굴 매력 지각의 공간주파수의 영향을 알 수 있다면, 본 연구 결과와의 비교를 통해 더 폭넓은 논의가 가능할 것으로 기대한다. 결과적으로, 본 연구는 하이브리드 이미지와 원본사진을 통해 고주파수 정보가

저주파수 정보보다 여성 얼굴 매력 지각에 더 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 이는 여성 얼굴 매력 지각에 있어서 기존에 평가절하 되어 왔던 고주파수 정보의 영향력을 직관적이고 체계적인 방식으로 검증했다는 데 그 의의가 있다.

## References

- Bachmann, T. (2007). When beauty breaks down: Investigation of the effect of spatial quantisation on aesthetic evaluation of facial images. *Perception*, 36(6), 840-849.
- Berry, D. S., & Miller, K. M. (2001). When boy meets girl: Attractiveness and the five-factor model in opposite-sex interactions. *Journal of Research in Personality*, 35(1), 62-77.
- Berscheid, E., & Walster, E. (1974). Physical attractiveness. *Advances in Experimental Social Psychology*, 7(1), 157-215. Academic Press.
- Berscheid, E., Dion, K., Walster, E., & Walster, G. W. (1971). Physical attractiveness and dating choice: A test of the matching hypothesis. *Journal of Experimental Social Psychology*, 7(2), 173-189.
- Boutet, I., Collin, C., & Faubert, J. (2003). Configural face encoding and spatial frequency information. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 65(7), 1078-1093.
- Brady, T., & Oliva, A. (2012). Spatial frequency integration during active perception: perceptual hysteresis when an object recedes. *Frontiers in Psychology*, 3(1), 462.
- Brainard, D. H., & Vision, S. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial Vision*, 10(1), 433-436.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77(3), 305-327.
- Bullier, J. (2001). Integrated model of visual processing. *Brain Research Reviews*, 36(2), 96-107.
- Calder, A. J., Young, A. W., Keane, J., & Dean, M. (2000). Configural information in facial expression perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(2), 527-551.
- Cunningham, M. R., Barbee, A. P., & Pike, C. L. (1990). What do women want? Facialmetric assessment of multiple motives in the perception of male facial physical attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(1), 61-72.
- Delplanque, S., N'diaye, K., Scherer, K., & Grandjean, D. (2007). Spatial frequencies or emotional effects?: A

- systematic measure of spatial frequencies for IAPS pictures by a discrete wavelet analysis. *Journal of Neuroscience methods*, 165(1), 144-150.
- Enroth-Cugell, C., & Robson, J. D. (1966). The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *Journal of Physiology*, 187(3), 517-522.
- Goffaux, V., & Rossion, B. (2006). Faces are “spatial”-holistic face perception is supported by low spatial frequencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(4), 1023-1039.
- Goffaux, V., Hault, B., Michel, C., Vuong, Q. C., & Rossion, B. (2005). The respective role of low and high spatial frequencies in supporting configural and featural processing of faces. *Perception*, 34(1), 77-86
- Goren, D., & Wilson, H. R. (2004). Differential impact of spatial frequency on facial expression and facial identity recognition. *Journal of Vision*, 4(8), 904-904.
- Guo, K., Liu, C. H., & Roebuck, H. (2011). I know you are beautiful even without looking at you: Discrimination of facial beauty in peripheral vision. *Perception*, 40(2), 191-195.
- Hasselmo, M. E., Rolls, E. T., & Baylis, G. C. (1989). The role of expression and identity in the face-selective responses of neurons in the temporal visual cortex of the monkey. *Behavioural Brain Research*, 32(3), 203-218.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2000). The distributed human neural system for face perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 223-233.
- Holmes, A., Winston, J. S., & Eimer, M. (2005). The role of spatial frequency information for ERP components sensitive to faces and emotional facial expression. *Cognitive Brain Research*, 25(2), 508-520.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1977). Ferrier lecture: Functional architecture of macaque monkey visual cortex. *Proceedings of the Royal Society of London*, 198(1130), 1-59.
- Issa, N. P., Trepel, C., & Stryker, M. P. (2000). Spatial frequency maps in cat visual cortex. *Journal of Neuroscience*, 20(22), 8504-8514.
- Langlois, J. H., & Roggman, L. A. (1990). Attractive faces are only average. *Psychological Science*, 1(2), 115-121.
- Langlois, J. H., Roggman, L. A., & Musselman, L. (1994). What is average and what is not average about attractive faces? *Psychological Science*, 5(4), 214-220.
- Maner, J. K., Kenrick, D. T., Becker, D. V., Delton, A. W., Hofer, B., Wilbur, C. J., & Neuberg, S. L. (2003). Sexually selective cognition: beauty captures the mind of the beholder. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(6), 1107-1120.
- Marlowe, C. M., Schneider, S. L., & Nelson, C. E. (1996). Gender and attractiveness biases in hiring decisions: Are more experienced managers less biased? *Journal of Applied Psychology*, 81(1), 11-21.
- O’Toole, A. J., Deffenbacher, K. A., Valentin, D., McKee, K., Huff, D., & Abdi, H. (1998). The perception of face gender: The role of stimulus structure in recognition and classification. *Memory & Cognition*, 26(1), 146-160.
- Osch, V. Y., Blanken, I., Meijs, M. H., & Wolferen, V. J. (2015). A group’s physical attractiveness is greater than the average attractiveness of its members: the group attractiveness effect. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 41(4), 559-574.
- Palmer, S. E. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology*. MIT press.
- Park, S., & Jung, W. (2006). The effect of spatial frequency filtering on facial expression recognition and age perception. *The Korean Journal of Experimental Psychology*, 18(4), 311-324.
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10(4), 437-442.
- Perrett, D. I., Burt, D. M., Penton-Voak, I. S., Lee, K. J., Rowland, D. A., & Edwards, R. (1999). Symmetry and human facial attractiveness. *Evolution and Human Behavior*, 20(5), 295-307.
- Perrett, D. I., Lee, K. J., Penton-Voak, I., Rowland, D., Yoshikawa, S., Burt, D. M., & Akamatsu, S. (1998). Effects of sexual dimorphism on facial attractiveness. *Nature*, 394(6696), 884-887.
- Peyrin, C., Chokron, S., Guyader, N., Gout, O., Moret, J., & Marendaz, C. (2006). Neural correlates of spatial frequency processing: A neuropsychological approach. *Brain Research*, 1071(1)3, 1-10.
- Prazak, E. R., & Burgund, E. D. (2014). Keeping it real: Recognizing expressions in real compared to schematic faces. *Visual Cognition*, 22(5), 737-750.
- Rhodes, G., & Tremewan, T. (1996). Averageness, exaggeration, and facial attractiveness. *Psychological Science*, 7(2),

- 105-110.
- Rhodes, G., Hickford, C., & Jeffery, L. (2000). Sex typicality and attractiveness: Are supermale and superfemale faces super attractive? *British Journal of Psychology*, *91*(1), 125-140.
- Rhodes, G., Proffitt, F., Grady, J. M., & Sumich, A. (1998). Facial symmetry and the perception of beauty. *Psychonomic Bulletin & Review*, *5*(4), 659-669.
- Schaus, H. K., Stall, S., & O'Malley, M. (2014). Comparisons in a Group Decrease Perceived Physical Attractiveness. *Sentience: The University of Minnesota Undergraduate Journal of Psychology*, *9*(1), 4-6
- Schettino, I. (2016). Filtered faces at the beauty contest: Spatial frequency analysis of facial attractiveness. Master's thesis, University of Oslo, Norway.
- Sergent, J. (1984). An investigation into component and configural processes underlying face perception. *British Journal of Psychology*, *75*(2), 221-242.
- Sergent, J., Ohta, S., MacDonald, B., & Zuck, E. (1994). Segregated processing of facial identity and emotion in the human brain: A PET study. *Visual Cognition*, *1*(23), 349-369.
- Sigall, H., & Ostrove, N. (1975). Beautiful but dangerous: effects of offender attractiveness and nature of the crime on juristic judgment. *Journal of Personality and Social Psychology*, *31*(3), 410-414.
- Singh, K. D., Smith, A. T., & Greenlee, M. W. (2000). Spatiotemporal frequency and direction sensitivities of human visual areas measured using fMRI. *Neuroimage*, *12*(5), 550-564.
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1993). Human facial beauty. *Human Nature*, *4*(3), 237-269.
- Tootell, R. B., Silverman, M. S., Hamilton, S. L., Switkes, E., & De Valois, R. L. (1988). Functional anatomy of macaque striate cortex. V. Spatial frequency. *Journal of Neuroscience*, *8*(5), 1610-1624.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience*, *6*(6), 624-631.
- Walster, E., Aronson, V., Abrahams, D., & Rottman, L. (1966). Importance of physical attractiveness in dating behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, *4*(5), 508-516.

# 여성 얼굴의 매력 지각과 공간주파수: 고주파수 주도적 매력 지각

이수진<sup>1</sup>, 최 훈<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>한림대학교 심리학과

<sup>2</sup>한림 응용심리 연구소

매력적인 얼굴은 우리의 주의를 끌고 사람들과 상호작용 하는 데 영향을 미치는 주요한 요인이다. 오래전부터 얼굴 매력에 영향을 미치는 다양한 시지각적인 요소들이 연구되어 왔는데, 그 중 한 가지가 공간주파수 정보이다. 얼굴 정보 처리과정에서 공간주파수 정보는 대역에 따라 독립적으로 처리되는데, 고주파수 정보는 국지적인 특성들을 포함하는 반면, 저주파수 정보는 전역적인 특성을 포함하고 있다. 따라서 기존 연구들은 매력도 지각에 영향을 미치는 공간 주파수 유형별 특성과 매력도 지각과의 관계를 확인하기 위해 공간주파수 유형 간의 상대적 영향력을 확인해왔다. 그러나 얼굴 매력과 공간주파수와의 관계에 대한 연구는 아직 부족하며, 명확히 밝혀진 바가 없다. 특히, 남성의 얼굴 매력도에는 고주파수 보다 저주파수 정보의 영향력이 상대적으로 강하다는 주장이 일관적으로 지지되고 있으나, 여성 얼굴에 대해서는 일관되지 않은 결과를 보였다. 이처럼 여성 얼굴에서 일관되지 않은 결과를 보고한 선행 연구들은 고주파수 정보의 효과를 성공적으로 분리시켜 확인하지 않았거나, 제시된 두 자극의 상대적 매력만을 평정하게 하는 등 방법적인 한계점이 존재했다. 따라서 본 연구의 목적은 여성 얼굴 매력 지각에서 공간주파수 유형의 상대적 영향력을 명확히 밝히는 데 있다. 실험에 사용할 자극을 선별하기 위해, 여성 얼굴 사진에 각각 고주파수, 저주파수 필터를 적용시킨 후, 변환한 각 사진에 대한 매력도 평가를 수행하였다. 매력도 평점에 따라 저주파수, 고주파수 정보에서 모두 높거나(미인 집단) 낮은 매력도를 보인 집단(일반 집단), 저주파수에서만 높은 매력도를 보이거나(저주파수 미인집단), 고주파수에서만 높은 매력도를 보인 집단(고주파수 미인집단)에 해당하는 자극을 선정하였다. 실험 1에서는 하이브리드 이미지(저주파수와 고주파수 필터 사진을 겹쳐서 보여주는 것)를 사용하여, 한 인물의 저주파수, 고주파수 정보가 동시에 제시될 때의 매력도 평정을 하도록 하였다. 그 결과, 고주파수 미인 집단의 매력도가 저주파수 미인 집단보다 높았다(미인 집단>고주파수미인 집단>저주파수미인 집단>일반 집단). 실험 2에서는 각 자극의 실제사진에 대한 매력도 평가를 시행하였다. 실험 2의 결과는 실험 1의 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 여성 얼굴 매력 지각에 저주파수 정보보다 고주파수 정보가 더 강한 영향력을 갖는다는 것을 의미한다.

**주제어:** 공간주파수, 여성 얼굴 매력 지각, 하이브리드 이미지