

## 노인들의 글 읽기에서 나타나는 눈의 움직임 양상과 읽기 노출의 필요성\*

주 혜 리<sup>1)\*</sup>                      고 성 룡<sup>1)2)</sup>

<sup>1)</sup>서울대학교 인지과학협동과정

<sup>2)</sup>서울대학교 심리학과

이 연구는 최근 급증하고 있는 대한민국 노인들(만70-75세)을 대상으로 읽기 노출 정도에 따라 집단을 구분하여 문장 읽기 안구운동 추적 실험으로 실시간 데이터를 수집하고, 젊은 성인(만20-28세)과 전반적인 글 읽기 양상과 단어 빈도 효과를 비교하고자 했다. 나아가 글읽기 노출이 많은 노인들과 글읽기 노출이 적은 노인들의 안구운동 추적 실험 결과를 통해 글 읽기 수행의 어려움이 노화가 아니라 읽기 노출에도 영향을 미치는 지를 알아보고자 했다. 실험 결과, 글읽기 노출이 적은 집단은 젊은 성인 집단보다 전반적으로 눈이 머무르는 고정시간이 길고 눈의 건너뛰기는 짧았고, 글읽기 노출이 많은 노인 집단은 젊은 성인 집단과 동일한 읽기 양상이 나타났다. 모든 집단에서 단어 빈도효과를 확인하였으며 읽기 노출이 많은 노인 집단, 읽기 노출이 적은 노인 집단 순으로 고정시간이 짧게 나타났다. 또한 글 읽기 노출에 따른 두 노인 집단에서는 상호작용 효과가 나타났지만, 젊은 성인 집단과 글읽기 노출이 많은 노인 집단 차이에서 상호작용을 확인 할 수 없었다. 이는 나이 그 자체가 글 읽기 수행에 영향을 미치는 것이 아니라 노인들의 읽기 노출의 경험이 글 읽기 수행에 영향을 준다는 가능성을 시사한다.

주제어 : 읽기, 노인연구, 노화, 노인교육, 안구운동 추적

---

\* 이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단 지원을 받아 수행된 연구입니다  
(NRF-2019S1A5B5A07103827).

† 교신저자: 주혜리, 서울대학교 심리학과 언어와사고 실험실, (08826) 서울시 관악구 관악로 1 16동 M404  
연구분야: 인지과학, 언어심리  
E-mail: kingni1956@snu.ac.kr

UN 보고(2010)에 따르면 전 세계적으로 60세 이상의 인구는 688백만 명으로 전 세계 인구 11%를 넘었고 2050년에는 16%로 증가할 것으로 예상된다. 2020년 통계청에 따르면 우리나라는 2000년 65세 이상 노인의 비율 7.2%로 고령화 사회에 진입하였고, 2020년 15.8%로 전 세계 노인의 비율보다 9.3% 높고 2050년 40%를 초과할 것으로 전망했다. Jarvis(2001)는 노년기를 제3세대(third-age)라고 하여 노인교육을 노인을 위한 교육, 노인과 노화에 관한 교육, 노인관련 직업 종사자를 위한 교육으로 나누어 노인들과 노화에 관한 교육적 연구와 수행으로 정의했다. 대한민국 노인 인구가 급증하는 현 시점, 노인 연구 및 교육의 중요성으로 연결되어야 한다.

숙련된 독자는 글 읽기에서 언어 패턴 지식과 언어 의미 지식이 빠르게 연결되어야 하고 지각(perception), 주의(attention), 기억(memory), 운동 제어(motor control)가 동시에 수반되어야 이해에 도달한다. 이처럼 글 읽기는 복잡한 인지 기능을 수반하는 정보처리 과정이기 때문에 노화(aging)에 따라 능력이 유지되거나 조금 향상될 수도 있고, 감퇴될 수 있다. Gordon과 동료들(2015)은 나날이 독립적으로 변하는 노인들의 생활에서 글 읽기는 필수적인 정보제공 수단이며 일상 업무에 중요한 부분을 차지한다고 설명한다. 전 세계적으로 급증하는 노인 인구나 함께 다양한 노인 연구들이 소개되며 노인들의 읽기 연구도 활발히 이루어지고 있다(Kemper, Crow & Kemtes, 2004; Kliegl et al., 2004; Rayner, Castelhana & Yang, 2009; Rayner et al., 2006; Paterson, McGowan & Jordan, 2013 등). 그러나 현재 대한민국 노인들에 대한 언어 연구들은 검사 및 글자나 어휘 수준의 연구들이 대부분이며 실시간 데이터를 이용한 언어 연구는 부족한 상황이다. 본 연구는 급격히 증가하는 우리나라 노인들의 인지적인 능력의 한 부분이며 복잡한 인지처리 과정 및 정보전달의 수단인 글읽기 양상을 실시간 데이터를 통해 관찰하고 글 읽기에서 노화(aging)와 읽기 노출이 미치는 영향을 알아보고자 한다.

#### 안구운동의 특징과 글읽기 안구운동 연구

안구운동 글 읽기 연구는 눈의 움직임이 인지처리를 반영한다는 가정을 바탕으로 안구운동장비와 컴퓨터를 연결하는 기술 발전과 언어처리 이론의 등장 등으로 지난 50년 전부터 활발하게 이루어지고 있다(McConkie, 1979, 1981; Rayner, 1998). 이러한 연구들은 글의 내용이나 목적에 따라 전반적인 눈의 움직임의 양상에 영향을 주고, 망막의 중심와(fovea)에 맺혀진 단어 자극의 언어학적 특성이 고정(fixation)과 다음 자극으로 건너뛰기(saccade)에 영향을 줄 수 있다는 것을 확인하였다(Radach, Huestegge and Reilly 2008; Rayner 1998). 고정시간은 단어의 빈도와 같은 단어의 성질이나 내용에 따른 단어 예측성 등에 언어적인 면에서 차이를 보여주며(Rayner 1998; Rayner et al. 2009) 건너뛰기는 단어 길이나 문체체계와 같은 시각적인 정보에 영향으로 차이가 나타난다(McConkie and Rayner 1975).

고성룡 등(2007) 연구에 따르면 한국어 읽기에서 보통 숙련된 독자들은 한 곳에 225ms 정도 눈이 머무르다가 3.6자 정도 뛰어 다른 곳으로 움직인다. 또한 모든 어절에 머무르는 것이 아니라 어절의 8.3%정도는 두 번 이상 머무르고, 19% 정도는 앞으로 돌아가 다시 읽는 것을 확인하였다.

글 읽기 안구운동 실험은 고정시간을 관찰 지표로 보통 첫고정시간(first fixation time), 단일고정시간(single fixation time), 주시시간(gaze duration)을 측정한다. 첫고정시간은 한 어절에 처음으로 고정된 시간으로 주어진 정보의 탐색을 앞으로 어떻게 할지를 결정하는 판단에 영향을 준다. 단일고정시간은 첫고정시간에 포함되지만 주어진 정보의 탐색을 단 한 번의 고정시간으로 마칠 수 있다는 것을 보여주는 지표이다. 주시시간은 한 어절에 처음 고정된 시간부터 그 어절을 빠져나가기 전까지 고정 시간의 합으로 주어진 정보를 처리하는데 걸리는 모든 탐색시간이다. 그 밖에도 주시시간과 달리 다시 돌아와 읽기도 포함한 전체 글읽기 시간인 전체시간(total time), 어떤 어절을 고정하지 않고 지나가는 비율인 건너뛰기(skipping) 비율과 두 번 이상 고정된 비율인 재고정율을 관찰하기도 한다(Rayner, 1998; Rayner & Pollatsek, 1981).

#### 글읽기 안구운동에 미치는 변인과 단어 빈도 효과

글 읽기 안구운동에서 단어 재인에 영향을 주는 변인은 단어의 길이, 내용의 예측성(predictability), 그리고 독자의 단어의 경험이 반영되는 객관적 빈도(objective frequency), 단어습득연령(Age of Acquisition) 등이 단어의 성질이 있다. Ehrlich와 Rayner(1981)는 글 읽기에서 독자의 맥락 정보 활용이 읽기 시간에 영향을 준다는 예측성 효과, 즉 맥락 효과(contextual effect)를 소개하고 의미 편향이 높은 맥락에서 예측 가능 단어가 그렇지 못한 단어보다 고정 시간이 더 짧게 나타난다는 것을 확인하였다. 예측성 효과는 이후 다양한 연구들을 통해 재확인되었다(예, Balota, Pollatsek, & Rayner, 1985; Drieghe, Brysbaert, Desmet, & De Baecke, 2004; Drieghe, Rayner, & Pollatsek, 2005; Ehrlich & Rayner, 1981; Frisson, Harvey, & Staub, 2017; Rayner & Well, 1996; Staub, 2011 등). 독자의 단어에 대한 경험이 반영되는 단어의 성질에서 단어와 얼마나 자주 만나는지를 나타내는 단어 빈도는 단어명명과제(Brown & Watson, 1987; Gerhand & Barry, 1998; Morrison & Ellis, 1995)와 어휘 판단 과제(Morrison & Ellis, 2000) 등 다양한 실험을 통해 글읽기 단어 처리과정에 영향을 주는 중요한 요인으로 확인되었다(Balota & Chumbley, 1984; Forster & Chambers, 1973; Monsell, 1991; Rayner, 1998; Seidenberg & McClelland, 1989 등). 다수의 자연스러운 글 읽기 안구운동 실험 연구에서도 저빈도 단어 보다 고빈도 단어에서 고정 시간이 짧게 나타나는 단어 빈도 효과를 확인하였다(Juhász & Rayner, 2003, 2006; Rayner, 1998). 한국어 글 읽기 안구운동 연구에서는 고빈도 단어가 저빈도 단어보다 고정 시간이 짧게 관찰되었고 단어 성질이 글 읽기에서

기본이 되는 단어 재인에 영향을 주는 글 읽기에 중요한 변인임을 확인하였다(고성룡 등, 2008; 주혜리, 2015; 주혜리와 고성룡, 2021 등). Ashby, Rayner와 Clifton(2005)은 독자의 어휘능력에 따른 단어 빈도 효과를 살펴본 결과, 독자의 어휘 능력이 낮을수록 단어 빈도 효과가 크게 나타나고 독자의 어휘 능력의 차이는 저빈도 단어를 처리하는 과정에서 더 두드러지게 나타남을 확인하였다.

### 노인의 글읽기 안구운동 연구

지난 50여 년 동안 글 읽기 안구운동추적 연구는 숙련된 젊은 성인들을 대상으로 다양한 방법으로 연구 되었으나(Engbert, Nuthmann, Richter & Kliegl, 2005; Rayner, 1978; 1998; 2009 등) 노인을 대상으로 한 글 읽기 안구운동 추적 연구는 최근 10년 전부터 활발하게 진행되고 있다(Kliegl, Grabner, Rolfs & Engbert, 2004; Rayner, Castelhana & Yang, 2010; Rayner, Reichle, Stroud, Williams & Pollatsek, 2006; Rayner, Yang, Castelhana & Liversedge, 2011 등). 그러나 나이(age)는 글 읽기에 영향을 미치는 주요한 요인 중 하나일 거라는 가정을 통해 다양한 언어 연구들이 진행되고 있지만 그 결과는 일관되지 않는 상황이다.

글자나 단어 인식, 읽기 속도는 노화에 따라 전반적인 능력 저하를 주장하고(Sass, Legge, & Lee, 2006; Saxton et al., 2001 등) 이를 노인들의 단어 인식이 젊은 성인들보다 더 느린 것에 대해 노화에 따른 인지 능력의 저하가 원인이라고 설명한다(Baltes & Lindenberger, 1997; Lindenberger & Baltes, 1994; Salthouse, 1992; 1996; Verhaegen & Cerella, 2002). 노화에 따른 눈의 생물학적 기능 저하도 텍스트의 시각적 인식을 어렵게 한다는 보고가 있다(Fozard and Gordon-Salant, 2001; Haegerstrom-Portnoy, Schneck, & Brabyn, 1999; Solan, Feldman & Tujak, 1995; Owsley, 2011; McGowan, White, Jordan, & Paterson, 2013; Cerella, 1985; Scialfa, Cordazzo, Bubruc & Lyon, 2013). 이러한 사실을 바탕으로 Akutsu와 동료들(1991)은 글자 크기를 조작하여 청년 집단과 노인 집단의 읽기 속도 차이를 관찰하는 시도를 하였고, Legge와 동료들(1985)은 매우 작거나 큰 글자들은 고정 시간과 건너뛰기에 영향을 주며 고정 수도 많아 읽기 속도가 감소한다는 것을 확인했다. 다수의 영어권 연구에서는 노인들이 젊은 성인들과 비교하여 고정 수가 많을 뿐만 아니라 고정 시간은 더 길게 나타나고 건너뛰기도 짧게 나타났다(Kemper et al. 2004; Kemper, McDowd, and Kramer 2006; Kemper and Liu 2007; Kliegl et al. 2004; Munoz et al. 1998). 그러나 노화에 따른 글자나 단어 인식의 어려움이 있음을 보여준 연구들과는 다르게 몇몇 연구들은 노인들이 젊은 성인보다 언어 능력에서 의미 처리나 어휘력이 뛰어나고 건강한 노화 과정에서 단어 인식이 잘 보존되고, 어휘 지식은 일정하게 성장할 수 있음을 보여주었다(Uttl, 2002; Verhaegen, 2003; 김선경, 이해원, 2007). 안구운동 추적 실험을 통한 읽기 연구에서도 노인들과 젊은 성인들의 차이의 대한 주장이 일관

되지 않다. Rayner와 동료들(2006)은 노인들이 젊은 성인들보다 글 읽기 속도는 느리지만 단어 빈도와 같은 어휘 특성 및 내용 예측성과 같은 문장 특성에 대한 안구 운동의 질적 패턴은 젊은 성인과 유사하고, 일반 글꼴(Times New Roman)과 읽기 어려운 글꼴(Old English)을 사용하여 시각적 인코딩 어려움을 조작하여 실험한 결과, 노인들이 젊은 성인들보다 지각적 수준에서 시각적 단어 인코딩에 다소 어려움은 있지만 글 읽기와 나이의 상호작용을 보여주기에는 확실한 결론을 얻지 못했다. Rayner와 동료들(2009)은 볼 수 있는 시야인 지각폭(perceptual span)을 관찰하는 움직임은 창(moving window, McConkie & Rayner, 1975; 1976)기법으로 젊은 성인들과 노인들의 글 읽기에서의 지각폭을 관찰한 결과, 노인들이 젊은 성인들과 큰 차이가 없이 중심와주변(parafoveal) 정보를 사용하고 노인들의 중심와주변 정보처리가 젊은 성인에 비해 손상되지 않음을 보여주었다. 그러나 다수의 글읽기 연구에서 노인들이 젊은 성인들보다 글읽기에서 눈을 고정하는 수와 다시 돌아가서 읽기(regression) 비율이 더 높았으며(Kliegl et al., 2004; Rayner et al., 2006; Rayner et al., 2013; McGowan et al., 2014; Solan, et al., 1995) 노인들이 젊은 성인들 보다 건너뛰는 거리가 길고 건너뛰기 비율도 더 높음을 확인하였다(Rayner et al., 2006). 이러한 차이는 노화에 따라 점차 떨어지는 텍스트 처리를 보완하기 위해 위험한 읽기(risky reading)라는 새로운 읽기 전략을 강구한 결과라고 주장한다(Rayner et al., 2006; Rayner, Castelhana & Yang, 2009). 성은진 등(2019)은 한국 노인들의 글읽기 실험에서 위험한 읽기 전략을 관찰할 수 없었고 노인 집단이 젊은 성인 집단보다 단일고정시간, 주시시간, 전체시간, 다시 돌아가서 읽는 시간이 길게 나타났고 건너뛰기 비율은 노인집단이 젊은 성인 집단보다 낮게 관찰되었다고 보고했다. 또한 표적 단어의 빈도 효과는 젊은 성인 집단에 비해 노인 집단에서 크게 관찰되었다.

이처럼 나이와 글읽기 양상에 대한 주장은 일관되지 않는 상황이다(McKoon, & Ratcliff, 2018; Rayner, Reichle, Stroud, Williams, & Pollatsek, 2006 등). 또한 급증하는 노인 인구에 반해 한국 노인에게 대한 글읽기 연구와 한국 노인을 위한 글 읽기 연구는 부족한 상황이다. 본 연구는 건강한 노화 과정에서 단어 인식이 잘 보존되는 것 같다는 몇몇 연구들(Uttl, 2002; Verhaegen, 2003)과 글 읽기에서 어휘 능력의 차이는 빈도 효과에 영향을 줄 수 있다는 연구(Ashby, Rayner와 Clifton, 2005)를 바탕으로 젊은 성인 집단, 글읽기 노출이 많은 노인 집단, 글읽기 노출이 적은 노인 집단을 대상으로 글 읽기 안구운동 추적 실험을 시행하였다. 먼저 고정 시간과 건너뛰기의 평균으로 전반적인 글읽기 안구운동 패턴을 관찰하고, 단어 빈도 효과를 확인하였다. 나아가 젊은 성인들과 노인 집단을 비교하여 글 읽기와 나이와의 영향을 살펴보고 환경적으로 글읽기 노출이 많은 노인 집단과 글읽기 노출이 적은 노인 집단을 비교하여 글읽기 노출에 따른 영향도 살펴봄으로써 노화에 따른 읽기 능력이 유지 가능한지를 살펴보았다.

## 실 험

## 방 법

### 참가자

서울시 소재 대학 재학생인 하루 글 읽기 시간이 120분 이상인 젊은 성인(만20-25세) 15명, 20대 집단과 동일한 서울시 소재 대학을 졸업하고 하루 글 읽기 시간이 120분 이상인 70대 노인(만70-75세) 15명, 그리고 20대 집단과 동일한 서울시 소재 대학을 졸업하고 하루 글 읽기 시간이 60분 이하인 70대 노인(만70-75세) 15명이 이 실험에 참여하였다. 노인 참가자들은 실험 참여 6개월 이내 치매안심센터를 방문하여 국가에서 무료로 받을 수 있는 인지선별검사 결과, 지남력(5점 만점), 주의력(3점 만점), 시공간기능(2점 만점), 집행기능(6점 만점), 기억력(10점 만점), 언어기능(4점 만점) 각 영역 모두 90%이상 정답률 및 30점 만점에서 27점 이상(평균 29)으로 정상 판정을 받았다. 참가자 모두 대한민국 국적으로 한국어를 모국어로 사용하고 컴퓨터 및 스마트폰 사용에 불편이 없고 컴퓨터 화면에 제시되는 글을 읽기 불편함이 없는 비 교정 혹은 0.8 이상 교정시력을 가졌다. 안과 진료 중이거나 안과 수술 후 회복 전인 경우 그리고 코로나와 같은 전염성 질병 확진을 받으신 분들은 실험 참여 대상에서 제외하였다.

### 도구

Eyelink II(SR Research, Ontario, Canada)를 사용하여 이미지처리를 통해 동공의 위치를 추적하여 실험하였다. 수집률 500Hz, 공간 해상도 약 0.01도로 참가자는 양쪽 눈을 사용하여 글을 읽지만 먼저 앞서는 오른쪽 눈의 자료만 수집하였다. 자극은 삼성 컬러 모니터에 해상도 1024 \* 768, 주사율 85Hz로 제시되고 눈과 모니터 사이의 거리는 대략 64cm로 0.8시력으로 불편함이 없도록 글자는 바탕 글꼴 20pt로 자극을 제시하였다. 글꼴은 노인들이 글 읽기에서 시각적 인코딩 어려움이 있다는 선행연구를 바탕으로 70대 노인(만70-75세) 20명을 대상으로 바탕, 굴림, 고딕에서 읽기 편안한 글꼴을 조사하고 선택하였다(Rayner et al., 2006). 배경색은 검정, 글자색은 흰색으로 제시 되었다. 머리 움직임을 줄이기 위해 턱과 머리를 고정하는 장치를 사용하였다.

### 자극

안구운동 추적을 위해 주혜리(2015) 실험2 자극 200개 문장을 사용했다. 모든 문장은 6~8어절로 각 어절의 길이는 2~6자이다. 고려대학교 빈도 자료(<http://corpus.korea.ac.kr>)를 참고하여 빈도

200이상인 고빈도 2음절 단어와 빈도 10이하인 저빈도 2음절 단어 240쌍을 준비하고, 조사와 결합한 표적 단어가 문장 중앙 어절에 오도록 문장을 만들었다. 표적 단어를 예측하는 문맥 이득 효과가 없도록 성인 40명에게 표적단어 이전의 내용을 보고 표적 단어를 예측할 수 있는지 설문 조사 하여 예측이 되는 문장들은 배제하였고, 또 다른 성인 40명에게 문장이 자연스러움 여부를 5점 척도 설문을 하여 4.5미만의 점수를 받은 문장들도 배제하였다. 준비된 200쌍의 실험 자극 문장은 특정 단어나 구조의 반복이 없기 때문에 매우개(filler)문장 없이 피험자 별로 조건별 역균등화되어 제시되었다.

참가자가 실험에 성실히 참가하고 문장을 이해하며 읽었는지를 확인하기 위해 이전에 제시된 문장 내용에 대한 간단한 문제를 전체 시행의 30%인 60개를 포함하였다.

실험 문장 예) 고빈도 그 해에는 이상한 사고도 많아서 뒤숭숭했다. (빈도 1069)

저빈도 그 해에는 이상한 괴변도 많아서 뒤숭숭했다. (빈도 5)

#### 절차

실험은 개별적으로 진행하였다. 참가자는 신청 날짜에 실험실에 방문하여 지시문을 읽고, 안구운동 추적 장치와 실험에 대해 실험자에게 간략히 설명을 들었다. 동의서 작성 후, 참가자는 안구운동 추적 장치를 머리에 착용하고 정위(calibration) 과제를 수행하였다. 정위 시 참가자는 모니터에 제시된 9개의 점에 시선을 고정하는데 모니터에 제시된 점의 위치와 계산된 눈의 위치의 차가 0.5도 이내 일 때 유효한 값으로 받아들여진다. 정위와 확인 절차 후 7개의 연습과제 문장을 제시 하였다. 실험 시 모든 시행마다 화면 왼쪽에 흰색 점이 제시되고 참가자가 점을 응시할 때 실험자는 점을 제거하고 실험 문장을 제시하였다. 문장은 한 줄로 제시되고 참가자는 문장을 소리 내지 않고 평상시 글을 읽듯이 자연스럽게 문장을 읽고 버튼을 눌러 한 시행을 마친다. 실험 문장은 총 200문장으로 참가자는 50문장을 읽을 때마다 5분의 휴식을 갖았다. 전체 실험시간은 대략 30분이 소요되었다.

모든 참가자는 글 읽기 안구운동 실험 후 실험 자극으로 사용된 표적 단어를 이해하고 읽었는지 확인하기 위해 저빈도 표적 단어 200개 중 10개를 무작위로 뽑은 어휘 테스트를 시행하였다. 또한 참가자는 글 읽기의 목적(의사소통, 취미, 뉴스와 정보, 학습, 기타)과 하루 각 수단별 글 읽기 시간(스마트폰, 컴퓨터, 신문, 책, 기타)을 조사하는 설문지를 완성하고 실험 참가비를 받고 퇴실했다.

## 결 과

문장을 이해하며 읽었는지 확인하는 문제 정답률은 조건과 관계없이 젊은 성인 집단 92%, 읽기 노출이 많은 노인 집단 90%, 읽기 노출이 적은 노인 집단 87%이다. 실험 후 시행된 어휘테스트 정답률은 젊은 성인 집단과 읽기 노출이 많은 노인 집단은 모두 100%이고, 읽기 노출이 적은 노인 집단은 97%이다. 또한 수집된 설문 정보에 따르면 글 읽기의 목적은 읽기 노출 정도와 상관없이 노인 집단은 모두 의사소통, 취미, 정보 습득이 공통적인 응답이었고, 젊은 성인 집단은 의사소통과 학습이 공통적인 응답이다. 글 읽기의 수단은 글읽기 노출이 많은 노인 집단은 컴퓨터, 스마트폰, 책, 신문, 글읽기 노출이 적은 노인 집단은 스마트폰, 젊은 성인 집단은 컴퓨터와 스마트폰이라고 공통으로 답했다. 모든 수단을 통해 하루 글읽는 시간은 글읽기 노출이 많은 노인 집단은 평균 5.7시간, 글읽기 노출이 적은 노인 집단은 1.2시간, 젊은 성인 집단은 평균 5.3시간이었다.

### 안구운동 분석

보통 반응시간 연구자들은 평균 더하기 2.5표준편차를 넘는 시간을 outlier로 처리를 하는 경향이 있지만 반응시간 분포가 우편향분포를 띄어서 몇 표준편차를 기준으로 삼는 것이 쉽지 않아 현재 정확한 기준은 없다. 이 연구에서는 초창기 안구운동 연구자들의 기준에 따라 고정시간이 80ms 미만이거나 1000ms을 넘는 고정은 이상치로 간주하여 분석에서 제외하였고 표적 영역에서 눈을 깜박거린 시행도 제외하였다(Rayner & Pollastsek, 1989). 이러한 기준으로 제외 된 시행의 비율은 대략 8%이었다.

글 읽기에서 전반적인 패턴을 보기 위해 python 프로그램으로 각 시행마다의 고정과 건너뛰기의 평균을 살펴보았다. 건너뛰기는 한글의 하나의 글자가 보통 27pixel이기 때문에 이를 계산하여 글자 수로 환산하여 계산하였다.

표 1을 보면 젊은 성인 집단과 읽기 노출이 많은 노인 집단의 고정시간 평균과 건너뛰기 평균의 차이는 나타나지 않았다. 이는 두 집단 유사하게 눈을 고정하고 다음 고정으로 눈을 건너뛰는 것을 보여준다. 그러나 읽기 노출이 적은 노인 집단은 젊은 성인 집단과 읽기 노출이 많은 노인 집단과 비교하여 고정시간이 길고 건너뛰기는 더 짧게 나타났다. 세 집단은 고정시간 평균에서 빈도 차이가 나타났으며( $F=177.1875$ ,  $p < .01$ ) 집단 간의 차이( $F=4429.6875$ ,  $p < .01$ ) 및 상호작용이 관찰되었다.

표 2는 젊은 성인 집단, 읽기 노출이 많은 노인 집단, 읽기 노출이 적은 노인 집단의 단어의 빈도를 통계한 표적 어절(N), 표적 어절 전 어절(N-1), 표적 어절 후 어절(N+1)의 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간, 전체시간의 평균과 표준편차를 보여준다.



〈표 1〉 젊은 성인 집단, 글읽기 노출이 많은 노인 집단, 글읽기 노출이 적은 노인 집단의 조건 별 고정시간 평균(ms)과 건너뛰기의 평균(자) 및 표준편차(괄호)

	고정시간			건너뛰기		
	젊은 성인	읽기 노출 많은 노인	읽기 노출 적은 노인	젊은 성인	읽기 노출 많은 노인	읽기 노출 적은 노인
고빈도(HF)	212 (0.85)	212 (0.76)	233 (1.25)	4자 (0.97)	4자 (0.98)	3자 (0.61)
저빈도(LF)	214 (0.756)	214 (0.76)	238 (1.69)	4자 (0.89)	4자 (0.93)	3 (0.57)

〈표 2〉 젊은 성인 집단, 읽기 노출이 많은 노인 집단, 읽기 노출이 적은 노인 집단의 조건 별 표적어절 전 어절(N-1), 표적어절(N), 표적어절 다음 어절(N+1)의 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간, 전체시간의 평균(ms) 및 표준편차(괄호)

	첫고정시간									단일고정시간								
	젊은 성인			읽기 노출이 많은 노인			읽기 노출이 적은 노인			젊은 성인			읽기 노출이 많은 노인			읽기 노출이 적은 노인		
	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1
고빈도(HF)	201 (73)	218 (83)	216 (92)	213 (73)	226 (76)	230 (84)	209 (83)	251 (99)	259 (123)	203 (73)	220 (81)	216 (91)	215 (72)	229 (76)	232 (85)	209 (81)	260 (108)	209 (81)
저빈도(LF)	204 (75)	229 (87)	226 (98)	214 (75)	239 (79)	232 (85)	204 (76)	256 (102)	261 (128)	206 (75)	233 (88)	228 (100)	217 (74)	243 (78)	237 (87)	204 (76)	265 (101)	204 (76)

  

	주시시간									전체시간								
	젊은 성인			읽기 노출이 많은 노인			읽기 노출이 적은 노인			젊은 성인			읽기 노출이 많은 노인			읽기 노출이 적은 노인		
	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1	N-1	N	N+1
고빈도(HF)	246 (128)	242 (109)	245 (121)	246 (128)	243 (97)	246 (128)	485 (321)	308 (154)	407 (301)	292 (184)	267 (181)	281 (166)	285 (152)	278 (138)	285 (152)	718 (492)	444 (264)	546 (386)
저빈도(LF)	249 (125)	262 (122)	257 (134)	249 (125)	265 (112)	249 (125)	491 (342)	317 (162)	409 (299)	298 (178)	277 (195)	296 (178)	295 (160)	317 (165)	296 (151)	729 (524)	467 (281)	544 (382)

표 2에서 제시된 표적 단어(N)에 대한 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간, 전체시간 자료를 살펴보면 젊은 성인 집단, 읽기 노출이 많은 노인 집단, 읽기 노출이 적은 노인 집단 모두 빈도 효과를 관찰하였다(젊은 성인 집단 첫고정시간:  $b=11.001$ ,  $SE=3.143$ ,  $t=3.50$ ; 단일고정시간:  $b=15.601$ ,  $SE=3.410$ ,  $t=4.576$ ; 주시시간:  $b=20.018$ ,  $SE=4.229$ ,  $t=4.734$ ; 전체시간:  $b=40.926$ ,  $SE=6.181$ ,  $t=6.621$ , 읽기 노출이 많은 노인 집단 첫고정시간:  $b=13.219$ ,  $SE=2.997$ ,  $t=4.41$ ; 단일고정시간:  $b=14.401$ ,  $SE=3.177$ ,  $t=4.533$ ; 주시시간:  $b=22.132$ ,  $SE=4.133$ ,  $t=5.355$ ; 전체시간:  $b=39.601$ ,  $SE=5.698$ ,  $t=6.95$ , 읽기 노출이 적은 노인 집단 첫고정시간:  $b=39.601$ ,  $SE=5.698$ ,

$t=6.95$ ; 단일고정시간:  $b=39.601$ ,  $SE= 5.698$ ,  $t=6.95$ ; 주시시간:  $b= 39.601$ ,  $SE= 5.698$ ,  $t=6.95$ ; 전체시간:  $b= 39.601$ ,  $SE=5.698$ ,  $t=6.95$ ). 모든 조건에서 젊은 성인 집단이 노인 집단 보다 반응시간이 짧았고 읽기 노출이 많은 노인 집단이 읽기 노출이 적은 노인 집단보다 반응시간이 짧게 나타났다. 또한 읽기 노출이 많은 노인 집단과 젊은 성인 집단은 표적 단어에 대한 빈도효과의 차이가 관찰되었지만 고정시간의 평균과 건너뛰기의 평균을 살펴본 전반적 양상의 관찰에서 고빈도 조건과 저빈도 조건에서 고정시간이 차이가 나타나지 않았다.

조건별 실험 조작의 효과는 선형 혼합 효과 모형(linear mixed-effects model)을 이용하며 분석은 통계 패키지 R을 사용하였다(Baayen, Davidson, & Bates, 2008). 실험에서 고정효과(fixed effect)는 단어의 빈도이고, 무선폭과(random effect)에는 참가자와 문장을 모두 포함했다. 또한 실험분석 전, 표 3에 제시된 Latin Square(Baayen, Davidson, & Bates, 2008)에서 제시된 다섯 가지 선형 혼합 모형에 대한 무선폭과를 ANOVA 스타일로 비교하였고 이 연구에서는 수렴에 문제가 있어 관례대로 slope을 빼고 무선폭과를 처리하였다; `latinsquare.lmer4 = lmer(Target ~ SOA + (1|Subj) + (1|Item), data = latinsquare)`.

〈표 3〉 설계를 분석하는 선형혼합모형들 (Baayen et al., 2008)

- 
- 모형 1: `latinsquare.lmer1 = lmer(Target ~ SOA + (1+ SOA |Subj) + (1|Item) + (1+SOA|Group), data = latinsquare)`
  - 모형 2: `latinsquare.lmer2 = lmer(Target ~ SOA + (1+ SOA |Subj) + (1|Item), data = latinsquare)`
  - 모형 3: `latinsquare.lmer3 = lmer(Target ~ SOA + (1|Subj) + (1|Item) + (1|Group), data = latinsquare)`
  - 모형 4: `latinsquare.lmer4 = lmer(Target ~ SOA + (1|Subj) + (1|Item), data = latinsquare)`
  - 모형 5: `latinsquare.lmer5 = lmer(Target ~ SOA + (1|Subj), data = latinsquare)`
- 

표 4에서 group1은 읽기 노출이 많은 노인 집단과 읽기 노출이 적은 노인 집단의 차이를 나타내고 group2는 읽기 노출이 많은 노인 집단과 젊은 성인 집단의 차이를 나타낸다. group1: Cond의 상호작용은 읽기 노출이 많은 노인 집단과 읽기 노출이 적은 노인 집단의 빈도 효과 차이를 보여주고 group2: Cond의 상호작용은 읽기 노출이 많은 노인 집단과 젊은 성인 집단의 빈도 효과 차이를 보여준다.

실험 분석 결과 읽기 노출이 많은 노인 집단과 읽기 노출이 적은 노인 집단의 차이를 나타내는 group1에서는 상호작용 효과가 나타나지만 읽기 노출이 많은 노인 집단과 젊은 성인 집단의 차이를 나타내는 group2에서는 상호작용 효과를 확인 할 수 없었다. 이는 글 읽기에서 연령이 그 자체가 영향을 미치는 것이 아니라 노인들의 글 읽기 경험이 영향을 미친다고 볼 수 있다.

〈표 4〉 젊은 성인 집단, 읽기 노출이 많은 노인 집단, 읽기 노출이 적은 노인 집단의 목표 단어처리에 대한 선형 혼합 효과 모형 분석 결과

	첫고정시간			단일고정시간			주시시간		
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>
intercept	236.056	4.508	52.362	241.227	4.5743	52.736	272.031	5.858	46.436
group 1	21.110	2.598	8.126	27.4211	3.0602	8.960	59.312	3.768	15.742
group 2	-8.978	2.473	-3.631	-9.5255	2.6601	-3.581	-2.529	3.580	-0.706
Cond	-9.565	2.062	-4.639	-11.1646	2.3762	-4.699	-16.785	2.985	-5.622
group1:Cond	8.385	5.137	1.632	7.9996	6.0481	1.323	13.546	7.438	1.821
group2:Cond	1.861	4.922	0.378	0.4741	5.3063	0.089	1.534	7.127	0.215
Random effect	Var	<i>SD</i>		Var	<i>SD</i>		Var	<i>SD</i>	
Item intercept	87.51	9.355		79.81	8.934		235.4	15.34	
Subject intercept	282.03	16.794		286.29	16.920		463.0	21.52	
Residual	7340.35	85.676		7195.99	84.829		15386.9	124.04	

### 종합 논의

전 세계적으로 고령화로 인해 노인들이 급증하는 시점에서 실시간 데이터를 이용한 노인들의 글 읽기 실험 연구는 의미 있는 작업이다. 이 연구는 젊은 성인들과 글읽기 노출이 많은 노인들 그리고 글읽기 노출이 적은 노인들을 대상으로 안구운동 추적 실험을 통해 자연스러운 글 읽기에서 나타난 눈의 움직임의 전반적인 양상과 글 읽기에서 큰 영향을 미치는 변인 중 하나인 빈도 효과를 비교하고자 했다. 먼저 젊은 성인 집단, 글읽기 노출이 많은 노인 집단, 글읽기 노출이 적은 노인 집단을 대상으로 고빈도와 저빈도 단어로 조건을 나누어 문장읽기 실험을 하고, 고정시간 평균과 건너뛰기의 평균 및 두 조건 사이에 차이를 알아보았다. 그 결과 젊은 성인 집단과 글읽기 노출이 많은 노인 집단의 고정시간의 평균과 건너뛰기의 글자 수는 다르지 않았고 글읽기 노출이 적은 노인 집단은 고정시간의 평균이 더 길고 건너뛰기 평균도 짧았다. 보통 70대 노인들은 단어 인식과 중심와 주변 정보처리 등 글읽기에 어려움이 있을 것이라고 예상하지만 글읽기 노출이 많은 70대 노인도 젊은 성인과 동일한 글읽기 양상과 빈도효과가 관찰되었다. 젊은 성인 집단이 글읽기 노출이 많은 노인 집단보다 고빈도 조건과 저빈도 조건에서 첫고정시간, 단일고정시간, 주시시간 모두 짧게 나타났지만 고빈도 조건과 저빈도 조건에서 모두 고정시간의 차이가 크지 않았다. 반면 글읽기 노출이 적은 노인 집단은 두 조건의 첫고정시간, 단일고

정시간, 주시시간 모두 젊은 성인 집단과 글읽기 노출이 많은 노인 집단과 비교하여 길게 나타났다. 읽기 노출이 적은 노인 집단은 다른 두 집단보다 주시시간과 전체시간에서 더 큰 차이가 나타난다. 이는 읽기 노출이 적은 노인 집단이 안구운동 양상에서 표적 단어의 고정 수에서 다른 집단들과 차이가 나타나는 것을 반영하며 표적 단어의 고정수를 확인한 결과, 읽기 노출이 적은 노인 집단에서 한 번에 단어를 처리하지 못하고 다시 처리하는 양상이 관찰되었다(고정시간 수: 젊은 성인 고빈도 1.15번, 저빈도 1.18번; 읽기 노출이 많은 노인 집단 고빈도1.18번, 저빈도1.18번; 읽기 노출이 적은 노인집단 고빈도 1.28번, 저빈도 1.48번).

선행 연구에 따르면 노인들과 같이 시력 저하와 지각폭이 좁아지면 단어를 지각하고 이해하는 글읽기 정보처리 속도가 느리게 나타난다고 보고한다(Rayner 1986; Rayner et al. 2009). Rayner와 동료들(2006)은 연령에 따라 안구 운동 글읽기 양상과 빈도 효과에서 차이가 있고 노인 집단은 글읽기 과정에서 표적단어 건너뛰기 비율과 되돌아가기 비율이 높으며 노인들이 글을 빨리 읽기 위해 위험한 읽기 전략(Risky reading strategy)을 사용함을 그 이유로 설명한다. 교육 기간이 평균 8년인 노인들을 대상으로 글읽기 안구운동 실험을 한 성은진 등(2019) 연구에는 젊은 성인들에 비해 반응시간이 길었고 글 읽기 경험이 상대적으로 적어서 Rayner와 동료들(2006)의 위험한 읽기 전략보다 천천히 글을 읽기 전략을 선택했을 가능성을 제안하였다. 그러나 이 연구에서는 성은진 등(2019) 연구와 비교하여 글읽기 노출이 많은 노인 집단의 경우 젊은 성인 집단과 비교하여 전반적인 글 읽기 양상과 고정시간에 큰 차이가 나타나지 않았다. 이는 노인들에게 Rayner와 동료들(2006)의 위험한 읽기 전략이 나타나지 않고 젊은 성인들과 비교하여 글 읽기 양상과 유사하다는 선행 연구 결과들과 일치한다(Kliegl et al., 2004; Steen-Baker et al., 2017; Whitford and Titone, 2016). 또한 이 연구는 글읽기 노출이 많은 노인 집단과 글읽기 노출이 적은 노인 집단을 비교함으로써 두 집단이 고정시간과 빈도효과의 차이를 확인하였고 연령보다도 글읽기의 경험에 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

이 연구의 한계는 본 연구에 참여 노인 집단의 적은 수와 인지 및 지각 능력 검사 등이 부족이다. Covid-19 시국에 노약자 대상인 70대 노인들을 모집하는데 많은 한계가 있었고 모집된 참가자들의 실험 및 추후 설문 등 신속히 진행해야만 했기에 언어, 인지 및 지각 능력 등의 검사를 실시하는데 제한이 있었다. 다수의 참여자를 모집하고 철저한 언어, 인지 및 지각 능력 등의 검사를 바탕으로 분포 분석하고 개인차 연구가 가능하도록 발전할 필요가 있다. 다른 이 연구의 한계는 안구운동 추적 실험 자극을 문장만으로 제시했다는 점이다. 문맥이 있는 글을 제시하고 중심와 정보를 활용하도록 했으면 보다 자연스러운 글 읽기 환경일 것이다. 그러나 이 실험에서는 중심와 효과만을 확인하기 위해 표적 어절 자극 이해에 이득 효과를 주는 문맥과 내용의 예측성을 통제하였기 때문에 문장 자극으로도 충분하다고 판단한다. 또 다른 한계점은 험에 참여한 70대 노인 참가자들이 대학을 졸업한 고학력자를 모집한 것이다. 단순 연령 차이가 아니라 교육 환경과 학습시간 그리고 어휘력, 문법 등 여러 가지 요소들이 글 읽기와 읽기 습관에 영향

을 미칠 수도 있기 때문에 비교 대상인 젊은 성인 집단과 조금 더 객관적으로 비교하기 위해 같은 대학교 출신으로 모집하고 실험하였다. 하지만 글읽기 노출이 많은 노인들은 일상에서 스마트폰이나 컴퓨터 사용이 능숙하여 컴퓨터 앞에서 글을 읽는 것이 익숙할 뿐만 아니라 독서와 신문읽기를 생활화했다. 많은 연구에서 어휘 능력과 인쇄물에 대한 노출 정도에 따라 나이 효과(age effect)가 다르게 나타났고(Meyer & Rice, 1989; Payne, Gao, Noh, Anderson, & Stine-Morrow, 2012; Payne, Grison, Gao, Christianson, Morrow, & Stine-Morrow, 2014; Stine-Morrow et al., 2008) 이는 글읽기 노출이 많은 노인 집단이 읽기 노출뿐만 아니라 독서와 신문읽기 등 인쇄물을 통해 글을 읽는 경험이 높은 것도 영향을 줄 수 있다. 반면 글읽기 노출이 적은 노인들은 대부분 스마트폰으로만 글 읽기는 경험하는 집단이었기 때문에 컴퓨터 앞에서 글 읽기를 하는 실험에 글읽기 노출이 많은 노인 집단보다 익숙하지 않았을 수 있다.

이 연구에서는 노화에 따라 전반적인 인지, 언어 능력이 저하 되고 글 읽기 능력이 감퇴된다는 입장과 달리, 나이보다는 읽기 경험이 읽기 처리에 영향을 준다는 것을 확인하고 의미 처리와 어휘력 유지 그리고 글 읽기 전반적인 양상이 유지 될 수 있음을 시사한다. 나이가 고령화와 글을 통해 의사소통, 정보전달, 필수적인 일상 업무 처리되는 비대면화 사회에서 나날이 독립적으로 변하는 노인들에게 글 읽기의 중요성과 읽기 노출의 필요성을 시사한다.

## 참고문헌

- 고성룡, 홍효진, 윤소정, 조병환 (2008). 우리글 명사 어절에서의 단어 빈도 효과: 안구운동 추적 연구. **한국심리학회지: 실험**, 20(1), 21-37.
- 김선경, 이해원 (2007). 한글단어재인에서 청년과 노인의 의미점화효과. **한국심리학회지: 실험**, 19(4), 279-297.
- 김선영, 김선영, 이해원 (2015). 컴퓨터 환경에서 한글 글자 크기가 청년과 노인의 읽기 속도에 미치는 영향. **한국심리학회지: 인지 및 생물**, 27(3) 367-384.
- 성은진 이윤형 최원일 (2019). 한글 문장 읽기에서 나이에 따른 단어빈도효과: 안구운동 연구로부터의 증거. **언어과학연구** 88(1), 251-80.
- 윤소정, 고성룡 (2010). 우리글 읽기에서 본 단어 습득연령 효과: 안구운동 추적 연구. **한국심리학회지: 인지 및 생물**, 22(2), 129-142.
- 이효선, 최원일 (2019). 문장 읽기 시 연령에 따른 예측성 효과: 안구운동 추적 연구. **한국심리학회지: 인지 및 생물**, 31(1), 17-38.
- 주혜리 (2015). 우리글 읽기에서 나타나는 고정시간 분포에 대한 확산모형 분석, 서울대학교 박사학위논문.

- 주혜리, 고성룡 (2021). 우리글 읽기에서 나타난 성인과 청소년의 고정시간 분포분석과 단일경계 확산모형 제안. *한국인지과학회지*, 32(1), 1-52.
- Akutsu, H., Legge, G. E., Ross, J. A., & Schuebel, K. J. (1991). Psychophysics of reading. X. Effects of age-related changes in vision. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 46, 325-331.
- 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.
- Bates, D., & Sarkar, D., the R Core team. (2007). nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-85.
- Baltes, P. B., & Lindenberger, U. (1997). Emergence of a powerful connection between sensory and cognitive functions across the adult life span: A new window to the study of cognitive aging? *Psychology and Aging*, 12(1), 12-21.
- Cerella, J. (1985). Age-related decline in extrafoveal letter perception. *Journal of Gerontology*, 40(6), 727-736.
- Choi, W., Lowder, M. W., Ferreira, F., Swaab, T. Y., & Henderson, J. M. (2017). Effects of word predictability and preview lexicality on eye movements during reading: A comparison between young and older adults. *Psychology and Aging*, 32, 232-242.
- Drieghe, D., Brysbaert, M., Desmet, T., & De Baecke, C. (2004). Word skipping in reading: On the interplay of linguistic and visual factors. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(1-2), 79-103.
- Drieghe, D., Rayner, K., & Pollatsek, A. (2005). Eye movements and word skipping during reading revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(5), 954-969.
- 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.
- Forster, K., & Chambers, S. M. (1973). Lexical access and naming time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 627-635.
- Fozard, J. L., & Gordon-Salant, S. (2001). Changes in vision and hearing with aging. In J. E. Birren and K. Warner Schaie (Eds.), *Handbook of Psychology of Aging* (pp. 214-266). New York: Academic Press.
- Gerhand, S., & Barry, C. (1998). Word frequency effects in oral reading are not merely age-of-acquisition

- effects in disguise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 267-283.
- Gordon, P. C., Lowder, M. W. & Hoedemaker, r. s. (2015). Reading in Normally Aging Adults. Cognitive-Linguistic Processes and Aging. John Benjamins Publishing.
- Haegerstrom-Portnoy, G., Schneck, M. E., & Brabyn, J. A. (1999). Seeing into old age: Vision function beyond acuity. *Optometry & Vision Science*, 76(3), 141-158.
- Jarvis, P. (1990). Trends in Education and Gerontology. *Educational Gerontology*, 16, 401-410.
- Jarvis, P. (2001). Learning in later life: An introduction for educators and carers. London: Kogan Page.
- 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.
- Kemper, S., Crow, A., & Kemtes, K. (2004). Eye-fixation patterns of high- and low-span young and older adults: Down the garden path and back again. *Psychology and Aging*, 19, 157-170.
- Kliegl R, Grabner E, Rolfs M, Engbert R. (2004). Length, frequency, and predictability effects of words on eye movements in reading. *European Journal of Cognitive Psychology* 16:262-284
- Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S., & Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of reading. I. Normal vision. *Vision Research*, 25, 239-252.
- Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (1994). Sensory functioning and intelligence in old age: A strong connection. *Psychology and Aging*, 9(3), 339-355.
- McGowan, V. A., White, S. J., Jordan, T. R., & Paterson, K. B. (2014). Aging and the use of interword spaces during reading: Evidence from eye movements. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21(3), 740-747.
- 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.
- Morrison, C. M., & Ellis, A. W. (2000). Real age of acquisition effects in word naming and lexical decision. *British Journal of Psychology*, 91, 167-180.
- Owsley, C. (2011). Aging and vision. *Vision Research*, 51(13), 1610-1622.
- Paterson, K. B., McGowan, V. A., & Jordan, T. R. (2012). Filtered text reveals adult age differences in reading: evidence from eye movements. *Psychology and Aging*, 28(2)
- Paterson, K.B, McGowan, V. A. & Jordan, T. R. (2013). Effects of adult aging on reading filtered text:

- evidence from eye movements. *PeerJ* 1:e63
- Paterson, McGowan & Jordan (2013). Paterson KB, McGowan VA, Jordan TR. Filtered text reveals adult age differences in reading: evidence from eye movements. *Psychology and Aging*. 28(2), 352-364.
- Paterson, K. B., McGowan, V. A., Warrington, K. L., Li, L., Li, S., Xie, F., Chang, M., Zhao, S., Pagan, A., White, S.J., & Wang, J. (2020). Effects of Normative Aging on Eye Movements during Reading. *Vision*, 4, 7
- Rayner, K. (1978). Eye movements in reading and information processing. *Psychological Bulletin*, 85(3), 618-660.
- 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 attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457-1506.
- Rayner, K., Castelano, M. S., & Yang, J. (2009). Eye movements and the perceptual span in older and younger readers. *Psychology and Aging*, 24, 755-760.
- Rayner, K., Castelano, M. S., & Yang, J. (2010). Preview benefit during eye fixations in reading for older and younger readers. *Psychology and Aging*, 25(3), 714-718.
- 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., & Pollatsek, A. (1981). Eye movement control during reading: Evidence for direct control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33A, 351-373.
- 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.
- Rayner, K., Yang, J., Castelano, M. S., & Liversedge, S. P. (2011). Eye movements of older and younger readers when reading disappearing text. *Psychology and Aging*, 26(1), 214-223.
- Rayner, K., Yang, J., Schuett, S., & Slattery, T. J. (2013). Eye movements of older and younger readers when reading unspaced text. *Experimental Psychology*, 60(5), 354-361.
- Sass, S., Legge, G. E., Lee, H.-W. (2006). Low-vision reading speed: Influences of linguistic inference and aging. *Optometry and Vision Science*, 83, 166-177.
- Salthouse, T. A., Hancock, H. E., Meinz, E. J., & Hambrick, D. Z. (1996). Interrelations of age, visual acuity, and cognitive functioning. *Journal of Gerontology*, 51B, 317-330.
- Saxton, J. A., Ratcliff, G., Dodge, H., Pandav, R., Baddeley, A., & Ganguli, M. (2001). Speed and capacity of language processing test: Normative data from an older American community-dwelling



- sample. *Applied Neuropsychology*, 8, 193-203.
- Scialfa, C. T., Cordazzo, S., Bubric, K., & Lyon, J. (2013). Aging and visual crowding. *The Journals of Gerontology. Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 68(4), 522-528.
- Solan, H. A., Feldman, J., & Tujak, L. (1995). Developing visual and reading efficiency in older adults. *Optometry & Vision Science*, 72(2), 139-145.
- Steen-Baker, Allison A, Shukhan Ng, Brennan R. Payne, Crolyn J. Anderson, Kara D. Kedermeier, and Elizabeth A. L. Stine-Morrow (2017). The Effects of Context on Processing Words During Sentence Reading among Adults Varying in Age and Literacy Skill. *Psychology and Aging*. 32(5). 460-72.
- Uttl, B. (2002). North American Adult Reading Test: Age norms, reliability, and validity. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(8), 1123-1137.
- Van Zandt, T. (2000). How to fit a response time distribution. *Psychonomic Bulletin and Review*, 7, 424-465.
- Verhaeghen, P. (2003). Aging and vocabulary score: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 18, 332-339.
- Verhaegen, C., & Poncelet, M. (2013). Changes in naming and semantic abilities with aging from 50 to 90 years. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(02), 119-126.
- Wang, J., Li, L., Li, S., Xie, F., Liversedge, S. P., & Paterson, K. B. (2018). Effects of aging and text-stimulus quality on the word-frequency effect during Chinese reading. *Psychology and Aging*, 33(4), 693-712.
- Warrington, K. L., McGowan, V. A., Paterson, K. B., & White, S. J. (2019). Effects of adult aging on letter position coding in reading: Evidence from eye movements. *Psychology and Aging*, 34(4), 598-612.
- Whitford, Veronica, and Debra Titone. (2016). Eye Movements and the Perceptual Span during First-and Second-Language Sentence Reading in Bilingual Older Adults. *Psychology and Aging*. 31(1), 58-70.
- Zhao, S., Li, L., Chang, M., Xu, Q., Zhang, K., Wang, J., & Paterson, K. B. (2019). Older adults make greater use of word predictability in Chinese reading. *Psychology and Aging*, 34(6), 780-790.

1차 원고 접수: 2023. 01. 13

1차 심사 완료: 2023. 03. 14

2차 원고 접수: 2023. 04. 23

2차 심사 완료: 2023. 05. 01

최종 게재 확정: 2023. 05. 06

*(Abstract)*

## Effect of word frequency in sentence reading of older adults with rich reading exposure

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

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

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

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

In this study, Korean older adults (70-75 yrs) were divided into two groups according to the degree of reading exposure, and real-time data were collected through a reading eye movement tracking experiment. Then, overall reading patterns and word frequency effects were compared with two groups of older adults and younger adults (20-28 yrs). Furthermore, through the results of the eye movement tracking experiment of older adults with rich reading exposure and older adults with poor reading exposure, we tried to find out whether reading performance affects not only changes in age but also reading exposure. As a result of the experiment, the older adults with poor reading exposure group generally had a longer fixation time and a shorter saccade than the younger adults group, and the older adults with rich reading exposure group showed the same reading patterns as the younger adults group. The word frequency effect was confirmed in all groups, and the fixation time was short in the order of older adults with rich reading exposure group and older adults with poor reading exposure group. In addition, an interaction effect was shown in the two elderly groups according to reading exposure, but no interaction could be confirmed in the difference between the younger adults group and the older adults with rich reading exposure group. This suggests the possibility that reading performance is not affected by age itself, but by the reading experience of the elderly.

*Key words* : reading, older adults, aging, eye movement tracking, elderly education