

## 얼굴 인식에서 연령 추정을 위한 시각적 특징 요소의 확인\*

정 우 현<sup>†</sup>

충북대학교 심리학과

박 수 진

(주) 씽크 유저

얼굴인식에서 연령 추정을 위해 사용되는 시각적 특징 요소를 확인하기 위해 세 편의 실험이 수행되었다. 실험 1에서는 연령 지각에서 제시시간에 따른 눈, 코, 입 각 구성요소의 효과를 비교하였다. 실험 2에서는 제시 시간별로 공간주파수 필터링의 효과를 살펴보았다. 실험 3에서는 연령지각에서도 얼굴 외곽선의 효과와 역위 제시 효과가 나타나는지 알아보았다. 실험 결과 눈만 길게 제시한 경우는 전체 얼굴을 모두 제시한 경우 못지않게 연령 추정을 잘하였지만 눈만 짧게 제시하거나 코나 입만 제시한 경우는 제시시간에 관계없이 연령 추정을 잘 못하는 것으로 나타났다. 또한 제시시간에 관계없이 낮은 공간주파수 필터링이나 높은 공간주파수 필터링은 모두 연령 추정에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 외곽선이 없는 경우보다 위-아래가 뒤집힌 경우가 연령지각에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 연령 지각은 전체형태 처리와 세부특징 처리 모두에 의해 일어나지만 전체 형태 처리가 더 중요하다는 것을 의미하며 짧은 제시시간에도 빠르게 처리될 수 있음을 시사한다.

주제어 : 얼굴, 얼굴 재인, 연령 지각, 공간 주파수 필터링

---

\* 이 논문은 2008년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

† 교신저자 : 정우현, 충북대학교 심리학과, (361-763) 충북 청주시 흥덕구 성봉로 410

E-mail: com4man@gmail.com

다른 사람과 상호작용을 하는데 있어서 우리는 얼굴로부터 많은 정보를 얻게 된다. 그 사람이 누구인지 뿐 아니라 얼굴 표정으로부터 그 사람의 내적인 정서 상태, 그리고 성별이나 미추에 대한 인상, 심지어 연령까지 추정할 수 있다. 동일한 사람의 얼굴이라도 그 사람을 보는 각도나 조명에 따라 시각으로 입력되는 정보는 급격한 변화를 겪게 된다. 뿐만 아니라 표정이 바뀔 때 따라 얼굴의 각 요소들도 달라지는데 우리는 이러한 변화에도 불구하고 동일한 얼굴 자극은 동일한 사람으로 인식할 수 있다. 또 서로 다른 사람의 얼굴로부터 동일한 표정을 인식하기도 한다. 이처럼 얼굴로부터 얻게 되는 다양한 시각자극이 얼굴인식, 표정인식, 연령지각, 성별인식, 미추판단에 어떻게 영향을 미치고 상호작용하는지는 시지각의 오랜 주제인 대상지각에서의 정보처리를 이해하는데도 매우 중요한 역할을 할 수 있다.

얼굴 지각에 대한 연구들은 주로 얼굴을 보고 누구인지를 어떻게 알아보는지에 대한 얼굴 재인과 얼굴을 보고 그 사람의 내적 정서 상태를 추정하는 표정인식에 대한 연구들이 대부분이다. 반면 얼굴만을 보고 어떻게 남녀를 구분하는지, 연령 추정에 영향을 미치는 변인은 무엇인지에 대한 연구는 상대적으로 적은 편이다. 기존 연구들에 따르면 얼굴 재인과 표정 인식은 서로 다른 종류의 정보를 사용하여 이루어지며, 뇌에서 처리되는 영역도 구분되는 것으로 알려져 있다(Bruce & Young, 1986; Hasselmo, Rolls, & Baylis, 1989; Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2000).

얼굴 재인에서 얼굴을 이루는 구성 요소

인 외곽선, 눈, 코, 입의 중요성을 비교한 Haig(1986)의 연구 결과에 따르면 얼굴의 전체적 외곽선이 얼굴 재인에서 가장 중요하고 다음으로는 눈과 눈썹의 조합, 그리고 입의 순서로 중요하며 정면 얼굴을 인식하는 데에 코의 중요성은 매우 작은 것으로 나타났다. 이처럼 얼굴의 각 구성 요소가 얼굴 재인에 다른 정도로 영향을 미치기는 하지만 얼굴 재인에 대한 연구들은 얼굴 재인이 각 구성 요소에 대한 인식을 바탕으로 하기보다는 주로 전체적인 형태 인식에 의존함을 보여준다. 공간 주파수 정보와 얼굴 재인의 관계를 살펴본 Goffaux, Gauthier, 그리고 Rossion(2003)은 얼굴의 초기 처리에서 낮은 공간 주파수 정보가 높은 공간 주파수 정보보다 중요하다는 것을 밝혔다. 낮은 공간 주파수 정보는 얼굴의 전반적인 특징을 전달하는 반면, 세부적인 특징은 높은 공간 주파수 정보에 의해 전달된다고 할 수 있으므로(Nagayama, Yoshida, & Toshima, 1995), Goffaux 등(2003)의 연구 결과는 얼굴 재인에서 얼굴의 형태 구조적(configural) 정보가 중요함을 시사하는 것으로 해석될 수 있다.

얼굴 재인에서 각 세부 구성 요소나 특징보다는 전체 형태 정보가 중요하다는 것을 보여주는 또 다른 증거로 얼굴 역위 효과(face inversion effect)를 들 수 있다. 얼굴 역위 효과란 얼굴 자극을 똑바로 제시하는 것에 비해 자극의 방위를 거꾸로 뒤집어 위-아래가 180도 회전하도록 만든 자극을 사용했을 때 얼굴 재인이 크게 영향을 받는 것을 말한다. 얼굴 재인은 자극의 방위를 거꾸로 뒤집는 역위(inversion)에 크게 영향을 받는 것으로 알려져

있다(Diamond & Carey, 1986; Valentine & Bruce, 1986; Yin, 1969). 그러나 이보다 더 중요한 발견은 얼굴이 다른 어떤 종류의 시각자극보다도 역위에 더 크게 영향을 받는다는 것으로, 이 발견은 얼굴재인이 독특한 정신과정이라는 생각을 뒷받침하는데 사용되어왔다. Yin(1969)은 역위가 얼굴재인의 경우 30% 수행감소를 가져오는 반면, 집과 같은 얼굴이외의 자극의 경우에는 10%의 감소만을 가져온다고 보고하였다. 역위효과가 얼굴의 경우에 유난히 더 크게 나타나는 이유로 얼굴이 다른 종류의 자극 유형과는 다른 방식으로 처리되기 때문이라는 설명이 제기되었다. Carey(1981)는 역위가 얼굴에 특히 크게 영향을 미치는 것은 우리가 다른 종류의 자극보다 얼굴을 처리할 때 전체 형태의 특성(configural properties)에 훨씬 더 많이 의존하는 경향이 있어서이며, 형태특성의 처리는 특히 역위에 매우 민감하다고 주장했다. 이와 비슷하게 Yin도 얼굴의 처리과정은 다른 자극과는 달리 부분적인 특징 외에 전체적인 특징을 추출한다고 보았다.

기존의 연구들은 얼굴 재인의 경우 낮은 공간 주파수나 중간 대역을 강조하는 경향이 있는 반면(Costen, Parker, & Craw, 1994; Hayes, Morrone, & Burr, 1986; Nasanen, 1999), 표정 인식에서는 상대적으로 높은 공간 주파수가 더 중요한 역할을 하는 것으로 보고 있다(Goren, & Wilson, 2004; Goren, & Wilson, 2003). 또한 얼굴 재인이 부분적인 세부 특징보다는 전체적인 특징 정보에 의존하는 반면 표정은 눈이나 입처럼 변화될 수 있는 속성을 처리하는 체계와 관련이 있다(한재현과 정찬섭, 1998). Haxby, Hoffman과 Gobbini(2000)는 얼굴에서 제

공되는 정보가 눈, 코, 입 등의 각 구성 요소들 간의 간격처럼 불변하는(invariant) 속성과 눈꼬리나 입꼬리의 모양처럼 쉽게 변하는(changeable) 속성으로 나뉠 수 있으며 두 속성이 서로 다른 신경 체계에 의해 처리됨을 제안하였다. 또한 그들은 불변 속성을 처리하는 신경 체계는 얼굴 재인과 관련되는 반면, 변화 가능한 속성을 처리하는 신경 체계는 표정 인식과 관련이 있다고 주장하였다.

연령이 증가하게 되면 주름살과 같은 얼굴의 텍스처가 변할 뿐 아니라 얼굴의 외곽선도 변하게 된다(박수진과 정우현, 2006). 연령지각에 대한 기존 연구들(Burt & Perrett, 1995; George & Hole, 1995; Lanitis, Taylor, & Cootes, 1999)에 따르면 얼굴만 보고 연령 추정을 하더라도 실제 연령의 근사치에 가까운 추정을 할 수 있다. 그러나 이러한 추정에 어떠한 정보가 사용되며 어떤 신경 체계와 관련이 있는지는 아직 충분히 밝혀져 있지 않다. 공간 주파수 필터링을 이용한 박수진과 정우현(2006)의 연구에 따르면 연령지각에는 높은 공간 주파수 정보와 낮은 공간 주파수 정보가 모두 사용되며 이는 얼굴의 불변 속성과 가변 속성을 처리하는 체계가 모두 연령지각과 관련될 수 있음을 의미한다. 그러나 이들의 연구에서는 공간 주파수 정보의 영향을 다양한 제시시간에 걸쳐 비교해보지 못하였으며 이에 따라 전체 형태 정보와 세부특징 정보를 직접적으로 비교하지 못하였다는 한계가 있다. 주의(attention) 연구에서 500msec는 최초의 주의 이동(initial shift)이 일어날 수 있는 시간으로 이 시간은 얼굴 연구에서도 주의와 관련하여 중요한 기준으로 사용된다(Bradley, Mogg, Falla, &

Hamilton, 1998). 따라서 얼굴의 각 정보가 연령 추정을 위해 어느 단계에서 어떻게 사용되는지를 이해하기 위해서는 500msec를 기준으로 이보다 짧게 제시했을 때와 길게 제시했을 때를 비교할 필요가 있다.

연령 지각에서 세부 특징 정보처리와 전체 형태 정보처리 과정을 비교하고 연령추정을 위한 시각적 특징 요소를 확인하기 위해 세 편의 실험을 수행하였다. 첫 번째 실험에서는 눈, 코, 입의 각 얼굴 구성요소가 제시시간에 따라 연령 추정에 어떤 영향을 미치는지 살펴 보았다. 만일 연령 추정에서 얼굴의 각 구성 요소의 사용이 주의 개입 이후의 후기 단계에서 이루어지는 것이라면 제시시간이 짧을 때보다 긴 경우에 연령 추정이 더 정확할 것이다. 그러나 주의 개입 이전 초기 단계에 의한 것이라면 제시 시간에 따른 차이는 나타나지 않을 것이다. 두 번째 실험에서는 얼굴의 각 구성요소 외에 전체 형태 정보와 주름살이나 텍스처 같은 정보가 연령 추정에 어떤 역할을 하는지 알아보기 위해 저주파수 필터링을 한 얼굴 이미지와 고주파수 필터링을 한 얼굴 이미지를 제시시간을 달리하면서 제시했을 때 연령 추정이 어떻게 달라지는지 비교해 보았다. 세 번째 실험에서는 얼굴 외곽선 없이 제시한 이미지와 위-아래가 뒤집혀서 제시된 얼굴 이미지를 사용하여 제시 시간에 따라 연령 추정이 어떻게 달라지는지 알아보았다. 실험 2, 3에서도 각 정보가 어느 단계에 사용되는지에 따라 제시시간의 효과가 달라질 것으로 예측할 수 있다.

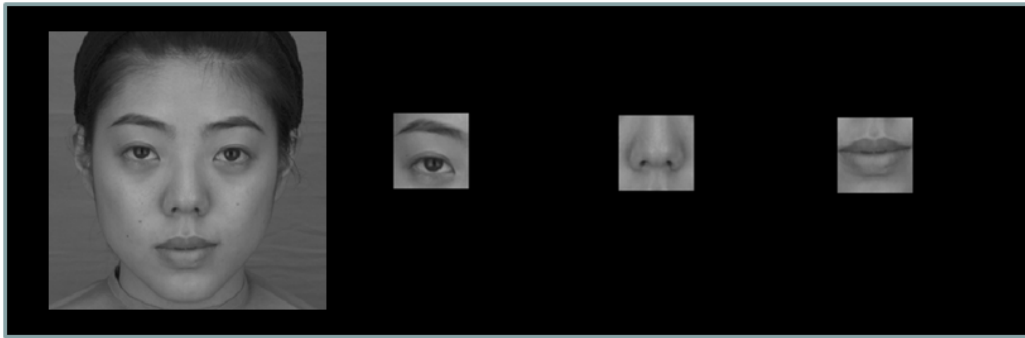
## 실험 1. 얼굴의 구성성분과 제시시간이 연령 지각에 미치는 효과

실험 1은 눈, 코, 입의 각 얼굴 구성요소가 연령 추정에 미치는 효과를 알아보기 위해 수행되었다. 이를 위해 얼굴의 각 구성 요소를 최초의 주의 이동이 일어날 수 없을 만큼 충분히 짧게 제시했을 때(200msec 동안 제시)와 길게 제시했을 때(1250msec 동안 제시)의 연령 추정치를 비교해 보았다. 얼굴의 각 구성 요소가 연령 지각에 사용되는 것이 주의가 개입하기 이전 단계에 일어나는 것이라면 얼굴의 각 구성 요소를 짧은 시간 동안 제시하더라도 길게 제시했을 때만큼 정확한 연령 추정이 가능할 것이지만 주의 개입 이후 단계에 일어나는 것이라면 얼굴의 각 구성 요소를 통한 연령 지각은 긴 제시 시간을 필요로 할 것이다.

## 방 법

**참가자** 연세대학교에서 교양심리학을 수강하는 16명의 남녀 대학생이 과목 이수의 요건으로 실험에 참가하였다.

**자극** 20대부터 60대까지 각 연령대별로 10명씩 50장의 일본 여성 얼굴 사진이 원본 자극으로 사용되었다. 원본 자극에서 눈, 코, 입만 정사각형 모양으로 잘라낸 총 150 개의 자극이 실험 자극으로 사용되었다. 눈은 오른쪽 눈 자극만을 사용하였다. 얼굴 자극은 모두 중립적인 표정이었다. 자극은 1024 X 768 화소(pixel)의 해상도 조건에서 17인치 CRT 모니터 화면에 제시되었다. 참가자로부터 모니터



(가) (나) (다) (라)

그림 1. 실험 1에 사용된 자극 예. (가)는 원본 자극이고 (나)는 눈, (다)는 코, (라)는 입만 보이도록 잘라낸 자극이며 (나)~(라)의 사진 크기는 동일하였다.

까지의 거리는 약 70 cm이었으며 화면에 제시된 원본 자극의 크기는 가로, 세로 각각 10 cm로 시각(visual angle)으로는 8.13°에 해당되었다. 또한 눈, 코, 입만 보이는 실험 자극은 가로, 세로 각각 2.5cm로 원본의 1/16 크기였으며 각 실험 자극의 크기는 동일하였다. 실험에 사용된 자극의 예가 그림 1에 제시되었다.

**절차** 실험 참가자들은 개별적으로 실험에 참가하였다. 실험이 시작되면 화면 중앙에 응시점이 제시되고 실험 참가자가 키보드의 아무 자판이나 누르면 화면 중앙에 실험 자극이 조건에 따라 200msec 또는 1250msec 동안 제시되었다. 실험참가자의 과제는 각각 한 대의 PC 앞에 앉아 모니터를 통해 제시된 실험자극을 보고 연령을 추정하는 것이었다. 실험 참가자가 추정된 연령을 키보드를 통해 입력하면 하나의 시행이 끝나고 다시 화면 중앙에 응시점이 제시되었다. 실험 자극은 완전히 무선적인 순서로 제시되었다. 실험 자극 150개에 대한 연령 추정이 모두 끝나면 얼굴 전체

가 모두 보이는 원본 자극 50개에 대해 연령 추정을 하였다. 본 실험에서 사용한 원본 자극의 얼굴 이미지들은 정확한 연령은 알 수 없고 연령대에 대한 정보만 있는 것이었기 때문에 원본 자극에 대한 연령 추정치를 구하여 실험 자극에 대한 연령 추정치와 비교하였다. 원본 자극의 제시 순서는 무선적이었지만 제시 시간은 제한을 두지 않고 실험 참가자가 반응을 할 때까지 계속 제시되었다. 실험 자극과 원본 자극에 대한 연령 추정은 반복 없이 각 자극 당 1회씩만 측정하였다.

### 결과 및 논의

눈, 코, 입만 짧게 제시하거나(200msec) 길게 제시했을 때(1250msec) 연령 추정된 결과가 그림 2에 제시되어 있다. 결과를 알아보기 쉽도록 눈, 코, 입별로 나누어 세 개의 그래프를 제시하였으며 각 조건에서의 결과를 전체 얼굴이 다 제시된 원본 자극에 대한 결과와 비교하여 제시하였다. 각 조건을 직접적으로 비

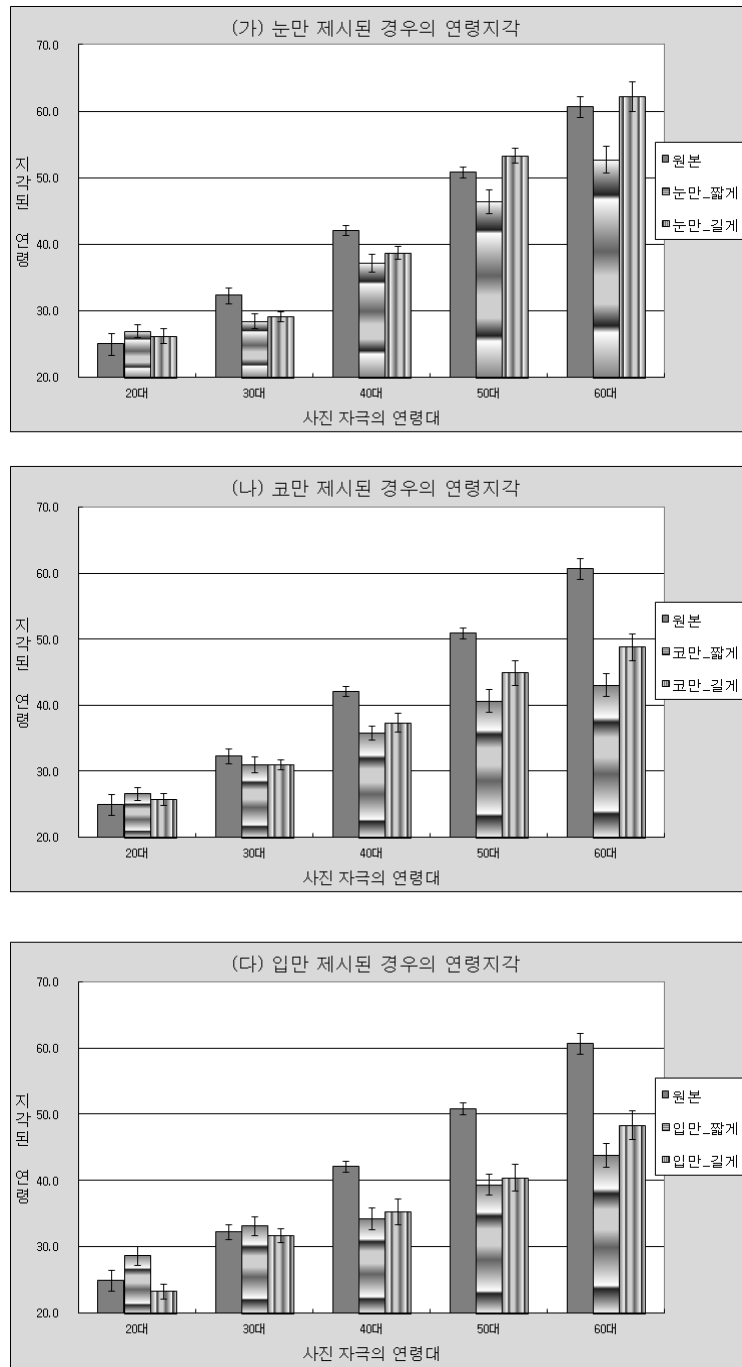


그림 2. 얼굴의 구성 요소별 제시시간에 따른 연령지각 결과. (가), (나), (다)는 각각 눈, 코, 입만 제시된 경우의 연령 추정 결과이다. 비교를 위해 전체 얼굴이 모두 제시된 원본 자극에 대한 연령 추정 결과가 (가)~(다)에 모두 제시되었다.

교하기 위해 다섯 가지 연령대 조건과 일곱 가지 얼굴부위 제시시간 조건(눈만 짧게 제시, 눈만 길게 제시, 코만 짧게 제시, 코만 길게 제시, 입만 짧게 제시, 입만 길게 제시, 원본 자극 제시)에 대해 5 X 7 반복 측정방안에 의해 변량분석 하였다. 또한 원본 자극에 대한 연령 추정치와 각 제시 조건의 연령 추정치를 회귀분석을 통해 비교해 보았다.

변량 분석결과 연령대 조건과 얼굴부위 제시시간 조건 간의 상호작용이 통계적으로 유의하였다( $F(24, 384) = 20.38, MSE = 12.27, p < .001$ ). 연령대의 주효과와 얼굴부위 제시시간의 주효과도 각각 통계적으로 유의하였다(각각  $F(4, 64) = 131.48, MSE = 95.76, p < .001$ ;  $F(6, 96) = 13.59, MSE = 50.74, p < .001$ ). 연령대의 주효과에 대해 LSD의 방법으로 사후 분석한 결과 모든 연령대의 차이가 통계적으로 유의하였다(모두  $p < .001$ ). 이는 각 연령대에 대한 실험참가자들의 연령 추정이 통계적으로 유의하게 달랐다는 것으로 꽤 정확하게 연령 추정을 하였음을 의미한다. 얼굴부위 제시시간의 주효과에 대해 LSD의 방법으로 사후 분석한 결과, 코만 제시한 경우나 입만 제시한 경우는 제시시간이 짧거나 길거나와 관계없이 원본 자극에 대한 연령 추정과 통계적으로 유의한 차이를 보였다(모두  $p < .001$ ). 눈만 제시한 경우는 짧게 제시했을 때는 원본 사진을 제시했을 때와 통계적으로 유의한 차이가 있었지만( $p < .01$ ), 눈만 길게 제시했을 때는 원본 사진을 제시했을 때와 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

원본 자극에 대한 연령 추정을 종속변인으로 하고 각 제시 조건별로 단순회귀 분석을

한 결과 눈만 200msec동안 제시했을 때의 표준화된 회귀계수는 .89( $t=17.50, SE=.06, p<.001$ ), 눈만 1250msec 제시했을 때 표준화된 회귀계수는 .94( $t=24.18, SE=.04, p<.001$ ), 코만 200msec 제시한 조건에서는 .76( $t=10.64, SE=.12, p<.001$ ), 코만 1250msec 제시했을 때 .84( $t=14.31, SE=.08, p<.001$ ), 입만 200msec 제시했을 때 .70( $t=8.80, SE=.136, p<.001$ ), 입만 1250msec 제시했을 때 .80( $t=12.01, SE=.08, p<.001$ )이었으며 모두 통계적으로 유의하였다. 그러나 모든 제시조건을 포함하여 중다 회귀 분석을 한 결과 조정된 결정계수(adjusted  $R^2$ )는 .882로 통계적으로 유의했지만( $F(6, 78)=105.95, MSE=2349.84, p<.001$ ), 표준화된 회귀계수는 눈만 1250msec 제시한 조건의 회귀계수만이 통계적으로 유의하였다( $B=.78, t=6.81, SE=.10, p<.001$ ).

실험 1의 결과를 보면 전체 얼굴을 제한 시간 없이 제시한 경우와 차이를 보이기 는 하지만 눈, 코, 입만 제시하더라도 연령대가 증가함에 따라 연령 추정이 선형적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이는 얼굴의 각 구성 요소가 어느 정도는 연령 추정을 위해 기여할 수 있음을 보여준다. 얼굴의 각 구성 요소를 통한 연령 추정을 비교해보면 눈만 제시한 경우의 연령 추정이 코나 입만 제시한 경우보다 전체 얼굴을 제시한 원본 자극에 대한 연령 추정과 차이가 작은 것으로 나타났다. 회귀분석의 결과도 변량분석의 결과와 유사하였다. 단순 회귀분석 결과 얼굴의 각 구성요소는 연령 추정에 기여할 수 있는 것으로 나타났지만 각 제시 조건의 효과를 비교하기 위한 중다 회귀분석의 결과는 눈만 1250msec 제시한 조

건의 연령 추정이 다른 조건에 비해 정확하였다. 이러한 결과는 얼굴 재인에서와 마찬가지로 연령 추정에서도 눈 부위가 코나 입보다 중요한 단서로 사용된다는 것을 보여준다. 이는 연령 추정이 얼굴 재인을 담당하는 체계와 유사한 정보를 사용할 가능성을 시사한다. 만약 연령 지각이 얼굴 재인과 달리 얼굴의 주름살이나 텍스처 같은 정보에만 영향을 받는다면 눈, 코, 입이 연령 추정에 비슷하게 기여하는 결과를 보였을 것이다. 그러나 연령 추정에 주름살이나 텍스처 같은 정보가 중요하게 사용되고 얼굴의 각 영역마다 이러한 정보가 균질하게 분포되어 있지 않을 가능성도 있다. 주름살이나 얼굴의 텍스처 정보가 연령 추정에 어떤 역할을 하는지를 직접적으로 살펴보기 위해서는 고주파수 및 저주파수 필터링한 이미지의 연령 추정을 비교해 보는 것이 필요하다. 실험 2에서 이에 대해 알아보았다.

각 구성 요소를 짧게 제시했을 때보다 길게 제시했을 때 연령 추정이 더 정확한 것으로 나타난 실험 1의 결과는 얼굴의 구성 요소가 연령 추정에 기여하기 위해서는 주의 개입 이후 단계처럼 정보처리에 어느 정도 시간이 필요함을 보여준다. 그러나 제시 시간이 200msec와 1250msec의 두 조건뿐이어서 어느 정도의 시간이 필요한지에 대한 명확한 결론을 내리는 데는 한계가 있었다.

## 실험 2. 제시 시간에 따른 연령 지각과 공간주파수 간의 관계 분석

실험 2에서는 눈, 코, 입 같은 얼굴의 구성 요소 외에 전체 형태정보가 연령 추정에 사용

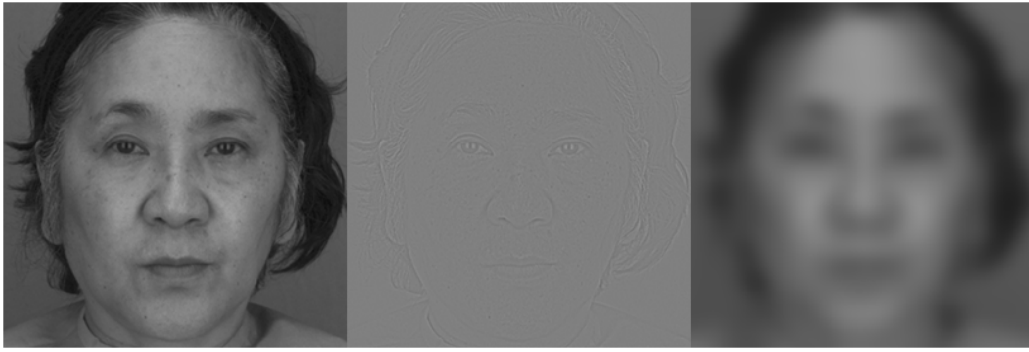
될 수 있는지, 그리고 주름살이나 텍스처 같은 정보가 전체 형태정보와 비교해서 어떤 중요성을 갖는지 알아보았다. 이를 위해 서로 다른 연령대의 얼굴 자극을 각각 고주파수 및 저주파수 필터링을 한 얼굴 이미지를 제시 시간을 달리하면서 제시하고, 참가자들에게 필터링 자극의 연령을 추정하도록 하였다. 이렇게 추정된 값이 전체 얼굴 원영상 자극에 대한 연령 추정과 차이를 보이는지를 분석하여 고주파수 정보와 저주파수 정보가 연령 지각에 미치는 상대적인 중요성을 비교하였다. 실험 1에서의 자극 제시 시간은 200msec와 1250msec의 두 조건이었으나 제시 시간의 효과를 살펴보는 데 한계가 있었다. 이를 고려해 실험 2부터는 제시 시간을 200, 500, 1250msec로 2.5배씩 증가시킨 세 조건을 비교하였다.

## 방 법

**참가자** 연세대학교에서 교양심리학을 수강하는 학생으로서 실험 1에 참가하지 않았던 17명의 남녀 대학생이 과목 이수의 요건으로 실험에 참가하였다.

**자극 및 절차** 실험 1에서 사용되었던 원본 자극이 실험 2에서도 원본 자극으로 사용되었다. 원본 자극에 대해 고주파수 필터링(high-pass filtering)과 저주파수 필터링(low-pass filtering)을 실시하여 총 100개의 공간주파수 필터링된 이미지가 실험 자극으로 사용되었다. 공간주파수 필터링은 Vuilleumier, Armony, Driver와 Dolan(2003)의 연구에서와 유사한 주파수 대역을 갖도록 제작되었다(고주파수





(가) (나) (다)

그림 3. 실험 2에 사용된 자극 예. (가)는 60대 원본 자극의 예이고 (나)는 원본 자극을 높은 공간 주파수 필터링한 실험 자극, (다)는 저주파수 필터링한 자극의 예를 보여준다.

cut-off 24 cycles/image 이상; 저주파수 cut-off는 6 cycles/image 이하). 그 외 자극의 특징은 실험 1과 동일하였다. 그림 3은 실험 2에 사용된 자극의 예를 제시한 것이다. 실험 자극의 크기는 원본 자극의 크기와 동일하였다.

실험 자극의 제시 시간이 200msec, 500msec, 1250msec의 세 조건이었다는 점을 제외하면 그 밖의 절차는 실험 1과 동일하였다. 원본 자극은 참가자가 반응할 때까지 제시되었다.

### 결과 및 논의

공간 주파수 필터링된 이미지에 대한 연령 추정 결과를 세 가지 제시 시간별로 나누어 제시한 결과가 그림 4에 제시되어 있다. 결과를 알아보기 쉽도록 제시 시간별로 나누어 세 개의 그래프를 제시하였으며 공간주파수 필터링된 조건에서의 결과를 원본 자극에 대한 결과와 비교하여 제시하였다. 각 조건을 직접적으로 비교하기 위해 다섯 가지 연령대 조건과 일곱 가지 얼굴부위 제시 시간 조건(원본 자

극, 낮은 공간 주파수 필터링 자극을 200msec, 500msec, 1250msec 동안 제시, 높은 공간 주파수 필터링 자극을 200msec, 500msec, 1250msec 동안 제시)에 대해 5 X 7 반복 측정방안에 의해 변량분석 하였다.

분석결과 연령대 조건과 공간주파수 필터링 이미지 제시 시간 조건 간의 상호작용이 통계적으로 유의하였다( $F(24, 384) = 5.67, MSE = 13.66, p < .001$ ). 연령대의 주효과와 공간주파수 필터링 이미지 제시 시간의 주효과도 각각 통계적으로 유의하였다(각각  $F(4, 64) = 289.13, MSE = 59.08, p < .001$ ;  $F(6, 96) = 2.55, MSE = 60.99, p < .05$ ). 연령대의 주효과에 대해 LSD의 방법으로 사후 분석한 결과 모든 연령대의 차이가 통계적으로 유의하였다(모두  $p < .001$ ). 이는 앞의 실험에서와 마찬가지로 꽤 정확하게 연령 추정을 하였음을 의미한다. 제시 시간별로 공간 주파수 필터링의 주효과에 대해 LSD의 방법으로 사후 분석한 결과, 높은 공간 주파수 필터링 조건이나 낮은 공간 주파수 필터링 조건이나 모두 제시

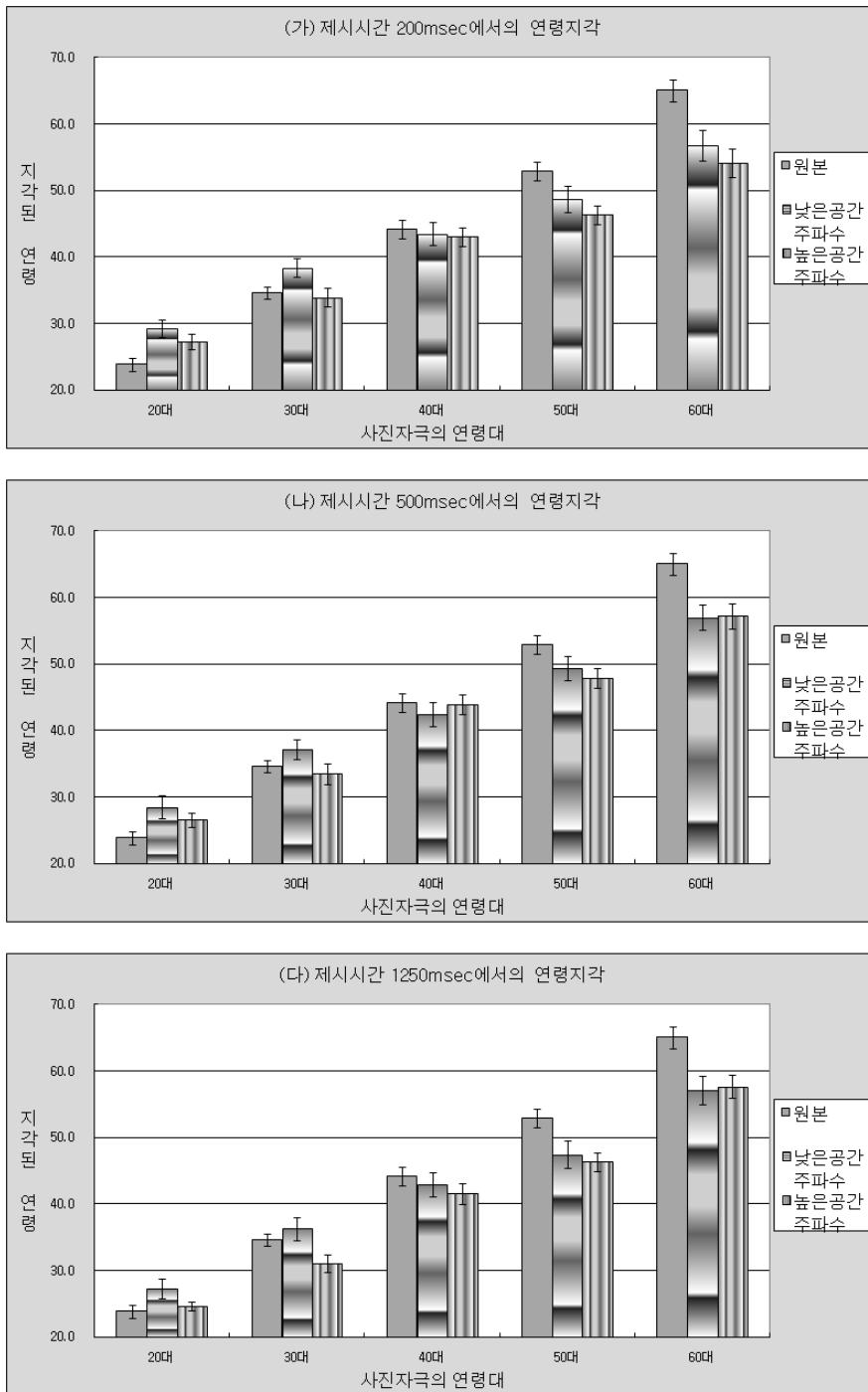


그림 4. 공간 주파수 필터링된 얼굴 자극에 대한 연령지각 결과. (가)는 제시 시간이 200msec일 때, (나)는 제시 시간이 500msec일 때, (다)는 제시시간이 1250msec일 때의 결과를 각각 보여준다.

시간에 관계없이 원본 자극에 대한 연령 추정과 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .001$ ). 실험 2의 결과는 얼굴 제시시간에 관계없이 낮은 공간 주파수 정보나 높은 공간 주파수 정보가 함께 연령 추정에 사용되어야 함을 의미하며 연령 추정에 얼굴의 불변 속성을 처리하는 신경체계와 가변 속성을 처리하는 체계가 모두 관여함을 시사한다. 이러한 결과는 박수진과 정우현(2006)의 결과와 일치하는 것이다. 낮은 공간 주파수 필터링이 얼굴의 형태구조적(configural) 정보와 관련이 있으며 높은 공간 주파수 필터링이 세부특징(featural) 정보와 관련이 있음(Goffaux, Hault, Michael, Vuong, & Rossion 2004)을 고려할 때, 본 연구의 결과는 형태구조적 특징만으로 대강의 연령을 파악할 수 있으나, 정확한 연령 지각을 위해 선 주름이나 잡티 같은 세부특징 정보도 필요함을 의미하는 것으로 해석할 수 있다. 얼굴 구성 요소의 효과를 알아본 실험 1과 달리 공간 주파수 필터링은 제시 시간이 짧을 때 뿐 아니라 제시 시간이 길어지더라도 원본 자극에 대한 연령 추정과 차이를 보였다. 이는 각 공간 주파수 채널의 정보가 연령 추정의 초기 단계부터 기여함을 시사한다.

### 실험 3. 얼굴 외곽선과 역위 제시가 제시 시간에 따라 연령 지각에 미치는 효과

실험 3에서는 얼굴 외곽선의 효과와 얼굴 역위 효과가 연령지각에서도 나타나는지 살펴 보았다. 얼굴 역위효과는 얼굴 인식에서 시각 요소들의 특징 정보보다는 얼굴 형태의 전반적인 정보가 중요하다는 것을 보여준다. 연령

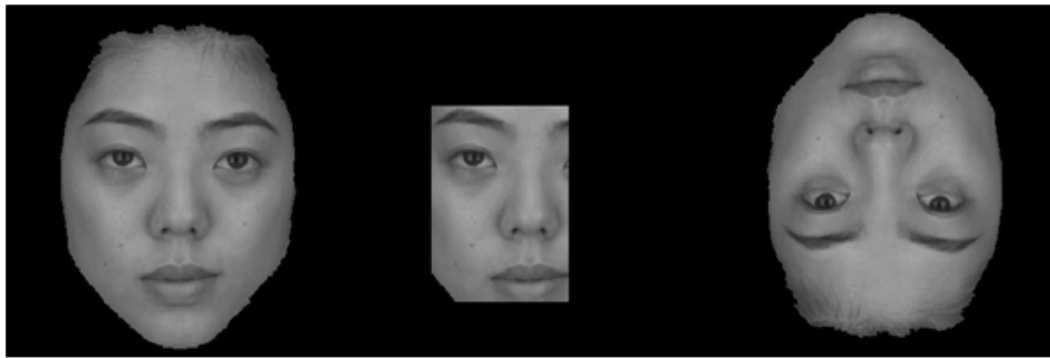
지각에서도 만일 역위효과가 나타난다면 이는 연령지각도 세부특징 정보보다는 전반적인 형태정보가 중요하다는 것을 의미하는 것으로 해석할 수 있다. 또한 얼굴인식에서 전체 외곽선 형태도 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있는데 이러한 정보 역시 연령 추정에 기여할 가능성이 있다. 이를 확인하기 위해 실험 3에서는 얼굴 외곽선을 제거한 이미지와 위-아래가 뒤집혀 제시된 이미지가 제시시간을 달리하면서 제시되었을 때 연령 추정이 어떻게 달라지는지 비교해 보았다.

## 방 법

**참가자** 연세대학교에서 교양심리학을 수강하는 18명의 남녀 대학생이 과목 이수의 요건으로 실험에 참가하였다.

**자극** 원본 자극은 얼굴 외곽선이 강조되도록 얼굴 윤곽선 바깥 이미지를 제거하였다는 점을 제외하고는 앞의 실험 1, 2와 동일하였다. 이 원본 자극에 대해 얼굴의 전체 외곽선을 제거하기 위해 한 쪽 눈과, 코, 입만을 포함하도록 사각형으로 자른 이미지와 원본을 위-아래가 바뀌도록 180도 회전한 이미지를 실험 자극으로 사용하였다. 그 외 자극의 특징은 실험 1과 동일하였다. 그림 5는 실험 3에 사용된 자극의 예를 제시한 것이다.

**절차** 실험 자극의 제시 시간은 실험 2와 마찬가지로 200msec, 500msec, 1250msec의 세 조건이었으며 원본 자극의 제시 시간은 참가자가 반응할 때까지 제한하지 않았다.



(가)

(나)

(다)

그림 5. 실험 3에 사용된 자극 예. (가)는 얼굴의 외곽선이 강조되도록 변형시킨 원본 자극이고 (나)는 얼굴 외곽선을 제거한 자극, (다)는 위-아래를 뒤집어 제시한 자극의 예를 보여준다.

### 결과 및 논의

외곽선이 제거된 이미지와 역위 이미지에 대한 연령 추정 결과를 세 가지 제시 시간별로 나누어 제시한 결과가 그림 6에 제시되어 있다. 결과를 알아보기 쉽도록 제시 시간별로 나누어 세 개의 그래프를 제시하였으며 외곽선 제거 자극과 역위 자극에 대한 결과를 원본 자극에 대한 결과와 비교하여 제시하였다. 각 조건을 직접적으로 비교하기 위해 다섯 가지 연령대 조건과 일곱 가지 제시 조건(원본 자극, 외곽선 제거 자극을 200msec, 500msec, 1250msec 동안 제시, 역위 자극을 200msec, 500msec, 1250msec 동안 제시)에 대해 5 X 7 반복 측정방안에 의해 변량분석 하였다.

분석결과 연령대 조건과 얼굴 제시 조건 간의 상호작용이 통계적으로 유의하였다( $F(24, 408) = 2.38, MSE = 8.28, p < .001$ ). 연령대의 주효과와 얼굴 제시 조건의 주효과도 각각 통계적으로 유의하였다(각각  $F(4, 68) = 326.36, MSE = 61.60, p < .001$ ;  $F(6, 102) = 16.61,$

$MSE = 19.71, p < .05$ ). 연령대의 주효과에 대해 LSD의 방법으로 사후 분석한 결과 모든 연령대의 차이가 통계적으로 유의하였다(모두  $p < .001$ ). 이는 앞의 실험들에서와 마찬가지로 꽤 정확하게 연령 추정을 하였음을 의미하는 것이다. 얼굴 제시 조건의 주효과에 대해 LSD의 방법으로 사후 분석한 결과, 얼굴 외곽선을 제거한 이미지를 200msec 동안 제시하였을 때는 원본 자극에 대한 연령 추정과 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나( $p < .05$ ), 500msec나 1250msec 동안 외곽선이 없는 자극을 제시하였을 때는 원본 자극과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 반면 역위 제시된 얼굴 자극에 대해서는 제시 시간에 관계없이 원본 자극에 대한 연령 추정과 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < .01$ ).

실험 3의 결과는 얼굴의 외곽선 정보가 연령 추정에 사용될 수 있지만 이를 위해서는 어느 정도 이상의 제시시간이 필요함을 보여준다. 또한 연령 지각에서도 얼굴 재인에서와 마찬가지로 얼굴 역위 효과가 나타남을 보여

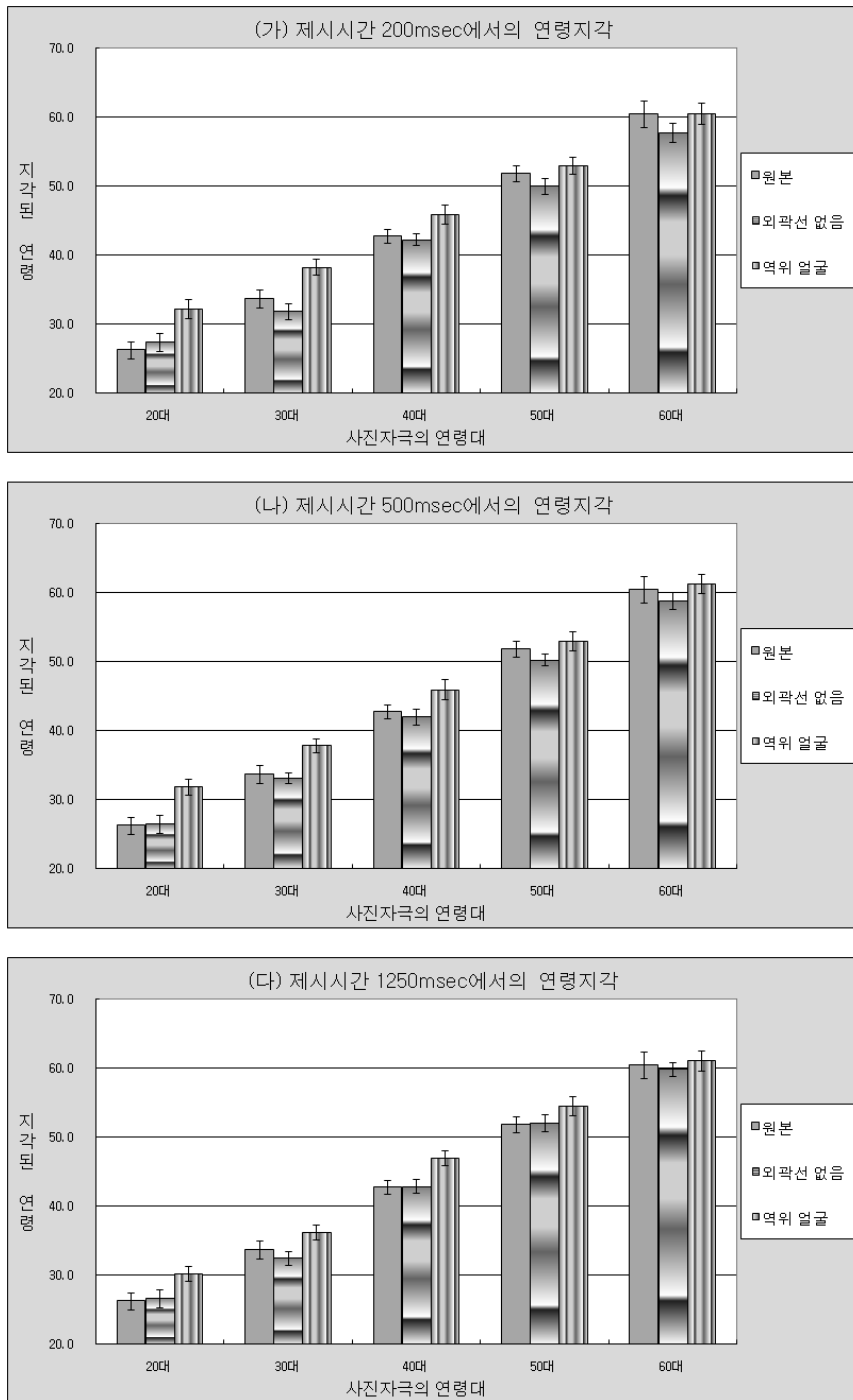


그림 6. 외곽선이 제거된 자극과 역위 자극에 대한 연령지각 결과. (가)는 제시 시간이 200msec일 때, (나)는 제시 시간이 500msec일 때, (다)는 제시시간이 1250msec일 때의 결과를 각각 보여준다.

준다. 연령 지각에서도 얼굴 역위 효과가 나타났다다는 것은 연령 지각에도 얼굴의 전체 구성 형태 정보에 대한 처리과정이 개입한다는 것을 시사한다. 또한 실험 3의 결과는 얼굴의 외곽선과 같은 세부 특징 정보보다 전체 구성 형태 정보가 연령 지각에 더 크게 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여준다.

### 종합 논의

본 연구에서는 얼굴인식에서 연령 추정을 위한 시각 정보 처리과정이 얼굴 재인이나 표정 인식을 위한 정보처리 과정과 어떻게 다른지를 알아보기 위해 세 편의 실험에서 여러 시각적 특징 요소를 제시 시간을 달리하면서 살펴보았다. 실험 1에서는 눈, 코, 입의 각 얼굴 구성요소를 짧게 제시했을 때와 길게 제시했을 때 연령 추정이 어떻게 달라지는지 살펴보았다. 실험 결과 눈만 길게 제시한 경우는 전체 얼굴을 모두 제시한 경우 못지않게 연령 추정을 잘하였지만 눈만 짧게 제시하거나 코나 입만 제시한 경우는 제시시간에 관계없이 연령 추정을 잘 못하는 것으로 나타났다. 실험 3에서는 얼굴 외곽선의 효과를 살펴보았는데 제시시간이 500msec 이상 되면 외곽선이 제거되더라도 연령 추정을 비교적 잘 하는 것으로 나타났다. 실험 1과 3의 결과를 종합해 볼 때 얼굴 재인(Haig, 1986)에서와 마찬가지로 외곽선 정보와 눈 부위가 연령 추정에서도 중요한 정보로 사용될 수 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 얼굴 재인과 연령 추정이 시각 정보 처리 과정의 상당 부분을 공유할 가능성을 시사해준다. 실험 2에서는 낮은 공간주파

수 필터링을 한 얼굴 이미지와 높은 공간 주파수 필터링을 한 얼굴 이미지를 제시시간을 달리하면서 제시했을 때 연령 추정이 어떻게 달라지는지 비교해 보았다. 실험 결과 제시시간에 관계없이 낮은 공간주파수 필터링이나 높은 공간 주파수 필터링은 모두 연령 추정에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 낮은 공간 주파수 정보는 얼굴의 전반적인 특징을 전달하는 반면, 세부적인 특징은 높은 공간 주파수 정보에 의해 전달된다고 할 수 있다 (Nagayama, Yoshida, & Toshima, 1995; Goffaux, Hault, Michael, Vuong, & Rossion, 2004), 따라서 낮은 공간 주파수 정보가 연령 추정에 영향을 미친다는 것은 실험 1의 결과와 더불어 전체 형태 정보가 연령 지각에서 중요하게 사용됨을 시사한다. 그러나 높은 공간 주파수 정보 역시 연령 지각에 영향을 미치는 것으로 보아 주름이나 피부의 텍스처 같은 세부특징 역시 연령 지각에 사용되는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 정확한 연령 지각을 위해 표면의 텍스처 정보와 형태 정보가 모두 필요하다고 제안한 George와 Hole(2000)의 주장을 뒷받침하며 박수진과 정우현(2006)의 연구 결과와도 일치하는 것이다. 실험 3에서는 얼굴 외곽선 없이 제시한 이미지와 위-아래가 뒤집혀서 제시된 얼굴 이미지를 사용하여 제시 시간에 따라 연령 추정이 어떻게 달라지는지 알아보았다. 실험 결과 외곽선이 없는 얼굴 자극보다 위-아래가 뒤집힌 얼굴 자극이 연령지각에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 얼굴 외곽선 정보는 얼굴의 구성 성분 중에서 얼굴 재인에 가장 크게 영향을 미치는 정보인데 전체 형태 정보가 사용되기 어렵게 역위로 제시한 경우

가 연령 추정에 더 크게 영향을 미쳤다는 것은 전체 형태 정보가 연령 추정에서 중요하게 사용될 수 있음을 의미한다. 그러나 본 연구의 연령 추정 실험에서 역위 효과는 얼굴 인식의 경우처럼 강력하게 나타나지는 않았는데 이는 얼굴 인식의 경우 세부특징 처리보다 전체 형태 처리에 크게 의존하는 반면 연령 지각은 두 가지 처리와 모두 관련되기 때문이라고 해석할 수 있다. 또한 연령 지각은 전체 형태 처리와 세부특징 처리 모두에 의해 일어나지만 제시시간에 상관없이 결과가 유사하게 나온다는 점은 전체 형태정보의 사용이 매우 빠르게 처리될 수 있음을 시사한다.

### 참고문헌

- 박수진, 정우현 (2006). 공간 주파수 필터링이 표정 인식 및 연령 지각에 미치는 효과. *한국심리학회지: 실험*, 18(4), 311-324.
- 한재현, 정찬섭 (1999). 얼굴 표정에 의한 내적 상태 추정. *감성과학*, 1(1), 41-58.
- Bradley, B. P., Mogg, K., Falla, S. J., & Hamilton, L. R. (1998). Attentional Bias for Threatening Facial Expressions in Anxiety: Manipulation of Stimulus Duration. *Cognition & Emotion*, 12(6), 737-753.
- Bruce, V., & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.
- Burt, D. M., & Perrett, D. I. (1995). Perception of age in adult Caucasian male faces: Computer graphic manipulation of shape and colour information. *Proceedings of Royal Society of London. B*, 259, 137-143.
- Carey, S. (1981). The development of face perception. in *Perceiving and Remembering Faces* Eds. G. Davies, H. Ellis, J. Shephard (New York: Academic Press), pp 9-38
- Costen, N. P., Parker, D. M., & Craw, I. (1996). Effects of high-pass and low-pass spatial filtering on face identification. *Perception & Psychophysics*, 58, 602-612.
- Diamond, R., & Carey, S. (1986). Why faces are and are not special: An effect of expertise. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 107-117.
- George, P. A., & Hole, G. J. (1995). Factors influencing the accuracy of age estimates of unfamiliar faces. *Perception*, 24(9), 1059-1073.
- Goffaux, V., Gauthier, I., & Rossion, B. (2003). Spatial scale contribution to early visual differences between face and object processing. *Cognitive Brain Research*, 16, 416-424.
- Goffaux, V., Hault, B., Michael, C., Vuong, Q. C., & Rossion, B. (2004). 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. (2003). Quantifying recognition abilities for four major emotional expressions based on facial geometry. *Journal of Vision*, 3(9), 300a
- Goren, D., & Wilson, H. R. (2004). Differential impact of spatial frequency on facial expression and facial identity recognition. *Journal of Vision*, 4(8), 904a.

- Haig, N. D. (1986). Exploring recognition with interchanged facial features. *Perception, 15*, 235-247.
- 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). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry, 51*, 59-67.
- Hayes, A., Morrone, M. C., & Burr, D. C. (1986). Recognition of positive and negative band-pass filtered images. *Perception, 15*, 595-602.
- Lanitis, A., Taylor, C. J., & Cootes, T. F. (1999). Modeling the process of aging in face images, *Seventh International Conference on Computer Vision (ICCV), 1*, 131.
- Nagayama, R., Yoshida, H., & Toshima, T. (1995). Interrelationship between the facial expression and familiarity: Analysis using spatial filtering and inverted presentation. *Shinrigaku Kenkyu, 66*(5), 327-35.
- Nasanen, R. (1999). Spatial-frequency bandwidth used in the recognition of facial images. *Vision Research, 39*, 3824-3833.
- Valentine, T., & Bruce, V. (1988). Mental rotation of faces. *Memory & Cognition, 16*, 556-566.
- Vuilleumier, P., Armony, J. L., Driver, J., & Dolan, R. J. (2003). Distinct spatial frequency sensitivities for processing faces and emotional expressions. *Nature Neuroscience, 6*, 624-631.
- Yin, R. K. (1969). Looking at upside-down faces. *Journal of Experimental Psychology, 81*, 141-145.

1 차원고접수 : 2010. 6. 26

2 차원고접수 : 2010. 9. 4

최종게재결정 : 2010. 9. 11



## Investigation of visual features for age perception

**Woo Hyun Jung**

Dept. of Psychology  
Chungbuk National Univ.

**Soo Jin Park**

ThinkUser Co., Ltd.

Three experiments were conducted to identify visual features for age perception. Effects of display time of eye, nose, and mouth, spacial frequency filtering, face outline and inversion on age perception were examined in experiments 1, 2, & 3. Results showed that age estimation was accurate either when eyes were presented for a longer duration or when a whole face was presented. However, age estimation was not accurate when eyes were presented only for a short period of time or when nose or mouth was presented. Also, both high and low frequency filtering did affect age estimation regardless of display time. And face inversion was more influential than face outline on age perception. These results suggest that age perception rely heavily on configurational than featural process.

*Key words* : face, face recognition, age perception, spatial frequency filtering