

## 얼굴이모티콘 처리에 대한 역전효과: ERP 연구

박 태 진\* 양 예 은 김 정 희

전남대학교 심리학과

이모티콘은 온라인과 오프라인 소통에서 폭넓게 사용되고 있다. 얼굴이모티콘의 지각적 부호화가 얼굴-특수 구성적 처리에 의존하는지 밝히기 위해 자극 역전이 ERP 성분 N170과 P1의 진폭과 정점 잠재기에 미치는 영향을 조사하였는데, N170은 얼굴에 민감하고 정위상 바른 얼굴보다 역전된 얼굴에 대해 진폭이 더 크고 잠재기가 더 지연되지만(N170-얼굴역전효과) P1은 저수준 시각적 속성에 민감한 것으로 알려져 있다. 얼굴이모티콘, 얼굴사진, 그리고 집아이콘을 정위상 바르게 또는 역전시켜 제시하고서 자극 윤곽선상 두께 등의 상대적 높이를 판단하도록 참가자에게 요구했다. N170과 P1의 평균진폭과 정점 잠재기를 분석한 결과는 다음과 같다. N170 진폭에 있어 얼굴이모티콘은 얼굴사진과 차이가 없었고, 두 얼굴유형 모두 집아이콘보다 더 부적이었으며(얼굴-민감 N170효과), 역전 정위와 바른 정위의 차이(역전효과)가 모든 자극유형에서 관찰되지 않았다. N170 정점 잠재기에 있어 얼굴이모티콘은 얼굴사진보다 더 짧았고 집아이콘과 차이가 없었는데, 이러한 잠재기상 차이는 역전 정위에서만 관찰되었다. N170 정점 잠재기와 관련된 역전효과가 두 얼굴유형 모두에서 관찰되었고(N170-얼굴역전효과) 집아이콘에서는 관찰되지 않았지만, 역전효과와 크기에 있어서는 얼굴사진이 얼굴이모티콘보다 더 컸고 얼굴이모티콘은 집아이콘과 차이가 없었다. P1의 진폭과 정점 잠재기는 얼굴-민감효과나 얼굴역전효과를 보이지 않았으며, 단지 자극들간 저수준 시각적 차이의 효과만을 보였다. 이러한 결과는 얼굴이모티콘의 지각적 부호화가 얼굴-민감 구성적 처리기전에 다소 의존하지만, 구성적 처리가 방해받는 역전 정위의 경우에는 집아이콘과 같이 사물-민감 지각기전에 주로 의존한다는 것을 시사한다.

주제어 : 얼굴이모티콘, 얼굴역전효과, 얼굴-민감효과, N170, P1

\* 이 논문은 2014년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2014S1A5A2A01016925).

유익한 지적과 제언을 해주신 심사위원들, 그리고 ERP 데이터 수집과정에 기여한 강문희 양에게 감사를 포함합니다.

† 교신저자 : 박태진, 전남대학교 심리학과, E-mail : [tpark@jnu.ac.kr](mailto:tpark@jnu.ac.kr)

인간 얼굴은 많은 양의 정보를 지각하는 사람에게 제공한다. 우리는 타인의 얼굴에서 제공되는 정보를 근거로 그 사람의 정체를 식별할 뿐만 아니라 그 사람의 정서, 의도, 주의 등을 파악할 수 있다. 물론 얼굴 이외에 목소리, 신체의 형태, 옷매무새 등도 정체 식별이나 정서 파악에 이용되지만, 사람의 정체 식별과 내적 상태의 파악에 가장 쉽고 널리 이용 가능한 근거를 제공해주는 것이 얼굴 정보이다.

얼굴 지각에 관한 신경영상 증거와 뇌손상 증거에 따르면 얼굴정보처리에는 이에 전문화된 뇌신경체계에 의해 매개된다(Haxby 등, 2002; Henson 등, 2003). 뇌 반응의 혈류역학적 측정 연구들이 밝힌 바에 따르면 다른 사물자극에 비해 얼굴자극에 대해 더 민감하게 활성화되는 대표적인 뇌영역들로서 방추회(fusiform gyrus)(Kanwisher 등, 1997), 복측 외선조피질과 상측두피질(Haxby 등, 2000) 등을 들 수 있다. 이러한 신경체계들이 얼굴 지각에 전문화되어 있다는 생각을 뒷받침해주는 것이 뇌손상 자료인데, 시각체계의 복측 경로(하측 후두-측두피질)의 손상은 얼굴에 대한 시각적 재인의 손상, 즉 안면실인증(prosopagnosia)을 초래한다. 다른 종류의 자극들과 달리 얼굴자극에 대해 이처럼 전문화된 뇌신경체계들이 존재한다는 사실은 일상생활에서 얼굴자극의 중요성을 반영해준다.

전기생리학적 측정을 통해 시간경과에 따른 얼굴정보처리의 여러 특성이 밝혀졌다. 두개내 사건관련전위(intracranial event-related potentials) 연구에 따르면, 복측 후두-측두피질에서 직접 측정된 N200 ERP성분에서 얼굴자극은 얼굴

이외의 사물자극보다 더 부정 진폭을 나타낸다(Allison 등, 1999). 이와 유사하게 두피에서 측정된 ERP성분들 가운데 후두-측두영역에서 측정된 N170에서 얼굴자극은 비얼굴 사물자극보다 더 부정 진폭을 보인다(Bentin 등, 1996; Bötzel 등, 1995; Carmel & Bentin, 2002). N170은 시각적 자극 개시 후 약 140ms에서 200ms 사이에 두피의 하측 후두-측두영역 전극에서 발생하는 ERP성분으로서, 특히 비얼굴 사물자극보다 얼굴자극에 대해 더 부정적인 진폭을 나타낸다<sup>1)</sup>. N170은 얼굴뿐만 아니라 얼굴의 주요 요소(예, 눈)에 대해서도 민감한 반응을 보이는데, 얼굴(Cauquil 등, 2000)과 눈(Taylor 등, 2001)과 같이 얼굴범주에 속하는 자극에 대해서는 커다란 부정 진폭을 보이지만 얼굴범주 이외의 비얼굴범주 자극에 대해서는 더 작은 부정 진폭을 보이거나 관찰되지 않는다(Itier 등, 2004).

얼굴범주가 비얼굴범주와 달리 독특한 정보 처리에 의존한다는 주장을 뒷받침해주는 중요한 현상이 얼굴역전효과(face inversion effect; FIE)인데, 이 효과는 시각적 자극을 상하 방향으로 역전시켜 제시하는 것이 비얼굴 사물들에 비해 얼굴의 지각과 재인에 더 큰 부정적 영향을 미치는 것을 말한다. FIE에 대한 구성적 정보처리(configural information processing) 설

1) N170은 오직 얼굴에 대한 반응으로만 일어나는 ERP성분이 아니기 때문에 ‘얼굴-특수’(face-specific) ERP성분이 아니라 ‘얼굴-민감’(face-sensitive) ERP 성분으로 간주해야 한다는 관점이 유력하다(Eimer, 2011). 이러한 관점에 따라 본 논문에서는 ‘얼굴-민감’ 표현을 주로 사용했지만 인용한 연구에서 ‘얼굴-특수’ 표현을 강조한 경우에는 그 표현을 그대로 사용하였다.

명에 따르면, 역전은 일반적으로 구성적 정보 처리를 방해하는데, 비얼굴 사물의 시각적 처리에 비해 얼굴의 시각적 처리에 구성적 정보가 더 중요하므로 역전된 얼굴의 처리가 역전된 비얼굴 사물의 처리보다 더 어렵다. 얼굴의 역전은 다른 사물의 역전에 비해 관계적 속성의 변화 탐지를 더 어렵게 하며(Rhodes 등, 1993), 친숙한 두 얼굴의 상하부분을 합성했을 때 구성 요소들의 식별이 어렵지만 합성 얼굴이 역전된 경우에는 영향 받지 않는다(Young 등, 1987). 이는 얼굴지각에서 구성적 정보가 매우 중요하며, 이 정보가 역전된 얼굴과 달리 바른 얼굴에서만 적절하게 지각된다는 것을 시사한다.

N170은 얼굴 역전에 매우 민감하며, 따라서 FIE에 관한 설명에서 중요한 역할을 담당하고 있다. N170과 관련된 얼굴 역전효과(N170-FIE)에 따르면, 역전된 얼굴에서 바른 얼굴보다 더 부적인 N170 진폭과 더 긴 N170 정점 잠재기가 나타나며, 역전효과 크기(역전된 자극과 바른 자극의 차이)가 비얼굴 사물보다 얼굴에서 더 크다(Boehm 등, 2011; Eimer 등, 2000; Itier 등, 2007; Rossion 등, 1999; Rossion 등, 2000). 그런데 N170 진폭의 경우 얼굴 역전에 의해 그 크기가 커진다는 것은 앞서의 구성적 처리 설명과는 잘 부합되지 않는 것처럼 여겨질 수 있다. 얼굴 지각에서 구성적 처리가 중요하며 이를 N170이 반영한다면, 구성적 처리를 방해하는 얼굴의 역전에 의해 N170 진폭이 감소되어야 할 터인데 오히려 진폭이 커지는 것이다. 얼굴역전에 의해 N170 진폭이 고양되는 역설적 현상에 대해 유력한 설명이 이중 기전 가설(Rossion 등, 2000; Sagiv &

Bentin, 2001; Rosburg 등, 2010; Sadeh & Yovel, 2010)인데, 이 가설에 따르면 역전된 얼굴과 바른 얼굴 모두 얼굴-특수 지각체계를 활성화시키지만, 역전된 얼굴은 추가적으로 다른 얼굴성분-특수 지각체계 또는 사물재인-특수 지각체계를 활성화시키고, 이로 인해 N170 진폭의 고양과 정점 잠재기의 지연이 나타난다는 것이다. 여러 버전의 이중 기전 가설들이 제안되었고 그 세부내용은 버전에 따라 다소 상이한데, 여기서는 Sagiv와 Bentin(2001)의 이중 기전 가설을 중심으로 살펴보겠다.

Sagiv와 Bentin(2001)에 따르면 얼굴지각에는 두 체계가 관여하는데, 하나는 얼굴의 구성적 처리를 담당하는 총체부호화(holistic encoding)체계이며 다른 하나는 얼굴 성분을 처리하는 성분분석(component analysis)체계이다. 얼굴지각에는 총체처리가 유리한데, 그 이유는 얼굴성분들이 사람들 사이에 매우 유사하므로 얼굴의 구분은 통상 얼굴성분들간 상호관계성과 전반적 구성에 근거하기 때문이다. 총체부호화체계와 성분분석체계 각각의 신경상관물로서 외측 방추회, 그리고 후측 측두영역을 들 수 있다. 이 두 영역은, 두개골 내 피질표면에서 ERP를 직접 측정된 연구들(Allison 등, 1999; McCarthy 등, 1999)에 따르면, 각각 얼굴의 구성적 처리와 성분처리에 관여한다. 그런데 전자의 뇌 피질은 두피상 측정 위치에 대해 각각 방향으로 주름져 있어서 N170 측정전극(가장 큰 N170 진폭이 측정되는 전극)에 잘 포착되지 않지만 후자의 뇌영역은 측정전극에 잘 포착된다. 따라서 N170 측정전극은 이 두 뇌영역에서 처리되는 구성적 정보와 성분정보 양자의 영향을 받지만 앞서 언급한 피질 주름

의 특성 때문에 성분정보가 N170에 더 많이 기여한다. 이 두 체계는 서로 상호작용, 지원, 또는 억제를 수행하는데, 정위상 바른 얼굴의 경우 총체부호화체계가 활성화되고 이는 성분분석체계의 작용을 억제한다. 반면, 역전된 얼굴의 경우 구성적 정보의 추출이 어려워져 총체부호화체계가 활성화되지 못하고 이에 따라 성분분석체계에 대한 억제가 약해져서 성분분석체계가 활성화되어 성분 탐지를 수행한 후 이 성분들을 통합하는 총체처리가 뒤이어 이루어진다. 결국, 정위상 바른 얼굴의 경우 주로 총체처리에 의존하는 반면, 역전된 얼굴의 경우 성분분석체계가 추가적으로 활성화되며 이로 인해 N170 진폭이 더 커지고 정점 잠재기가 더 길어진다. Sagive와 Bentin(2001)의 이중 기전 가설은 역전된 얼굴처리에 추가적으로 활성화되는 성분분석체계가 얼굴성분-특수 지각체계라고 보는데, 이러한 관점과 달리 추가적 활성화 체계를 일반사물-특수 지각체계로 보는 관점(Rossion 등, 2000; Yovel & Kanwisher, 2005), 그리고 얼굴성분-특수 지각체계와 일반사물-특수 지각체계 양자로 보는 관점(Rosburg 등, 2010)이 제안되었으며, 각 지각체계들의 신경상관물이 무엇인지에 대해서도 연구자에 따라 다소 차이가 있다.

얼굴역전이 N170에 미치는 영향 가운데 가장 뚜렷한 특성은, 정위가 바른 얼굴에 비해 역전된 얼굴에 대한 반응에 있어 N170 정점이 약 10ms 정도 지연된다는 점이다(Bentin 등, 1996; Eimer, 2002; Itier 등, 2007; Rossion 등, 2000). 비얼굴 사물의 경우에도 N170 정점 잠재기의 지연이 보고되었지만(예, Itier 등, 2006), 이러한 잠재기 지연은 얼굴의 경우 가

장 두드러지고 일관되게 관찰된다. 역전된 얼굴에 대한 반응으로써 N170 정점 잠재기가 지연되는 것은, 역전으로 인해 얼굴 요소들 사이의 전형적인 공간적 관계성이 바뀔에 따라 구성적 처리가 방해받기 때문이라고 설명된다. 그리고 얼굴역전이 N170과 같이 초기에 시각적으로 유발된 ERP성분에 영향을 미친다는 사실은 N170-FIE가 지각적 수준에서 발생한다는 관점을 뒷받침해준다. Rossion 등(2000)은 얼굴과 여러 비얼굴 사물들(자동차, 신, 의자, 집, 그리블) 사진들을 정위상 바르게 또는 역전시켜서 제시하고서 바름/역전 판단을 요구하였다. 후두-측두영역의 N170을 측정 분석한 결과, N170 진폭은 비얼굴 사물들에 비해 얼굴의 경우 가장 컸지만, 비얼굴 사물들 사이에서도 진폭 차이가 뚜렷하게 관찰되었다. 그리고 바른 얼굴보다 역전된 얼굴의 경우 N170이 더 지연되었고 더 큰 진폭을 보였는데, 비얼굴 사물들의 경우에는 이러한 역전효과가 관찰되지 않았다. Rossion 등에 따르면, N170 진폭 차이는 얼굴범주와 비얼굴범주 사이뿐만 아니라 비얼굴범주들 사이에서도 뚜렷하므로 얼굴-특수효과로 간주할 수 없지만, 비얼굴범주와 달리 얼굴범주에서만 관찰된 N170 역전효과(N170의 지연과 고양)는 얼굴-특수 기전을 반영해주는 중요한 현상이다.

얼굴정보처리 연구에서 N170 외에 관심의 대상이 된 ERP성분이 P1인데, P1은 시각적 자극 제시 후 약 100~120ms 사이에 두피의 하측 후두영역 전극에서 발생하는 ERP성분이다. P1은 일반적으로 저수준 시각적 속성에 민감한 ERP성분으로 알려져 있는데(Picton 등, 2000; Rossion 등, 2003), 물리적 대조수준이 높

고 복잡성수준이 낮을수록 진폭이 작고 잠재기가 짧다(Kappenman & Luck, 2012; Kendall 등, 2016; Nakashima 등, 2008), 한편 P1이 얼굴-민감 ERP성분이 아니라고 많은 연구들이 보고하였지만(예, Bentin 등, 2007; Kuefner 등, 2010; Rossion & Jacques, 2008), 얼굴-민감 P1을 보고한 몇몇 연구들도 있는데(예, Dering 등, 2011; Hermann 등, 2005; Thierry 등, 2007), 자동차에 비해 얼굴에서 더 큰 P1진폭이 관찰되거나(Dehring, 2011) 글자에 비해 얼굴에서 더 큰 P1 진폭과 더 지연된 P1 정점이 관찰되었지만 역전효과는 관찰되지 않았다(Wang 등, 2011).

얼굴 처리기전을 다룬 연구들은 실험자극으로 주로 사람의 얼굴사진을 사용했지만 일부 연구들은 도식적 얼굴그림을 사용하였는데(예, Krombholz 등, 2007), 이는 사람얼굴사진에 비해 실험적 통제가 용이하며, 개인의 초상권을 침해할 우려가 없다는 장점을 갖고 있다. 도식적 얼굴은 최근 디지털 의사소통에서 활발하게 사용되고 있는 이모티콘(emoji) 얼굴과 유사하다. 이모티콘은 원래 컴퓨터 자판의 문자기호·숫자 등을 조합해 감정이나 의사를 나타내는 표현법인데, 감정을 뜻하는 이모션(emotion)과 아이콘(icon)의 합성어로서 한글로는 '그림말'이라고도 한다(두산백과). 초기의 이모티콘은 흔히 구두점을 사용하여 만든 그림으로 얼굴표정을 표상하였는데(예, ':-)', ':-(', '^\_^'), 주로 미소짓는 얼굴을 표현하였다 하여 '스마일리(smiley)'라 불리기도 한다. 현재는 컴퓨터 자판의 부호체계 외에 다양한 그림표상들이 얼굴이모티콘으로 사용되고 있으며, 얼굴표정뿐만 아니라 물체, 장소, 날씨, 그리고 동물 등을 표상하는데에도 이모티콘이 광

범위하게 사용되고 있다<sup>2)</sup>. 이모티콘은 모바일 텍스트나 인터넷 등 사이버공간에서 매우 활발하게 사용되고 있으며, 소셜미디어의 확산에 따라 의사소통에서 그 역할이 더욱 커져가고 있다.

그런데 다양한 의미를 전달하기 위한 비언어적 단서로서 얼굴이모티콘이 사람얼굴 대신 광범위하게 사용되고 있음에도 불구하고, 얼굴이모티콘의 처리가 사람얼굴의 처리와 동일한 기전에 의거하여 이루어지는지 여부를 다룬 연구는 아직 드문 실정이다. Sagiv와 Bentin (2001)은 얼굴-특수 구조적 부호화를 촉진시키는데 충분한 얼굴자극 특성을 밝히기 위해 사람얼굴사진, 사실적 초상화그림(그림책에서 스캔함), 얼굴 스케치(그림책에서 스캔함), 도식적 얼굴그림(손으로 그렸음)과 같은 여러 얼굴자극 유형들 그리고 나비나 꽃 등의 비얼굴 사물 사진들을 제시하고서, 실험참가자로 하여금 나비나 꽃의 수를 세도록 요구하였다. 자극들에 의해 촉발된 N170을 분석한 결과, 비얼굴자극들에 비해 얼굴자극들이 더 부적인 진폭을 보였고(얼굴-민감 N170효과), 사람얼굴 사진, 사실적 초상화그림, 그리고 도식적 얼굴그림 사이에는 진폭상 차이가 없었으며 모두 얼굴 스케치보다 더 큰 진폭을 보였으며, 사람얼굴사진과 도식적 얼굴그림 사이에는 잠재기에 있어 차이가 없었고 다른 얼굴이나 꽃에 비해 잠재기가 더 짧았다(실험 1). 그러나 사람얼굴사진과 도식적 얼굴그림을 정위상 바르

2) 이모티콘과 혼용되는 용어로서 이모지(emoji)가 있는데, 일본어에서 그림을 뜻하는 한자 繪와 문자를 뜻하는 한자 文字를 합쳐 만든 단어로서 본래 발음은 '에모지'다

게 또는 역전시켜 제시했을 때에는 두 얼굴 자극 유형 사이에 차이가 관찰되었는데, N170 진폭상 역전효과가 사람얼굴사진에서만 관찰되었고 도식적 얼굴그림에서는 관찰되지 않았는데, 후자의 경우 바른 자극보다 역전된 자극에서 오히려 덜 부적인 진폭이 관찰되었다. 하지만 N170 정점 잠재기의 경우에는 사람얼굴사진과 도식적 얼굴그림 모두에서 역전에 따른 지연효과가 관찰되었다(실험 2). 이러한 결과는, Sagiv와 Bentin(2001)에 따르면, 얼굴 전체의 구성적 처리와 얼굴 부분의 처리를 각각 담당하는 지각체계가 얼굴지각에 기여함을 시사하는데, 사람 얼굴과 달리 도식적 얼굴은 얼굴성분이 없으므로 역전되었을 때 얼굴성분 지각체계의 추가적 활성화가 일어나지 않아서 진폭 감소가 일어나며, 얼굴 부호화의 어려움 때문에 잠재기 지연이 일어난다. Sagiv 등 연구에서 사용된 도식적 얼굴그림(Figure 1 참고)은 얼굴 윤곽, 눈, 코, 입으로 구성되고 손으로 그린 것으로서 구성적 측면에서 얼굴이모티콘과 상당히 유사하지만, 모바일에서 흔히 사용되는 얼굴이모티콘보다는 덜 단순하고 덜 정형화되어 있다.

Churches 등(2014)은 구두점을 사용해서 만든 텍스트 이모티콘(⋮)과 사람얼굴사진을 N170에서 비교하였는데, N170 진폭에 있어 역전효과가 얼굴사진에서는 관찰되었지만 텍스트 이모티콘에서는 정위상 바른 경우에 역전된 경우보다 더 부적 진폭을 보임으로써 역전효과와 상반되는 패턴의 결과가 관찰되었다. 그리고 N170 정점 잠재기에 있어 역전효과가 사람얼굴사진에서는 관찰되었지만 텍스트 이모티콘에서는 바른 경우와 역전된 경우 사이에

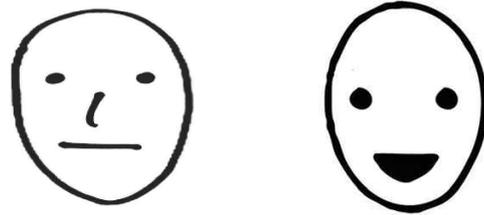


Figure 1. Examples of Schematic Face (Sagiv & Bentin, 2001)(Left) and Cartoon Face (Kendall et al., 2016)(Right).

차이가 없었다. 그런데 이들 연구에서는 텍스트 이모티콘을 180도 회전시켜 역전된 자극을 만들었는데(⋮), 이 형태가 사람얼굴의 역전 형태와 대응되는 것으로 간주할 수 있는지 의심스럽다.

Kendall 등(2016)은 사람얼굴사진과 만화얼굴그림(Figure 1 참고)에 대해 실험참가자로 하여금 얼굴자극의 정서가를 판단하도록 요구하였는데(실험 2), 사람얼굴보다 만화얼굴이 더 부적인 N170 진폭과 더 짧은 N170 정점 잠재기를 보였다. 이러한 진폭 결과는 Sagiv 등과 상이하지만 정점 잠재기 결과는 동일한 것이다. P1 진폭은 사람얼굴보다 만화얼굴에서 더 작았고 좌반구보다 우반구에서 더 컸으며, P1 정점 잠재기는 사람얼굴보다 만화얼굴에서 더 짧았다. P1은 저수준 시각적 속성(예, 대조와 복잡성)의 차이에 민감한 ERP 성분으로서 초기 지각처리를 반영하는 것으로 간주되며 (Woodman, 2010; Kappenman & Luck, 2012), 대조수준이 높고 복잡성수준이 낮을수록 P1 진폭이 더 작고 정점 잠재기가 더 짧는데, 사람얼굴에 비해 만화얼굴은 대조수준이 더 높고 복잡성수준이 더 낮다. 한편 Kendall 등(2016)은 얼굴역전효과를 다루지 않았기 때문에 두

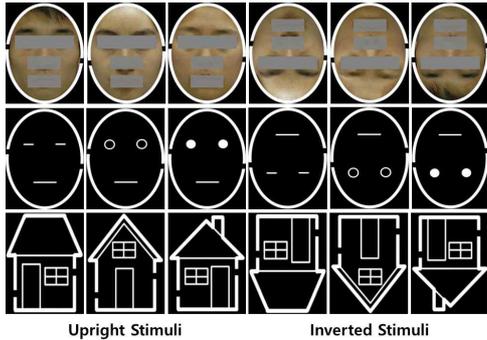


Figure 2. Experimental stimuli of Face Photo, Face Emoticon and House Icon (Face photos were masked by grey bars for portrait right protection. Unmasked face photos were used in the experiment.)

얼굴자극 유형의 처리기전 차이를 규명하는 데에는 한계가 있었다.

본 연구의 관심사는 얼굴이모티콘의 처리기전을 규명하는 것으로서, 얼굴이모티콘의 처리기전과 사람얼굴사진의 처리기전 사이의 유사성과 차이점을 ERP 성분 분석을 통해 밝히고자 하였다. 이를 위해 얼굴이모티콘, 얼굴사진, 그리고 집아이콘의 세 가지 자극유형에 대한 N170과 P1 성분의 진폭과 정점 잠재기를 분석함으로써 자극유형효과(얼굴이모티콘 vs. 얼굴사진 vs. 집아이콘)와 얼굴유형효과(얼굴이모티콘 vs. 얼굴사진)를 조사하였다. 그리고 이 자극들의 정위가 역전된 경우 정위상 바른 자극에 비해 N170과 P1 성분의 진폭과 정점 잠재기가 어떻게 영향 받는지를 자극유형별로 분석하였다(역전효과). 얼굴이모티콘의 종류는 매우 다양한데, 본 연구에서는 최소한의 요소들(윤곽선, 눈, 입)로 구성되며 가능한 한 단순하고 정형화된 패턴이면서 정서적으로

중립적인 얼굴이모티콘을 연구 대상으로 채택하였다. 얼굴처리와 관련된 ERP성분(N170과 P1)의 진폭과 정점 잠재기 분석을 통해 얼굴이모티콘과 얼굴사진의 처리기전을 비교하였는데, N170은 얼굴-민감 처리 특성을, P1은 시각적 속성 처리 특성을 반영해줄 것으로 예상하였다. 특히, 얼굴역전이 N170과 P1에 미치는 효과(얼굴역전효과)를 조사함으로써 얼굴이모티콘이 얼굴사진과 동등하게 얼굴에 특수한 구성적 처리기전에 의존하는지, 아니면 일반 사물과 동등한 처리기전에 의존하는지 밝히고자 하였다.

## 방 법

**참가자** 오른손잡이이며 뇌 손상이나 정신질환이 없다고 주장한 정상인 대학생 25명이 실험에 자발적으로 참여하였으며, 이 가운데 EEG 데이터 획득과정 도중 일부 전극들에서 데이터 기록 누락이 발생한 4명과 행동반응 수행에 있어 정확반응율이 90% 미만이었던 1명, 도합 5명을 제외하고 최종적으로 20명(남자 13명과 여자 7명, 평균 연령은 23.6세, 연령의 표준편차는 2.1세였음)의 데이터를 분석하였다. 이 연구는 IRB 심사 및 승인을 받았고(IRB No. 1040198-140418-HR-020-02), 참가자들은 기본적인 연구윤리에 대한 설명을 듣고서 실험 동의서를 작성하였으며 소정의 참가비를 지급받았다.

**실험재료** 매우 다양한 형태의 얼굴이모티콘들이 모바일 텍스트와 인터넷에서 활발하게 사용되어왔는데, 본 연구에서는 연구 대상으

로 사용할 얼굴이모티콘 자극으로서 가능한 한 단순한 형태이면서 정서적으로 중립적인 얼굴자극을 채택하고자 하였다. 이러한 원칙에 따라 먼저 얼굴 윤곽선, 눈, 입의 세 요소만을 사용하여 21개 얼굴이모티콘 자극후보들을 제작하였는데, 눈은 직선(-), 곡선(∩, ∪), 사선(/, \), 원(○, ●) 가운데 하나를, 입은 직선(-)과 곡선(∩, ∪) 가운데 하나를 적용하였다. 사람 얼굴자극으로서 고려대학교 심리학과에서 제작한 얼굴데이터(The Korea University Facial Expression Collection, KUEFC, Lab of Behavioral Neuroscience, 2006)에서 남녀 각각 2명의 얼굴표정자극들(기쁨, 공포, 중립, 슬픔, 분노)을 선택하여 이를 흑백사진으로 변환시킴으로써 20개 사람 얼굴자극 후보들을 제작하였다. 이상의 얼굴이모티콘 자극들과 얼굴사진 자극들 후보에 대해 정서가(불쾌-유쾌; 9점 척도), 각성수준(안정-흥분; 9점 척도) 그리고 정서범주(기쁨, 놀람, 중립, 슬픔, 화남) 가운데 한 개 선택)의 3개 사항에 대한 평정결과를 54명 대학생들(남성 25명, 여성 29명)로부터 다음 절차에 따라 구했다. 5 내지 10명의 집단으로 구성된 참가자들에게 자극을 빔 프로젝터를 통해 하나씩 제시하고서 응답지에 반응하도록 요구하였다. 먼저 사람 얼굴자극 20개, 그 다음 얼굴이모티콘 자극 21개를 하나씩 제시(자극당 2초)하여 전체적인 자극 맥락을 파악할 수 있도록 하였다. preview가 끝난 후 자극을 무선적으로 하나씩 제시하고서 평정반응을 수행하도록 하였는데, 자극 제시기간은 2초였고 모든 평정반응이 끝난 후 다음 자극이 제시되었다.

평정 결과를 바탕으로 정서가와 각성수준이

중간 수준(양자 모두 정서가와 각성수준 평정치 평균이 4~5범위 내)인 얼굴사진과 얼굴이모티콘을 각각 3개씩 선정하였는데, 두 얼굴범주는 정서가(얼굴사진 평균, 4.6; 얼굴이모티콘 평균, 4.6)와 각성수준(얼굴사진 평균, 4.3; 얼굴이모티콘 평균, 4.5) 양자에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다(정서가,  $t(4) = .05, p > .97$ ; 각성수준,  $t(4) = 1.91, p > .30$ ). 통제 조건으로 집아이콘 그림 3개를 포함시켰다. 이 자극들을 180도 회전시켜서 정위가 역전된 자극들을 만들었는데, 따라서 각 자극들은 정위가 바른 자극과 역전된 자극의 두 가지로 구성되었다. 이상 자극들 가운데 얼굴이모티콘 자극들과 얼굴사진 자극들은 타원형 윤곽선, 집아이콘 자극은 직선 윤곽선으로 둘러싸였는데, 윤곽선의 좌측과 우측의 상이한 높이에 빈틈을 각각 한 곳씩 만들었다. 따라서 각 자극마다 좌측 빈틈이 높은 경우와 우측 빈틈이 높은 경우가 각각 한 개씩이었다(Figure 2 참고).

**설계 및 독립변인** 독립변인은 자극유형(얼굴이모티콘/얼굴사진/집아이콘), 정위(바름/역전), 그리고 측정 반구(좌반구/우반구)로서 모든 변인들이 반복 측정된 피험자내 설계였다.

**실험절차** 각 시행에서 자극은 응시점(500ms), 표적자극(1000ms), 빈 화면(1000~2000ms, 250ms 단위로 jittering 함)의 순서로 제시되었으며, 과제 수행 도중 EEG를 측정하였다. 실험참가자가 수행한 실험과제는, 제시된 자극의 윤곽선에 있는 두 개 빈틈 가운데 더 높은 위치의 빈틈이 좌측과 우측 어디에 있는지를 정확하

게 판단하여 좌우 방향으로 배치된 두 개 버튼 가운데 하나를 해당 손의 검지 손가락으로 누르는 것이었다. 이때 참가자들에게 표적 자극이 화면에서 사라진 후 반응하도록 요구하였는데, 이는 표적 자극과 관련된 ERP 데이터에 반응이 영향을 미치는 것을 막기 위해서였다. 36개 표적 자극들[자극유형(3) × 자극유형별 세부 자극(3) × 정위(2) × 높은 빈틈의 위치(2) = 36개]를 10회씩 제시함으로써 도합 360회 시행을 수행하도록 하였는데, 예를 들어, 바른 정위의 3개 얼굴이모티콘을 20회씩 제시함으로써 바른 정위의 얼굴이모티콘 조건은 총 60회 시행으로 구성되었다. 모든 실험 자극들을 무선적으로 섞어서 제시하였는데, 2개 세션으로 나누어 중간에 2~3분의 휴식시간을 갖고 실시하였다.

**ERP 측정과 분석** EEG는 전자기과 차폐 시설이 된 실험실에서 Brain Products 회사의 BrainAmp를 사용하여 측정하였다. 측정 전극은 확장된 10-10체계 배열에 따른 40개 위치(Fp1, Fp2, Fz, F3, F4, F7, F8, FC1, FC2, FC5, FC6, C3, C4, Cz, T7, T8, TP7, TP8, TP9, TP10, CP1, CP2, CP5, CP6, Pz, P3, P4, P7, P8, P9, P10, PO7, PO9, PO8, PO10, O9, O10, O1, O2, Oz)와 안구운동을 측정하기 위한 EOG 2개 위치(HEOG와 VEOG)에 부착하였다. 참조전극은 정중선 중앙 위치의 전극(Cz) 바로 앞 위치(FCz)에 부착하였다. EEG 표집률은 250Hz, High-pass filter는 0.01Hz, Low-pass filter는 30Hz였고, 피부저항(skin impedance)은  $5k\Omega$  이하로 유지하였다.

측정된 EEG를 Brain Analyzer (Brain Products)

를 사용하여 분석하였는데, 참조전극을 전체 전극들의 평균값으로 변환하여 분석하였다. VEOG와 HEOG를 사용하여 측정된 눈 깜빡임이나 눈 운동이 다른 전극에 미치는 영향을 Gratton과 Coles(1983) 방식으로 교정하였고, 표적 자극 제시 전 200ms에서 자극 제시 후 800ms까지로 설정한 분석구간단위(epoch)에서 전압이  $100\mu V$  이상이거나  $-100\mu V$  미만인 경우, 또는 최대전압과 최소전압의 차이가  $100\mu V$ 가 넘는 경우는 분석에서 제외하였다. 자극 제시 전 200ms 동안의 평균진폭을 기저선으로 삼아 EEG 데이터를 영점 교정하였다.

사전분석이 끝난 전극들에서 실험조건별로 ERP파형을 확인하였는데, 특히 얼굴 자극과 관련된 N170 파형이 하측 측두-후두영역 전극들(P7, PO7, P9, PO9, P8, PO8, P10, PO10)에서 가장 뚜렷하게 관찰되었다. 이 전극들을 N170의 관심전극으로 정하고, 좌반구에 위치한 P7, PO7, P9, PO9의 평균 파형, 그리고 우반구에 위치한 P8, PO8, P10, PO10의 평균 파형의 N170을 분석하였다. P1 파형은 O1과 O2 전극에서 가장 뚜렷하게 관찰되었으므로 이 전극들에서 구한 파형의 P1을 분석하였다. N170과 P1의 정점 잠재기 및 평균 진폭을 다음과 같이 구하여 각각 종속변인으로 삼았다. 정점 잠재기는 자극이 제시된 시점부터 N170과 P1 각각의 정점에 도달할 때까지 소요된 시간으로서, 각 실험조건(자극유형(3) × 정위(2)의 6개 실험조건)별로 총평균(grand average) 파형에서 N170 성분과 P1 성분 각각의 정점 잠재기(N170 정점 잠재기 평균, 190ms; P1 정점 잠재기 평균, 120ms)로부터  $\pm 30ms$  범위 내의 최소값(N170) 또는 최대값(P1)을 실험참가자마다 구

하였다. 평균 진폭은 N170과 P1 각각의 정점으로부터 일정 시간구간 내의 평균 진폭으로서, 각 실험조건별로 총평균 파형에서 N170 성분과 P1 성분 각각의 정점 잠재기로부터  $\pm 20\text{ms}$  범위에 속하는 시간구간의 평균진폭을 실험참가자마다 구하였다.

## 결 과

**행동 결과** 정확반응율이 전체적으로 99% 이상이었으며, 독립변인들과 관련된 모든 효과가 유의미하지 않았다.

**ERP 결과** 하측 측두-후두영역 관심전극들(좌반구, P7, PO7, P9, PO9; 우반구, P8, PO8, P10, PO10)의 평균파형과 N170 성분, 그리고 후두영역 관심전극들(O1, O1)의 파형과 P1 성분을 <Figure 3>과 <Figure 4>에 제시하였다. 관심전극들에서 측정된 실험참가자들의 N170과 P1 각각의 평균진폭과 정점 잠재기를 종속변인으로 삼고 자극유형(얼굴이모티콘/얼굴사진/집아이콘), 정위(바름/역전), 그리고 반구(좌반구/우반구)를 독립변인으로 삼아서 반복측정 변량분석을 수행하였는데, Greenhouse-Geisser 절차에 따라 자유도를 교정하였다. 변량분석에서 자극유형과 관련하여 유의미한 차이나 상호작용이 관찰되면 사후 다중비교 분석을 위해 Tukey의 HSD(honest significant difference) 검증을 사용하였다. N170과 관련된 역전효과 분석은 계획된 비교검증(planned comparison test)에 따라 수행하였는데, 자극유형별로 관심전극들에서 측정된 실험참가자들의 N170 평균진폭과 정점 잠재기를 종속변인으로 삼아

바른 정위와 역전 정위의 차이를 짚진  $t$ 검증(paired  $t$ -test, 양방 검증)을 사용하여 검증하였다.<sup>3)</sup>

**N170 평균진폭.** 반구, 자극유형, 그리고 정위에 따라 N170의 평균 진폭(구간, 170-210ms)과 정점 잠재기를 <Table 1>에 제시하였다. N170 평균진폭 값을 종속변인으로 삼아 반구(좌/우)  $\times$  자극유형(얼굴이모티콘/얼굴사진/집아이콘)  $\times$  정위(바름/역전)에 대한 반복측정 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 자극유형 주효과[ $F(1.71, 32.55) = 18.67, p < .001$ ]가 유의미하였는데, Tukey의 HSD검증을 사용하여 사후 비교를 수행한 결과 얼굴이모티콘(-5.67 $\mu\text{V}$ )과 얼굴사진(-6.00 $\mu\text{V}$ )은 모두 집아이콘(-4.19 $\mu\text{V}$ )보다 유의미하게 더 부정 진폭을 보였고( $p < .01$ ) 얼굴이모티콘과 얼굴사진의 차이는 유의미하지 않았다. 반구  $\times$  자극유형의 상호작용효과[ $F(1.90, 36.17) = 5.00, p < .05$ ]가 유의미하였으며, 반구 주효과[ $F(1.00, 19.00) = .86$ ], 정위 주효과[ $F(1.00, 19.00) = 2.34$ ] 그리고 다른 모든 상호작용효과들은 유의미하지 않았다. 반구  $\times$  자극유형의 상호작용효과가 유의미

3) 얼굴 역전효과를 다룬 ERP연구들은 역전효과 검증을 위해 계획된 비교검증에 따라 짚진  $t$ 검증을 대부분 사용하였다(예, Eimer, 2000; Itier 등, 2007; Rosburg 등, 2010; Rossion 등, 1999; Rossion 등, 2000; Suzuki 등, 2013). 또한 변량분석에서 관찰된 유의미한 차이(예, 자극유형들간 차이)나 상호작용효과를 사후 검증하기 위해서 짚진  $t$ -검증을 사용하거나(예, Eimer, 2000; Rosburg 등, 2010; Rossion 등, 2000) 제1종 오류 통제를 위한 Bonferroni 검증, LSD검증, 또는 Tukey 검증 등을 사용하였다(예, Itier 등, 2007; Suzuki 등, 2013; Van Belle 등, 2010).

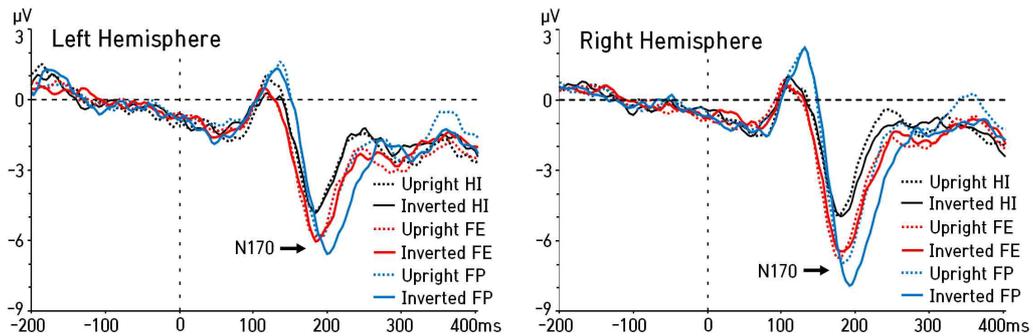


Figure 3. N170 ERP waveforms at occipito-temporal electrode sites (waveforms averaged for electrodes P7, P9, PO7, PO9 in the left hemisphere and for electrodes P8, P10, PO8, PO10 in the right hemisphere). *Abbreviations:* HI, House Icon; FE, Face Emoticon; FP, Face Photo.

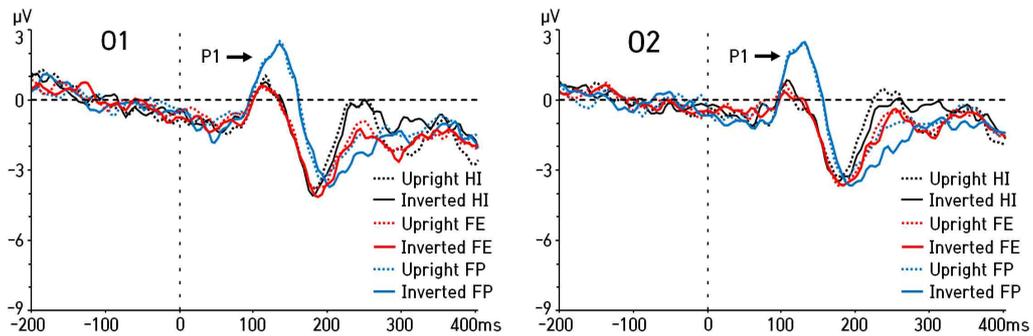


Figure 4. ERP waveforms at occipital electrode sites (waveforms for electrode O1 and electrode O2). *Abbreviations:* HI, House Icon; FE, Face Emoticon; FP, Face Photo.

하였으므로 반구별로 자극유형의 효과를 알아보기 위한 단순변량분석을 수행하였다. 그 결과, 좌반구에서 자극유형의 단순주효과[ $F(1.85, 35.21) = 5.10, p < .05$ ]가 유의미하였는데, 자극유형들간 차이를 알아보기 위해 Tukey의 HSD검증을 사용하여 사후 비교한 결과 얼굴이모티콘(-5.41 $\mu$ V)과 얼굴사진(-5.34 $\mu$ V)은 모두 집아이콘(-4.23 $\mu$ V)보다 유의미하게 더 부적 진폭을 보였고( $p < .05$ ) 얼굴이모티콘과 얼굴사진의 차이는 유의미하지 않았다. 우반구에서

도 자극유형의 단순주효과[ $F(1.68, 31.99) = 27.23, p < .001$ ]가 유의미하였는데, 자극유형들간 차이를 알아보기 위해 Tukey의 HSD검증을 사용하여 사후 비교한 결과 좌반구에서와 마찬가지로 얼굴이모티콘(-5.93 $\mu$ V)과 얼굴사진(-6.65 $\mu$ V)은 모두 집아이콘(-4.16 $\mu$ V)보다 더 부적 진폭을 보였고( $p < .01$ ) 얼굴이모티콘과 얼굴사진의 차이는 유의미하지 않았다. 이처럼 두 반구 양자에서 자극유형들간 차이 패턴이 동일함에도 불구하고 반구  $\times$  자극유형의 상호

Table 1. Mean amplitudes and peak latencies of the N170 at inferior occipito-temporal electrode sites (Left Hemisphere, mean amplitudes and latencies for electrodes P7, P9, PO7, PO9; Right Hemisphere, mean amplitudes and latencies for electrodes P8, P10, PO8, PO10).

	Face Emoticon		Face Photo		House Icon	
	Upright	Inverted	Upright	Inverted	Upright	Inverted
Amplitude ( $\mu$ V)						
Left Hemisphere	-5.34 (.55)	-5.48 (.55)	-5.21 (.61)	-5.46 (.69)	-4.18 (.51)	-4.27 (.55)
Right Hemisphere	-5.88 (.68)	-5.98 (.62)	-6.22 (.69)	-7.09 (.89)	-3.98 (.59)	-4.34 (.68)
Latency (ms)						
Left Hemisphere	192 (4)	193 (3)	196 (3)	205 (3)	189 (4)	189 (3)
Right Hemisphere	183 (3)	188 (4)	187 (3)	199 (4)	184 (4)	188 (4)

※ standard errors in parentheses.

작용이 관찰된 이유는 우반구의 경우 좌반구와 달리 얼굴사진이 얼굴이모티콘보다 더 부정적 진폭을 보였기 때문인데, 그 차이는 통계적으로는 단지 유의미한 경향성에 머물렀다 [ $t(19) = 2.07, p < .06$ ].

계획된 비교검증 절차에 따라 N170 진폭상 역전효과를 조사하기 위해 자극유형별로 두 관심전극집단(좌반구/우반구) 각각에서 바른 정위와 역전 정위의 차이를 짝진  $t$ 검증(paired  $t$ -test, 양방 검증)을 사용하여 검증하였다. 그 결과 좌반구와 우반구 양자에서 모든 자극유형들이 유의미한 역전효과를 보이지 않았다( $p > .05$ ).

N170 평균진폭(170-210ms)의 전위 지도를 <Figure 5>에 제시하였는데, 이러한 전위 지도의 관찰 결과는 평균진폭 분석 결과를 전반적으로 쉽게 파악할 수 있게 해준다. 먼저 세

자극유형 모두 하측 측두-후두영역에서 가장 큰 N170 전위를 확인할 수 있는데, 앞서의 N170 진폭 분석의 주요 결과를 전위 지도와 관련하여 요약하면 다음과 같다. 두 얼굴유형 각각에서 집아이콘을 뺀 경우 유의미한 진폭 차이가 정위에 관계없이 양반구에서 관찰되었고(얼굴-민감 N170효과; 두 얼굴유형(얼굴이모티콘과 얼굴사진) 모두 집보다 더 부정적 진폭을 보임), 얼굴이모티콘과 얼굴사진 사이에는 유의미한 진폭차이가 관찰되지 않았다(얼굴유형효과가 없었음). 세 자극유형 각각 역전 정위에서 바른 정위를 뺀 때 유의미한 진폭차이가 관찰되지 않았다(역전효과가 없었음).

요약하면, N170 진폭에서 얼굴이모티콘과 얼굴사진은 모두 집아이콘에 비해 유의미하게 더 큰 부정적 진폭을 보였다(얼굴-민감 N170효

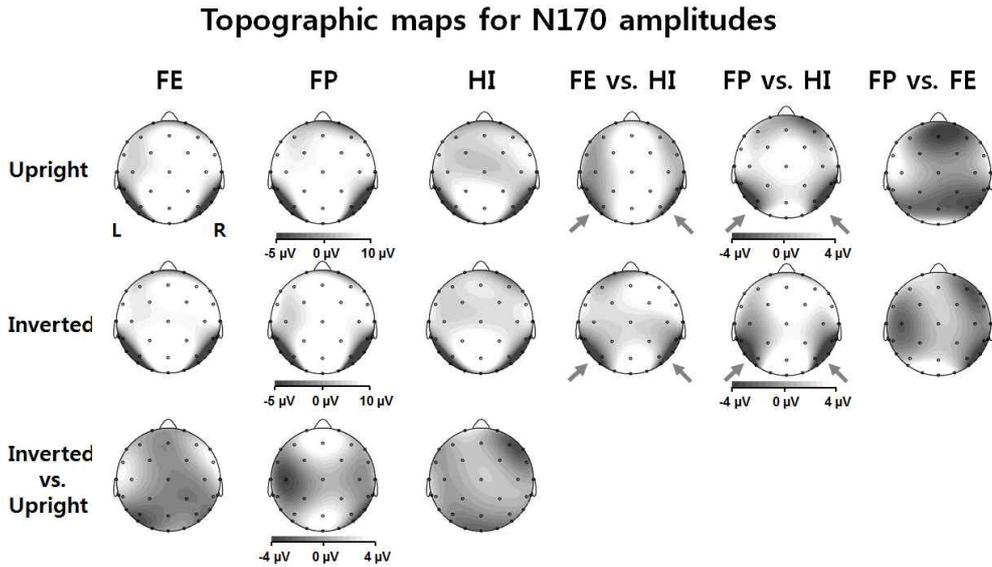


Figure 5. Topographic maps for the N170 mean amplitudes (Arrows denote statistically significant amplitude differences at inferior occipito-temporal areas). *Abbreviations:* FE, Face Emoticon; FP, Face Photo; HI, House Icon.

과). 그리고 얼굴이모티콘과 얼굴사진의 차이는 유의미하지 않았다. 한편, 역전 정위와 바른 정위의 차이(역전효과)는 모든 자극유형에서 유의미하지 않았다.

**N170 정점 잠재기.** N170 정점 잠재기를 종속변인으로 삼아 반구(좌/우) × 자극유형(얼굴이모티콘/얼굴사진/집아이콘) × 정위(바름/역전)에 대한 반복측정 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 자극유형 주효과 [ $F(1.71, 32.57) = 10.30, p < .01$ ]가 유의미하였는데, Tukey의 HSD검증을 사용하여 사후 비교를 수행한 결과 얼굴사진(197ms)에서 얼굴이모티콘(189ms)과 집아이콘(188ms)보다 잠재기가 유의미하게 더 길었고( $p < .01$ ) 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이는 유의미하지 않았다. 정위 주효과

[ $F(1.00, 19.00) = 25.42, p < .001$ ]는 유의미하였는데, 역전된 자극에서 바른 자극보다 잠재기가 더 길었다(194ms vs. 189ms). 자극유형 × 정위의 상호작용효과 [ $F(1.90, 36.13) = 9.24, p < .01$ ]가 유의미하였고, 반구 주효과 [ $F(1.00, 19.00) = 3.21, p < .09$ ]와 반구 × 정위의 상호작용효과 [ $F(1.00, 19.00) = 3.18, p < .09$ ]는 모두 유의미한 경향성만 보였으며 그밖의 상호작용효과들은 유의미하지 않았다.

자극유형 × 정위의 상호작용효과가 유의미하였으므로 정위별로 자극유형의 효과를 알아보기 위한 단순변량분석을 수행하였다. 그 결과, 바른 정위에서는 자극유형의 단순주효과가 유의미하지 않았다 [ $F(1.91, 36.27) = 2.52$ ] (얼굴사진, 192ms; 얼굴이모티콘, 187ms; 집아이콘, 187ms). 반면 역전 정위에서는 자극유형

의 단순주효과가 유의미하였는데( $F(1.74, 33.02) = 17.71, p < .001$ ), Tukey의 HSD검증을 사용하여 사후 비교를 수행한 결과 얼굴사진(202ms)에서 얼굴이모티콘(191ms)과 집아이콘(189ms)보다 잠재기가 유의미하게 더 길었고( $p < .01$ ) 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이는 유의미하지 않았다. 한편, 자극유형별로 정위의 효과를 알아보기 위한 단순변량분석을 수행하였는데, 이는 역전효과에 관한 검증이라 할 수 있다. 그 결과, 얼굴이모티콘과 얼굴사진 양자에서 정위의 단순주효과가 유의미하였는데[얼굴이모티콘,  $F(1.00, 19.00) = 5.51, p < .05$ ; 얼굴사진,  $F(1.00, 19.00) = 40.79, p < .001$ ], 두 얼굴유형 모두 역전 정위에서 바른 정위보다 잠재기가 더 길었다(얼굴이모티콘, 191ms vs. 187ms; 얼굴사진, 202ms vs. 192ms). 반면 집아이콘에서는 정위의 단순주효과가 유의미하지 않았다( $F(1.00, 19.00) = .85$ )(역전, 189ms; 바른, 187ms). 역전효과 크기(역전된 자극과 바른 자극 간 N170 잠재기의 차이)에 있어 자극유형들간 차이가 있는지 알아보기 위해 N170 잠재기상 역전효과 크기를 종속변인으로 삼고 자극유형을 독립변인으로 삼아 변량분석을 수행하였다. 그 결과 자극유형의 효과가 유의미하였는데( $F(1.90, 36.13) = 9.24, p < .01$ ), Tukey의 HSD검증을 사용하여 사후 비교를 수행한 결과 얼굴사진(10.5ms)에서 얼굴이모티콘(3.7ms)과 집아이콘(1.6ms)보다 역전효과가 유의미하게 더 컸고( $p < .01$ ) 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이는 유의미하지 않았다.

계획된 비교검증 절차에 따라 N170 잠재기상 역전효과를 조사하기 위해 자극유형별로 두 관심전극집단(좌반구/우반구) 각각에서 바

른 정위와 역전 정위의 차이를 짚진  $t$ 검증(양방 검증)을 사용하여 검증하였다. 그 결과, 우반구에서는 모든 자극유형에서 유의미한 역전효과가 관찰되었지만(얼굴사진,  $t(19) = 4.78, p < .001$ ; 얼굴이모티콘,  $t(19) = 2.94, p < .01$ ; 집아이콘,  $t(19) = 2.32, p < .05$ ), 좌반구에서는 얼굴사진에서만 유의미한 역전효과가 관찰되었다(얼굴사진,  $t(19) = 4.45, p < .001$ ; 얼굴이모티콘,  $t(19) = .93$ ; 집아이콘,  $t(19) = .13$ ). 이상의 계획된 비교검증 결과가 앞서의 전반적 변량분석 결과와 다소 상이하게 관찰된 이유는, 전반적 변량분석 결과에서 반구  $\times$  정위의 상호작용효과가 단지 유의미한 경향성( $p < .09$ )만 보였기 때문이다.

요약하면, N170 잠재기에 있어 얼굴사진은 얼굴이모티콘과 집아이콘보다 유의미하게 더 긴 잠재기를 보였으며, 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이는 유의미하지 않았다. 그런데 정위별로 자극유형들간 차이를 분석한 결과, 바른 정위에서는 자극유형들간 차이가 없었지만 역전 정위에서는 얼굴사진이 얼굴이모티콘과 집아이콘보다 유의미하게 더 긴 잠재기를 보였고 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이는 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 N170 잠재기상 관찰된 자극유형들간 차이가 바른 정위와 달리 역전 정위에서의 차이에 기인한다는 것을 보여준다. 한편, 역전 정위와 바른 정위의 차이(역전효과)는 얼굴이모티콘과 얼굴사진 양자에서 유의미하였고 집아이콘에서는 유의미하지 않았다. 역전효과의 크기에 있어 얼굴사진이 얼굴이모티콘과 집아이콘보다 유의미하게 더 컸고, 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이는 유의미하지 않았다. 마지막으로, 역전효과에

관한 계획된 비교검증 결과는 변량분석 결과 및 사후 다중비교검증 결과와는 다소 달랐는데, 역전효과는 얼굴사진의 경우 양반구에서 관찰된 반면 얼굴이모티콘과 집아이콘의 경우에는 우반구에서 관찰되었다. 이처럼 계획된 비교검증 결과(짝진 t검증)가 변량분석 결과나 사후 다중비교검증(Tukey의 HSD검증) 결과와 다소 상이했던 것은 역전효과에 미치는 반구의 영향이 효과 크기(effect size) 측면에서 미약했던데 기인하는 것으로 짐작되는데, 논의에서 역전효과에 관한 해석은 변량분석과 사후 다중비교검증 결과에 근거를 두었고, 계획된 비교검증 결과는 단지 연구의 제한점으로만 제시하였다.

**P1 평균진폭.** 구, 자극유형, 그리고 정위에 따라 후두영역 전극들(O1, O2)에서 측정된 파

형으로부터 구한 평균진폭(구간, 100-140ms)과 정점 잠재기를 <Table 2>에 제시하였다. P1 평균진폭 값을 종속변인으로 삼아 반구(좌/우) × 자극유형(얼굴사진/얼굴이모티콘/집아이콘) × 정위(바름/역전)에 대한 반복측정 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 자극유형 주효과 [ $F(1.80, 34.22) = 26.03, p < .001$ ]만 유의미하였는데, Tukey의 HSD검증을 사용하여 사후 비교를 수행한 결과, 얼굴사진(1.11 $\mu$ V)과 집아이콘(.99 $\mu$ V)은 모두 얼굴이모티콘(.27 $\mu$ V)보다 더 정적인 P1 진폭을 보였고( $p < .01$ ), 얼굴사진과 집아이콘의 차이는 유의미하지 않았다. 반구 주효과 [ $F(1.00, 19.00) = .02$ ], 정위 주효과 [ $F(1.00, 19.00) = .04$ ], 그리고 모든 상호작용효과들은 유의미하지 않았다.

**P1 정점 잠재기.** P1 정점 잠재기 값을 중

Table 2. Mean amplitudes and peak latencies of the P1 at occipital electrode sites

	Face Emoticon		Face Photo		House Icon	
	Upright	Inverted	Upright	Inverted	Upright	Inverted
Amplitude ( $\mu$ V)						
O1	.30 (.40)	.31 (.44)	1.59 (.45)	1.57 (.50)	.42 (.46)	.41 (.45)
O2	.17 (.72)	.08 (.69)	1.92 (.62)	1.90 (.64)	-.07 (.75)	.25 (.69)
Latency (ms)						
O1	116 (5)	115 (5)	127 (5)	124 (5)	122 (5)	112 (5)
O2	106 (4)	109 (5)	121 (4)	127 (4)	111 (6)	105 (5)

※ standard errors in parentheses.

속변인으로 삼아 반구(좌/우) × 자극유형(얼굴 사진/얼굴이모티콘/집아이콘) × 정위(바람/역전)에 대한 반복측정 변량분석을 수행하였다. 그 결과, 자극유형 주효과[ $F(1.97, 37.35) = 7.75, p < .01$ ]만 유의미하였는데, Tukey의 HSD검증을 사용하여 사후 비교를 수행한 결과, 얼굴사진(125ms)은 얼굴이모티콘(111ms)과 집아이콘(113ms)보다 더 긴 잠재기를 보였고( $p < .01$ ), 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이는 유의미하지 않았다. 반구 주효과[ $F(1.00, 19.00) = 3.56$ ], 정위 주효과[ $F(1.00, 19.00) = .38$ ], 그리고 모든 상호작용효과들이 유의미하지 않았다.

## 논 의

얼굴이모티콘의 처리기전을 밝히기 위해 얼굴처리와 관련된 N170과 P1의 평균진폭과 정점 잠재기를 측정 분석하였는데, 여기서 N170은 얼굴-민감 처리특성을, P1은 자극의 물리적 속성과 관련된 시지각 처리특성을 반영해줄 것으로 예상하였다. 구체적으로, 얼굴이모티콘이 얼굴사진과 동등하게 얼굴-민감 처리기전에 의존하는지 알아보기 위해 얼굴-민감효과(얼굴이모티콘과 얼굴사진의 두 얼굴자극과 비얼굴자극의 차이)와 얼굴유형효과(얼굴이모티콘과 얼굴사진의 차이), 그리고 역전효과(정위상 바른 자극과 역전된 자극의 차이)를 조사하였다. 또한 얼굴-민감효과와 얼굴유형효과, 역전효과가 반구에 따라 다르게 나타나는지 여부를 조사하였다. N170과 P1의 평균진폭과 정점 잠재기를 분석한 결과 가운데 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, N170 평균진폭을 분석한 결과 얼굴이

모티콘은 얼굴사진과 마찬가지로 집아이콘보다 더 부적 진폭을 보였으며(얼굴-민감효과), 얼굴이모티콘과 얼굴사진의 차이(얼굴유형효과)는 관찰되지 않았다. 반면, N170 정점 잠재기에서는 N170 진폭과 달리 얼굴이모티콘은 집아이콘과 마찬가지로 얼굴사진보다 더 짧은 잠재기를 보였고(얼굴유형효과) 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이(얼굴-민감효과)는 관찰되지 않았는데, 이러한 자극유형들간 차이는 모두 역전 정위에서만 관찰되었다. 그리고 N170 진폭상 역전효과는 모든 자극유형들에서 관찰되지 않았지만, N170 정점 잠재기상 역전효과는 두 유형의 얼굴자극들(얼굴이모티콘과 얼굴사진)에서 관찰되었고 집아이콘에서는 관찰되지 않았다.

이상 결과 가운데 먼저 얼굴사진의 부호화기전과 관련된 사항을 살펴보면, 얼굴사진은 집아이콘에 비해 더 부적인 N170 진폭과 더 지연된 N170 정점 잠재기를 보였으며(얼굴-민감 N170효과), N170 정점 잠재기에서 집아이콘과 달리 역전효과를 보였다(얼굴역전효과). 이러한 결과는 사람 얼굴의 부호화가 비얼굴사물과 상이하게 얼굴-특수 또는 얼굴-민감 처리기전에 의존한다는 기존 연구결과들(Eimer 등, 2000; Itier 등, 2007; Rossion 등, 1999)을 확인해주는 것이다.

얼굴이모티콘의 부호화기전을 중심으로 살펴보면, N170 진폭에서는 얼굴이모티콘이 비얼굴자극(집아이콘)보다 더 부적 진폭을 보임으로써 얼굴-민감 N170효과가 관찰되었고, 얼굴사진과 진폭상 차이를 보이지 않음으로써 얼굴유형효과가 관찰되지 않았다. 그러나 N170 정점 잠재기에서는 얼굴이모티콘이 집

아이콘과 차이가 없었으며 얼굴사진에 비해 더 짧은 잠재기를 보임으로써 얼굴이모티콘과 관련된 얼굴-민감 N170효과가 관찰되지 않았고 오히려 얼굴유형효과가 관찰되었다. 이는 N170 진폭 결과와 달리 얼굴이모티콘이 얼굴-민감 처리기전보다는 비얼굴 사물-민감 처리기전에 의존하여 처리될 가능성을 시사하는데, 이는 다음에서 다룰 역전효과에 관한 논의에서 다시 살펴볼 것이다.

본 연구와 유사한 자극유형을 사용한 연구로서 Sagiv와 Bentin(2001)를 들 수 있는데, 이들 연구에서 얼굴자극으로 사용한 사람얼굴사진과 도식적 얼굴그림은 본 연구의 얼굴사진과 얼굴이모티콘에 대체로 상응한다. 그들 연구에 따르면, N170 진폭에 있어 사람얼굴사진과 도식적 얼굴그림 모두 비얼굴 사물들(꽃사진과 스크램블 얼굴)에 비해 더 부적 진폭을 보였으며(얼굴-민감효과) 두 얼굴유형 사이에는 유의미한 차이가 없었고, N170 정점 잠재기에 있어서도 두 얼굴유형 사이에 유의미한 차이를 보이지 않음으로써 얼굴유형효과가 관찰되지 않았다. 본 연구 역시 N170 진폭에서는 얼굴사진뿐만 아니라 얼굴이모티콘 역시 집아이콘보다 더 부적 진폭을 보임으로써 얼굴-민감 N170 효과가 관찰되었고 두 유형의 얼굴자극들 사이에는 진폭상 차이가 없었다. 하지만 N170 정점 잠재기에서는 얼굴이모티콘이 얼굴사진보다 유의미하게 더 짧았고 집아이콘과는 차이가 없었는데, 이러한 얼굴유형효과는 Sagiv와 Bentin(2001)과 상이한 결과이다. 두 연구 사이의 이러한 차이는 Sagiv 등의 도식적 얼굴그림과 본 연구의 얼굴이모티콘 사이의 시각적 속성 및 친숙성 차이에 기인하

는 것으로 짐작되는데, 전자보다 후자가 시각적으로 더 단순하고 정형화되어 있다. 한편 Kendall 등(2016)은 만화 얼굴사진에서 사람 얼굴사진에 비해 더 부적인 N170 진폭과 더 짧은 N170 정점 잠재기를 관찰했다. 그 이유는, Kendall 등에 따르면, 만화얼굴이 사람얼굴보다 시각적으로 더 단순하기 때문인데, 시각적 대조나 복잡성과 같은 저수준 물리적 속성이 P1에 영향을 미치고 P1은 다시 후기의 얼굴-특수 처리기전을 반영하는 N170에 영향을 미친다(Churches 등, 2014; Oken 등, 1987). 하지만 본 연구에서 사용된 얼굴이모티콘은 Kendall 등의 만화얼굴 못지않게 대조수준이 높고 복잡성수준이 낮았음에도 불구하고 얼굴사진과 동등한 수준의 N170 진폭을 보였는데, 이는 물리적 속성 외에 다른 요인들이 N170에 영향을 미친다는 것을 시사한다. 다른 가능한 요인으로서 실험참가자의 수행 과제가 얼굴자극에 대해 요구하는 주의집중 정도를 짐작해볼 수 있는데, Kendall 등(2016)에서는 얼굴자극에 대해 정서가판단을 요구함으로써 주의집중 정도가 매우 컸던데 반해, 본 연구에서는 윤곽선 빈틈의 높낮이 판단을 요구하였고 Sagiv 등(2001)에서는 나비나 꽃의 수를 세도록 요구함으로써 얼굴자극에 대한 주의집중 정도가 매우 낮았다. 하지만 주의집중이 얼굴이모티콘 처리에 미치는 영향을 다른 연구를 아직 찾아보기 어려우므로 이 설명은 잠정적 수준에 머물러 있다.

본 연구의 얼굴사진에서 관찰된 얼굴-민감 N170 진폭 결과는 얼굴과 비얼굴을 비교한 여러 기존 연구들과 대체로 일치하는 반면 N170 정점 잠재기 결과는 다소 상이한데, 여

러 연구들이 비얼굴 사물보다 사람얼굴에서 더 부적인 N170 진폭과 더 짧은 N170 정점 잠재기를 보고했다. 예를 들어, Gauthier 등(2003)은 자동차보다 사람얼굴에서, Itier 등(2004)은 버섯, 꽃, 집, 사자 등 비얼굴 사물보다 사람얼굴에서 더 부적인 진폭과 더 짧은 잠재기의 N170을 보고했다. 하지만 얼굴-민감 N170 효과를 진폭과는 달리 잠재기에서는 확인하지 못한 연구들도 있다. Rossion 등(2000)은 여러 유형의 사람얼굴들과 비얼굴 사물들에 대한 N170을 조사하였는데, 사람얼굴은 그리블, 의자, 집, 그리고 신발에 비해 더 부적인 N170 진폭을 보였고 의자와 집에 비해 더 짧은 N170 정점 잠재기를 보였지만, 자동차와는 동등한 진폭을, 그리블, 자동차, 신발과는 동등한 잠재기를 보였다. 앞서 언급한 Sagiv와 Bentin(2001, 실험1)은 얼굴자극들(사람얼굴사진, 도식적 얼굴그림, 스케치 얼굴그림, 회화 얼굴그림) 모두에서 비얼굴 자극들(꽃 사진, 스크램블얼굴)보다 더 부적인 N170 진폭을 관찰했지만 N170 정점 잠재기에서는 얼굴유형에 따라 상이한 결과를 관찰했는데, 전형적인 N170 측정 전극위치(P7, PO7, P8, PO8)에서 일부 얼굴자극들(사람얼굴사진과 도식적 얼굴그림)과 비얼굴자극들(꽃과 스크램블얼굴) 사이의 잠재기 차이가 관찰되지 않았으며 오히려 일부 얼굴자극들(스케치 얼굴그림, 회화 얼굴그림)에서는 비얼굴자극들보다 더 긴 잠재기가 관찰되었다. 이처럼 얼굴-민감 N170을 다룬 여러 연구들에서 얼굴과 비얼굴의 차이가 N170 진폭에서는 비교적 일관되게 관찰되었지만 N170 정점 잠재기에서는 그렇지 않았기 때문에, 얼굴-민감 N170효과는 대체로 잠재기

보다 진폭의 차이에 초점을 둔다.

둘째, 역전효과와 관련된 결과를 살펴보면, N170 진폭상 역전효과는 집아이콘뿐만 아니라 두 유형의 얼굴자극들 양자에서 관찰되지 않았다. 반면 N170 정점 잠재기상 역전효과는 두 유형의 얼굴자극들(얼굴이모티콘과 얼굴사진)에서는 관찰되었지만 집아이콘에서는 관찰되지 않았다. 하지만 역전효과의 크기에 있어서는 얼굴사진이 얼굴이모티콘과 집아이콘보다 더 컸던 반면 얼굴이모티콘과 집아이콘의 차이는 관찰되지 않았다(역전효과 크기; 얼굴사진 > 얼굴이모티콘 = 집아이콘). 이처럼 역전효과(역전 정위와 바른 정위의 비교)의 통계적 검증 결과와 역전효과 크기의 차이 검증 결과가 다소 상이하였는데, 이는 얼굴이모티콘의 역전효과가 비록 통계적으로 유의미하기는 했지만 그 효과 크기가 얼굴사진과 달리 비교적 작았다는 것을 시사한다. Rakover(2013)에 따르면, N170-얼굴역전효과는 역전된 얼굴이 바른 얼굴에 비해 더 부적인 N170 진폭이나 더 긴 N170 정점 잠재기를 보일뿐만 아니라 역전효과 크기가 비얼굴 사물보다 얼굴에서 더 큰 효과를 뜻한다. 이 관점에 따르면, 얼굴이모티콘은 N170 정점 잠재기 분석 결과에서는 비록 역전효과를 보였지만 역전효과의 크기 비교분석에서는 얼굴사진보다 작았을 뿐만 아니라 집아이콘과 차이가 없었는데, 이러한 결과는 얼굴이모티콘의 처리기전이 사람얼굴보다는 비얼굴 사물의 처리기전과 유사하다는 것을 시사한다.

Rossion 등(2000)은 앞서 언급했던 것처럼 여러 유형의 사람얼굴들과 비얼굴 사물들에 대한 N170을 조사하고서, 얼굴이 비얼굴 사물보

다 항상 더 부적인 N170 진폭을 보이는 것은 아니며(예, 얼굴 vs. 자동차), 진폭 차이가 있다 하더라도 그러한 차이가 저수준 시각적 속성의 차이에 기인할 가능성이 있으므로, 얼굴과 비얼굴 사물 사이의 단순한 N170 진폭 차이는 얼굴-특수 처리 관점의 충분한 근거가 될 수 없다고 주장하였다. Rossion 등에 따르면 얼굴-특수 처리를 뒷받침해주는 유력한 증거는 N170 진폭 차이가 아니라 얼굴에서만 관찰되는 역전효과인데, 그들은 N170 진폭과 정점 잠재기 양자에서 역전효과를 얼굴에서는 관찰했지만 비얼굴 사물들에서는 관찰하지 못했다. 본 연구는 N170 진폭에서는 얼굴역전효과를 관찰하지 못했지만 N170 정점 잠재기에서는 두 유형의 얼굴자극 모두에서 얼굴역전효과를 관찰했고 비얼굴 사물(집아이콘)에서는 역전효과를 관찰하지 못했다. 그러나 Eimer(2000)는 사람얼굴 사진뿐만 아니라 집 사진의 경우에도 N170 진폭-관련 역전효과를 보고하였는데(역전효과 크기를 비교하지는 않았지만 보고된 진폭 크기로 미루어볼 때 사람얼굴과 집 사이에 차이가 없었던 것으로 짐작됨), 이 역전효과는 사람얼굴과 집 모두 좌반구에서는 관찰되지 않았고 우반구에서만 관찰되었다(측정 전극 위치는 10-20체계에서 T5와 T6인바 이는 확장된 10-10체계의 P7과 P8에 해당됨). 하지만 N170 정점 잠재기에서는 진폭과 달리 역전효과가 집의 경우 관찰되지 않았고 사람얼굴의 경우에만 관찰되었다. 이러한 결과를 바탕으로 Eimer는 자극 역전에 의해 야기된 N170 진폭의 고양은 얼굴-특수한 것이 아니지만 N170 정점 잠재기의 증가는 얼굴-특수한 것이라고 주장하였다. 이처럼 N170과 관련된

역전효과에서 얼굴과 비얼굴 사물 사이의 차이가 N170 진폭보다 정점 잠재기에서 비교적 일관되게 관찰되므로, 얼굴 역전효과는 대체로 진폭의 고양보다 잠재기의 지연에 초점을 둔다. 역전효과와 관련하여 Rossion 등(2000), Eimer(2000), 그리고 본 연구 사이의 차이의 원인을 사용된 자극의 물리적 속성 차이에서 짐작해볼 수 있다. 비얼굴 사물자극으로서 Rossion 등과 Eimer에서는 사진자극을, 본 연구에서는 그림자극을 사용하였는데, 앞서 언급한 바와 같이 그림자극과 사진자극은 지각적 복잡성과 대조와 같은 물리적 속성에 있어 상이하며, 이러한 저수준 시각적 속성의 차이가 N170에 영향을 미쳐 역전효과가 상이하게 나타났을 가능성이 있다(Nakashima 등, 2008을 참고).

N170과 관련된 얼굴 역전효과(N170-FIE)를 설명하는 유력한 가설로서 서론에서 Sagiv와 Bentin(2001)의 얼굴지각 이중 기전 가설을 소개하였다. 이 가설에 따르면, 역전된 얼굴을 지각할 때 구성적 정보 추출이 어려워져서 총체부호화체계 외에 추가적으로 얼굴성분 분석체계가 활성화됨에 따라 N170 진폭이 증가하고 정점 잠재기가 길어지는 N170 역전효과가 나타난다. 이들 연구에서 도식적 얼굴그림은 역전된 경우 바른 경우에 비해 N170 진폭이 덜 부적이었고 정점 잠재기가 더 길었는데, 그 이유를 도식적 얼굴그림의 경우 얼굴성분이 없기 때문에 사람얼굴사진과 달리 얼굴성분 분석체계의 활성화가 일어나지 않았기 때문이라고 Sagiv 등은 추론하였다. 본 연구의 얼굴이모티콘은 역전되었을 때 얼굴사진과 마찬가지로 N170 정점 잠재기가 더 길었는데,

이 결과는 Sagiv 등의 이중 기전 가설에 비교적 잘 부합된다. N170-FIE에 기여하는 추가적 활성화체계를 무엇으로 보느냐에 따라 상이한 관점들이 제안되었는데, 얼굴성분 분석체계(Sagiv & Bentin, 2001) 외에 일반사물-민감 지각체계(Rossion 등, 2000; Yovel & Kanwisher, 2005), 얼굴-민감 지각체계와 일반사물-민감 지각체계 양자(Rosburg 등, 2010)가 제안되었다. Rossion 등(2000)에 따르면 N170-FIE는 복측 외선조영역(‘무엇’ 경로)의 다중성분 신경체계들의 활동에 기인한다. 역전된 얼굴과 바른 얼굴 모두 얼굴-특수 뉴런들(방추얼굴영역(FFA; fusiform face area)을 활성화시키지만, 역전된 얼굴은 추가적으로 얼굴 이외의 사물에 민감한 뉴런들(외측 후두복합체(lateral occipital complex; LOC)까지 활성화시킨다는 것이다. 이러한 주장을 뒷받침해주는 한 fMRI연구에 따르면, FFA는 역전된 얼굴보다 바른 얼굴에 대해 더 높은 활성화를 보였지만, LOC는 바른 얼굴보다 역전된 얼굴에 대해 더 높은 활성화를 보였다(Yovel & Kanwisher, 2005). 한편, N170-FIE에 기여하는 LOC가 사물-민감 영역뿐만 아니라 얼굴-민감 영역까지 포괄한다고 Rosburg 등(2010)은 보고하였는데, 그들은 두피 EEG 측정기법과 두개내 EEG 측정기법을 함께 사용하여 N170과 N200(두개내 피질 표면에서 측정된 얼굴-민감 ERP 성분으로서 두피상에서 측정된 N170에 상응함)을 조사하였다. 그 결과, 얼굴-민감 LOC영역과 사물-민감 LOC영역 양자에서 N200의 경우 바른 얼굴보다 역전된 얼굴에 대해 더 느린 잠재기와 더 부적인 진폭이 관찰되었지만 복측 측두피질(FFA를 포함한 영역)에서는 이러한 FIE가 관찰되지 않았다.

이러한 결과들은 사물-민감 LOC영역뿐만 아니라 얼굴-민감 LOC영역의 추가적 활성화가 N170-FIE에 기여한다는 것을 시사하는데, 이 두 LOC영역은 구성적 처리가 방해받는 역전된 얼굴에 대해 바른 얼굴보다 더 큰 활성화를 보인 것으로 미루어볼 때 Sagiv와 Bentin(2001)의 성분분석 체계에 속하는 것으로 간주할 수 있다(얼굴 성분-민감 체계와 사물-민감 체계). 이러한 수정된 얼굴지각 이중 기전 가설은 본 연구의 얼굴이모티콘에서 관찰된 N170-FIE 결과와 비교적 잘 부합된다. 얼굴이모티콘은 역전된 경우 구성적 처리가 방해받고 얼굴성분이 결여되어 있으므로 얼굴-특수 처리기전(FFA; 총체 부호화체계)과 얼굴성분-민감 체계가 활성화되지 않지만, 사물-민감 체계가 추가적으로 더 활성화되어 바른 정위의 경우보다 N170 정점 잠재기가 더 지연된 것으로 추론된다. 특히 N170 정점 잠재기상 역전효과 크기에 있어 얼굴이모티콘이 얼굴사진보다 더 작았고 집아이콘과 차이가 없었던 결과로 미루어 볼 때, 얼굴사진의 경우 얼굴성분-민감 체계와 사물-민감 체계의 추가적 활성화가 함께 N170-FIE에 기여한데 반해 얼굴이모티콘의 경우에는 사물-민감 체계의 추가적 활성화만이 N170-FIE에 기여했을 가능성이 크다. 한편 집아이콘의 경우 N170 정점 잠재기에서 유의미한 역전효과를 보이지 않았고 그 크기가 얼굴이모티콘과 동등하였다. 이는 집과 같은 비얼굴 사물의 경우 역전되었을 때 성분분석에 근거한 지각적 처리가 어려움을 겪게 되고 이로 인해 사물-민감 체계가 더 활성화되는데, 이 체계의 추가적 활성화 정도가 얼굴이모티콘의 경우와 동등했을 가능성을 시사한다.

셋째, P1 진폭과 정점 잠재기에서 얼굴이모티콘은 얼굴사진보다 덜 정적이었고 정점 잠재기가 더 짧았다. 집아이콘의 P1 결과는 다소 상이하였는데, 잠재기상으로는 얼굴이모티콘과 동일한 차이 패턴을 보였지만 진폭상으로는 얼굴이모티콘보다 더 정적이었고 얼굴사진과는 차이가 없었다. 본 연구의 얼굴이모티콘과 집아이콘은 잡음이 적은 선을 사용하여 단순하게 구성된 그림자극으로서 얼굴사진에 비해 대조수준은 높고 복잡성수준은 낮으며, 얼굴이모티콘은 집아이콘보다 복잡성수준이 더 낮다. P1은 저수준 시각적 속성에 민감한 ERP성분으로서 자극의 물리적 대조수준이 높고 복잡성수준이 낮을수록 진폭이 작고 잠재기가 짧다고 여러 연구들이 밝혔는데 (Kappenman & Luck, 2012; Kendall 등, 2016), Kendall 등(2016)은 만화 얼굴그림에서 사람 얼굴사진보다 더 작은 진폭과 더 짧은 잠재기의 P1을 관찰한 바 있으며, 본 연구의 얼굴이모티콘 결과는 이와 나란한 결과라 하겠다. 집아이콘의 P1 정점 잠재기와 진폭의 차이 양상은 서로 달랐는데, 이는 복잡성수준에 있어 얼굴이모티콘과 차이가 있었던데 기인한 것으로 짐작된다. 그밖에, 모든 자극유형에서 정위가 P1에 아무런 영향도 미치지 않았던 본 연구의 결과는, P1에 영향을 미치는 자극의 물리적 속성이 자극의 정위에 관계없이 불변이었기 때문이라고 할 수 있다.

Rossion 등(1999) 역시 본 연구와 마찬가지로 P1 진폭과 정점 잠재기에서는 N170에서와 달리 역전효과를 관찰하지 못했다. 그러나 Itier 등(2004)은 역전된 얼굴에서 바른 얼굴보다 더 큰 P1 진폭과 더 긴 P1 정점 잠재기를 관찰했

으며(역전효과), P1 진폭에서 사람얼굴과 비얼굴 사물 사이의 차이를 관찰했다. Itier 등에 따르면, P1 진폭상 차이는 휘도나 대조와 같은 저수준 물리적 속성 차이를 반영할 가능성이 크지만, P1 역전효과는 얼굴에 대한 초기의 총체적 처리를 반영한다. 그러나 본 연구에서는 P1에서 아무런 역전효과도 관찰하지 못한 반면, 사진자극(얼굴사진)과 그림자극(얼굴이모티콘)의 차이를 P1 진폭과 정점 잠재기에서 확인하였는데, 이러한 결과는 P1이 저수준 시각적 속성처리를 반영한다는 관점에는 부합되지만 P1이 얼굴-민감 처리와 관련된다는 관점에는 부합되지 않는다.

N170이 P1과 유사하게 시각적 자극의 물리적 속성(예, 크기, 대조, 공간주파수 등)의 영향을 받으며, 얼굴과 비얼굴 사물 사이에서 관찰된 N170 진폭 차이가 얼굴-민감 특성이 아니라 얼굴과 비얼굴 사물 사이의 물리적 속성 차이 때문일 가능성이 크다는 주장(Thierry 등, 2007)이 있다. 이러한 관점에 따르면 본 연구의 얼굴사진과 얼굴이모티콘에서 확인된 N170 정점 잠재기-관련 역전효과는 얼굴-민감 부호화기전을 반영하는 것이 아니라 N170에 선행하는 P1 정점 잠재기의 반영에 불과한 것이라고 볼 수 있다. 역전효과와 관련된 이러한 이슈를 다룬 선행연구들을 아직 찾아볼 수 없으므로 뚜렷한 결론을 내리기는 어렵다. 그러나 본 연구의 얼굴사진 및 얼굴이모티콘에 의해 유발된 P1 정점 잠재기에서 역전효과들은 모두 유의미하지 않았다. 따라서 N170 정점 잠재기에서 관찰된 유의미한 역전효과들이 P1 정점 잠재기의 차이에 기인했을 가능성은 드물 것으로 짐작된다. 이 이슈는 추후 적절

한 실험패러다임과 분석 방법을 적용하여 다룰 필요가 있을 것이다.

N170과 P1 파형의 기저선 시간대에서 CNV (contingent negative variation)로 짐작되는 파형이 관찰되었다. CNV는 Walter 등(1964)에 의해 보고된 ERP성분으로서 두피상 두정영역에서 가장 뚜렷하게 나타나는데, 그 진폭은 반응과 관련된 자극의 출현에 대한 실험 참가자의 심리적 기대나 동기, 즉 행위를 수행하고자 하는 의도를 반영하며(Tecce, 1972를 참고), 후속되는 ERP성분에 영향을 미쳐서 일종의 잡음으로 작용한다(Woodman, 2010). CNV는 자극 개시 시점에 관한 시간 추정과 관련되어 있으므로(van Rijn 등, 2011), CNV를 통제하기 위해 흔히 자극의 개시 시점을 예측할 수 없도록 시행간 간격을 불규칙적으로 변화시키는 방법(jittering)을 사용한다. 그런데 본 연구에서 적용한 jittering 절차가 CNV 방지에 다소 불충분했을 가능성이 있는데, 추후 연구에서는 보다 예측 불가능한 jittering 절차를 적용할 필요가 있다.

마지막으로, 전반적 변량분석 결과와 달리 계획된 비교검증 결과에 따르면 반구에 따라 역전효과가 다르게 관찰되었는데, 얼굴사진은 양반구에서 역전효과를 보였지만 얼굴이모티콘과 집아이콘은 우반구에서만 역전효과를 보였다. 이처럼 역전효과와 관련하여 전반적 변량분석 결과와 계획된 비교검증 결과가 다소 상이하게 나타난 것은 본 연구에서 측정된 반구-관련 효과 크기(effect size)가 미약했기 때문으로 짐작되는데, 추후 통계적 검증력을 보완하여 반구효과를 다시 검증할 필요가 있다.

요약하면, 얼굴지각과 관련된 N170 결과를

바탕으로 얼굴이모티콘 처리기전을 수정된 얼굴지각 이중 기전 가설에 따라 다음과 같이 설명할 수 있다. N170 진폭에서 얼굴이모티콘은 얼굴사진과 마찬가지로 집아이콘에 비해 더 부적인 진폭을 보였으며 얼굴사진과는 진폭상 차이가 없었다. 이러한 N170 진폭 결과는 얼굴이모티콘 처리가 비얼굴 사물과 달리 얼굴-특수 처리기전(총채부호화체계)에 의존할 가능성을 시사한다. 하지만 N170 정점 잠재기에서 얼굴이모티콘은 역전효과를 보이기는 했지만 그 크기가 얼굴사진보다 작았고 집아이콘과 동등했는데, 이러한 N170 정점 잠재기상 역전효과 결과는 얼굴이모티콘이 역전된 경우 얼굴사진과 달리 얼굴성분-민감 처리기전(얼굴성분 분석체계)은 활성화되지 않고 사물-민감 처리기전(사물성분 분석체계)만 추가적으로 활성화될 가능성을 시사한다. 결국, 얼굴이모티콘의 지각적 부호화는 얼굴사진과 마찬가지로 구성적 처리를 담당하는 얼굴-특수 처리기전에 다소 의존하지만, 구성적 처리가 방해받는 역전 정위의 경우 얼굴성분의 기여로 인해 얼굴성분-민감 처리기전은 활성화되지 않고 사물-민감 처리기전만 추가적으로 활성화된다고 짐작된다. 반면, 얼굴사진의 경우에는 역전된 경우 사물-민감 처리기전뿐만 아니라 얼굴성분-민감 처리기전이 함께 활성화되며, 이로 인해 N170-FIE가 얼굴이모티콘보다 더 크게 나타났다 짐작된다. 한편, P1 진폭과 정점 잠재기에 있어 얼굴이모티콘은 집아이콘과 마찬가지로 얼굴사진보다 덜 정적인 진폭과 더 짧은 잠재기를 보였고 모든 자극유형에서 역전효과가 관찰되지 않았는데, 이는 P1이 얼굴-민감 처리와는 무관하게 저수준 시각적 속성처

리를 반영한다는 것을 보여준다.

본 연구는 얼굴이모티콘의 처리기전을 밝히 고자 얼굴-민감 N170의 진폭과 정점 잠재기에서 FIE를 조사하여 얼굴사진과 비교 분석하였다. 그런데 N170 성분이 과연 얼굴-민감 처리기전을 반영하는지, 그리고 이와 관련된 FIE 등을 어떻게 설명할 것인지에 대해 상당한 논란이 있다(Itier 등, 2004; Rossion 등, 2004). 다양한 실험패러다임(예, Rossion 등(2004)의 ERP 경합패러다임)과 연구기법(예, 뇌신경영상기법, 두개내 ERP 측정기법, MEG 등)을 통해 수집된 증거들을 수렴적으로 고려함으로써 얼굴이모티콘의 처리기전에 관해 보다 타당한 결론을 이끌어낼 수 있을 것이다. 본 연구의 또다른 제한점으로서 연구 대상으로 삼은 얼굴이모티콘이 매우 제한된 표본에 국한되어 있다는 점을 들 수 있다. 시각적 복잡성, 공간주파수, 대조 등과 같은 물리적 특성, 그리고 구성 성분(눈, 코, 입 등)과 전반적 형태 측면에서 얼굴사진과의 유사성, 그리고 친숙성 등의 효과를 체계적으로 검증할 필요가 있을 것이다.

### Reference

- Allison, T., Puce, A., Spencer, D. D., & McCarthy, G. (1999). Electrophysiological studies of human face perception. I: Potentials generated in occipitotemporal cortex by face and non-face stimuli. *Cerebral Cortex*, *9*(5), 415-430.
- Bentin, S., Allison, T., Puce, A., Perez, E., & McCarthy, G. (1996). Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *8*(6), 551-565.
- Bentin, S., Taylor, M. J., Rousselet, G. A., Itier, R. J., Caldara, R., Schyns, P. G., Jacques, C., & Rossion, B. (2007). Controlling interstimulus perceptual variance does not abolish N170 face sensitivity. *Nature Neuroscience*, *10*, 801-802; author reply 802-803.
- Boehm, S. G., Dering, B., & Thierry, G. (2011). Category-sensitivity in the N170 range: a question of topography and inversion, not one of amplitude. *Neuropsychologia*, *49*(7), 2082-2089.
- Bötzel, K., Schulze, S., & Stodieck, S. R. G. (1995). Scalp topography and analysis of intracranial sources of face-evoked potentials. *Experimental Brain Research*, *104*, 135-143.
- Carmel, D., & Bentin, S. (2002). Domain specificity versus expertise: factors influencing distinct processing of faces. *Cognition*, *83*(1), 1-29.
- Cauquil, A. S., Edmonds, G. E., & Taylor, M. J. (2000). Is the face-sensitive N170 the only ERP not affected by selective attention? *Neuroreport*, *11*(10), 2167-2171.
- Churches, O., Nicholls, M., Thiessen, M., Kohler, M., & Keage, H. (2014). Emoticons in mind: An event-related potential study. *Social Neuroscience*, *9*(2), 196-202.
- Dering, B., Martin, C. D., Moro, S., Pegna, A. J., & Thierry, G. (2011). Face-sensitive processes one hundred milliseconds after picture onset. *Frontiers in Human Neuroscience*, *5*:93. doi:

- 10.3389/fnhum.2011.00093.
- Eimer, M. (2000). The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *Neuroreport*, *11*(10), 2319-2324.
- Eimer, M. (2011). The face-sensitive N170 component of the event-related brain potential. In *The Oxford Handbook of Face Perception* (pp. 329-344). Oxford: Oxford University Press.
- Eimer, M., & Holmes, A. (2002). An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*, *13*(4), 427-431.
- Gauthier, I., Curran, T., Curby, K. M., & Collins, D. (2003). Perceptual interference supports a nonmodular account of face processing. *Nature Neuroscience*, *6*, 428-432.
- Gratton, G., Coles, M. G., & Donchin, E. (1983). A new method for offline removal of ocular artifact. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *55*(4), 468-484.
- 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.
- Haxby, J. V., Hoffman, E. A., & Gobbini, M. I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, *51*(1), 59-67.
- Henson, R. N., Goshen-Gottstein, Y., Ganel, T., Otten, L. J., Quayle, A., & Rugg, M. D. (2003). Electrophysiological and haemodynamic correlates of face perception, recognition and priming. *Cerebral Cortex*, *13*(7), 793-805.
- Herrmann, M. J., Ehlis, A. C., Ellgring, H., & Fallgatter, A. J. (2005). Early stages (P100) of face perception in humans as measured with event-related potentials (ERPs). *Journal of Neural Transmission*, *112*, 1073-1081.
- Itier, R. J., & Taylor, M. J. (2004). N170 or N1? Spatiotemporal differences between object and face processing using ERPs. *Cerebral Cortex*, *14*(2), 132-142.
- Itier, R. J., Alain, C., Sedore, K., & McIntosh, A. R. (2007). Early face processing specificity: It's in the eyes! *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*, 1815-1826.
- Itier, R. J., Latinus, M., & Taylor, M. J. (2006). Face, eye and object early processing: What is the face specificity? *NeuroImage*, *29*, 667-676.
- Kanwisher, N., McDermott, J., & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, *17*(11), 4302-4311.
- Kappenman, E. S., & Luck, S. J. (2012). *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*. Oxford University Press.
- Kendall, L. N., Raffaelli, Q., Kingstone, A., & Todd, R. M. (2016). Iconic faces are not real faces: enhanced emotion detection and altered neural processing as faces become more iconic. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *1*:19. doi: 10.1186/s41235-016-0021-8.
- Krombholz, A., Schaefer, F., & Boucsein, W. (2007). Modification of N170 by different emotional expression of schematic faces.

- Biological Psychology*, 76, 156-162.
- Kuefner, D., deHeering, A., Jacques, C., Palmero-Soler, E., & Rossion, B. (2010). Early visually evoked electrophysiological responses over the human brain (P1, N170) show stable patterns of face-sensitivity from 4 years to adulthood. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3:67. doi: 10.3389/neuro.09.067.2009
- McCarthy, G., Puce, A., Belger, A., & Allison, T. (1999). Electrophysiological studies of human face perception. II: Response properties of face-specific potentials generated in occipitotemporal cortex. *Cerebral Cortex*, 9, 431-444.
- Nakashima, T., Kaneko, K., Goto, Y., Abe, T., Mitsudo, T., Ogata, K., Makinouchi, A., & Tobimatsu, S. (2008). Early ERP components differentially extract facial features: Evidence for spatial frequency-and-contrast detectors. *Neuroscience Research*, 62, 225-235.
- Oken, B. S., Chiappa, K. H., & Gill, E. (1987). Normal temporal variability of the P100. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/ Evoked Potentials*, 68(2), 153-156.
- Picton, T. W., Bentin, S., Berg, P., Donchin, E., Hillyard, S. A., Johnson, R. Jr., Miller, G. A., Ritter, W., Ruchkin, D. S., Rugg, M. D., & Taylor, M. J. (2000). Guidelines for using human event-related potentials to study cognition: recording standards and publication criteria. *Psychophysiology*, 37, 27-152.
- Rakover, S. S. (2013). Explaining the face-inversion effect: the face-scheme incompatibility (FSI) model. *Psychonomic Bulletin*, 20, 665-692.
- Rhodes, G., Brake, S., & Atkinson, A. P. (1993). What's lost in inverted faces. *Cognition*, 47, 25-57.
- Rosburg, T., Ludowig, E., Dümpelmann, M., Alba-Ferrara, L., Urbach, H., & Elger, C. E. (2010). The effect of face inversion on intracranial and scalp recordings of event-related potentials. *Psychophysiology*, 47, 147-157.
- Rossion, B., & Jacques, C. (2008). Does physical interstimulus variance account for early electrophysiological face sensitive responses in the human brain? Ten lessons on the N170. *NeuroImage*, 39(4), 1959-1979.
- Rossion, B., Delvenne, J. F., Debatisse, D., Goffaux, V., Bruyer, R., Crommelinck, M., & Guerit, J. M. (1999). Spatio-temporal localization of the face inversion effect: An event-related potentials study. *Biological Psychology*, 50, 173-189.
- Rossion, B., Gauthier, I., Tarr, M. J., Despland, P., Bruyer, R., Linotte, S., et al. (2000). The N170 occipito-temporal component is delayed and enhanced to inverted faces but not to inverted objects: An electrophysiological account of face specific processes in the human brain. *NeuroReport*, 11, 69-74.
- Rossion, B., Joyce, C. A., Cottrell, G. W., & Tarr, M. J. (2003). Early lateralization and orientation tuning for face, word, and object processing in the visual cortex. *Neuroimage*, 20, 1609-1624.

- Rossion, B., Kung, C. C., Tarr, M. J. (2004). Visual expertise with nonface objects leads to competition with the early perceptual processing of faces in the human occipitotemporal cortex. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America*, 101(40), 14521-14526.
- Sadeh, B., & Yovel, G. (2010). Why is the N170 enhanced for inverted faces? An ERP competition experiment. *Neuroimage*, 53, 782-789.
- Sagiv, N., & Bentin, S. (2001). Structural encoding of human and schematic faces: Holistic and part-based processes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 937-951.
- Suzuki, M., & Noguchi, Y. (2013). Reversal of the face-inversion effect in N170 under unconscious visual processing. *Neuropsychologia*, 51, 400-409.
- Taylor, M. J., Edmonds, G. E., McCarthy, G., & Allison, T. (2001). Eyes first! Eye processing develops before face processing in children. *Neuroreport*, 12(8), 1671-1676.
- Tecce, J. J. (1972). Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man. *Psychological Bulletin*, 77, 73-108.
- Thierry, G., Martin, C. D., Downing, P., & Pegna, A. J. (2007). Controlling for interstimulus perceptual variance abolishes N170 face selectivity. *Nature Neuroscience*, 10, 505-511.
- Van Belle, G., De Graef, P., Verfaillie, K., Rossion, B., & Lefèvre, P. (2010). Face inversion impairs holistic perception: Evidence from gaze-contingent stimulation. *Journal of Vision*, 10(5), 1-13.
- van Rijn, H., Kononowicz, T. W., Meck, W. H., Ng, K. K., & Penney, T. B. (2011). Contingent negative variation and its relation to time estimation: a theoretical evaluation. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 5:91. doi: 10.3389/fnint.2011.00091.
- Walter, W. G., Cooper, R., Aldridge, V. J., McCallum, W. C., & Winter, A. L. (1964). Contingent negative variation: An electric sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain. *Nature*, 203, 380-384.
- Wang, M. Y., Kuo, B. C., & Cheng, S. K. (2011). Chinese characters elicit face-like N170 inversion effects. *Brain & Cognition*, 77, 419-431.
- Woodman, G. F. (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials (ERPs) in studies of perception and attention. *Attention and Perceptual Psychophysiology*, 72(8), 1-29.
- Woodman, G. F. (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials (ERPs) in studies of perception and attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(8), 2031-2046.
- Young, A. W., Hellowell, D., & Hay, D. C. (1987). Configurational information in face perception. *Perception*, 16(6), 747-59.
- Yovel, G. & Kanwisher, N. (2005). The neural basis of the face-inversion effect. *Current Biology*, 15, 2256-2262.

1 차원고접수 : 2018. 02. 27  
수정원고접수 : 2018. 04. 24  
최종게재결정 : 2018. 04. 24

## Inversion Effects on Face Emoticon Processing: An ERP Study

Taejin Park

Yaeun Yang

Junghee Kim

Department of Psychology, Chonnam National University

Emoticons are widely used for various offline and online communication. To investigate whether the perceptual encoding of face emoticon relies on the face-specific configural processing, we examined how stimulus inversion affects the amplitude and peak latency of face-sensitive ERP component N170 which is known to be larger and delayed in response to inverted than to upright human face (N170-face inversion effect; N170-FIE) as well as ERP component P1 which is known to be sensitive to low-level visual features. ERPs were recorded to upright and inverted face emoticons, face photos, and house icons which were surrounded by oval-shaped outline. Participants had to judge the relative height of two gaps on the outline. N170 was enhanced for face emoticons and face photos relative to house icons (face-sensitive N170 effect), and showed no amplitude difference between face emoticons and face photos. N170 amplitude was not affected by inversion for all types of experimental stimuli. N170 was delayed for face photos relative to face emoticons as well as house icons, and showed no latency difference between face emoticons and house icons. The aforesaid latency difference among experimental stimuli were found only for inverted stimuli. For face emoticons and face photos, N170 was delayed for inverted relative to upright faces (N170-FIE), but, no N170 peak latency-related inversion effect was found for house icons. However, the magnitude of inversion effect was largest for face photos, and showed no difference between face emoticons and house icons. The amplitude and peak latency of P1 showed neither face-sensitive effect nor FIE, and only showed the effect of low-level visual differences among experimental stimuli. These findings show that perceptual encoding of upright face emoticons can rely on face-sensitive configural processing mechanisms to a less degree than face photos, but perceptual encoding of inverted face emoticons can rely on object-sensitive perceptual mechanisms like house icons.

*Key words* : face emoticon, face inversion effect (FIE), face-sensitive effect, N170, P1