

시표의 유형에 따른 상대가독성이 교정시력에 미치는 영향

하나리, 최장호, 김현정*

건양대학교 안경광학과, 대전 302-832

투고일(2015년 3월 27일), 수정일(2015년 5월 10일), 게재확정일(2015년 5월 17일)

목적: 본 연구는 시력검사 시 시표의 유형에 따른 상대가독성이 교정시력에 영향을 미치는지 알아보려고 하였다. **방법:** 특별한 안질환 및 안과 수술 경험이 없는 24명을 대상으로 ‘란돌트 고리시표’, ‘숫자시표’, ‘영문시표’를 단일 문자시표로 제시하여 상대가독성을 측정 후 7종류의 시시력표에서 시표 유형에 따른 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표 열의 상대가독성을 비교하였다. 그리고 60명의 근시를 대상으로 양안원용굴절검사(#7A)로 시표 유형에 따른 교정시력을 측정하여 비교하였다. **결과:** 3가지 시표 유형 중에서 상대가독성이 가장 나쁜 시표는 가독거리가 98.97 ± 4.57 cm인 ‘란돌트 고리시표’였고, 상대가독성이 가장 좋은 시표는 가독거리가 108.42 ± 3.46 cm인 ‘영문시표’였다. 그리고 다른 조건이 동일할 경우 시시력표의 종류 또는 시표열의 시력 수준에 따른 상대가독성 차이는 없었다. 1.0 과 1.25 시력의 시표열에서 시표 유형에 따른 상대가독성 차이는 ‘란돌트 고리시표’와 ‘영문시표’에서 각각 -0.07 ± 0.06 ($p=0.02$)과 -0.06 ± 0.06 ($p=0.04$)으로서 통계적으로 유의하게 가장 큰 차이가 있었다. 근시에서 시표 유형에 따른 교정시력의 차이는 ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’로 측정된 경우에서 -0.04 ± 0.02 ($p=0.02$)로 통계적으로 유의한 가장 큰 차이가 있었고, 특히 약도근시에서 그 차이가 두드러졌다. **결론:** 시표 유형에 따른 상대가독성 차이가 존재하므로 시력검사 시 동일한 시력 수준의 시표열이라도 여러 유형의 시표를 혼용하여 제시할 경우 최고시력 측정값의 오차를 유발할 수 있다.

주제어: 란돌트 고리시표, 영문시표, 숫자시표, 상대가독성, 교정시력

서 론

눈은 입사된 빛에너지를 신경자극으로 변환하고, 뇌는 이것을 빛, 그림자, 색깔, 형태, 움직임 등으로 해석하여 물체를 인식하게 된다. 이러한 물체의 존재 및 형태를 인식하는 능력을 시력이라고 한다.^[1] 시력의 요소 중에서 공간에서 떨어져있는 두 개의 점을 두 개로 인식할 수 있는 점들 사이의 최소간격을 의미하는 최소분리력(minimum separable acuity)이 시력검사의 원리로 활용된다. 또한 최소가독력(minimum legible acuity)은 읽고 판단할 수 있는 문자나 형태의 최소크기를 의미하며, 눈의 생리적기능 외에 심리적 요인이 관여하여 시력검사 시 영향을 미칠 수 있다.^[1] 시력검사 중에서도 특히 굴절이상안을 교정한 후 측정하는 교정시력은 시각계의 능력을 임상적으로 평가하는데 기초가 되기 때문에 정확하고 객관적인 교정시력 검사가 중요하게 여겨진다.^[2] 객관적인 시력검사를 위해 스넬렌은 1862년에 영문으로 이루어진 ‘스넬렌시표’를 개발하였고, 1888년 란돌트는 고리모양에 한 방향으로 틀어

있는 ‘란돌트 고리시표’를 소개하였으며 이는 1909년 국제안과학회에서 단위시표로 채택되었다.^[3] 이를 바탕으로 우리나라에서는 한천석씨가 1964년에 제작한 ‘한천석시표’가 현재까지 사용되고 있고,^[4] 이 외에도 다양한 시표들이 개발되고 있다. 이렇게 다양한 시표가 제작됨으로써 임상에서 시력검사 시 제시가능한 시표가 다양하고 피검자들의 흥미를 유발하고 집중력을 유지시키기 위해서 시표를 혼용하여 검사를 하는 경우도 있다. 이런 경우 시표 유형에 따른 최소가독력, 즉 가독성의 차이가 발생한다면 결국 교정시력의 차이로 나타나게 될 것이다. 지금까지 시표의 가독성과 관련된 선행연구로는 시표의 제작을 위해 가독성 평가, 벽걸이형 시시력표의 가독성 비교, 투영식 또는 LCD 시시력표의 특징 등이 있으며^[4-7] 현재 국내 임상에서 많이 사용되고 있는 투영식 또는 LCD 시시력표를 활용한 가독성 평가에 대한 연구가 부족하고 이러한 가독성 평가가 교정시력에 미치는 영향에 대한 연구가 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 ‘란돌트 고리시표(Landolt ring target)’, ‘숫자시표(arabic number target)’, ‘영문시표

*Corresponding author: Hyun Jung Kim, TEL: +82-42-600-6334, E-mail: kimhj@konyang.ac.kr

본 논문의 일부내용은 2013년도 한국안광학회 동계학술대회와 2014년도 한국안광학회 하계학술대회에서 포스터로 발표되었음

(alphabet target)'를 동일한 조건의 단일문자시표로 제작하여 각각의 시표별 상대가독성(relative legibility)을 측정하고, 국내 임상에서 흔히 사용되고 있는 투영식과 LCD 시시력표를 이용하여 동일한 시표 유형에서 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표열 간의 상대가독성 차이의 유무를 확인하고 동일한 시력의 시표열에서 3가지 시표 유형에 따른 상대가독성의 차이와 교정시력의 차이를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 상대가독성 측정

특별한 안질환 및 안과 수술 경험이 없고 평균 나이가 24.54 ± 2.12 세인 대학생 24명(48안)을 대상으로 시표 유형에 따른 상대가독성을 측정하였다. 이 때 다양한 시표 유형에 따른 상대가독성을 보다 정확하게 측정하기 위해 안경광학과 재학생을 대상으로 하여 측정방법에 대한 교육을 실시한 후 검사에 대해 이해를 한 상태에서 상대가독성 측정에 임하도록 하였다. 검사실 조명은 450 lx로 일정하게 유지시키고 먼저 피검자의 양안에 원용 완전교정렌즈를 장입한 상태에서 S+1.00 D 시험렌즈를 가입시킨 후,^[8] 시표가 제시되는 5 m 전방의 모니터(화면해상도 1280×1024, 화면크기 43 cm, 300 cd/m², Syncmaster CX714N, Samsung, Korea)를 주시하도록 하고 일상생활에서 흔히 접할 수 있는 다양한 유형의 문자에 대한 상대가독성을 측정하기 위해 44개의 단일문자시표를 무작위로 한 개씩 출현시켰다. 이 때 사용된 시표들은 10×10 cm 크기의 백색 바탕에 흑색의 고딕체로 1.0 시력의 시표크기로 제시되며, 투영식 시시력표의 1.0 시력의 시표크기를 실측한 결과 '란돌트 고리시표'는 비율 5×5, '숫자시표'는 비율 3.6×5, '영문시표'는 비율 4.5×5임을 반영하여 이와 동일한 비율로 상대가독성 측정을 위한 단일문자시표들을 제작하였다. 피검자들은 단안 개방 상태에서 제시된 시표가 확실하게 보일 때까지 서서히 시표에 접근하여 시표가 확실하게 보일 때 멈추고 시표로부터 떨어진 거리를 측정한 후 Strong 등이 제시한 공식을 적용하여 시표의 상대가독성을 계산하였다.^[8]

$$\text{상대가독성} = \frac{\text{각 시표에 대한 평균거리(cm)}}{\text{모든 시표에 대한 평균거리(cm)}}$$

시시력표의 종류와 시표의 유형에 따라 각 시력별 시표열 구성 시 시표들의 상대가독성이 균등하게 반영되었는지 알아보기 위해 임상에서 시표의 제시 방법으로 흔히 사용되고 있는 4종류의 투영식 시시력표(① MDR-System, Hoya, Japan, ② ACP-8, Topcon, Japan, ③ CP-1000, Huvitz, Korea, ④ AP-250, Reichert, USA)와 3종류의 LCD 시시력표

(① PC-50s, Topcon, Japan, ② HDC-9000N/PF, Huvitz, Korea, ③ ULC-800, Essilor, France)를 이용하여 0.8, 1.0, 1.25 시력에서 시표열 간의 상대가독성과 시표 유형간의 상대가독성을 비교 분석하였다. 또한 투영식과 LCD 시시력표 종류에 따른 상대가독성 차이의 유무를 알아보기 위해 동일한 시력의 시표열과 시표 유형에서 상대가독성을 비교 분석하였다.

2. 시표 유형에 따른 교정시력 측정

실제 임상에서 시력검사를 접하게 되는 다양한 연령과 성별의 사람들에서 시표 유형에 따른 교정시력을 측정하여 비교하기 위해 시력검사 및 교정을 위하여 인천 소재의 안경원에 방문한 대상자들 중 특별한 안질환 및 안과 수술 경험이 없는 평균 나이 21.61 ± 11.10 세의 근시 60명(120안)을 선정하여 시표 유형에 따른 교정시력을 측정하였다. 검사실 조명은 투영식 시시력표 사용에 적합한 조도 범위 이내인 200 lx^[9,10]로 일정하게 유지시키고 대상자의 눈높이 전방 5 m에 시표를 위치시켰다. 검사에 사용된 시표의 유형은 총 3가지로 '란돌트 고리시표', '숫자시표', '영문시표'를 이용하였고, 시시력표의 종류는 투영식 시시력표(MDR-System, Hoya, Japan)를 이용하여 시표를 제시하였다. 자동안굴절력계(RK-F1, Canon, Japan)로 대략적인 타각적 굴절검사 후 포토퍼(MDR-System, Hoya, Japan)와 등가교차원주렌즈(Jackson's cross cylinder lens)를 이용하여 양안조절균형검사 후 최고시력을 나타내는 최고 (+)방향의 굴절력을 검출하는 양안원용굴절검사(binocular MPMVA(maximum plus to maximum visual acuity) test, #7A)를 통해 각각의 시표 유형에 따른 교정시력을 측정하였다. 그리고 시표의 유형별로 시표열 간의 시력차이에 대한 각 시표열의 구성 시표 개수를 고려한 시표 1개당 시력으로 환산하여 0.8시표는 1개당 0.02점(단, 영문시표는 1개당 0.027점), 1.0시표는 1개당 0.04점, 1.25시표는 1개당 0.05점으로 반영하고자 다음의 식을 사용하여 측정된 교정시력을 점수화하여 비교하였다.^[11] 다음 식에서 A는 최종 식별한 시표크기, B는 최종 식별한 크기보다 한 단계 전 시표크기, C는 시표열의 시표갯수, D는 읽지 못한 시표갯수를 뜻한다.

$$\text{Score} = A - \left(\frac{A-B}{C} \right) \times D$$

3. 통계처리

시표 유형에 따른 상대가독성과 교정시력을 측정한 결과는 SPSS(version 19.0)를 사용하여 독립된 두 개 이상의 표본평균간의 차이를 검정하는 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 사후검정 LSD를 이용하여 통계처리를

하였으며, 결과는 95% 신뢰구간으로 p-value가 p<0.05일 때 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판정하였다.

결과 및 고찰

1. 결과

대학생을 대상으로 시표 유형에 따른 상대가독성 측정을 위해 단일문자시표로 제작된 란돌트 고리시표, 영문시표, 숫자시표를 사용하여 3가지 그룹의 시표 유형에 따른 개별 시표문자의 상대가독성을 측정한 결과가 Table 1에 나타나있다. ‘란돌트 고리시표’의 8가지 단일문자시표 중에서 가장 상대가독성이 나쁜 시표는 가독거리가 94.17±

43.41 cm인 ‘C’로서 상대가독성이 0.95였고, 가장 상대가독성이 좋은 시표는 가독거리가 108.13±63.64 cm인 ‘C’로서 상대가독성이 1.09였다. ‘숫자시표’의 10가지 단일문자시표 중에서 가장 상대가독성이 나쁜 시표는 가독거리가 103.54±48.27 cm인 ‘9’로서 상대가독성이 0.97이었고, 가장 상대가독성이 좋은 시표는 가독거리가 109.79±56.15 cm인 ‘1’로서 상대가독성은 1.03이었다. ‘영문시표’의 26가지 단일문자시표 중에서 가장 상대가독성이 나쁜 시표는 가독거리가 93.85±39.54 cm인 ‘J’로서 상대가독성이 0.87이었고, 가장 상대가독성이 좋은 시표는 가독거리가 118.85±73.58 cm인 ‘I’로서 상대가독성이 1.10이었다. 또한 란돌트 고리시표, 영문시표, 숫자시표의 각 그룹

Table 1. Comparison of the legible distance and the relative legibility of each target

Target Group/Optotype	Legible Distance(cm)	RL in EG	RL in AG	R	Target Group/Optotype	Legible Distance(cm)	RL in EG	RL in AG	R		
Landolt ring		98.33±40.57	0.99	0.93	39	Alphabet	A	113.33±63.67	1.05	1.07	4
		94.17±43.41	0.95	0.89	43		B	101.98±50.43	0.94	0.96	34
		108.13±63.64	1.09	1.02	18		C	109.27±59.51	1.01	1.03	13
		94.48±37.75	0.95	0.89	42		D	108.44±55.40	1.00	1.02	16
		96.15±48.05	0.97	0.91	41		E	106.15±60.76	0.98	1.00	25
		101.35±46.01	1.02	0.96	35		F	106.98±56.86	0.99	1.01	23
		101.04±53.77	1.02	0.95	36		G	110.00±57.73	1.02	1.04	10
		98.13±46.64	0.99	0.92	40		H	111.25±60.87	1.03	1.05	7
Arabic number	0	107.40±53.99	1.01	1.01	22		I	118.85±73.58	1.10	1.12	1
	1	109.79±56.15	1.03	1.03	12		J	93.85±39.54	0.87	0.88	44
	2	105.83±56.30	1.00	1.00	27		K	108.96±66.00	1.01	1.03	14
	3	108.96±51.30	1.03	1.03	15		L	100.10±50.82	0.92	0.94	38
	4	106.15±52.13	1.00	1.00	26		M	110.73±59.64	1.02	1.04	9
	5	104.48±53.87	0.98	0.98	31		N	112.71±57.49	1.04	1.06	6
	6	104.90±52.06	0.99	0.99	29		O	110.83±59.77	1.02	1.04	8
	7	106.35±59.26	1.00	1.00	24		P	107.60±64.23	0.99	1.01	20
	8	105.00±59.74	0.99	0.99	28		Q	100.63±52.22	0.93	0.95	37
	9	103.54±48.27	0.97	0.98	33		R	113.85±85.30	1.05	1.07	2
					S		107.81±67.10	1.00	1.02	19	
					T		103.96±58.69	0.96	0.98	32	
					U		108.23±63.97	1.00	1.02	17	
					V		107.50±52.26	0.99	1.01	21	
					W		113.02±69.79	1.04	1.07	5	
					X		109.79±64.01	1.01	1.03	11	
					Y		104.79±53.71	0.97	0.99	30	
					Z		113.54±71.30	1.05	1.07	3	

*RL in EG : Relative legibility in each group, RL in AT : Relative legibility in all group, R : Ranking of each target in all optotypes

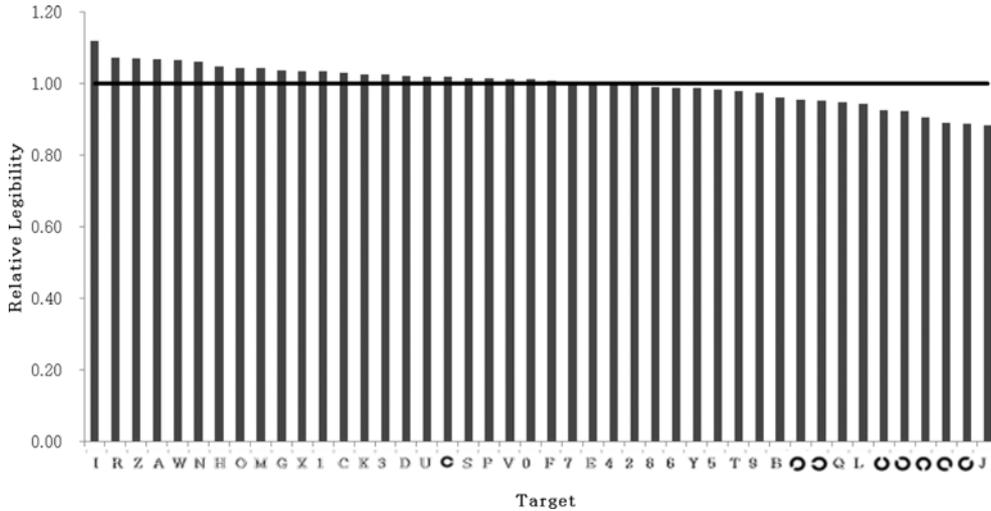


Fig. 1. Comparison of the ranking of each target according to the relative legibility in all group.

Table 2. Comparison of the legible distance according to type of target

Target	Legible distance(cm)	Difference of legible distance(cm)	
		Arabic number	Alphabet
Landolt ring	98.97±4.57	-7.76±6.00 (p=0.01)*	-9.45±4.65 (p=0.01)*
Arabic number	106.73±1.87	-	-1.77±6.82 (p=0.43)
Alphabet	108.42±3.46	-	-
Total	106.10±5.67	-	-

*p<0.05

별로 단일문자시표 유형의 개수가 다름을 고려하여 가독 거리를 기준으로 실험에 사용된 전체 44가지 단일문자시표의 상대가독성을 평가한 결과 모든 시표들 중에서 가장 상대가독성이 나쁜 시표는 ‘J’로서 상대가독성이 0.88이었고, 가장 상대가독성이 좋은 시표는 ‘I’로서 상대가독성이 1.12였다(Fig. 1).

시표 유형에 따른 평균 가독거리와 그 차이를 비교한 결과가 Table 2에 나타나있다. 3가지 시표 유형 중에서 ‘란돌트 고리시표’를 제시한 경우 가독거리가 98.97±4.57 cm로서 가장 짧게 측정되었고 이는 다른 시표들보다 시표 쪽으로 더 가까이 다가가야 식별할 수 있음을 뜻하므로 가독성이 가장 나쁘다고 할 수 있다. ‘영문시표’를 제시한 경우 가독거리가 108.42±3.46 cm로서 가장 길게 측정되었고 이는 가장 멀리서도 식별할 수 있음을 뜻하므로 가독성이 가장 좋다고 할 수 있다. 이때 ‘란돌트 고리시표’와 ‘영문시표’를 각각 제시한 경우에서 가독거리의 차이는 -9.45±4.65 cm(p=0.01)로서 통계적으로 유의하게 가장

큰 차이가 있었고, 그 다음으로 ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’를 각각 제시한 경우에서 가독거리의 차이는 -7.76±6.00 cm(p=0.01)로서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 그러나 ‘숫자시표’와 ‘영문시표’를 각각 제시한 경우에는 가독거리의 차이가 -1.77±6.82 cm(p=0.43)로서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

시시력표의 종류에 따른 상대가독성을 비교하기 위해 임상에서 흔히 사용되고 있는 4종류의 투영식 시시력표와 3종류의 LCD 시시력표를 이용하여 교정시력에 근접한 0.8, 1.0, 1.25 시력에서 시표 유형에 따른 상대가독성 차이를 비교하였다. 그 결과 동일한 시시력표에서 시표 유형이 동일할 경우 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표열 간의 상대가독성 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 3). 또한 7종류의 서로 다른 시시력표에서 시표 유형과 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표열에 따른 상대가독성 차이를 비교한 결과 시표 유형과 시표열의 시력 수준이 동일한 경우 시시력표의 종류에 따른 상대가독성 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 4).

한 종류의 시시력표에서 시표 유형에 따른 교정시력을 비교하기 위해 특정 투영식 시시력표(MDR-System, Hoya, Japan)에 구성되어 있는 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표열에서 시표 유형간의 상대가독성 차이를 비교한 결과가 Table 5에 나타나있다. 0.8 시력의 시표열에서 ‘란돌트 고리시표’, ‘숫자시표’, ‘영문시표’의 시표 유형에 따른 상대가독성 차이는 통계적으로 유의하지 않았으나 1.0과 1.25 시력의 시표열에서는 시표 유형에 따라 상대가독성 차이가 통계적으로 유의하였다(Table 5). 1.0과 1.25 시력의 시표열에서 상대가독성이 가장 나쁜 시표는 ‘란돌트 고리시표’였고 상대가독성이 가장 좋은 시표는 ‘영문시표’로 이들의 상대가독성 차이는 각각 -0.07±0.06(p=0.02)과 -0.06±0.06

Table 3. Comparison of the difference of the relative legibility between 0.8, 1.0, 1.25 row of vision with same type of target and chart

Target	Chart		Row of vision	Relative legibility	Difference of relative legibility		
					1.0	1.25	Statistics(p)
Landolt ring	Beam	Hoya (MDR-System)	0.8	0.95±0.05	0.02±0.02	0.01±0.02	0.88
			1.0	0.93±0.05	-	-0.01±0.02	
			1.25	0.94±0.05	-	-	
		Topcon (ACP-8)	0.8	1.00±0.06	0.01±0.02	-0.01±0.02	0.81
			1.0	0.99±0.03	-	-0.02±0.02	
			1.25	1.01±0.05	-	-	
	LCD	Topcon (PC-50s)	0.8	1.02±0.05	0.04±0.03	0.01±0.03	0.61
			1.0	0.98±0.03	-	-0.02±0.03	
			1.25	1.01±0.06	-	-	
		Huvitz (HDC-9000N/PF)	0.8	1.01±0.05	0.01±0.02	-0.00±0.02	0.91
			1.0	1.00±0.02	-	-0.01±0.02	
			1.25	1.01±0.05	-	-	
Arabic number	Beam	Hoya (MDR-System)	0.8	1.00±0.02	0.00±0.02	0.00±0.02	0.91
			1.0	1.00±0.01	-	0.00±0.02	
			1.25	1.00±0.02	-	-	
		Topcon (ACP-8)	0.8	0.99±0.01	-0.00±0.02	-0.01±0.02	0.64
			1.0	0.99±0.01	-	-0.01±0.02	
			1.25	1.00±0.02	-	-	
		Huvitz (CP-1000)	0.8	1.00±0.02	0.00±0.02	0.00±0.02	0.95
			1.0	0.99±0.02	-	0.00±0.02	
			1.25	0.99±0.02	-	-	
		Reichert (AP-250)	0.8	0.99±0.02	-0.00±0.02	-0.01±0.02	0.83
			1.0	1.00±0.02	-	-0.00±0.02	
			1.25	1.00±0.02	-	-	
	LCD	Topcon (PC-50s)	0.8	0.99±0.03	0.00±0.03	-0.01±0.03	0.95
			1.0	0.99±0.03	-	-0.01±0.03	
			1.25	1.00±0.02	-	-	
		Huvitz (HDC-9000N/PF)	0.8	0.99±0.02	0.00±0.02	0.01±0.02	0.81
			1.0	0.99±0.02	-	0.01±0.02	
			1.25	0.99±0.01	-	-	
Essilor (UCL-800)		0.8	1.00±0.02	0.01±0.02	0.00±0.02	0.90	
		1.0	0.99±0.02	-	0.00±0.02		
		1.25	1.00±0.02	-	-		
Alphabet	Beam	Hoya (MDR-System)	0.8	1.01±0.05	-0.01±0.02	-0.01±0.02	0.90
			1.0	1.02±0.05	-	-0.01±0.02	
			1.25	1.03±0.03	-	-	
		Huvitz (CP-1000)	0.8	0.97±0.04	-0.05±0.02	-0.02±0.02	0.06
			1.0	1.02±0.03	-	0.03±0.02	
			1.25	0.99±0.02	-	-	

Table 3. Continued

Target	Chart		Row of vision	Relative legibility	Difference of relative legibility		
					1.0	1.25	Statistics(p)
Alphabet	Beam	Reichert (AP250)	0.8	0.98±0.02	-0.02±0.02	-0.03±0.02	0.21
			1.0	1.01±0.03	-	-0.02±0.02	
			1.25	1.02±0.03	-	-	
	LCD	Topcon (PC-50s)	0.8	1.01±0.03	-0.02±0.03	0.02±0.03	0.49
			1.0	1.02±0.02	-	0.03±0.03	
			1.25	0.99±0.05	-	-	
		Huvitz (HDC-9000N/PF)	0.8	1.02±0.04	-0.02±0.02	0.02±0.02	0.09
			1.0	1.02±0.03	-	0.04±0.02	
			1.25	0.99±0.03	-	-	
		Essilor (UCL-800)	0.8	0.97±0.04	-0.05±0.02	-0.02±0.02	0.06
			1.0	1.02±0.03	-	0.03±0.02	
			1.25	0.99±0.02	-	-	

*p<0.05

Table 4. Comparison of the difference of the relative legibility between type of chart with same type of target and the row of vision

Target	Row of vision	Relative legibility	Statistics(p)
Landolt ring	0.8	0.99±0.06	0.25
	1.0	0.96±0.04	0.05
	1.25	0.99±0.06	0.18
Arabic number	0.8	0.99±0.02	0.94
	1.0	0.99±0.02	0.99
	1.25	1.00±0.02	0.91
Alphabet	0.8	0.99±0.04	0.23
	1.0	1.02±0.03	0.85
	1.25	1.00±0.03	0.24

*p<0.05

(p=0.04)로서 통계적으로 유의하게 가장 큰 차이가 있었고, 그 다음으로 ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’의 상대가독성 차이는 각각 -0.06±0.05(p=0.04)와 -0.06±0.03(p=0.02)로서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 그러나 ‘숫자시표’와 ‘영문시표’의 상대가독성 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

교정시력을 측정하기 위해 안경원에 내원한 대상자 60명은 굴절이상도에 따라 약도근시(-2.00<SED≤-0.50) 16명, 중등도근시(-6.00<SED≤-2.00) 41명, 고도근시(-10.00<SED≤-6.00) 3명으로 시표 유형에 따른 교정시력을 측정하여 점수를 계산한 후 그 차이를 비교한 결과가 Table 6에 나타나있다. 전체 대상자에서 시표 유형에 따른 교정시력은 ‘란돌트 고리시표’에서 가장 낮은 교정시력을 보였고 ‘숫자시표’에서 가장 높은 교정시력을 보였으며, 이들의 교정시력 차이는 -0.04±0.02(p=0.02)로서

Table 5. Comparison of the difference of the relative legibility between type of target in 0.8, 1.0, 1.25 row of vision by using the MDR-System of Hoya

Row of vision	Target	Arabic number	Alphabet	Statistics(p)
0.8	Landolt ring	-0.05±0.04(p=0.06)	-0.06±0.09(p=0.19)	0.06
	Arabic number	-	-0.01±0.06(p=0.67)	
1.0	Landolt ring	-0.06±0.05(p=0.04)*	-0.07±0.06(p=0.02)*	0.02*
	Arabic number	-	-0.02±0.05(p=0.34)	
1.25	Landolt ring	-0.06±0.03(p=0.02)*	-0.06±0.06(p=0.04)*	0.01*
	Arabic number	-	-0.03±0.04(p=0.17)	

*p<0.05

Table 6. Comparison of the difference of corrected visual acuity score according to type of target in myopia by using the MDR-System of Hoya

Refractive error	N	Target	CVAS	Difference of CVAS		
			Average	Arabic number	Alphabet	Statistics(p)
Low myopia	16	Landolt ring	0.93±0.07	-0.09±0.03 (p=0.02)*	-0.05±0.03 (p=0.14)	0.04*
		Arabic number	1.02±0.09	-	0.04±0.03 (p=0.32)	
		Alphabet	0.98±0.13	-	-	
Moderate myopia	41	Landolt ring	0.98±0.15	-0.03±0.02 (p=0.16)	-0.01±0.02 (p=0.54)	0.37
		Arabic number	1.00±0.07	-	0.02±0.02 (p=0.42)	
		Alphabet	0.98±0.07	-	-	
High myopia	3	Landolt ring	0.89±0.17	-0.03±0.11 (p=0.80)	0.00±0.11 (p=1.00)	0.95
		Arabic number	0.89±0.11	-	0.03±0.11 (p=0.80)	
		Alphabet	0.86±0.12	-	-	
Total	60	Landolt ring	0.96±0.14	-0.04±0.02 (p=0.02)*	-0.02±0.02 (p=0.23)	0.05
		Arabic number	1.00±0.08	-	0.02±0.02 (p=0.22)	
		Alphabet	0.97±0.09	-	-	

*p<0.05, CVAS : Corrected visual acuity score

통계적으로 유의한 차이가 있었다. 그러나 ‘란돌트 고리시표’와 ‘영문시표’, ‘숫자시표’와 ‘영문시표’간에는 통계적으로 유의한 교정시력의 차이가 없었다. 특히 대상자 중 약도근시에서 ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’를 각각 제시한 경우 교정시력 차이가 -0.09 ± 0.03 (p=0.02)로서 통계적으로 유의하게 두드러진 차이가 있었다.

2. 고찰

시표 유형에 따라 상대가독성의 차이가 있을 경우 교정시력 측정 시 시표 혼용으로 인한 오차가 발생할 수 있기 때문에 먼저 시표 유형별로 단일문자시표를 제작하여 상대가독성 측정방법을 이해하고 있는 안경광학과 재학생을 대상으로 상대가독성을 측정함으로써 보다 정확하게 각 시표별로 상대가독성을 결정한 후 이를 기준시표로 하여 임상에서 시력검사 및 교정을 필요로 하여 안경원을 방문한 일반인을 대상으로 시표 유형에 따른 교정시력의 차이를 비교해보았다. 본 연구에서 단일문자시표로 제시하기 위해 선정된 ‘란돌트 고리시표’, ‘숫자시표’, ‘영문시표’의 총 3가지 시표 유형 중에서 국제안과학회에서 단위시표로

채택한 ‘란돌트 고리시표’는 고리의 틈 방향에 따라 총 8가지로 구성되었고 제시된 시표 유형 중에서 가장 상대가독성이 나쁜 것으로 나타났다. 이는 ‘란돌트 고리시표’가 제한된 방향의 틈을 식별해야 하므로 눈의 분해능 측정 시 신뢰도는 높은 편이지만 일상생활에서 흔히 접하여 익숙한 숫자나 영문자와 같은 형태의 시표보다는 식별하기 어렵기 때문으로 생각된다. 특히 대각선 방향의 틈은 상대적으로 자주 접할 수 있는 수직과 수평방향의 틈보다 상대가독성이 낮았으며 이는 Lee 등의 연구에서 수평방향과 수직방향의 틈이 대각선 방향의 틈보다 뚜렷하다고 보고한 결과와 일치하였다.^[2] 다음으로 ‘한천석시표’에서 주로 사용되는 시표 유형인 ‘숫자시표’는 총 10가지의 시표로 제시되었고, Lee 등의 연구에서 ‘7, 4, 6, 9, 8’의 순서로 상대가독성이 좋게 측정된 것과 유사한 결과를 보였다.^[12] 마지막으로 ‘스넬렌시표’에서 주로 사용되는 ‘영문시표’는 총 26가지의 시표로 구성되었고 제시된 3가지 시표 유형 중에서 가장 상대가독성이 좋은 것으로 나타났으며 McMonnies 등의 연구에서 ‘Z, U, D, P, E’의 순서로 상대가독성이 좋게 측정된 것과 비슷한 결과를 보였다.^[13] 즉,

‘영문시표’는 ‘숫자시표’보다 문자별 특징적인 형태 때문에 좀 더 식별이 용이했던 것으로 사료된다.

현재 임상에서 많이 사용되는 4종류의 투영식 시시력표와 3종류의 LCD 시시력표를 이용하여 다양한 시시력표에서 시표 유형에 따른 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표열 간의 상대가독성 차이를 분석한 결과, 시시력표 종류와 시표 유형이 동일한 경우 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표열 간의 상대가독성 차이는 통계적으로 유의하지 않았고, 시표 유형과 시표열의 시력 수준이 동일한 경우 시시력표의 종류에 따른 상대가독성 차이도 통계적으로 유의하지 않았다. 따라서 한 종류의 시시력표에서 동일한 시표 유형을 제시하여 시력검사를 할 경우 시표의 상대가독성 차이로 인한 최고시력 측정값의 오차는 발생하지 않을 것이며, 따라서 투영식과 LCD 시시력표 중에서 어떤 종류의 시시력표를 선택하더라도 동등한 수준의 최고시력을 검출할 수 있을 것이다.

시표 유형에 따른 교정시력을 비교하기 위해 사용된 특정 종류의 투영식 시시력표에 구성되어 있는 0.8, 1.0, 1.25 시력의 각 시표열에서 시표 유형간의 상대가독성 차이를 비교한 결과, 모든 시표열에서 ‘숫자시표’와 ‘영문시표’의 상대가독성 차이는 비슷한 수준으로서 통계적으로 유의하지 않았지만 ‘란돌트 고리시표’와 ‘영문시표’ 또는 ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’의 상대가독성은 시표열에 따라 차이를 보였다. 즉, ‘란돌트 고리시표’와 ‘영문시표’ 또는 ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’의 상대가독성 차이는 0.8 시력의 시표열에서는 통계적으로 유의하지 않았지만 1.0과 1.25 시력의 시표열에서는 통계적으로 유의하였다. 따라서 교정시력 검사 시 3가지 유형의 시표를 혼용할 경우 상대가독성의 차이로 인해 최고시력 측정값의 오차를 유발할 수 있으므로 정확한 교정시력 측정을 위해서는 여러 가지 시표의 혼용을 피해야 할 것이다.

교정시력은 안과적 임상에서 나안시력 및 시야측정과 함께 안질환의 유무와 경과를 알 수 있는 지침으로서 중요하게 여겨진다.^[14] Kim 등은 일정한 조도 하에서 ‘스넬렌시표’, ‘란돌트 고리시표’, ‘Kindergarten시표’를 각각 제시하고 교정시력을 측정하여 비교한 결과, ‘Kindergarten시표’에서 교정시력이 가장 높았고 ‘란돌트 고리시표’에서 교정시력이 가장 낮은 결과를 보였으며 이는 어린이들을 위해 그림으로 이루어진 ‘Kindergarten시표’를 성인의 교정시력 측정에 사용할 경우 그림으로 이루어진 시표에 대한 대상자들의 이해도가 높기 때문으로 해석되었다.^[1] 또 다른 Kim 등은 20대 남성을 대상으로 ‘스넬렌시표’, ‘숫자시표’, ‘란돌트 고리시표’의 교정시력을 비교한 결과 낮은 조도 하에서 다른 시표에 비해 ‘숫자시표’를 사용하여 측정된 교정시력이 가장 높은 것으로 보고하였고 이는 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보였다.^[15] 또한 본 연구에

서 대상자의 굴절이상도에 따라 3가지 시표 유형에 따른 교정시력을 측정된 후 그 차이를 비교한 결과, 전체 대상자에서 ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’를 각각 제시하여 얻은 교정시력이 통계적으로 가장 큰 차이가 있었으며 이는 1.0 시력의 시표열에서 5개의 시표 중 시표 1개에 해당하는 0.04의 교정시력 차이를 의미하는 수준으로서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 특히 약도근시안은 1.0 시력의 시표열에서 5개의 시표 중 시표 2개에 해당하는 0.08보다 더 큰 교정시력의 차이를 나타내며 통계적으로 유의한 가장 두드러진 차이가 있었다. 이로써 제시된 시표 유형에 따라 교정시력 측정값이 달라질 수 있으며, 굴절이상의 정도에 따라 3가지 시표 유형에 따른 교정시력 차이의 경향은 유사하나 약도근시안에서 더 민감하게 반응하여 교정시력의 차이가 더 크게 나타남을 알 수 있었다. 이때 다른 시표 유형에 비해 ‘란돌트 고리시표’를 제시한 경우에서 교정시력이 더 낮게 측정되는 이유는 다른 시표 유형에 비해 고리시표의 틈 방향만으로 식별해야 하므로 상대가독성이 떨어진 것으로 생각되고, ‘숫자시표’를 제시하여 측정된 교정시력이 가장 높은 이유는 ‘영문시표’와 ‘숫자시표’는 비슷한 상대가독성의 배열을 갖고 있지만 대상자들이 ‘영문시표’보다 ‘숫자시표’를 제시하여 시력검사를 하는 것에 더 익숙하기 때문으로 여겨진다. 또한 약도근시의 경우 교정시력 검사 시 중등도근시와 고도근시에 비해 가입되는 (-)렌즈의 도수가 약하므로 배울 축소의 영향이 적어서 시표 식별이 좀 더 용이했을 것으로 생각된다.

결론

특별한 안질환 및 안과 수술 경험이 없는 24명의 대학생을 대상으로 ‘란돌트 고리시표’, ‘숫자시표’, ‘영문시표’를 1.0 시력의 단일문자시표로 제작하여 상대가독성을 측정된 결과, 시표 유형에 따른 단일문자시표의 상대가독성은 ‘란돌트 고리시표’가 가장 나빴고 ‘영문시표’가 가장 좋았다. 그리고 투영식과 LCD 등 총 7종류의 시시력표를 이용하여 시표 유형에 따른 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표열에서 상대가독성 차이를 비교한 결과, 동일한 시시력표에서 동일한 시표 유형 제시 시 각 시력의 시표열 간의 상대가독성 차이는 통계적으로 유의하지 않았고, 동일한 시력 수준에서 동일한 시표 유형 제시 시 시시력표의 종류에 따른 상대가독성 차이도 통계적으로 유의하지 않았다. 따라서 7종류의 시시력표 중 어떤 것을 사용하더라도 일정한 시시력표에서 동일한 시표 유형을 제시하여 시력검사를 한다면 동등한 수준의 최고시력을 검출할 수 있을 것이다.

시표 유형에 따른 교정시력 비교를 위해 60명의 근시를

대상으로 특정 투영식 시시력표에서 3가지 시표 유형별로 0.8, 1.0, 1.25 시력의 시표열을 제시하여 교정시력을 비교한 결과, 시표 유형에 따른 교정시력은 ‘란돌트 고리시표’를 제시한 경우에서 가장 낮았고 ‘숫자시표’를 제시한 경우에서 가장 높았으며, 특히 1.0과 1.25 시력의 시표열에서 ‘란돌트 고리시표’와 ‘영문시표’, ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’간의 상대가독성 차이가 통계적으로 유의하였다. 그리고 시표 유형에 따른 교정시력의 차이는 전체 대상자의 굴절이상도에 상관없이 ‘란돌트 고리시표’와 ‘숫자시표’를 제시한 경우에서 그 차이가 가장 큰 경향을 보였고, 이는 특히 약도근시안에서 더 두드러졌다.

결론적으로, 1.0, 1.25 시력의 시표열에서 ‘란돌트 고리시표’, ‘숫자시표’, ‘영문시표’에서 상대가독성에 의한 교정시력의 차이가 존재하므로 최고시력 및 표준시력 검사시 동일한 시력 수준의 시표열이라도 시표 유형을 혼용하여 제시할 경우 최고시력 측정값의 오차를 유발할 수 있으므로 유의하여야 한다.

REFERENCES

- [1] Kim DH, Kwon OJ, Kim SM, Kim JM, Kim CS, Seong AY et al. Ocular physiology, 4th Ed. Seoul: Hyunmoonsa, 2009;123-128.
- [2] Lee CH, Mah KC, Lee DH, Kim YW. Measurements of the legibility for hangul letter type and arabic number type. Korean J Vis Sci. 2000;2(2):269-275.
- [3] Kim DI, Choi O. Comparison of visual acuity according to different visual acuity charts and various intensities of illumination. J Korean Ophthalmol Soc. 1983;24(4):687-693.
- [4] Hahn CS. Study on the Korean test chart. J Korean Ophthalmol Soc. 1964;5(1):13-22.
- [5] Hahn CS. Landolt's ring test chart. J Korean Ophthalmol Soc. 1975;16(3):187-188.
- [6] Song KS, Kim TH, Sung AY. A study on the accuracy of optotypes test chart. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2005;10(2):111-118.
- [7] Benjamin WJ. Borish's Clinical refraction, 2nd Ed. St. Louis: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2006;227-229.
- [8] Strong G, Woo GC. A distance visual acuity chart incorporating some new design features. Arch Ophthalmol. 1985;103(1):44-46.
- [9] Kim JD. Clinical optometry and prescription for ocular examination, 2nd Ed. Seoul: Sinkwang, 2009;14-15.
- [10] Sung PJ. Optometry, 8th Ed. Seoul: Daihakseorim, 2014; 308.
- [11] Choi JH. Comparison of corrected visual acuity according to legibility of target. MA Thesis. Konyang University, Daejeon. 2014;12-14.
- [12] Lee JK, Jin YH. The study about the cognoscibility of korean letter. J Korean Ophthalmol Soc. 1994;35(1):103-106.
- [13] McMonnies CW, Ho A. Analysis of errors in letter acuity measurements. Clin Exp Optom. 1996;79(4):144-151.
- [14] Kang HS. Introduction of ocular optic, 3rd Ed. Seoul: Sinkwang, 2005;65-96.
- [15] Kim DH. A study of the relationship between visual charts and illumination. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 1999; 4(2):91-96.

The Effects of the Relative Legibility of Optotypes on Corrected Visual Acuity

Na-Ri Ha, Jang-Ho Choi, and Hyun Jung Kim*

Dept. of Optometry, Konyang University, Daejeon 302-832, Korea

(Received March 27, 2015: Revised May 10, 2015: Accepted May 17, 2015)

Purpose: The Purpose of this study is to investigate if the relative legibility of optotypes affects the corrected visual acuity in visual acuity test. **Methods:** After measuring the relative legibility of 'Landolt ring target', 'arabic number target', 'alphabet target' by showing as a single-letter-target in 24 subjects without specific ocular diseases and ocular surgery experience, the relative legibility of 0.8, 1.0, 1.25 row of vision according to type of target in 7 types of chart were compared. After then we compared by measuring the corrected visual acuity according to type of target by using binocular MPMVA test (#7A) in 60 myopic subjects. **Results:** In 3 types of target the worst relative legibility target was 'Landolt ring target' with legible distance of 98.97 ± 4.57 cm and the best relative legibility target was 'alphabet target' with legible distance of 108.42 ± 3.46 cm. There was no difference of the relative legibility according to type of chart or visual acuity level in the row of vision if other conditions are the same. In 1.0 and 1.25 row of vision the difference of relative legibility according to type of target was shown the statistically significant difference between 'Landolt ring target' and 'alphabet target' as -0.07 ± 0.06 ($p=0.02$) and -0.06 ± 0.06 ($p=0.04$) respectively. In myopia the difference of corrected visual acuity according to type of target was statistically significant difference between 'Landolt ring target' and 'arabic number target' as -0.04 ± 0.02 ($p=0.02$) and it was especially remarkable in the low myopia. **Conclusions:** Measuring visual acuity with different optotypes could cause the errors in best vision measurement value because there was difference of the relative legibility according to type of target even though visual acuity level is same in the row of vision.

Key words: Landolt ring target, Arabic number target, Alphabet target, Relative legibility, Corrected visual acuity