

Six-month follow-up of Binocular Visual Function after Vision Therapy in Intermittent Exotropia with Three Types

Yanghoon Lee^{1,2,a} and Hyojin Kim^{3,b,*}

¹Dept. of Visual Optics, Graduate School of Health and Welfare, Baekseok University, Lecturer, Seoul 06695, Korea

²Korea Vision Training Center, Yeongdeungpo Branch, Optometrist, Seoul 07259, Korea

³Dept. of Visual Optics, Baekseok University, Professor, Cheonan 31065, Korea

(Received January 30, 2020; Revised February 27, 2020; Accepted March 17, 2020)

Purpose: The aim of this study was to evaluate changes in exo-deviation and fusional vergence in intermittent exotropia with divergence excess (DE), basic exotropia, or convergence insufficiency (CI) after 6 months of vision therapy (VT), and investigate whether results of VT passed the criteria for functional treatment. **Methods:** This study was conducted on 11 patients who had been diagnosed with intermittent exotropia at ophthalmic clinics and were aged between 5 and 28 years. All subjects visited the VT center once or twice a week for 6 months. Intermittent exotropia was classified into DE, basic exo, and CI, and the VT program was tailored to the type present. Assessments of binocular vision were performed using the cover test and positive fusional vergence (PFV) at far and near. Binocular visual function test results were recorded and compared at the first visit and 3 months and 6 months after VT for all subjects in general, and then according to the types of intermittent exotropia. **Results:** Exo-deviation decreased from 16.4 PD to 11.6 PD at distance and from 20.1 PD to 13 PD at near after VT for 6 months in all subjects with intermittent exotropia. The average decreases in deviation were 29.2% and 35.3% at distance and near, respectively. PFV, given as break/recovery, increased from 10.6 PD/4.8 PD to 39 PD/33.6 PD at distance and 15.9 PD/9.6 PD to 41.8 PD/33.4 PD at near. All binocular vision results improved after the vision training in all three types of exotropia. There were no differences in improved results of binocular visual function after VT between the three types, and it met the expected values. **Conclusions:** VT for 6 months resulted in decreased exo-deviation and increased positive fusional reserves in patients with intermittent exotropia of basic exo, divergence excess, or convergence insufficiency types. This met Sheard's criteria and passed the standard for functional care.

Key words: Intermittent exotropia, Convergence insufficiency, Vision therapy, Vision training, Binocular vision

서 론

간헐외사시는 근거리 또는 원거리에서 안구의 외편위가 존재하며, 두 눈의 정렬상태가 간헐적으로 나타나는 것을 말하며 간헐적인 주기는 개인별로 차이가 있다.^[1] 눈별림과다형(divergence excess, DE), 기본형(basic exo), 그리고 눈모음부족형(convergence insufficiency, CI)과 같이 3가지 유형으로 구분할 수 있다.^[2] 눈별림과다형은 근거리보다 원거리에서 외편위가 더 크고 조절성폭주비(calculated AC/A ratio)가 높으며, 원거리에서 간헐적인 외편위를 보이는 경우이다. 억제 및 이상대응의 발생으로 복시증상을 느끼거나 안정피로를 느끼는 경우는 드물지만 눈이 귀쪽으로 편위되는 미용상의 문제와 밝은 햇빛에서 눈부심을

호소한다. 기본형 외사시는 원거리와 근거리에서 외편위량이 비슷하고 AC/A 비가 정상이며, 원근거리에서 간헐적 외편위를 보인다. 원거리에서 운전, TV 시청, 수업시간에 흐린 시력이나 복시를 발생시키며, 근거리에서 눈 피로, 두통, 흐린 시력, 복시, 졸림, 집중력저하 및 시간이 지날수록 이해력저하 등이 나타난다. 눈모음부족형은 원거리보다 근거리에서 외편위량이 더 크고, AC/A 비가 낮으며, 근거리에서 간헐적인 외편위를 보이는 상태를 말한다. 증상은 주로 근거리에서 나타나며, 기본형 외사시의 증상과 유사하다.^[3,4]

외사시의 발생빈도는 서양보다 한국을 비롯한 아시아, 중동, 아프리카에서 높은 것으로 알려져 있다.^[5] 홍콩을 대상으로 사시 환자의 수평사시 비율을 조사한 결과에서 간

*Corresponding author: Hyojin Kim, TEL: +82-41-550-2841, E-mail: hjink@bu.ac.kr

Authors ORCID: ^ahttps://orcid.org/0000-0003-4788-3376, ^bhttps://orcid.org/0000-0001-7703-5170

본 논문은 이양훈의 석사학위 논문의 일부 발췌 논문임 / 본 논문의 일부내용은 2019 한국안광학회 동계학술대회에서 구연으로 발표되었음

혈외사시가 44.9%를 차지하였으며,^[6] 아시아에서 간혈외사시를 포함한 외사시의 발생빈도는 50~75%로 보고되고 있을 정도로 사시 중에서 높은 비중을 차지한다.^[7]

간혈외사시의 치료방법은 비수술적 방법과 수술적 방법이 있으며, 수술의 비중이 높은 편이지만, 보호자들은 일반적으로 수술적 치료에 대한 거부감이 있거나 주저함을 보인다. 또한, 속발성 내사시와 같은 부작용이나, 첫 수술 후 외편위의 증가에 따른 외사시의 재발 가능성이 큰 것으로 보고되고 있으므로 치료의 방향을 결정하는 데 어려움이 있다.^[8,9] 미국 등의 나라에서는 간혈외사시의 치료에서 시기능훈련을 적극적으로 활용하고 있으며, 이전연구에서 훈련의 유용성을 보고하였다.^[10] 시기능훈련은 최적화된 시각수행능력과 양안시 상태의 편안함을 이루기 위한 시각훈련으로 정의되는데,^[11] 아직 까지 국내에서 6개월 이상의 시기능훈련을 통해 양안시 상태를 꾸준히 관찰한 연구는 드문 실정이다. 또한, 대부분의 이전 국내 연구에서는 간혈외사시 환자를 구분하지 않고 다루었다.^[12,13]

따라서 본 연구에서는 간혈외사시를 3가지 유형(눈별립과다형, 기본형, 눈모음부족형)으로 구분하여 6개월간 융합버전스, 초점조절, 억제제거, 안구운동과 같은 시기능훈련을 시행하고, 훈련 전과 후의 편위량과 양성융합버전스를 측정하여 기능적 치료(functional cure)의 기준에서 시기능훈련의 효과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

안과병원에서 일차적으로 간혈외사시 진단을 받고 2017년 5월부터 2018년 1월까지 서울 영등포에 있는 한국시기능훈련센터에 방문한 15명의 간혈외사시를 대상으로 하였다. 연구에 참여한 모든 대상자에게 실험 목적과 검사 방법에 대하여 구두와 서면으로 충분히 설명한 후 동의를 얻고 검사를 진행하였다. 이 중에서 훈련에 끝까지 참여하지 못한 탈락자 4명을 제외하고 최종 11명을 분석대상자

로 하였다. 분석대상자의 연령은 14±8세(5~28세)로 남자가 7명, 여자가 4명이었다.

대상자들은 가림검사의 결과에서 원거리 및 근거리에서 중도 이상의 외편위를 보였으며, 자각적으로 간헐적 외사시 증상을 보였다. 굴절검사, 가림검사, AC/A비, 양성융합버전스(positive fusional vergence, PFV), 눈모음근점(near point of convergence, NPC), 버전스용이성(vergence facility, VF), Worth 4 dot, 입체시검사 및 자각증상 등을 측정하여 눈별립과다형 3명, 기본형 외사시 5명, 눈모음부족형 3명으로 구분하였다. 대상자의 굴절이상과 양안 시기능이상에 대해 Table 1, 2에 나타내었다. 대상자들의 자각적 증상으로는 원거리와 근거리에서 간헐적으로 시력이 흐려지거나, 겹쳐 보임 또는 억제, 눈 피로, 두통, 집중하기 곤란, 눈부심, 미용상으로 눈이 밖으로 벗어나는 증상 등 다양한 시각적 불편함이 동반된 경우를 볼 수 있었다. 대상자 중에서 나이가 너무 어리거나, 속발성외사시가 있는 경우, 약시 또는 불일치 편위가 있는 경우는 연구대상에서 제외했다.

2. 방법

위와 같이 분석대상자의 굴절검사와 양안시기능검사를 바탕으로 분류된 3가지 유형의 간혈외사시 대상자는 각각의 유형에 따라 유형별 시기능훈련을 6개월 동안 계획하였다. 한국시기능훈련센터(영등포점)에서 주 1~2회 약 50분간 시기능훈련사와 1:1로 시기능훈련(vision therapy, VT)을 실시하였고, 동시에 1일 20분씩 집에서 Home Vision Therapy(HVT)를 병행하였다.

양안시기능검사를 통한 시기능평가는 첫 방문 시점과 훈련 후 3개월, 그리고 6개월에 실시하여 시기능상태의 개선을 비교하였다. 세부적인 유형별 훈련은 기본형 간혈외사시는 근거리와 원거리 모두 안구협응능력이 부족한 경우로 근거리 및 원거리 시기능훈련을 중심으로 시행하였다. 눈별립과다형 간혈외사시는 원거리에서 간헐적 억제가 빈번하게 발생함으로 근거리훈련보다 원거리 훈련에 집중하여 프로그램을 구성하였다. 반면에 눈모음부족형은

Table 1. Refraction of study subjects

Type		OD			OS		
		SPH (D)	Cyl (D)	SE (D)	Sph (D)	Cyl (D)	SE (D)
DE N=3	Mean	-0.25	0.00	-0.25	0.00	-0.50	-0.50
	SD	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
Basic N=5	Mean	-2.18	-0.50	-2.43	-1.68	-0.68	-2.03
	SD	2.10	0.00	2.10	2.00	0.30	2.10
CI N=3	Mean	-2.12	-0.75	-2.50	-2.00	-0.87	-2.43
	SD	1.20	0.00	1.30	1.80	0.90	1.40

DE: Divergence excess, Basic: Basic exo, CI: Convergence insufficiency, SE: Spherical equivalent, SD: Standard deviation

Table 2. Binocular vision before vision therapy in study subjects

Binocular vision tests			Type of intermittent exotropia		
			DE N = 3	Basic N = 5	CI N = 3
Cover test	Far		19.0±5.6	20.0±7.9	10.3±9.5
	Near		10.0±5.3	25.4±9.0	25.0±9.2
AC/A	Calculated		9.6±0.4/1	4.6±0.7/1	0.1±0.6/1
	Far	Break	7.7±6.7	11.0±8.8	13.0±10.8
PFV (D)	Far	Recovery	-1.3±4.0	6.2±9.3	9.7±9.6
		Break	14.7±4.0	15.4±7.3	17.7±8.7
	Near	Recovery	8.7±1.1	10.2±6.8	10.0±8.0
		Break	5.7±1.1	8.6±2.0	11.3±1.1
NPC (cm)	Near	Recovery	8.7±1.1	12.8±3.6	13.7±2.0
		Break	5.7±1.1	8.6±2.0	11.3±1.1
VF (cpm)	Near		7.0±3.6	4.4±3.6	6.0±3.5
W4D	Far		S2, BV1	S2, ID1, BV2	S1, BV2
	Near		BV3	D2, ID1, BV2	D2, BV1
Stereopsis	Near	(sec)	73.3±25.0	96.0±61.9	80.0±17.3
		(%)	60.0±10.0	56.0±18.2	56.7±5.8

DE: Divergence excess, Basic: Basic exo, CI: Convergence insufficiency, PFV: Positive fusional vergence, NPC: Near point of convergence, VF: Vergence facility, W4D: Worth 4 dot, S: Suppression, D: Diplopia, ID: Intermittent diplopia, BV: Binocular vision, sec: Seconds of arc, %: Shepard percentage

원거리 보다 근거리에서 눈모음부족이 발생함으로 근거리 양성융합버전스를 향상시키는데 집중하여 훈련프로그램이 계획되었다. 또한, 일반적으로 간헐외사시 환자에게 다양한 시기능이상이 동반하기 때문에 안구운동과 초점조절 훈련, 시감각이상에 대한 억제제거훈련과 양성융합버전스 향상을 위한 훈련을 종합적으로 진행하였다.

1) 융합버전스 시기능훈련

대상자들의 양성융합버전스의 시기능향상을 위해 융합버전스 훈련을 실시하였다. 기구로는 Brock string, Vectogram, Aperture rule, Eccentric circle, Pencil, 휴대용 Loose prism, Prism flipper, Pointer 등을 사용하였다(Fig. 1).

Brock string을 이용한 훈련은 눈모음근점을 정상범위로 개선시키고자 사용하였고, 다음과 같은 방법으로 시행하였다. 한 구슬을 5초 동안 주시하게 하여 교대로 3회 정도 주시하도록 하고 앞의 구슬을 1 인치씩 코앞으로 당겨 반복하여 훈련하도록 하였고, 코앞 5 cm까지 주시할 수 있으면 종료하였다. 가변 Vectogram 훈련은 Quoits(Vectorgram quoits, Bernell, USA) 슬라이드를 이용하여 편광안경을 착용한 상태에서 융합훈련(BO vergence)을 실시하였다. 훈련하는 동안 SILO현상과 위치인식(Localization)을 느끼는지 확인하였고, 모든 대상자들은 정상적으로 반응을 보였다. 다음으로 Aperture Rule(Aperture Rule, Bernell, USA) 훈련은 자유공간 상태에서 시행하는 도구로 Vectogram을 이용한 훈련보다 융합훈련을 하기는 쉽지 않다. 양성융합



Fig. 1. Vision training instruments for fusional vergence.

훈련은 Aperture rule의 구경관을 요구되는 슬라이드의 폭 주평면에 위치시키고, 처음에는 포인터를 이용하여 그곳을 주시하도록 하였다. 그 뒤 조절평면에 위치한 슬라이드의 이미지를 하나로 잘 융합할 수 있도록 안내하였다. 각각의 슬라이드는 12단계로 이루어져 있고, 12번째 단계의 이미지는 30 PD의 융합을 할 수 있는 슬라이드로 12단계까지 훈련을 진행하였다. Eccentric circle을 이용한 훈련은 자유공간상태에서 실시하는 훈련법으로 3도 융합의 타겟을 이용하여 근거리에서 실시하여 훈련이 잘 되는 경우 거리를 넓혀 원거리(3 m)에서도 훈련을 적용시켰다.

위 사항은 주로 훈련실에서 진행하였으며, 가정에서는 주로 연필을 이용한 Push up과 Eccentric circle 훈련을 과제로 수행하도록 하였다.

2) 억제제거 시기능훈련

억제제거 훈련은 융합훈련을 하는데 방해가 되기 때문에 대상자 중에 거리에 따라 억제가 나타나는 간헐성 외사시를 대상으로 훈련을 실시하였다. W4D 검사를 통하여 억제가 발생하거나 Brock string 등의 훈련 중 생리적 복시가 나타나지 않는 경우 억제제거훈련을 적용하였다.

미국 Bernell의 Antisuppressive charts와 GTVT Anti-suppression charts 등을 이용하여 적녹안경을 착용하고 이미지나 문자를 보도록 하였다(Fig. 2). 또 한 가지 방법은 수직프리즘 분리법 훈련을 적용하였다. 이 훈련법은 양안으로 타겟을 바라보는 동안 수직 프리즘을 우세안(주시안)에 가입시켜 복시를 유발시킨다. 펜라이트를 이용하여 억제안이 불빛을 주시하여 복시증상을 유도하였다. 추가적으로 Heart chart를 이용하여 문자를 교대로 보도록 하였다. 훈련중 억제증상이 감소하는 것을 발견할 수 있었고, 따라서 보통 2~4주 정도 실시하였다.

3) 초점조절 시기능훈련

대상자들의 조절의 수축과 이완기능을 증강시키기 위하여 다양한 초점조절훈련을 실시하였다. 초점조절훈련으로 주로 사용한 훈련법은 Loose lens rock, 양안조절용이성훈련, 그리고 Heart chart rock 훈련이다(Fig. 3).

먼저 조절력과 조절용이성을 정상적인 상태로 복원시키기 위해서 Loose lens rock을 이용하였다. -6.00부터 +2.50



Fig. 2. Vision training instruments for anti-suppression.

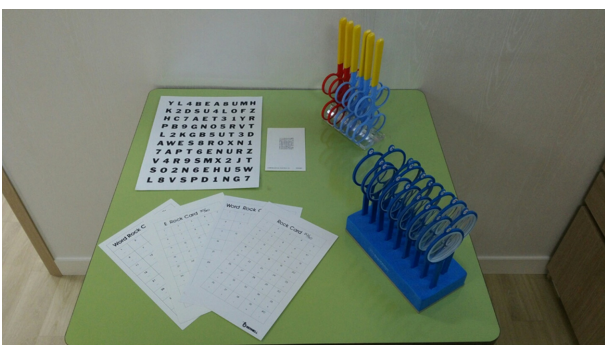


Fig. 3. Vision training instruments for accommodation.

Diopter의 다양한 날개렌즈와 20/80부터 20/30까지의 조절 락 카드(Accommodative rock cards)를 이용하여 단안을 가리고 40 cm 거리에서 훈련을 실시하였다. 다음으로 양안시 상태에서 조절반응의 지체시간을 감소시키고, 조절반응의 속도를 증가시키기 위하여 양안 조절용이성 훈련을 실시하였다. ±0.50 D, ±1.00 D, ±1.50 D, ±2.00 D, ±2.50 D flipper 렌즈를 이용하여 20/30의 조절 락 카드가 선명해지도록 플리퍼를 반전시켜 조절의 반응지체시간을 감소시키고 조절반응속도를 증가시켰다. Heart chart rock 훈련법은 조절력과 조절용이성을 정상범위로 복원시키는데 도움이 되기 때문에 시행하였고, 원거리와 근거리 조절변동을 일으켜 조절훈련을 하였다. 이 훈련은 단안과 양안에서 모두 실시하였다.

4) 안구운동 시기능훈련

대상자들의 따라보기와 핵보기운동의 정확성과 속도를 개선시키기 위하여 마스덴볼(Marsden ball, Bernell, U.S.A)을 이용한 따라보기 훈련과 Saccadic stick을 이용한 핵보기 훈련을 실시하였다. 여기에 훈련의 난이도와 향상을 위해 밸런스보드(Ballance board, Bernell, U.S.A)를 추가하였다(Fig. 4).

Saccadic stick은 두 개의 막대를 손으로 들고 눈에서 40~50 cm 떨어진 위치에 있는 각각의 문자를 수평으로 신속하고 정확하게 읽을 수 있도록 훈련하였다. 먼저 큰 간격에서 시작하여 작은 간격으로 훈련을 진행하였다.

5) 통계분석

본 연구에서 얻은 자료를 분석하기 위해서 SPSS version 18 for Windows(IBM, Inc., Armonk, NY) 프로그램을 이용하여 처리하였다. 모든 자료에 대해 평균(Mean)과 표준편차(SD)를 산출하였다. 시기능훈련 전과 후의 시기능검사 값에 대해 Wilcoxon signed-rank test와 Chi-square test를 이용하여 통계적인 유의성을 판단하였다. 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.



Fig. 4. Vision training instruments for ocular motility.

결과 및 고찰

1. 간헐외사시의 3가지 유형에서 시기능훈련 전과 후의 편위량

원거리 또는 근거리에서 간헐적 외편위를 갖고 있으며, 눈별림과다(3명), 기본형(5명), 눈모음부족(3명)의 3가지 유형의 간헐외사시 증상이 나타나는 대상자(11명)에 대한 시기능훈련 전과 시기능훈련 3개월, 6개월 후의 원거리와 근거리 편위량 변화에 대해 Table 3과 4에 나타내었다.

시기능훈련을 실시하기 전의 전체 대상자의 원거리의 외편위량 값(prism diopter, PD)은 시기능훈련 3개월($p = 0.011$) 및 6개월($p = 0.005$) 후 통계적으로 유의하게 감소하였고(Table 3), 전체 근거리의 외편위량 값도 시기능훈련 전과 비교하여 3개월($p = 0.005$) 및 6개월($p = 0.003$) 후 통계적으로 유의하게 감소하였다(Table 4).

원거리에서 눈별림과다형 간헐외사시 안의 경우 시기능훈련 전 평균 편위량은 exo 19.0±5.6 PD로 측정되었고, 시기능훈련 3개월 후 평균 편위량은 exo 16.0±3.5 PD, 6개월 후에는 exo 13.3±5.0 PD로 측정되었다. 기본형 간헐외사시 안의 훈련 전 평균 편위량은 exo 22.0±7.9 PD로 측정되었고, 시기능훈련 진행 3개월과 6개월 후에 편위량은 각각 exo 18.6±7.0 PD와 exo 14.6±6.1 PD이었다. 눈모음부족형 간헐외사시 안의 경우 시기능훈련 전과 훈련 후 3개월 그리고 6개월에서 평균 편위량은 각각 exo 10.3±9.5 PD, exo 9.7±9.6 PD, 그리고 exo 7.0±7.5 PD로 측정되었다(Table 3).

근거리에서 눈별림과다형 간헐외사시 안의 경우 시기능

Table 3. Changes in exo deviation before and after vision therapy at far in intermittent exotropia

Type in intermittent exotropia		Change of exo deviation at far (PD)		
		Before	After	
			3 Months	6 Months
		PD	PD	PD
DE N=3	Mean	19.0	16.0	13.3
	SD	5.6	3.5	5.0
Basic N=5	Mean	22.0	18.6	14.6
	SD	7.9	7.0	6.1
CI N=3	Mean	10.3	9.7	7.0
	SD	9.5	9.6	7.5
Total N=11	Mean	18.0	15.4	12.2
	SD	8.7	7.5	6.5
<i>p</i> -value			0.011*	0.005*

DE: Divergence excess, Basic: Basic exo, CI: Convergence insufficiency, SD: Standard deviation, PD: Prism diopter, *: p -value < 0.05

Table 4. Changes in exo deviation before and after vision therapy at near in intermittent exotropia

Type in intermittent exotropia		Change of exo deviation at near (PD)		
		Before	After	
			3 Months	6 Months
		PD	PD	PD
DE N=3	Mean	10.0	8.3	4.7
	SD	5.3	4.0	5.0
Basic N=5	Mean	25.4	20.2	16.8
	SD	9.0	9.6	8.2
CI N=3	Mean	25.0	20.7	17.7
	SD	9.2	9.0	7.5
Total N=11	Mean	21.1	17.1	13.7
	SD	10.3	9.4	8.8
<i>p</i> -value			0.005*	0.003*

DE: Divergence excess, Basic: Basic exo, CI: Convergence insufficiency, SD: Standard deviation, PD: Prism diopter, *: p -value < 0.05

훈련 전 평균 편위량은 exo 10.0±5.3 PD로 측정되었고, 시기능훈련 3개월 후 편위량은 exo 8.3±4.0 PD, 훈련 6개월 후 편위량은 exo 4.7±5.0 PD로 측정되었다. 기본형 간헐외사시 안의 평균 편위량은 훈련 전 exo 25.4±9.0 PD에서 시기능훈련 진행 3개월 후에 평균 exo 20.2±9.6 PD, 6개월 후에는 exo 16.8±8.2 PD로 측정되었다. 눈모음부족형 간헐외사시 안의 경우 시기능훈련 전 평균 편위량은 exo 25.0±9.2 PD였고, 훈련 후 3개월과 6개월에는 각각 exo 20.7±9.0 PD와 exo 17.7±7.5 PD로 측정되었다(Table 4).

2. 간헐외사시의 3가지 유형에서 시기능훈련 전과 후의 양성융합버전스

시기능훈련 전과 시기능훈련 3개월, 6개월 후의 원거리 및 근거리에서 양성융합버전스의 변화에 대해 Table 5와 6에 나타내었다.

시기능훈련을 전의 원거리의 양성융합버전스에 대한 시기능훈련 3개월 후의 분리점($p = 0.005$)과 회복점($p = 0.005$), 그리고 6개월 후의 분리점($p = 0.003$)과 회복점($p = 0.003$)은 통계적으로 유의하게 증가하였다. 근거리에서의 양성융합버전스도 훈련 전과 비교하여 3개월 후의 분리점($p = 0.003$)과 회복점($p = 0.005$) 및 6개월 후의 분리점($p = 0.003$)과 회복점($p = 0.003$)은 통계적으로 유의하게 증가하였다.

눈별림과다형 간헐외사시 안의 경우 원거리에서 시기능훈련 전 평균 양성융합버전스의 분리점(break)과 회복점(recovery)은 7.7±6.7 PD와 -1.3±4.0 PD로 측정되었고, 시기능훈련 3개월 후 평균 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 15.7±8.1 PD와 10.7±6.4 PD, 훈련 6개월 후 평균 양성

Table 5. Changes in positive fusional vergence before and after vision therapy at far in intermittent exotropia

Type in intermittent exotropia		Change of positive fusional vergence at far (PD)					
		Before		After			
		Break	Recovery	3 Months		6 Months	
Break	Recovery			Break	Recovery		
DE N = 3	Mean	7.7	-1.3	15.7	10.7	48.3	43.3
	SD	6.7	4.0	8.1	6.4	2.9	2.9
Basic N = 5	Mean	11.0	6.2	21.0	17.0	37.0	31.0
	SD	8.8	9.3	7.4	6.0	7.6	8.2
CI N = 3	Mean	13.0	9.7	25.0	19.7	31.7	26.7
	SD	10.8	9.6	5.0	5.5	2.9	2.9
Total N = 11	Mean	10.6	5.1	20.6	16.0	38.6	33.2
	SD	8.2	8.7	7.3	6.5	8.4	8.7
<i>p</i> -value				0.005*	0.005*	0.003*	0.003*

DE: Divergence excess, Basic: Basic exo, CI: Convergence insufficiency, SD: Standard deviation, *: *p*-value<0.05

융합버전스의 분리점과 회복점은 48.3±2.9 PD와 43.3±2.9 PD로 측정되었다. 기본형 간헐외사시안의 원거리에서 시기능훈련 전 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 11.0±8.8 PD와 6.2±9.3 PD, 훈련 3개월과 6개월 후 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 각각 21.0±7.4 PD와 17.0±6.0 PD, 그리고 37.0±7.6 PD와 31.0±8.2 PD로 측정되었다. 눈모음부족형 간헐외사시안의 경우 원거리에서 시기능훈련 전 평균 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 13.0±10.8 PD와 9.7±9.6 PD로 측정되었고, 시기능훈련 3개월 후에 분리점과 회복점은 25.0±5.0 PD와 19.7±5.5 PD, 6개월 후에 분리점과 회복점은 31.7±2.9 PD와 26.7±2.9 PD이었다(Table 5).

근거리에서 눈벌림과다형의 경우 시기능훈련 전 평균 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 14.7±4.2 PD와 8.7±1.1 PD로 측정되었고, 훈련 3개월 후 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 27.7±8.7 PD와 21.0±11.5 PD, 훈련 6개월 후 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 48.3±2.9 PD와 43.3±2.9 PD이었다. 기본형 간헐외사시안의 시기능훈련 전, 훈련 후 3개월과 6개월의 평균 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 각각 15.4±7.3 PD와 10.2±6.9 PD, 28.4±9.5 PD와 22.6±8.4 PD, 그리고 39.0±4.2 PD와 34.0±4.2 PD로 측정되었다. 눈모음부족형의 경우 근거리에서 시기능훈련 전 평균 양성융합버전스의 분리점과 회복점은 17.7±8.7 PD와 10.0±8.0 PD이었고, 훈련 3개월과 6개월에 분리점과 회복점은 각각 31.7±10.4 PD와 31.0±3.6 PD 그리고 38.3±7.6 PD와 33.3±7.6 PD로 측정되었다(Table 6).

Lee 등^[14]은 간헐성 외사시와 수술 후 외사시가 재발한 환자를 대상으로 8주 동안 시기능훈련을 실시하였다. 시기능훈련 전에 낮았던 양성융합버전스의 분리점이 훈련 후 40 PD에 도달하는 효과를 보고하였고, 이는 본 연구의

눈벌림과다형에서 훈련 후에 높은 양성융합버전스의 결과를 보인 것과 유사했다. 그러나 이전연구와 본 연구는 훈련 기간이 다르며, 대상자의 증상과 참여도 등도 훈련결과에 영향을 미칠 수 있으므로 이러한 점을 고려해서 해석할 필요가 있겠다.

한국에서 간헐외사시의 치료는 대부분 수술로 진행되고 있지만, 수술 시기에 대해서는 아직 여러 의견이 있다.^[11] 이전연구에서 간헐외사시 156명에게 다양한 감각검사를 시행하였을 때 32%에서 미세사시, 50%에서 정상 이하의 양안시기능을 보였고, 감각기능검사상 치료성공을 보인 경우는 17%에 불과하였다.^[15] Kim 등^[16]은 간헐외사시자 39명을 추적 관찰한 결과 수술 후 재발환자가 24명으로 61.5%의 빈도를 보였다고 보고하였다.

본 연구에서는 간헐외사시의 효과적인 치료방법의 대안으로 시기능훈련을 고려하였다. 특히 3가지의 유형(DE, Basic exo, CI types)으로 분류하여 각각의 유형별 훈련을 시행하였고, 3개월마다 시기능평가를 통해 최종 6개월간의 시기능훈련이 시기능 개선이 성공적이었는지 분석하였다. 미국 등 선진국에서는 사시 치료방법의 한 종류로 시기능훈련(vision therapy, VT)을 적용하여 많은 연구에서 사시 치료에 성공적인 결과를 보고하였다. Flax and Duckman^[17]은 사시 치료에 대한 시기능훈련 효과에 대해 적극적으로 지지하였는데, 수많은 연구 자료에서 수집된 데이터를 바탕으로 시기능훈련을 통한 사시치료 성공률이 86%라고 보고하였다. Etting에 의해 진행된 연구에서는 간헐성 사시인 경우 시기능훈련을 통하여 89%의 성공률(내사시의 100%와 외사시의 85%), 간헐외사시 환자의 망막대응이 정상이었을 때는 91%의 성공률을 보고하였다.^[18] Scheiman와 Wick^[19]은 기본형외편위에 대해 시기능훈련을

Table 6. Changes in positive fusional vergence before and after vision therapy at near in intermittent exotropia

Type in intermittent exotropia		Change of positive fusional vergence at near (PD)					
		Before		After			
				3 Months		6 Months	
Break	Recovery	Break	Recovery	Break	Recovery		
DE N=3	Mean	14.7	8.7	27.7	21.0	48.3	43.3
	SD	4.2	1.1	8.7	11.5	2.9	2.9
Basic N=5	Mean	15.4	10.2	28.4	22.6	39.0	34.0
	SD	7.3	6.9	9.5	8.4	4.2	4.2
CI N=3	Mean	17.7	10.0	31.7	31.0	38.3	33.3
	SD	8.7	8.0	10.4	3.6	7.6	7.6
Total N=11	Mean	15.8	9.7	29.0	24.4	41.4	36.4
	SD	6.5	5.7	8.7	8.7	6.4	6.4
<i>p</i> -value				0.003*	0.005*	0.003*	0.003*

PFV: Positive fusional vergence, DE: Divergence excess

Basic: Basic exo, CI: Convergence insufficiency, SD: Standard deviation, DE: Divergence excess, Basic: Basic exo, CI: Convergence insufficiency, SD: Standard deviation, *: *p*-value<0.05

통하여 성공적인 치료가 가능하여 수술이 필요 없다고 하였으며, 수술이 필요한 경우는 편위도가 30 PD 이상 고도 프리즘에서 불편한 증상을 충분히 제거하지 못할 때 수술을 고려한다고 하였다. 또한, 수술할 경우 시기능훈련을 먼저 처치하고 수술 후 시기능훈련을 고려해야 한다고 하였다. 눈별립과다형 간헐외사시에 대해서는 독단적인 치료법으로 수술 성공률이 낮으므로 수술보다는 렌즈, 프리즘 및 시기능훈련을 우선 적용한 후 수술을 고려해야 한다고 하였다. 또한, 시기능훈련을 포함한 비수술적 치료로 85~90%의 성공률을 얻을 수 있다고 하였다. 눈모음부족형 간헐외사시에 대해서는 시기능훈련을 통한 성공률이 매우 높으므로 수술은 거의 필요하지 않다고 하였다.

이전연구에서 Scheiman과 Wick^[20]은 간헐성사시를 포함한 양안시 이상에서 성공적인 치료의 기준은 환자가 느끼는 자각적 불편함이 제거되거나 상당히 감소하여야 하며, 검사자의 측정값이 양안시검사 결과의 예상값과 일치하는 범위로 개선되어야 한다고 하였다. von Noorden은 사시 증상이 없고, 근거리와 원거리에서 안정된 융합을 보이는 경우를 수술성공으로 규정하였다.^[2] Dalziel은 셔드기준을 만족시키도록 시기능훈련 프로그램을 적용하는 것이 불편한 증상을 감소시키는 데 효과가 있음을 발견하였다.^[21] 셔드기준(Sheard's criterion)은 양안시 상태가 편안하게 유지되기 위해서는 편위량의 두 배 이상의 융합버전스가 요구된다고 하였다.^[22,23]

본 연구에서 유형이 각기 다른 3종류의 간헐성 외사시 안(N=11)에 대한 시기능훈련의 성공률을 위의 기준을 적용해보면 양안시를 정상화하는 기능적인 치료면에서 성공률이 100%에 달했다. 양성융합버전스량은 시기능훈련 후

예상값(step vergence, far break 11±7 PD, near break 19±9 PD; 13세 이상, near break 23±8 PD; 7~12세)을 충족하였으며, 셔드기준과 비교하면 양성융합버전스 값은 원거리에서 0.64 배에서 훈련 후 3.3 배, 근거리에서 0.79 배에서 훈련 후 3.2 배로 변화되었다. 훈련 전 셔드기준을 충족시키지 못했지만 훈련 후 충분히 2배 이상을 달성하였다. 시기능훈련으로 사시각을 제거하는 데는 한계가 있었지만, 그 외 기능적인 모든 영역이 정상화 되었음을 알 수 있었다. 간헐외사시의 시기능훈련 후 눈별립과다형, 기본형, 눈모음부족형 등 3가지 유형 모두 예상값과 셔드기준을 충족하였고, 훈련에 참여한 대상자들은 모두 성공적으로 기능적인 치료를 받았다. 훈련에 참여한 대상자들은 다양한 자각증상(눈부심, 안정피로, 흐림, 두통, 집중곤란, 미용적증상 등)이 관찰되었는데 훈련 후 대부분 자각증상은 제거되었다.

국내 연구에서 간헐외사시를 3가지 유형으로 분류해서 연구한 사례는 아직 보고되지 않았기 때문에 본 연구는 간헐외사시를 눈별립과다형, 기본형, 눈모음부족형의 3가지 타입에서 모두 6개월간의 시기능훈련 효과를 평가하였는데 연구의 의의가 있겠다. 연구의 제한점으로는 시기능훈련은 수술치료에 비교해 많은 훈련 기간이 요구되며 훈련의 참여도에 따라 훈련결과는 좀 더 다양하게 나타날 수 있으므로 11명의 환자를 대상으로 실시한 6개월의 시기능훈련 프로그램은 성공적이었지만 임상 대상의 수가 적어 통계를 내기에는 한계가 있었고, 앞으로 더 많은 대상자를 연구하여 결과의 타당성을 입증하는 것이 필요할 것으로 보인다.

간헐성 외사시에서 6개월간 실시한 시기능훈련의 효과

는 매우 성공적인 결과를 보였으며, 시기능훈련으로 편위 각을 감소시키는 미용적 치료보다 양안시기능을 정상화하는 기능적 치료에 도움이 되는 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서는 양안 시기능이상의 한 종류인 간헐외사시 환자를 대상으로 6개월간의 시기능훈련 후에 시기능 개선에 효과가 있는지 알아보려고 하였다. 특히, 간헐외사시를 기본형, 눈벌림과다형, 눈모음부족형으로 분류하여 유형별 시기능훈련 프로그램을 진행하였고, 양안 시기능 평가는 훈련 전, 훈련 후 3개월, 6개월에 시행하여 양안시기능의 개선상태를 비교·분석하였다.

시기능훈련 결과 간헐외사시의 3가지 유형에 대한 시기능적 평가에서 외편위각의 변화, 양성융합버전스와 버전스용이성, 눈모음근점, 감각융합상태(W4D), 입체시력 등의 검사에서 임상적으로 유의하게 향상되었다. 3가지 유형에 따른 훈련 효과의 차이는 크게 없었고, 모두 훈련을 통한 시기능이 예상값을 충족시켰다. 간헐성을 포함한 외사시는 아시아에서 전체 사시의 약 50~75%로 높은 비율을 보이기 때문에 치료의 중요성이 크다고 알려져 있다. 또한, 간헐성 외사시의 수술성공률에 비교해 높은 재발률을 보이기 때문에 비수술적 치료방법인 시기능훈련을 적용하는 것이 하나의 방법이 될 것으로 보이며, 훈련의 예후가 좋지 않으면 수술을 병행하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

사시치료의 기준에서 양안시 회복과 더불어 편안한 생활을 유지하는 것이 치료의 목적이라고 본다면 국내에서 기능적 치료에 시기능훈련이 효과적인 수 있을 것이며, 양안시 회복을 돕는 시기능훈련이 간헐외사시의 기능적 치료에 한 가지 대안이 될 것으로 사료된다. 또한, 국내에서 앞으로 다양한 사시유형에 관한 시기능훈련의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] Press LJ. Applied concepts in vision therapy, 1st Ed. St Louis: Mosby-Year Book, 1997;9-20.
- [2] von Noorden GK, Campos EC. Binocular vision and ocular motility: theory and management of strabismus, 6th Ed. St Louis: Mosby, 2002;653.
- [3] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders, 4th Ed. PA: Lippincott Williams&Wilkins, 2014; 65-70.
- [4] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders, 4th Ed. PA: Lippincott Williams&Wilkins, 2014; 293-326.
- [5] Chew E, Remaley NA, Tamboli A, et al. Risk factors for esotropia and exotropia. Arch Ophthalmol. 1994;112(10): 1349-1355. DOI: <https://doi.org/10.1001/archophth.1994.01090220099030>
- [6] Yu CB, Fan DS, Wong VW, et al. Changing patterns of strabismus: a decade of experience in Hong Kong. Br J Ophthalmol. 2002;86(8):854-856. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjo.86.8.854>
- [7] Ing MR, Pang SWL. The racial distribution of strabismus. Strabismus: Proc 3rd Meeting ISA. 1978;107-109.
- [8] Lee SH, Lew H, Yun YS. Spontaneous regression of exodeviation in intermittent exotropia. J Korean Ophthalmol Soc. 2006;47(8):1306-1310.
- [9] Ekdawi NS, Nusz KJ, Diehl NN, et al. Postoperative outcomes in children with intermittent exotropia from a population-based cohort. J AAPOS. 2009;13(1):4-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2008.06.001>
- [10] Cooper EL, Leyman IA. The management of intermittent exotropia: a comparison of the results of surgical and non-surgical treatment. Am Orthopt J. 1977;27(1):61-67. DOI: <https://doi.org/10.1080/0065955x.1977.11982424>
- [11] Korean Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Current concepts in strabismus, 3rd Ed. Seoul: Naewae Haksool, 2013;233-240.
- [12] Lee CS, Kim KK, Jeon YK, et al. The effect of vision training on exophoria and intermittent exotropia using MYSTERY CIRCLE system. J Korea Ophthalmic Opt Soc. 2010;15(4):373-379.
- [13] Lee CS, Kim JK, Shin JH, et al. The change in binocular function and sensory anomaly after vision training on intermittent exotropia and recurrent intermittent exotropia patients after surgical correction. J Korea Ophthalmic Opt Soc. 2011;16(3):345-350.
- [14] Lee CS, Kim KH. A case study of the effects of vision therapy on a recurrent intermittent exotropia patient before and after surgical correction. J Korea Ophthalmic Opt Soc. 2009;14(1):127-131.
- [15] Haase W, de Decker W. Binocular sensory defects in intermittent divergent strabismus. Klin Monatsbl Augenheilkd. 1981;179(8):81-84. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2008-1057266>
- [16] Kim TJ, Kim DH. Clinical features of recurrent intermittent exotropia after reoperation for intermittent exotropia. J Korean Ophthalmol Soc. 2017;58(11):1248-1253. DOI: <https://doi.org/10.3341/jkos.2017.58.11.1248>
- [17] Flax N, Duckman RH. Orthoptic treatment of strabismus. J Am Optom Assoc. 1978;49(12):1353-1361.
- [18] Etting GL. Strabismus therapy in private practice: cure rates after three months of therapy. J Am Optom Assoc. 1978; 49(12):1367-1373.
- [19] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders, 4th Ed. PA: Lippincott Williams&Wilkins, 2014; 251-333.

- [20] Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders, 4th Ed. PA: Lippincott Williams&Wilkins, 2014;89.
- [21] Dalziel CC. Effect of vision training on patients who fail Sheard's criterion. *Optom Vis Sci.* 1981;58(1):21-23. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-198101000-00006>
- [22] Sheard C. Zones of ocular comfort. *Trans Am Acad Optom.* 1928;3:113-129.
- [23] Sheard C. Zones of ocular comfort. *Optom Vis Sci.* 1930;7(1):9-25. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-193001000-00001>

간헐외사시의 3가지 유형에서 시기능훈련 후 양안시기능의 6개월 간의 임상결과

이양훈^{1,2}, 김효진^{3,*}

¹백석대학교 보건복지대학원 안경광학과, 강사, 서울 06695

²한국시기능훈련센터 영등포점, 안경사, 서울 07259

³백석대학교 안경광학과, 교수, 천안 31065

투고일(2020년 1월 30일), 수정일(2020년 2월 27일), 게재확정일(2020년 3월 17일)

목적: 간헐외사시의 3가지 유형인 눈별림과다형, 기본형, 눈모음부족형에서 6개월간 시기능훈련을 적용한 후에 편위량과 융합버전스의 변화를 측정하여 기능적 치료기준을 충족하는지 분석하였다. **방법:** 안과병원에서 진단받은 간헐외사시 환자 5세~28세의 남녀 11명을 대상으로 6개월 동안 주 1~2회 시기능훈련을 진행하였다. 눈별림과다형, 기본형, 눈모음부족형 등 3가지 유형으로 분류하고 그룹별 시기능훈련 프로그램을 적용하였다. 양안시기능 평가는 원거리와 근거리에서 프리즘 가림검사(cover test)와 양성융합버전스(positive fusional vergence, PFV)를 진행하였다. 양안시기능 검사를 통한 시기능 평가는 첫 방문 시점과 훈련 후 3개월 및 6개월에 실시하여 시기능 상태의 변화를 비교하여 전체 대상자와 유형에 따라 분류한 그룹의 결과를 나타내었다. **결과:** 전체 간헐외사시의 시기능 평가에서 편위량은 원거리 16.4 PD에서 훈련 6개월 후에 11.6 PD로 29.2%가 감소하였고, 근거리는 20.1 PD에서 훈련 6개월 후에 13 PD로 35.3% 감소하였다. 양성융합버전스는 원거리에서 훈련 전 분리점 10.6 PD, 회복점 4.8 PD에서 훈련 6개월 후 분리점 39 PD, 회복점 33.6 PD로 증가하였고, 근거리에서는 훈련 전 분리점 15.9 PD, 회복점 9.6 PD에서 훈련 후 분리점 41.8 PD, 회복점 33.4 PD로 증가하였다. 세 가지 유형에 따른 시기능훈련 효과의 차이는 크게 나타나지 않았고, 모든 대상자에서 훈련을 시행한 후에 예상값을 충족시키는 시기능 상태를 보였다. **결론:** 눈별림과다형, 기본형, 눈모음부족형을 포함한 간헐외사시에서 6개월간의 시기능훈련 후에 원근거리에서 외편위량의 감소와 양성융합버전스의 증가가 관찰되었고, 이로 인해 시기능 상태는 셔드기준에 부합하게 되어 기능적 치료기준을 충족하였다.

주제어: 간헐외사시, 눈모음부족, 비전테라피, 시기능훈련, 양안시검사