

## 시운동 안진 반응과 시력과 상관 관계

마경탁 · 한승한 · 장지호

연세대학교 의과대학 안과학교실, 시기능 개발연구소

**목적** : 스넬렌 시력표로 측정한 시력과 OKN 반응 검사 및 줄무늬 시력표로 측정한 시력과의 상관 관계를 비교하여 OKN 반응 검사가 시력의 척도로 유용 가능한지를 알아 보고자 하였다.

**대상과 방법** : 정상안을 가진 24명을 대상으로 Diffusion blur를 사용하여 스넬렌 시력을 저하 시킨 뒤 OKN 시력과 줄무늬 시력과의 상관관계를 보았다. OKN 시력은 주관적 반응과 객관적 반응을 보았고 줄무늬 시력은 주시선호 방법을 통하여 검사하였다. 황반부를 가린 후 주변부 시력만으로 줄무늬 시력과 OKN 시력을 비교하여 보았다.

**결과** : Diffusion blur를 통한 스넬렌 시력 감소와 줄무늬 시력은 통계적으로 상응하는 유의한 감소를 보였으나 ( $p < 0.05$ ), OKN 반응으로 검사한 시력은 유의한 감소를 보이지 않았다. 주변부 시력 비교에서는 줄무늬 시력의 감소와 비교하여 OKN 시력은 유의 있는 시력 저하를 보이지 않았다.

**결론** : 스넬렌 시력표와 줄무늬 시력표로 측정되는 시력과 OKN 반응으로 측정된 시력간의 상관관계는 적었고, OKN 반응을 이용한 시력 측정은 정량적 시력 지표로서의 기능을 가지기 어렵다고 생각된다.

<한안지 46(3):480-484, 2005>

스넬렌 시력표로 시력을 측정할 수 없는 유아의 시력은 Teller acuity card<sup>1</sup>, VEP 그리고 Optokinetic nystagmus (OKN) 반응<sup>2</sup> 등을 이용하여 평가된다. 특히 OKN drum에 의한 반응은 한 방향으로 움직이는 반복적인 자극에 의해 유발되는 일종의 불수의적인 반사로 법적인 감정 문제나 군·신체검사 또는 장애 등급 판정에 있어서 객관적 시력 검사로 한정적으로 사용되고 있다<sup>3</sup>.

줄무늬 시력은 자극에 의한 해상력을 주로 평가하지만 일반적인 시력의 지표로 쓰여지는 스넬렌 시력은 해상력과 더불어 대상의 판별을 요하는 인지 능력에 기반을 두고 있어 좀 더 복잡한 과정이 필요하며 줄무늬 시력보다 시력이 낮은 것으로 알려져 있다<sup>4</sup>.

OKN 반응을 이용한 시력 검사는 시간과 장비 면에서 간단히 시행할 수 있으면서도 신뢰성 있는 검사라

는 장점이 있지만, 시신경에서 유래하는 망막 축색의 약 10%는 외슬상체를 경유하지 않고 덮개앞구역등으로 직접 연결이 되어 외슬상체 이후 시각 피질 경로영역의 병변에 의해 시력이 소실된 환자에서도 OKN 반응이 관찰되는 경우가 있어<sup>5</sup> OKN 반응이 스넬렌 시력과 동등한 시력의 지표로서 평가될 수 있는지는 불분명하다.

본 논문에서는 인지 능력이 정상인 사람들을 대상으로 Diffusion blur를 이용하여 조도를 감소시켜 스넬렌 시력을 저하시킨 후 Grating acuity, OKN 반응과의 상관 관계를 알아 보고 시력 평가 지표로서의 적합성에 대하여 알아 보고자 하였다.

### 대상과 방법

교정시력 1.0 이상인 정상 성인 24명을 대상으로 Diffusion blur를 이용하여 스넬렌 시력을 각각 20/50, 20/100, 20/200, 20/400, 20/800으로 저하시키고 이때 상응하는 줄무늬 시력 및 OKN 반응을 측정하였다.

두 개의 컴퓨터 모니터와 그 사이에 비디오 카메라를 설치하여 눈의 움직임을 관찰하도록 만든 기기 앞의 110 cm 떨어진 곳에 대상자를 앉히고 검사를 시행하였다. 우선, 두 모니터 중 한 개에 흑백선이 교대로 있

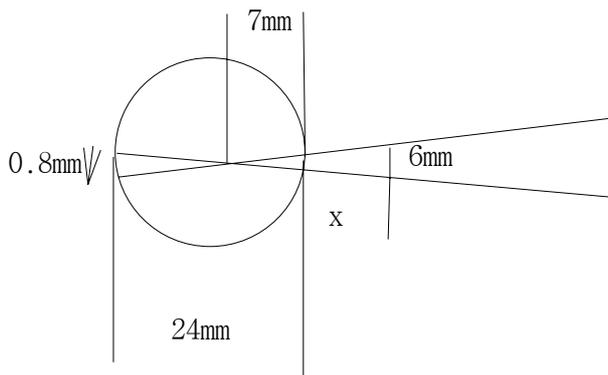
<접수일 : 2004년 6월 16일, 심사통과일 : 2005년 2월 17일>

통신저자 : 한 승 한  
서울시 강남구 도곡동 146-92  
연세대학교 영등재병원 안과  
Tel: 02-3497-3440, Fax: 02-3463-1049  
E-mail: shhan222@yumc.yonsei.ac.kr

\* 본 논문의 요지는 2003년 대한안과학회 제89회 춘계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

는 카드를 보여 주고 나머지 한 개에는 동일한 평균 휘도의 회색 카드를 보여 주어 주시 선호 형태를 평가하였다. 그 후, 서로 다른 decreasing sequence spatial frequencies를 가지고 움직이는 자극을 들 중의 한 모니터에서 보여 주어 OKN 반응을 측정하였다. 이러한 두 가지 검사는 나안 상태 그리고 Diffusion blur를 이용하여 시력을 감소시킨 상태에서 시행되었다. 주변부 시력의 OKN 반응에 대한 영향에 대하여 알아 보기 위해 직경 6 mm의 macula occluder를 안전 18 cm에 위치시킨 후, 나안 상태에서 OKN 반응을 상기와 동일한 방법으로 검사하였다(Fig. 1).

Diffusion blur에 사용한 liquid crystal window (Edmund Scientific Co., U.S.A.)는, Indium tin oxide-coated polyester film의 두 전극 사이에 polymer matrix와 1-5  $\mu\text{m}$  크기의 liquid crystal cavity로 채워져 있다. 크기는 15 $\times$ 5 cm 이고, 교류 전압 0-90 volts에서 작동하고 교류 전압이 올라 갈수록 liquid crystal의 규칙적인 재배열이 일어나 빛의 통과가 가능하게 된다(Table 1).<sup>6</sup>



Macula = 0.4-0.8 mm  
 0.8 or 0.4 mm : (24-7) mm = 6 : (7+x)  
 x = 12.05 cm (d=0.8 mm) or 24.8 cm (d=0.4 mm)

Figure 1. Macula occluder for peripheral vision.

Table 1. Transmission and scattering properties of a liquid crystal window

Property (%)	0v	100v
Total transmission	62	82
Total absorption	29	14
specular reflection	6	10
back scatter	23	4
Total absorption	9	4
	100%	100%

\*Datas are from van Konynenberg et al.

모니터에 보여지는 pixel의 크기는 각각의 시표 크기에 대하여 환산되었으며 실제 크기는 소수점 이하 1 자리에서 반올림하였다. Grating과 OKN 자극의 크기는 모니터의 pixel 수로 환산하여 110cm 거리에서 20/800은 32 pixel, 20/400은 16 pixel, 20/200은 8 pixel, 20/100은 4 pixel 그리고 20/50은 2 pixel로 하였다.

OKN 반응은 주관적 반응과 객관적 반응을 구별하여 측정하였다. 주관적반응은 검사자가 반응을 인지할 때 버튼을 누르도록 하여 측정하였고 객관적 반응은 카메라로 안구의 운동을 측정하여 안전이 나오지 않는 시점의 시자극 보다 한 단계 큰 시자극을 '반응 시자극'으로 하였다. 안전이 나오지 않는 시점을 측정하는데 있어서 오차의 소지를 가능한 줄이기 위해 동일인이 측정하도록 하였다.

통계분석은 SPSS/PC 통계 프로그램을 이용하여 ANOVA with repeated measure trend를 시행하였으며 p-value가 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

## 결 과

스넬렌 시력을 각각 20/50, 20/100, 20/200, 20/400, 20/800으로 저하시켰을 때, 이에 상응하는 줄무늬 시력 및 OKN 반응의 측정값은 Table 2와 같다. 줄무늬 시력은 Diffusion blur를 사용하였을 때 스넬렌 시력보다 좋은 반응을 보였다. 즉 스넬렌 시력표로 최소 자극을 20/800로 감소시켰을 때에도 줄무늬 시력은 평균 4.45 cycle/degree $\pm$ SD 1.95로 높았으며 이는 스넬렌 시력보다 줄무늬 시력이 좋다는 결과이다. 20/50 자극에는 2.82 cycle/degree $\pm$ SD 1.18로 약간 떨어져 있으나 통계적으로 유의한 스넬렌 시력과 줄무늬 시력의 차이를 보였다 (p<0.05, ANOVA with repeated measure trend). 줄무늬 시력은 Diffusion blur를 사용한 상황에서 스넬렌 시력보다 시력이 좋았으나 줄

Table 2. Changes of visual acuity under artificially controlled visual acuity with diffusion blur

Visual Acuity (pixel)	Grating (cycle/degree)	OKN subjective (cycle/degree)	OKN objective (cycle/degree)
20/800 (32)	4.45	4.73	4.91
20/400 (16)	4.45	4.55	5.00
20/200 (8)	3.73	4.27	4.48
20/100 (4)	3.36	4.00	5.45
20/50 (2)	2.82	3.91	4.40

무늬 시력과 스넬렌 시력을 pixel로 환산한 값과는 서로 통계적으로 유의한 상관 관계가 있었다( $p < 0.05$ , ANOVA with repeated measure trend).

OKN 반응은 스넬렌 시력 감소에 비하여 Diffusion blur에 의한 시력 감소가 적었다. 스넬렌 시력은 20/800로 감소된 경우에도 줄무늬 시력과 비슷하게 주관적 OKN 반응은 4.73 cycle/degree±SD 1.73, 객관적 반응은 4.91 cycle/degree±SD 3.79 였으며, 스넬렌 시력을 20/50로 조정할 경우 주관적 OKN 반응은 3.91 cycle/degree±SD 2.27, 객관적 OKN 반응은 4.40 cycle/degree±SD 4.38로 OKN 시력은 좋아졌지만 스넬렌 시력과 OKN 시력의 차이가 통계적으로 의미가 있지 않았다( $p > 0.05$ , ANOVA with repeated measure trend) (Fig. 2).

교정 시력 1.0에서 중심부를 가린 주변부 시력과 가리지 않은 시력을 비교하였을 때 결과는 Table 3과 같았다. 주관적 및 객관적 OKN 반응에서의 각각의 두 값은 줄무늬시력표에서의 두 값을 기준으로 고려하였을 때 비례 관계를 보이지 않았다(Fig. 3).

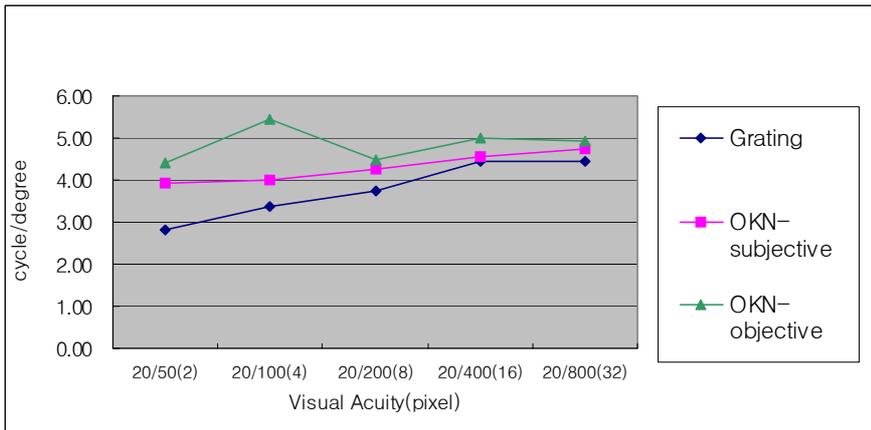
**Table 3.** The average in comparison of central and peripheral visual acuity (단위 : cycle/degree)

	Grating	OKN subjective	OKN objective
Central	2.00	3.55	3.73
Peripheral	2.36	4.38	6.27

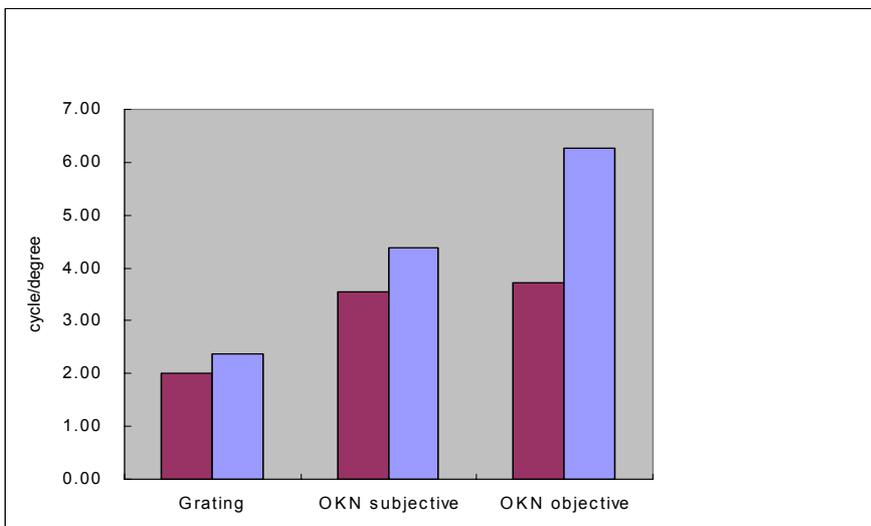
### 고찰

시력을 측정할 수 없는 어린이들이나 법적 문제, 군대징집 또는 장애 등급 발급등과 연관되어 시력을 가능한 정확하고 객관적으로 측정하기 위한 연구는 끊임없이 계속되어 왔다. 현재 널리 사용되는 객관적 시력의 측정 방법으로는 OKN, forced preferential looking, VEP등이 있다.

시운동안진이란 시야를 수평으로 움직이는 반복적인 시표에 의해 유발되는 일련의 안구운동으로 눈이 반복되는 시표 하나를 따라 보다가 다음 시표가 나타나면



**Figure 2.** Changes of visual acuity under artificially controlled visual acuity with diffusion.



**Figure 3.** The average in comparison of central and peripheral visual acuity.

무의식적으로 그 시표를 보기 위해 눈이 처음의 위치로 되돌아 가는 두 가지의 성분으로 되어 있으며 이중 따라보는 시표의 움직임 감지할 수 있는 시력이 있어야 가능하게 된다.<sup>7</sup>

OKN 반응은 중심 시력이 있어야 나타나며 피검자가 OKN 반응을 고의로 억제하기가 어려워 불수의적으로 발생한다는 장점으로 인해 객관적인 시력 측정을 위한 이용이 연구되어 왔다.

이렇게 OKN을 이용한 시력측정이 시도되고 있으나 아직까지 객관적 시력검사로써 임상적으로 널리 사용하고 시력을 단계별로 나타내는 데는 미흡하여 시력의 유무와 어느 정도의 예상만이 가능할 뿐 실제 임상적으로 시력을 정량화하여 사용할 수준의 검사는 아직 개발되어 있지 않다. 이런 원인으로 여러 가지 고려할 점들이 있는데, 먼저 자극의 크기, 속도, 방향등을 균등하게 하기 어렵고 시운동 안진에 영향을 미치는 기타 외부자극을 차단하기가 어렵다는 것이다. 또한 OKN 유발에는 중심망막 외에도 주변부 망막이 많이 관여하며<sup>8</sup> 반응 경로로는 외슬상체를 경유하는 시각피질을 통한 경로도 있지만 중뇌의 앞덮개구역과 상구<sup>9</sup> 특히 시각발달이 미숙한 영유아의 경우 앞덮개 구역의 시각로핵이 관여한다고 알려져 있다. 따라서 OKN을 이용한 시력검사에서 중심 시력 이외에 관여하는 기전적 인자가 있지만 정상적인 성인에서는 피질에서 오는 구심섬유와 연결되어 중심시력 또는 시피질에 의한 반응이 나타나게 된다.<sup>10</sup>

OKN 반응검사의 기술적 측면을 보면, 자극은 흔히 흑백의 줄무늬로 구성된 격자를 움직여서 하게 되는데 과거에는 작은 통을 돌리거나 canopy에 투사시키는 방법을 사용하였으나 조도, 자극의 횡수, 속도 등이 OKN 유발에 중요한 변수로 작용하는 것으로 알려졌고<sup>11,12,13</sup> 과거의 방법들은 주변 시야에서 상의 왜곡등의 문제로 자극에 규칙적이고 일정한 변화를 주는데 어려움이 있어 반응의 유무를 아는 정도에 머물렀다. 즉, 이런 제한점을 극복하려면 어디서나 검사의 조도와 거리를 일정하게 유지하고 자극의 spatial frequency와 속도를 변화시키면서 모든 시야에서 상의 왜곡이 없는 OKN 검사 기구가 필요하다고 할 수 있으나 아직까지 일부 실험실에서 가능하며 그나마 너무 크고 복잡한 단점이 있다.

본 연구에서 Diffusion blur를 사용하여 시력을 인위적으로 감소시켰으며 이에 상응하는 줄무늬 시력표 시력측정에서는 환자들간의 통계적으로 유의한 감소 경향을 나타내었으나 OKN 시표에서는 유의한 차이가 없었다.

피검자의 주의력이 다른 방법들과 마찬가지로 OKN

반응에서도 문제가 되지만 OKN 반응은 억제할 수 없는 불수의적 반응으로 자극을 한번이라도 주시만 하면 나타나므로 preferential looking technique이나 VEP를 이용한 방법에 비해 유리하다고 할 수 있다. 그러나 전술한 바와 같이 OKN 반응은 외슬상체를 경유 시피질까지의 경로에 이상이 있어 시력이 없는 환자에서도 나타날 수 있으며<sup>8</sup> 본 연구의 결과와 같이 OKN 반응이 스넬렌 시력보다 좋게 나타나 스넬렌 시력과 호환되는 정량적 시력의 지표로 사용하기는 부적합하다고 생각되며 제한적인 경우의 시기능의 평가의 지표로 사용되어야 한다.

저자들은 본 연구를 통하여 스넬렌 시력표로 측정된 시력과 줄무늬 시력 그리고 OKN 시력을 비교하여 이 두 가지 방법으로 측정된 시력을 정량화할 수 있는지 여부를 알아 보고자 하였다. 연구 결과 줄무늬 시력과 달리 OKN은 시력을 정량화하는 지표로 사용되기 어려울 것으로 생각된다는 결론을 얻었다.

또한, 중심부를 가렸을 때의 반응과 가리지 않은 반응을 비교한 결과 OKN과 줄무늬 시력이 비례적인 관계를 보이지 않는 것으로 나타났다. 이는 OKN 반응이 중심시력 뿐만 아니라 주변부 망막에 의한 반응에 의존하고 있다는 것을 의미한다. 하지만 본 연구에서 일정한 시력에서만 두 값을 비교하였으므로 시력을 변화시키면서 서로의 상관 관계를 분석하는 것이 OKN 반응에 미치는 중심부 시력과 주변부 시력의 상관 관계를 이해하는데 더 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- 1) Spierer A, Royzman Z, Chetrit A, et al. Vision screening of Preverbal children with Teller acuity cards. *Ophthalmology* 1999; 106:849-54.
- 2) Fulton AB, Hansen RM, Manning KA. Measuring visual acuity in infants. *Surv Ophthalmol* 1981;25:325-32.
- 3) Kim MS, Choi YS, Lu WN. The Development of An Objective Test for Visual Acuity Assessment Using Optokinetic Nystagmus Stimuli Presented Head - Mounted Display: Seohan Objective Visual Acuity Test. *J Korean Ophthalmol Soc* 2000; 41:871-8.
- 4) Mayer DL, Fulton AB, Rodier D. Grating and recognition acuities of pediatric patients. *Ophthalmology* 1984;91:947-53.
- 5) Scharli H, Harman AM, Hogben KH. Residual vision in a subject with damaged visual cortex. *J Cogn Neurosci* 1999; 11:502-10.
- 6) Han SH, Chung GW, Lee JB. The Effect of Diffusion Blur on Central and Peripheral Vision in Normal Adults. *J Korean Ophthalmol Soc* 1996;37:818-22.
- 7) von Noorden GK. *Binocular vision & ocular motility*, 5th ed. St. Louis: Mosby Co, 1995;chap.11.

- 8) Abadi RV, Howard JP, Ohmi M. The rise time and steady-state gain of the human optokinetic response. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:2035.
- 9) Sadun AA, Jouhson BM, Smith LEH. Neuroanatomy of the human visual system Part 2. Retinal projections to the superior colliculus and pulvinar. Neuroophthalmology 1986;6:363.
- 10) Ilg UJ, Hoffmann KP. Functional grouping of the corticopretectal connection. Journal of Neurophysiology 1993;70: 867-9.
- 11) Holm-Jensen S, Peiterson E. The significance of the target significance of the target frequency and target speed in optokinetic nystagmus. Acta Otolaryngol 1979;88:110-6.
- 12) Wang L. The relationship of luminous intensity and velocity for motion perception and maximum OKN elicitation. Vision Res 1991;31:1601-9.
- 13) Wang L, Sonderberg PG, Tengroth B. Influence of target direction, luminance and velocity on monocular horizontal optokinetic nystagmus. Acta Ophthalmol 1993;71:578-85.

**=ABSTRACT=**

## **Correlation between Optokinetic Nystagmus Response and Visual Acuity**

**Kyoung-Tak Ma, M.D., Sueng-Han Han, M.D. Ji-Ho Chang, M.D.**

*The Institute of Vision Research, Department of Ophthalmology  
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** The purpose of this paper was to determine the correlation between optokinetic nystagmus and grating and Snellen visual acuity charts and the validity of this correlation as an index.

**Methods:** Diffusion blur was used to cause visual decrease in 24 patients with normal eyes. Vision was measured using 3 different methods. To compare the central and peripheral vision, visual acuity was measured using a macula occluder.

**Results:** Twenty four patients had an average uncorrected vision of 1.0 and showed regular visual acuity decrease using diffusion blur. Grating visual acuity showed correlation with the Snellen visual acuity but OKN visual acuity showed low correlation ( $p < 0.05$ , ANOVA with repeated measure trend). OKN visual acuity showed low correlation with grating acuity when central visual acuity was occluded and only peripheral acuity was taken into consideration.

**Conclusions:** Visual acuity measured using Snellen or grating acuity had little correlation with OKN visual acuity, and visual acuity measured using OKN was unable to indicate visual acuity in a quantitative manner. J Korean Ophthalmol Soc 46(3):480-484, 2005

**Key Words:** Central and peripheral vision, Grating visual acuity chart, OKN, Snellen

---

Address reprint requests to **Sueng Han Han, M.D.**

Department of Ophthalmology, Yonsei University College of Medicine, Yongdong Severance Hospital

#146-92 Dogok-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-720, Korea

Tel: 82-2-3497-3440, Fax: 82-2-3463-1049, E-mail: shhan222@yumc.yonsei.ac.kr