

Standard Research on Uncorrected Visual Acuity Test Values

Se-Hoon Jung*

The Faculty of Beauty Health Sciences, Major in Ophthalmic Optics, Shinhan University, Professor, Uijeongbu 11644, Korea
(Received June 15, 2020; Revised June 17, 2020; Accepted June 17, 2020)

Purpose: The current method used, tests the uncorrected visual acuity and determines the accuracy and consistency of the results. The study will also analyze the criteria for presenting accurate and consistent uncorrected visual acuity values. **Methods:** We conducted a questionnaire survey of the uncorrected visual acuity test at 83 optical shops in the Seoul and Gyeonggi region, as well as an uncorrected visual acuity test from randomly selected 13 university students in the Gyeonggi region. **Results:** The results of uncorrected visual acuity from the conventional method became inconsistent and inaccurate, depending on the examination method and the characteristics of the examinee. The conversion table of calibration refractive power and uncorrected visual acuity was presented for the improvement of the test value accuracy of uncorrected visual acuity. **Conclusions:** Optometrists should check the corrected refractive power accurately to improve fairness and accuracy, and use the resulting value after converting it to the uncorrected visual acuity value as an important standard.

Key words: Uncorrected visual acuity, Uncorrected visual acuity tests, Conversion table of uncorrected visual acuity

서 론

최근 사회 환경의 변화로 시력관리의 중요성이 매우 강조 되고 있다. 시력이란 사물을 정확하게 볼 수 있는 능력을 표현한 것으로 굴절검사와는 그 의미가 다르게 해석 된다. 최근에는 콘택트렌즈 사용자의 수가 계속적으로 증가 하면서 나안시력을 표현할 때 굴절검사 값인 디옵터(diopter)로 표현하는 경우가 많고, 안경사들도 이를 자연스럽게 받아들이고 있다.

디옵터는 교정굴절력의 단위이며 렌즈의 초점거리를 의미하는 것으로 비정시안이 사물을 보는 능력의 기준 값으로 사용하기 부적절하다. 시력의 정도를 표현하는 방식을 소수점식, 로그마(LogMAR)식, 분수식 등을 사용하고 있고 한국에서는 소수점식 방법을 주로 사용하고 있다.^[1-2]

나안시력은 안경착용의 시작을 결정하는 기준이 되며, 운전면허시험, 군인, 경찰공무원, 소방공무원, 도선사, 항공기 조정사, 항공기 승무원, 운동선수, 특정의 전공의사 등 많은 직업에서 기준을 정하여 자격을 제한하는 것처럼 사회생활에 조건이 되기도 한다. 이 경우에 시력제한의 기준 값은 대부분 소수점 시력으로 제시하고 있다.

시력은 만 7세 이전에 완성되어, 치료가 가능한 약시, 사시, 양안시이상, 굴절이상 등은 조기발견이 수술 후 예후

를 결정하기 때문에 해외에서는 아동의 시력검사를 의무화하고 있고 현재 우리나라에서는 초등학교를 대상으로 나안시력검사를 시행을 의무화 하고 있다.^[3-4]

나안시력은 개인건강의 중요한 신호로 인식하고 있고 현재 사용하고 있는 나안시력검사는 시력판을 이용한 검사로 그 결과 값은 피검사자의 집중력, 검사경험, 눈에 힘을 주는 행동, 검사실 환경 등 여러 가지 조건의 영향으로 넓은 오차범위를 갖는다. 많은 선행 연구에서도 동일한 비정시안의 경우 나안시력의 차이가 많은 것으로 보고하였다.^[5-10]

안경원에서는 고객마다 나안시력검사를 시행하지는 않는다. 고객이 본인의 시력을 질의하는 경우 디옵터 내지는 디옵터를 기반으로 한 대략적인 소수점 시력으로 제시하는 경우가 많다. 국내에서 사용하고 있는 시력판은 2.0~0.1 범위이며, 0.1 이하 시력은 5 m 거리부터 1 m씩 줄여가며 검사하여 0.02 단위로 시력을 표현하고 있고, 0.02 이하에서는 손가락 수, 손 흔들, 빛 인지, 그리고 맹(zero)으로 단계마다의 그 범위가 매우 넓은 편이라 정확한 시력을 표현하는데 부정확함이 존재한다.

본 연구는 기존의 방식을 벗어나 비정시안의 나안시력 결과 값에 대한 신뢰도를 높이고 좀 더 정확하면서 세밀하게 표현하고자 한다. 또한 비정시안에게 볼 수 있는 능력이 어느 정도인지 좀 더 구체적으로 예상가능하게 하며, 안

*Corresponding author: Se-Hoon Jung, TEL: +82-31-870-3435, E-mail: hun1433@hanmail.net
Authors ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4475-2493

경원에서 나안시력 검사가 필요한 경우 일관 된 값을 항상 제시할 수 있도록 나안시력 측정값의 기준을 마련하였다.

대상 및 방법

1. 대상

시력검사 시행 여부에 관한 설문조사는 서울, 경기지역 95개 안경원 대상으로 하였고, 나안검사 참여에는 20~30대, 13명을 대상으로 검사과정을 설명한 후 동의를 받고, 본 연구방법으로 시력검사를 실시하였다.

2. 방법

1) 시력검사 시행 여부

안경원에서 시행하는 나안 시력검사의 방식을 알아보기 위해서 서울, 경기지역 95개의 안경원을 대상으로 설문조사를 실시하여 그 중 12부를 제외한 83부의 결과에 대하여 빈도분석을 실시하였다.

2) 나안시력검사 방법

나안시력 검사는 비정시안 8명, 정시안 5명을 대상으로 하였다. 검사에는 서로 떨어진 두 막대를 인식하는 능력인 최소분리력을 이용한 백색 바탕에 검은색 시표를 사용하였으며, 시표를 화면에 띄운 후 두 막대의 사이 간격을 1.5 mm로 일정하게 하고 막대 길이는 두 가지로 하여 검사하였다. 그 결과를 계산하여 나안시력 결과 값을 도출하였다.

(1) 검사에 사용한 시표의 종류

나안검사에는 A형의 긴막대 시표, B형의 짧은 막대 시표를 사용하였는데 디자인은 Fig. 1과 같다.

(2) 검사진행 방법

나안검사 진행방법은 다음과 같다.

- 가. 시표를 컴퓨터를 이용하여 화면에 나타나게 한다.
- 나. 화면에서의 자 길이를 확인한다.(시표 간격은 1.5 mm 고정)
- 다. 검사거리는 최대 5 m에서 시표까지로 한다.

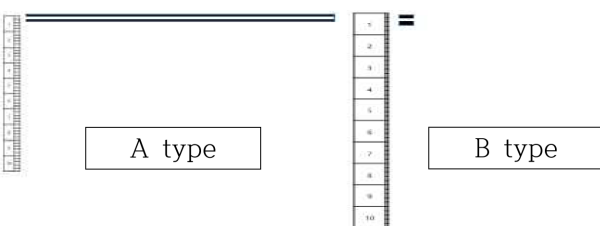


Fig. 1. Test target (A: Long bar target, B: Short bar target).

라. 두 막대 사이가 떨어져 있는 것을 인지하는 거리까지 이동한다.

마. 검사거리와 시표간격을 입력하여 나안시력 값을 계산한다.

3) 이론적 배경

(1) 시표의 간격

시력은 시각의 역수로 정상시력(1.0)은 1분각을 의미한다. 이 기준에 의해 모든 시표의 크기가 결정되어야 하며 거리에 따라서도 시표의 크기를 정할 수 있다. 시력검사의 기준은 5 m 거리를 기준으로 하고 이때 분리시력의 크기는 1.5 mm가 된다. 만약 거리가 줄어들면 짧아진 거리에 비례하여 시표의 크기도 작아진다. 따라서 시표간격은 검사거리와 시력정도에 따라 넓이가 달라진다. 시표간격을 구하는 방식은 다음과 같다.

$$\text{시표간격} = \tan\left(\frac{1}{\text{시력} \times 60}\right) \times \text{검사거리} - (a)$$

(2) 시력검사 결과 값 산출

검사거리와 시표간격을 검사한 후 시력은 원점거리에 비례하고 시각에 반비례한다. 이를 이용한 수식으로 나안시력의 결과 값을 산출한다.

결과 및 고찰

1. 설문 참여자의 특성

나안시력 검사를 시행하는지에 대한 설문조사의 결과, 성별 응답은 Table 1과 같이 남성 54명(65%), 여성 29명(35%)이었으며, 응답한 안경사들의 경력은 중경력(6년 이하) 49명(59%), 고경력(7년 이상) 34명(41%)으로 나타났다.

Table 1. General Characteristics of the optometrists

Characteristics	Category	Frequency	%
Gender	Male	54	65%
	Female	29	35%
Year of practice	≤2	32	38.6%
	3-6	17	20.5%
	7-10	14	16.9%
	≥11	20	24.1%
Refraction inspection time	≤5	10	12%
	6-10	42	50.6%
	11-15	21	25.3%
	16-20	7	8.4%
	≥21	3	3.6%
Total		83	100%

Table 2. Uncorrected visual acuity test used by the optometrists

Method of visual acuity test	Frequency	%
Presented with decimal point visual acuity after uncorrected visual acuity test	32	38.6%
Converted to diopter and presented with approximate uncorrected visual acuity	16	19.3%
Up to 0.1 is presented in decimal point visual acuity, and the rest is presented as diopter	20	24.1%
Always in diopter	4	4.8%
Not checking uncorrected visual acuity	9	10.8%
Etc.	2	2.4%
Total	83	100%

2. 나안검사 시행 여부

조사에 참여한 안경사들의 경우 나안검사를 시행하여 소수시력으로 응대하는 경우는 32명으로 38.6%가 해당하였고, 굴절력(D)을 환산하여 소수시력으로 응대하는 경우가 16명(19.3%), 굴절력으로 응대하는 경우가 24명(28.9%), 나안시력에 관한 응대를 하지 않는다 6명(7.2%)로 조사되었다. 많은 안경사들은 나안시력 값을 소수점식이 아닌 디옵터로 대신하거나 응대하지 않은 것으로 Table 2와 같이 나타났다.

3. 막대시표를 이용한 나안검사 결과

검사에 사용한 근거리 시표는 2가지 유형으로 두 시표 모두 시표간격은 1.5 mm로 하였고, 피검사자에게 두 시표 모두 검사를 하였다. 시력검사는 연습 없이 바로 진행하였다. A형과 B형의 두 막대 사이가 보일 때의 검사거리를 기준으로 나안시력을 계산하였다.

가. 비정시안의 나안시력 검사

비정시안을 대상으로 한 검사에서는 Table 3과 같이 A형 시표가 B형 시표보다 나안시력이 조금 높게 나타나는 경향을 보였고, A형 시표를 사용했을 때 반응이 좀 더 명

Table 3. Results of the uncorrected visual acuity test (ametropia)

Subject	D	Uncorrected visual acuity	
		A type	B type
A	-2.50	0.39	0.35
B	-3.37	0.30	0.31
C	-4.00	0.23	0.15
D	-4.87	0.09	0.08
E	-6.62	0.02	0.02
F	-6.75	0.13	0.07
G	-7.50	0.01	0.01
H	-9.62	0.01	0.01

확하였다. 이는 분리력 검사에 해당하는 시표간격은 일정해도 시표의 길이나 형태가 나안시력 검사 결과에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

피검사자의 교정 굴절력과 나안시력 관계에서도 연관성을 높지 않았다. 선행 연구와 비교해도 결과 값의 연관성이 낮게 나타났다.^[8-10] 예를들면 0.1 시력에 해당하는 비정시안의 교정굴절력은 -1.50 D에서 -4.90 D까지 나타나기도 했고,^[8-10] 교정 굴절력은 낮는데 나안시력 값이 더 낮게 나타나기도 하였다. 이는 시표에서 간격을 인식하는 기준과 시표를 볼 때 복시가 발생하는시점, 의지, 학습능력 등이 피검사자마다 다르기 때문인 것으로 판단된다.

나. 인위적 비정시안의 나안시력 검사

정시안을 대상으로 눈 앞에 (+)굴절력의 렌즈를 장입하여 인위적 근시상태를 유도하여 검사를 진행하였다. 이전 비정시안의 경우는 검사에 1번 참여하였지만 정시안의 피검사자의 경우에는 8개의 굴절력을 변화 시켜 검사에 8번 참여하였다. 그 결과는 Table 4와 같이 A형 시표가 B형 시표보다 시력이 높게 나타났다.

비정시안 대상의 결과와 비교하면 나안시력 값은 더 높게 나타나는 경향을 보였고, 피검사자의 교정 굴절력과 나안시력 관계에서는 좀 더 연관성을 보였다. 선행 연구와 비교해보면 결과 값이 조금 높게 나타났고, 관련 된 연구 결과를 비교해도 동일한 결과는 없는 것으로 나타났다.^[8-10] 현재 사용되고 있는 전공서적에도 그 기준이 조금 다르게 제시되고 있다.^[11-2] 교정굴절력과 나안시력의 결과는 많은 인원이 참여할수록 연관성과 정확도가 높아지겠지만 소규모로 검사한 결과에서는 연관성과 정확도가 매우 낮아지는 경향을 보이게 된다. 따라서 현재 사용하는 방식의 나안시력검사 방법으로는 결과 값의 신뢰도가 매우 낮다고 판단된다.

Table 4. Results of the uncorrected visual acuity test (emmetropia)

	Add	A type		B type	
		Measurement distance	Uncorrected visual acuity	Measurement distance	Uncorrected visual acuity
	+2.00	3612	0.700	2784	0.540
	+3.00	2755	0.534	1700	0.330
	+4.00	1730	0.335	952	0.185
	+5.00	1301	0.252	457	0.089
	+6.00	551	0.107	306	0.059
	+7.00	489	0.095	252	0.049
	+8.00	440	0.085	239	0.046
	+9.00	231	0.045	202	0.039

D	E	F	G
검사거리(mm)	시표간격(mm)	시표간격/검사거리	나안시력
5000	1.5	0.000300	0.969
5000	15.0	0.003000	0.097
4000	1.5	0.000375	0.776
4000	15.0	0.003750	0.078
3000	1.5	0.000500	0.582
3000	15.0	0.005000	0.058
2000	1.5	0.000750	0.388
2000	15.0	0.007500	0.039
1000	1.5	0.001500	0.194
1000	15.0	0.015000	0.019

Fig. 2. Formula calculation method.

4. 나안시력 값의 기준 제시

안경원에서도 고객들에게 나안시력을 항상 같은 기준으로 제시할 필요가 있고, 기관이나 산업체의 경우에도 나안시력을 검사가 필요한 경우 정확성, 공정성 그리고 일관성이 있는 기준으로 적용해야 한다.

정상시력 1.0은 1분 각의 시각으로 정의 한다. 따라서 비정시안의 원점에 따른 분각을 계산하면 시력을 구할 수 있다. 원점거리와 시표간격을 아래 수식을 이용하여 나안시력의 결과 값을 산출하였다(Fig. 2). 계산식은 다음과 같다.

$$\text{시력} = 1 \div \left(\tan^{-1} \left(\frac{\text{시표간격}}{\text{검사거리}} \right) \times 60 \right) \tag{b}$$

$$\text{시력} = 1 \div \left(\tan^{-1} \left(\frac{\text{시표간격}}{\text{검사거리}} \right) \times 60 \times 0.01741 \right) \tag{c}$$

삼각함수의 결과 값은 각도 또는 라디안(radian)으로 자동 계산된다. 결과 값이 각도로 계산된 경우에는 (b)식에 적용하고, 라디안으로 제시되는 경우에는 (c)식을 이용한다.

그 결과 값은 Table 5와 같다.(10.00 D까지 제시)

나안시력 0.1까지 해당하는 비정시안의 교정굴절력은 1.75 D 이하이며, 나안시력 0.1~0.08은 교정굴절력 2.00 D~2.25 D, 나안시력 0.08~0.06은 교정굴절력 2.50 D~3.25 D, 0.06~0.04는 교정굴절력 3.50 D~4.75 D, 0.04~0.02는 교정굴절력 5.00 D~9.75 D에 해당한다. 교정굴절력에 변화에 따른 시각 변화는 비례 관계의 형태를 보이지만, 나안시력 값의 변화는 교정굴절력이 낮을수록 크게 나타났고, 교정굴절력이 높을수록 나안시력 숫자 변화는 작게 나타났다. 소수점식 표현의 끝부분인 0.04~0.02 구간에는 5.00 D에서 9.75 D까지 넓은 범위로 나타났다. 이는 기존의 나안시력검사 방법으로 검사하였을 때 교정 굴절력이 높을수록 그 결과의 신뢰성은 매우 낮아진다는 것을 의미한다. 따라서 나안시력 값이 필요한 경우 검사에 의한

Table 5. Converted value of uncorrected visual acuity and refractive power

D	Far point (mm)	Uncorrected visual acuity	D	Far point (mm)	Uncorrected visual acuity
0.25	4000.0	0.776	5.25	190.5	0.037
0.50	2000.0	0.388	5.50	181.8	0.035
0.75	1333.3	0.259	5.75	173.9	0.034
1.00	1000.0	0.194	6.00	166.7	0.032
1.25	800.0	0.155	6.25	160.0	0.031
1.50	666.7	0.129	6.50	153.8	0.030
1.75	571.4	0.111	6.75	148.1	0.029
2.00	500.0	0.097	7.00	142.9	0.028
2.25	444.4	0.086	7.25	137.9	0.027
2.50	400.0	0.078	7.50	133.3	0.026
2.75	363.6	0.071	7.75	129.0	0.025
3.00	333.3	0.065	8.00	125.0	0.024
3.25	307.7	0.060	8.25	121.2	0.024
3.50	285.7	0.055	8.50	117.6	0.023
3.75	266.7	0.052	8.75	114.3	0.022
4.00	250.0	0.048	9.00	111.1	0.022
4.25	235.3	0.046	9.25	108.1	0.021
4.50	222.2	0.043	9.50	105.3	0.020
4.75	210.5	0.041	9.75	102.6	0.020
5.00	200.0	0.039	10.00	100.0	0.019

방법 보다는 위에 제시한 환산표를 적용하는 방법이 더욱 신뢰도를 높일 수 있다.

환산표 사용에서 난시가 있는 경우에는 등가구면 굴절력을 이용하여 환산하고, 근시, 원시 모두 사용이 가능하다.

결 론

본 연구는 나안검사를 시행하여 결과를 소수점으로 응대하는 안경사는 38.6%로 대부분 나안검사를 소수점식으로 응대하지 않은 것으로 나타났다. 소수점식으로 응대하는 경우에도 대부분 안경교정 굴절력을 기준으로 대략적으로 나안시력을 결정하는 것으로 나타났다.

기존의 방식인 5m거리에서 시작하여 거리를 줄이면서 시행하는 나안 시력검사 방법에 비교하여 본 연구에서 제시된 방법을 사용하면 피검사자 마다의 특성에 따른 오차가 없고 결과 값도 항상 정확하게 표현할 수 있다.

기관이나 산업체에서는 나안시력을 검사할 때 안경사에 게 완전교정 굴절력을 검사하게 하여 제시된 환산표를 사용하면 공정성 있는 적용이 가능해지며, 나안시력의 기준이 필요한 기관이나 산업체에서도 최소기준이 되는 시각을 결정하면 시각에 해당하는 나안시력의 기준을 정확히 제시할 수 있다.

따라서 제시된 환산표(Table 5)는 안경사들이 나안시력을 소수점 방식으로 응대하는데 일관성 있는 정확한 기준이 되며, 나안시력 값이 필요한 피검사들은 언제 어떤 경우에도 같은 기준으로 본인의 나안시력 값을 확인할 수 있다.

나안시력의 중요성을 인식하고 정확한 기준으로 공정성, 정확도, 신뢰도를 높이기 위해서는 교정굴절력을 정확하게 검사하여 그 결과 값을 나안시력 값으로 변환하여 사용할 것을 제안한다.

감사의 글

본 연구는 2019년도 신한대학교 학술연구비 지원으로 연구되었습니다.

REFERENCES

- [1] Sung PJ. Optometry, 8th Ed. Seoul: Daihakseolim, 2018; 247-251.
- [2] Sung PJ. Optometry, 4th Ed. Seoul: Daihakseolim, 2014;300-307.
- [3] Rockett BM. Louisiana state vision screening program. Am Orthopt J. 1988;38(1):7-11. DOI: <https://doi.org/10.1080/0065955X.1988.11981762>
- [4] Yazawa K, Suga J, Wakita S, et al. The Tokyo metropolitan home vision screening program for amblyopia in 3-year-old Children. Am J Ophthalmol. 1992;114(4):416-419. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(14\)71851-3](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(14)71851-3)
- [5] Chung TM, Choi CK, Choi O. Relationship between visual acuity and refractive error in myopia. J Korean Ophthalmol Soc. 1977;18(4):305-314.
- [6] Hirsch MJ. Relation of visual acuity to myopia. Arch Ophthalmol. 1945;34(5):418-421. DOI: <https://doi.org/10.1001/archophth.1945.00890190422014>
- [7] Prince JH, Fry GA. The effect of errors of refraction of visual acuity. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 1956; 33(7):353-373. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-195607000-00003>
- [8] Kim SM, Shim HS, Shim JB. Relationship between uncorrected visual acuity and refraction of the children and teenagers. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2013;18(2): 173-178. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2013.18.2.173>
- [9] Shin CG. The correlation between spherical power and astigmatism in visual acuity for myopic school children under cycloplegic refraction. Korean J Vis Sci. 2012;14(1): 31-38.
- [10] Baek SC, Lee DH, Kim SH, et al. Relationship between uncorrected visual acuity and refractive error in visual acuity test of children. J Korean Ophthalmol Soc. 2004; 45(6):1001-1008.

나안시력 검사 값에 관한 기준 연구

정세훈*

신한대학교 뷰티헬스사이언스학부 안경광학전공, 교수, 의정부 11644
투고일(2020년 6월 15일), 수정일(2020년 6월 17일), 게재확정일(2020년 6월 17일)

목적: 현재의 방법으로 나안시력 검사를 실시하여 결과 값의 정확성과 일관성을 판단하였고, 정확성과 일관성 있는 나안시력 값을 제시하는 기준을 연구하였다. **방법:** 서울, 경기지역 안경원 83곳을 대상으로 나안시력검사에 대한 설문조사를 실시하였고, 경기지역 대학생 13명을 무작위로 선정하여 나안시력검사를 실시하였다. **결과:** 기존 방법으로 실시한 나안시력의 결과 값에서는 검사방법과 피검사자의 특성에 따라서 일관성과 정확도가 낮게 나타났다. 나안시력 결과 값의 정확도를 높이기 위해서 교정굴절력과 나안시력의 환산표를 제시하였다. **결론:** 나안시력을 중요한 기준으로 사용하는 경우, 공정성과 정확도를 높이기 위해서는 안경사에게 교정굴절력을 정확하게 검사하여 그 결과 값을 나안시력 값으로 변환하여 사용할 것을 제안한다.

주제어: 나안시력, 나안시력 검사법, 나안시력 환산표