

## 전사 방식에 따른 쓰기 평가자의 베타파와 감마파의 차이 분석

이지원 한국교원대 국어교육과 박사과정(제1저자)

박영민 한국교원대 국어교육과 교수(교신저자)



- I. 서론
- II. 이론적 배경
- III. 연구 방법
- IV. 연구 결과
- V. 결론

## I. 서론

쓰기는 필자가 자신의 머릿속에 표상한 의미를 손으로 전사(轉寫)함으로써 구현된다. 표상 의미의 전사에는 컴퓨터 워드 프로세서를 활용한 키보드 입력의 방식이 쓰이기도 하고, 손으로 글씨를 쓰는 방식이 쓰이기도 한다. 정보 통신 기술이 발전하면서 최근에는 워드 프로세서를 활용한 전사 방식이 일반적으로 쓰이고 있다.

표상 의미를 전사하는 데에는 손의 소근육 운동 기능이 영향을 미친다. 손의 소근육이 발달하지 못하면 손글씨도 올바로 쓸 수 없고 컴퓨터의 키보드도 올바로 칠 수 없다. 그런데 표상 의미를 전사하는 방법의 역사적 전개 과정을 살펴보면, 동서양을 막론하고 전사 매체의 발전에 힘입어 그 어려움이 점점 감소하였다는 것을 알 수 있다. 전사 매체가 발전하지 못했던 때에는 조각칼처럼 날카로운 도구로 새기거나 긁어내는 방법으로 의미를 표현했지만, 붓이나 펜, 먹이나 잉크, 연필, 타자기 등으로 매체 기술이 발전된 이후에는 종이 위에 글자를 쓰는 방식이 일반화되었다. 정보 통신 기술이 발전한 이후로는 워드 프로세서를 활용하여 키를 ‘두들겨서’ 의미를 표현하는 방식으로 변화하였다(박영민, 2002: 345–347).

매체 기술의 발전에 따라 키보드 쓰기<sup>1</sup>가 일반화된 현재에도 손글씨 쓰기는 여전히 쓰기 행위의 핵심에 있다. 특히 학습을 위한 도구로서

손글씨 쓰기를 강조하는 보수적 관점의 사람들은 손글씨 쓰기가 갖는 고유의 어려움이 오히려 학습에 도움이 된다고 주장하기도 한다.

작문 연구자들은 실제로 이러한 전사 방식에 따른 인지 과정에 차이가 있는지에 대한 의문을 가졌고, 이를 해소하기 위한 연구를 수행하여 왔다. 전사 속도와 쓰기 생산량에 대한 연구(Connelly, Gee, & Walsh, 2010; Rogers & Case-Smith, 2002; Peterson & Low, 1991), 쓴 내용에 대한 재인과 회상 연구(Mangen et al., 2015), 활성화된 뇌 부위에 대한 fMRI 연구(Longcamp et al., 2008) 등을 통해 키보드와 손글씨 쓰기 간의 차이를 밝히려는 연구들이 그것이다. 여전히 전사 방식에 따른 인지 과정에 차이가 있는지에 대한 입장은 분분하지만, 분명한 점은 쓰기의 발달적 관점에서 어느 정도 숙달된 필자에게 손글씨 쓰기는 크게 걸림돌이 되지 않으며, 키보드 역시 필자들에게 분명 편리한 방식이라는 점이다.

그러나 이렇게 생산된 글이 독자들에게, 특히 평가자들에게 어떠한 차이를 유발하는지는 아직 분명하지 않다. 바르고 읽기 쉽게 쓰인 형태의 손글씨가 평가자에게 우호적이고 긍정적인 인상을 준다는 다수의 연구 결과들(Sheppard, 1929; Bull & Stevens, 1979; Eames & Loewenthal, 1990)은 손글씨의 서체가 평가자에게 많은 영향을 미친다는 것을 보여 준다. 따라서 쓰기 평가에서 서체는 평가 대상의 성별, 외모, 이름 등과 함께 수험생 요인의 후광 효과(halo effect)에 포함된다. 즉 훌륭한 글씨는 평가 결과에 긍정적인 영향을 줄 수 있으며, 반대의 경우 원래의 글에 부여될 점수보다 더 낮은 점수를 부여받을 확률이 높다는 것이다.

수험생의 입장에서 자신이 특정한 방식에 불리하다고 판단되면 평가의 안면 타당도가 흔들리는 것은 물론이며, 앞서 언급한 손글씨의 후광 효과에 대한 연구 결과에 따르면 서체가 실제 점수에 영향을 미치기 때문에 평가의 신뢰도 또한 저하된다. 따라서 키보드 쓰기는 평가

---

1 여기에서 말하는 ‘키보드 쓰기’는 컴퓨터 워드 프로세서를 활용한 글쓰기를 말한다. 이 글에서는 표현의 편의를 위해 ‘키보드 쓰기’로 사용하고자 한다.

의 타당도와 신뢰도를 높일 수 있는 대안적 방식으로 활용될 수 있으며, 필요에 따라 평가 상황에서 두 가지 전사 방식이 수험생의 선택 사항으로 운용될 수도 있을 것이다.

한편으로는 최근 대단위 쓰기 평가에 대한 요구가 증가하는 시점에서 대단위 쓰기 평가를 위한 선결 과제로서 쓰기 평가에서 키보드 전사 방식이 허용되어야 할 부분도 있다. 손글씨 쓰기 방식으로 대단위로 쓰기 평가를 시행하기에는 평가 운용의 경제성과 효율성의 측면에서 막대한 비용 증대가 필연적으로 수반되기 때문이다.<sup>2</sup> 또한 평가자의 입장에서는 활자화된 글이 평가자들이 효율적으로 글을 읽어 나가는 데 있어 도움을 줄 수 있다. 가독성이 높은 글은 평가의 피로도를 감소시키므로 효율적인 평가의 시행에 도움이 된다. 활자화된 글은 손글씨에 비해 일정한 간격과 크기를 유지하기 때문에 글자 해독에 드는 어려움을 감소시키기 때문이다.

따라서 평가의 타당도, 신뢰도, 그리고 실용도의 측면에서 쓰기 평가에서 전사 방식의 차이는 평가 전반에 걸쳐 영향을 줄 수 있으며, 이에 따라 평가자에게 전사 방식이 갖는 영향을 명확하게 밝혀야 할 필요가 있다. 따라서 이 연구는 실제로 전사 방식의 차이가 평가자의 평가 과정에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 의문점을 해소하고자 15명의 쓰기 평가자를 대상으로 평가 중 뇌파를 관찰하였다. 이에 따른 연구 질문은 다음과 같다.

첫째, 평가자들이 전사 방식에 따른 뇌파의 차이를 보이는가? 이 연구는 손글씨와 키보드 쓰기에 따른 전사 방식의 차이가 뇌파, 특히 베타파와 감마파에서의 차이를 보이는지 관찰하였다. 뇌파 연구에서 베타파는 학습의 지표로서, 감마파는 고도의 인지적 부담과 정신적 스트레스의 지표로서 주로 활용된다.<sup>3</sup> 따라서 이 연구는 베타파와 감마파를

2 예를 들면 수험생의 답안 작성, 답안지 관리, 채점 과정에서 추가적인 비용이 발생할 수 있으며, 이 경우 응시료의 급격한 상승을 초래하여 현실적으로 평가 시행이 어려워질 수 있다. ETS의 TOEFL과 같은 기관 주도의 대단위 쓰기 평가는 현재 대부분의 국가에서 키보드 쓰기를 전제로 한 iBT(internet based test) 방식을 취하여 수험생의 응시 및 채점, 성적 관리 등 시험 운영의 효율성을 도모하고 있다.

중심으로 하여 이러한 전사 방식이 평가자의 평가 과정에 영향을 미치는지에 대하여 관찰하였다.

둘째, 평가 전기, 중기, 후기의 뇌파 변화는 어떠한가? 이 연구는 개별 평가자의 데이터를 평가 전기, 평가 중기, 평가 후기의 세 단계로 분할하여 단계별로 분석을 시행하였다. 쓰기 평가에서 평가 단계별로 보이는 평가자의 뇌파 변화에 차이가 있다면, 평가자들이 전사 방식의 차이에 의해 평가 단계마다 느끼는 어려움의 정도를 관찰하고 이에 대한 방안을 마련할 수 있을 것으로 기대되었다.

셋째, 실험 결과를 통해 얻을 수 있는 쓰기 평가에 대한 논의점은 무엇인가? 이 연구에서 뇌파는 인간의 인지 변화 양상을 관찰할 수 있는 수렴적 데이터로 활용되었다. 만약 평가자들이 글을 읽어 나가는 데 발생하는 뇌파의 차이가 전사 방식에 따른 평가의 어려움을 설명한다면, 이를 바탕으로 보다 효율적인 평가를 시행하는 데 대한 대안을 마련할 수 있을 것이다.

## II. 이론적 배경

### 1. 지각적 특질이 판단에 미치는 영향

예쁘고 알아보기 쉬운 글씨가 당신의 글에 대한 점수 판단에 영향을 미칠까? 인간이 언제나 합리적인 판단을 한다면, 글의 글씨가 예쁘든 그렇지 않든 기분이 좋든 피곤하든 점수에 영향을 미치지 않을 것이겠지만, 이러한 낙관론적 예측과는 달리 답은 ‘그렇다’이다. 만약 당신이 평가자라고 가정하였을 때, 손글씨로 쓰인 글이 악필이어서 쉽게 읽어

3 • 베타파(12~30Hz): 흥분하거나 특정한 과제에 주의를 집중할 때 비동기화 현상에 의해 활성화된다(Andreassi, 1989).

• 감마파(30~50Hz): 불안과 고도의 정신적 스트레스나 약물에 의한 과활성의 징후로 알려져 있으며, 고도의 인지 작용이 필요한 과제 수행 시 증가한다(Fitzgibbon et al., 2004).

내려갈 수 없다면(disfluent) 글의 내용도 파악하기 어려울 것이다. 이렇듯 어떤 정보를 처리할 때 그 정보가 처리하기 쉬운지 어려운지에 대한 느낌을 처리 유창성(processing fluency)이라고 한다(Alter & Oppenheimer, 2009; Reber, Schwarz, & Winkielman, 2004). 글씨와 같은 지각적 특질이나 형태는 이러한 처리 유창성에 영향을 미친다. 즉 예쁘고 바르게 쓰인 글씨는 사람들이 처리하기 쉽다고(fleuce) 느끼는 것이다. 문제는 이러한 외적 단서에 의한 인간의 주관적인 난이도에 불과한 처리 유창성이 중요한 판단에 영향을 준다는 것이다.

쾌락 표식 가설(hedonic marking hypothesis)에 따른 연구들(Winkielman et al., 2003; Laham et al., 2009)은 정보 처리가 용이한 정보가 판단에 긍정적인 영향을 주며, 반대의 경우 즉 처리하기 어려운 정보에 대한 부정적 판단을 불러온다는 결과를 보여 준다. Laham et al. (2009)은 물리적 지각이 용이한지의 여부에 따라 글씨의 선명도를 조작하여 비도덕적 행위가 담긴 여섯 개의 이야기에 대한 판단을 관찰하였다.<sup>4</sup> 그 결과 글씨가 선명하게 잘 보이는 경우 비난의 정도가 감소했다. 반대로 읽기 어렵게 조작된 글씨로 쓰인 글에 대한 비난의 수위는 높아졌다. 연구 결과에 따르면, 인간의 판단은 합리적이라기보다는 직관적이며 이는 특히 도덕적 판단과 같은 주관성이 강하게 작용하는 딜레마 상황일 때 더더욱 그러하다.

쓰기 평가와 같은 인간의 수행에 대한 평가는 평가자의 주관성이 개입되기 쉽다는 점 때문에 평가의 신뢰도를 저해하는 요인에 대한 다수의 연구들이 이루어져 왔다. 평가자의 판단에 영향을 미치는 외적 특질로서 평가 대상의 외모, 성별, 글씨체, 성적 등이 평가자의 오차를 유발하는 요인들로 그간의 쓰기 평가 연구에서 다루어져 왔다. 다만 언급된 다른 요인들이 평가 상황에서 통제를 위해 글로부터 인위적으로 분리시킬 수 있는 요소라 한다면, 글씨체는 손글씨로 쓰인 글에서

4 각 이야기는 여섯 가지 화제에 대한 비도덕적인 이야기로 구성된다. 'Punch'(타인을 구타하는 이야기), 'Flag'(교사가 수업 시간에 국기를 찢는 이야기), 'Dog'(죽은 개를 키우던 가족이 먹는 이야기) 등이다.

분리될 수 없다는 점에서 평가의 신뢰도를 심각하게 훼손할 수 있는 요인이 될 수 있다는 점에 문제가 있다. 앞서 언급한 지각적 특질이 인간의 판단에 영향을 미친다는 연구 결과에 따라 악필인 글씨가 평가자의 처리 유창성에 부정적 인상을 환기할 것이라는 점은 충분히 예상할 수 있다. 같은 비율의 같은 크기로 쓰인 키보드 쓰기 방식의 서체가 처리 유창성을 높인다면 두 가지의 효과를 예상할 수 있다. 첫째는 평가자의 모든 글에 대한 처리 유창성을 균등하게 하여 판단에 대한 처리 유창성의 효과를 배제할 수 있다는 점, 둘째 처리 유창성 자체를 높여 평가자들이 글을 읽어 나가는 데 있어 판단을 용이하게 할 수 있다는 점이다.

따라서 평가 과정의 관찰을 통해 실제로 평가자의 인지적 부담이 존재하는지에 대한 확인적 분석 절차는 필수적이지만, 전사 방식의 차이가 유발하는 쓰기 평가의 어려움에 대한 연구를 안구 운동이나 뇌파와 같은 실증적 데이터 기반으로 수행한 연구는 그리 많지 않다.

최근의 눈동자 움직임 추적 연구는 쓰기 평가에서 손글씨에 대해 갖는 평가자들의 어려움을 보여 주었다. 박영민(2014)은 눈동자 움직임을 통한 전사 방식에 따른 평가 과정의 차이를 탐색하였는데, 이에 따라 손글씨로 쓴 설명문을 평가할 때 키보드로 쓰인 글을 평가할 때보다 방문 빈도도 높고 재고정시간과 총 고정 시간 또한 더 높게 나타났다. 눈동자 움직임 추적 데이터가 뇌파 연구와 함께 인간의 인지 활동에 대한 수렴적인 데이터라는 점을 감안하면, 뇌파 연구에서도 이러한 전사 방식에 따른 차이가 발생할 것으로 기대된다. 그리고 이는 처리 유창성의 관점에서 이해될 수 있을 것이다.

## 2. 쓰기에서 전사 방식의 효과

쓰기는 표현과 생산을 위한 물리적 행위를 전제로 한다. 필자의 생각을 외부화하는 데 필요한 전사 도구의 차이는 있을 수 있겠지만 본질적으로 쓰기는 전사의 절차를 거쳐야 한다. 협의의 개념에서 쓰기는

전사 행위를 일컬으며, 또한 전사 방식은 쓰기 행위에 관여되는 많은 인지 기능 가운데 쓰기의 가장 본질적이면서도 기초적인 기능이라 할 수 있다.

키보드와 터치 방식의 스마트폰이 보급되면서 전사 방식의 변화는 더욱 우리에게 체화된 일상 속으로 들어왔다. 연구자들은 이러한 전사 방식의 변화가 본질적인 쓰기의 기능을 변화시키는지에 대해 관심을 갖기 시작했다. 키보드와 손글씨 전사 방식의 차이점이 인지 기능에 어떠한 차이를 불러오는지, 그리고 그러한 전사 방식에서 유발된 차이가 의미 구성 과정으로서의 쓰기 과정 전반에 어떤 영향을 미쳤는지에 대한 연구의 필요성이 제기되기 시작한 것이다.

그간의 연구를 통해 밝혀진 키보드와 손글씨 방식의 차이점은 첫째, 운동 기능(motor skill)의 측면에서 일반적으로는 웨이나 연필로 종이에 글을 적을 때보다 디지털 도구를 사용할 때 요구되는 움직임의 구별과 정확성이 덜하다(Mangen & Velay, 2014)는 점이다. 문자 언어마다의 약간의 차이는 있겠지만, 손글씨 쓰기는 물리적 공간에 글자를 조형하기 위하여 손의 소근육을 정밀하게 조작하여야 하는 데 비해 키보드의 정렬된 위치에 따른 반복적인 두들김(stroke)에 의한 행위이기 때문이다. Velay & Longcamp(2012)에 따르면, 감각 운동적인 관점에서 손글씨 쓰기와 키보드 쓰기는 매우 구별되는 방식이며, 이에 따라 다른 대뇌 활동을 보여 줄 것으로 여겨진다.

둘째, fMRI를 통한 전사 방식의 연구는 전사 방식에 따라 뇌의 활성화된 부위가 달라진다는 점을 보여준다. Planton, Roux, & Démonet (2013)는 손글씨 쓰기에 대한 뇌 기반 연구의 메타 연구 방법을 통해 손글씨 쓰기에 특정되는 부위를 탐색하고자 하였다. 손글씨 쓰기 수행 시 주로 좌반구 네트워크의 활성이 나타났으며, 보다 구체적으로는 좌측 상전두이랑/중간전두이랑, 좌측두정엽내이랑/상두정엽, 우측 소뇌 사이의 좌반구 네트워크가 쓰기 활동에 관여하는 것으로 나타났다. 이는 손글씨 쓰기가 대뇌의 운동 영역과 언어 영역의 두 가지 특정 지점의 활성화로 설명되는 것이 아니라 좌뇌 전반에 대한 네트워크에 의해 이

루어짐을 시사한다.

반면 Rao, Harrington, & Parsons(2010)의 fMRI 연구는 키보드 쓰기 기능을 습득하는 초기 단계에는 주로 음성적 시연, 눈동자 움직임, 운동학적으로 중재되는 피질 영역이 관여하는 반면, 키보드 쓰기 기능을 숙달해 나갈수록 소뇌와 변연계의 대상회(cingulate)의 두 구조가 자동화된 움직임의 실행과 관련되는 것으로 나타났다. 전사 방식을 변수로 한 쓰기의 fMRI 연구가 아직 수행되지 않았기 때문에 명확한 차이를 제안하기는 어렵지만, 위의 연구들에 따르면 손글씨 쓰기는 우측 소뇌뿐만 아니라 좌뇌 전반의 네트워크에 의해 수행되며, 키보드는 이보다 운동 기능적인 성격에 더 집중되어 있는 것으로 보인다.

셋째, 최근 작문 분야의 심리학 연구들은 전사 방식의 효과에 따른 차이, 회상에서의 차이에 주목하고 있다. 즉 손글씨 쓰기와 키보드의 전사 방식에 따라 필자의 인지 처리 과정이 변화한다는 것이다. Mangen(2015)는 필자의 전사 방식에 따른 단어 회상을 실험하였다. 필자들은 손글씨 쓰기를 할 때 키보드로 쓰는 것보다 자신이 쓴 단어에 대한 자유 회상률이 더 높았다. 쓰기는 전통적인 학습의 도구로서 활용되어 왔다. 이러한 연구 결과는 교육적 관점에서 손글씨가 아닌 디지털 기기를 이용한 필기 방식의 변화나 발달적 관점에서 전사 방식의 변화가 표층적 기능인 전사의 자동화에 대한 학습자의 인지 과정을 어떻게 달라지게 하는지에 대한 단서를 제공한다.

최근의 학습자들은 특히 매체 변화에 보다 유연한 수용 태도를 지닌다. Connelly, Gee, & Walsh(2007)의 영국의 초등학생을 대상으로 한 손글씨와 키보드 쓰기의 전사 속도에 대한 비교 연구에 따르면, 고학년으로 갈수록 키보드 쓰기의 속도가 손글씨의 속도를 역전하는 것으로 나타났다. 전사 방식은 의미 구성을 위한 글쓰기뿐만 아니라 학교 학습의 가장 기초적인 기능이다. 따라서 전사 방식의 변화가 인간의 인지 과정에 미치는 영향에 대한 연구는 쓰기와 학습을 수행하는 학습자를 위하여 교육적 관점에서 보다 다양한 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

### III. 연구 방법

#### 1. 참여자

국어 교사 15명(남 3명, 여 12명)이 실험에 참여하였다. 실험 참여자 평균 연령은 만 33.8세(범위 28~44세)로 모두 오른손잡이였으며, 뇌 손상이나 관련 질병 치료를 받은 경험이 없음을 확인하였다. 참여자들은 사전 안내를 통해 실험 절차와 이에 따른 지시 사항을 숙지하고 연구 참여 및 생체 정보 제공 동의서를 작성하였다.

참여자들의 평균 교직 경력은 9년(범위 0.5~19년)으로 모두 쓰기 평가에 대한 다수의 경험이 있었고 현재 근무하고 있는 학교급으로는 중학교 4명, 고등학교 11명이었다. 이 중 뇌파 측정 과정에서 실험 절차를 잘못 이해한 1명의 평가자를 제외한 총 14명의 데이터가 뇌파 분석에 사용되었다.

표 1. 실험 참여자 정보

변수	평균	표준편차	범위	중앙값
연령(세)	33.73	4.28	0.5~19	32
경력(년)	8.63	4.69	29~44	7

#### 2. 과제 및 도구

쓰기 과제로는 설명문 평가 과제를 제시하였다. 과제의 지시문으로는 “자신이 관심 있거나 좋아하는 책, 영화, 운동(스포츠), 취미 활동 등을 학급 친구들에게 소개(설명)하는 글을 쓰되, 좋아하게 된 이유를 포함하여 쓰세요.”를 제시하였다.

충북 천안의 ○○ 고등학교 2학년 남학생들이 손글씨로 작성한 설명문을 한 반 분량으로 표집하여 각 10편씩 손글씨와 키보드 조건으로

배정하였으며, 손글씨 조건의 글은 학생의 손글씨를 그대로 스캔하고, 키보드 조건의 글은 학생이 쓴 글을 오탈자의 교정 없이 그대로 워드 프로세서로 전사하였다. 과제 조건의 제시 순서에 따른 오차를 방지하기 위하여 과제는 A형과 B형의 두 가지로 나누어 어떤 평가자에게는 손글씨로 작성된 글이 먼저, 다른 평가자에게는 키보드로 작성된 글이 먼저 제시되도록 하였다.

평가기준표는 박영민·김승희(2007)의 ‘내용, 조직, 표현, 단어 선택, 형식 및 어법’의 5개 요소로 설정된 쓰기 평가 기준표로서 1~5점까지의 5점 척도로 각 요소별로 1점, 3점, 5점에 대한 기술어가 제시되어 있다.

### 3. 측정 및 분석 장비

이 연구에서 사용한 EEG 장비는 LAXTHA사에서 개발된 LXE-3204로 4채널의 뇌파 측정 장치이다. 전극 부착은 국제 전극 배치법인 10-20 전극 배치법에 따라 부착하였으며, 디스크 형태로 제작된 4개의 전극 plate electrode를 Nihon-Kohden사의 인체용 접착제 Elefix를 사용하여 두피에 부착하였다. 전극 부착 부위는 Fp1(Frontpolar 1, 좌측 전전두엽), Fp2(Frontpolar, 우측 전전두엽), F3(Frontal 3, 좌측 전두엽), F4(Frontal 4, 우측 전두엽) 1개의 접지 전극(GND)을 왼쪽 귓불 뒤에, 1개의 기준 전극(REF)을 오른쪽 귓불 뒤에 부착하여 총 6개의 전극이 실험 참여자의 두피에 부착되었다. 256Hz 샘플링 주파수를 사용하여 Nyquist 샘플링 법칙에 따른 샘플링 주파수가 신호의 최대 주파수 성분으로 추정되는 100Hz의 두 배 이상이 되도록 조정하였다.

평가 과제의 제시를 위해 해상도 1920×1200 DELL사의 Ultra Sharp U2410 24인치 모니터 2대를 실험 과제 제시용 모니터로 사용하였고, 모니터 1(좌)에는 평가기준표와 글에 대한 점수 입력란을, 모니터 2(우)에는 학생 글을 제공하였다.

## 4. 연구 절차

실험은 2015년 8월 4일~10일 7일간 진행되었으며, 참여자와의 사전 면담을 통해 참여 일자 및 시간을 조정하였다. 눈 깜빡임과 신체 움직임에 의한 노이즈의 혼입을 최소화하기 위하여 실험실은 적절한 조도 및 정숙을 유지하고 모든 전파를 차단한 상태로 실험을 진행하였다. 참여자들은 실험 준비 시간을 포함하여 약 40~60분 동안 실험에 참여하였다.

실험 설계는 개인차를 상쇄하고 변수에 따른 효과를 검증하기 위하여 피험자 내 반복 측정 설계(within-subject repeated measures design)를 사용하였다. 독립 변수는 제시된 과제 T이고, 종속 변수는 과제 수행에 따른 뇌파  $X_{ij}$ 이며, 참여자  $P_i$ 는 총 15명이었다.

실험 진행은 다음과 같이 이루어졌다. 먼저, 모니터 1(좌)에 실험 안내 사항과 작동 방법에 대하여 안내하고, 모니터 2(우)에 참여자 정보에 대한 간단한 설문에 대한 응답을 입력하도록 하였다. 이후 참여자들은 모니터 1에 제시된 평가 기준표를 읽고 모니터 2에 제시된 전사 방식에 따른 두 가지 조건의 학생의 글을 읽어 나가면서 평가 기준별 점수를 각각 마우스로 클릭하여 입력하도록 하였다. 실험 참여자들은 동작이 최소화된 상태로 글을 읽고 평가를 수행하도록 하였다.

## 5. 데이터 분석

뇌파 수집 소프트웨어는 LAXTHA사에서 개발한 TeleScan Ver 3.09를 사용하였다. 수집된 뇌파의 데이터는 안구 움직임 및 근전도, 심전도 등의 혼입된 노이즈를 제거하기 위하여 TeleScan Ver 3.09에서 제공하는 Band Pass FFT Filtering을 사용하여 4~50Hz 구간만 선택하고 다시 고속 푸리에 변환(fast fourier transform, FFT)하여 디지털 신호로 변환하였다.

측정된 뇌파의 데이터를 평가 시간 전체를 평가 단계별로 전기, 중기, 후기로 분할하여 각 1분간의 데이터를 대상으로 분석을 실시하였

다. 파워 스펙트럼 분석에 따른 베타파(13~30Hz)와 감마파(30~50Hz) 영역에 대한 주파수의 절댓값을 산출하여 이를 분석 대상으로 하였다.

먼저 SPSS 18.0을 활용하여 각 데이터의 기술 통계 및 Cronbach  $\alpha$  계수를 활용한 평가자 간 신뢰도를 산출, 그리고 뇌파 데이터에 대한 차이 검증을 실시하였다. 다만 이 연구는 정규 분포를 가정하지 않은 15명의 평가자 집단을 대상으로 하였으므로, 비모수 방법인 Wilcoxon 검증을 통해 전사 방식에 따른 뇌파의 차이가 있는지를 분석하고, 추가적으로 Friedman 검증을 통해 평가 단계에 따라 평가 전기, 중기, 후기 간의 차이가 통계적으로 유의한지 관찰하였다.

## IV. 연구 결과

### 1. 글 평가 결과

<표 2>에서 전체 평가자를 15명을 대상으로 Cronbach  $\alpha$  계수를 통해 학생 글 평가 결과에 대한 평가자 간 신뢰도를 분석하였다. 전체 평가자의 Cronbach  $\alpha$  계수는 .948로 매우 높게 나타났다. 또한 전사 방식에 따라 평가 결과를 분석한 결과도 각각 손글씨 .945, 키보드 .913의 높은 Cronbach  $\alpha$  신뢰도를 보였다.

표 2. 평가자 간 신뢰도

전사 방식	평가자	항목 수	Cronbach $\alpha$	표준화된 Cronbach $\alpha$
손글씨	15	50	.945	.946
키보드	15	50	.913	.919
전체	15	100	.948	.950

<표 3>에 따르면 글의 평균 점수는 손글씨로 된 글보다 키보드로 쓴 글에서 나타난 점수가 약간 높은 것으로 나타났다. 그런데 오히려 기준의 쓰기 평가 연구에서는 키보드로 작성된 글보다 손글씨로 쓴 글이 더 높은 점수를 받는 경향이 있다고 보고된다(Arnold et al., 1990; Powers et al., 1994).

표 3. 전사 방식에 따른 글 평가 점수의 기술 통계와 t 검증 결과

전사 방식	N	평균	표준 편차	표준 오차	t	자유도	p
손글씨	150	16.41	5.205	.425	-1.346	289.30	
키보드	150	17.15	4.368	.357		4	.179

Powers et al.(1994)은 그 원인으로 키보드로 쓴 글이 손으로 쓴 글보다 더 짧아 보이는 경향이 있고, 키보드로 작성된 글의 오류가 더 눈에 띄며, 손글씨로 쓴 글에서 수정하기와 편집의 흔적이 남아 이에 대해 평가자들이 호의적으로 반응하기 때문이라고 설명한다.

이 연구에서 글 평가에서 나타나는 전사 방식에 따른 0.74점의 평균 점수 차이는 통계적으로 유의미하지 않았으며( $t = -1.346$ ,  $p > .05$ ), 평가 대상 글이 편의 표집된 것이므로 이러한 약간의 평균차가 오로지 전사 방식에 의한 차이라고 보기 어렵다. 따라서 이러한 점수의 차이가 실제로 전사 방식에 의해 어떤 영향을 받았는지 실증적으로 밝히기 위해서는 글 수준의 통제를 통한 엄정한 실험 설계를 동반한 추후 연구가 필요할 것이다.

## 2. 전사 방식에 따른 뇌파의 차이

이 연구에서는 전사 방식에 따른 뇌파의 차이를 관찰하기 위하여 베타파와 감마파를 주파수 분석 대상으로 하였다.<sup>5</sup> 평가 과정에서 평가자

5 인간의 뇌파 분석 연구는 주로 4~50Hz 사이를 대상으로 하며, 주파수의 대역에 따라

들이 겪는 인지적 부담과 스트레스에 주목하였기 때문이다.

일반적으로 뇌파 연구에서 베타파는 학습과 주의 집중(Andreassi, 1989), 감마파는 정신적 스트레스의 지표(Fitzgibbon et al., 2004)로 분석되는 것을 고려하면, 평가자들이 느끼는 평가에 대한 인지적 부담과 스트레스를 이 연구에서 측정된 평가자들의 뇌파를 통해 분석할 수 있을 것으로 기대되었다.

평가 과정을 보다 면밀하게 살펴보기 위하여 평가를 세 단계로 분할하여 각 참여자의 평가 중 뇌파 측정 데이터를 평가 단계(전기/중기/후기)별로 나누고 각 1분간 샘플링하여 주파수 대역별로 분할한 후 Wilcoxon 검증을 통해 차이 분석을 실시하였다.

### 1) 베타파

전사 방식(손글씨/키보드)에 따른 뇌파의 차이가 통계적인 유의성을 가지는지 검증하고자 차이 검증을 실시하였다. 참여자 내 전사 방식, 즉 손글씨로 쓰인 글과 키보드로 쓰인 글을 변수로 하여 평가할 때의 뇌파의 차이를 검증하고자 Wilcoxon 비모수 검증을 수행하였다. 이에 따른 기술 통계량은 다음 <표 4>와 같다.

표 4. 전사 방식에 따른 베타파의 기술통계량

평가 단계	채널	전사 방식	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값
전기	Fp1	손글씨	14	44.67	23.16	16.69	85.10
		키보드	14	49.18	20.59	18.87	76.88
	Fp2	손글씨	14	36.94	21.64	16.19	85.98
		키보드	14	38.43	20.2	15.58	74.33
	F3	손글씨	14	19.39	8.70	5.99	35.86
		키보드	14	20.40	10.85	7.79	50.57

델타파(1~4Hz), 세타파(4~8Hz), 알파파(8~12Hz), 베타파(12~30Hz), 감마파(30~50Hz)로 구분하여 분석하는 것이 일반적이다. 연구 목적에 따라 주파수 대역 중 일부를 분석 대상으로 하거나, 전체 주파수 대비 상댓값을 활용하기도 한다. 이 연구에서는 베타파와 감마파의 절댓값을 분석 대상으로 하였다.

	F4	손글씨	14	18.09	10.29	6.04	39.97
		키보드	14	19.38	14.03	7.83	57.74
중기	Fp1	손글씨	14	54.21	38.69	20.46	165.43
		키보드	14	49.93	29.52	19.94	116.78
	Fp2	손글씨	14	45.05	31.00	14.16	102.88
		키보드	14	37.35	20.86	17.47	77.22
	F3	손글씨	14	22.50	11.55	7.21	46.19
		키보드	14	22.75	12.89	13.43	55.84
	F4	손글씨	14	19.67	13.23	6.49	54.00
		키보드	14	18.67	11.76	10.52	57.25
후기	Fp1	손글씨	14	54.87	35.94	18.93	158.54
		키보드	14	40.90	25.91	17.58	119.02
	Fp2	손글씨	14	43.12	27.72	17.07	94.60
		키보드	14	35.71	24.96	11.59	97.18
	F3	손글씨	14	21.02	8.53	7.42	36.77
		키보드	14	19.08	7.69	8.28	34.58
	F4	손글씨	14	18.62	10.18	7.14	42.59
		키보드	14	16.91	9.22	6.25	41.48

\*음영 표시된 부분이 더 큰 값을 나타냄

베타파에 대한 평가자들의 평균 절댓값을 산출한 결과, 평가 단계의 중기와 후기에서 손글씨의 상대적인 우세가 관찰되었다. 따라서 통계적으로 이러한 전사 방식에 따른 베타파의 차이가 유의한지 검증하기 위하여 Wilcoxon 부호 순위 검증을 시행하였다. 그 결과, 평가 단계 후기의 좌측 전전두엽(Fp1)에서 <표 5>와 같이 전사 방식에 따른 베타파의 유의한 차이가 나타났다.

표 5. 베타파에 대한 Wilcoxon 부호순위 검증 결과(유의한 값만 정리: 평가 단계=후기, 채널=Fp1)

전사 방식	N	평균	표준편차	z	p
손글씨	14	54.87	35.94		
키보드	14	40.90	25.91	-2.542 <sub>b</sub>	.011*

(Wilcoxon signed rank test a. 음의 순위 기준, b. 양의 순위 기준)

평가 후반부에 평가자들은 키보드로 쓰인 글에 비해 손글씨를 평가할 때 베타파가 통계적으로 유의하게 높았다. 이는 베타파가 학습과 주의 집중에 따른 인지 활동의 지표로 해석된다고 보고하는 연구 결과 (Andreassi, 1989)와 비교하여 볼 때, 이 연구의 평가자들은 전반적으로 손글씨를 평가할 때 키보드로 쓰인 글을 평가할 때보다 더 많은 인지적 활동과 과제에 대한 주의 집중이 일어났다고 볼 수 있다. 이는 쓰기 평가에서 키보드로 쓰인 글을 읽을 때보다 손글씨로 쓰인 글을 읽을 때 평가의 어려움이 가중된다는 기존의 쓰기 평가 연구들(Klein & Taub, 2005; 박영민, 2014)을 지지하는 결과이다.

특히 좌측 전전두엽 부위에서 발생한 전사 방식에 따른 유의한 차이를 보다 면밀히 살펴보면, 평가 후기에 나타난 베타파의 유의한 차이는 손글씨로 쓰인 글을 평가할 때 후기에 베타파가 증가해서라기보다는 키보드로 쓰인 글을 평가할 때 후기에 베타파가 감소하였기 때문이다.<sup>6</sup> 즉 이 연구에서 평가자들은 평가 후기에 키보드로 쓰인 글을 평가할 때 손글씨로 된 글을 평가할 때보다 적은 인지적 부담을 가졌다.

베타파에서 나타나는 전사 방식 간의 차이를 설명하기 위해서는 평가자들이 평가를 지속해 나갈수록 얻게 되는 능숙성에 초점을 두어야 한다. Qin et al.(2003)의 연습 효과에 대한 fMRI 연구에서 참여자들은 합성 함수의 정리를 전개하는 과제에 더 능숙해져 가면서 활성화된 뇌의 부위가 점차 줄어들었다. 쓰기 평가에서도 일반적으로 평가자들은 평가를 진행해 나가면서 반복적 채점에 의한 숙달이 이루어지기 때문에 평가에 따른 인지적 부담이 감소하며, 이지원·박영민(2015)의 눈동자 움직임을 활용한 평가자 연구에서는 이러한 현상이 고정 시간과 고정 빈도의 감소로 나타났다.

즉 평가자들은 점진적으로 평가 과제를 숙달해 나가고 있으며 이는 베타파의 감소로 나타났다고 해석할 수 있다. 다만 손글씨로 쓰인 글에서 베타파의 감소 추세가 키보드로 쓰인 글에 비해 나타나지 않았으며, 이것이 통계적으로 유의한 결과였다는 점이 전사 방식이 평가에

6 이에 대한 논의로 III.3 ‘평가 단계별 뇌파 변화 양상’을 참고할 수 있다.

미치는 영향력을 의미하는데, 이는 평가를 해 나가는 과정에서 채점 경험의 누적으로 숙련되어 나가는 과정이 손글씨보다는 일정하게 가독성이 보장되는 키보드로 쓰인 글이 상대적으로 더 빠르기 때문으로 보인다.

## 2) 감마파

Wilcoxon 비모수 검증을 통해 감마파의 측정치를 전사 방식에 따른 차이 검증을 수행하였다. <표 6>은 그에 따른 기술통계량을 나타낸 것으로 평가 전기를 제외한 중기와 후기의 모든 채널에서 손글씨의 우세가 나타난다.

표 6. 전사 방식에 따른 감마파의 기술통계량

평가 단계	채널	전사 방식	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값
전기	Fp1	손글씨	14	32.12	21.86	9.99	86.61
		키보드	14	34.99	19.04	13.04	76.15
	Fp2	손글씨	14	25.10	17.27	6.76	67.35
		키보드	14	24.88	16.62	6.51	60.06
	F3	손글씨	14	10.56	5.49	1.90	19.28
		키보드	14	10.84	7.81	2.39	31.08
	F4	손글씨	14	10.48	8.01	2.20	27.09
		키보드	14	11.25	11.05	2.61	41.73
중기	Fp1	손글씨	14	39.75	28.42	11.98	105.21
		키보드	14	36.03	27.44	8.62	110.32
	Fp2	손글씨	14	32.26	23.98	6.44	80.12
		키보드	14	23.54	15.83	6.66	52.12
	F3	손글씨	14	14.02	11.70	3.46	44.64
		키보드	14	10.76	7.79	3.63	31.87
	F4	손글씨	14	12.52	13.00	3.02	52.66
		키보드	14	8.87	5.60	3.50	18.82
후기	Fp1	손글씨	14	38.02	24.40	11.29	100.42
		키보드	14	27.62	15.52	10.85	66.62
	Fp2	손글씨	14	27.53	20.13	7.51	65.82
		키보드	14	22.69	18.86	5.53	76.68

	F3	손글씨	14	11.02	5.48	3.06	21.56
		키보드	14	10.02	5.87	2.97	21.86
	F4	손글씨	14	9.48	5.99	3.57	22.79
		키보드	14	8.85	5.75	2.80	19.34

\*음영 표시된 부분이 더 큰 값을 나타냄

키보드로 쓰인 글을 평가할 때 평가가 진행될수록 감마파의 수치는 모든 채널에서 전반적으로 증가하였다. 이에 따른 통계적으로 유의한 차이는 평가 후기 단계의 좌측 전전두엽(Fp1) 부위에서 나타났으며 검증 결과는 다음의 <표 7>과 같다.

표 7. 감마파에 대한 Wilcoxon 부호순위 검증 결과(유의한 값만 정리: 평가 단계=후기, 채널=Fp1)

전사 방식	N	평균	표준편차	z	p
손글씨	14	38.02	24.40	-2.417 <sup>b</sup>	.016*
키보드	14	27.62	15.52		

(Wilcoxon signed rank test a. 음의 순위 기준, b. 양의 순위 기준)

일반적으로 감마파는 불안과 고도의 정신적 스트레스나 약물에 의한 과활성의 지표로 알려져 있으며, 고도의 인지 작용이 필요한 과제 수행 시 증가한다(Fitzgibbon et al., 2004). 따라서 평가 과정에서 손글씨로 된 글을 읽을 때 감마파가 유의하게 더 높았다는 점은 평가에 따른 인지적 부담과 스트레스를 반영한다고 볼 수 있다.

손글씨로 된 글은 서체에 따라 가독성의 편차가 심한데 비해 키보드로 쓰인 글은 일정 간격의 바른 서체가 유지된다. 평가자들이 평가 과정에서 점수 판단에 대한 의사 결정을 내리는 데 드는 인지적 부담은 상당하며, 이러한 스트레스가 손글씨를 평가할 때에 감마파의 보다 더 높은 수치로 나타났다. 따라서 쓰기 평가자들이 겪는 어려움은 평가 과제를 해결해 나가는 과정에서 발생하는 인지적 스트레스에서 기인한다. 특히 평가 과정에서 누적된 피로는 평가 점수에 영향을 미쳐 신뢰

도를 낮추는 원인이 될 수 있기 때문에 손글씨로 쓰인 글을 특히 많은 양의 채점이 요구되는 대단위 쓰기 평가에서 제시한다면 그다지 일관된 평가 결과가 도출되기를 기대하기란 어려울 것이다. 이 연구에서 전사 방식에서 손글씨가 주는 어려움의 차이가 입증되었으므로 이를 쓰기 평가에서 평가자의 피로도를 낮추기 위한 방안으로서 키보드로 쓰인 글을 제시하는 것은 좋은 대안이 될 수 있을 것이다.

손글씨가 유발하는 정신적 스트레스나 평가의 어려움은 단편적인 것 이어서 숙련된 평가자들에게는 영향이 없을 것이라 여기기 쉽지만, 인간의 제한된 인지 자원에 대한 연구들은 숙련된 평가자들조차도 겪을 수 있는 쓰기 평가의 어려움을 설명하는 데 유용하다. 평가자들이 손글씨로 된 글을 해독하는 것과 같은 표충적 수준의 과제 요소에 자신의 한정된 인지 자원을 많이 소모하게 되면, 내용이나 표현과 같은 더 높은 충위의 요소의 평가와 같은 점수 판정(decision-making)에 필요 한 고차원적 인지 기체를 발휘하기 어렵게 된다.

Just & Carpenter(1992)는 작업 기억 용량 이론(working memory capacity theory)을 통해 ‘단기적인 정보 유지 및 조작을 지지하는 데 최대 이용 가능한 활성화 용량’(Just & Carpenter, 1992: 123)을 이론화하였다. 그들은 작업 기억의 차이를 작업 기억의 정보 처리 속도로 설명하였으며, 정보 처리의 속도가 빨라지면 작업 기억 내에 더 많은 정보를 저장할 수 있기 때문에 이를 효율적으로 사용할 수 있다고 하였다. 이는 평가 과정의 많은 부분을 설명할 수 있다. 쓰기 평가에서 가장 표충적 수준의 글자 해독 과정에서 많은 인지 자원을 사용할 경우 점수 판단에 영향을 미쳐 평가의 신뢰도 전반을 저하시킬 수 있음을 시사하는 것이다.

평가는 여러 인지 기체를 복합적으로 동원하는 어려운 활동이다. Cooper(1981), Freedman & Calfee(1983), Wolfe(1997, 2005), Cumming, Kantor, & Powers(2002) 등 그간 연구된 평가자 인지 과정 모형에서 평가자의 인지 과정을 1차원적으로 제시한 것은 찾아보기 어렵다. 즉, 쓰기 평가는 여러 가지의 복합적 인지 기체를 동원하여야

하는 어려운 과제인 것이다. 이 연구에서는 키보드로 쓴 글에 비해 손글씨로 쓴 글을 평가할 때 감마파가 전반적으로 더 높은 수치로 나타났다. 이는 숙련된 평가자들에게도 전사 방식의 차이가 유발하는 어려움이 평가 전반에 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여 준다.

이러한 쓰기 평가의 어려움을 감소시킬 수 있는 여러 관점의 접근법들이 있다. 평가기준표의 상세화, 평가 예시문, 평가자 훈련 등은 쓰기 평가자의 어려움을 줄이고, 보다 높은 신뢰도를 구축하기 위한 쓰기 평가의 대안들로 제시되고 있다. 이 연구에서 실증적으로 나타난 손글씨 평가에서의 베타파와 감마파의 우세를 고려하면, 손글씨로 된 글의 평가로부터 유발되는 쓰기 평가의 어려움을 개선하기 위한 방안으로 키보드로 쓴 글을 제시하는 것이 우선적으로 고려되어야 할 필요가 있다.

### 3. 평가 단계별 뇌파 변화 양상

#### 1) 베타파

평가 단계에 따른 뇌파의 변화 양상을 보다 면밀하게 관찰하기 위하여 평가 전기, 중기, 후기의 뇌파 변화의 차이를 검증하고 이를 <그림 1>의 그래프로 나타내었다.

전사 방식에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났던 좌측 전전두엽(Fp1)의 변화 양상이 가장 두드러진다. 베타파는 학습과 인지 활동의 지표이므로, 손글씨 조건(그림 1 좌측)에서 평가할 때의 베타파 변화와 달리, 키보드 조건(그림 1 우측)에서 평가 시에 평가 초반에 비해 베타파가 감소하는 것은 채점 수 누적에 따른 평가자의 숙달 또는 인지적 부담의 감소로 볼 수 있다. 손글씨로 된 글의 경우, 각 채널에서 오히려 평가 초반에 비해 베타파가 더 증가하거나 유지되었다.

우측 전전두엽(Fp2)의 경우 베타파가 평가 중기에 상승하였다가 약간 감소하였다. 전두엽 부위(F3, F4)는 평가 단계 내내 베타파의 수치

가 거의 일정하게 유지되었다. 손글씨로 쓴 글의 대부분이 평가 중반부에 거의 모든 채널에서 높은 베타파 수치를 보이고 있다. 평가 전기에 비해 평가 중기와 후기에 베타파의 수치가 증가한 것은 평가가 진행되어 갈수록 평가자들이 평가 과정에 보다 더 몰입과 집중하게 됨에 따라 학습과 인지 활동에 관여하는 베타파가 증가한 것으로 해석될 수 있다.

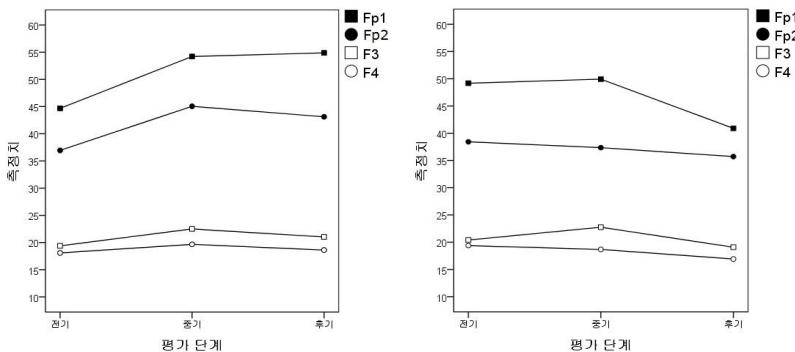


그림 1. 평가 단계에 따른 베타파 평균 변화 양상(좌: 손글씨, 우: 키보드)

<그림 1>에서 키보드로 쓰인 글을 평가할 때 좌측 전전두엽(Fp1) 부위의 뚜렷한 감소가 눈에 띈다. 이는 앞서 전사 방식에서의 차이가 통계적으로 유의하였으므로, 추가적으로 평가 단계 세 시기에 대한 차이 분석을 위해 Friedman 검증을 실시하였다.<sup>7</sup>

그 결과 Friedman 검증에서 키보드로 쓰인 글(그림 2 점선)의 평가 전기, 중기, 후기의 세 시기 간의 차이가 유의하였다( $\chi^2=7.000$ ,  $p=0.030$ ). 또한 이에 따른 사후 검증을 실시한 결과, 평가 전기와 후기

7 세 개 이상의 조건에 대한 비모수 검증인 Friedman 검증에서 유의한 차이가 발생할 경우, 사후 검증을 실시하여야 하지만 Friedman 검증에 대한 사후 검증 방법이 없어 일반적으로는 Wilcoxon 검증이나 Mann-Whitney 검증으로 두 개 조건을 비교하는 방식을 사용한다. 이 연구에서는 반복 측정 설계를 하였으므로 Wilcoxon 검증 방식을 채택하여 분석을 수행하였다.

사이의 유의한 차이가 나타났다( $z=-2.040$ ,  $p=.041$ ). 키보드로 쓰인 글에서 유의한 차이가 나타났던 좌측 전전두엽(Fp1)의 측정값을 그래프로 나타내면 다음과 같다.

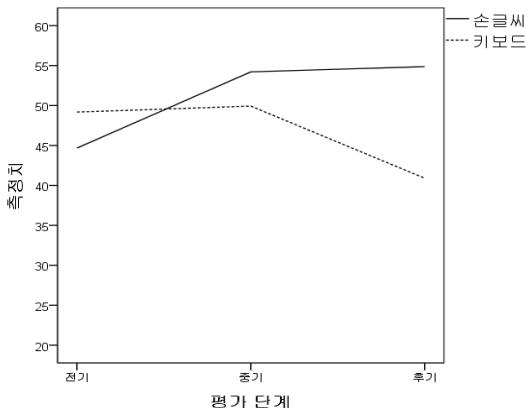


그림 2. 좌측 전전두엽의 평가 단계별 전사 방식에 따른 베타파 비교

키보드로 쓰인 글의 평가에서는 손글씨로 된 글을 평가할 때에 비해 전반적으로 낮은 베타파의 활동이 관찰되며, 평가 단계에 따라 베타파가 오히려 감소하는 경향이 나타난다. 손글씨 평가에서 나타나는 양상과는 상반되는 양상이다. 이는 키보드로 쓰인 글을 평가자들이 평가하는 과정에서 채점 수가 누적되어 감에 따라 평가 후반부로 갈수록 학습과 관련된 인지 활동이 다소 경감되는 것으로 해석할 수 있다.

뇌파 연구에서는 일반적으로 과업의 반복 수행에 따른 능숙도의 증가를 알파파의 상승에 초점을 두고 설명한다. 이는 알파파가 두뇌 기능의 활성화와 부적 관계에 있다는 연구 결과(Markend, 1990; Glass, 1991)에 의해서도 뒷받침된다. 다만 같은 평가 과제를 두고 전사 방식에 의해 뇌파의 차이가 발생한 데에 대해서는 보다 복잡한 기제로 설명하여야 할 필요가 있다. 손글씨 조건의 어려움이 각기 다른 서체가 지속적으로 등장하는 것에 따른 것이라면, 숙달에 이르는 과정에 손글

씨의 해독 과정이 지속적으로 주의 집중을 불러일으킬 것이다. Gevins et al.(2003)의 과제 연습 효과에 대한 논파 연구에 따르면 반복적인 과제에 의한 연습에서 나타나는 알파파의 상승이 점진적인 자동화에 의해 인지 자원의 소모가 줄어듦을 의미하며 이는 곧 숙달에 이르는 과정을 설명한다. 반면에 비반복적인 과제가 제시되면 주의 집중이 지속적으로 요구된다(Gevins et al., 2003: 383). 이 연구에서는 알파파는 분석 대상에서 제외하였기 때문에 연구 결과의 직접적인 비교는 어려우나 연습 효과에 의한 주의 집중의 감소가 손글씨 조건에서는 비교적 적은 영향력을 미친 것으로 해석된다.

이 연구에서는 아예 과제의 유형을 달리한 것은 아니지만 손글씨와 키보드 조건의 특성이 과제에 제시되는 서체의 일정성과 불특정성의 대조적인 영향을 유발하기 때문에 이것이 평가 후반의 베타파 변화 양상의 차이로 반영되었다. 즉, 이 연구에서 평가 후기의 키보드로 쓰인 글에서 나타나는 베타파의 감소 현상은 연습이 지속됨에 따라 인지 자원의 소모가 줄어들었기 때문이며, 손글씨로 쓰인 글에서는 이러한 변화가 발생하지 않은 데에는 글씨에 대한 주의 집중이 지속된 영향으로 여겨진다. 다만 전두엽(F3, F4) 부위에서는 평가 단계에 따른 차이가 크게 관찰되지 않았다.

## 2) 감마파

평가자들의 평가 중 감마파의 채널별 평균을 평가 단계에 따라 분석한 결과를 그래프로 나타내면 <그림 3>과 같다. 일반적으로 속파(fast wave)에 해당하는 감마파의 경우 자연적으로 발생하는 인간의 뇌파 중 가장 높은 대역의 주파수에 해당한다. 다른 주파수 대역과 비교하여 상대적으로 적은 수치로 측정되며 고도의 인지 능력을 요구하는 과제가 아닌 일상적인 활동에서는 거의 나타나지 않는다. 이 실험에서도 마찬가지로 절대적인 수치는 낮았지만 전사 방식에 의한 통계적인 차이가 나타났다. 또한 평가 중기에 가장 높은 수치로 나타났는데, 이는

평가 전기와 후기에 비해 평가자들이 겪는 인지적 부담에 따른 정신적 스트레스를 반영한 것으로 해석된다.

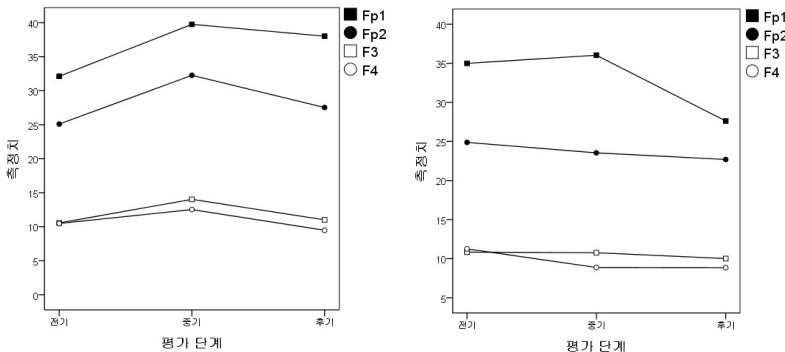


그림 3. 평가 단계에 따른 감마파 평균의 변화 양상(좌: 손글씨, 우: 키보드)

전사 방식에 따른 차이를 보인 평가 후기 단계의 좌측 전전두엽(Fp1)에서 측정된 감마파를 중점적으로 분석하기 위하여 추가적으로 평가 단계에 따른 Friedman 검증을 실시하였다. 그 결과 베타파와 마찬가지로 키보드 조건에서 좌측 전전두엽 부위(Fp1)의 평가 단계별 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다( $\chi^2=7.000$ ,  $p=.030$ ).

<그림 4>와 같이 키보드 조건(점선)을 평가할 때 손글씨 조건(실선)에 비해 단계 간의 뚜렷한 차이가 관찰된다. 다만 이에 따른 사후 검증 결과에는 차이가 없었다.<sup>8</sup> 결과적으로 이 연구에서 베타파와 감마파는 평가자들의 인지 활동이 전사 방식에 따라 구별되는 양상으로 나타났다. 특히 좌측 전전두엽(Fp1)에서 뇌파의 차이가 통계적으로 유의하게 관찰되었다. 일반적으로 좌뇌는 언어를 담당하며 전전두엽은 인지 과제 수행 시 활성화되므로, 이러한 결과는 전사 방식과 쓰기 평가 과제라는 특성을 반영하였다고 해석할 수 있다.

8 이러한 결과는 전사 방식에 따른 좌측 전전두엽의 통계적 차이가 본 검증에서 유의수준이 .05에 가까운 수치로 나타났기 때문( $p=.03$ )인 것으로 보인다.

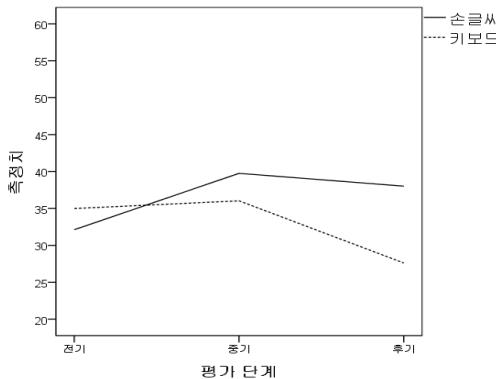


그림 4. 좌측 전전두엽의 평가 단계별 전사 방식에 따른 감마파 비교

특히 전사 방식에 따른 베타파와 감마파의 차이는 평가 단계의 후기에 더욱 두드러지게 나타났다. 평가 단계를 거치면서 손글씨 조건에서 인지적 부담 또는 활성화된 대뇌 활동의 지표로서 베타파와 감마파가 유지 또는 상승하였으며, 이에 따른 정신적 스트레스의 지표로서 감마파가 초반부에 비해 상승함으로써 손글씨와 키보드 조건 간의 차이로 반영되었다. 반면 키보드 조건의 글 평가에서는 평가자들의 베타파와 감마파 활성이 후반부에 감소되었다. 이는 평가를 지속해 나가면서 채점 수 누적에 따른 숙달이 자연스럽게 이루어졌기 때문이며, 적어도 이러한 과정에 키보드로 쓴 글이 손글씨로 쓴 글보다 어려움을 가중시킬지는 않았기 때문일 것으로 추정된다.

## V. 결론

이 연구는 전사 방식이 다른 글에 대한 평가자의 뇌파 차이를 관찰함으로써 전사 방식이 평가 과정에 미치는 영향에 대한 실증적 데이터를 제공하였다는데에 의의가 있다. 손글씨로 쓴 글과 키보드로 쓰인

글을 평가할 때 나타나는 베타파와 감마파의 차이는 평가자들이 손글씨로 쓴 글을 평가할 때, 키보드로 쓴 글을 평가할 때보다 높은 인지적 부담과 각성된 인지 활동을 하고 있음을 나타낸다. 이는 손글씨로 된 글이 평가의 피로와 어려움을 유발한다는 그간의 연구 결과(Klein & Taub, 2005; 박영민, 2014)와도 일치한다.

특히 평가 후반부 좌측 전전두엽(Fp1)에서 발생한 유의한 차이는 키보드로 쓴 글에서 뚜렷하게 나타나는 베타파와 감마파의 감소로 인한 것으로, 평가자들이 쓰기 평가를 할 때 겪는 어려움이 손글씨에서 더 지속되었다는 점을 의미한다. 이 연구에서 실험을 위한 평가에 사용된 글이 총 20편이었다는 점을 감안하면, 평가 지속에 의한 연습의 효과 또는 숙달이 이루어져 가는 과정에서 손글씨로 된 글을 평가할 때 베타파와 감마파가 유지되거나 오히려 증가하는 현상은 손글씨라는 전사 방식이 가지는 특성이 아니라면 설명하기 어려울 것이다.

이 연구에 참여한 평가자들이 평균 경력 8년 이상의 숙련된 평가자들이었다는 점을 감안한다면, 전사 방식이 평가 결과인 글의 점수와 평가자 간 신뢰도에 영향을 주지는 않았지만 평가 중 갖는 인지적 부담이 베타파와 감마파의 변화 양상의 차이로 나타난 것으로 해석할 수 있다. 즉 숙련된 평가자들이라도 손글씨로 된 글이 상대적으로 더 평가하기 어렵게 느껴질 수 있다는 것인데, 이는 대단위 평가와 같은 평가자 피로도와 효율적 평가 시행에 대해 시사하는 바가 있다. 또한 평가자들이 손글씨로 된 글을 해독하는 데서 오는 어려움은 손글씨가 반복 과정의 연습에 의한 숙달을 방해한다는 점으로 설명이 가능하며, 또한 쓰기 평가의 후광 효과 연구들과 인지 자원의 제한된 용량과 쾌락 표식 가설의 관점은 손글씨의 해독 과정이 평가 점수에도 전반적으로 영향을 미칠 수도 있다는 점을 보여 준다.

결과적으로 전사 방식의 차이가 단순히 해독에서 느끼는 어려움의 차원을 넘어서 평가 전반에 전사 방식이 관여될 수 있다는 것이다. 이 점은 평가의 질 관리와 제고의 관점에서 전사 방식의 차이를 반드시 고려하여야 한다는 것을 의미한다. 따라서 평가를 효율적으로 시행하

면서 높은 타당도와 신뢰도의 수준을 유지하려면 평가 시행 단계에서 전사 방식의 변화, 또는 점진적으로는 손글씨와 키보드 쓰기 방식을 선택하게 할 수 있도록 하여야 한다. 이는 학습자의 입장에서도 쓰기 평가에서의 전사 방식에 의한 부담을 해소하고 보다 높은 충위의 의미 구성 과정에 더 많은 자신의 역량을 쏟을 수 있도록 도울 것이다.

이 연구에서는 15명의 평가자들의 뇌파를 측정하여 전사 방식에 따른 글 평가의 차이점을 비교하였다. 뇌파 연구의 특성상 많은 참여자를 모집하지 못했다는 점은 일반화하는 데 어려움이 있기는 하지만, 이 연구는 기존의 연구 성과를 실증적으로 확인하는 수렴적인 데이터로서 평가 과정에 대한 접근 방법으로 뇌파 연구 방법이 제시할 수 있는 명시적인 이점도 존재함을 확인하였다. 다만 전사 방식이 글의 평가 점수에 어떠한 영향을 주었는지에 대한 기제까지 밝히기 위해서는 실험 자료를 보다 정밀하게 구성하여 개입되는 다른 변수의 영향을 엄격하게 통제할 필요가 있을 것이며, 또한 뇌파 연구 방법을 통해 평가의 보다 상세한 국면을 설명하기 위해서는 주파수 대역에 대한 분석뿐만 아니라, 뇌파 연구 방법의 여러 가지 분석 방법을 다채롭게 활용할 필요가 있을 것이다.

\* 본 논문은 2016.01.30. 투고되었으며, 2016.02.14. 심사가 시작되어 2016.03.02. 심사가 종료되었음.

## 참고문헌

- 박영민(2002), 「필자의 개념적 특징」, 『한국어문교육』 11, 한국교원대학교 한국어문교육연구소, 331–359.
- 박영민(2014), 「손글씨 설명문과 워드 설명문 평가 과정에서 나타나는 국어교사 눈동자 움직임의 차이」, 『국어교육학연구』 49(2), 국어교육학회, 193–224.
- 박영민·김승희(2007), 「쓰기 효능감 및 성별 차이가 중학생의 쓰기 수행에 미치는 효과」, 『국어교육학연구』 28, 국어교육학회, 327–359.
- 이지원·박영민(2015), 「채점 수 누적에 따른 쓰기 평가 과정의 눈동자 움직임 연구」, 『국어교육학연구』 50(4), 국어교육학회, 396–424.
- Alter, A. L., & Oppenheimer, D. M. (2009). Uniting the tribes of fluency to form a metacognitive nation. *Personality and social psychology review*.
- Andreassi, J. L. (1989). *Psychophysiology: Human behavior & physiological response*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Arnold, V. (1990). Do Students Get Higher Scores on Their Word-Processed Papers?. *A Study of Bias in Scoring Hand-Written vs. Word-Processed Papers*.
- Bull, R. & Stevens, J. (1979). The effect of attractiveness of writer and penmanship on essay grades. *Journal of Occupational Psychology*, 52, 53–59.
- Connelly, V., Gee, D., & Walsh, E. (2007). A comparison of keyboarded and handwritten compositions and the relationship with transcription speed. *British Journal of Educational Psychology*, 77, 479–492.
- Cooper, William H. (1981). Ubiquitous Halo. *Psychological Bulletin*, 90(2), 218–44.
- Cumming, A., Kantor, R., & Powers, D. E. (2002). Decision making while rating ESL/EFL writing tasks: A descriptive framework. *The Modern Language Journal*, 86(1), 67–96.
- Eames, K., & Loewenthal, K. (1990). Effects of handwriting and examiner's expertise on assessment of essays. *The Journal of Social Psychology*, 130(6), 831–833.

- Fitzgibbon, S. P., Pope, K. J., Mackenzie, L., Clark, C. R., & Willoughby, J. O. (2004). Cognitive tasks augment gamma EEG power. *Clinical Neurophysiology*, 115(8), 1802–1809.
- Gevins, A., Smith, M. E., McEvoy, L., & Yu, D. (1997). High-resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: effects of task difficulty, type of processing, and practice. *Cerebral cortex*, 7(4), 374–385.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: individual differences in working memory. *Psychological review*, 99(1), 122.
- Klein, J. & Taub, D. (2005). The effect of variations in handwriting and print on evaluation of student essays. *Assessing Writing*, 10, 134–148.
- Laham, S. M., Alter, A. L., & Goodwin, G. P. (2009). Easy on the mind, easy on the wrongdoer: Discrepantly fluent violations are deemed less morally wrong. *Cognition*, 112(3), 462–466.
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J.-C., Anton, J.-L., Roth, M., Nazarian, B., & Velay, J.-L. (2008). Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: Behavioral and functional imaging evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(5), 802–815.
- Mangan, Anda, Oxborough, & Kolbjorn Bronnick(2015). Handwriting and keyboard writing: Effect on Word Recall. *Journal of writing research*, 227–247.
- Mangen, A., & Velay, J. L. (2014). Cognitive Implications of New Media. *Johns Hopkins Guide to Digital Media*.
- Planton, S., Jucla, M., Roux, F. E., & Démonet, J. F. (2013). The “handwriting brain”: a meta-analysis of neuroimaging studies of motor versus orthographic processes. *Cortex*, 49(10), 2772–2787.
- Powers, D. E., Fowles, M. E., Farnum, M., & Ramsey, P. (1994). Will they think less of my handwritten essay if others word process theirs? Effects on essay scores of intermingling

- handwritten and word-processed essays. *Journal of Educational Measurement*, 220–233.
- Qin, Y., Sohn, M. H., Anderson, J. R., Stenger, V. A., Fissell, K., Goode, A., & Carter, C. S. (2003). Predicting the practice effects on the blood oxygenation level-dependent (BOLD) function of fMRI in a symbolic manipulation task. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(8), 4951–4956.
- Rao, S. M., Harrington, D., & Parsons, M. W. (2000). Acquisition of keyboarding skills: An event-related fMRI study. *NeuroImage*, 11(5), S361.
- Reber, R., Schwarz, N., & Winkielman, P. (2004). Processing fluency and aesthetic pleasure: Is beauty in the perceiver's processing experience?. *Personality and social psychology review*, 8(4), 364–382.
- Rogers, J., & Case-Smith, J. (2002). Relationships between handwriting and keyboarding performance of sixth-grade students. *American Journal of Occupational Therapy*, 56(1), 34–39.
- Sheppard, E. (1929). The effect of quality of penmanship on grades. *Journal of Educational Research*, 19, 102–105.
- Velay, J. L., & Longcamp, M. (2012). Handwriting versus Typewriting: Behavioural and Cerebral Consequences in Letter Recognition. *Learning to Write Effectively: Current Trends in European Research*, 25, 371.
- Winkielman, P., Schwarz, N., Fazendeiro, T., & Reber, R. (2003). The hedonic marking of processing fluency: Implications for evaluative judgment. *The psychology of evaluation: Affective processes in cognition and emotion*, 189–217.
- Wolfe, E. W. (1997). The relationship between essay reading style and scoring proficiency in a psychometric scoring system. *Assessing Writing*, 4(1), 83–106.
- Wolfe, E. W. (2005). Uncovering rater's cognitive processing and focus using think-aloud protocols. *Journal of Writing Assessment*, 2(1), 37–56.

## 초록

# 전사 방식에 따른 쓰기 평가자의 베타파와 감마파의 차이 분석

이지원 · 박영민

이 연구는 평가자들이 쓰기 평가에서 손글씨로 쓴 글과 키보드로 쓴 글의 평가 과정에서 차이가 나타나는지 알아보기 위해 평가 단계별로 뇌파를 측정하고 전사 방식을 독립 변수로 설정하여 베타파와 감마파의 차이와 변화 양상을 탐색하였다.

첫째, 글 평가 결과 Cronbach  $\alpha$  계수에서 손글씨 .945, 키보드 .913의 높은 신뢰도를 보였으며, 전사 방식 간 평균 점수의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 둘째, 전사 방식 간 뇌파의 차이는 좌측 전전두엽(Fp1) 부위의 베타파와 감마파 모두 평가 단계 후기에 손글씨가 유의하게 더 높은 것으로 나타났다. 셋째, 평가 단계 전기, 중기, 후기에 대한 변화의 양상을 관찰한 결과, 전전두엽 부위의 베타파가 손글씨로 쓴 글은 평가 초반의 베타파가 거의 유지되는 반면, 키보드로 쓴 글은 베타파가 평가 초반에 비해 감소하였다. 감마파는 양쪽 조건 모두 평가 중반에 높아지는 경향을 보였으며 이는 평가자들이 평가 중 겪는 인지적 부담에 따른 정신적 스트레스를 반영하는 것으로 해석되었다.

전사 방식이 평가자의 인지적 부담과 스트레스에 영향을 미친다는 연구 결과를 바탕으로 쓰기 평가에 대한 시사점을 도출하면 다음과 같다. 먼저 평가의 실용도 측면에서 평가자의 피로도를 줄이기 위해서는 손글씨보다는 키보드로 쓴 글이 유리할 것이다. 또한 키보드 쓰기 방식은 글씨의 후광 효과에 의한 평가 점수의 신뢰도와 타당도를 저해하지 않게 하기 위한 방안으로서도 유효한 가치가 있다.

**핵심어** 손글씨, 키보드, 타이핑, 워드프로세서, 전사, 뇌파, 쓰기 평가, 피로도, 스트레스, 타당도, 신뢰도, 실용도, 작문 평가

## **ABSTRACT**

# **Analysing the Transcription Mode Effects on the Beta-gamma Activity in a Writing Assessment**

**Lee Jiwon • Park Youngmin**

The purpose of this study was to investigate transcription mode effects in a writing assessment. We conducted EEG study that focused on beta-gamma activity from 15 participants. For analysing EEG, we divided raw data into three stage (early vs. middle vs. late). These data was tested for difference in transcription modes (handwriting vs. keyboarding) with the inter-sessions.

Our data suggests that both conditions were sustained high inter-rater reliability, and differences in an average score were not significant. Considering the transcription mode, beta-gamma signal in handwriting condition is significantly higher than keyboarding condition in the left prefrontal. Also each stage of evaluating was changed as differently trends. In the latter part of evaluating, beta activity declines in keyboarding essay condition. In contrast, beta activity maintained the level of measures in handwriting essay condition. At the middle part of evaluating, gamma activity was the highest. These relate to rater's cognitive work load in the brain and stress during evaluating. We suggest keyboarding essay condition is good to raters, since it can reduce their fatigue. As a result, keyboarding essay condition can effect not only their performance but also fine validity, reliability and practicality of the writing assessment.

**KEYWORDS** handwriting, keyboarding, typing, word processor, transcription, EEG, writing assessment, fatigability, stress, practicality