

## 컴퓨터 환경에서 한글 글자 크기가 청년과 노인의 읽기 속도에 미치는 영향\*

김 선 경                      김 선 경                      이 혜 원†

이화여자대학교 심리학과

본 연구에서는 컴퓨터 환경에서 한글 글자 크기가 청년과 노인의 읽기 속도에 미치는 영향을 검토하였다. 인터넷에서 상용되는 글자 크기를 기준으로 0.25~16배의 7가지 글자 크기 조건에서 측정한 문장 읽기 정확도에 커브 피팅 기법을 적용하여 읽기 속도 곡선을 도출하고, 청년과 노인의 글자 크기 임계치(critical print size)와 최대 읽기 속도(maximum reading speed)를 비교하였다. 글자 크기 임계치는 최대 읽기 속도를 산출하는 최소 글자 크기로서, 효율적인 읽기 수행을 위해 필요한 글자 크기이다. 분석 결과, 청년과 노인의 읽기 속도는 글자 크기 시각도 0.13°에서부터 글자 크기가 커질수록 급격히 증가하다가 글자 크기 임계치에서 최대 읽기 속도에 도달한 후 8.32°까지 일정하게 유지되었다. 글자 크기 임계치는 청년 0.41°, 노인 0.52°로, 노인의 글자 크기 임계치가 더 컸다. 최대 읽기 속도(wpm)는 청년 296, 노인 208로, 노화에 따른 전반적인 읽기 속도 저하가 관찰되었다. 본 연구 결과는 가장 효율적인 읽기 수행을 유도하는 글자 크기가 청년과 노인에게서 상이하게 나타나며, 읽기 수행을 최대화하기 위해서는 각 연령 집단에 적합한 글자 크기로 제시할 필요가 있음을 시사한다.

주제어 : 한글, 글자 크기, 노화, 읽기 속도, 연령, 한국어

---

\* 이 논문은 2013년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013-S1A3A2055071).

† 교신저자 : 이혜원, 이화여자대학교 심리학과, (120-750) 서울 서대문구 이화여대길 52

Email : hwlee@ewha.ac.kr

인터넷과 디지털 기기의 대중화는 독자의 읽기 환경에 변화를 가져왔다. 종이에 인쇄된 활자 텍스트의 경우 글자의 크기, 형태, 명암 등이 고정되어 제시되는 반면, 디지털 텍스트에서는 글자의 시각적 속성을 다양하게 변경할 수 있다. 읽기는 시각 정보 처리에 기반을 두기 때문에 인지 및 언어적 요인 뿐 아니라 자료의 시각적 요인에 의해서도 중요한 영향을 받게 된다.

읽기 수행과 글자 크기의 관계를 검토한 연구들은 글자 크기에 따라 읽기 속도가 체계적으로 변화하는 것을 일관적으로 보고하고 있다. 시력 한계에 해당하는 아주 작은 크기부터 극단적으로 큰 크기까지 포함하는 광범위한 글자 크기 범위에서 읽기 속도는 초기의 가파른 상승 구간과 최대 읽기 속도 도달 이후의 평평한 유지 구간, 그리고 점차적인 감소 구간으로 이루어진다(Alotaibi, 2007; Legge & Bigelow, 2011). 최대 읽기 속도에 도달하기 위해 요구되는 최소한의 글자 크기를 글자 크기 임계치(critical print size)라고 한다. 글자 크기 임계치는 읽기에서 중요한 의미를 가진다. 읽기 수행이 글자 크기라는 시각적 변인의 영향을 받지 않으면서 효율적으로 이루어지기 위해서는 최소한 임계치 수준의 글자 크기가 요구되기 때문이다. 영어권 청년의 경우 글자 크기 임계치는 시각도 0.15~0.3°로 보고되고 있다(Chung, Mansfield, & Legge, 1998; Legge et al., 2007).

왜 글자 크기가 읽기 속도에 영향을 미치는가? 그 이유에 대해서 몇 가지 설명이 제안되어 왔다. Legge, Pelli, Rubin과 Schleske(1985)는 문장 읽기 시 매우 작거나 큰 글자들에 대해

서는 안구 고정과 도약의 시간 및 횡수가 증가하기 때문에 읽기 속도가 감소하는 것이라고 설명하였다. 그러나 문장의 단어들을 화면 중심에 한 번에 하나씩 제시함으로써 안구운동을 최소화 한 RSVP(rapid serial visual presentation) 기법의 읽기에서도 일반적인 문장 읽기와 유사한 양상의 읽기 속도 곡선을 관찰하였고(Yu, Cheung, Legge, & Chung, 2007), 이는 안구 운동 이외의 요인이 글자 크기에 따른 읽기 속도에 작용하고 있음을 시사한다. 최근 많은 지지를 받고 있는 한 입장이 시각 폭 가설이다.

시각 폭 가설(visual span hypothesis)은 시각적 요인이 읽기 과정에 어떻게 영향을 미치는지를 설명하는 이론이다. 시각 폭(visual span)은 읽기 시 안구를 움직이지 않고 재인할 수 있는 철자의 개수이다. 시각 폭 크기에 의해 한 응시점에서 부호화할 수 있는 정보의 양이 결정되므로, 시각 폭은 읽기 속도를 제한하는 주요 요인이 된다. 매우 작거나 큰 글자에서 시각 폭은 축소하게 되고 그 결과로서 읽기 속도가 감소하게 된다. 작은 글자들에서 시각 폭의 축소는 철자 시력(letter acuity)과 밀집(crowding)이라는 시각 기제의 작용에 의한다. 글자 크기가 매우 작아지게 되면 철자 시력이 한계 수준으로까지 감소하게 되어 철자 재인이 어려워진다. 또한 글자 크기가 작아지면서 글자 간 간격도 협소해지기 때문에 인접 철자들 간의 밀집이 증가하여 철자 재인을 어렵게 만든다(읽기에서 밀집이란 인접 철자들의 방해에 의해 표적 철자의 가시도가 감소하는 것을 의미한다). 철자 시력 한계와 밀집에 의한 철자 재인의 어려움은 한 번의 응시에서 처리

할 수 있는 정보의 양, 즉 시각 폭의 크기를 축소시키면서 읽기 속도를 저하시키게 된다. 한편, 글자가 매우 커지게 되면, 작은 글자들과는 다른 이유에서 시각 폭이 축소하게 된다. 매우 큰 글자들에서는 철자 시력이나 밀집의 문제는 적다. 대신, 글자 크기의 확대는 중심 시야에서 처리될 수 있는 정보의 양을 감소시키게 되어 결과적으로 시각 폭을 축소시키게 된다. 글자 크기에 따른 시각 폭과 읽기 속도의 변화 양상이 유사하고 시각 폭 크기가 읽기 속도를 95%까지 설명할 수 있다는 연구 결과들은 시각 폭 가설을 지지하고 있다(Legge & Bigelow, 2011; Legge et al., 2007; Legge, Mansfield, & Chung, 2001).

글자 크기에 따른 읽기 속도의 변화는 연령 변인에 따라 달라질 수 있다. 연령은 읽기에 영향을 미치는 주요한 요인 중 하나로, 노인의 읽기 수행은 청년과 차이를 보인다. 의미 처리나 어휘력과 같이 연령 증가에도 유지되거나 향상을 보이는 언어 능력도 있지만(김선경, 이혜원, 2007; Verhaeghen, 2003), 읽기 속도에서는 전반적인 저하를 보인다(Sass, Legge, & Lee, 2006; Saxton et al., 2001). 노인의 읽기 속도 저하는 시각 능력의 감퇴와 비효율적 안구 운동, 시각 폭의 축소 등으로 설명될 수 있다. 저대비 시력과 대비 민감도가 65~70세 이후부터 감소하는 것으로 나타났고(Haegerstrom-Portnoy, Schneck, & Brabyn, 1999; Salthouse, Hancock, Meinz, & Hambrick, 1996), 읽기 시 청년과 노인의 안구 운동을 비교한 연구들에서는 노인에게서 고정 시간이 증가하고, 고정 및 회귀의 횟수가 더 빈번하였다는 결과를 보고하고 있다(Kemper & Liu, 2007; Rayner,

Castelhana, & Yang, 2009). 노화에 따른 시각 폭의 축소도 보고되고 있다. 청년의 경우 중심시 위치는 100% 근접한 정확도로, 중심시를 기준으로 좌우 6개 철자 위치까지는 50% 이상의 정확도로 철자를 재인할 수 있는 반면, 65세 이상 노인은 최대 정확도가 85% 미만이었으며, 좌우 4개 철자 위치에서 50% 정확도를 보였다(Legge et al., 2007). 노화에 따른 감각/지각 기능의 쇠퇴 때문에 노인의 읽기 속도가 저하되지만, 이러한 감각/지각적 노화를 보완할 수 있는 최적화된 읽기 환경이 제공된다면 읽기 속도의 연령 관련 차이가 상쇄될 수도 있을 것이다.

글자 크기와 연령의 효과를 같이 검토한 한 연구에서 청년과 노인의 읽기 속도 차이가 글자 크기에 따라 달라지는 것을 관찰하였다(Akutsu, Legge, Ross, & Schuebel, 1991). Akutsu 등(1991)은 0.15, 0.3, 0.5, 1, 4, 12°의 6가지 글자 크기 조건에서 청년과 노인의 읽기 속도를 비교하였다. 전반적으로는 노인의 읽기 속도가 청년보다 느렸으며, 글자 크기가 0.15°, 4°, 12° 조건에서는 청년과 노인의 읽기 속도 차이가 크게 나타났다. 그러나 0.3°~1° 사이의 글자 크기에서는 청년과 노인 모두 최대 읽기 속도를 보였으며 읽기 속도의 연령 차이가 유의하지 않았다. 이 결과는 글자 크기가 읽기 속도에 미치는 영향이 연령에 따라 달라질 수 있음을 보여준다. 비록 노인의 읽기 속도가 청년에 비해 전반적인 저하를 보이고 상대적으로 작거나 큰 글자 크기 조건에서 노인의 읽기 속도 감소폭이 더욱 크게 나타나지만, 최적의 글자 크기 조건이 제공된다면 청년과 비슷한 수준까지 회복될 수 있음을 시사해주

고 있다.

글자 크기에 관한 연구는 주로 영어권에서 진행되어왔으며 한국어/한글에서는 보고된 적이 거의 없다. 더욱이 글자 크기와 연령의 관계를 검토한 연구는 영어권에서도 Akutsu 등의 연구가 유일하다. 컴퓨터나 스마트폰과 같은 디지털 정보 환경에서는 다양한 시각적 변인들을 사용자가 자신에게 적합하게 조절 가능하다는 점을 고려할 때, 그리고 앞으로 점점 증가하는 노인 사용자들을 위한 디지털 정보 환경의 구축 필요성을 고려할 때, 한글 정보 처리에서 글자 크기 효과를 연령에 따라 규명하는 것은 한글 사용자들에게 중요한 함의를 제공할 수 있을 것이다.

이런 취지에서 본 연구는 컴퓨터 환경에서 한글 글자 크기가 청년과 노인의 읽기 속도에 미치는 영향을 검토했다. 본 연구에서 영어권의 선행 연구와 다른 결과가 나타날 가능성이 있었다. 첫째, 한글과 영어는 표기 특성이 다르다. 단어를 구성하는 자모음 낱자들의 공간적 배열도 다르지만, 단어의 길이에서도 차이가 있다. 한글 단어는 영어 단어에 비해 길이가 짧다. 이런 언어 간 표기 특성 차이가 읽기 속도에서 글자 크기 효과에 차이를 가져올 수 있다. 둘째, Akutsu 등의 연구에서 노인 참가자는 모두 60대 연령층으로서, 노인 집단을 대표하기에는 제한적이다. 노화에 따른 여러 감각 및 인지적 변화가 70대 이후 더욱 분명하게 드러난다는 점을 고려할 때, 70대를 포함하는 좀 더 포괄적인 노인 연령층을 대상으로 한다면 선행 연구와는 다른 결과가 나타날 수도 있다.

본 연구에서는 RSVP 기법을 사용하여 문장

자극을 제시하면서<sup>1)</sup>, 인터넷 상용 글자 크기를 기준으로 0.25~16배 범위의 7가지 글자 크기 조건과 어절 당 50~1600 ms의 6가지 제시 시간에 대해 청년과 노인의 문장 읽기 정확도를 측정하였다. 읽기 정확도 데이터를 수집한 후에는 커브 피팅 기법을 적용하여 최적화된 심리 측정 함수를 도출하고, 청년과 노인의 읽기 속도 곡선 상에서 글자 크기 임계치와 최대 읽기 속도를 산출하였다. 커브 피팅은 데이터 분포를 가장 잘 나타내는 함수식을 통해 직선 및 곡선으로 근사하는 것으로, 커브 피팅을 적용하면 실제 관찰된 데이터 이외의 변수 값을 추정하는 것이 가능하다(Ledvij, 2003). 선행 연구들은 커브 피팅 기법을 사용하여 읽기 속도 곡선 상에서 글자 크기 임계치와 최대 읽기 속도를 산출하였다(Chung et al., 1998; Legge et al., 2007; Pelli et al., 2007). 본 연구를 통해 글자 크기에 따른 읽기 속도 곡선의 양상이 한글 읽기에서 어떻게 나타나는지 확인하고, 청년과 노인의 글자 크기 임계치 및 최대 읽기 속도를 비교하여, 청년과 노인의 읽기 수행을 최대화하는 글자 크기 조건이 무엇인지 규명하는 것이 본 연구의 목표이다.

1) RSVP 절차에서는 문장 내 단어들이 한 번에 하나씩 순차적으로 화면의 같은 자리에서 제시되므로 안구 운동을 최소화시킬 수 있다는 장점이 있다. 노인의 경우 청년에 비해 비효율적인 안구 운동을 보이므로, 이러한 가외 변인의 효과를 배제하고 직접적으로 시지각적 변인의 영향을 측정하기 위해 RSVP 기법을 사용하였다. 또한 RSVP 기법은 컴퓨터 화면 상에서 극단적으로 큰 글자를 제시하거나 어절 당 제시 시간을 조작하는 것이 가능한 유일한 방법이다.

## 방 법

**참가자** 청년 15명과 노인 15명이 실험에 참가하였다. 청년 참가자는 이화여자대학교 학부생으로 평균 연령은 23세(21-26,  $SD = 1.54$ )였다. 노인 참가자는 노인종합복지관과 연구자의 지인을 통해 모집하였으며 평균 연령은 69세(60-78,  $SD = 5.53$ )였다. 각 집단의 평균 시력은 청년 1.19(1.0-1.2,  $SD = 0.05$ ), 노인 1.04(0.8-1.2,  $SD = 0.15$ )로 두 집단 모두 정상 시력 또는 교정 후 정상 시력을 보유하고 있었다. 모든 참가자는 한국어를 모국어로 사용하였다. 참가자는 실험 참여에 대한 사례로 실험 참여 점수 또는 소정의 사례품을 지급받았다.

사전에 설문지를 배부하여 교육 기간, 건강 상태, 컴퓨터 사용 경험에 대해 조사하였다. 평균 교육 기간은 청년이 14.53년(13-16,  $SD = 1.06$ ), 노인이 13.47년(12-18,  $SD = 2.20$ )으로 두 집단 간에 유의한 차이가 없었다( $t(28) = 1.69, p > .05$ ). 건강 상태에 대해 모든 참가자가 건강한 편으로 답하였으며 노인 1명은 활동하기 약간 불편했으나 실험 참가에는 문제가 없었다. 컴퓨터에 관해서는 청년과 노인 모두 사용 경험이 있었다.

참가자들의 어휘력은 K-WAIS 어휘력 검사를 실시하여 측정하였다. 전체 35문항 중 노인 참가자의 정신적 부담과 피로를 줄이기 위해 선행 연구(김선경, 이혜원, 2007)를 참조하여 20문항만 제시하였다. 평균 점수는 청년 30.33점(24-35,  $SD = 3.15$ ), 노인 30.87점(24-36,  $SD = 3.94$ )으로 두 집단 간 차이가 없었다( $t(28) = -0.41, p > .05$ ). 노인 참가자에게는 추가로 MMSE-K 검사를 실시하여 인지 기능이

정상인지 확인하였다. 25점 이상은 ‘확정적 정상’, 21~24점은 ‘치매 의심’, 20점 이하는 ‘확정적 치매’로 분류된다(박종한, 권용철, 1989). 노인의 점수는 평균 29.33점(28-30,  $SD = 0.82$ )이었으며, 모든 노인 참가자가 ‘확정적 정상’이었다.

**기구** 실험 절차는 E-Prime(Ver. 2.0)으로 제작하여 데스크탑 컴퓨터 LG B15MS 또는 휴대용 컴퓨터 LG A510-URA3K로 제어하였다. 실험자는 모니터로 참가자의 오반응 여부를 관찰하고 키보드로 오반응을 기록하였다. 실험 자극은 추가로 연결된 19인치 와이드 모니터 TG D190WL(60 Hz)에서 제시되었다. 참가자와 모니터 간 거리는 자극 제시 조건에 따라 25, 50, 100 cm로 조정하였다<sup>2)</sup>.

**재료 및 설계** 글자 크기와 제시 시간은 선행 연구(Chung et al., 1998; Legge et al., 2007)와 사전 실험 결과를 검토하여 안정적인 읽기 속도 곡선을 산출할 수 있는 값으로 선정하였다.

글자 크기는 인터넷에서 가장 많이 사용되는 글자 크기인 HTML H3(보는 거리 50 cm, 시각도 0.52°, 실제 크기 세로 0.45 cm)를 기준으로 하였다. 글자 크기 조건은 기준값의 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16배로 하였으며, 각각 시각도 0.13, 0.26, 0.52, 1.04, 2.08, 4.16, 8.32°에 해당하였다. 시각도 크기는 실제 크기와 보는 거리를 조합하여 구현하였다(부록에 제시).

2) 컴퓨터 모니터 상에서 글자를 아주 작거나 큰 크기로 제시할 때 폰트 크기만으로 조작하는 것이 불가능하였으므로 보는 거리를 함께 조작하여 시각도 크기로 구현하였다.

제시 시간은 한 어절 당 50, 100, 200, 400, 800, 1600 ms로 조작하였다. 사전 실험 결과 한 어절을 읽는 데 약 400 ms가 소요되었으므로, 본 실험에서는 400 ms를 기준으로 하여 역치에 가까운 아주 짧은 제시 시간부터 어절을 재인하는 데 충분히 긴 제시 시간까지 포함하는 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4배의 6개 조건을 선정하였다.

실험 자극은 중학교 국어 교과서에서 선정한 한글 문장으로 구성하였다. 송예리와 이해원(2010)의 문장 자극 200개에 새롭게 중학교 1~3학년 국어 교과서에서 발췌한 문장들을 추가하여 총 405개가 포함되었다. 한 문장은 10개의 어절로 구성되었으며, 한 어절을 이루는 음절수는 2~4개였다.

본 실험은 연령(청년, 노인) × 글자 크기(7가지) × 제시 시간(6가지)의 혼합 요인 설계로, 연령은 피험자 간으로, 글자 크기와 제시 시간은 피험자 내로 조작하였다. 각 조건별로 5회씩 총 210회 시행이 구성되었다. 글자 크기 조건에 따라 7개 블록으로 나누고 이를 다시 제시 시간에 따라 2개 블록으로 나누었다(총 14개 블록). 제시 시간 블록은 짧은 제시 시간 블록(50, 100, 200, 400 ms)과 긴 제시 시간 블록(800, 1600 ms)으로 구성되었다. 글자 크기 블록의 순서는 의사무선화하여 순서 효과를 방지하였다. 제시 시간 블록은 각 글자 크기 블록 내에서 무선화되었으며, 블록 내 제시 순서도 무선화되었다.

모든 지시 사항과 문장 자극은 흰 바탕에 검정색으로 제시되었다. 지시 사항의 글자 크기는 시각도 2.08°였다. 글자체는 굴림체를 사용하였다.

**절차** 청년은 연구자 소속 대학의 실험실에서, 노인은 모집 기관 내 독립된 공간에서 실험에 참가하였다. 청년과 노인의 실험 환경은 유사하게 통제하였다. 참가자가 실험실에 오면 먼저 실험 참여 설명문 및 동의서를 숙지하고 실험 참여 여부를 결정하도록 하였다. 동의가 이루어진 후에 K-WAIS 어휘력 검사와 MMSE-K 검사(청년은 실시하지 않음), 시력검사를 실시하였다. 사전 검사가 끝나면 실험 절차에 대한 지시문을 읽게 하였다.

본 실험은 14회의 연습 시행과 210회의 본 시행으로 구성되었다. 연습 시행은 각 제시 시간 블록을 시작할 때마다 처음에 1회씩 제시되었다. 본 시행은 짧은 제시 시간 블록 20회, 긴 제시 시간 블록 10회로 구성하였다. 전체 문장 모음집에서 210개의 문장 자극이 무선 선정되어 각 시행에 무선 배정되었고 한 참가자에게 반복 없이 한 번씩만 제시되었다.

한 시행의 진행 순서는 다음과 같다. 각 시행은 <준비가 되었으면 마우스를 누르세요.>라는 메시지로 시작하였다. 참가자가 마우스를 누르면 모니터 중앙에 응시점(“+”)을 500 ms 동안 제시하였다. 이후에 RSVP 기법을 사용하여 문장의 어절을 정해진 제시 시간 동안 화면 중앙의 동일한 위치에서 차례로 제시하였다(그림 1). 참가자의 과제는 각 어절이 제시되자마자 최대한 빠르고 정확하게 소리 내어 읽는 것이었다. 한 문장이 종료된 후 빈 화면이 제시되면 실험자는 참가자가 잘못 읽은 어절수를 입력하였다. 실험자의 입력이 끝난 후 다음 시행을 위한 준비 화면이 제시되었다. 한 블록이 종료되면 충분히 휴식을 취한 후 다음 블록을 시작하게 하였다. 전체 실

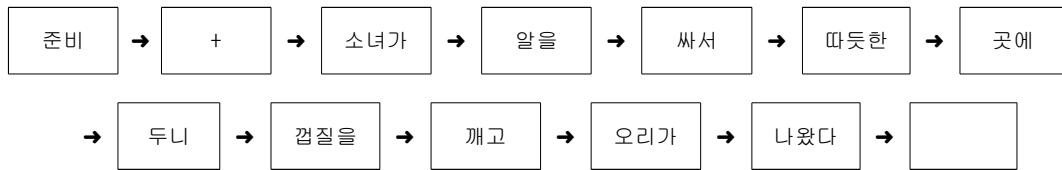


그림 1. 한 시행의 진행 순서

험 시간은 청년 약 50분, 노인 약 65분이 소요되었다.

**분석 방법** 글자 크기에 따른 읽기 속도 곡선을 도출하기 위해 커브 피팅 기법을 적용하였다(Wichmann & Hill, 2001). 본 연구에서는 Matlab R2010a의 Curve fitting tool을 이용하였다. 프로그램에서 데이터와 함수식을 입력한 후 모수(parameter)의 초기값을 지정하면 자동으로 모수의 추정치(estimate)와 해당 함수의 적합도(goodness-of-fit)가 산출되므로, 모수의 초기값을 조정해 나가면서 적합도가 높은 함수를 도출하였다.

먼저 글자 크기와 제시 시간에 따라 수집한 문장 읽기 오반응률을 정확도로 환산하고, 각 글자 크기 조건에서 제시 시간을 X축으로 하는 정확도 데이터의 분포를 그렸다. 제시 시간이 증가함에 따라 정확도가 빠르게 증가하다가 어느 정도 수준에서 점근선에 도달하여 완만한 형태를 보일 것으로 예측되었다. 이러한 데이터의 변화 양상에 가장 적합한 형태인 누적 가우시안 함수(cumulative Gaussian function)<sup>3)</sup>를 피팅하였다. 이 함수 상에서 역 추정을 하면 각 글자 크기 조건에서 특정 수

3)  $y(x) = a \cdot (0.5 \cdot \text{erf}((x-b)/(c \cdot \sqrt{2}))) + 0.5$   
 (a = y의 범위 크기, b = 평균, c = 표준편차, d = 하한값)

준의 정확도를 내는 제시 시간을 도출할 수 있다. 글자 크기 별로 80% 정확도에 해당하는 제시 시간을 기준 읽기 속도로 정의하고 (Chung et al., 1998), 1분당 읽은 어절 수(wpm)로 환산하여 글자 크기에 따른 읽기 속도 데이터를 얻었다<sup>4)</sup>. 글자 크기 임계치와 최대 읽기 속도를 산출하기 위하여 이 데이터에 two-line fit<sup>5)</sup>을 적용하였다. Two-line fit 함수는 기울기가 0 이상이면서 절편이 0인 선형 함수와, 기울기가 0에 가까우면서 수행의 최대값을 Y 절편으로 갖는 선형 함수가 결합한 형태이다. 두 선형 함수가 만나는 지점의 변인 수준이 임계치가 된다(Chung et al., 1998). 임계치를 기준으로 함수의 앞부분은 아주 작은 크기에서부터 시작하여 글자 크기가 증가함에 따라 읽기 속도가 증가하는 영역이며, 뒷부분은 글자 크기의 영향을 받지 않고 최대 읽기 속도를 유지하는 영역에 해당한다. 최종적으로 글자 크기에 따른 읽기 속도 곡선 상에서 청년과 노인의 글자 크기 임계치와 최대 읽기

4) 예를 들어 0.52° 글자 크기에서 80% 정확도를 산출하는 제시 시간이 186.63 ms라면 읽기 속도(wpm)는  $60000/186.63 = 321.49$  wpm이 된다.

5)  $y(x) = a \cdot (x-d) \cdot \text{heaviside}(d-x) + b \cdot (x-d) \cdot \text{heaviside}(x-d) + c$   
 (a = 임계치 이전 기울기, b = 임계치 이후 기울기, c = 최대 읽기 속도, d = 글자 크기 임계치)

속도를 산출하였다.

## 결 과

글자 크기 별로 제시 시간에 따른 청년과 노인의 평균 정확도 데이터에 누적 가우시안 함수를 적용한 결과가 그림 2에 제시되어 있다<sup>6)</sup>. 정확도는 제시 시간이 증가할수록 높아 지다가 상한 점근선을 따라 유지되었으며, 양상은 글자 크기에 따라 다소 달랐다. 앞서 분석 방법에서 기술한 과정을 거쳐 환산된 읽기 속도에 대해 연령(청년, 노인)과 글자 크기(7가지)의 이원 분산 분석을 실시하였다(표 1). 그 결과, 연령 주효과가 유의하였고( $F(1, 28) = 20.42, p < .001$ ), 글자 크기 주효과가 유의하였으 며( $F(6, 168) = 104.79, p < .001$ ), 연령과 글자 크기 간의 상호작용 효과는 유의하지 않았다( $F(6, 168) = 1.87, p > .05$ ). 청년에 비해 노인의 읽기 속도는 저하되었으며 이 차이는 모든 글자 크기 조건에서 유의하게 나타났다 ( $p < .05$ ). 글자 크기에 따른 읽기 속도 변화를 살펴보면, 글자 크기가 0.13°에서부터 커질수록 읽기 속도가 증가하다가 0.52°에서부터는 더 이상 속도가 증가하지 않고 유지되는 모습을 보였다.

6) 그림 2와 3에서 X축의 변인 수준은 본래 지수(log)값으로 산출되었다. 그래프의 X축을 지수로 표기하는 것은 아주 작은 값에서 큰 값까지 포괄하여 효율적으로 조작하기 위해 정신물리학적 연구에서 보편적으로 사용되는 방법이다(Chung et al., 1998; Legge & Bigelow, 2011). 제시 시간은 400 ms를 지수로 했을 때 각각 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4이며, 글자 크기는 0.52°를 지수로 하면 각각 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8이다.

읽기 속도 변화를 좀 더 자세히 조사하기 위해 0.52°와 다른 글자 크기 조건의 읽기 속도를 비교하였다. 청년의 경우, 0.52°는 0.13°와 유의한 차이가 있었으며( $t(28) = -10.30, p < .001$ ), 0.26°와도 차이가 있었다( $t(28) = -4.37, p < .001$ ). 그러나 0.52°와 더 큰 글자 조건들 간에는 읽기 속도 차이가 없었다; 1.04°( $t(28) = 0.98, p > .05$ ), 2.08°( $t(28) = 0.88, p > .05$ ), 4.16°( $t(28) = 1.11, p > .05$ ), 8.32°( $t(28) = 1.35, p > .05$ ). 노인의 경우에도 유사한 패턴을 보였다. 0.52°는 0.13°와 읽기 속도 차이가 있었으며( $t(28) = -8.40, p < .001$ ), 0.26°와도 차이가 있었다( $t(28) = -4.78, p < .001$ ). 그러나 0.52°와 더 큰 글자 조건들 간에는 읽기 속도 차이가 없었다; 1.04°( $t(28) = 0.09, p > .05$ ), 2.08°( $t(28) = 0.27, p > .05$ ), 4.16°( $t(28) = 1.25, p > .05$ ), 8.32°( $t(28) = 1.73, p > .05$ ). 청년과 노인 모두 0.13~0.52°에서는 읽기 속도의 지속적 증가를 보였고, 0.52~8.32°에서는 속도 차이를 보이지 않았다.

**Two-line 피팅 결과** 참가자 별로 글자 크기에 따른 읽기 속도 데이터에 two-line 피팅을 적용하여 글자 크기 임계치와 최대 읽기 속도를 추정하였다(그림 3). 청년과 노인 모두 0.52~8.32° 사이의 글자 크기에서는 읽기 속도에 유의미한 변화가 없었으므로, 선행 연구(Chung et al., 1998)를 참고하여 임계치 이후부터 8.32°까지 기울기를 0으로 고정하여 피팅하였다. 결과는 표 2에 제시되어 있다. 글자 크기 임계치 범위는 청년 집단 0.24~0.58°( $M = 0.41, SD = 0.11$ ), 노인 집단 0.26~0.81°( $M = 0.52, SD = 0.14$ )이었으며 두 집단의 평균 차이는



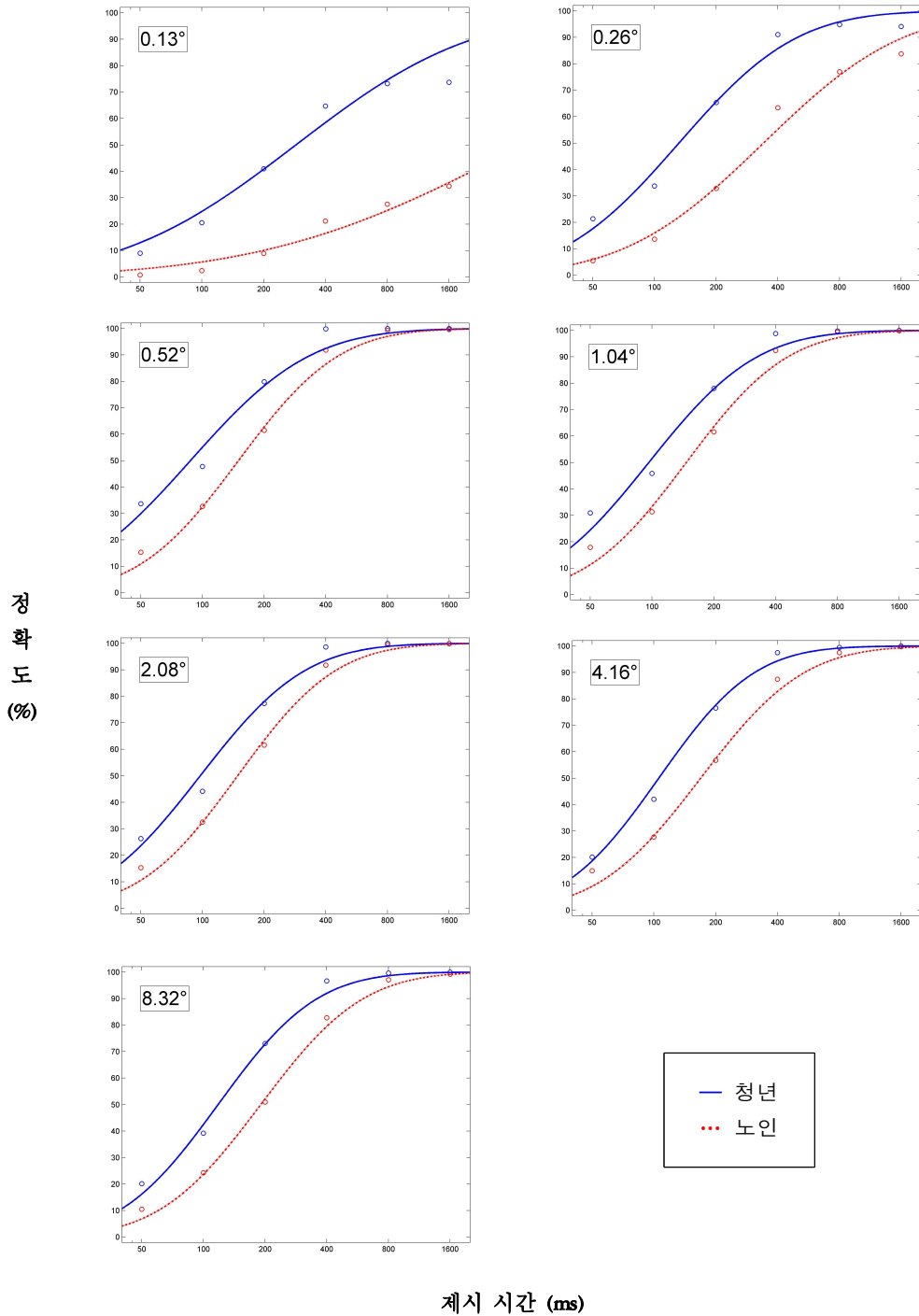


그림 2. 청년과 노인의 평균 정확도에 대한 누적 가우시안 피팅 결과

표 1. 청년과 노인의 평균 읽기 속도 (wpm)

글자 크기	청년	노인	차이
0.13°	74.98 (49.14)	15.84 (20.99)	59.14
0.26°	221.01 (71.25)	91.11 (57.09)	129.90
0.52°	311.57 (66.57)	228.87 (95.99)	82.70
1.04°	298.69 (72.15)	225.87 (82.90)	72.82
2.08°	288.17 (61.31)	220.28 (77.51)	67.89
4.16°	283.38 (63.23)	192.15 (61.34)	91.22
8.32°	275.04 (73.48)	177.41 (63.81)	97.63
평균	250.40 (82.49)	164.50 (81.07)	85.90

주. 괄호 안은 표준편차

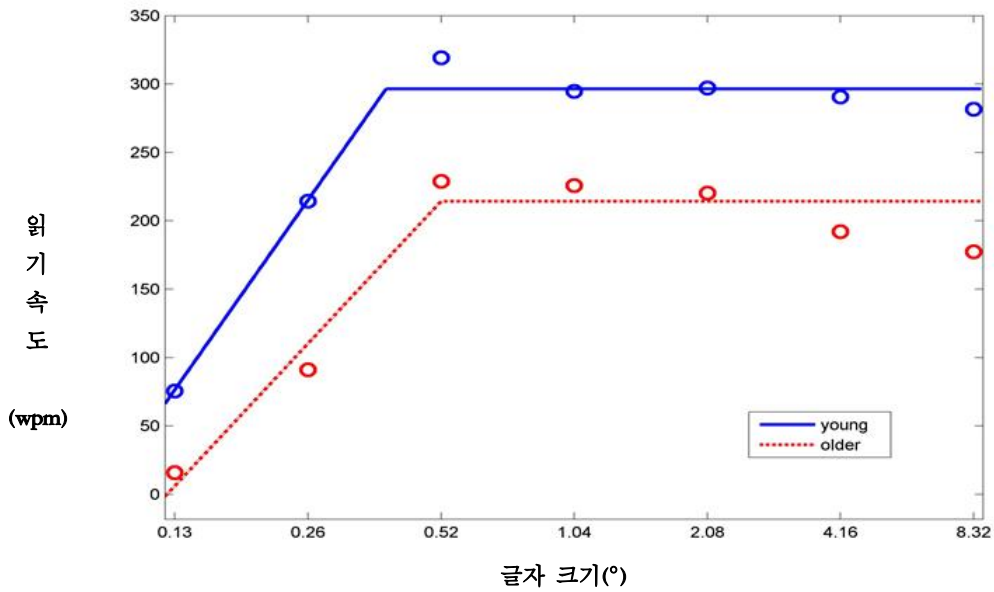


그림 3. 청년과 노인의 평균 읽기 속도에 대한 two-line 피팅 결과

유의하였다( $t(28) = -2.35, p < .05$ ). 청년에 비해 노인의 글자 크기 임계치가 높다는 것은 최대 읽기 속도에 도달하기 위해 노인이 더 큰 글자 크기를 필요로 한다는 것을 의미한다. 최대 읽기 속도의 범위는 청년 집단 175~393

wpm( $M = 297, SD = 65.28$ ), 노인 집단 126~351 wpm( $M = 209, SD = 71.51$ )이었으며 두 집단의 평균 차이는 유의하였다( $t(28) = 3.66, p < .01$ ). 최대 읽기 속도는 노인에게서 저하되었다.

표 2. 청년과 노인의 글자 크기 임계치 및 최대 읽기 속도

	글자 크기 임계치 (°)	최대 읽기 속도 (wpm)
청년	0.41 (0.11)	296.81 (65.28)
노인	0.52 (0.14)	208.90 (71.51)

주. 괄호 안은 표준편차

표 3. 60대와 70대의 글자 크기 임계치 및 최대 읽기 속도

	글자 크기 임계치 (°)	최대 읽기 속도 (wpm)
60대	0.50 (0.05)	231.62 (61.94)
70대	0.66 (0.12)	181.68 (57.73)

주. 괄호 안은 표준편차

**노인 집단 내 연령 분석** 노인 집단 내에서도 고령화에 따른 추가적 차이가 있는지 살펴보기 위해 시력이 동일한 60대 6명과 70대 6명을 대상으로 글자 크기 임계치와 최대 읽기 속도를 비교하였다. 그 결과는 표 3에 제시되어 있다. 70대 노인은 60대 노인에 비해 글자 크기 임계치가 유의하게 상승했고( $t(10) = -2.95, p < .05$ ), 최대 읽기 속도는 60대 노인과 차이를 보이지 않았다( $t(10) = 1.45, p > .1$ ). 노인 집단 내에서도 고령화가 진행될수록 최대 읽기 속도에 도달하기 위해 더 큰 글자 크기를 필요로 한다는 것을 시사해주는 결과이다.

## 논 의

본 연구에서는 한글 문장 읽기를 통해, 글

자 크기에 따라 청년과 노인의 읽기 속도가 어떻게 달라지는지 검토하였다. 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 글자 크기가 읽기 속도에 영향을 미쳤다. 읽기 속도는 글자 크기가 커질수록 증가하다가 글자 크기 임계치에서 최대 읽기 속도에 도달한 후 유지되었다. 둘째, 연령이 읽기 속도에 영향을 미쳤다. 모든 글자 크기 조건에서 청년보다 노인의 읽기 속도가 감소했다. 셋째, 글자 크기에 따른 읽기 속도 양상에서 연령 관련 차이가 관찰되었다. 노인은 청년에 비해 더 높은 글자 크기 임계치와 더 낮은 최대 읽기 속도를 보였다.

영어권 연구들에서 공통적으로 관찰되었던 읽기 속도 곡선의 양상은 매우 작은 글자들에서 읽기 속도의 가파른 상승, 임계치 이후 중간 범위에서 최대 읽기 속도의 유지, 그리고 매우 큰 글자들에서 완만한 읽기 속도의 감소이다. 한글을 사용한 본 결과에서는 작은 글자들에서 가파른 상승과 임계치 이후 중간 범위에서 최대 읽기 속도의 유지는 영어권 결과들과 일치했다. 그러나 큰 글자들에서는 영어권 결과들과 달리 읽기 속도의 완만한 감소가 나타나지 않았다. 결과에서 보고했듯이, 청년과 노인 모두 0.13~0.52° 범위에서는 크기 증가에 따른 읽기 속도의 가파른 증가를 보였으나, 0.52~8.32° 범위에서는 유의한 속도 차이가 없었다. 4.16°나 8.32°와 같은 매우 큰 글자들에서조차도 읽기 속도가 감소하지 않았다는 점은 특히 주목할 만하다. 읽기 속도에 미치는 글자 크기 효과가 영어에 비해 한글에서는 큰 글자 범위에서 상대적으로 적다는 것을 의미하기 때문이다.

큰 글자들에서 영어의 읽기 속도는 감소하

는 반면, 한글의 읽기 속도는 유지되는 것은 왜일까? 시각 폭 가설에 따르면 매우 큰 글자들에서 읽기 속도가 감소하는 것은 글자의 확대에 의해 중심 시야에 위치한 정보의 양이 감소하기 때문으로 설명하였다. 글자가 크게 확대되면 중심 시야에 위치하는 글자 수가 줄어들면서 나머지 글자들은 주변 시야에 위치하게 된다. 이런 상황에서 단어 재인을 하려면 여러 번의 안구 도약을 통해 글자 정보를 중심 처리(central processing)하거나, 안구 도약 없이 글자들을 주변 처리(peripheral processing)해야 한다. 주변 처리는 중심 처리에 비해 비효율적이며, 비효율성의 정도는 주변 시야로 갈수록 커진다(Chung et al., 1998; Legge et al., 2001). 한글 단어는 영어 단어에 비해 길이가 짧다. 영어는 짧은 단어라도 4~7개의 철자로 구성되고 긴 단어는 10개 이상의 철자로 구성되기도 한다. 본 연구에서 사용된 모든 한글 단어들은 2~4개의 글자로 구성되어 있다. 단어 길이의 차이는 안구 운동과 주변 처리에서 차이를 가져올 것이다. 한글 단어는 안구 운동이나 주변 처리가 상대적으로 덜할 것이고, 그만큼 읽기 속도에서 감소 정도는 줄어들 것이다. 큰 글자들에서 한글 읽기 속도가 유의한 차이에 이를 만큼 감소를 보이지 않는다는 사실이 이러한 설명과 부합한다.

본 연구에서 노인의 읽기 속도가 모든 글자 크기 범위에서 청년에 비해 감소했다. 시각 폭 가설에 따르면, 시각 폭의 크기는 철자 시력, 밀집, 위치 정보와 같은 요인들에 의해 영향을 받는데, 노인의 경우 감각 및 운동 기능의 감퇴로 인해 이런 요인들에서 효율성이 감소하게 되어 시각 폭 축소로 이어지게 된다.

Haegerstrom-Portnoy 등(1999)은 65~70세 이후부터 저대비 시력과 대비 민감도가 급격히 저하된다는 결과를 보고한 바 있다. 시각 폭 외에, 노화로 인한 근육량의 감소가 노인의 읽기 속도 저하에 기여할 가능성도 제기된다(Ketcham & Stelmach, 2001). 70세 이후부터 읽기 속도가 감소하는 것으로 나타났으며, 말산출에 필요한 운동 능력 저하가 영향을 미치는 것으로 조사되었다(Lott et al., 2001).

노화에 따른 시각 폭 축소 외에도 말산출 속도 저하는 본 결과에서 관찰된 읽기 속도의 연령 차이를 RSVP 과제 특성에서 논의해보아야 할 필요성을 제기한다. RSVP는 미리 설정된 시간 동안 한 번에 하나씩 순차적으로 제시되는 단어를 정확하고 빠르게 읽는 과제이다.<sup>7)8)</sup> 읽기 속도(wpm)는 참가자가 정확하게

- 7) RSVP에서 의미 처리가 이루어지는지 의문을 가질 수 있다. 읽기 동안 의미 처리가 이루어지지 않는다면, 문장과 무선 단어열의 수행 차이가 없어야 할 것이다. 그러나, RSVP 절차에서 문장과 무선 단어열의 차이, 즉 맥락 효과를 보고한 연구 결과들(예, Fine, Rubin, Hazel, & Petre, 1999)을 보면 의미 처리 및 문장 이해가 RSVP에서 이루어진다는 것은 분명해 보인다.
- 8) 노인의 RSVP 속도 감소에 기억의 역할이 있는지에 대해서는 증거가 희박하다. 본 실험 절차에서 아주 작은 글자를 제외한 0.52° 이상의 크기 조건에서 청년 뿐 아니라 노인도 400 ms 이상에서 100% 정확도에 근접했고, 400 ms 보다 짧은 제시 시간에서는 문장 첫 어절부터 제시된 자극 자체를 보지 못하여 읽기 정확도가 낮게 나타나는 경우가 많았다. 또한, K-WAIS와 MMSE-K 검사를 통해 노인은 청년과 같은 수준의 어휘력을 가지고 있었고 인지 및 기억 능력에서도 확정적 정상을 보였다. 마지막으로, 기법이 달라도 노인의 읽기 속도 감소는 일관적이다. 예를 들어, Sass 등(2006)은 화면에 여러 줄에

소리 내어 읽은 단어 수를 제시 시간을 토대로 1분 당 정확하게 읽을 수 있는 단어 수로 환산한 값이다. 과제 특성 상 단어 명명이 필요하며, 이런 명명의 개입은 청년에 비해 말산출이 느린 노인의 읽기 수행에 불리하게 작용할 수 있다. 더욱이 RSVP에서 단어의 제시 시간은 낮은 수준부터 높은 수준까지의 읽기 정확도를 포괄하는 읽기 함수의 도출을 위해 매우 짧은 시간부터 긴 시간까지 다양하게 설정된다. 긴 제시 시간에서는 청년과 노인 모두 명명이 어렵지 않겠지만, 짧은 제시 시간에서는 명명 속도가 느린 노인이 청년에 비해 상대적으로 시간적 압박을 크게 받을 것이며 이는 읽기 속도에 불리하게 작용할 수 있다. 이런 특성들을 감안하면 방법적 측면에서 노인의 읽기 수행이 제한을 받았을 가능성이 있다. 노인의 명명 속도 저하가 글자 크기에 따른 읽기 속도 곡선의 체계적 변화나 임계치의 연령 차이와 같은 독특한 글자 크기 효과를 모두 설명하지는 못하겠지만, 본 결과에서 연령 차이를 더 크게 부각시키는데 기여했을 가능성은 존재한다. 그동안 읽기 속도의 연령 차이를 보고한 선행 연구들은 대부분 RSVP처럼 명명이 필요한 방법을 통해 읽기 속도를 측정했기 때문에, 다른 방법을 적용한 결과와 비교해보는 것이 현재로서는 어렵다. 이 문제

는 후속적으로 명명이 개입되는 방법과 그렇지 않은 방법에서 읽기 속도의 연령 차이를 비교해 봄으로써 좀 더 검토될 필요가 있다.

본 연구와 Akutsu 등(1991)은 각각 한글과 영어의 읽기 속도에서 글자 크기와 연령의 관계를 검토했다. 글자 크기와 연령의 상호작용이 영어에서는 관찰되었고 한글에서는 관찰되지 않았다. 영어에서 상호작용은 중간 범위의 글자 크기에서 연령 차이가 없는 반면, 작은 글자와 큰 글자에서 큰 폭의 연령 차이가 발생했기 때문이다. 이에 반해 한글에서는 글자 크기에 따른 읽기 속도 곡선에서 일정한 연령 차이가 지속적으로 존재했다. 작은 범위에서의 연령 차이는 두 언어에서 유사하므로, 상호작용 여부는 중간 범위 이상에서 그 원인을 분석해볼 수 있다. 앞서 논의하였듯이 먼저 큰 글자들에서 청년과 노인 모두 읽기 속도의 유의한 감소를 보이지 않았다는 점이 상호작용이 나타나지 않은 데 기여했다. 영어의 경우 큰 글자들에서 읽기 속도 감소가 일어나면서 특히 감소의 폭이 노인에게서 컸었다. 또 다른 측면은 중간 범위에서 영어는 연령 차이가 사라지는데 반해 한글은 지속적 차이를 보였다는 것이다. 한 가지 고려할 점은 두 연구에서 노인 참가자의 연령 차이이다. 영어에서는 60대의 노인만, 한글에서는 70대 노인까지 참여했다. 본 결과에서 시력이 동일한 20대, 60대, 70대 각 6명의 임계치 및 최대 속도를 비교해 보았을 때 60대는 두 지표에서 청년과 뚜렷한 차이가 없었고 70대에서만 차이가 분명히 드러났다. 60대 노인의 결과만을 본다면 언어 간 결과가 유사한 측면이 있으나, 이 연령층의 결과만으로는 전체 노인 집단을 대표

걸쳐 문장을 제시하고 정적 읽기 방법으로 읽기 속도를 측정했다. 정상 시력 노인은 정상 시력 청년의 71% 선에서 읽기 속도 감소를 보였다. 이 연구에서 사용된 글자 크기가 0.5°이다. 본 결과에서 0.52° 조건에서 노인의 읽기 속도가 청년의 73% 선으로 감소했다. 이런 사실들을 종합할 때, 노인의 읽기 속도 감소 결과가 부분적으로 기억 요인 때문인 것으로 보기는 어렵다.

하는 것으로 보기는 어렵다. 본 연구는 좀 더 포괄적인 연령 관련 차이를 확인했다고 할 수 있겠다.

읽기에서 글자 크기 효과를 검토한 연구들은 본 연구를 포함하여 모두 광범위한 글자 크기 범위에서 이 문제를 접근했다. 본 연구에서도 0.13°에서부터 8.32°까지의 범위를 다루었고, 영어권의 선행 연구들에서도 작게는 0.063°에서부터 크게는 24°까지의 광범위한 범위를 다루었다. 넓은 범위의 글자 크기 연구는 몇 가지 점에서 중요하다. 첫째, 글자 크기에 따른 읽기 속도 곡선, 크기 임계치, 최대 읽기 속도와 같은 읽기 수행의 지표들을 산출하기 위해서는 시력 한계에 접한 매우 작은 글자부터 매우 큰 글자까지 넓은 범위에서 크기 변인의 수준을 조작할 필요가 있다. 둘째, 노화로 인한 황반변성의 문제를 가진 독자나 다양한 원인의 저시력자들은 종종 중심시의 기능이 손실되면서 주변시에 의존한 읽기 수행을 해야 한다. 중심시 읽기에서의 상용 크기는 0.5~1° 범위에 있겠으나, 주변시 읽기에서는 유사한 읽기 수행을 위해 몇 배의 확대된 글자 크기가 요구된다. 따라서 매우 큰 글자들의 적용은 노인 및 저시력자의 읽기 과정을 연구하는데 중요하다고 할 것이다.

본 연구는 컴퓨터 환경의 한글 읽기에서 글자 크기 및 연령의 영향을 체계적으로 살펴본 것지만, 아직 많은 시각 및 인지 변인들의 규명을 남겨두고 있다. 우선, 넓은 범위의 글자 크기를 다룸으로써 전체적인 글자 크기 효과를 검토할 수 있었던 반면, 실제 컴퓨터 환경에서 가장 많이 접하는 글자 크기 범위를 집중적으로 살펴보는 못했다. 상용되는 크기

범위로 좁혀서 그 사이 크기 수준을 좀 더 세분화하여 임계치 및 최대 속도를 추정한다면 본 연구와 다른 결과를 얻을 수도 있을 것이다. 이 문제는 후속적으로 검토해보아야 할 것이다. 또한, 본 결과는 흰 바탕에 검은 글자라는 고대비 조건에서 얻어졌다. 컴퓨터 환경에서는 강조나 디자인 목적으로 바탕과 글자의 색이나 대비를 달리해서 자료를 제시하는 경우가 많다. 이런 시각적 요인들은 청년과 노인의 읽기 수행에 상이한 영향을 미칠 수 있다. 시각적 요인들은 노인의 읽기 속도에 특히 민감하게 작용하여 임계치를 상승시키거나 최대 읽기 속도를 감소시킬 수 있다. 컴퓨터 환경에서는 자료의 시각적 특성을 조절할 수 있는 용이성이 큰 만큼 이들 시각적 변인들이 읽기 과정에 미치게 될 영향력은 더욱 커진다. 후속 연구에서는 글자 크기 효과가 다른 시각 변인들과 어떤 상호작용을 할지 검토되어야 할 것이다. 마지막으로, 본 연구에서 자극으로 사용한 문장들은 예측성이 낮은 문장들이었다. 의미 처리와 맥락 정보의 사용이 청년과 노인에게서 어떻게 다른가에 관한 쟁점을 고려한다면(김선경, 이혜원, 2007), 글자 크기 효과가 맥락에 따라 어떻게 달라질지 시각 및 인지 변인의 상호작용이 검토되어야 할 것이다.

본 연구는 컴퓨터 환경에서 한글 문장 읽기 과제를 사용하여 글자 크기가 청년과 노인의 읽기 속도에 미치는 영향을 검토하고 그 결과를 읽기에서 시각적 요인에 관한 주요한 이론인 시각 폭 가설의 입장에서 논의하였다. 본 연구를 통해 한글 정보 처리에서 글자 크기 따른 읽기 속도의 변화 양상과 연령 관련 차

이를 확인할 수 있었다. 노인은 최대 읽기 속도에 도달하기 위해 청년보다 큰 글자 크기를 필요로 한다. 이는 청년에게 최적화된 읽기 환경이 노인에게는 최적이지 않을 수 있음을 의미한다. 본 연구 결과는 가장 효율적인 읽기 수행을 유도하는 글자 크기가 청년과 노인에게 상이하게 나타나며, 읽기 수행을 최대화하기 위해서는 각 연령 집단에 적합한 글자 크기로 제시할 필요가 있음을 시사한다.

### 참고문헌

- 김선경, 이혜원 (2007). 한글단어재인에서 청년과 노인의 의미점화효과. *한국심리학회지: 실험*, 19(4), 279-297.
- 박종한, 권용철 (1989). 노인용 한국판 Mini-Mental State Examination(MMSE-K)의 표준화 연구 - 제 2편: 구분점 및 진단적 타당도. *신경정신의학*, 28(3), 508-513.
- 송예리, 이혜원 (2010). 정상시력과 저시력 읽기에서 맥락효과. *인지과학*, 21(2), 339-357.
- 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.
- Alotaibi, A. Z. (2007). The effect of font size and type on reading performance with Arabic words in normally sighted and simulated cataract subjects. *Clinical and Experimental Optometry*, 90, 203-206.
- Chung, S. T. L., Mansfield, J. S., & Legge, G. E. (1998). Psychophysics of reading. XVIII. The effect of print size on reading speed in normal peripheral vision. *Vision Research*, 38, 2949-2962.
- Fine, E. M., Rubin, G. S., Hazel, C. A., & Petre, K. L. (1999). Are the benefits of sentence context different in central and peripheral vision? *Optometry and Vision Science*, 76, 764-769.
- Haegerstrom-Portnoy, G., Schneck, M. E., & Brabyn, J. A. (1999). Seeing into old age: Vision function beyond acuity. *Optometry and Vision Science*, 76, 141-158.
- Kemper, S., & Liu, C.-J. (2007). Eye movements of young and older adults during reading. *Psychology and Aging*, 22, 84-93.
- Ketcham, C. J., & Stelmach, G. E. (2001). Age-related declines in motor control. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of psychology of aging* (5th ed., pp.313-348). CA: Academic Press.
- Ledvij, M. (2003). Curve fitting made easy. *The Industrial Physicist*, 9, 24-27.
- Legge, G. E., & Bigelow, C. A. (2011). Does print size matter for reading? A review of findings from vision science and typography. *Journal of Vision*, 11, 1-22.
- Legge, G. E., Cheung, S. H., Yu, D., Chung, S. T. L., Lee, H. -W., & Owens, D. P. (2007). The case for the visual span as a sensory bottleneck in reading. *Journal of Vision*, 7, 1-15.

- Legge, G. E., Mansfield, J. S., & Chung S. T. L. (2001). Psychophysics of reading. XX. Linking letter recognition to reading speed in central and peripheral vision. *Vision Research*, 41, 725-743.
- Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S., & Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of reading. I. Normal vision. *Vision Research*, 25, 239-252.
- Lott, L. A., Schneck, M. E., Haegerström-Portnoy, G., Brabyn, J. A., Gildengorin, G. L., & West, C. G. (2001). Reading performance in older adults with good acuity. *Optometry and Vision Science*, 78, 316-324.
- Pelli, D. G., Tillman, K. A., Freeman, J., Su, M., Berger, T. D., & Majaj, N. J. (2007). Crowding and eccentricity determine reading rate. *Journal of Vision*, 7, 1-36.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Verhaeghen, P. (2003). Aging and vocabulary score: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, 18, 332-339.
- Wichmann, F. A., & Hill, N. J. (2001). The psychometric function: I. Fitting, sampling, and goodness of fit. *Perception and Psychophysics*, 63, 1293-1313.
- Yu, D., Cheung, S.-H., Legge, G. E., & Chung, S. T. L. (2007). Effect of letter spacing on visual span and reading speed. *Journal of Vision*, 7, 1-10.

1 차원고접수 : 2015. 03. 15  
수정원고접수 : 2015. 06. 26  
최종게재결정 : 2015. 06. 27



## The Effect of Hangul Print Size on Reading Speed of Young and Older Adults in a Computer Environment

SunKyoung Kim

Sun-Kyoung Kim

Hye-Won Lee

Department of Psychology, Ewha Womans University

In this study we examined the effect of Hangul print size on reading speed of young and older adults in a computer environment. The accuracy of sentence reading was measured under the 7 conditions of print sizes, 0.25 ~ 16 times as great as a regular print size for the Internet. The reading speed curve was drawn by applying the curve fitting method to the reading accuracy data. The critical print size(CPS) and the maximum reading speed of young and older adults were compared. The CPS, the smallest print size that can be read with the maximum speed, is at least required for the effective reading performance. The results showed that the reading speed of young and older adults started increasing at the print size of visual angle  $0.13^\circ$  and went up rapidly on line with the print size. The maximum reading speed was reached at the CPS and maintained until the print size of  $8.32^\circ$ . The CPS of older adults,  $0.52^\circ$ , was greater than that of young adults,  $0.41^\circ$ . The maximum reading speed(wpm) were 296 for young adults and 208 for older adults, showing the overall slowdown of reading speed by aging. Our results suggest that the critical print sizes which induce the most effective reading performance are different between young and older adults, and that it is necessary to use a suitable print size for each age group to maximize the reading performance.

*Key words* : Hangul, print size, aging, reading speed, age, Korean

부록

---

글자크기	예시
0.13°	꽃
0.26°	꽃이
0.52°	꽃이
1.04°	꽃이
2.08°	꽃이
4.16°	꽃이
8.32°	꽃이

---

주. 50 cm 보는 거리 기준