

## 글읽기에서 나타난 성인과 청소년의 중심와주변 정보처리: 고정시간 분포에 대한 확산모형 분석\*

주 혜 리<sup>1)†</sup>

고 성 룡<sup>1)2)</sup>

<sup>1)</sup>서울대학교 인지과학협동과정

<sup>2)</sup>서울대학교 심리학과

이 연구의 목적은 글읽기의 주요한 현상인 중심와주변 미리보기 효과(parafovea preview effect)의 중요성을 검증하고, 성인과 청소년을 대상으로 안구운동추적 실험을 통해 연령이 다른 두 집단의 중심와주변 미리보기 효과를 비교해 보고자 한다. 또한 안구운동 추적실험을 통해 얻은 결과자료를 단일경계 확산모형(diffusion model)의 시작점(starting point) 파라미터로 설명되는지 확인할 것이다. 실험은 경계선 기법(boundary technique)을 이용하여 중심와주변 정보처리를 관찰하였다. 실험 1에서는 중심와주변에 미리보기 정보로 고빈도 단어를 제시하는 것과 미리보기 정보를 차폐하는 것을 비교하였다. 실험 2에서는 중심와주변 미리보기 정보로 저빈도 단어를 제공하였고, 중심와주변 미리보기를 차폐한 것과 비교하였다. 두 실험 결과, 청소년 집단과 성인 집단에서 중심와주변에 정보가 주어졌을 때 중심와주변 미리보기 이득 효과를 확인하였다. 또한 중심와주변에 높은 정보 성질, 즉 단어의 빈도에 따라 두 집단의 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간에서 고정시간 차이를 살펴보았다. 두 실험에서 얻은 첫고정시간 데이터를 분위수로 나누고 단일경계 확산모형에 fitting한 결과, 중심와주변 정보처리가 시작점 파라미터로 설명되는 것을 확인하였다.

주제어 : 안구운동 추적, 글읽기, 중심와주변 정보처리, 분포분석, 확산모형

---

\* 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단 지원을 받아 수행된 연구입니다  
(NRF S1A5B5A07058610).

† 교신저자: 주혜리, 서울대학교 심리학과 언어와사고 실험실, (08826) 서울시 관악구 관악로1 16동 M404  
연구분야: 인지과학, 언어심리  
E-mail: kingni1956@snu.ac.kr

## 서론

### 안구운동의 특징과 글읽기 안구운동 연구

안구운동 연구는 눈의 움직임이 인지처리를 반영한다는 가정을 바탕으로 안구운동장비와 컴퓨터를 연결하는 기술 발전과 언어처리 이론의 등장 등으로 활발하게 이루어지고 있다(McConkie, 1979, 1981; Rayner, 1998). 이러한 발전은 글 읽기에서 나타나는 눈이 한 지점에 머무르는 고정(fixation)과 빠르게 건너뛰기 도약(saccade)의 특징, 그리고 이 과정에 일어나는 정보처리의 양상을 설명할 수 있게 하였다. 글읽기에서 나타나는 안구운동 실험은 고정시간을 관찰 지표로 첫고정시간(first fixation time), 단일고정시간(single fixation time), 주시시간(gaze duration)을 주로 측정한다. 첫고정시간은 한 어절에 처음으로 고정한 시간으로 주어진 정보의 탐색을 앞으로 어떻게 할지를 결정하는 판단에 영향을 준다. 단일고정시간은 한 어절에 고정이 오직 한 번만 있을 때의 시간으로 첫고정시간에 포함되지만 주어진 정보의 탐색을 단 한 번의 고정시간으로 마칠 수 있다는 것을 보여주는 지표이다. 주시시간은 한 어절에 처음 고정한 시간부터 그 어절을 빠져나가기 전까지 고정시간들의 합으로 주어진 정보를 처리하는데 걸리는 모든 탐색시간을 나타낸다. 그 밖에도 어떤 어절을 고정하지 않고 지나가는 비율인 건너뛰기율과 두 번 이상 고정한 비율인 재고정율을 관찰하기도 한다(Rayner, 1998; Rayner & Pollatsek, 1981, 1989). 다수의 글읽기 안구운동 연구들을 통해 글의 난이도가 높을수록, 단어의 빈도가 낮을수록, 그리고 어절의 길이가 길어질수록 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간은 길어지고, 재고정률이 높아지며 건너뛰는 비율이 낮아진다고 알려져 있다(Inhoff & Rayner, 1986; Rayner, 1998, 2009; Rayner & Duffy, 1986; Rayner, Sereno, & Raney, 1996 참고). 최근 우리글 읽기에서도 고정과 도약의 양상에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(예: 고성룡과 윤낙영, 2007; 고성룡 등, 2010; 윤소정과 고성룡, 2010; 이춘길, 2004; 최소영, 2012). 2007년 고성룡과 동료들의 연구에 따르면 우리글 읽기에서 보통 숙련된 독자들은 일반적으로 한 곳에 225ms 정도 머무르다가 3.6자 정도를 뛰어 다른 곳으로 움직인다고 보고된다. 그리고 눈이 모든 어절에 머무르는 것이 아니라 어절의 8.3%정도는 두 번 이상 머무르고, 19% 정도는 앞으로 돌아가 다시 읽는 것을 확인하였다. 이처럼 글읽기에서 나타나는 눈의 움직임은 고정과 도약의 연쇄로써 이는 글의 여러 수준의 특성들이 영향을 미친다.

### 글읽기 안구운동에 미치는 중요 변인

글읽기 안구운동의 대표적인 변인은 객관적 빈도(objective frequency), 주관적 친숙도(subjective frequency), 단어습득연령(Age of Acquisition)과 같은 독자와 단어의 관계 혹은 경험이 반영되는 단어의 성질이다. 특히 단어와 얼마나 자주 만나는지를 보여주는 단어의 빈도 효과는 어휘 처리과

정에 큰 영향을 주기 때문에(Balota & Chumbley, 1984; Forster & Chambers, 1973; Koh, Hong, Yoon, & Cho, 2008; Monsell, 1991; Rayner, 1998; Seidenberg & McClelland, 1989) 단어명명과제(Brown & Watson, 1987; Gerhand & Barry, 1998; Morrison & Ellis, 1995)와 어휘 판단 과제 (Morrison & Ellis, 2000) 등 다양한 실험과제를 통해 강조되고 있다. 자연스러운 글 읽기 안구운동 실험에서도 단어의 빈도 효과는 뚜렷하게 나타나는데, 저빈도 단어 보다 고빈도 단어에서 고정시간이 더 짧게 나타난다(Juhasz & Rayner, 2003, 2006; Rayner, 1998; Yoon & Koh, 2010). 우리글 읽기 안구운동 연구로는 고성룡 등(2007)이 고빈도 단어가 저빈도 단어 보다 고정시간과 주시시간이 모두 짧다는 것을 관찰하였다.

이 연구에서는 성인 집단과 청소년 집단을 비교한 최초 안구운동 추적 실험으로 글읽기에서 중심와주변 정보처리에 초점을 맞춰 중심와주변의 미리보기 자극을 단어의 빈도로 조작하여 중심와주변 미리보기 이득 효과 뿐만 아니라 중심와주변에서도 단어빈도 효과가 있는지를 확인할 것이다.

## 글읽기에서의 중심와주변 정보처리

### 중심와주변과 중심와주변 미리보기 효과

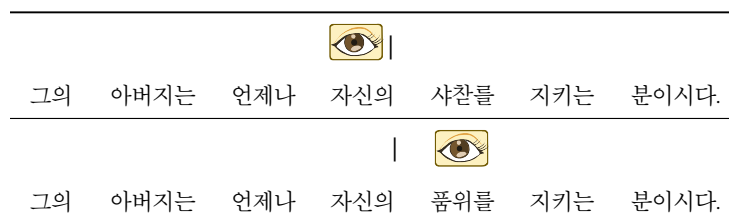
우리가 정면을 응시하며 길을 걷는다고 상상해보자. 우리는 앞에 무엇이 있는지 뚜렷이 인식할 수 있다. 뿐만 아니라 머리와 시선을 옮기지 않아도 옆에 사람이 지나가는지, 심지어 옆에 지나가는 그 사람이 어떤 색의 옷을 입었는지도 어느 정도 알 수 있을 것이다. 이처럼 우리의 시각 장(visual field)은 생각하는 것 보다 넓은 영역을 볼 수 있다. 망막의 자극을 분석하는 원추세포(cone)들의 밀집 정도에 따라 시력(acuity) 차이를 만들고(Rayner, 1998; 이춘길, 2004), 고정점 주위의 대략 1~2도 정도의 시력 영역인 중심와(fovea)에서, 대략 3~5도 정도의 영역인 중심와주변(parafovea), 그 밖의 영역인 외곽(periphery)으로 갈수록 시력은 떨어진다. 이 시력 차이로 인해 눈은 확인되지 않은 시력 영역을 중심와에 놓기 위해 빠르게 도약한다. 이처럼 우리가 무언가를 의식적으로 보고 있다고 생각할 때는 그 시각 정보는 주로 중심와 영역으로부터 오는 정보들에 의존하고 있다. 그러나 정면만 보며 걸던 우리가 우리 옆으로 내가 좋아하는 색깔의 옷을 입은 매력적인 듯한 사람이 지나간 것을 느끼면, 우리는 그 매력적인 듯한 흐린 시각 자극을 빠르게 중심와 영역에 들어오도록 도약할 것이다. 최근 들어 이러한 비교적 흐린 정보를 주는 중심와주변에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Schotter, Angele 와 Rayner, 2012). 중심와주변을 통해 들어오는 정보는 입력은 되고 있으나 세밀하지는 못하고, 의식적으로는 인식되지 않는 경우가 많다. 그러나 앞의 예와 같이 우리는 길을 걸을 때도 머리와 시선을 움직이지 않더라도 양 쪽에

자극을 흐릿하게 알고 있다는 사실만으로 중심와주변은 어느 정도의 정보를 주며 중심와처럼 중요한 역할을 하는 것은 분명하다.


우리는 글을 읽을 때도 중심와 뿐만 아니라 중심와주변을 활발하게 사용한다. 한 번의 시선 고정으로 처리할 수 있는 글자 수는 상당히 제한되어 있다. 그러면서 우리가 의식적으로 보는 범위보다는 넓은 범위의 정보가 활용되고 있다. 이처럼 눈이 한 곳을 응시하고 있을 때 실제 처리되고 있는 시각장 범위를 지각폭(perceptual span)이라 하며(McConkie와 Rayner, 1975) 이 지각폭은 중심와 영역뿐만 아니라 중심와주변 영역도 포함된다.

### 안구운동추적 경계선기법

글읽기에서 중심와주변부의 정보가 이용되고 있다는 증거는 다양한 선행연구에서 보고되었다. McConkie, Kerr, Reddi와 Zola(1988)는 글읽기에서 단어에 눈이 고정할 때 선호 위치(preferred viewing location)가 있는데 그 위치는 표적 단어를 고정하기 전 중심와주변 정보를 이용해 이미 결정된다는 것을 확인하였다. Morris, Rayner와 Pollatsek(1990)은 중심와주변에서 얻은 정보는 단어 길이 파악과 분절, 도약운동의 계획에 사용된다고 보고하였다. 글읽기에서 중심와주변 정보로 몇 자까지 인식 가능 한지, 두 고정 사이의 정보 통합은 어떻게 이루어지는지 등 많은 중심와주변에 대한 궁금증은 연구방법의 발전으로 이어졌다(Pollatsek, Lesch, Morris, & Rayner, 1992; Rayner, 1975; Underwood & McConkie, 1985 등). 그 중 대표적인 안구운동 추적 기법이 경계선 기법(boundary technique)이다. 경계선 기법은 글읽기에서 눈이 한 고정과 그 다음 고정 사이 경계선을 정하여 눈이 경계선을 넘어가는 순간, 다음 고정에서 주어질 정보를 바꾸는 안구운동 실험 기법이다(Rayner, 1998 참조). 이 기법은 글읽기에서 정보수집이 억제되는 도약 중에 자극이 바뀌기 때문에 대부분의 독자들이 자극이 바뀌는 것을 인식하지 못한다는 장점이 있어 다양한 연구를 가능하게 하였다. 다음은 경계선 기법의 예이다.



(그림 1) 경계선 기법의 예

그림 1에서 ‘’은 고정하는 눈의 위치이고, ‘|’는 가상의 경계선이다. 눈이 ‘자신의’에 머무르고 이 가상의 경계선을 넘기 전, 오른쪽 중심와주변에 미리보기 자극은 무의미한 ‘사찰’이

제시된다. 그 후 ‘자신의’를 고정하던 눈이 가상의 경계선을 넘는 순간, 무의미한 ‘샤찰’은 표적 단어 ‘폼위’로 바뀌고 이때 표적단어 ‘폼위’의 고정시간을 측정한다. 이 방법의 논리는 중심와주변에서 정보가 수집된다면 경계선을 넘기 전, 미리보기로 의미 있는 자극이 제시될 때가 무의미한 자극이 제시될 때보다 처리과정을 쉽게 하여 표적자극의 처리를 빠르게 한다는 것이다. 이때 처리의 이득을 중심와주변 미리보기 효과(parafoveal preview effect)라고 한다(Rayner, 1998). 많은 선행연구를 통해 중심와주변에서 미리보기 이득효과를 주는 대표적인 자극은 시각유사, 음운유사, 의미유사 자극이 제시될 때로 알려져 있다.

경계선 기법을 이용한 글읽기 중심와주변 이득 효과를 확인한 연구로는 언어 별로 다양하다. 영어권 연구로는 글읽기에서 중심와주변 미리보기로 시각유사 자극과 음운유사 자극에서 이득 효과를 확인한 다수 연구들(Balota, Pollatsek와 Rayner, 1985; hance, Rayner와 Well, 2005; Inhoff 1989; Pollatsek, Lesch, Morris와 Rayner, 1992; Rayner, 1975); Rayner, McConkie와 Ehrlich, 1978; Rayner, McConkie와 Zola 1980 등)이 나타난 반면, 중심와주변에 의미 자극에 대한 미리보기 효과는 관찰되지 않았다(Altarriba, Kambe, Pollatsek와 Rayner 2001; Rayner, Balota와 Pollatsek, 1986; Rayner, Schotter와 Drieghe, 2014). 그러나 최근 Rayner의 제자 Schotter(2013)는 영어 글읽기에서 동의어가 미리보기 단어로 제시할 때는 의미적 미리보기 효과를 관찰할 수 있다고 보고 하였지만 아직도 영어 글읽기에서 의미적 미리보기 효과에 대한 의견이 분분하다. 영어와 달리 독일어(Laubrock와 Hohenstein, 2012), 핀란드어(Ziegler, Bertrand, Tóth, Csépe, Reis, Faísca, Saine, Lyytinen, Vaessen와 Blomert, 2010) 글읽기에서는 중심와주변에 의미적 정보 미리보기 효과를 관찰하였다. 이는 언어가 가지는 특징 때문으로 설명하며, 독일어는 철자와 음운의 대응관계가 높고(Laubrock와 Hohenstein, 2012), 핀란드어는 음운적 투명도를 가지기 때문이라고 설명한다(Ziegler, Bertrand, Tóth, Csépe, Reis, Faísca, Saine, Lyytinen, Vaessen와Blomert, 2010). 중국어 글읽기 연구들에서는 중심와주변 의미 정보 미리보기 효과 뿐만 아니라(Tsai, Klieg와 Yan, 2012; Yan, Richter, Shu와 Kliegl, 2009; Yang, Wang, Tong와 Rayner, 2012; Zhou, Kliegl와 Yan, 2013) 음운유사 자극이 주어 졌을 때도 이득 효과를 관찰하였다(Pollatsek, Tan 과 Rayner, 2000).

우리글읽기에서 중심와주변 미리보기 효과를 살펴 본 연구들로는 민철홍(2012)이 중심와주변에서 시각정보와 음운정보가 미리보기로 주어졌을 때 정보처리에 도움을 준다는 것을 확인하였다. 이상은, 주혜리와 고성룡(2020) 안구운동 실험 연구에서는 불규칙용언을 실험 자극으로 중심와주변에서 형태소 정보를 추출하는지를 확인하였고, 그 결과 글읽기에서 중심와주변에 의미유사 자극이 주어졌을 때 미리보기 이득 효과를 관찰하였다.

이처럼 실시간으로 글읽기에서 중심와를 통해 정보를 얻는 것뿐만 아니라 중심와주변에서 정보를 얼마나 얻을 수 있는지를 확인 할 수 있는 것은 컴퓨터 기술에 바탕을 두었다고 할 수 있으며 이 연구에서는 앞서 소개한 안구운동 추적 경계선 기법으로 실험할 것이다.

## 글읽기 연구의 분포 분석의 중요성과 인지모형

이전 글읽기 안구운동 추적 연구는 눈의 움직임을 고정과 도약으로 나누고, 고정시간에 영향을 미치는 변인들, 단어의 빈도와 내용의 예측성 등을 통제하여 글읽기 현상의 특징을 관찰하고 이를 이해하려는 시도가 대부분이었다(Inhoff & Rayner, 1986; Rayner & Duffy, 1986; Ehrlich & Rayner, 1981; Rayner, Ashby, Pollatsek, & Reichle, 2004). 그러나 집단의 통제된 변인에 따른 반응시간 평균 혹은 중심값 비교만으로 개인의 글읽기 분석이 불가능하며 복잡한 글읽기 현상을 이해하고 예측하는데 한계가 있다.

최근 복잡한 인지과정인 글읽기 현상을 설명하기 위한 모형이 제안되었고, 대표적인 인지모형인 E-Z Reader모형(Pollatsek, Reichle, & Rayner, 2006; Reichle, Pollatsek, Fisher, & Rayner, 1998; Reichle, Rayner, & Pollatsek, 2003)과 SWIFT모형(Engbert, Nuthmann, Richter, & Kliegl, 2005)은 인지처리 시스템과 안구운동처리 시스템의 상호작용에 중점을 두면서 인지처리에서 주의(attention)를 강조한다. 하지만 E-Z Reader모형과 SWIFT모형은 고정시간(fixation time), 건너뛰기(skipping), 다시 돌아가서 읽기(regression)와 같은 전반적인 양상들을 설명하려다 보니 모형이 복잡하고, 복잡한 모형임에도 언어 처리 측면을 보면 처리의 어려움은 단어 빈도와 예측성에만 한정되어 있다. 그러므로 이 연구에서 확인하고자 하는 중심과 주변 미리보기 효과와 같은 새로운 변인은 설명하는데 한계가 있다. 또한 E-Z Reader모형과 SWIFT모형은 글읽기 현상을 설명하는데 초점 맞춰 있으며 그 현상을 예측하는 모형으로 부족함이 있다.

인지 모형은 어떠한 현상을 잘 묘사하는 것도 중요하지만, 그 모형이 그 현상을 예측하는 것도 매우 중요하다. 분포분석 연구는 중심경향을 살펴본 이전의 방법에서 할 수 없었던 현상의 새로운 설명을 할 수 있게 하며, 현상에 영향을 미치는 한 변인이 분포의 어떤 측면에 영향을 주는지를 확인하여 개인차 분석을 가능할 수 있게 한다. 개인차 분석을 강조되면서 글읽기 연구도 반응시간 평균처리의 한계를 비판하고 고정시간을 ex-Gaussian 분포 혹은 분위수에 따른 반응 비율(예: vincentile)을 확인하는 등 변인 조작에 따른 분포 양상을 확인하는 연구가 두드러지고 있다(Staub et al, 2010; Staub, 2011). Balota와 Spieler(1999)은 어휘 판단 과제에서 단어의 빈도가 반응시간 분포의 위치(location)와 왜도(skewness)가 영향을 미친다는 것을 확인하였고, Balota, Yap, Cortese와 Watson(2008)은 단어명명과제와 어휘 판단 과제를 통해 표적단어에 대한 의미 점화(priming)효과를 분포 위치 차이로 확인할 수 있다고 주장하였다. 글읽기 안구운동 추적 연구로는 Staub, White, Drieghe, Hollway와 Rayner(2010)가 빈도가 분포의 위치와 왜도에 영향을 미치는 것을 보여주었고, Staub(2011)은 단어 예측성이 분포의 위치에 영향을 준다는 것을 관찰하였다.

이 연구에서는 안구운동 추적 실험 경계선 기법을 통해 얻어진 결과 자료를 Ratcliff(1978, 2008)의 확산모형(diffusion model)을 기초로 제안한 SNUDM(SNU diffusion model; 고성룡 외 2, 2020)을 글읽기 현상을 설명하기 위해 수정한 단일경계 확산모형(One Boundary Diffusion Model; 주혜리,

2015)에 fitting해 보고자 한다. 단일경계 확산모형은 글읽기에서 눈이 머물렀다가 떠나는 것을 하나의 선택 과제로 가정하고 중심와를 통해 고정하는 단어의 처리를 반영하는 파라미터, 중심와 주변 처리를 하는 파라미터, 안구운동준비를 반영하는 파라미터와 중심와주변 처리를 하는 파라미터, 안구운동준비를 반영하는 파라미터등의 최소한의 파라미터를 가정한다. 그리고 현상을 분명하게 이해할 수 있도록 실험조작과 모형의 파라미터 사이의 선택적인 영향을 가정한다(Ratcliff, 1978, 2008). 선택적 가설(selective assumption)을 바탕으로 실험 조작의 효과가 영향을 받을 것으로 예상되는 파라미터로 잘 설명이 되는지를 알아보기 위해 통제된 실험을 통해 글읽기에서 주변와의 단어 정보처리는 모형의 정보 표집율( $v$ ; drift rate) 파라미터로 설명되고, 중심와주변 정보처리는 시작점( $z$ ; starting point) 파라미터로 설명되는 것을 확인하였다(주혜리, 2015).

이 연구에서는 안구운동 추적실험을 통해 중심와주변 미리보기 효과를 관찰하고 평균 반응시간을 비교할 것이다. 또한 그 결과자료를 분포분석하고 단일경계 확산모형에 fitting한 결과 글읽기에서 중심와주변 정보처리가 시작점( $z$ ) 파라미터로 설명되는지를 확인할 것이다. 실험조작과 모형의 파라미터를 선택적으로 이어주면 글읽기 현상을 이해하는데 도움이 될 뿐만 아니라 앞으로 글읽기에서 개인차를 이해할 수 있는 기초가 될 수 있을 것이다.

단일경계 확산모형에 fitting하시 전, 안구운동 추적실험을 통해 얻은 자료의 반응시간 분포는 Ratcliff와 Tuerlinckx(2002)와 같은 방법으로 분위수(quantile)로 나누어 분석할 것이다. 분위수는 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9이며 파이썬프로그램을 이용하여 6개의 구역(bin)을 만든다(0-0.1, 0.1-0.3, 0.3-0.5, 0.5-0.7, 0.7-0.9). 그리고 이 자료를 단일경계 확산모형을 통해 각 구역 안에 들어가는 비율(proportion)을 비교하여 Ratcliff 연구와 같이 카이스퀘어 방식(Chi-square method)을 따라 그 값을 보고, 분포가 제대로 이루어졌는지를 확인할 것이다.

## 연구 목적

해외에서는 다양한 연령층을 대상으로한 다수 글읽기 연구가 있다(McKoon & Ratcliff, 2018; Rayner, Reichle, Stroud, Williams, & Pollatsek, 2006 등). 그러나 우리글 읽기 연구에서는 실시간 데이터를 이용한 실험을 통해 연령을 비교한 연구는 아직 없다. 이 연구의 목적은 글읽기를 안구운동 추적 실험 경계선기법을 통해 중심와주변의 미리보기 자극의 유무가 성인 집단과 청소년 집단의 글읽기에 얼마나 영향을 미치는지 고정시간을 통해 비교하고, 중심와주변에 미리보기 자극을 고빈도와 저빈도 조건으로 두어 중심와주변에서도 대표적인 단어의 성질에 따른 차이인 단어 빈도 효과를 관찰해 보고자 한다. 실험 1은 중심와주변 미리보기 자극은 고빈도 단어를 그대로 주는 동일 조건과 정보를 차폐하는 차폐 조건을 비교하고, 실험 2는 중심와주변 미리보기 자극에 저빈도 단어를 주는 동일 조건과 정보를 차폐하는 차폐 조건을 비교한다. 나아가 한 고정시

간에 나타나는 분포가 평균 수준의 분석보다 더 많은 것을 설명할 수 있음을 가정하고 고정시간 분포 패턴을 살펴보고, 글읽기 인지모형인 단일경계 확산모형에 실험 결과 자료를 fitting하여 시작점 파라미터로 중심와주변 정보처리 현상을 설명할 수 있는지 알아볼 것이다.

## 실험 1. 고빈도 차폐

### 방 법

**참가자** 서울시 소재 초중고등학교를 졸업하고 현재 서울시 소재 대학 재학생인 20대 성인(만 20-28세) 26명과 서울시 소재 초등학교를 졸업하고 서울시 소재 중학교 1학년(만13-14세) 20명이 참여하였다. 참가자는 한국어를 모국어로 사용하며 컴퓨터 화면에 제시되는 글자를 읽는데 불편함이 없는 비 교정 혹은 교정시력(1.0이상)을 가졌다. 실험 과정에서 오류가 발생한 성인 참가자 2명을 제외한 24명을 분석하였다.

**도구** Eyelink II(SR Research, Ontario, Canada)를 사용하여 안구운동을 측정하였다. Eyelink II는 이미지처리를 통해 동공의 위치를 추적한다. 머리의 위치는 컴퓨터 화면 네 귀퉁이에 4개의 적외선 센서로 추적 및 보정되고 수집률 500Hz, 공간 해상도 약 0.01도로 오른쪽 눈에 대한 자료를 수집하였다. 중심와주변 정보처리를 관찰하기 위해 먼저 한글 문장을 이미지 파일로 변환하고 표적 전단어 마지막 자의 절반 위치의 화소정보를 미리 알고 있다가 안구가 도약운동을 하면서 이 경계(boundary)를 지날 때 화면을 바뀌도록 파이썬을 통해 프로그램 하였다. 자극은 삼성 컬러 SyncMaster 927 DF CRT 모니터에 해상도 800 \* 600, 주사율 200Hz로 제시 되었다. 눈과 화면 사이의 거리는 약 64cm이었다.

문장은 굴림 글꼴의 한 줄로 표시되었다. 글자 크기는 20pt이었고 한 글자는 시각 0.83도였다. 배경색은 회색, 글자색은 검정색이었다. 참가자들은 양쪽 눈을 모두 사용하여 글을 읽었지만, 이 연구에서는 오른쪽 눈의 이동만을 추적하였다. 머리의 움직임을 줄이기 위해 턱과 머리를 고정하는 장치를 사용하였다.

**자극** 실험 1에서는 황지영(2012) 실험1에 사용된 빈도조작 문장 중 고빈도 단어를 사용한 문장 200개를 수정하여 사용했다(부록). 고빈도 단어인 표적단어는 2음절 단어로 차폐여부에 따라 동일 조건과 차폐 조건으로 구분했다. 동일 조건에는 표적과 동일한 미리보기가 제시되었고, 차폐 조건에서는 표적단어와 초성, 중성, 종성 모두 다른 의미가 없는 형태가 미리보기로 제시되었다. 표적단어는 한 글자의 조사가 붙은 형태로 문장의 중간 부분에 위치하도록 네 번째 어절



에 제시하였다. 표적 직전 어절(n-1)은 세 글자 이상으로 하였는데 이는 표적에 대한 미리보기 정보가 잘 추출될 수 있도록 하기 위한 것이었다. 표적 직전 어절이 너무 짧으면 표적 직전 어절을 건너뛰는 경우가 많아질 수 있고 너무 길면 표적 직전 어절의 앞부분에 고정하는 경우 표적 어절에서 너무 멀어서 미리보기 정보가 추출되지 않을 수 있기 때문이다. 또한 표적 정보를 추출하는데 문맥 이득 효과가 없도록 40명을 대상으로 표적단어 이전의 내용을 보고 표적단어가 예측되는지 여부를 설문조사 하여 이를 통제 하였다.

#### 실험 문장의 예

동일 조건: 아버지는 속초에 도착하자마자 | 행사를 찾으러 가신다고 했다.

차폐 조건: 아버지는 속초에 도착하자마자 | 애플 찾으러 가신다고 했다.

실험 자극 문장은 처음 제시될 때에는 표적단어가 조건 별 미리보기의 형태로 제시되었다가 참가자의 시선이 가상의 경계선을 넘으면 표적단어의 형태로 바뀐다. 경계선의 위치는 이전 어절 마지막 글자의 3/4 지점이었다.

실험자극은 200개 쌍으로 실험 참가자 별로 역균등화(random)하여 제시 되었다. 모든 참가자는 200개의 문장을 매우개(filler)문장 없이 주어진다. 안구운동 실험으로 200문장 이상의 문장을 읽는 것은 피험자에게 무리를 주고, 특정 단어나 구조의 반복이 없을 뿐만 아니라 문장 예측성 설문과 문장 이해도 설문을 통해 자연스러운 문장 자극을 선별하였기 때문에 매우개 문장은 생략 하였다.

**절차** 실험은 개별적으로 시행되었다. 참가자는 지시문을 읽고, 안구운동 추적 장치에 대해 간략하게 소개받았다. 그리고 참가자는 안구운동 추적 장치를 머리에 착용하고 정위(calibration)과제를 수행하였다. 정위 시 참가자는 모니터에 제시된 9개의 점에 시선을 고정하도록 지시 받았다. 모니터에 제시된 점의 위치와 계산된 눈의 위치의 차가 0.5도 이내 일 때 유효한 값으로 받아들여졌다. 정위와 확인 절차 후에는 연습과제를 하였다. 하나의 시행이 시작되면 화면의 왼쪽에 점이 제시되고 참가자가 점을 응시하고 있을 때 실험자가 버튼을 누르면 점이 제거되고 문장을 제시하였다. 문장은 한 줄로 제시되었고 참가자는 문장을 소리 내지 않고 평상시 글을 읽듯이 자연스럽게 읽고 버튼을 눌러 한 시행을 마쳤다. 피험자가 문장을 성실히 읽고 있는지를 확인하기 위해 직전에 읽은 문장에 대한 간단한 2지선다형 문제가 30개 제시되었다.

연습시행 7문장과 본 시행 200문장으로 구성된 전체 실험은 총 25-30분 정도 소요되었다. 안구운동 실험을 마치고 모든 피험자들은 실험 자극으로 사용된 단어를 이해하고 있는 지를 확인 하는 어휘 테스트를 약 10분 동안 실시하였다.

## 결 과

### 안구운동 분석

안구운동 실험 중 문장을 이해하면서 읽었는지를 확인하는 문제에 대한 정답률은 조건과 관계없이 성인 평균 92%, 청소년 90%로 모든 참가자들은 대체로 문장을 제대로 이해하며 읽었다고 볼 수 있다. 고정시간이 80ms 미만이거나 800ms를 넘는 고정은 이상치로 간주하여 분석에서 제외하였다. 표적단어와 표적 전 어절 에서 눈을 깜박거리거나 고정하지 않은 시행은 제외하였다. 위와 같은 기준으로 제외 된 시행의 비율은 대략 14%이었다.

경계선 기법은 피험자들이 문장을 읽는 중에 화면 전환을 알아차리지 못하는 것이 기술이다. 그러나 간혹 글읽기 속도가 빠르거나 건너뛰기가 많은 독자들은 화면 전환을 알아차리기도 한다. 실험 후 피험자들에게 글을 읽으며 화면 전환 인식 여부와 몇 문장이나 그렇게 느꼈는지 물어보았다. 성인 26명의 참가자 중 2명은 화면 전환이 있는 시행 중 10%(20개)를 넘는 시행에서 화면 전환을 알아차렸다고 하였고 이 참가자들은 제외하고 분석하였다.

〈표 1〉 설계를 분석하는 선형혼합모형들 (Baayen et al., 2008)

---

모형 1: $\text{latinsquare.lmer1} = \text{lmer}(\text{Target} \sim \text{SOA} + (1 + \text{SOA}   \text{Subj}) + (1   \text{Item}) + (1 + \text{SOA}   \text{Group}), \text{data} = \text{latinsquare})$
모형 2: $\text{latinsquare.lmer2} = \text{lmer}(\text{Target} \sim \text{SOA} + (1 + \text{SOA}   \text{Subj}) + (1   \text{Item}), \text{data} = \text{latinsquare})$
모형 3: $\text{latinsquare.lmer3} = \text{lmer}(\text{Target} \sim \text{SOA} + (1   \text{Subj}) + (1   \text{Item}) + (1   \text{Group}), \text{data} = \text{latinsquare})$
모형 4: $\text{latinsquare.lmer4} = \text{lmer}(\text{Target} \sim \text{SOA} + (1   \text{Subj}) + (1   \text{Item}), \text{data} = \text{latinsquare})$
모형 5: $\text{latinsquare.lmer5} = \text{lmer}(\text{Target} \sim \text{SOA} + (1   \text{Subj}), \text{data} = \text{latinsquare})$

---

이 연구의 조건별 실험 조작의 효과는 선형 혼합 효과 모형(linear mixed-effects model)을 이용하였으며 분석은 통계 패키지 R로 이루어졌다(Baayen, Davidson, & Bates, 2008). 분석모형에서 고정 효과는 동일조건과 차폐조건 차폐유무이었고, 무선효과에는 참가자와 문장을 모두 포함하였다. 실험분석 전, Latin Square(Baayen, Davidson, & Bates, 2008; Raaijmakers, Schrijnemakers & Gremmen, 1999)에 따라 표 1에서 제시된 것과 같이 다섯 가지 선형 혼합 모형에 대한 무선효과를 ANOVA 스타일로 비교하였다. 모형4와 모형5는 유의미하게 나타났지만, 모형5와 같이 문항(item)을 무작위(random)로 보기 어렵기 때문에 제외하였다. 그리고 모형4와 다른 모형들은 차이를 보였으며 이 연구에서는 현재 관례적으로 사용하고 있는 모형4로 무선효과를 처리하였다.

p값은 Markov Chain Monte Carlo 표집방법을 통해 얻은 파라미터 값을 바탕으로 구성한 분포를

이용하여 계산했다. 분석 대상 측정치는 표적 영역의 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간이다.

화면 전환을 알아차린 참가자의 자료를 제외한 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간의 평균 및 표준편차는 표 2에 제시 되어 있다.

〈표 2〉 성인 집단과 청소년 집단의 조건 별 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간의 평균(ms) 및 표준편차(괄호)

	첫고정시간		단일고정시간		주시시간	
	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년
동일	226(76)	240(112)	228(74)	222(109)	248(100)	305(169)
차폐	260(101)	240(107)	273(101)	244(107)	301(126)	325(199)

표 2에 제시된 것처럼 성인 집단은 동일조건이 차폐조건보다 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간 모두 짧았고 주시시간에서 두 조건의 차이가 첫고정시간과 단일고정시간보다 뚜렷하게 나타났다. 이 결과들을 통해 성인 집단의 중심와주변 미리보기 효과를 확인하고, 중심와주변 정보를 활용하여 글읽기를 한다는 것을 확인하였다.

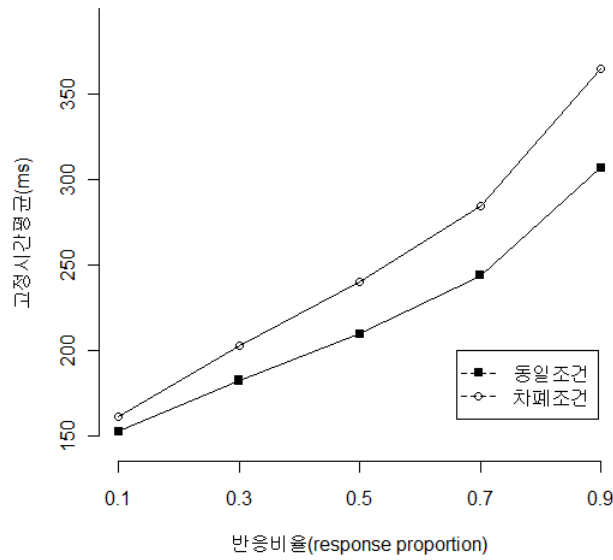
청소년 집단은 단일고정시간과 주시시간에서 동일조건이 차폐조건보다 짧게 나타났고 중심와주변 미리보기 효과를 확인 할 수 있었다. 그러나 첫고정시간에서 두 조건의 차이가 나타나지 않아 중심와주변 미리보기 효과를 확인하지 못했다.

청소년 집단은 성인집단보다 두 조건의 첫고정시간과 단일고정시간에서 짧게 나타난 반면 주시시간은 더 길게 나타났다. 청소년 집단의 자료에서 개개인의 단일고정의 수를 확인한 결과 13개 미만으로 매우 적었다. 청소년 집단의 단일고정시간은 짧았지만 주시시간은 성인 집단과 비교하여 길게 나타났다. 이는 단어를 탐색하는데 있어 성인 집단에 비해 청소년 집단이 표적 단어를 여러 번 고정했음을 시사한다. 또한 청소년 집단은 성인 집단에 비해 중심와주변 미리보기 정보의 유무가 고정시간에서 크게 차이나지 않았다.

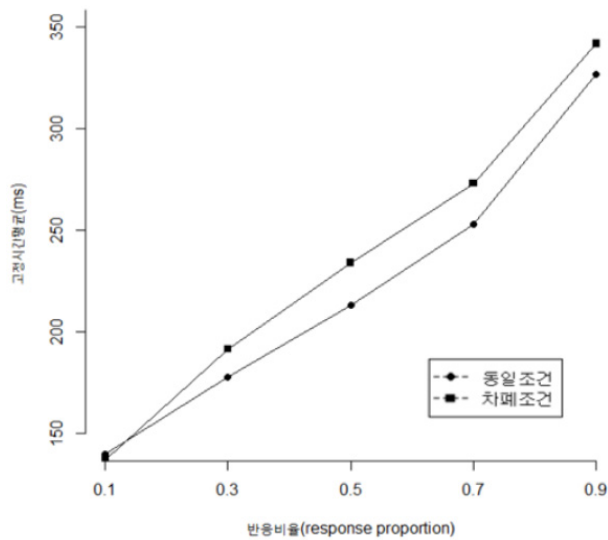
#### 분포 및 단일경계 확산모형 분석

글읽기 안구운동 연구의 분포 분석은 중심경향을 기본으로는 할 수 없었던 새로운 사실을 설명하는데 유용하고, 글읽기에 영향을 미치는 변인이 분포의 어떤 측면에 영향을 주는지를 개인 차로 비교할 수 있다는 장점이 있다(Staub et al,2010; Staub, 2011). 본 연구에서도 고정시간을 분위수에 따른 반응비율을 확인하여 분포 분석을 시도하였다. 실험 1을 통해 얻은 첫고정시간 결과 자료를 조건에 따라 반응시간의 비율을 분위수로 나누어 반응비율에 따른 반응시간 평균을 살펴보았다. 단일고정시간은 청소년의 경우 단일고정의 수가 부족하여 분포분석이 어려웠다. 첫

고정시간에서 나타난 분위수 별 반응비율에 대한 반응시간 평균은 그림 2와 같이 나타났다. 두 집단 모두 분위수 0.1에서는 거의 비슷한 값과 조건 차이가 거의 없이 나타났지만, 분위수 0.9에서는 조건 차이가 더 크게 나타났다. 분위수 0.9에서의 동일조건과 차폐조건의 반응시간 평균의 차이는 청소년 집단보다 성인 집단에서 더 두드러지게 나타났다.



(그림 2) 성인 집단의 반응비율에 따른 첫고정시간 평균



(그림 3) 청소년 집단의 반응비율에 따른 첫고정시간 평균

첫고정시간 값을 단일경계 확산모형에 고정한 개인별 결과의 반응시간 평균과 표준편차 값은 표 3에 제시되어 있다.

표 3. 성인 집단과 청소년 집단의 첫고정시간 자료를 단일경계 확산모형을 통해 적합도를 구한 결과의 평균 값과 표준편차

	a		z 동일		z 차폐		Ter		drift		χ <sup>2</sup> (Chi-square)	
	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년
평균 (Mean)	0.130	0.146	0.058	0.05	0.045	0.042	0.083	0.058	0.515	0.488	13.074	10.642
표준편차 (SD)	0.020	0.03	0.022	0.018	0.021	0.017	0.026	0.033	0.075	0.047	6.841	8.576

\* a; 경계선, z; 시작점, Ter; 준비시간, drift; 정보 표집율

\* 소수점 네 번째 자리에서 반올림한 값

표 3에서 볼 수 있듯이 성인을 대상으로 한 실험에서 중심와주변 미리보기에 동일조건과 차폐조건이 오는 경우 시작점에서 뚜렷한 차이가 나타났다(첫고정시간,  $t(23) = 5.1656, p < .01$ ). 이는 글읽기에서 나타나는 중심와주변 미리보기 효과가 단일경계 확산모형에서 시작점의 차이로 설명되며 예측할 수 있다는 것을 시사한다. 표 3에서 볼 수 있듯이 청소년 실험에서 중심와주변 미리보기에 동일조건과 차폐조건이 오는 경우 시작점에서 뚜렷한 차이가 나타났다(첫고정시간,  $t(20) = 2.8202, p = .01093$ ). 이는 글읽기에서 나타나는 중심와주변 미리보기 효과가 단일경계 확산모형에서 시작점의 차이로 설명되며 예측할 수 있다는 것을 시사한다.

## 실험 2. 저빈도 차폐

### 방 법

**참가자** 서울시 소재 초중고등학교를 졸업하고 현재 서울시 소재 대학 재학생인 20대 성인(만 20-28세) 26명과 서울시 소재 초등학교를 졸업하고 서울시 소재 중학교 1학년(만 13-14세) 20명이 참여하였다. 모든 참가자는 한국어를 모국어로 사용하며 컴퓨터 화면에 제시되는 글자를 읽는데 불편함이 없는 비 교정 혹은 교정시력(1.0이상)을 가졌다.

**도구** 실험 1과 동일했다.

**자극** 실험 1에 사용되었던 빈도조작 문장 중 저빈도 단어를 사용한 문장 200개를 사용했다 (부록). 그 외 실험 1과 동일했다.

**절차** 실험 1과 동일했다.

## 결 과

### 안구운동 분석

안구운동 실험 중 주어진 문장을 이해하며 읽었는지를 확인하는 문제에 대한 정답률은 조건과 관계없이 성인 평균 88%, 청소년 평균 86%로 모든 참가자들은 문장을 이해하며 읽었다고 볼 수 있다. 고정시간이 80ms 미만이거나 800ms를 넘는 고정은 이상치로 간주하여 분석에서 제외하였다. 표적단어와 표적 전 어절 에서 눈을 깜박거리거나 고정하지 않은 시행은 제외하였다. 위와 같은 기준으로 제외 된 시행의 비율은 대략 16%이었다.

실험 후 피험자들에게 글을 읽으며 화면 전환 인식 여부와 몇 문장이나 그렇게 느꼈는지 물어보았을 때 성인 참가자 27명 중 3명은 화면 전환이 있는 시행 중 10%(20개)를 넘는 시행에서 화면 전환을 알아차렸다고 하였고 이 참가자 3명을 제외한 24명에 대해서만 분석하였다. 24명에 대한 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간의 평균 및 표준편차는 표 3에 제시 되어 있다.

고정효과는 차폐유무였고, 무선효과에는 참가자와 문장을 모두 포함하였다. 표 1에서 제시된 현재 관례적으로 사용하고 있는 모형4로 무선효과를 처리하였다. p값은 Markov Chain Monte Carlo 표집방법을 통해 얻은 파라미터 값을 바탕으로 구성된 분포를 이용하여 계산했다. 분석 대상 측정치는 표적 영역의 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간이다.

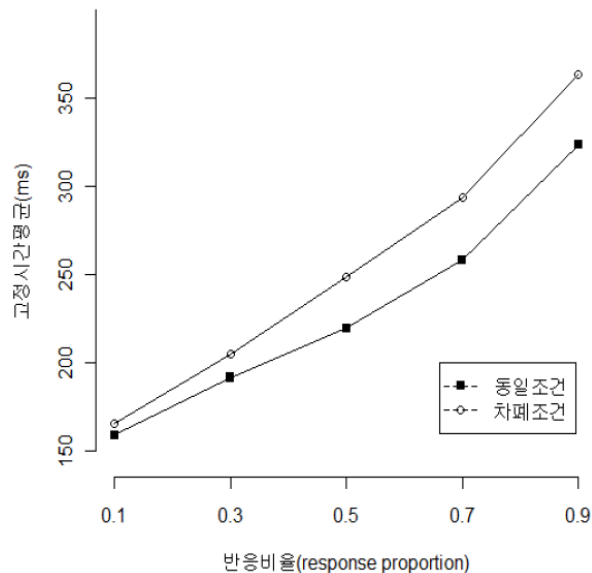
표 4. 성인 집단과 청소년 집단의 조건 별 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간의 평균(ms) 및 표준편차(괄호)

	첫고정시간		단일고정시간		주시시간	
	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년
동일	229(80)	223(91)	233(80)	221(85)	262(115)	279(149)
차폐	258(104)	224(92)	270(109)	228(95)	323(165)	288(178)

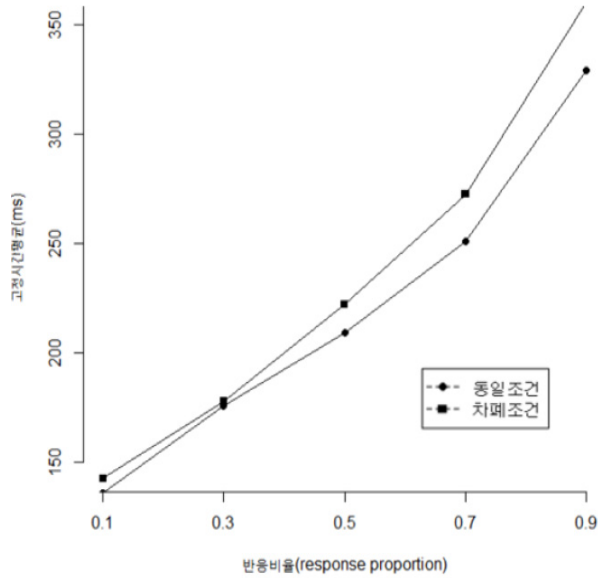
성인 집단은 첫고정시간과 단일고정시간, 주시시간에서 동일조건이 차폐조건보다 모두 짧았고 중심와주변 미리보기 효과를 다시 확인하였다. 청소년 집단 역시 첫고정시간과 단일고정시간, 주시시간에서 동일조건이 차폐조건보다 짧았고 중심와주변 미리보기 효과를 확인 할 수 있었다. 그러나 청소년 집단은 동일 조건에서 성인 집단보다 첫고정시간과 단일고정시간이 짧게 나타났고 주시시간은 길게 나타났다. 차폐 조건에서는 청소년 집단의 모든 고정시간이 성인 집단보다 짧게 나타났다. 두 조건을 비교했을 때 청소년 집단은 성인집단보다 중심와주변 미리보기 정보의 유무에 따른 고정시간의 차이가 크게 차이나지 않았으며 이는 청소년 집단이 성인 집단보다 중심와주변 정보처리 활용을 적게 한다고 해석할 수 있다.

#### 분포 및 단일경계 확산모형 분석

안구운동 실험 2를 통해 얻은 첫고정시간 결과 자료를 조건에 따라 반응시간의 비율을 분위수로 나누어 반응비율에 따른 반응시간 평균을 살펴보았다. 첫고정시간에서 나타난 분위수 별 반응비율에 대한 반응시간 평균은 그림 4 와 그림 5와 같이 나타났다. 반응비율에 따른 고정시간 평균차이를 비교했을 때, 두 집단 모두 분위수0.1에서는 거의 비슷한 값과 조건 차이가 거의 없이 나타났지만, 분위수0.9에서는 모두 조건의 차이가 크게 나타났다. 분위수 0.9에서의 동일조건과 차폐조건의 반응시간 평균의 차이는 실험 1과 같이 청소년 집단보다 성인 집단에서 더 두드러진 차이를 확인 할 수 있었다.



(그림 4) 성인 집단의 반응비율에 따른 첫고정시간 평균



(그림 5) 청소년 집단의 반응비율에 따른 첫고정시간 평균

실험 2에서 얻은 두 집단의 첫고정시간 값을 단일경계 확산모형에 고정된 개인별 결과의 반응시간 평균과 표준편차 값은 표 5에 제시되어 있다.

표 5 성인 집단과 청소년 집단의 첫고정시간 자료를 단일경계 확산모형을 통해 적합도를 구한 결과의 평균 값과 표준편차

	a		z 동일		z 차폐		Ter		drift		χ <sup>2</sup> (Chi-square)	
	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년	성인	청소년
평균 (Mean)	0.133	0.143	0.053	0.057	0.044	0.051	0.079	0.061	0.512	0.448	10.996	12.032
표준편차 (SD)	0.021	0.052	0.022	0.022	0.019	0.025	0.029	0.038	0.062	0.15	6.648	6.883

\* a; 경계선, z; 시작점, Ter; 준비시간, drift; 정보 표집율

\* 소수점 네 번째 자리에서 반올림한 값

표 5에서 볼 수 있듯이 성인 집단은 중심와주변 미리보기에 동일조건과 차폐조건이 오는 경우 시작점에서 뚜렷한 차이가 나타났다(첫고정시간,  $t(23) = 4.3264, p < .01$ ). 또한 실험 1과 비교하였을 때 차폐 조건에서의 시작점 차이는 나타나지 않았지만( $t(23) = 0.2347$ ) 동일조건에서 단



어의 성질에 따라 시작점 값은 차이가 있었다( $t(23) = 0.81$ ). 청소년 집단은 중심와주변 미리보기에 동일조건과 차폐조건이 오는 경우 시작점에서 뚜렷한 차이가 나타났다(첫고정시간  $t(20) = 2.5223, p = .0207$ ). 또한 실험 1과 비교 하였을 때 차폐 조건에서의 시작점 차이는 나타나지 않았지만( $t(23) = 0.2347$ ) 동일조건에서 단어의 성질에 따라 시작점 값은 차이가 있었다( $t(23) = 0.81$ ). 이처럼 중심와주변 미리보기에서 정보 유무에 따른 효과뿐만 아니라 그 정보의 질에 따라서도 글읽기에서 차이가 나타난다고 볼 수 있겠다.

## 종합 논의

이 연구는 안구운동 추적 실험을 통해 우리글 읽기에서 단어의 성질에 따른 글읽기 현상을 관찰하고, 연령 차이에 따라 집단을 나누어 비교 및 분포 분석하여 개인차 연구의 중요성을 강조하였다. 또한 글읽기에서 눈이 머물렀다가 떠나는 것을 하나의 선택 과제로 가정하고 중심와 정보처리를 단일경계 확산모형에서 선택적 파라미터인 정보표집율 파라미터가 설명할 수 있는지 확인하고, 선택적 가설을 바탕으로 한 단일경계 확산모형이 글읽기 현상을 예측할 수 있는 도구임을 시사하고자 하였다.

실험 1에서는 성인 집단과 청소년 집단의 중심와 정보로 빈도를 통제한 단어 자극을 제시하여 고정시간을 살펴본 결과, 두 집단 모두 단어 빈도 효과를 확인하였다. 성인 집단이 청소년 집단보다 고빈도 조건과 저빈도 조건에서 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간 모두 짧게 나타났지만 고빈도 조건보다 저빈도 조건에서 고정시간의 차이가 크게 나타났다. 이는 모든 조건에서 청소년 집단의 주시시간이 성인 집단의 주시시간보다 길었다는 점과 청소년 집단의 단일고정 수가 현저히 적다는 점에서 청소년 집단이 성인 집단보다 단어의 정보처리가 느리고, 실험 후 시행한 어휘 테스트 결과 청소년 집단이 성인 집단보다 저빈도 단어에 대해 점수가 낮았던 점에서 어휘력이 부족하다고 해석할 수 있다.

중심와 정보로 단어습득연령을 통제하여 단어를 제시하여 초기습득 조건과 후기습득 조건을 비교한 실험 2에서는 성인 집단과 청소년 집단 모두 단어습득연령 효과를 관찰하였다.

그러나 청소년 집단이 성인 집단보다 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간이 두 조건에서 짧게 나타났다. 실험 1과 같이 청소년 집단의 단일고정의 수를 확인한 결과, 200 시행에서 고정수가 13개미만으로 매우 적은 수였다. 그러나 저빈도 단어가 주어진 실험 2의 청소년 집단의 주시시간은 성인 집단과 비교하여 현저히 짧았으며, 고빈도 단어가 주어진 실험 1의 청소년 집단의 주시시간보다 짧게 나타났다. 안구운동 실험 후, 실험 자극에 사용된 어휘 테스트 정답률을 확인한 결과 실험 1은 두 집단 모두 정답률 100%였지만 실험 2에서 성인 집단의 정답률은 97%, 청소년 집단의 정답률은 83%였다. 모르는 단어 처리를 어떻게 했는지에 대한 질문에 대해 모든

피험자는 건너뛰기(skipping)를 했다고 답하였다.

두 실험 결과, 청소년 집단은 성인 집단보다 동일조건과 차폐조건에 고정시간 차이가 크게 나타나지 않았다. 성인 집단은 글읽기에서 중심와주변 미리보기 정보를 활용하고 그 정보의 질에 따라 고정시간에 영향을 받는 것으로 보인다. 그러나 청소년 집단이 성인 집단과 비교하여 글읽기에서 중심와주변 정보의 질과 상관없이 중심와주변 정보를 적게 활용하는 것을 보인다. 이는 두 조건의 반응비율에 따른 첫고정시간 평균차이를 비교를 통해서도 확인된다. 두 집단 모두 분위수0.1에서는 거의 비슷한 값으로 두 조건 차이가 거의 없이 나타났지만, 분위수0.9에서는 두 실험 모두 조건의 차이가 크게 나타났다. 분위수0.9 차이는 두 집단 모두 실험 2에서 더 크게 나타났다. 그러나 청소년 집단이 성인 집단에 비해 분위수 0.9 차이가 작았다.

마지막으로 조작한 중심와주변 미리보기 정보가 단일경계 확산모형에 시작점(z) 파라미터로 반영되는지 실험 1과 실험 2의 첫고정시간의 결과 자료를 단일경계 확산모형에서 fitting하였다. 그 결과 시작점(z) 파라미터가 중심와주변 정보처리를 나타내주는 파라미터임을 확인 하였고, 고정시간 평균 결과로 관찰할 수 없었던 청소년 집단의 중심와주변 정보처리를 시작점 파라미터로 설명할 수 있음을 확인하였다.

이 연구의 한계는 안구운동 추적 실험 자극을 문장만으로 제시했다는 점이다. 문맥이 있는 글을 제시하고 중심와주변 미리보기 정보를 활용하도록 했으면 보다 자연스러운 글 읽기 환경일지 모른다. 그러나 이 실험에서는 중심와주변 미리보기 효과만을 확인하기 위해 표적자극 이해에 이득 효과를 주는 문맥과 내용의 예측성을 통제하였기 때문에 문장 자극으로도 충분하다고 판단한다. 또 다른 한계점은 청소년 집단의 어휘 수준을 고려하지 않고 자극을 준비한 점이다. 실험 전, 모집 피험자와 동일한 조건의 성인 5명과 청소년 5명에게 실험 자극의 이해 여부를 확인하였다. 그러나 실험에 참여한 청소년들에게 실험 2에 사용된 저빈도 단어 자극이 다소 어려웠고 건너뛰기가 많아 아쉬운 결과를 얻었다. 더 나은 실험을 위해 연령의 평균적인 어휘 수준을 더 고려하고 더 많은 대상에게 실험 전 자극 확인 설문 후 자극을 마련했어야 했다. 마지막으로 현실적으로 피험자 모집이 어렵지만 성인 집단과 청소년 집단을 조금 더 객관적으로 비교하기 위해 더 많은 고려를 했어야 했다. 두 집단은 생물학적으로 발달의 차이뿐만 아니라 교육 환경과 학습시간 그리고 어휘력, 문법 등 글읽기에 영향을 미칠 수 있는 여러 변인이 있을 것이다. 이 연구에서는 교정시력과 서울시 소재 학교에서 교육을 받는다는 것만 통제하였다.

글읽기는 고정과 도약의 연쇄이지만 우리가 물 흐르듯이 글을 읽는 것처럼 인식되는 것은 글을 읽을 때 중심와의 뚜렷한 정보뿐만 아니라 중심와주변과 같은 흐릿한 정보도 함께 처리하기 때문이다. 입시를 준비하는 청소년들뿐만 아니라 성인들, 나아가 노인들까지 우리는 스스로 글을 잘 읽는 지 궁금해 한다. 본 저자들은 글을 잘 읽는 것은 글을 안정적으로 읽는 것이라고 생각한다. 복잡한 인지과정인 글읽기를 안정적 유지한다는 것은 일반적으로 알려진 배경지식, 문맥과약, 단어 지식, 문법 등의 변인들이 뿐만 아니라 안정적인 중심와의 정보처리와 안정적인

중심와주변의 정보처리도 중요한 변인이다. 앞으로 다양한 연령대 별로 보다 많은 데이터를 모아 각 연령별 분포를 얻는다면, 평균 수준의 비교를 넘어 개인 연령대의 분포에서 어느 정도의 읽기 수준인지 확인하는 도구로 활용될 수 있을 것이다. 나아가 안구운동 추적 실험을 통해 얻은 결과 자료를 단일경계확산모형에 fitting해서 글읽기에서 중심과주변 정보를 잘 활용하는지를 시작점 파라미터를 통해 예측할 수 있을 것이다. 만약 중심와주변처리가 부족하다면 이 연구의 실험방법인 경계선 기법을 사용하여 중심와주변 정보를 차폐하는 훈련전략을 모색할 수도 있을 것이다.

### 참고문헌

- 고성룡, 윤소정, 민철홍, 최경순, 고선희, 황민아 (2012). 어린이 글 읽기에서 나타나는 안구 운동의 특징. **인지과학**, 21(4), 481-503.
- 고성룡, 주혜리, 이다정 (2020). 확산모형 분석도구: SNUDM, *Korean Journal of Cognitive Science*, 31(1), 1-23.
- 고성룡, 홍효진, 윤소정, 조병환 (2008). 우리글 명사 어절에서의 단어 빈도 효과: 안구운동 추적 연구. **한국심리학회지: 실험**, 20(1), 21-37.
- 민철홍 (2012). 우리글을 읽을 때 음운 정보의 효과 탐색, 서울대학교 석사학위논문.
- 이춘길 (2004). **한글을 읽는 시선의 움직임**. 서울대학교 출판부.
- 주혜리(2015). 우리글 읽기에서 나타나는 고정시간 분포에 대한 확산모형 분석, 서울대학교 박사학위논문.
- 코마츠 요시타카(2017). 시선 추적을 통한 일본어 읽기에서 보이는 중심와주변의 의미처리 연구, 서울대학교 박사학위논문.
- 최소영 (2012). 안구운동추적기법을 활용한 읽기장애 연구의 도입과 전망: 국내 연구 현황을 중심으로. **학습장애연구**, 9(1), 121-136
- 황지영 (2012). The Effect of Word Frequency and Masking on the distributions of Eye Fixation Durations, 서울대학교 석사학위논문.
- Adams, M. J. (1990). *Beginning to Read: Thinking and Learning about Print*. Cambridge, MA: Bolt, Beranek, and Newman, Inc. ED 317 950
- Andrews, S., & Heathcote, A. (2001). Distinguishing common and task specific processes in word identification: A matter of some moment? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 514-544.
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random

- effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, 59, 390-412.
- Balota, D., & Chumbley, J. (1984). Are lexical decisions a good measure of lexical access? The role of word frequency in the neglected decision stage. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(3), 340-357.
- Balota, D. A., & Spieler, D. H. (1999). Word-frequency, repetition, and lexicality effects in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 32-55.
- Balota, D., Yap, M. & Cortese, M. (2006). Visual word recognition: the journey from features to meaning (a travel update). In M. Traxler & M. A. Gernsbacher (Eds. Handbook of psycholinguistics (2nd edition).
- Balota, D. A., Yap, M.J., Cortese, M.I, Watson, J.M. (2008). Beyond response latency: An RT distributional analysis of semantic priming. *Journal of Memory & Language* 59, 495-523.
- Bates, D., & Sarkar, D., the R Core team. (2007). nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-85.
- Blanchard, H. E., Pollatsek, A., & Rayner, K. (1989). The acquisition of parafoveal word information in reading. *Perception & Psychophysics*, 46, 85-94.
- Brown, G. D. A., & Watson, F. L. (1987). First in, first out: Word learning age and spoken word frequency as predictors of word familiarity and word naming latency. *Memory & Cognition*, 15, 208-216.
- Brown, S. D. & Heathcote, A. (2008). The simplest complete model of choice response time: Linear ballistic accumulation. *Cognitive Psychology*, 57 (3), 153-178
- Brown, S., Ratcliff, R., & Smith, P. L. (2006). Evaluating methods for approximating stochastic differential equations. *Journal of Mathematical Psychology*, 50, 402-410.
- Busemeyer, J. R., & Townsend, J. T. (1993). Decision field theory: A dynamic-cognitive approach to decision making in an uncertain environment. *Psychological Review*, 100, 432-459.
- Carpenter, R. H. S. (2004). Contrast, probability, and saccadic latency: Evidence for independence of detection and decision. *Current Biology*, 14, 1576-1580.
- Carpenter RHS, McDonald SA. (2006). LATER predicts saccade latency distributions in reading. *Experimental Brain Research* 177,176-83.
- Chace, K. H., Rayner, K., & Well, A. D. (2005). Eye movements and phonological preview benefit: Effects of reading skill. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 59, 209-217.
- Cuetos, F., Ellis, A. W., & Alvarez, B. (1999). Naming times for the Snodgrass and Vanderwart pictures in Spanish. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 31, 650-658.

- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1983). Individual differences in integrating information between and within sentences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9, 561-584.
- Denbuurman, R., Roersema, T., & Gerrissen, J. F. (1981). Eye-Movements and the Perceptual Span in Reading. *Reading Research Quarterly*, 16, 227-235.
- Drieghe, D., Rayner, K., & Pollatsek A. (2008). Mislocated fixations can account for parafoveal-on-foveal effects in eye movements during reading. *Quarterly Journal of Psychology*, 61, 1239-1249.
- Duffy, S. A., Morris, R. K., Rayner, K. (1988). Lexical ambiguity and fixation times in reading. *Journal of Memory and Language*. 27(4), 429-446.
- Ehrlich, S. F., & Rayner, K. (1981). Contextual effects on word recognition and eye movements during reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 641-655.
- Engbert, R., Nuthmann, A., Richter, E. M. & Kliegl, R. (2005). SWIFT: A Dynamical Model of Saccade Generation During Reading. *Psychological Review*, 112(4), 777-813.
- Engle, R. W., Cantor, J., & Carullo, J. J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 972-992.
- Forster, K., & Chambers, S. M. (1973). Lexical access and naming time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 627-635.
- Gillespie D. T. (1996), Exact numerical simulation of the Ornstein-Uhlenbeck process and its integral, *Phys. Rev. E*, 54, 2084
- Grice, G. R. (1968). Stimulus intensity and response evocation. *Psychological Review*, 75, 359-373.
- Grice, G. R. (1972). Application of a variable criterion model to auditory reaction time as a function of the type of catch trial. *Perception & Psychophysics*, 12, 103-107.
- Grice, G. R., Canham, L., & Boroughs, J. M. (1984). Combination rule for redundant information in reaction time tasks with divided attention. *Perception & Psychophysics*, 35, 451-463.
- Grice, G. R., Nullmeyer, R., & Spiker, V. A. (1982). Human reaction time: Toward a general theory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 135-153.
- Heathcote, A., Popiel, S. J., & Mewhort, D. J. K. (1991). Analysis of response time distributions: An example using the Stroop task. *Psychological Bulletin*, 109, 340-347.
- Henderson, J. M., Pollatsek, A., & Rayner, K. (1989). Covert visual attention and extrafoveal information use during object identification. *Perception & Psychophysics*, 45, 196-208.
- Huey, E. B. (1908). *The psychology and pedagogy of reading*. NY: Macmillan.

- Inhoff, A. W., & Rayner, K. (1986). Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. *Perception and Psychophysics*, 40, 431-439.
- Inhoff, A. W., Starr, M., & Liu, W. M. (1998). Eye-movement-contingent display changes are not compromised by flicker and phosphor persistence. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 101-106.
- Jones, M. & Dzhaferov, E. N. (2014). Unfalsifiability and mutual translatability of major modeling schemes for choice reaction time. *Psychology Review*, 121(1), 1-32.
- Juel, C. (1991). Beginning reading. In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research* (pp. 759-788). New York: Longman.
- Juhasz, B. J., & Rayner, K. (2003). Investigating the effects of a set of intercorrelated variables on eye fixation durations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 29, 1312-1318.
- Juhasz, B. J., & Rayner, K. (2006). The role of age-of-acquisition and word frequency in reading: Evidence from eye fixation durations. *Visual Cognition*, 13, 846-863.
- Kang, B. & Kim, H. (2004). The analysis of Korean morphology and word frequency 2, Research Institute of Korea study.
- Kliegl, R., Nuthmann, A., & Engbert, R. (2006). Tracking the mind during reading: The influence of past, present, and future words on fixation durations. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135, 13-35.
- Kliegl, R., Risse, S., & Laubrock, J. (2007). Preview Benefit and Parafoveal-on-Foveal Effects from Word N+2. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(5), 1250-1255.
- Klin, C. M., Guzmán, A. E., & Levine, W. H. (1999). Prevalence and persistence of predictive inferences. *Journal of Memory and Language*, 40(4), 593-604.
- Koh, S., Hong, H., Yoon, S., & Cho, P. (2008). The frequency effect in Korean noun cojeols: an eye-tracking study, *The Korean Journal of Experimental Psychology*, 20(1), 21-37
- Koh, S., Yoon, N., Yoon, S., & Pollatsek, A. (2012). Word Frequency and Root-Morpheme Frequency Effects on Processing of Korean Particle-Suffixed Words, *Journal of Cognitive Psychology*, 25 (1), 64-67.
- Link, S. W., & Heath, R. A. (1975). A sequential theory of psychological discrimination. *Psychometrika*, 40, 77-105.
- Long, D. L., Oppy, B. J., & Seely, M. R. (1994). Individual differences in the time course of inferential processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 1456-1470.
- Lovett, Maureen W. Warren-Chaplin, Patricia M., Ransby, Marilyn J. & Borden, Susan L. (1990). Training the word recognition skills of reading disabled children: Treatment and transfer effects. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 769-780.

- Matzke, D. & Wagenmakers, E. -J. (2009). Psychological interpretation of ex-Gaussian and shifted Wald parameters: A diffusion model analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16, 798-817.
- McConkie, G. W. (1979). *On the role and control of eye movements in reading*. In E. A. Kollers, M.E. Wrolstad, & H. Bouma (Eds.), *Processing of visible language* (pp. 37-48). New York: Plenum.
- McConkie, G. W. (1981). Evaluating and reporting data quality in eye movement research. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 13, 97-106.
- McConkie, G. W., & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*, 17, 578-586.
- McKoon, G. & Ratcliff, R. (2018). Adults with poor reading skills, older adults, and college students: The meanings they understand during reading using a diffusion model analysis. *Journal of Memory and Language*, 102, 115-129
- Monsell, S. (1991). The nature and locus of word frequency effects in reading. In D. Besner G. W. Humphreys(Eds.), *Basic processes in reading: Visual word recognition*, (pp. 148-197). Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- Morrison, C. M. & Ellis, A. W. (1995). Roles of word frequency and age of acquisition in word naming and lexical decision, *Journal of experimental psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21(1), 116-133
- O'Regan, J. K. (1979). Eye guidance in reading: Evidence for the linguistic control hypothesis. *Perception & Psychophysics*, 25, 501-509.
- O'Regan, J. K. (1990). Eye movements and reading. In E. Kowler (Ed.), *Eye movements and their role in visual and cognitive processes* (pp.395-453). Amsterdam: Elsevier.
- Osaka, N. (1992). Size of saccade and fixation duration of eye movements during reading: Psychophysics of Japanese text processing. *Journal of the Optical Society of America*, 9, 5-13.
- Palmer, J., Huk, A. C., & Shadlen, M. N. (2005). The effect of stimulus strength on the speed and accuracy of a perceptual decision. *Journal of Vision*, 5, 376-404.
- Perfetti, C., Marron, M., & Foltz, P. W. (1996). Sources of Comprehension Failure: Theoretical Perspectives and Case Studies. In C. Cornoldi & J. Oakhill (Eds.) *Reading Comprehension Difficulties: Processes and interventions*, 137-165. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.
- Plourde, C. E., & Besner, D. (1997). On the locus of the word frequency effect in visual word recognition. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 51, 181-194.
- Pollatsek, A., & Rayner, K. (1989). Reading. In M. I. Posner (Ed.), *Foundations of cognitive science*. Cambridge: MIT Press, 1989.
- Pollatsek, A., Reichle, E. D., & Rayner, K. (2006). Tests of the E-Z Reader model: Exploring the interface between cognition and eye-movement control. *Cognitive Psychology*, 52, 1-52.

- Raaijmakers, J. G. W., Schrijnemakers, J. M. C., & Gremmen, F. (1999). How to deal with “the language-as fixed-effect fallacy”: Common misconceptions and alternative solutions. *Journal of Memory and Language*, 41(3), 416-426.
- Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, 85, 59-108.
- Ratcliff, R. (1988). Continuous versus discrete information processing: Modeling the accumulation of partial information. *Psychological Review*, 95, 238-255.
- Ratcliff, R. (2001). Putting noise into neurophysiological models of simple decision making. *Nature Neuroscience*, 4, 336.
- Ratcliff, R. (2001). Diffusion and random walk processes. International encyclopedia of the social and behavioral sciences, Oxford, England: Elsevier, 6, 3668-3673.
- Ratcliff, R. (2002). A diffusion model account of reaction time and accuracy in a brightness discrimination task: Fitting real data and failing to fit fake but plausible data. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 278-291.
- Ratcliff, R., Gomez, P., & McKoon, G. (2004). A diffusion model account of the lexical decision task. *Psychological Review*, 111(1), 159-182
- Ratcliff, R. & McKoon, G. (2008). The diffusion decision model: Theory and data for two-choice decision tasks. *Neural Computation*, 20, 873-922.
- Ratcliff, R. & Strayer, D. (2013). Modeling simple driving tasks with a one boundary diffusion model. *Psychonomic bulletin & review*, 21( 3), 577-589.
- Ratcliff, R. & Tuerlinckx, F. (2002). Estimating parameters of the diffusion model: Approaches to the contaminant reaction times and parameter variability. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(3), 438-481.
- Rayner, K., Reichle, E. D., Stroud, M. J., Williams, C. C., & Pollatsek, A. (2006). The effect of word frequency, word predictability, and font difficulty on the eye movements of young and older readers. *Psychology and Aging*, 21, 448-465.
- Ratcliff, R. & Van Dongen, H. P. A. (2011). A diffusion model for one choice reaction time tasks and the cognitive effects of sleep deprivation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 11285-11290.
- Rayner, K. (1998) Eye Movements in reading and Information Processing: 20 Years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and landing positions in reading: A retrospective. *Perception*, 38, 895-899
- Rayner, K., Ashby, J., Pollatsek, A., & Reichle, E. D. (2004). The effects of word frequency and predictability on eye movements in reading: Implications for the E-Z Reader model. *Journal of*



- Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30, 720-732.
- Rayner, K., & Duffy, S. A. (1986). Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory & Cognition*, 14(3), 191-201.
- Rayner, K., & McConkie, G. W. (1976). What guides a reader's eye movements? *Vision Research*, 16, 829-837.
- Rayner, K., Murphy, L., Henderson, J. M., & Pollatsek, A. (1989). Selective attentional dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 6, 357-378.
- Rayner, K., & Pollatsek, A. (1981) Eye movement control during reading: Evidence for direct control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33A, 351-373.
- Rayner, K., Sereno, S.C., & Raney, G. E. (1996). Eye movement control in reading: A comparison of two types of models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1188-1200.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A. & Rayner, K. (2006). E-Z Reader: A cognitive-control, serial-attention model of eye-movement behavior during reading. *Cognitive Systems Research*, 7, 4-22.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., Fisher, D. L., & Rayner, K. (1998). Toward a model of eye movement control in reading. *Psychological Review*, 105, 125-157.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (1999). Eye movement control in reading: Accounting for initial fixation locations and refixations within the E-Z reader model. *Vision Research*, 39, 4403-4411.
- Reichle, E. D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2003). The E-Z Reader model of eye movement control in reading: Comparison to other models. *Brain and Behavioral Sciences*, 26, 445-476.
- Revuz, D., and Yor, M. *Continuous Martingales and Brownian Motion (Third Edition)*. Springer-Verlag, Berlin, 1999.
- Seidenberg, M. S. and McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental Model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568
- Smith, P. L., & Ratcliff, R. (2004). Psychology and neurobiology of simple decisions. *Trends in Neuroscience*, 27, 161-168.
- Snodgrass, J. G., & Yuditsky, T. (1996). Naming times for the Snodgrass and Vanderwart pictures. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 28, 516-536.
- Stanovich, K. E. (1986). Matthew Effects in Reading: Some Consequences of Individual Differences in the Acquisition of Literacy. *Reading Research Quarterly*, 21(4), 360-407.
- Staub, A. (2011). The effect of lexical predictability on distributions of eye fixation durations. *Psychon Bull Rev.* 18, 371-376.
- Staub, A. & Benatar, A. (2013). Individual differences in fixation duration distributions in reading. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20, 1304-1311.

- Staub, A., & Rayner, K. (2007). Eye movements and on-line comprehension processes. In G. Gaskell (Ed.), *The Oxford handbook of psycholinguistics* (pp. 327-342). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Staub, A., White, S. J., Drieghe, D., Hollway, E. C., & Rayner, K. (2010). Distributional effects of word frequency on eye fixation durations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 1280-1293.
- Till, R., Mross, E. & Kintsch, W. (1988) Time Course of Priming for Associate and Inference Words in a Discourse Context. *Memory & Cognition*, 16 (4), 283-298.
- Traxler, M. J. (2012). *Introduction to Psycholinguistics: Understanding Language Science*. Boston, MA: Wiley-Blackwell.
- Tuerlinckx, F., Maris, E., Ratcliff, R., & De Boeck, P. (2001). A comparison of four methods for simulating the diffusion process. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 33, 443-456.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- Uhlenbeck, G. E. and Ornstein, L. S. (1930). On the theory of brownian motion. *Phys. Rev.*, 36, 823-841.
- Underwood, G., Bloomfield, R., & Clews, S. (1988). Information influences the pattern of eye fixations during sentence comprehension. *Perception*, 17, 267-278.
- Underwood, G., Clews, S., & Everatt, J. (1990). How do readers know where to look next? Local information distributions influence eye fixations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42A, 39-65.
- Usher, M., & McClelland, J. L. (2001). On the time course of perceptual choice: The leaky competing accumulator model. *Psychological Review*, 108, 550-592.
- Usher, M., & McClelland, J. L. (2004). Loss aversion and inhibition in dynamical models of multialternative choice. *Psychological Review*, 111, 759-769.
- Van Zandt, T. (2000). How to fit a response time distribution. *Psychonomic Bulletin and Review*, 7, 424-465.
- Vervaat, W. (1979). A Relation between Brownian Bridge and Brownian Excursion. *The Annals of Probability*, 7(1), 143-149.
- Wagenmakers, E.-J., van der Maas, H. L. J., & Grasman, R. P. P. P. (2007). An EZ-diffusion model for response time and accuracy. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4, 3-22.
- Yap, M. J., & Balota, D. A. (2007). Additive and interactive effects on response time distributions in visual word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition* 33, 274-296.
- Yap, M. J., Balota, D. A., Cortese, M. J., & Watson, J. M. (2006). Single versus dual process models of lexical decision performance: Insights from RT distributional analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 1324-1344.

- Yap, M. J., Balota, D. A., Tse, C. -S., & Besner, D. (2008). On the additive effects of stimulus quality and word frequency in lexical decision: Evidence for opposing interactive influences revealed by RT distributional analyses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34, 495-513.

1차 원고 접수: 2020. 03. 17  
1차 심사 완료: 2020. 07. 25  
2차 원고 접수: 2020. 09. 21  
2차 심사 완료: 2020. 10. 12  
3차 원고 접수: 2020. 10. 23  
3차 심사 완료: 2020. 10. 29  
4차 원고 접수: 2020. 11. 02  
최종 게재 확정: 2020. 11. 02

(Abstract)

## Parafovea Information Processing of Adults and Adolescents in Reading: Diffusion Model Analysis on Distributions of Eye Fixation Durations

Choo, Hyeree<sup>1)</sup>

Koh, Sungryong<sup>1)2)</sup>

<sup>1)</sup>Cognitive Program, Seoul National University

<sup>2)</sup>Department of Psychology, Seoul National University

This study compares the parafovea preview effect of adolescent group and adult group with different ages using eye tracking experiment. Also, this study confirms that the starting point parameter of the one boundary diffusion model can explain the data obtained through eye tracking experiments. In two experiments, parafoveal information processing was examined using the boundary technique. In Experiment 1, reading times were compared between the conditions given high frequency words preview versus masking preview. In Experiment 2, the condition in which low frequency words were given to parafovea preview information and the condition in which parafovea preview was masked were compared. We found that both the adolescent group and the adult group showed a parafovea preview effect. Also, first fixation, single fixation, and gaze duration of the two groups were different based on the word property shown in the parafovea. The first fixation data obtained in the two experiments were divided into quantiles and fitted into one boundary diffusion model. From the results, we argue that the parafovea preview information processing in the reading was described as the starting point parameter of the one boundary diffusion model.

*Key words* : eye movement tracking, reading, parafovea processing, distribution analysis, diffusion model

부 록

	조건	동일	차폐		조건	동일	차폐
1	HF	자신	샤갈	101	HF	새끼	채가
	LF	후작	유삭		LF	숫놈	좃둥
2	HF	시간	자갈	102	HF	싸움	샤몽
	LF	탄환	달원		LF	분란	푼달
3	HF	소리	죤다	103	HF	고기	쿄카
	LF	낭설	담견		LF	장어	삼머
4	HF	아이	마마	104	HF	도착	노작
	LF	악처	막저		LF	연착	먼작
5	HF	도둑	노늑	105	HF	식사	작자
	LF	괴한	콰얏		LF	식음	작몽
6	HF	세계	제케	106	HF	운명	물업
	LF	사해	차애		LF	흉계	움케
7	HF	여자	머사	107	HF	직장	삭삼
	LF	짬뽕	장뵐		LF	잔동	삼늑
8	HF	경제	킴세	108	HF	의사	피자
	LF	쇄국	죄륙		LF	수하	쥬야
9	HF	관계	켈케	109	HF	커피	겨마
	LF	연분	먼푼		LF	정종	섬숨
10	HF	역사	떡자	110	HF	안전	말설
	LF	점괘	성괴		LF	페위	베뵤
11	HF	마음	야몽	111	HF	평등	범늑
	LF	애욕	매목		LF	박애	팍매
12	HF	운동	물늑	112	HF	이웃	마뵤
	LF	매실	애잔		LF	흔쳐	흔저
13	HF	교육	코묵	113	HF	가난	카달
	LF	가풍	카뵐		LF	궁상	쿵잠
14	HF	의미	피아	114	HF	졸업	손뵤
	LF	품사	붕자		LF	입관	망퀸
15	HF	얼굴	면륜	115	HF	문장	운삼
	LF	장맛	삼얏		LF	필력	발덕
16	HF	생활	잼윈	116	HF	언니	멀다
	LF	섭생	죤잼		LF	연하	먼야

	조건	동일	차폐		조건	동일	차폐
17	HF	소주	쵸슈	117	HF	차별	자편
	LF	계피	케바		LF	오답	묘냥
18	HF	학생	약쌈	118	HF	걸음	켄몽
	LF	매형	애엄		LF	보폭	표북
19	HF	국민	룩알	119	HF	공사	롬자
	LF	풀빵	분밤		LF	구역	롬덕
20	HF	자리	샤다	120	HF	훈련	운던
	LF	공석	롬적		LF	격무	컱유
21	HF	사용	자몸	121	HF	계산	케잔
	LF	자폭	샤북		LF	정독	섬늑
22	HF	작품	삭붕	122	HF	윤리	문다
	LF	비책	파잭		LF	인의	만피
23	HF	과학	괴약	123	HF	실패	잔배
	LF	화술	외준		LF	실책	잔잭
24	HF	자연	샤면	124	HF	재별	새편
	LF	노숙	도죽		LF	갑부	갓퓨
25	HF	이름	마동	125	HF	벌레	편테
	LF	성함	점양		LF	독사	늑자
26	HF	존재	손새	126	HF	종이	숨마
	LF	체모	제요		LF	식혜	작에
27	HF	머리	여다	127	HF	실망	잔암
	LF	지모	샤요		LF	낙망	닥암
28	HF	변화	편외	128	HF	허리	여다
	LF	침략	장닥		LF	둔부	늑퓨
29	HF	발전	판설	129	HF	고생	쿄쌈
	LF	길운	칸문		LF	독감	늑강
30	HF	구조	큐쇼	130	HF	남쪽	당족
	LF	골조	론히쇼		LF	서넉	저덕
31	HF	설명	견엄	131	HF	시골	자론히
	LF	입담	만냥		LF	벽지	펼사
32	HF	남편	당벌	132	HF	축구	죽큐
	LF	매제	애세		LF	족구	속큐
33	HF	정책	섬잭	133	HF	혼란	운단
	LF	정략	섬닥		LF	환난	윳단

	조건	동일	차폐		조건	동일	차폐
34	HF	가슴	카종	134	HF	선배	견패
	LF	흉부	울퉁		LF	선학	견약
35	HF	하늘	야동	135	HF	침묵	장육
	LF	유성	무점		LF	객기	객카
36	HF	평가	범카	136	HF	매춘	애준
	LF	층평	춤범		LF	매음	애몽
37	HF	정보	섬표	137	HF	화학	외약
	LF	후기	유카		LF	수예	쥬메
38	HF	대답	내낚	138	HF	그릇	코돏
	LF	답신	낚잔		LF	제기	세카
39	HF	나무	다유	139	HF	양식	맘작
	LF	탱자	댐사		LF	요식	모작
40	HF	과일	괴만	140	HF	미술	아준
	LF	닭죽	날숙		LF	시화	자외
41	HF	경찰	컴잔	141	HF	선물	결운
	LF	자객	샤객		LF	식권	작퀵
42	HF	농민	돔알	142	HF	식당	작남
	LF	농군	돔콘		LF	돌탑	논달
43	HF	바람	파당	143	HF	자녀	샤더
	LF	분꽃	푼꽃		LF	시종	자숨
44	HF	노래	도대	144	HF	시계	자케
	LF	음률	몽둔		LF	꽃게	꽃케
45	HF	아내	마대	145	HF	목숨	육중
	LF	대모	내요		LF	보검	표경
46	HF	결혼	컨온	146	HF	차량	차담
	LF	화혼	외온		LF	예단	메날
47	HF	나이	다마	147	HF	의복	피폭
	LF	면상	얼잠		LF	비웃	파뭇
48	HF	바다	파냐	148	HF	식물	작운
	LF	옛터	맷더		LF	더덕	녀넛
49	HF	장난	삼달	149	HF	증권	숨퀵
	LF	불찰	푼잔		LF	동산	놈잔
50	HF	종교	숨코	150	HF	소녀	조더
	LF	예법	메뽕		LF	질녀	살더

	조건	동일	차폐		조건	동일	차폐
51	HF	과거	괴겨	151	HF	억압	떡뺏
	LF	덧니	넋다		LF	억병	떡핍
52	HF	선택	결택	152	HF	책방	책팜
	LF	미색	아색		LF	약병	막핍
53	HF	연극	먼록	153	HF	점심	성장
	LF	극회	룩와		LF	콩국	곰륙
54	HF	은행	몬앰	154	HF	상자	잠샤
	LF	쉽터	칭더		LF	매화	애외
55	HF	성장	점삼	155	HF	귀족	퀴속
	LF	장성	삼점		LF	백작	팍삭
56	HF	저녁	서덕	156	HF	가입	카맛
	LF	야식	마작		LF	퇴출	되준
57	HF	철학	결약	157	HF	무기	유카
	LF	병법	핍뿔		LF	창칼	잠간
58	HF	창조	잠쇼	158	HF	형제	엄세
	LF	충치	줍자		LF	육친	묵잔
59	HF	판단	받날	159	HF	재미	새아
	LF	변별	편편		LF	환락	윈닥
60	HF	고향	교암	160	HF	자살	샤잔
	LF	강촌	캄존		LF	횡사	왓자
61	HF	담배	냥패	161	HF	실수	잔쥬
	LF	홍시	욘자		LF	결례	컨데
62	HF	요즘	모송	162	HF	대목	내욕
	LF	근간	콘칸		LF	철자	결샤
63	HF	경쟁	컴셈	163	HF	돼지	뇌샤
	LF	상품	잠봉		LF	물소	운조
64	HF	음식	몽작	164	HF	무덤	유녕
	LF	보쌈	표상		LF	골짜	콘작
65	HF	사고	샤료	165	HF	반복	판폭
	LF	괴변	괴편		LF	재탕	새담
66	HF	지식	사작	166	HF	무릎	유듭
	LF	견식	컨작		LF	뒷목	닛욕
67	HF	여름	머동	167	HF	노예	도메
	LF	전빵	잠밤		LF	밀사	알자



	조건	동일	차폐		조건	동일	차폐
68	HF	평화	범외	168	HF	입술	맞춘
	LF	무욕	유묵		LF	쇄골	죄론
69	HF	김치	강자	169	HF	색깔	책간
	LF	잡채	샅재		LF	채광	재퀵
70	HF	상징	잡삼	170	HF	평생	범잦
	LF	삼화	쟈외		LF	필생	받잦
71	HF	재산	새쟈	171	HF	꼬리	교다
	LF	팔떡	받떡		LF	긱등	릿눔
72	HF	안정	만섬	172	HF	환상	원잠
	LF	금식	콩작		LF	몽환	옴원
73	HF	혐의	영피	173	HF	바위	파뒤
	LF	친모	잔요		LF	철쪽	견죽
74	HF	대화	내외	174	HF	침대	장내
	LF	필담	반냥		LF	찾상	잦잠
75	HF	수출	쥬즌	175	HF	북쪽	푹족
	LF	양봉	맘품		LF	북극	푹콧
76	HF	도움	노몽	176	HF	임신	망잔
	LF	고견	교견		LF	득남	늑당
77	HF	편지	번사	177	HF	처녀	저더
	LF	서찰	저쟈		LF	양녀	맘더
78	HF	임금	망콩	178	HF	관광	퀵퀵
	LF	공임	콧망		LF	관전	퀵션
79	HF	시험	차영	179	HF	식품	작붕
	LF	선약	견막		LF	혈청	연점
80	HF	웃음	못몽	180	HF	풍경	븨킵
	LF	화색	외잭		LF	목관	옣반
81	HF	희망	외얌	181	HF	분노	푹도
	LF	짱꿍	작굽		LF	격노	킵도
82	HF	놀이	돋마	182	HF	토끼	도가
	LF	여흥	머옴		LF	목마	옣야
83	HF	약속	막족	183	HF	날개	달캐
	LF	약혼	막옴		LF	벼슬	퍼즌
84	HF	노조	도쇼	184	HF	스님	조당
	LF	중역	숨떡		LF	노승	도즘

	조건	동일	차폐		조건	동일	차폐
85	HF	가을	카몬	185	HF	잡지	샷사
	LF	백합	괘얏		LF	춧대	쫓내
86	HF	수업	주몹	186	HF	공항	콧얏
	LF	작명	삭업		LF	차고	차쿄
87	HF	이익	마막	187	HF	거울	켜묻
	LF	안위	만뵈		LF	갓죽	삿숙
88	HF	학문	약운	188	HF	한글	얏콘
	LF	묵념	육뵈		LF	뽕셈	뽕정
89	HF	치마	자야	189	HF	운동	문눔
	LF	열무	먼유		LF	금식	콩작
90	HF	파괴	바과	190	HF	행사	얏자
	LF	손괴	죤과		LF	주화	슈외
91	HF	동물	눔운	191	HF	범죄	평쇄
	LF	벌통	편뵈		LF	치매	자애
92	HF	수필	쥬반	192	HF	구멍	큐염
	LF	악필	막반		LF	묘비	오파
93	HF	노인	도만	193	HF	결과	컨괴
	LF	노옹	도몹		LF	목판	육반
94	HF	식량	작담	194	HF	소설	죤견
	LF	비품	파봉		LF	열무	먼유
95	HF	공연	콧몹	195	HF	광고	킴쿄
	LF	악역	막몹		LF	강정	감섬
96	HF	주택	슈택	196	HF	상황	잠웜
	LF	사택	차택		LF	벌통	편뵈
97	HF	거리	켜다	197	HF	선거	결켜
	LF	노상	도잠		LF	양산	맘잠
98	HF	정성	섬점	198	HF	친구	잠큐
	LF	충심	죤장		LF	물망	운얏
99	HF	신발	잔괘	199	HF	영화	몹외
	LF	명찰	얏괘		LF	식혜	작에
100	HF	영어	몹머	200	HF	소설	죤견
	LF	불어	곶머		LF	호박	요괘