



속발내사시수술 전후 대비감도의 변화 분석

Change in Contrast Sensitivity after Surgery for Consecutive Esotropia

나정호 · 이수정

Jeong Ho Na, MD, Soo Jung Lee, MD

인제대학교 의과대학 해운대백병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Haeundae Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan, Korea

Purpose: This study compared the contrast sensitivity before and after surgery for intermittent exotropia and consecutive esotropia and examined the correlation between contrast sensitivity and other visual function factors.

Methods: The medical records of patients who underwent surgery for consecutive esotropia after surgery for intermittent exotropia were analyzed retrospectively. To analyze changes after each surgery, contrast sensitivity was tested before surgery for exotropia, before surgery for consecutive esotropia, and 3 months after surgery for consecutive esotropia. The changes in contrast sensitivity were analyzed, and correlation analyses between contrast sensitivity and the Titmus test and Worth 4 Dot (W4D) test were performed.

Results: The study included 14 patients. In consecutive esotropia, the contrast sensitivity was significantly improved at 7.1 and 10.2 cycles per degree (cpd) under mesopic conditions in the presence of glare and at 10.2 cpd under photopic conditions with and without glare after esotropia surgery ($p < 0.05$). There was a significant negative correlation between contrast sensitivity and stereopsis at 1.1 cpd under photopic conditions without glare before esotropia surgery ($p = 0.011$). Comparing the contrast sensitivity according to the W4D results, the fusion group had significantly better contrast sensitivity than the non-fusion group at 10.2 cpd under photopic conditions without glare and 2.9, 4.5, and 7.1 cpd with glare before exotropia surgery ($p < 0.05$).

Conclusions: The contrast sensitivity at high spatial frequencies improved after surgery for consecutive esotropia and there was a significant negative correlation between the contrast sensitivity and stereopsis in consecutive esotropia. This means that in patients with esotropia, the contrast sensitivity test is an indirect indicator of visual function.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(6):826-833

Keywords: Contrast sensitivity, Esotropia, Exotropia

대비감도는 인접한 물체 또는 공간의 밝기 차이를 감지하는 기능을 말한다. 대비감도는 약시, 시신경염, 백내장 및

녹내장에서 비정상일 수 있으며, 최근 눈부심, 사시 및 입체시와도 연관이 있는 것으로 보고되고 있다.^{1,2}

간헐외사시와 관련한 연구 중에는 박명시 혹은 명소시(mesopic or photopic) 환경에서 대비감도검사가 간헐외사시를 가진 어린이의 눈부심을 반영할 수 있다는 보고가 있으며,³ 대비감도가 입체시와 음의 상관관계를 가지며 간헐외사시에서 시기능을 평가할 때 대비감도검사가 도움이 될 수 있다고 한다.⁴

최근 사시 환자에서 시기능의 지표로서 대비감도검사에 대한 연구가 이루어지고 있는 가운데³⁻⁶ 내사시와 대비감도 사이 연관성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 내사

■ Received: 2020. 9. 24. ■ Revised: 2020. 11. 20.

■ Accepted: 2021. 5. 24.

■ Address reprint requests to **Soo Jung Lee, MD**

Department of Ophthalmology, Haeundae Paik Hospital, Inje University College of Medicine, #875 Haeundae-ro, Haeundae-gu, Busan 48108, Korea
 Tel: 82-51-797-2310, Fax: 82-51-797-2030
 E-mail: kris9352@hanmail.net

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

© 2021 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.

시각이 증가함에 따라 대비감도가 악화된다고 보고한 연구가 있으나,⁷ 내사시의 종류에 대해 통일이 되지 않았고 입체시와 같은 다른 시기능 요소와의 상관성에 대한 분석이 없어 이에 대한 추가적인 연구가 필요한 실정이다.

본 연구는 간헐외사시에 대한 수술 이후 속발내사시가 생긴 환자들에게서 내사시수술을 받은 이후까지 총 세 차례에 걸쳐 대비감도검사를 시행하였다. 즉 외사시수술 전, 속발내사시수술 전, 속발내사시수술 후 3개월 시기에 대비감도검사를 시행하여 각 단계에서 대비감도의 유의한 변화가 있는지 알아보고자 하였고 다른 시기능 요소들과의 연관성에 대해서도 분석하였다.

대상과 방법

2017년 1월부터 2020년 8월까지 간헐외사시에 대한 수술 이후 속발내사시가 발생하여 수술을 시행한 환자들을 대상으로 외사시수술 전, 속발내사시수술 전, 속발내사시수술 후 협조가 가능하였던 환자들에서 대비감도검사를 시행하였고 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 사시 종류에 따른 차이를 배제하기 위하여 근거리와 원거리 사시각의 차이가 10 prism diopters (PD) 이하인 기본형 간헐외사시만을 대상으로 하였으며, 외사시수술 이후 발생한 속발내사시에 대해서 수술을 시행한 후 편위가 8 PD 이내로 성공적인 결과를 얻은 환자만을 포함시켰다.

마비사시, 제한사시, 약시나 안구의 기질적 이상, ± 6 D 이상의 원시나 근시, ± 2 D 이상의 난시, 사시수술을 포함한 안과수술의 과거력, 눈떨림, 선천성 기형, 신경학적 이상, 염색체질환 또는 전신적 질환을 동반한 경우는 대상에서 제외하였다.

속발내사시 환자의 나이와 성별, 외사시 수술 전, 속발내사

시 수술 전, 속발내사시 수술 후 3개월에 최대교정시력 및 구면렌즈대응치, 원거리 주시와 근거리 주시 상태의 사시각을 측정하였다. 입체시는 티트무스검사를 이용하였고 양안시기능은 워트4등검사(Worth 4 dot test, W4D)를 이용하여 조사하였다. 대비감도검사의 경우 굴절이상을 교정한 상태에서 양안으로 주시한 상태로 대비감도검사 기계 Contrast Glare tester 2000 (CGT-2000, Takagi; Seiko Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 대비임계치를 측정하였으며 박명시 환경(평균 휘도 5 candelas/square meter [cd/m^2])과 명소시 환경(평균 휘도 100 cd/m^2)에서 시행되었다. 대비임계치는 환자가 볼 수 있는 최소대비를 의미하며, 통계 분석을 위해 로그를 취한 log contrast sensitivity (logCS)로 변환하였다. 현휘(glare) 자극을 주기 위하여 박명시 환경에서 40,000 cd/m^2 , 명소시 환경에서 100,000 cd/m^2 의 밝기를 가지는 12개의 백색등(light-emitting diodes, LED)이 추가되었다. 측정은 6개의 시각 6.3°, 4°, 2.5°, 1.6°, 1°, 0.64°에서 시행되었으며, 이는 각각 공간 주파수 1.1, 1.8, 2.9, 4.5, 7.1, 10.2 cycles per degree (cpd)에 해당한다. 검사는 박명시, 박명시에 현휘가 추가된 경우, 명소시, 명소시에 현휘가 추가된 경우 순으로 동일하게 진행되었다. 통계적인 분석은 SPSS software version 12.10 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 각 공간 주파수에서 현휘의 유무에 따른 대비감도의 변화를 보기 위해 paired *t*-test를 시행하였다. 외사시수술 전, 속발내사시수술 전, 속발내사시수술 후 세 번에 걸친 대비감도의 변화를 보기 위해 repeated measure 1-way analysis of variance 분석을 시행하였다. 대비감도와 최대교정시력, 구면렌즈대응치, 사시각, 입체시와의 상관관계를 Pearson 상관 분석을 사용하여 분석하였다. 또한 W4D 결과를 원거리와 근거리에서 융합하는 경우, 근거리에서만 융합하는 경우, 융합능력이 없는 경우 세 군으로 나눈 후 Kruskal

Table 1. Clinical characteristics of the patients with consecutive esotropia

Characteristic		Value		
Age (years)		8.4 \pm 2.0		
Sex (male/female)		4/10		
BCVA (logMAR)		0.0 \pm 0.0		
		XT preoperative	ET preoperative	ET postoperative
SE (D)		-1.3 \pm 1.5 (-4.0 to +0.4)	-1.8 \pm 1.5 (-3.75 to +0.25)	-1.8 \pm 1.5 (-3.75 to +0.38)
Deviation (PD)	Far	+32.5 \pm 2.9	-27.0 \pm 7.9	-0.9 \pm 0.9
	Near	+33.5 \pm 3.8	-26.4 \pm 10.0	-0.6 \pm 0.7
Stereopsis (arcsec)		84.3 \pm 54.5 (40 to 200)	227.9 \pm 251.0 (50 to 800)	74.3 \pm 43.3 (40 to 200)
> 100 arcsec (%)		14.3	57.1	7.1

The deviation is marked with “+” for XT, “-“ for ET.

BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = logarithm of the minimum angle of resolution; SE = spherical equivalent; D = diopters; XT = exotropia; ET = esotropia; PD = prism diopters.

wallis 분석을 시행하여 각 군의 대비감도를 비교 분석하였다.

p값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의함으로 판정하였다. 본 연구는 임상시험윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 진행하였다(승인 번호: 2020-09-013).

결 과

총 14명의 환자가 포함되었고, 남자 4명, 여자 10명이었

다. 속발내사시수술 시기는 외사시수술 이후 14개월(범위, 8-24개월)이었다. 속발내사시수술 당시 환자의 평균 나이는 8.4 ± 2.0 세(범위, 6-14세)였고, 최대교정시력은 모두 logMAR 0.0 ± 0.0 이었으며, 구면렌즈대응치는 외사시수술 전 -1.3 ± 1.5 D (범위, -4.0 to $+0.40$ D), 속발내사시수술 전 -1.8 ± 1.5 D (범위, -3.75 to $+0.25$ D), 속발내사시수술 후 -1.8 ± 1.5 D (범위, -3.75 to $+0.38$)였다(Table 1).

사시각은 외편위를 “+”, 내편위를 “-”로 표기하였다. 평균 원거리 사시각은 외사시수술 전, 속발내사시수술 전, 속

Table 2. Comparison of logCS without glare before and after surgery for consecutive esotropia

Spatial frequency (cpd)	Without glare			p-value*	Post-hoc test†
	XT preop (A)	ET preop (B)	ET postop (C)		
Mesopic					
1.1	1.941	1.874	1.939	0.622	
1.8	1.928	1.613	1.751	0.190	
2.9	1.684	1.349	1.560	0.209	
4.5	1.384	1.046	1.245	0.105	
7.1	1.006	0.738	0.959	0.178	
10.2	0.545	0.345	0.614	0.330	
Photopic					
1.1	2.011	1.985	1.881	0.152	
1.8	1.919	1.827	1.786	0.266	
2.9	1.869	1.701	1.711	0.355	
4.5	1.682	1.374	1.510	0.119	
7.1	1.407	1.117	1.198	0.337	
10.2	1.132	0.735	0.946	0.024‡	C > B

logCS = log contrast sensitivity; cpd = cycles per degree; XT = exotropia; preop = preoperative; ET = esotropia; postop = postoperative. *The comparison was performed by using repeated 1-way analysis of variance; †Post-hoc test was performed by separate t-test; ‡p-values < 0.05.

Table 3. Comparison of logCS with glare before and after surgery for consecutive esotropia

Spatial frequency (cpd)	With glare			p-value*	Post-hoc test†
	XT preop (A)	ET preop (B)	ET postop (C)		
Mesopic					
1.1	1.695	1.726	1.667	0.972	
1.8	1.803	1.561	1.606	0.066	
2.9	1.602	1.407	1.488	0.279	
4.5	1.323	1.034	1.180	0.107	
7.1	1.025	0.704	0.944	0.033‡	C > B
10.2	0.677	0.376	0.679	0.032‡	C > B
Photopic					
1.1	1.884	1.875	1.833	0.545	
1.8	1.823	1.749	1.761	0.577	
2.9	1.796	1.686	1.735	0.529	
4.5	1.666	1.450	1.510	0.293	
7.1	1.331	1.131	1.265	0.388	
10.2	1.087	0.820	1.079	0.023‡	C > B

logCS = log contrast sensitivity; cpd = cycles per degree; XT = exotropia; preop = preoperative; ET = esotropia; postop = postoperative. *The comparison was performed by using repeated 1-way analysis of variance; †Post-hoc test was performed by separate t-test; ‡p-values < 0.05.

발내사시수술 후 각각 $+32.5 \pm 2.9$ PD (범위, $+25$ to $+35$ PD), -27.0 ± 7.9 PD (범위, -18 to -40 PD), -0.9 ± 0.9 PD (범위, 0 to -8 PD)였다. 평균 근거리 사시각은 외사시수술 전, 속발내사시수술 전, 속발내사시수술 후 각각 $+33.5 \pm 3.8$ PD (범위, $+30$ to $+40$ PD), -26.4 ± 10.0 PD (범위, -14 to -40 PD), -0.6 ± 0.7 PD (범위, 0 to -6 PD)였다. 평균 입체시는 외사시수술 전 84.3 ± 54.5 초각(범위 40-200초각), 속발내사시수술 전 227.9 ± 251.0 초각(범위 50-800초각), 속발내사시수술 후 74.3 ± 43.3 (범위 40-200초각)이었다. 100초각을 기준으로 100초각보다 클 경우를 불량한 입체시로 보았을 때, 불량한 입체시의 비율은 외사시수술 전 14.3%, 속발내사시수술 전 57.1%, 속발내사시수술 후 7.1%였다(Table 1).

W4D검사 결과 외사시수술 전 원거리와 근거리 모두에서 융합하는 경우가 2명, 근거리에서만 융합하는 경우가 4명, 융합능력이 없는 경우가 8명이었다. 속발내사시수술 전에는 모든 환자에서 융합능력이 없었고, 속발내사시수술 후에는 모든 환자가 원거리와 근거리 모두에서 융합하였다. 현휘에 의해 대비감도가 유의하게 감소하는 경우는 외사시수술 전 박명시의 1.1 cpd ($p=0.015$), 속발내사시수술 후 박

명시의 1.1 cpd였다($p=0.006$).

외사시수술 전과 속발내사시수술 전, 그리고 외사시수술 전과 속발내사시수술 이후에 박명시와 명소시 환경 모두에서 대비감도의 유의한 차이는 없었다. 속발내사시수술 이후 박명시 환경에 현휘가 추가된 7.1, 10.2 cpd에서, 명소시 환경에서 현휘의 유무와 무관하게 10.2 cpd에서 대비감도의 유의한 호전을 보였다(Table 2, 3).

Pearson 상관분석 결과 간헐외사시수술 전, 속발내사시수술 전, 속발내사시수술 후의 최대교정시력, 구면렌즈대응치는 각 단계의 대비감도와 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 대비감도와 사시각 사이 관계에서는 간헐외사시수술 전 외사시각과 대비감도 사이에 유의한 차이가 없었으나, 속발내사시수술 전 명소시 환경에 현휘가 없을 때 10.2 cpd에서 원거리 내사시각이 클수록 대비감도가 악화되는 유의한 음의 상관관계를 보였으며($p=0.038$), 명소시 환경에 현휘가 없을 때 2.9, 7.1, 10.2 cpd에서 근거리 내사시각과 대비감도 사이에 유의한 음의 상관관계를 보였다($p=0.016$, $p=0.048$, $p=0.024$).

대비감도와 입체시 사이 관계에서는 간헐외사시수술 전 대비감도와 입체시 사이에 유의한 상관관계가 없었으나 속

Table 4. Correlation between logCS and stereopsis before intermittent exotropia surgery

Spatial frequency (cpd)	1.1	1.8	2.9	4.5	7.1	10.2
Mesopic without glare	$r = -0.170$ $p = 0.578$	$r = 0.018$ $p = 0.955$	$r = -0.371$ $p = 0.213$	$r = -0.081$ $p = 0.793$	$r = -0.090$ $p = 0.771$	$r = -0.034$ $p = 0.913$
Mesopic with glare	$r = -0.370$ $p = 0.213$	$r = -0.413$ $p = 0.161$	$r = -0.478$ $p = 0.099$	$r = 0.097$ $p = 0.751$	$r = -0.331$ $p = 0.350$	$r = -0.428$ $p = 0.145$
Photopic without glare	$r = 0.074$ $p = 0.810$	$r = -0.242$ $p = 0.425$	$r = -0.321$ $p = 0.285$	$r = -0.357$ $p = 0.231$	$r = -0.226$ $p = 0.458$	$r = -0.310$ $p = 0.303$
Photopic with glare	$r = -0.186$ $p = 0.542$	$r = -0.290$ $p = 0.337$	$r = -0.353$ $p = 0.237$	$r = -0.336$ $p = 0.261$	$r = 0.118$ $p = 0.700$	$r = -0.071$ $p = 0.819$

The correlation analysis was performed by Pearson correlation coefficient.
logCS = log contrast sensitivity; cpd = cycles per degree.

Table 5. Correlation between logCS and stereopsis before consecutive esotropia surgery

Spatial frequency (cpd)	1.1	1.8	2.9	4.5	7.1	10.2
Mesopic without glare	$r = -0.396$ $p = 0.257$	$r = -0.370$ $p = 0.293$	$r = -0.196$ $p = 0.587$	$r = 0.048$ $p = 0.895$	$r = -0.125$ $p = 0.730$	$r = -0.147$ $p = 0.685$
Mesopic with glare	$r = -0.180$ $p = 0.619$	$r = -0.533$ $p = 0.113$	$r = -0.618$ $p = 0.057$	$r = -0.439$ $p = 0.205$	$r = -0.331$ $p = 0.350$	$r = -0.297$ $p = 0.404$
Photopic without glare	$r = -0.902^*$ $p = 0.011^*$	$r = 0.442$ $p = 0.201$	$r = -0.505$ $p = 0.136$	$r = -0.336$ $p = 0.343$	$r = -0.276$ $p = 0.441$	$r = -0.254$ $p = 0.478$
Photopic with glare	$r = 0.128$ $p = 0.725$	$r = -0.414$ $p = 0.235$	$r = -0.153$ $p = 0.672$	$r = -0.132$ $p = 0.715$	$r = -0.250$ $p = 0.486$	$r = -0.121$ $p = 0.739$

The correlation analysis was performed by Pearson correlation coefficient.
logCS = log contrast sensitivity; cpd = cycles per degree.

* p -values < 0.05.

발내사시수술 전 명소시 환경에 현회가 없을 때 1.1 cpd에서 대비감도와 입체시 사이 유의한 음의 상관관계를 보였다($p=0.011$) (Table 4, 5). 속발내사시수술 후에는 대비감도와 입체시 사이 유의한 상관관계가 없었다. W4D 결과에 따른 대비감도를 비교하였을 때 외사시수술 전 명소시 환경에 현회가 없을 때 10.2 cpd ($p=0.036$)와 현회가 추가된 2.9, 4.5, 7.1 cpd에서 융합을 한 군이 융합을 하지 않는 군에 비하여 대비감도가 유의하게 좋았다($p=0.018$, $p=0.027$, $p=0.012$) (Table 6, 7).

고찰

대비감도는 밝기 차이를 구별하는 기능으로 기존 시력 측정으로는 감지할 수 없으며 약시, 시신경염, 백내장, 녹내장과 같은 여러 가지 시각 이상에서 감소될 수 있다.¹² 일반적인 시력검사가 높은 대비감도를 가지는 지표를 사용하는 반면, 대비감도검사는 표준시력검사보다 일상에서의 시각 감각을 더 정확히 반영하고 공간적 혹은 시간적 관계를 잘 나타내 줄 수 있다.⁸ 최근에 현회 자극에 의한 대비감도의 변화를 보는 검사를 통하여 백내장 또는 굴절교정수술 후

Table 6. Comparison of logCS without glare according to W4D results before intermittent exotropia surgery

Spatial frequency (cpd)	Without glare			p-value*	Post-hoc test†
	Fusion (A)	Fusion only at near (B)	No fusion (C)		
Mesopic					
1.1	2.149	1.963	1.911	0.704	
1.8	2.011	2.000	1.867	0.845	
2.9	1.927	1.738	1.563	0.270	
4.5	1.699	1.530	1.296	0.687	
7.1	1.399	1.018	0.938	0.644	
10.2	1.097	0.521	0.461	0.855	
Photopic					
1.1	2.000	2.000	2.021	0.651	
1.8	2.002	1.928	1.849	0.577	
2.9	1.929	1.879	1.757	0.052	
4.5	2.000	1.919	1.408	0.050	
7.1	1.854	1.650	1.141	0.052	
10.2	1.523	1.460	0.832	0.036‡	A > C

logCS = log contrast sensitivity; W4D = Worth 4 Dot; cpd = cycles per degree.

*The comparison was performed by Kruskal-Wallis test; †Post-hoc test was performed by Tukey's test; ‡p-values < 0.05.

Table 7. Comparison of logCS with glare according to W4D results before intermittent exotropia surgery

Spatial frequency (cpd)	With glare			p-value*	Post-hoc test†
	Fusion (A)	Fusion only at near (B)	No fusion (C)		
Mesopic					
1.1	2.000	1.699	1.563	0.052	
1.8	2.000	1.999	1.592	0.050	
2.9	1.927	1.774	1.348	0.052	
4.5	1.400	1.548	1.088	0.059	
7.1	1.222	1.100	0.875	0.525	
10.2	0.796	0.717	0.534	0.136	
Photopic					
1.1	2.075	1.914	1.785	0.219	
1.8	1.927	1.857	1.671	0.050	
2.9	2.000	2.000	1.620	0.018‡	A > C
4.5	2.000	1.963	1.401	0.027‡	A > C
7.1	1.699	1.567	1.090	0.012‡	A > C
10.2	1.222	1.310	0.920	0.089	

logCS = log contrast sensitivity; W4D = Worth 4 Dot; cpd = cycles per degree.

*The comparison was performed by Kruskal-Wallis test; †Post-hoc test was performed by Tukey's test; ‡p-values < 0.05.

의 눈부심에 대한 연구가 이루어졌고,⁸⁻¹⁰ 간혈외사시 환자에서의 대비감도 및 눈부심과 관련된 연구가 시행되었는데 Chung et al³은 간혈외사시 환자에서 현휘의 유무와 상관없이 중간영역대와 저영역대의 공간주파수에서 대비감도가 정상 군에 비하여 저하되었음을 확인하였다. 또한 외사시군의 박명시 환경, 중간영역대의 공간주파수에서 현휘가 추가되었을 때 대비감도가 유의하게 감소하였고, 환자의 눈부심 증상과 밀접한 연관이 있다고 보고하였다. Kim and Lee⁵는 간혈외사시에 대해 수술을 받은 환자를 술 후 정위군과 과교정군으로 나누어 대비감도를 비교 분석하였는데, 그 결과 정위 군에 비해 과교정 군에서 술 후 대비감도가 유의하게 안 좋았으며, 과교정 군은 10.2 cpd의 공간주파수에서 술 전에 비하여 대비감도가 악화되었다. 저자들의 간혈외사시 환자에서 대비감도와 관련된 인자들에 대한 이전의 연구에서 거의 모든 시각에서 대비감도와 입체시가 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 가졌다.⁴ 즉 현재까지 연구 결과를 보면, 대비감도와 눈부심 사이에 연관성이 있으며, 대비감도가 외사시 환자에서 저하가 되며 입체시와 같은 고위 시기능과 연관이 있음을 알 수 있다.

현휘에 따른 대비감도의 변화에 대한 분석 결과, 외사시수술 전과 속발내사시수술 후 각각 박명시 1.1 cpd에서 현휘를 추가함에 따라 대비감도가 유의하게 감소하였다. Chung et al³의 연구에서는 외사시 환자가 중간영역대의 공간주파수에서 현휘의 추가에 따른 대비감도의 저하를 보였다. 본 연구는 저영역대의 공간주파수에서 대비감도의 저하를 눈부심의 객관적인 지표라고 가정한다면, 본 연구의 외사시수술 전 현휘에 의한 대비감도 감소 결과는 Chung et al³의 연구와 공간주파수는 다르지만 그 의미는 비슷하다고 볼 수 있고 외사시수술 후 속발내사시가 되면서 눈부심이 호전되어 속발내사시수술 전에는 현휘 자극에 반응하지 않았을 거라 추측해볼 수 있다. 하지만 본 연구는 눈부심에 대한 문진 및 분석을 따로 시행하지 않아서 눈부심과의 연관성은 알 수 없으며 내사시수술 이후에 1.1 cpd에서 현휘의 추가에 의한 대비감도 감소가 일어난 것은 의문이다. 이에 대한 해답을 얻기 위해서는 추후 더 많은 환자군을 모집하여, 내사시와 눈부심에 대한 연구 및 대비감도 연구가 시행되어야 할 것이다.

본 연구는 외사시수술 이후 속발내사시가 되었을 때 대비감도의 유의한 차이가 없었던 반면, 성공적인 속발내사시수술 이후 박명시 환경에 현휘가 추가된 7.1, 10.2 cpd에서, 명소시 환경에서 현휘의 유무와 무관하게 10.2 cpd에서 대비감도의 유의한 호전을 보였다. Kim and Lee⁵은 박명시 및 명소시 환경에서 외사시수술 이후 정위군에서 대비감도

의 호전을 보였으며, 과교정군은 10.2 cpd에서 대비감도의 악화를 보였다고 하였고, 본 연구에서는 속발내사시수술 이후 10.2 cpd에서 대비감도의 유의한 호전을 보였다는 것은 눈의 정렬 상태가 10.2 cpd 즉, 높은 공간주파수의 대비감도와 관련이 있음을 시사한다. 또한 상관분석에서 명소시 환경에 현휘가 없는 10.2 cpd에서 내사시각이 커짐에 따라 대비감도가 악화되는 음의 상관관계를 보여, 고영역대의 공간주파수에서 내사시 정도와 대비감도가 관련성이 있는 것으로 생각된다.

속발내사시수술 전 입체시는 명소시 환경에 현휘가 없는 1.1 cpd의 대비감도와 유의한 상관관계가 있었다. Kwon and Jung⁶은 명소시 환경 저영역대의 공간주파수에서 두 눈 대비감도 중합 비율(binocular contrast sensitivity summation ratio)이 입체시와 음의 상관관계를 가짐을 밝혔고, 이는 입체시가 낮은 공간주파수를 담당하는 대세포 경로(magnocellular pathway)와 연관이 있음을 설명하였다. 대세포 경로는 주요한 시각계 길 중 하나로 휘도 변화, 움직임, 낮은 공간주파수와 관련이 있으며 색깔, 미세한 질감, 고영역대의 공간주파수를 담당하는 것은 소세포 경로(parvocellular pathway)이다.¹¹⁻¹³ 본 연구에서도 낮은 공간주파수에서 대비감도와 입체시 사이의 관련성을 보였고 이는 입체시가 낮은 공간주파수 및 대세포 경로와 관련이 있을 가능성을 시사한다.

W4D 결과, 외사시수술 전에는 현휘가 없을 때 10.2 cpd와 현휘가 추가된 2.9, 4.5, 7.1 cpd에서 융합을 한 군이 융합을 하지 않는 군에 비하여 대비감도가 유의하게 좋아서 양안시 상태도 대비감도와 연관이 있다는 결과를 얻었다. 속발내사시수술 전에는 모두 복시를 보이고, 속발내사시수술 후에는 모두 융합을 하여 통계적 분석이 불가하였다.

본 연구에서는 속발내사시수술 후 높은 공간주파수에서 대비감도의 호전을 보였고, 속발내사시수술 전 내사시각과 대비감도가 높은 공간주파수에서 음의 상관관계를 보여, 내사시와 대비감도가 높은 공간주파수에서 연관성이 있는 것으로 분석이 된다. 입체시의 경우 낮은 공간주파수에서 대비감도와 유의한 음의 연관성을 가졌고 융합 유무도 대비감도와 연관이 있었다. 연관성 있는 시점이 입체시는 속발내사시수술 전이고 W4D는 간혈외사시수술 전이라서 공간주파수에 따른 직접적인 비교는 불가능하지만 양안시 기능이 대비감도와 유의한 상관관계를 가진다는 점은 확인할 수 있었다. 특히 입체감은 외사시에 비해 내사시에서 안 좋은 경우가 많기 때문에 내사시 환자에서 입체감에 대한 평가와 함께 대비감도검사를 시행하는 것이 환자의 시기능을 예측하는 데 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구의 큰 한계는 연구 설계의 특성 때문에 대상 환자

수가 매우 적다는 점이다. 14명의 모집 인원이기 때문에 본 연구의 결과를 일반화시키기는 어려울 것으로 생각된다. 하지만 외사시수술 이후 속발내사시가 생긴 환자에 대해서 성공적인 속발내사시수술을 시행하고 대비감도검사를 세 차례로 시행한 연구이며, 처음으로 내사시의 수술 전과 후의 대비감도를 비교하였다는 점, 그리고 내사시 중에서도 속발내사시에 대한 분석만을 하였다는 점에서 그 가치가 있다고 생각한다.

본 연구는 간헐외사시수술 전, 속발내사시수술 전, 속발내사시수술 이후 총 세 단계에서의 대비감도검사를 시행하여 대비감도의 변화를 보았으며 입체감을 대비감도와 상관 분석하였다. 속발내사시수술 후 높은 공간주파수의 대비감도가 유의한 호전을 보였고 수술 전 내사시각과 높은 공간주파수의 대비감도 사이 음의 상관관계가 있었다. 또한 속발내사시수술 전 입체시와 낮은 공간주파수의 대비감도가 유의한 상관관계를 가졌다. 이는 외사시뿐 아니라, 내사시 환자에게서 대비감도검사가 시기능의 간접적인 지표가 될 수 있음을 의미한다.

REFERENCES

- 1) Chung ST, Legge GE. Comparing the shape of contrast sensitivity functions for normal and low vision. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57:198-207.
- 2) Pang Y, Allen M, Robinson J, Frantz KA. Contrast sensitivity of amblyopic eyes in children with myopic anisometropia. *Clin Exp Optom* 2019;102:57-62.
- 3) Chung SA, Rhiu S, Han SH, Lee JB. Photophobia measurement in intermittent exotropia using the contrast sensitivity test. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013;251:1405-11.
- 4) Kwon JM, Lee SJ. Factors affecting contrast sensitivity in intermittent exotropia. *Korean J Ophthalmol* 2020;34:392-7.
- 5) Kim HR, Lee SJ. Comparison of contrast sensitivity based on the surgical results for intermittent exotropia. *Int J Ophthalmol* 2019;12:1725-30.
- 6) Kwon JM, Jung JH. Subnormal binocular contrast sensitivity summation in patients with intermittent exotropia. *J Korean Med Sci* 2018;33:e222.
- 7) Chowdhury PH, Shah BH. Comparison of contrast sensitivity for different amount of deviation of alternate esotropia. *J Ophthalmol* 2018;3:000S1-6.
- 8) Hohberger B, Laemmer R, Adler W, et al. Measuring contrast sensitivity in normal subjects with OPTEC 6500: influence of age and glare. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2007;245:1805-14.
- 9) Rocha KM, Soriano ES, Chalita MR, et al. Wavefront analysis and contrast sensitivity of aspheric and spherical intraocular lenses: a randomized prospective study. *Am J Ophthalmol* 2006;142:750-6.
- 10) Boxer Wachler BS, Durrie DS, Assil KK, Krueger RR. Improvement of visual function with glare testing after photorefractive keratectomy and radial keratotomy. *Am J Ophthalmol* 1999;128:582-7.
- 11) Cheng A, Eysel UT, Vidyasagar TR. The role of the magnocellular pathway in serial deployment of visual attention. *Eur J Neurosci* 2004;20:2188-92.
- 12) Poggio GF, Poggio T. The analysis of stereopsis. *Annu Rev Neurosci* 1984;7:379-412.
- 13) Ingling CR Jr, Grigsby SS. Perceptual correlates of magnocellular and parvocellular channels: seeing form and depth in afterimages. *Vision Res* 1990;30:823-8.

= 국문초록 =

속발내사시수술 전후 대비감도의 변화 분석

목적: 속발내사시수술 전후의 대비감도의 변화를 비교 분석하고 대비감도와 다른 시기능 요소들과의 상관성을 알아보려고 하였다.
대상과 방법: 간혈외사시에 대한 수술 이후 발생한 속발내사시에 대하여 수술을 시행한 환자들의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 외사시수술 전, 속발내사시수술 전, 속발내사시수술 3개월 후 각각 대비감도검사를 시행하여 수술 전후의 변화를 분석하였다. 또한 현휘 유무에 따른 대비감도의 변화를 분석하였으며 대비감도와 티트무스, 워트4등검사(W4D) 사이의 상관 분석을 시행하였다.

결과: 총 14명의 환자가 포함되었다. 속발내사시에서 내사시수술 이후 박명시 환경에 현휘가 추가된 7.1, 10.2 cycles per degree (cpd)에서, 명소시 환경에서 현휘의 유무와 무관하게 10.2 cpd에서 대비감도의 유의한 호전을 보였다($p<0.05$). 속발내사시수술 전 명소시 환경에 현휘가 없을 때 1.1 cpd에서 대비감도와 입체시 사이 유의한 음의 상관관계를 보였다($p=0.011$). W4D 결과에 따른 대비감도를 비교하였을 때 외사시수술 전 명소시 환경에 현휘가 없을 때 10.2 cpd와 현휘가 추가된 2.9, 4.5, 7.1 cpd에서 융합을 한 군이 융합을 하지 않는 군에 비하여 대비감도가 유의하게 줄었다($p<0.05$).

결론: 속발내사시수술 이후 높은 공간주파수의 대비감도가 호전되었으며 속발내사시에서 대비감도와 입체감 사이 유의한 음의 상관관계를 보였다. 이는 내사시 환자에게서 대비감도검사가 시기능의 간접적인 지표가 될 수 있음을 의미한다.

<대한안과학회지 2021;62(6):826-833>

나정호 / Jeong Ho Na

인제대학교 의과대학 해운대백병원 안과학교실
Department of Ophthalmology,
Haeundae Paik Hospital,
Inje University College of Medicine

