

# Interaction Effects of Text Difficulty and Individual Differences in Cognitive Abilities during Reading: An Eye-Tracking Study\*

Eunjin Seong<sup>1</sup>, Yoonhyung Lee<sup>2</sup>, Wonil Choi<sup>3†</sup>

<sup>1</sup>School of Integrated Technology, Gwangju Institute of Science and Technology

<sup>2</sup>Department of Psychology, Yeungnam University

<sup>3</sup>Division of Arts and Sciences, Gwangju Institute of Science and Technology

The purpose of this study is to investigate how text difficulty and readers' individual differences in cognitive abilities affect eye movements while reading. Participants were asked to read given texts and to respond a question for each text. They were also administrated a battery of individual-difference tasks measuring abilities of language, short-term/working memory capacity, and executive control. The main findings were as follows. First, text difficulty negatively influenced on reading speed. Second, individual differences in language and cognitive abilities affected reading speed. Specifically, higher language ability and bigger capacity of short-term/working memory were associated with faster reading speed. Finally, interaction effects between text difficulty and individual differences were emerged such that those who had better language skills and bigger working memory size read easy texts faster than those who had not did. However, such abilities did not have effects on reading speed of difficult texts. Theoretical and methodological issues on the current findings were discussed.

**Keywords:** reading comprehension, eye movements, individual differences, text difficulty

1 차원고접수 20.04.03; 수정본접수: 20.04.30; 최종게재결정 20.05.03

인간이 글을 읽는다는 것은 주어진 문자열을 해독하고 해독된 문자열들의 의미를 통합하여 그 글의 내용을 이해하는 과정인데, 이를 위해서는 음운, 의미, 통사, 화용 등의 언어학적 능력뿐만 아니라 작업 기억이나 집행통제 능력 등의 일반 인지 능력 역시 필요로 한다. 따라서 언어 능력과 인지 능력이 어떤 양상으로 글 이해에 영향을 미치는지를 알아보는 것은 중요한 인지심리학적 연구주제이다. 이와 관련하여 글 이해 및 읽기 습득의 개인차에 대한 연구는 아동들을 대상으로 활발히 이루어져 왔지만(Perfetti, Landi, & Oakhill, 2005), 최근에는 성인들의 개인차 연구도 증가하고 있다(Andrews, 2012; Choi, Lowder, Ferreira, & Henderson, 2015; Lee & Kwon, 2012). 대부분의 성인들이 스스로가 모국어로 쓰

인 글을 읽는데 큰 어려움을 느끼지 않는다고 생각하는 것을 고려하면 글 읽기 시의 성인들의 개인차 연구가 늘어가는 현상은 특별히 흥미롭다. 이는 자신의 글 이해 능력에 대한 주관적인 평가와는 별개로 성인들의 경우에도 글 이해 과정의 개인차가 상당할 수 있다는 것을 시사한다.

Mol과 Bus(2011)에 따르면 아동기 언어 경험의 차이로 인한 언어 능력의 개인차는 나이를 들수록 그 격차가 심화된다. Stanovich(1986)는 이러한 현상을 '마태 효과(Matthew effects)'로 명명하며, 유기체와 환경의 상호작용이 발달과정을 통해 읽기 능력의 개인차를 심화시킨다고 설명하였다. 즉, 어린 시절부터 읽기자료에 많이 노출된 아동의 경우 어휘력이 좋아지고, 이 아동은 높은 어휘력 덕분에 새로운 읽기자

\* 이 논문은 대한민국 교육부와 한국연구재단(NRF-2017S1A3A2066319)의 지원에 의해 수행되었음.

† 교신저자: 최원일, 광주과학기술원 기초교육학부, (61005) 광주시 북구 첨단과기로 123 대학A동 419호, E-mail: wichoi@gist.ac.kr

료를 더 쉽게 이해하며, 남들보다 이른 나이에 난이도가 높은 읽기자료를 접하게 된다. 이는 다시 읽기를 포함한 언어 능력의 상승을 가져온다. 반대의 경우도 마찬가지로 이러한 순환 고리에 의해 읽기능력의 발달이 지체되는 현상이 일어난다. 이와 같은 읽기 능력과 언어 경험의 상호작용에서 나타나는 순환적 인과관계는 결국 시간이 흐르면서 개인 사이의 격차를 심화시킨다.

성인들의 글 이해의 개인차는 다양한 인지적 요인들과 관련되어 있다. 먼저 개인의 어휘력, 언어 경험 등이 영향을 미칠 수 있다(Davis, 1968; Gordon, Moore, Choi, Hoedemaker, & Lowder, in press; Kuperman & Van Dyke, 2011; Perfetti, 1985; Stanovich, Cunningham, & Feeman, 1984; Thorndike, 1973). Kuperman과 Van Dyke(2011)는 만 16세 이상의 실험 참여자 71명에 대해 무려 18가지의 언어 및 인지 능력을 측정하는 검사를 실시하고 이들의 글 읽기 시의 안구 운동을 측정하였다. 여러 가지 개인차 검사들 중에서 단어인식 검사(word identification test)와 빠른 이름 대기(rapid automatized naming)검사가 실험 참여자의 글 읽기 패턴과 깊은 연관이 있다는 것을 보여주었다. 이들의 연구에 따르면 이러한 검사의 점수가 높을수록 안구 운동 고정 시간(fixation duration)이 짧고 이미 읽은 곳으로 다시 돌아가는 회귀 비율(regression proportion) 역시 낮았다. 고정 시간이나 회귀 비율 등의 안구 운동 측정치가 글 이해의 정도를 반영한다는 것을 고려할 때(Rayner, 1998; 2009), 이러한 결과는 단어인식 검사와 빠른 이름 대기 검사로 측정되는 어휘 수준의 정보처리 능력이 글 이해와 관련이 있다는 것을 시사한다.

단기 혹은 작업 기억의 개인차 역시 글 이해에 영향을 미칠 수 있다는 연구결과들도 또한 많이 보고되고 있다(Daneman & Merikle, 1996; Daneman & Carpenter, 1980; Lee & Kwon, 2012; Lee, Kim, & Zoh, 1996; Vos & Friederici, 2003). 정확하고 빠른 글 이해를 위해서는 글 안의 각 어휘들의 의미를 통합하는 과정이 필수적인데, 이는 활성화된 정보의 유지 및 관련 없는 정보의 억제 등의 과정과 관련되어 있는 단기 및 작업 기억의 작용을 필요로 한다. 따라서 이러한 단기 및 작업 기억 능력이 뛰어나면 글 이해의 속도나 정확성이 높아질 가능성이 높다. Lee와 Kwon(2012)은 국내 대학에 재학 중인 성인을 대상으로 문단 이해 능력의 개인차를 설명하는 인지 능력이 무엇인지 알아보기 위해 구조방정식 모형을 이용한 분석을 실시하였다. 이들의 결과에 따르면 작업 기억이 문단 이해의 정확도에 영향을 미친다고 한다. Lee와 Kwon의 연구에서 사용한 문단 이해 과

제가 문장에서 주어진 정보를 바탕으로 추론하는 과정과 같은 비교적 어려운 정보처리 과정을 포함했던 것을 감안하면 문단 이해의 정확도가 작업 기억의 용량과 연관되어 있다는 결과는 충분히 납득할 만하다.

글 이해 능력과 관련이 있다고 여겨지는 또 하나의 인지 능력은 바로 집행통제 능력이다. 집행통제 능력은 주어진 목표를 완수하기 위해 사고와 행동을 조절하는 일련의 인지적 통제 기능을 가리키는데, 그 구성 요소나 작동 기제에 대해서는 다양한 이론들이 존재한다(Braver, 2012). Novick, Trueswell, 그리고 Thompson-Schill(2005)은 기존의 문헌들을 고찰한 결과, 좌측 하전두회(Left inferior frontal gyrus)가 문장 이해, 특히 문장 재분석과 관련된 뇌 영역이며 집행통제 능력의 개인차가 문장 이해 능력과 관련이 있다고 주장하였다. Boudewyn, Carter, 그리고 Swaab(2012) 역시 기존의 연구 결과를 개관하면서 조현병 환자들에게서 보이는 집행통제 능력의 결함이 덩이글 이해의 손상과 관련이 있다고 주장하였다. 하지만 Fedorenko(2014)는 집행통제 기능과 언어 이해는 유사한 뇌 영역이 관여하지만 엄밀히 구분되는 정보처리 기제를 사용하며, 이 둘은 분리된 대뇌 회로를 가지고 있다고 주장하였다.

기존의 연구들을 고찰해 볼 때, 덩이글 이해의 개인차는 성인들에게서도 충분히 나타날 수 있고, 이러한 개인차에는 어휘력이나 언어 경험 등의 언어적 요인뿐만 아니라 단기 및 작업 기억과 집행통제 능력 등의 다른 인지적 요인들도 영향을 미칠 수 있다. 하지만 최근까지도 한국어 덩이글 정보처리 시의 성인들의 개인차에 관한 연구는 그렇게 활발하게 이루어지지 않았으며 몇 가지 경험적인 연구들만이 보고되었다. 앞서 소개하였듯이, Lee와 Kwon(2012)는 문단 읽기를 통한 추론 과제의 수행에 대학생들의 작업 기억의 개인차가 영향을 준다는 결과를 얻었다. 또한 Lee, Kim, Kim, 그리고 Yoo(1999)는 글 이해과정 시 일어나는 추론과정의 개인차를 살펴보았는데, 읽기 폭 검사로 측정된 작업 기억 용량이 큰 집단과 작은 집단이 다른 양상의 글 읽기를 한다는 것을 시사하는 결과를 얻었다. 이 연구에서 한 가지 흥미로운 결과는 이러한 집단 간 차이가 과제의 난이도에 따라 다르게 나타났다. 즉 과제가 어려울 때는 과제 수행 속도의 집단 간 차이가 있었지만, 과제가 비교적 쉬울 때는 두 집단 간 차이가 유의미하지 않았다.

이와 같이 글 이해 시의 개인차의 영향에 관한 국내 외 선행 연구들을 검토한 결과, 덩이글 수준의 비교적 긴 글을 읽을 때 성인들의 경우에도 언어 능력, 작업 기억, 집행통제 능력 등의 개인차가 영향을 줄 수 있는 것으로 나타났다. 하

지만, 한글을 이용한 국내 연구에서는 이 세 가지 개인차를 동시에 측정하여 실시간으로 글 읽기 정보처리 과정과의 연관성을 알아본 경우는 찾아볼 수 없었다.

따라서 본 연구에서는 언어 능력, 작업 기억, 집행통제 능력의 개인차가 한국어 글 읽기에 미치는 영향을 알아볼 것이다. 이때 본 연구에서 주목한 또 다른 변수는 글의 난이도이다. 우리가 일상에서 읽는 글의 수준이 천차만별이고, 이에 따른 이해의 정도도 다 다르다. 이러한 현실을 반영하기 위해 본 연구에서는 다양한 수준의 난이도를 가진 글을 실험 참여자들에게 제시하고 글의 난이도에 따라 독자들의 글 읽기 양상이 달라지는지도 또한 살펴보았다. 글의 난이도가 글을 읽을 때의 실시간 안구운동 양상에 영향을 준다는 것은 국내의 선행연구에서도 나타난다. 예를 들어 Yoon과 Koh(2009)는 대학생들이 글을 읽는 동안 안구운동을 실시간으로 측정하였는데 그 결과 어려운 글을 읽을 때가 쉬운 글을 읽을 때보다 평균 고정 시간도 길었고, 도약 거리도 짧았다.

본 연구의 목적은 덩이글 이해 시에 영향을 미치는 개인차 변수가 무엇이고 이 변수들이 어떻게 글의 난이도와 상호작용하는지를 알아보는 것이다. 이를 위하여 본 연구에서는 실험 참여자들의 언어 능력, 단기 및 작업 기억 능력, 그리고 집행통제 능력을 측정할 수 있는 과제를 실시하고, 이들에게 다양한 수준의 난이도를 가진 글을 읽게 하며 실시간으로 글 읽기 시의 안구운동을 측정하고, 각 글의 핵심 주제를 묻는 문제를 제시하였다. 본 연구에서는 이러한 과정을 통해 얻은 데이터를 분석하여 어떻게 개인의 언어 및 인지능력이 글의 난이도와 상호작용하는지를 알아보았다.

## 실 험

### 방 법

#### 참가자

광주과학기술원 소재 대학, 대학원에 재학 중인 학생 95명(남:46명)이 실험에 참여하였으며 참가자들의 나이는 19-27세였다(평균: 21.71, 표준편차: 1.67). 참가자들은 한국어를 모국어로 사용하였으며, 정상 시력을 가졌거나 교정시력이 정상이었다.

#### 덩이글 자극

난이도가 다른 읽기 과제의 수행을 위해 KBS한국어능력시험(한국어진흥원, 에듀윌)과 법학적성시험(Legal Education Eligibility Test, LEET) 기출문제에서 각 출처 당 6개의 지

문을 뽑아 실험에 사용했다. KBS한국어능력시험은 올바른 한국어 사용의 능력을 갖추고 있는지를 측정하는 시험으로, 출제 수준은 고교 수준의 국어 교육을 정상적으로 받은 사람이 풀 수 있는 정도이다. 반면, 법학적성시험은 법학전문대학원 교육을 이수하는데 필요한 수학 능력과 소양 및 적성을 측정하는 시험으로 출제 대상이 대학 교육과정 이수자이기 때문에 한국어능력시험에 비해 비교적 난이도가 높다고 할 수 있다.

본 실험에 사용한 지문의 평균 단어 수는 403개(표준편차는 66)이며, 한국어능력시험 기출문제에서 뽑힌 실험 지문이 법학적성시험 기출문제에서 뽑힌 실험 지문에 비해 단어 수가 더 적었다. 실험 지문의 난이도를 추정하기 위하여 본 연구의 읽기 실험에 참여하지 않은 16명을 대상으로 7점 리커트 척도를 사용하여 난이도 평정을 실시하였다. 평정 결과, 12개 지문의 난이도 평균은 3.9였고, 표준편차는 0.85였다. 출처에 따른 난이도의 차이도 있었다. 한국어능력평가 지문 6개의 난이도 평균은 3.18이었고, 법학적성시험 지문 6개의 난이도 평균은 4.63이었다. 예상했던 바와 같이 법학적성시험 지문이 더 길고 이해하기 어려운 경향성을 보였다. 하지만 같은 출처 안에서도 글의 난이도의 변인이 컸기 때문에 자료분석 시에는 난이도 변인은 연속변인으로 분석하였다. 이 12개의 지문을 KBS한국어능력시험과 법학적성시험에서 각각 세 개의 지문씩 포함되도록 두 개의 세트로 나누었으며 실험 참여자는 무선적으로 한 개의 세트, 6개의 지문만을 읽었다.

글을 한 문장씩 혹은 한 문단씩 화면에 제시하고 참가자가 버튼을 누르면 다음 문장이나 문단을 제시한 이전 실험과는 달리(Yoon & Koh, 2009; Lee & Kwon, 2012; Hyönä, Lorch & Kaakinen, 2002) 보다 자연스러운 글 읽기를 확인하기 위해 한 화면에 글 전체를 제시했으며 문단 간 들여쓰기를 통해 문단 사이의 시각적 구분을 하였다. 글이 길어 한 화면에 보이지 않는 경우 다음 화면에 글의 나머지 부분을 이어 제시했다. 글을 다 읽고 난 후, 글의 내용을 제대로 파악했는지 확인하기 위해 글의 핵심 주제를 묻는 문제를 사지선다로 제시하여 정답을 선택하게 하였다.

#### 개인차과제

실험 참여자의 언어 능력, 작업 기억 능력, 집행통제 능력 등의 인지 능력을 측정하기 위한 여러 과제를 수행하였다. 각 과제에 대한 간단한 설명은 아래와 같다.

**사이먼(Simon) 과제.** 사이먼 과제는 인지 능력, 특히 필요

한 정보에 집중하고 관련 없는 정보를 억제하는 집행통제 능력을 요구하는 과제다. 과제 수행 시 참가자는 화면에 나타난 자극의 색상을 보고 해당되는 버튼을 정확하고 빠르게 누르도록 지시 받는다. 본 실험에서는 빨간색 자극은 왼쪽 버튼, 초록색 자극은 오른쪽 버튼을 누르도록 요구했다. 이때 화면에 자극이 다양한 형태로 제시될 수 있는데, 본 실험에서는 세 가지 자극이 사용되었다. 첫째, ‘왼쪽’, ‘오른쪽’이라고 쓰인 단어가 화면 가운데 나타날 수 있고, 둘째, 오른쪽 혹은 왼쪽을 가리키는 화살표가 화면 가운데 나타날 수 있으며, 마지막으로 빨간색 혹은 초록색 사각형이 화면의 왼쪽, 혹은 오른쪽에 나타날 수 있다. 이때 참가자는 자극의 위치나 자극이 가리키는 방향에 상관없이 오직 색상을 기준으로 판단하여 버튼을 눌러야 한다. 자극의 위치와 방향이 눌러야 하는 버튼의 위치와 일치할 때를 일치 조건이라 하고 일치하지 않을 때 불일치조건이라 한다면 두 조건의 반응시간 차이를 인지 통제 능력을 반영하는 지표로 간주한다. 세 가지 자극 종류에 각각 60시행이 있었으며, 그 중 반은 일치 조건, 나머지 반은 불일치조건 시행이었다. 실험 참여자는 연습시행 12 시행까지 합하여 총 192 시행에 대한 반응을 수행하였다.

**숫자 스트룹 과제.** 숫자 스트룹 과제는 사이먼 과제와 함께 집행통제 능력을 측정하는 과제로 실험 참여자들은 화면에 제시되는 숫자의 개수를 세어 해당하는 버튼을 빠르고 정확하게 누르도록 요구받는다(예, 자극이 “111”로 주어지면 3으로 반응). 이때 화면의 숫자가 가리키는 크기와 제시된 숫자의 개수가 불일치 할 때(자극이 “4”일 때 1로 반응)의 반응시간과 일치 할 때(자극이 “22”일 때 2로 반응)의 반응시간의 차이가 집행통제 능력을 나타낸다고 추론할 수 있다. 실험 참여자는 8번의 연습 시행을 수행한 뒤, 120번의 본 시행을 수행하였다.

**한국어판 저자 인식 검사(KART).** 저자 인식 검사(Author recognition test, ART)는 영어권에서 언어 경험, 특히 인쇄물에 대한 노출 정도를 측정할 수 있는 간편하면서도 강력한 검사이다(Stanovich & West, 1989). 한국어판 저자 인식 검사는 영어권 저자 인식 검사를 바탕으로 만들어진 한국어판 검사로 한국 성인들의 언어능력을 측정하는데 유용하다고 밝혀진 바 있다(Lee, Seong, Choi, & Lowder, 2019). 참가자는 실제 작가들의 이름과 가짜 작가들의 이름이 섞여 있는 목록에서 실제 작가들의 이름을 선택하도록 요구받았고, 실제 작가들의 선택 수에서 가짜 작가들의 선택수를 빼어 점수

로 사용하였다. 검사에 사용된 이름은 총 80개이며 실제 작가의 이름이 40개, 작가가 아닌 이름이 40개이다.

**어휘력 평가 과제.** 참가자의 어휘 능력을 평가하기 위해 일반 어휘를 포함해 맞춤법, 속담 등 다양한 어휘 관련 문제를 풀도록 하였다. 문제는 총 60문항(일반 어휘 32문제, 맞춤법 11문제, 속담 2문제, 한자성어 4문제, 순우리말 11문제), 사지선다형이었으며 문제를 푸는데 주어지는 시간은 10분이었다. 맞힌 문제 수를 참가자의 점수로 사용하였으며, 참가자가 가질 수 있는 최고점은 60점이다.

**숫자 폭 검사(digit span task).** 숫자 폭 검사는 단기 및 작업 기억을 측정하는 신경심리학적 검사로 녹음된 숫자 나열을 들려주고 기억했다가 대답하는 과제이다. 이 과제에는 세 가지의 하위 과제가 있는데, 첫째, 주어지는 숫자를 기억했다가 들은 순서대로 대답하는 바로 따라하기(digit span forward), 둘째, 숫자의 순서를 거꾸로 말하는 거꾸로 따라하기(digit span backward), 셋째, 작은 숫자부터 차례대로 대답하는 작은 순서대로 따라하기(digit span sequencing)가 있다. 세 가지 과제를 모두 수행한 뒤 맞은 문항 수를 평균내어 참가자의 점수로 사용하였다. 참가자가 받을 수 있는 최고점은 16점이다.

**도구**

동공을 추적하는 비디오 기반 안구운동 추적 장치인 Eyelink 1000 Plus를 사용했다. 눈에서 모니터까지의 거리는 66cm, 참가자와 카메라 간 거리는 51cm였다. 화면 해상도는 1920 x 1080 모드를 사용하였고 가장자리 여백은 위쪽 100mm, 오른쪽 50mm, 왼쪽 50mm, 아래 50mm로 설정했다. 각 자극은 15포인트 맑은 고딕 서체로 제시되었고, 시각도(visual angle) 1°에 위치하는 글자 수는 약 2.1개였다.

**절차**

지시문을 읽고 참가자가 실험 동의서에 서명하면 실험자는 참가자에게 전반적인 실험 과정에 대해 설명하였다. 참가자는 먼저 인지 통제 능력을 측정하는 사이먼 과제와 숫자 스트룹 과제를 시행하였다. 사이먼 과제의 경우, 참가자가 화면을 응시하면 화면 가운데 고정점(+)이 1000ms 제시된 뒤 사라지고 자극이 최대 3000ms 동안 제시되었다. 숫자 스트룹의 경우 1000ms 동안 고정점(+)이 제시되고 이어 자극이 최대 5000ms 동안 제시되었으며 참가자가 버튼을 누르면 화면에 시행에 대한 정확도, 반응시간 등의 피드백이 제공되었

다. 사이먼 과제와 숫자 스트룹 과제가 끝나면 글 읽기 실험을 위해 참가자에게 안구운동 추적 장치에 대해 간단하게 설명하였다. 설명 후 참가자가 안구운동 추적 장치에 이마와 턱을 고정하면 화면에 순서대로 9개의 점을 제시하여 눈의 위치를 정위(calibration)시켰다. 이어 초점이 제대로 정위되었는지 재확인(validation)하는 과정을 거쳤고, 이 과정에서 참가자의 시선 위치가 정위된 초점과 시각도 1° 이상 차이가 나는 경우 재정위하였다. 정위가 끝나면 두 개의 지문으로 연습 시행을 진행하고 이후 본 시행으로 여섯 개의 지문을 읽도록 하였다. 실험 글들은 각 난이도 당 3개의 지문이 무선적으로 제시되었다. 연습시행과 본 시행은 한 글이 한 화면에 모두 나오도록 했으며 긴 글의 경우 참가자가 지시된 버튼을 누르면 다음 화면에 나머지 글이 제시되었다. 매번 자극이 제시되기 전 문장이 시작되는 스크린의 왼쪽 상단 지점에 고정점(o)을 제시하여 눈의 미끄러짐을 보정(drift correction)하고 참가자가 글의 첫 부분부터 읽을 수 있도록 했다. 참가자의 반응은 유선 조이스틱(Xbox 360 controller)로 받았다. 글을 모두 읽은 후 참가자가 왼쪽 버튼(LB표시)을 누르면, 글의 핵심 주제를 묻는 질문을 사지선다 형식으로 화면에 제시하여 답하게 하였다(1번은 노란색 버튼(Y표시), 2번은 파란색 버튼(X표시), 3번은 빨간색 버튼(B표시), 4번은 초록색 버튼(A표시)). 글 읽기 실험이 끝나면 한국어 판 작가 인식 검사와 어휘 능력 평가를 진행하였고, 마지막으로 숫자 외우기 검사를 진행하였다. 전체 실험은 60여 분이었다.

## 분석

총 95명의 실험 참여자 중 글에 대한 핵심 주제에 대한 문제의 정답률이 30% 이하, 즉 6개의 문제 중 5개 이상의 오답을 가진 두 명의 데이터는 분석에서 제외되었다. 또한 기술적인 문제로 안구운동 자료가 적절하게 수집되지 못한 시행들, 예를 들어 전체 덩어리에 고정점의 수가 10개 미만인 시행 등을 역시 자료 분석에서 제외하였다. 그래서 총 570개의 덩어리 중, 545개의 덩어리에 대한 안구운동 자료를 분석에 사용하였다.

본 연구에서는 안구운동 자료를 통해서 얻은 세 가지의 주요 변인을 분석하였다. 첫째, 읽기 속도이다. 읽기 속도는 실험 참여자들이 각 덩어리를 읽을 때의 분당 어절 수로 정의하였다. 분당 어절 수의 값이 클수록 더 빨리 읽었다고 할 수 있다. 둘째, 핵심 주제를 찾는 문항에 대한 정답률이다. 셋째, 도약 진폭(saccadic amplitude)이다. 한 덩어리의 모든 선행 도약 진폭(forward saccadic amplitude)의 평균을 계산

하여 분석하였다. 값이 클수록 고정과 고정 사이의 도약 거리가 긴 것을 의미한다.

안구 운동 자료 분석 시 참가자와 자극을 교차 무선효과(crossed random effect)로 고려하는 선형혼합효과 모형(linear mixed-effects model)을 사용하였고, 본 분석은 R(R Core Team, 2017) 통계 패키지인 lme4(Bates, Maechler, Bolker, & Walker, 2015)의 lmer/glmer function을 사용했다. 또한  $p$ 값을 얻기 위해 lmerTest 패키지(Kuznetsova, Brockhoff, & Christensen, 2017)를 사용하였는데, 이 패키지는 lme4의 lmer/glmer function을 그대로 사용하며 통계적 유의성 검정을 위해 Satterthwaite 어림법(Satterthwaite, 1941) 등을 이용하여 자유도를 얻는다. 선형혼합효과 모형의 유의성 검정에 대한 자세한 논의는 본 연구의 범위를 넘어서기 때문에 더 이상 설명하지 않지만, 관심이 있는 독자들은 Kuznetsova et al.(2017), Luke(2017) 등을 참조하기 바란다. 분석에 투입된 고정 변인은 집행통제 능력, 언어 능력, 작업 기억 능력, 그리고 글의 난이도이며, 세 가지의 개인차 변인 각각과 난이도 변인의 상호작용변수도 고정 변인에 포함되었다. 글의 난이도는 참가자내 변인이었다.

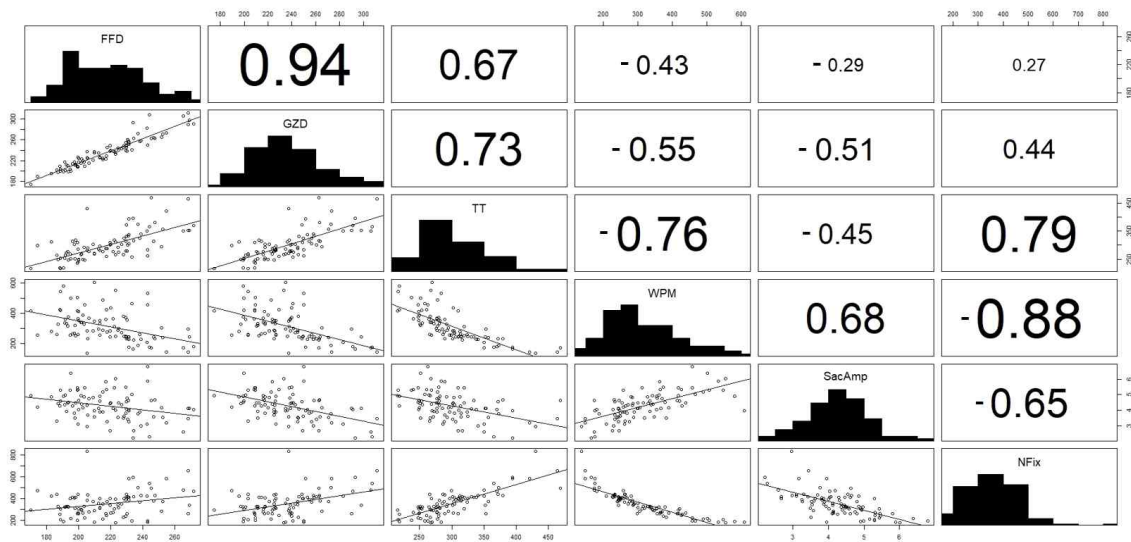
## 결 과

실험 참여자의 개인차를 측정할 기술 통계치를 Table 1에 제시하였다. 집행통제 능력을 측정하는 검사들에 나타난 시간은 각 실험 참여자별로 불일치 조건의 시행에 대한 평균 반응 시간에서 일치 조건의 평균 반응 시간을 뺀 값이다. 따라서 양의 값은 불일치 조건에서 더 긴 반응시간이 나타났다는 것을 보여주며, 이는 곧 방해의 크기를 의미한다고 볼 수 있다. 언어 능력 과제는 점수가 클수록 높은 수준의 언어 능력을 가지고 있는 것이며, 숫자 폭 과제 역시 높은 점수가 작업 기억 용량이 큰 것을 의미한다. 개인차 측정 과제들 사이의 상관관계는 표로 제시하지는 않았지만 일반적인 기대와 크게 다르지는 않았다. 언어능력을 측정하는 저자 인식 검사와 어휘력검사 사이의 상관관계수는 0.48로 나타났고, 세 가지의 단기 및 작업 기억 검사의 상관관계수는 0.36에서 0.45 사이로 나타났다. 집행통제 능력을 측정하는 사이먼 과제와 숫자 스트룹 과제 사이의 상관관계수는 0.2로 약하게 나타났다. 본 연구에서는 각 실험 참여자별로 하위과제 점수를 표준점수(Z-score)로 환산 후 개인차 영역별로 평균 표준 점수를 구한 뒤, 이 점수를 추후 선형혼합효과모형 분석에 사용하였다.

Figure 1은 분석에 사용된 93명의 안구 운동 측정치들 사

**Table 1.** Mean(SD) values of the cognitive ability tasks

Cognitive Ability	Tasks	Mean (SD)
Executive Control	Simon	26.30 (20.66) ms
	Number Stroop	57.17 (33.92) ms
Language	Vocabulary	33.43 (4.55)
	Korean Author Recognition Test	18.34 (7.01)
Short-Term (Working) Memory	Digit Span Forward	13.26 (1.94)
	Digit Span Backward	12.17 (2.39)
	Digit Span Sequencing	11.64 (2.19)



**Figure 1.** A correlation matrix across eye-movement measures. The correlation coefficients are on the upper diagonal(the size of numbers represents the magnitude of correlation), the scatter plots with regression lines are on the lower diagonal, and the histogram of each measure is on the diagonal. FFD = First Fixation Duration; GZD = Gaze Duration; TT = Total Time; WPM = Words per Minute; SacAmp = Saccade Amplitude; NFix = Number of Fixations.

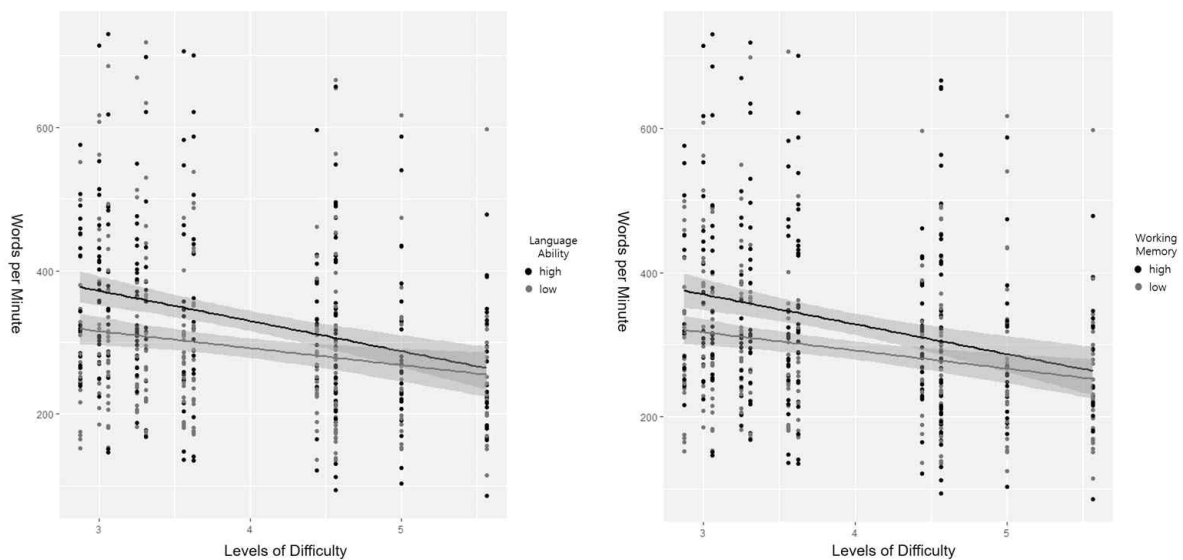
이의 상관 행렬을 보여준다. 대각선 축의 우상향 쪽은 두 변수들 사이의 상관계수를, 대각선 축 위는 각 변수의 히스토그램을, 그리고 대각선 축의 좌하향 쪽은 두 변수들 사이의 산점도를 나타낸다. Figure 1에서 제시된 여섯 개의 변수를 간단히 설명하면 다음과 같다. 첫 고정 시간(FFD, First Fixation Duration)은 하나의 관심 영역(본 연구에서는 어절)의 첫 번째 고정 시간을 나타낸다. 주시시간(GZD, Gaze Duration)은 각 관심 영역의 첫 읽기 경로(first-pass reading)에 만들어진 모든 고정의 합이고, 총 읽기시간(TT, Total Time)은 읽기 경로의 순서에 관계없이 각 관심 영역 안에 포함된 모든 고정의 합이다. 분당 단어 수(WPM, Words per Minute)는 일분에 몇 개의 어절을 읽었는지를 나타내는 값이고, 도약 진폭(SacAmp, Saccade Amplitude)은 두 고정 사이의 시각도를 나타낸다. 그리고 마지막으로 고정

개수(NFix, Number of Fixations)는 한 덩어리 안에서 총 몇 개의 고정이 있었는지를 보여준다. 이러한 변수들은 글 읽기 과정의 인지적 정보처리를 나타내는 주요한 안구 운동 측정치들로 알려져 있으며 많은 선행 연구에서도 사용된 변수들이다(Rayner, 1998; 2009). Figure 1의 상관 행렬을 보면 각 상관계수는 상관 분석 결과 모두 통계적으로 유의미한 것으로 나타났으며, 고정 시간들 사이에는 매우 큰 상관관계(0.67-0.94)가 있는 것으로 나타났고, 읽기 속도에는 고정 시간, 도약 진폭, 그리고 고정의 개수가 모두 높은 상관을 보이는 것으로 나타났다. 즉 빠른 읽기는 짧은 고정 시간, 긴 도약 거리, 그리고 적은 고정 개수를 통해서 나타나고, 느린 읽기는 이와 반대되는 경향을 보인다.

실험 참여자들이 글을 읽은 후 글의 핵심 주제를 묻는 질문에 대한 정확도의 평균은 0.67이었고, 표준편차는 0.2였다.

Table 2. Results of linear mixed effect model analyses

		Words per minute			Saccadic Amplitude			Accuracy		
		<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>z</i>
(Intercept)		454.40	27.59	16.47***	4.87	0.32	15.24***	1.35	1.14	1.18
Difficulty(Diff)		-35.47	6.45	-5.50***	-0.16	0.08	-2.09	-0.12	0.28	-0.43
Language(Lang)		76.40	20.55	3.72***	0.44	0.15	2.90**	-0.81	0.58	-1.39
Executive Control(EC)		-0.42	21.07	-0.02	-0.12	0.16	-0.76	-0.42	0.58	-0.72
Working Memory(WM)		50.84	22.03	2.31*	0.20	0.16	1.20	-0.93	0.64	-1.47
Diff:Lang		-11.52	4.03	-2.86**	-0.01	0.03	-0.36	0.25	0.14	1.76
Diff:EC		3.66	3.98	0.92	0.03	0.03	1.01	0.11	0.14	0.79
Diff:WM		-8.70	4.40	-1.98*	0.005	0.03	0.16	0.27	0.16	1.67
Random effects		Var	SD		Var	SD		Var	SD	
subject	(intercept)	9161	95.7		0.62	0.79		0.0000	0.0000	
item	(intercept)	263	16.2		0.05	0.22		0.5755	0.7586	
Residual		3910	62.5		0.18	0.43				



**Figure 2.** Interactive effects of text difficulty and individual differences on reading speed. The left panel represents the relationship between text difficulty and reading speed is modulated by language ability. The right panel shows the relationship is modulated by working memory capacity.

일반적으로 단일 문장을 읽은 후 문장을 제대로 읽었는지를 확인하는 예/아니오 형식의 질문에 대한 정확도가 대략 0.9 이상임을 감안하면 정확도가 상당히 낮다고 볼 수 있다. 하지만 이러한 차이는 글의 길이와 난이도에 많은 영향을 받을 수 있다. 특히 본 연구에서 사용된 지문은 대학생들이 읽기에 수준이 높은 것들이 포함되어 있었기 때문에 비교적 낮은 정답률을 보였다고 추론할 수 있다.

Table 2는 글 읽기 속도, 도약 거리, 그리고 글 이해 정확

도 각각에 대해 글의 난이도와 인지 능력의 개인차를 모두 고려한 선형 혼합 효과 분석 결과이다.<sup>1)</sup> Table 2에서 볼 수 있듯이, 글 읽기 속도에는 글의 난이도, 언어 능력, 작업 기억 용량 유의미한 영향을 미쳤다. 난이도가 높을수록 읽기

1) 한 분의 심사위원의 제안에 따라, 덩어리에 대한 이해도를 묻는 문제에 대해 정반응을 한 덩어리의 안구운동만을 대상으로 동일한 분석을 실시하였고 그 결과는 본 논문의 Table 2에 보고된 것과 정확하게 같은 양상을 보였다. 좋은 제안을 해 주신 심사위원께 감사드립니다.

속도가 감소하였으며, 실험 참여자의 언어 능력이 높을수록, 작업 기억 용량이 클수록 읽기 속도가 증가하는 경향을 보였다. 더 흥미로운 결과는 글의 난이도와 언어 능력, 그리고 글의 난이도와 작업 기억 용량의 상호작용이 통계적으로 유의미했다는 것이다. 즉, 글의 난이도가 글 읽기 속도에 미치는 영향이 개인차 변수의 수준에 따라 달라진 것이다. 이러한 경향성은 Figure 2에 잘 나타나있다. 아래의 두 그림을 보면 경향성이 유사하다. 언어능력이 높거나 작업 기억의 용량이 큰 경우가 그렇지 못한 경우에 비해 읽기 속도가 전반적으로 빠르는데, 글의 난이도가 쉬울수록 읽기 속도의 차이가 더 커진다는 것이다. 즉 글이 쉬울 경우 언어능력이 좋고, 작업 기억 용량이 클수록 더 빨리 읽을 수 있다는 것이다. 이러한 상호작용의 양상에 대해서는 논의 부분에서 더 설명할 것이다.

도약 진폭에 대한 결과를 보면 언어 능력의 효과가 통계적으로 유의미하였는데, 언어 능력이 높을수록 도약 진폭이 큰 것을 볼 수 있다. 도약 진폭에 대한 글의 난이도의 효과는 통계적으로는 유의미하지 않았지만 난이도가 높은 글을 읽을수록 도약 진폭이 작아지는 경향성이 있었다. 다른 변수의 효과 및 변수들 사이의 상호작용은 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 또한 덩이글을 읽고 글의 핵심 주제를 잘 파악했는지를 묻는 문항에 대한 정답률에는 어떤 변수도 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았다.

## 논 의

본 연구는 성인 독자들이 비교적 긴 덩이글을 읽을 때, 글의 난이도와 독자들의 개인차 특성이 실시간 안구운동에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 수행되었다. 본 연구의 결과를 간단히 정리하면, 첫째, 독자들은 글의 난이도가 어려울수록 글을 읽는 속도를 늦췄다. 둘째, 독자들의 언어 및 인지 능력의 개인차가 글을 읽는 속도에 영향을 미쳤는데, 언어능력이 높을수록, 작업 기억의 용량이 클수록 글을 읽는 속도가 빨랐다. 그리고 글의 난이도와 개인차 변수 사이의 상호작용도 나타났는데, 언어 능력이 좋고, 작업 기억 용량이 클수록 읽기 속도에 대한 글의 난이도의 효과가 컸다. 즉, 언어 능력이 좋고 작업 기억 용량이 큰 사람이 그렇지 않은 사람에 비해 쉬운 글을 읽는 속도가 훨씬 빨랐다.

글의 난이도에 따라 글을 읽는 속도가 조절되는 것은 선행 연구와 일치하는 결과이다. Yoon과 Koh(2009)의 결과를 보면, 쉬운 글에 비해 어려운 글을 읽을 때 전반적으로 고정 시간도 길고 도약 거리도 짧았으며 재고정도 많고 건너뛰기

도 감소하였다. 이러한 안구 운동의 양상은 결국 글의 읽기 속도를 저하시키는 것이므로 본 연구의 결과와 일치한다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 한국어가 아닌 영어에서도 유사한 형태로 나타났다. Rayner, Chace, Slattery, 그리고 Ashby(2006)는 쉬운 글과 어려운 글을 읽을 때 독자들의 안구운동 양상을 비교하였는데, 어려운 글을 읽을 때가 쉬운 글일 때보다 고정 시간도 더 길었고, 고정의 개수 역시 더 많았으며, 글을 읽는데 걸리는 시간 역시 더 길었다. 본 연구의 Figure 1에서 볼 수 있듯이 읽기 속도는 고정 시간, 고정 개수, 그리고 도약 거리와 모두 강한 상관관계가 있는데, 결국 글의 난이도는 다양한 양상으로 안구 운동에 영향을 미치며 이는 글을 읽는 속도에도 아주 강력한 영향을 미친다는 결론을 얻을 수 있다.

본 연구는 독자의 언어 및 인지 능력의 개인차 역시 글 읽기에 영향을 미친다는 것을 보여 주었다. 본 연구에서는 언어 능력의 차이에 따라 글을 읽는 속도가 달라졌다. 이러한 결과는 기존의 연구 결과와 일치하는 것이다(Kuperman & Van Dyke, 2011; Lee & Kwon, 2012). 주지할 것은 실제로 본 연구에 참여한 피험자들은 모두 한 대학에 다니는 학생들로, 언어 능력이나 인지 능력의 편차가 크지 않다고 생각되는 표본이었음에도 불구하고, 글 읽기에 있어서 개인차의 효과가 분명하게 나타났다는 것이다.

본 연구에서 언어 능력의 개인차를 측정하기 위해 사용된 검사는 한국어판 저자 인식 검사와 어휘력검사였는데, 저자 인식 검사는 인쇄물에 대한 노출 정도와 같은 언어 경험의 정도를 추정하는 검사이고, 어휘력검사는 어휘의 의미와 쓰임새에 대한 지식을 추정하는 검사이다. 본 연구에서 이 두 검사는 중간 정도의 상관관계를 보였다. 본 연구 결과만 가지고는 어떤 종류의 언어 능력이 글을 읽는 속도에 영향을 미쳤는지를 알 수는 없다. 하지만 두 검사를 통해서 측정된 종합적 구성물로서의 언어 능력이 글 읽기 시의 안구 운동 양상 및 읽기 속도에 영향을 미친 것은 분명하다. 어휘의 의미식이 풍부한 사람은 글을 읽을 때 보다 빠른 시간 안에 어휘의 의미를 파악할 수 있고, 개별 어휘에 대한 빠른 처리는 가용한 인지 자원의 양을 늘려주고, 이는 어휘들의 의미를 통합하여 글 전체의 의미를 이해하는데 사용될 수 있다(Perfetti, 2007). 또한 인쇄물에 대한 노출 정도가 많아서 언어 자극에 대한 경험이 풍부한 사람은 글에 대한 전반적인 이해를 더 효율적으로 할 수도 있다. 하지만 본 연구에서 언어 능력 중 정확하게 어떤 하위 능력이 글을 읽는 속도에 영향을 미쳤는지를 알기는 어렵다.

단기 및 작업 기억 용량이 클수록 빠른 이해를 보이는 본



연구의 결과는 선행연구와도 일치하는 결과이다(Daneman & Merikle, 1996; Daneman & Carpenter, 1980; Lee, Kim, & Zoh, 1996). 단기 및 작업 기억 용량이 읽기 이해 및 속도와 어떤 관련이 있는가에 대해서는 다양한 이론적 견해가 존재한다. 불필요한 정보의 억제 능력의 차이가 글 이해의 차이를 만든다는 연구도 있고(Engle, Kane, Tuholski, & Shisler, 1995), 글 이해 과정에서 서로 연관된 정보를 탐색하는 데 있어서의 차이를 보인다는 견해(Yuill & Oakhill, 1991)도 존재한다. 결국 이러한 차이는 작업 기억의 하위 요소인 중앙집행기의 중요성을 강조한다고 할 수 있다(Gilhooly, Logie, Wetherick, & Wynn, 1993). 이와 관련하여 Daneman과 Carpenter(1980)는 작업 기억을 적절하게 측정하기 위해서는 정보를 보유하는 능력과 효율적으로 처리할 수 있는 능력을 모두 켈 수 있는 읽기 폭 검사와 같은 검사가 필요하다고 주장하였다. 국내 연구에서도 Lee와 Kwon(2012)은 작업 기억을 측정하기 위해 숫자 폭, 읽기 폭, 그리고 작업 폭 검사를 사용하였고, 작업 기억의 개인차는 글 읽기의 정확도와 관련이 있었다. 한 가지 흥미로운 것은 작업 기억 용량을 측정하기 위해 본 연구에서는 세 가지 종류의 숫자 폭 검사를 사용하였는데, 바로 따라하기가 단순한 정보의 저장 및 즉시 인출과 관련되어 있다면 거꾸로 따라하기나 작은 순서대로 따라하기는 저장과 함께 내적인 조작도 함께 이루어져야 하기 때문에 적절하게 작업 기억 용량을 측정할 수 있었던 것으로 보인다.

본 연구에서 가장 흥미로운 결과는 인지 능력의 개인차와 글의 난이도 사이의 상호작용을 보였다는 것이다. 그런데 상호작용의 양상이 기존의 개인차 연구에서 나타났던 것과는 질적으로 다르다. 기존의 연구들에서 대체적으로 나타나는 상호작용의 양상은 언어능력이 뛰어난 사람들의 경우에는 그렇지 못한 사람들에 비해서 자극의 난이도에 따른 차이가 적다는 것이다. 예를 들어 빈도가 높은 단어가 낮은 단어에 비해 빨리 처리되는 어휘 빈도 효과의 크기는 언어 능력이 높은 사람들일수록 그 크기가 작게 나타난다(Ashby, Rayner, & Clifton, 2005; Jared, Levy, & Rayner, 1999; Kuperman & Van Dyke, 2011). 부연하면, 고빈도 어휘의 경우는 처리하기에 쉬운 단어이기 때문에 언어능력이 뛰어난 사람들과 그렇지 않은 사람들의 처리 속도의 차이가 크게 나타나지 않지만, 저빈도 어휘의 경우에는 언어 능력이 뛰어난 사람들은 고빈도 어휘와 마찬가지로 빨리 처리할 수 있지만 언어 능력이 뛰어나지 않은 사람들은 고빈도 어휘보다 훨씬 느리게 처리한다. 따라서 언어 능력이 뛰어나지 않은 사람들에게 빈도효과가 더 크게 나타난다.

기존 연구에서 나타난 상호작용의 양상을 본 연구에 적용한다면, 쉬운 글을 읽을 때는 언어 능력이 상대적으로 높은 집단과 그렇지 못한 집단 사이에는 읽기 속도에 큰 차이가 없지만, 난이도가 높은 글을 읽을 때에는 언어능력이 낮을수록 읽기 속도가 점점 떨어져서 언어능력에 따른 차이가 두드러지는 경향을 예상해볼 수 있다. 하지만 실제 결과는 오히려 난이도가 높은 글에서는 언어능력의 차이에 따른 읽기 속도의 차이가 없었지만, 난이도가 낮은 글에서는 언어 능력이 뛰어날수록 점점 읽기 속도가 빨라지는 것을 볼 수 있었다. 안구운동의 관점에서 생각해보면 언어 능력이 높을수록 쉬운 글에서 고정 시간이 짧아지고, 도약 진폭도 커지면서 글을 읽는 속도가 빨라지는 것이다.

이러한 결과가 나타난 이유를 글의 절대적인 난이도의 측면에서 생각해볼 수도 있다. 본 연구에서 사용한 법학적성시험에 출제되었던 지문은 글의 난이도가 아주 높아서 글을 이해하기가 매우 어렵고 따라서 언어 능력의 차이에 상관없이 글을 읽는 속도가 느렸지만, 상대적으로 쉬운 글들을 읽을 때는 언어 능력이 뛰어날수록 더욱 독해 속도를 빠르게 할 수 있는 것이다. 물론 이러한 해석이 기존의 개인차와 어휘의 난이도 사이에 나타나는 상호작용에 대한 설명과 양립할 수 없는 것은 아니다. 쉬운 글의 경우 언어 능력이 뛰어난 사람들은 그 글 속 어휘들의 난이도의 차이에 덜 민감하여 빠르게 글을 읽을 수 있는 반면, 언어 능력이 뛰어나지 못한 독자들은 쉬운 글 내에 존재하는 어휘의 난이도의 편차에 민감하게 반응하여 글의 속도가 느려진다. 설명의 층위가 다를 뿐, 인지 능력의 개인차가 글 읽기 시의 안구 운동에 영향을 미치는 방식은 동일하다. 다만 실제로 본 연구에서 쉬운 글들로 제시한 글도 상대적으로 어려운 글이었을 가능성이 있으므로 추후 연구에서는 보다 쉬운 글들을 제시하여 지나치게 어려운 글들과 지나치게 쉬운 글들에서는 언어 및 인지능력에 따라 독해속도의 차이가 나타나지 않고 적당히 어려운 글들의 경우에 그러한 차이가 두드러지는 지를 살펴볼 필요가 있다.

본 연구의 결과에서 한 가지 눈여겨보아야 할 부분은 글을 읽은 후 글의 핵심 주제를 묻는 문제에 대한 정답률에 대해서는 글의 난이도나 독자의 인지 능력의 개인차가 통계적으로 유의미한 효과를 가지지 못했다는 것이다. 정답률은 독자들이 글을 얼마나 정확하게 이해했는가를 추정하는 값이 될 수 있는데, 분석 결과 본 연구의 관심 변인들의 효과가 나타나지 않았다. 글을 읽는 속도가 이러한 변인에 큰 영향을 받은 것과는 다른 양상의 결과이다. 물론 이러한 결과는 독자들이 제시된 문제를 잘 맞추기 위해 글의 속도를 조절하였기

때문에 개인차 변인이 글을 읽는 속도에는 큰 영향을 주었지만, 정확도에는 그 영향력이 상대적으로 작았다고 해석할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 하나의 글에 하나의 확인 문제만 있었기 때문에 그 글에 대한 이해도를 정확하게 측정하는데 한계가 있었을 가능성을 배제할 수 없다. 향후에는 보다 근본적으로 글의 이해도를 어떻게 측정해야하는가에 대한 심도 깊은 연구가 수행될 필요가 있다.

한글 읽기에 관한 기존 연구결과를 통해 덩어리의 난이도가 달라짐에 따라 독자들은 안구운동을 조절한다는 것이 알려져 있다. 본 연구는 이러한 안구운동의 조절이 독자들의 인지 능력의 개인차에 의해 어떤 양상으로 영향을 받는지를 알아보았다. 본 연구의 결과를 통해 독자들의 언어 능력과 단기 및 작업 기억 능력의 개인차는 글의 난이도와 글을 읽는 속도의 관계를 조절한다는 것을 발견하였다. 본 연구 결과를 기반으로 향후 글 읽기의 개인차에 관한 연구가 더욱 활발히 이루어지기를 기대한다.

## References

- Andrews, S. (2012). Individual differences in skilled visual word recognition and reading: The role of lexical quality: Sally Andrews. In *Visual Word Recognition Volume 2* (pp. 163-184). Psychology Press.
- Ashby, J., Rayner, K., & Clifton, C. (2005). Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58, 1065-1086.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. M., & Walker, S. C. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.
- Boudewyn, M. A., Carter, C. S., & Swaab, T. Y. (2012). Cognitive control and discourse comprehension in schizophrenia. *Schizophrenia Research and Treatment*, 2012, 484502.
- Braver, T. S. (2012). The variable nature of cognitive control: a dual mechanisms framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 106-113.
- Choi, W., Lowder, M. W., Ferreira, F., & Henderson, J. M. (2015). Individual differences in the perceptual span during reading: Evidence from the moving window technique. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77, 2463-2475.
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 422-433.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Davis, F. B. (1968). Research in comprehension in reading. *Reading Research Quarterly*, 3, 499-545.
- Engle, R. W., Conway, A. R. A., Tuholski, S. W., & Shisler, R. J. (1995). A resource account of inhibition. *Psychological Science*, 6, 122-125.
- Fedorenko, E. (2014). The role of domain-general cognitive control in language comprehension. *Frontiers in Psychology*, 5, 335.
- Gilhooly, K. J., Logie, R. H., Wetherick, N. E., & Wynn, V. (1993). Working memory and strategies in syllogistic-reasoning tasks. *Memory & Cognition*, 21, 115-124.
- Gordon, P. C., Moore, M., Choi, W., Hoedemaker, R. S., & Lowder, M. W. (in press). Individual differences in reading: Separable effects of reading experience and processing skill. *Memory & Cognition*.
- Hyönä, J., Lorch Jr, R. F., & Kaakinen, J. K. (2002). Individual differences in reading to summarize expository text: Evidence from eye fixation patterns. *Journal of Educational Psychology*, 94, 44-55.
- Jared, D., Levy, B. A., & Rayner, K. (1999). The role of phonology in the activation of word meanings during reading: Evidence from proofreading and eye movements. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 219-264.
- Kuperman, V., & Van Dyke, J. A. (2011). Effects of individual differences in verbal skills on eye-movement patterns during sentence reading. *Journal of Memory and Language*, 65, 42-73.
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2017). lmerTest package: tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software*, 82(13), 1-26.
- Lee, B. T., Kim, K. J., & Zoh, M. H. (1996). Working memory and language: Comprehension individual differences in reading span and language processing. *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 8, 59-85.
- Lee, H., Seong, E., Choi, W., & Lowder, M. W. (2019). Development and assessment of the Korean Author Recognition Test. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 72, 1837-1846.
- Lee, J. H., Kim, S. I., Kim, S. Y., & Yoo H. J. (1999). Individual differences in narrative comprehension:

- Differences in sentence integration and goal inference. *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, *11*, 59-76.
- Lee, Y., & Kwon, Y. (2012). The effect of the individual differences in cognitive processes on paragraph comprehension: Structural equation modeling. *Korean Journal of Cognitive Science*, *23*, 487-516.
- Luke, S. G. (2017). Evaluating significance in linear mixed-effects models in R. *Behavior Research Methods*, *49*, 1494-1502.
- Mol, S. E., & Bus, A. G. (2011). To read or not to read: A meta-analysis of print exposure from infancy to early adulthood. *Psychological Bulletin*, *137*, 267-296.
- Novick, J. M., Trueswell, J. C., & Thompson-Schill, S. L. (2005). Cognitive control and parsing: Reexamining the role of Broca's area in sentence comprehension. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *5*, 263-281.
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading ability*. New York, NY: Oxford University Press.
- Perfetti, C. A. (2007). Reading ability: Lexical quality to comprehension. *Scientific Studies of Reading*, *11*, 357-383.
- Perfetti, C. A., Landi, N., & Oakhill, J. (2005). The acquisition of reading comprehension skill. In M. J. Snowling & C. Hulme (Eds.), *The science of reading: A handbook* (pp. 227-247). Oxford, England: Blackwell.
- R Core Team (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, *124*, 372-422.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly journal of experimental psychology*, *62*, 1457-1506.
- Rayner, K., Chace, K. H., Slattery, T. J., & Ashby, J. (2006). Eye movements as reflections of comprehension processes in reading. *Scientific Studies of Reading*, *10*, 241-255.
- Satterthwaite, F. E. (1941). Synthesis of variance. *Psychometrika*, *6*, 309-316.
- Stanovich, K. E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, *21*, 360-407.
- Stanovich, K. E., & West, R. F. (1989). Exposure to print and orthographic processing. *Reading Research Quarterly*, *24*, 402-433.
- Stanovich, K. E., Cunningham, A. E., & Feeman, D. J. (1984). Intelligence, cognitive skills, and early reading progress. *Reading Research Quarterly*, *19*, 278-303.
- Thorndike, R. L. (1973). Reading as reasoning. *Reading Research Quarterly*, *9*, 135-147.
- Vos, S. H., & Friederici, A. D. (2003). Intersentential syntactic context effects on comprehension: The role of working memory. *Cognitive Brain Research*, *16*, 111-122.
- Yoon, N. Y., & Koh, S. (2009). Eye-movements in reading easy and difficult texts. *Korean Journal of Cognitive Science*, *20*, 291-307.
- Yuill, N., Oakhill, J. (1991). *Children's Problems in Text Comprehension*, Cambridge, England: Cambridge University Press.

# 덩이글 읽기 시 글의 난이도와 인지 능력 개인차의 상호작용 효과: 안구 운동 추적 연구

성은진<sup>1</sup>, 이윤형<sup>2</sup>, 최원일<sup>3</sup>

<sup>1</sup>광주과학기술원 융합기술학제학부

<sup>2</sup>영남대학교 심리학과

<sup>3</sup>광주과학기술원 기초교육학부

본 연구의 목적은 성인 독자들이 덩이글을 읽을 때, 글의 난이도와 독자들의 개인차 특성이 실시간 안구운동에 어떤 영향을 미치는지 알아보는 것이다. 실험 참여자들은 먼저 주어진 덩이글을 읽고 각 글의 핵심 주제를 묻는 질문에 답하였다. 그 후, 언어 능력, 단기 및 작업 기억 능력, 그리고 집행통제 능력을 측정할 수 있는 일련의 개인차 과제들을 수행하였다. 본 연구의 결과를 간단히 정리하면, 첫째, 글의 난이도는 읽기 속도에 부적인 영향을 주었다. 둘째, 독자들의 언어 및 인지 능력의 개인차가 글을 읽는 속도에 영향을 미쳤다. 즉, 언어능력이 높을수록, 단기 및 작업 기억의 용량이 클수록 글을 읽는 속도가 빨랐다. 그리고 글의 난이도와 개인차 변수 사이의 상호작용도 나타났는데, 언어 능력이 좋고, 작업 기억 용량이 클수록 읽기 속도에 대한 글의 난이도의 효과가 컸다 흥미롭게도 언어 능력이 좋고 작업 기억 용량이 큰 사람이 그렇지 않은 사람에 비해 쉬운 글을 읽는 속도가 훨씬 빨랐다. 하지만 이러한 능력들은 어려운 글을 읽는 속도에는 영향을 주지 않았다. 본 연구를 통해 얻은 결과와 관련된 이론적, 방법론적 쟁점들이 논의되었다.

**주제어:** 읽기 이해, 안구 운동, 개인차, 글의 난이도