

한국어 읽기 속도 측정 애플리케이션의 유효성 및 정상인의 읽기 속도에 대한 사전 연구

Validity of Korean Version Reading Speed Application and Measurement of Reading Speed: Pilot Study

송지호 · 김재형 · 형성민

Jiho Song, MD, Jae-hyung Kim, MD, PhD, Sungmin Hyung, MD, PhD

충북대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Chungbuk National University College of Medicine, Cheongju, Korea

Purpose: Reading speed is one of the methods used to measure near visual function. Although several versions of reading charts in different languages have been introduced, there is no Korean version of the reading chart yet. Therefore, we investigated the reading speed of normal-sighted Korean people using a recently developed reading speed application for the iPad tablet in Korea.

Methods: Normal-sighted participants without presbyopia were included and a third generation retina display iPad was used to measure reading speed. The iPad screen was set to maximum brightness and the examination was performed at a distance of 40 cm. Reading speeds were recorded twice: one for reading the sentence silently (reading only) and one for reading the sentence out loud (reading & speaking).

Results: The test sentences used in the application had 18.9 ± 2.6 letters and 6.5 ± 0.7 words on average. Twenty-five males and seventeen females were included. The average of the reading only speed was 202.3 ± 88.4 words per minute (WPM), and that of the reading & speaking speed was 129.7 ± 25.9 WPM, showing a statistically significant difference ($p < 0.001$).

Conclusions: This Korean reading chart application is the first self-reporting reading chart in Korean. This chart could present a new standard for measuring both reading only and reading & speaking speeds.

J Korean Ophthalmol Soc 2016;57(4):642-649

Keywords: Application, iPad, Korean, Presbyopia, Reading speed

시력은 두 광점을 구분할 수 있는 능력으로, 일반적으로

시력표에서 얼마나 작은 크기의 숫자 또는 글자를 식별할 수 있는지를 검사하여 평가하고 있다. 그러나 단순한 글자들의 식별뿐만 아니라 단어 또는 문장을 읽는 것은 우리의 일상생활에서 중요한 부분을 차지하고 있으며, 삶의 질과 밀접한 연관이 있다고 알려져 있다.¹ 읽기 능력을 평가하기 위하여 주어진 단어 또는 문장을 소리 내어 읽는 데 걸리는 시간을 녹음하여 읽기 속도를 측정하고 있다. 그리고 읽은 단어 또는 문장의 정확도를 원래의 단어 또는 문장과 비교하여 틀린 부분을 측정된 시간으로 보정하여 계산하고 있다.^{2,3} 가장 널리 사용되는 읽기 속도 차트 중 하나인 MNread 차트는 60개의 글자로 구성된 한 문장이 3줄로 배열되어 있고,

■ Received: 2015. 11. 12.

■ Revised: 2015. 12. 24.

■ Accepted: 2016. 2. 24.

■ Address reprint requests to **Sungmin Hyung, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Chungbuk National University Hospital, #776 Isunhwan-ro, Seowon-gu, Cheongju 28644, Korea
Tel: 82-43-269-6146, Fax: 82-43-269-6149
E-mail: smh@chungbuk.ac.kr

* This study was presented as a narration at the 111th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2014.

* This work was supported by the research grant of Chungbuk National University in 2014.

© 2016 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

글자 크기에 따라 문장들을 나열하여 읽는 속도를 측정하는 차트이다. 문장을 구성하는 단어 수와 길이, 위치는 각각 다르게 제작되어 있고, 판독 속도는 정확히 읽힌 단어의 수를 측정한 시간으로 나누어 계산하는 방식이다. 흔히 사용되는 다른 차트인 Radner 읽기 속도 차트는 이와 대조적으로 표준화된 시표를 문장에 사용하는 개념에 기초하여 근거리 시력과 읽기 속도를 측정하는 방식이다.⁴ 이 차트의 문장들은 검사 항목 간 차이를 최소화하기 위하여 가능한 일정한 기하학적 비율을 유지하도록 만들어졌다.

이 두 종류의 차트는 이미 여러 언어로 개발되어 사용되고 있지만, 아직 한글을 지원하는 읽기 속도 측정 방법은 개발되지 않았다. 이에 본 연구는 최근 개발된 아이패드 태블릿을 이용한 한국어 읽기 속도 차트를 이용하여 정상인의 한국어 읽기 속도를 측정하고자 하였고, 이에 사용된 문장 샘플들을 분석하여 사용된 문장의 유효성을 분석하였다.

대상과 방법

연구 대상

Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) 시력표를 이용하여 4 m 거리에서 측정한 최대교정시력이 양안 각각 1.0 이상인 정상인을 대상으로 하였다. 40 cm에서 양안 근거리시력이 0.8 이상으로, 노안이 없는 경우 연구에 포함하였고, 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 안과 질병이 있거나 치료를 받았던 사람은 제외되었다. 검사는 양안으로 시행하였고, 40 cm에서 최대 화면 밝기의 아이패드 화면을 이용하여 측정하였다.

문장 시표

아이패드(iPad Retina Display[®]; Apple Inc., Cupertino, CA, USA) 기반 한국어 읽기 속도 측정 어플리케이션은 MNread 차트 개발 원칙을 한국어에 맞게 수정하여 개발하였다(Supplementary Table 1).⁵ 초등학교 2학년 교과서에서 63개의 문장을 선정하여 읽기 속도 측정에 이용하였다

(Supplementary Table 2).

읽기 속도 측정 방법

읽기 속도는 3세대 애플 아이패드를 사용하여 측정하였다. 아이패드(화면 크기 9.7", 화면 해상도 2,048 × 1,536)의 디스플레이 설정은 모든 과정에서 최대 밝기로 설정했다. 피검자는 소리를 내며 문장을 읽은 후 다음 단계로 이동하며, 다음 단계는 더 작은 글자로 구성된 문장이 표시되도록 하였다. 모든 단계가 완료되면, 프로그램이 자동으로 분당 단어 수(words per minute, WPM)와 분당 글자 수(letters per minute, LPM)를 산출하여 읽기 속도를 계산하였다. 20-39세 사이의 참가자는 문장을 각각 소리를 내지 않고(읽기 속도, reading only), 소리를 내며 읽도록(읽기-말하기 속도, reading & speaking) 지시되었다. 읽기 속도(WPM, LPM)는 글자 크기에 따라 측정되었고, 글자 크기는 이전 연구에 쓰이던 근거리 시력측정을 참고하여 개발하였다.⁶ 측정 환경의 조명은 색온도 6,500 K와 Color rendering index 98의 빛을 내는 형광등(FEELUX T4-HE18W65[®], FEELUX, Yangju, Korea)으로 하였다. 읽기 속도는 성별에 따라, 읽기와 읽기-말하기에 따라 비교되었고 WPM과 LPM 사이의 상관 관계를 분석하였다.

통계 분석

SPSS version 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)와 Medcalc version 14.8.1 (Medcalc software bvba, Ostend, Belgium)을 분석에 사용하였다. 연속변수 간의 상관관계는 Pearson correlation test와 linear regression을 이용하여 분석하였다. 두 개의 독립집단의 평균 비교 시 Mann-Whitney U-test를 시행하였다. *p*-value가 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

연구 대상

연구 대상은 42명의 한국어 원어민(30.1 ± 4.5세)으로 구

Table 1. Demographic characteristics

	Male (n = 25)	Female (n = 17)	<i>p</i> -value*
Age (years)	29.8 ± 3.6	30.4 ± 5.7	0.77
CDVA (OD, diopter)	0.00 ± 0.02	0.00 ± 0.02	>0.99
CDVA (OS, diopter)	0.00 ± 0.02	0.00 ± 0.02	>0.99
SE (OD, diopter)	-3.06 ± 2.73	-0.94 ± 2.28	<0.01
SE (OS, diopter)	-2.97 ± 2.84	-1.08 ± 2.10	0.01
Astigmatism (OD, diopter)	-0.68 ± 0.79	-0.35 ± 0.39	0.27
Astigmatism (OS, diopter)	-0.64 ± 0.70	-0.54 ± 0.67	0.74

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

CDVA = corrected distant visual acuity; SE = spherical equivalent.

*Mann-Whitney U-test.

Table 2. Graphemic elements used in the sentences which were composed of syllable blocks

First consonant	N (%)	Medial consonant	N (%)	Final consonant	N (%)
ㄱ	124 (14.2)	ㅏ	293 (24.6)	ㄱ	55 (9.1)
ㄴ	27 (3.1)	ㅑ	40 (3.4)	ㄴ	1 (0.2)
ㄷ	83 (9.5)	ㅓ	9 (0.8)	ㄷ	0 (0)
ㄹ	103 (11.8)	ㅕ	0 (0)	ㄹ	111 (18.4)
ㅁ	14 (1.6)	ㅗ	106 (8.9)	ㅁ	0 (0)
ㅂ	89 (10.2)	ㅛ	63 (5.3)	ㅂ	11 (1.8)
ㅅ	76 (8.7)	ㅜ	47 (4.0)	ㅅ	4 (0.7)
ㅇ	54 (6.2)	ㅠ	5 (0.4)	ㅇ	147 (24.3)
ㅈ	5 (0.6)	ㅡ	131 (11.0)	ㅈ	10 (1.7)
ㅊ	80 (9.1)	ㅑ	12 (1.0)	ㅊ	2 (0.3)
ㅋ	7 (0.8)	ㅓ	1 (0.1)	ㅋ	2 (0.3)
ㆁ	74 (8.5)	ㅕ	3 (0.3)	ㆁ	0 (0)
ㄷ	5 (0.6)	ㅗ	15 (1.3)	ㄷ	0 (0)
ㅌ	32 (3.7)	ㅛ	81 (6.8)	ㅌ	0 (0)
ㄴ	3 (0.3)	ㅜ	6 (0.5)	ㄴ	6 (1.0)
ㄷ	8 (0.9)	ㅠ	0 (0)	ㄷ	40 (6.6)
ㄹ	18 (2.1)	ㅡ	10 (0.8)	ㄹ	30 (5.0)
ㅎ	73 (8.3)	ㅑ	0 (0)	ㅎ	2 (0.3)
		ㅓ	172 (14.5)	ㅊ	40 (6.6)
		ㅕ	3 (0.3)	ㅋ	45 (7.5)
		ㅗ	192 (16.1)	ㆁ	43 (7.1)
				ㅈ	15 (2.5)
				ㅊ	6 (1.0)
				ㅋ	0 (0)
				ㄷ	15 (2.5)
				ㄹ	10 (1.7)
				ㅎ	9 (1.5)
Total	875 (100)	Total	1,189 (100)	Total	604 (100)

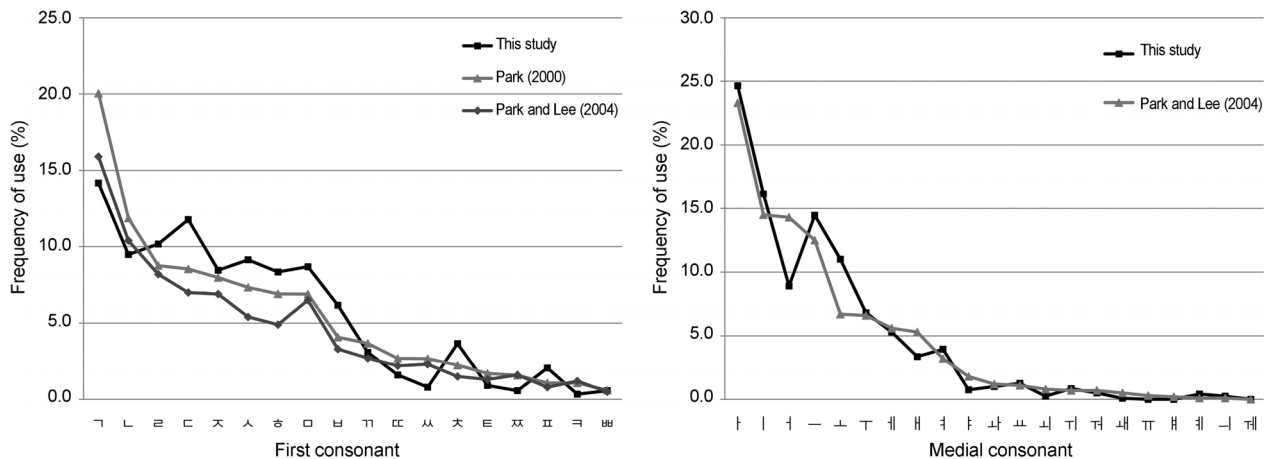


Figure 1. Comparison of the studies. Frequency of graphemic elements used in the sentences which were composed of syllable blocks.^{11,12}

성되었고 남자는 25명, 여자가 17명이었다. 피검자들의 평균 구면대응치는 -1.9 ± 2.6 diopter(s) (D), 평균 난시는 -0.5 ± 0.7 D, 평균 난시축은 $117.4 \pm 76.7^\circ$ 였다. 평균 구면대응치는 성별에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였으나, 그 외 특성들은 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

문장 시표

검사에 사용된 문장은 63개의 문장으로, 한 문장당 6.5 ± 0.7 어절(5-8어절), 18.9 ± 2.6 음절(13-25음절)로 구성되었다. 문장에서 사용된 문자소는 Table 2에 나타내었다. 전체 문장에서 문자소의 출현 빈도는 Fig. 1에 제시하였다. 초성에

Table 3. Comparison of reading speed (reading only)

	Size of letter (point)	Total (n = 42)	Male (n = 25)	Female (n = 17)	<i>p</i> -value*
WPM	29	208.5 ± 78.4	207.0 ± 74.7	210.6 ± 85.8	0.91
	27	215.2 ± 97.9	231.2 ± 110.4	191.7 ± 72.7	0.25
	20	218.3 ± 102.6	225.6 ± 116.1	207.5 ± 81.1	0.62
	15.5	219.6 ± 87.5	226.8 ± 90.9	208.9 ± 83.8	0.47
	13.5	207.7 ± 94.2	215.7 ± 103.1	196.1 ± 80.8	0.83
	10	202.3 ± 88.4	205.7 ± 100.1	197.3 ± 70.5	0.84
	9	198.4 ± 80.7	205.0 ± 80.7	188.8 ± 82.3	0.48
	6.5	187.6 ± 82.3	203.8 ± 88.9	163.9 ± 66.9	0.08
	5.5	185.4 ± 78.0	193.7 ± 86.9	173.2 ± 63.4	0.43
	4.5	173.0 ± 77.8	185.9 ± 83.3	154.1 ± 66.9	0.30
LPM	3.5	146.5 ± 70.1	155.3 ± 74.8	133.4 ± 62.3	0.30
	29	565.6 ± 272.3	586.6 ± 233.7	534.7 ± 326.0	0.43
	27	578.8 ± 336.1	634.9 ± 371.9	496.4 ± 264.4	0.34
	20	561.6 ± 294.2	594.6 ± 281.1	513.1 ± 314.8	0.30
	15.5	577.0 ± 321.4	641.0 ± 342.7	483.0 ± 269.6	0.15
	13.5	553.9 ± 289.8	605.6 ± 309.5	477.9 ± 247.5	0.13
	10	549.7 ± 348.9	592.2 ± 399.6	487.2 ± 256.0	0.40
	9	543.9 ± 270.4	589.7 ± 263.8	476.7 ± 273.6	0.17
	6.5	515.6 ± 292.3	573.4 ± 310.8	430.6 ± 247.2	0.08
	5.5	483.1 ± 249.9	532.2 ± 260.1	410.8 ± 221.7	0.13
	4.5	467.7 ± 236.5	520.4 ± 236.3	390.2 ± 221.0	0.08
	3.5	381.6 ± 216.2	436.7 ± 222.8	300.7 ± 183.2	0.03

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

WPM = words per minute; LPM = letters per minute.

*Mann-Whitney *U*-test, *p*-value <0.05.

Table 4. Comparison of reading speed (reading & speaking)

	Size of letter (point)	Total (n = 42)	Male (n = 25)	Female (n = 17)	<i>p</i> -value*
WPM	29	150.0 ± 58.5	151.2 ± 70.0	148.1 ± 37.7	0.60
	27	132.1 ± 27.9	129.9 ± 30.1	135.4 ± 24.8	0.30
	20	132.9 ± 27.1	128.6 ± 24.1	139.0 ± 30.6	0.34
	15.5	131.2 ± 26.1	129.4 ± 28.7	133.9 ± 22.4	0.60
	13.5	134.6 ± 21.5	129.7 ± 19.7	141.8 ± 22.6	0.08
	10	129.7 ± 25.9	129.8 ± 28.8	129.5 ± 21.9	0.75
	9	128.9 ± 28.0	127.2 ± 25.5	131.3 ± 31.9	0.65
	6.5	130.9 ± 26.4	129.9 ± 30.2	132.5 ± 20.4	0.60
	5.5	124.1 ± 25.2	123.4 ± 26.6	125.2 ± 23.8	0.93
	4.5	129.1 ± 26.4	127.5 ± 28.6	131.6 ± 23.3	0.56
LPM	3.5	111.3 ± 30.3	110.6 ± 28.8	112.3 ± 33.2	0.89
	29	350.1 ± 105.0	350.5 ± 91.8	349.5 ± 124.9	0.78
	27	341.0 ± 83.8	360.0 ± 90.2	312.9 ± 66.3	0.04
	20	341.0 ± 85.5	342.8 ± 92.3	338.3 ± 77.1	0.56
	15.5	336.2 ± 88.5	342.9 ± 61.3	326.2 ± 119.4	0.12
	13.5	333.5 ± 81.7	331.1 ± 84.2	337.1 ± 80.4	0.79
	10	325.9 ± 109.8	329.7 ± 112.5	320.4 ± 108.8	0.52
	9	335.6 ± 93.0	331.3 ± 95.8	342.0 ± 91.3	0.99
	6.5	331.5 ± 94.1	343.8 ± 94.0	313.3 ± 94.0	0.19
	5.5	329.2 ± 91.7	337.5 ± 92.9	317.0 ± 91.3	0.62
	4.5	328.7 ± 77.9	325.2 ± 76.0	333.8 ± 82.8	0.75
	3.5	276.9 ± 94.7	298.5 ± 97.4	245.1 ± 83.2	0.05

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

WPM = words per minute; LPM = letters per minute.

*Mann-Whitney *U*-test, *p*-value <0.05.

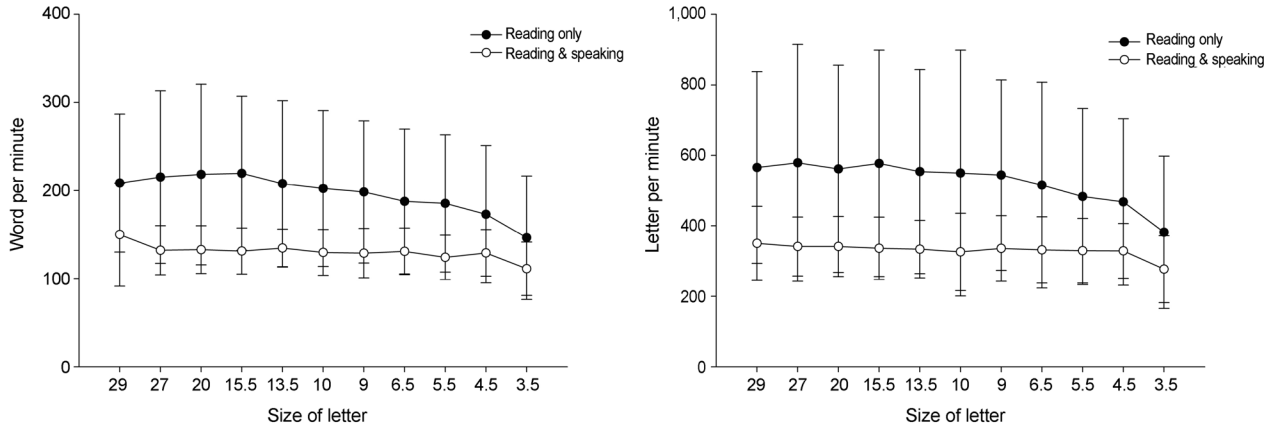


Figure 2. Test Methods. Comparison of two reading speeds (reading only vs. reading & speaking) in each print size. The average of the reading only speed in each print size was faster than that of the reading & speaking speed (Mann-Whitney U test, p -value < 0.05).

나타난 18개의 자음 중 가장 높은 빈도를 보인 것은 /ㄱ/ (14.2%)이었고, 가장 낮은 빈도를 보인 것은 /ㅋ/ (0.3%)이었다. 초성의 사용 빈도는 /ㄱ/ > /ㄷ/ > /ㄹ/ > /ㄴ/ > /ㅅ/ 순이었고, 빈출된 5개의 자음이 총 54.7%를 차지하였다. 중성에 나타난 18개의 모음 중 가장 높은 빈도를 보인 것은 /ㅏ/ (24.6%)였고, 가장 낮은 빈도를 보인 것은 /ㅐ/ (0.1%)였다. /ㅓ/, /ㅕ/, /ㅗ/는 사용되지 않았다. 중성의 사용 빈도는 /ㅏ/ > /ㅑ/ > /ㅓ/ > /ㅕ/ > /ㅗ/ 순이었고, 빈도 상위 3개의 모음이 총 55.3%를 차지하였다. 중성에는 21개의 자음이 사용되었고, /ㄹ/이 가장 빈도가 높았다(24.3%). 종성의 사용 빈도는 /ㄹ/ > /ㄴ/ > /ㄱ/ > /ㅁ/ > /ㅇ/의 순서를 보였다.

한국어 문장 읽기 속도의 분석

각 글자 크기에 따른 읽기(reading only), 읽기-말하기(reading & speaking) 속도의 평균은 Table 3, 4와 같다. 10 포인트 글자 크기(logMAR 0.5 시표에 해당)에서의 평균 읽기 속도는 202.3 ± 88.4 WPM이며, 평균 읽기-말하기 속도는 129.7 ± 25.9 WPM으로 이 두 값은 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$). WPM과 LPM은 읽기 속도($r^2 = 0.84$, $p < 0.001$), 읽기-말하기 속도($r^2 = 0.41$, $p < 0.001$)에서 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 모든 글자 크기에서 읽기 속도가 읽기-말하기 속도보다 빨랐고, 이는 통계적으로 유의하였다(Fig. 2). 읽기 속도에서 3.5포인트 크기 LPM, 읽기-말하기 속도에서 27포인트 크기 LPM을 제외한 모든 글자 크기에서 읽기 속도, 읽기-말하기 속도에서 성별에 따른 차이는 없었다(Table 3, 4).

고 찰

이 애플리케이션은 한국에서 처음으로 개발된 한국어 읽

기 속도 차트이다. 현재까지 읽기 속도를 측정할 수 있는 한국어 읽기 속도 차트는 개발되지 않았었고, 외국의 MNRead 차트를 한국어로 번역하여 한국어 읽기 속도를 측정한 연구들이 있었다.⁷ 그러나 번역에 대한 동일성 및 사용된 단어, 음절, 그리고 어절 등에 대한 검증이 이루어지지 않았다는 문제점들이 있었다. 또한 외국의 Wilkins 차트(Wilkins Rate of Reading Test)와 유사하게 단어들을 보여주고 단어당 읽기 속도를 측정하려는 연구들 또한 있었지만, 사용된 단어가 문장 구조가 아니며 글자 크기가 고정되어 있어 글자 크기에 따른 읽기 속도를 측정할 수 없다는 문제점이 있었다.⁸⁻¹⁰

이 애플리케이션에서 사용된 초등학교 2학년 교과서에서 선택한 63개의 문장들이 실제 생활에서 사용되는 문장을 유효하게 반영하였는지, 성인의 읽기 속도를 측정하기에 적절한지 확인하기 위하여 문장을 음소로 나누어 빈도를 분석하였다. 초성에서 자음의 사용 빈도는 /ㄱ/ > /ㄷ/ > /ㄹ/ > /ㄴ/ > /ㅅ/ 순이며, 중성에서 모음 사용 빈도는 /ㅏ/ > /ㅑ/ > /ㅓ/ > /ㅕ/ > /ㅗ/ 순으로 이전에 연구된 성인 자유 발화의 음소 빈도분석과 비슷한 분포를 보였다(Fig. 1).^{11,12} 이전 연구에서 중성은 실제 발음을 기준으로 빈도를 분석하여 본 연구와 직접적인 비교는 불가능하였다. 선택된 문장의 특성상 복잡한 어휘나 한자어의 빈도가 낮아 실생활의 읽기 속도 반영에 차이가 있을 수 있으나, 음소 사용 빈도가 성인 자유발화와 대부분 유사한 패턴으로 일반적인 읽기 속도 반영에 큰 무리는 없을 것으로 생각한다.

이 연구에서는 노안이 없는 20-30대의 정상인을 대상으로 정상 평균 읽기 속도를 조사하였다. 문서에서 흔히 사용하는 10포인트의 글자 크기는 근거리 시력표에서 logMAR 0.5 (대수시력 0.32)에 해당하는 크기이며, 평균 읽기 속도(reading only)는 202.3 ± 88.4 WPM, 읽기-말하기 속도(reading & speaking)는 129.7 ± 25.9 WPM이었다. MNRead 차트를 한

국어로 번역하여 다초점 인공수정체 삽입술을 시행한 환자들을 대상으로 측정한 연구에서 한국어 읽기 및 말하기 속도는 약 100 WPM이었다.⁷ 이번 연구에 비하여 그 대상이 더 고령이었고, 번역된 차트의 인쇄, 발기 등에 따른 영향이 보장되지 않았기 때문에 이번 연구에 비하여 속도가 느린 결과를 보인 것으로 생각한다.⁷ 또한 기존 연구들 중 관련없는 단어들로 구성된 차트로 시행한 읽기-말하기 속도 측정 결과는 80-110 WPM이었다.⁸⁻¹⁰ 이 연구들은 대상 환자들의 나이가 더 어리고, 특정 질병이 있는 환자들을 대상으로 하였기 때문에 그 결과에 차이가 있을 수 있다. 또한 이 연구들은 관계없는 단어를 나열한 후 읽기 속도를 측정하는 방식을 사용하였다. 의미를 갖는 문장 형태의 검사는 내용을 추측할 수 있기 때문에 단어를 무작위로 나열한 검사에 비하여 읽기 속도가 더 빠를 수 있다고 알려져 있다.¹³ 대상군의 특성과 검사 방법 등에서 차이가 있어 기존의 연구 결과들과 직접적인 비교는 어려울 수 있지만, 이번 연구는 일상 생활의 시기능을 더 잘 반영할 수 있다고 알려진, 의미를 가진 문장을 읽는 검사 방법을 사용하였고, 노안이 없고 수술력이 없는 정상인들을 대상으로 하였기 때문에 한국어 읽기 속도의 평균을 보여주는 장점을 가지고 있다.¹⁴

이 연구의 장점 중의 하나는 읽기 속도와 읽기-말하기 속도를 모두 측정하며 비교한 점이다. 기존의 차트들은 ‘읽기 속도’ 측정을 위하여 소리 내어 읽는 과정이 필요하기 때문에 실제로는 ‘읽기 속도’가 아닌 ‘읽기-말하기 속도’를 측정하였다. 이 애플리케이션은 화면 터치에 따라 속도를 자동으로 측정하기 때문에 피검자의 협조도가 좋은 상황에서는 ‘읽기 속도’와 ‘읽기-말하기 속도’를 별도로 측정할 수 있다. 이번 결과에서 읽기 속도가 읽기-말하기 속도보다 더 빠르다는 것을 알 수 있었다(Table 3, 4).

정상인의 성별에 따른 분석에서 읽기 속도(reading only), 읽기-말하기 속도(reading & speaking) WPM은 유의한 차이가 없었고, 3.5포인트 크기 읽기 속도 LPM, 27포인트 크기 읽기-말하기 속도 LPM을 제외한 모든 글자 크기의 읽기 속도, 읽기-말하기 속도에서 성별에 따른 차이는 없었다. 문자에 사용된 단어들의 음절이 균일하지 않기 때문에 LPM에서 일부 유의한 차이를 보이는 것으로 생각한다. 이에 대하여 더 많은 피검자를 대상으로 반복 검사를 시행하는 추가 연구가 필요하다.

이 애플리케이션을 이용하여 향후 정상인뿐만 아니라 노안, 백내장안, 인공수정체안 등을 대상으로 읽기 속도 측정결과를 비교하여 여러 안과적 이상에서 읽기 속도가 어떻게 변하는지 연구할 수 있을 것이다. 또한 최근 노안 개선에 대한 관심이 증가함에 따라 여러 다초점 인공수정체 및 다양한 노안교정굴절수술 등이 활발히 연구되고 있는데,

이러한 수술들의 결과를 평가하는 데 읽기 속도가 하나의 지표로 사용될 수 있을 것이다. 그 외에도 녹내장, 황반변성 등의 질환에서 병변의 진행도에 따라 읽기 속도가 변화할 수 있으므로, 해당 질환 환자들을 대상으로 읽기 속도를 측정하여 시기능을 평가하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.^{15,16}

본 연구의 한계는 이전의 한국어 읽기 속도 차트가 없어 다른 읽기 속도 차트의 결과와 비교할 수 없다는 것이다. 또한 한글은 비선형의 글자 구조를 가지고 있기 때문에 선형 구조의 다른 언어 읽기 차트와의 비교 연구가 앞으로 필요할 것이다. 그리고 이 연구에서는 음소에 대한 유효성은 분석하였지만 문장 길이에 대한 유효성 검사가 생략되었다. 그러나 기존의 차트들은 인쇄되어 있는 한계점을 가지고 있어 문장이 매 검사마다 동일하지만 이 애플리케이션은 글자 크기에 따라 무작위로 문장을 추출하여 보여주기에 때문에 반복 검사 시 이런 단점을 어느 정도 보정할 수 있을 것으로 생각한다.

결론적으로 이 연구는 한국어 읽기 속도 측정 애플리케이션을 사용한 정상인의 한국어 읽기 속도에 대한 첫 보고이며, 이 애플리케이션은 아이패드를 사용하기 때문에 접근성이 높고, 자가 검사가 가능한 장점이 있다. 이번 연구는 여러 안과적 이상에 따른 읽기 속도의 변화에 대한 연구의 기반이 될 수 있으며, 한국어 읽기와 읽기-말하기 속도에 대한 연구의 시발점이 될 수 있을 것으로 생각한다.

REFERENCES

- 1) Chia E, Wang JJ, Rochtchina E, et al. Impact of bilateral visual impairment on health-related quality of life: the Blue Mountains Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:71-6.
- 2) Legge GE, Ross JA, Isenberg LM, LaMay JM. Psychophysics of reading. Clinical predictors of low-vision reading speed. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992;33:677-87.
- 3) Legge GE, Ross JA, Luebker A, LaMay JM. Psychophysics of reading. VIII. The Minnesota Low-Vision Reading Test. *Optom Vis Sci* 1989;66:843-53.
- 4) Radner W, Obermayer W, Richter Mueksch S, et al. The validity and reliability of short German sentences for measuring reading speed. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2002;240:461-7.
- 5) Mataftsi A, Bourtoulamaïou A, Haidich AB, et al. Development and validation of the Greek version of the MNREAD acuity chart. *Clin Exp Optom* 2013;96:25-31.
- 6) Kniestedt C, Stamper RL. Visual acuity and its measurement. *Ophthalmol Clin North Am* 2003;16:155-70, v.
- 7) Kim JH, Lee JW, Chung JL, et al. Combined implantation of monofocal and multifocal intraocular lenses in senile cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:1632-8.
- 8) Lee KB, Lee HJ, Jun SW, et al. A Study of Correlation among Visual-verbal Skills, Binocular Vision and School Achievement. *Korean J Vis Sci* 2008;10:197-216.
- 9) Lee SJ, Park JH, Whang KH, Rye GC. The Study on Improvement of Reading Ability for Dyslexia Wearing Color filter lens

- (ChromaGen™ Lens). J Korean Oph Opt Soc 2011;16:65-74.
- 10) Park SH, Kim SH, Cho YA, Joo CK. The effect of colored filters in patients with Meares-Irlen syndrome. J Korean Ophthalmol Soc 2012;53:452-9.
- 11) Park DG, Lee SJ. A quantitative study on specific syllables used in the colloquial speeches of students. Korean Language Research 2004;14: 181-99.
- 12) Park SL. A study on the frequencies of consonants in adult conversational Korean. [Masters's thesis]. Ewha Womans University 2000;1-68.
- 13) Sloan LL, Brown DJ. Reading cards for selection of optical aids for the partially sighted. Am J Ophthalmol 1963;55:1187-99.
- 14) Rubin GS. Visual acuity and contrast sensitivity. In: Ryan SJ, ed. Retina, 5th ed. St Louis: Mosby, 2013; v. 1. chap. 11.
- 15) Ishii M, Seki M, Harigai R, et al. Reading performance in patients with glaucoma evaluated using the MNREAD charts. Jpn J Ophthalmol 2013;57:471-4.
- 16) Ergun E, Maár N, Radner W, et al. Scotoma size and reading speed in patients with subfoveal occult choroidal neovascularization in age-related macular degeneration. Ophthalmology 2003;110:65-9.

Supplementary Table 1. The design principles applied to the Korean version of the reading speed application (adapted from Mataftsi et al⁵)

Korean version reading chart design principles
<p>선택된 문장은 일상생활에서 흔히 접하는 문장과 비슷하게, 문법적으로 어렵지 않게 하였다.</p> <p>각각의 문장은 비슷한 길이(5-8개의 어절, 12개에서 25개의 음절)로 하며, 같은 레이아웃을 가진다(2줄에 걸쳐, 글자 간격은 평균 글자 폭의 0.5배보다 작게 일정하게 유지).</p> <p>글자 크기는 워드프로세서에서의 크기로 정의하였다.</p> <p>글자 크기는 40 cm 거리 기준 logMAR 0.0부터 1.0까지 0.1 logMAR 간격으로 구성하였다(스넬렌시력표 6/6부터 6/60까지에 해당).</p> <p>각각의 문장은 두 줄로 배열되고, 두 줄 사이의 거리는 글자 크기에 관계없이 2 cm로 하였다.</p> <p>아이패드(화면 크기 9.7", 화면 해상도 2,048 × 1,536)는 검사 과정 모두에서 최대 밝기로 설정되었다.</p> <p>서체는 책, 잡지, 신문 등에서 흔히 사용되는 '바탕체'로 하였다.</p> <p>음절의 강세는 문장에서 자연스럽게 들어가도록 하였고, 8세 수준의 읽기자료에서 자주 사용되는 어휘를 선택하여 사용하였다. 이는 읽기자료의 내용과는 독립되도록 하였다.</p>

Supplementary Table 2. Example sentences of the Korean version of the reading speed application

Example sentences
<p>시원한 바닷바람을 맞으러 가족과 바닷가에 갔어.</p> <p>거짓말을 하지 않을게요. 무척 후회하였어요.</p> <p>모래밭에는 알록달록 예쁜 조가비가 많이 있습니다.</p> <p>로봇에 대한 책을 읽고 과학책을 찾아보아야겠어.</p> <p>투투투투 부딪치는 빗방울 소리에 섞여</p> <p>복도에서 그렇게 뛰어다녀 급하게 뛰니까 넘어지잖아.</p> <p>빗자루를 휘두르다가 꽃병을 깨 것 같아.</p> <p>임사귀에 누워 노래를 불러 줘 죽을지도 몰라.</p> <p>따뜻한 집과 맛있는 음식을 모았다면 얼마나 좋았을까.</p> <p>먹을거리가 많으니까 함께 먹고 싶었습니다.</p> <p>숲 속을 헤매고 있었습니다. 눈물이 났습니다.</p> <p>평을 쫓아다니느라 콧잔등에 땀이 송골송골</p> <p>입 속에 침이 고이는 걸 입맛만 다셨습니다.</p> <p>옷자락이 보일라. 치맛자락 보일라. 찾아보자. 어디 숨었나?</p> <p>채소밭에는 채소들이 햇빛을 받으며 푸릇푸릇하게 자랍니다.</p> <p>아랫도리로는 치마를 입고 윗도리로는 색동저고리를</p> <p>힘이 없어 도저히 발을 옮길 힘조차 없다.</p> <p>친구를 소개하려는 까닭은 마음씨가 참 착하기 때문입니다.</p> <p>신나는 물감 놀이 후 게시판에 붙이니 멋있었다.</p> <p>손도장도 찍고 내 옷에 물감을 묻혔다.</p> <p>벽에 종이도 걸어 놓고 멋진 작품을 완성하였다.</p> <p>모든 친구들이 힘을 합쳐 저를 많이 도와주었습니다.</p> <p>빗자루 다리 닦 다리 지게 다리 밟상 다리</p> <p>알록달록 꽃수 놓은 저고리 한 번 입어 볼까요?</p> <p>기겁을 하고 달아나는데 방 안에서는 난리가 났지.</p> <p>жат나무 향을 맡으며 오솔길이 끝나는 곳에</p> <p>우리 동생이 좀 일찍 오면 좋겠어.</p> <p>맛난 팔죽을 팔팔 끓여서 먹고 싶어졌거든요.</p> <p>빛을 비추어 그림자로 표현하는 인형</p> <p>암탉이 뒤돌로 산책을 나가 밀 난알들을 발견하였습니다.</p> <p>돌딱 밑에 예쁜 새색 은방울에 맺힌 빗방울</p> <p>옛날에 욕심 많은 양반이 외딴 마을에 살았습니다.</p>
<p>재활용을 많이 해야 환경에 도움이 된단다.</p> <p>지난번에 따뜻하게 말끔해 주셔서 정말 고맙습니다.</p> <p>정말 읽고 싶었던 책 앞으로 열심히 공부할게요.</p> <p>너는 정말 좋은 친구야. 웃으면서 말하였습니다.</p> <p>하늘을 날 것만 같아요. 신나고 즐거운 하루였다.</p> <p>예쁜 지우개를 잃어버려 안타까운 마음이 들었습니다.</p> <p>맑은 하늘과 푸른 숲 온갖 꽃들이 여기저기</p> <p>잠도 쏟아지고 귀찮아서 아무렇게나 둘러댄 것인데</p> <p>여러 가지 도움 물건을 만들 수도 있을 텐데</p> <p>마음을 헤아리며 허리를 굽혀 힘껏 껴안습니다.</p> <p>바람에 흩날리며 떨어지는 나뭇잎. 나들이를 가면 좋겠어요.</p> <p>층층 계단 옆 벽은 금세 동생의 카드로 찢습니다.</p> <p>책꽂이에 책을 반듯이 꽂아 잊어버리지 않도록 하자.</p> <p>함께 물을 주고 팥이로 발을 일구었어요.</p> <p>맑은 하늘과 푸른 숲 몽게 구름이 동동</p> <p>열심히 노력하면 반드시 뜻을 이룰 수 있다.</p> <p>어려운 이웃을 도움 마음을 잃어버리지 말아야겠지.</p> <p>숙제를 한 뒤에 깜박 잊고 연필을 필통에</p> <p>새끼손가락을 걸고 친구와 한 약속을 깜빡 잊어버렸다.</p> <p>지난번에 갔던 가게에 가는 길을 잃고 헤매었습니다.</p> <p>늦겠다. 오늘 못 끝내겠어. 함께 휴를 고르자.</p> <p>자신의 생각이 옳다는 것을 말할 수 있습니다.</p> <p>날말의 뜻을 제대로 표현한 문장을 고르시오.</p> <p>작은 것을 소중히 여기는 마음을 잃어버리지 말자.</p> <p>내용을 짧게 쓰면 훨씬 이해하기 쉬워요.</p> <p>자전거 타기 체험 학습. 폐달을 힘차게 밟는 모습.</p> <p>약속을 잊어버리지 않고 손가락으로 가리켜 주었다.</p> <p>내일 빠뜨리지 않도록 필통 속에 넣어 두어야겠다.</p> <p>날말을 잘 들을 수 있도록 천천히 읽었다.</p> <p>봉오리가 맺힌 패랭이꽃을 쫓아 봐 황급히 붙잡았어요.</p> <p>감장 흙 속에 푸른 새색 귀여운 감자</p>

= 국문초록 =

한국어 읽기 속도 측정 애플리케이션의 유효성 및 정상인의 읽기 속도에 대한 사전 연구

목적: 노안 및 다초점 인공수정체에 대한 관심과 그 사용이 증가하고 있다. 국내에서는 근거리 시기능을 평가하기 위하여 주로 근거리 시력표를 사용하고 있다. 읽기 속도 측정은 근거리 시기능을 평가할 수 있는 방법의 하나이지만 아직까지 한국어 읽기 속도 차트가 없었다. 그래서 최근 개발된 한국어 읽기 속도 측정 애플리케이션을 이용하여 정상인의 한국어 읽기 속도를 측정하고자 하였다.

대상과 방법: 애플리케이션은 초등학교 2학년 교과서에서 63개의 문장을 선정하여 매 검사마다 무작위 선택 방식으로 문장을 화면에 표시하도록 개발되었다. 최대 밝기의 아이폰드 화면의 문장을 40 cm 거리에서 읽으며 검사하도록 하였다. 근거리 교정시력 0.8 이상인 정상인을 대상으로 눈으로만 읽는 속도와 소리 내어 읽는 속도를 측정하였다.

결과: 애플리케이션에 사용된 문장들은 평균 18.9 ± 2.6 음절, 6.5 ± 0.7 어절이었다. 읽기 속도는 남자 25명, 여자 17명을 대상으로 분석하였다. 10포인트 글자 크기에서의 평균 읽기 속도는 202.3 ± 88.4 words per minute (WPM)이며, 평균 읽기-말하기 속도는 129.7 ± 25.9 WPM으로 이 두 값은 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$).

결론: 한국어 읽기 속도 측정 애플리케이션을 이용하여 근거리 시기능을 더 다양한 방법으로 평가할 수 있을 것이다. 노안 및 여러 노안교정수술 후 근거리 시기능의 변화 측정에 활용할 수 있을 것이며, 다른 안과적 질환에서 읽기 속도의 변화 등에 대한 연구에 도움이 될 것이다.

〈대한안과학회지 2016;57(4):642-649〉
