

# Effects of Visual Function Training on Intermittent Exotropia with and without Surgical Treatment

Seung Wook Lee<sup>1,a</sup>, Woo Yeong Jang,<sup>1</sup> and Hyun Mee Lee<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Ophthalmic optics, Daegu health College, Professor, Daegu 41453, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Optometry & Vision Science, Daegu Catholic University, Professor, Gyeongsan 38430, Korea

(Received June 23, 2025: Revised July 17, 2025: Accepted July 27, 2025)

**Purpose:** The aim of this study was to compare and analyze the effectiveness of visual function training based on surgical intervention in Korean children under 12 years of age with intermittent exotropia. **Methods:** In total, 26 children with an average age of  $8.41 \pm 1.59$  years were analyzed. Among these, 13 children underwent visual function training with and without prior surgical intervention. Visual function training was conducted based on the fundamental principles of prisms and spectacle lenses. **Results:** Visual function training demonstrated favorable outcomes in all children, regardless of surgical history. In the non-surgical group, the corrected visual acuity of the amblyopic eye improved to  $0.95 \pm 0.07$ . The positive fusional vergence increased to a break point of  $7.15 \pm 5.11$  prism diopters ( $\Delta$ ) and a recovery point of  $18.85 \pm 3.76 \Delta$ . In the post-surgical recurrence group, the corrected visual acuity of the amblyopic eye improved to  $0.88 \pm 0.09$ , and the positive fusional vergence was measured at a break point of  $19.69 \pm 3.86 \Delta$  and a recovery point of  $15.30 \pm 2.62 \Delta$ . In both groups, a reduction in training period was observed with younger age, and the angle of deviation increased over time after recurrence in the post-surgical group. Stereopsis was restored to normal range in all cases, and non-surgical cases showed more optimized results. **Conclusions:** Intermittent exotropia showed remarkable results with visual function training regardless of whether surgery was performed. Notably, the non-surgical group showed relatively high improvement in positive fusional vergence, corrected visual acuity, and stereopsis. In both groups, the training period decreased with decreasing age.

**Key words:** Intermittent exotropia, Visual function training, Positive fusional vergence, Stereopsis, Visual dysfunction

## 서 론

시기능은 안구운동, 조절, 버전스 기능이 있다. 거리에 대한 초점을 정확하게 맞추는 기능을 조절이라고 하며, 두 눈이 한 개의 사물로 볼 수 있는 기능을 안구운동 및 버전스 기능이라고 할 수 있다. 이 기능이 원활하게 작동할 때 우리는 하나의 상으로 선명한 시생활을 할 수 있게 된다. 실내에서 과도한 근거리 작업으로 인한 많은 정보 흡수는 시기능 저하 및 시기능 이상으로 이어질 수 있다.

시기능이상 증상은 안구운동 이상, 조절기능 이상, 버전스기능 이상이 있다. 이러한 기능이상으로 사위, 약시, 사시, 시지각 등이 유발될 수 있으며, 그 중에 양안이 아닌 단안으로 사물을 관찰하게 되는 이상을 사시라고 한다. 사시안은 양안기능이 아닌 단안기능으로 사물을 보게 되며 단안으로 사물을 해석하게 된다.

사시안에서 50% 이상을 차지하는 것이 외사시이며, 외

사시 중에서도 간헐성 외사시의 비중은 매우 높다.<sup>[1]</sup> 간헐성 외사시에서는 융합기능을 파괴하는 억제가 생긴다. 이러한 억제로 인한 양안시기능이상으로 외사시 기간이 길어지면 양안시의 기능이 저하되며 운동성 융합의 발달에 영향을 미쳐 수술 후 예후에도 문제점을 유발할 수 있다. 또한 사시환자는 시축의 편위에 의해 생긴 복시나 혼란시 등을 피하기 위해 억제나 비정상 망막대응 같은 감각이상을 유발하게 되며, 이로 인해 약시나 양안시 기능 저하를 초래하게 된다.<sup>[2]</sup>

간헐외사시는 양안 단일시의 유지 및 개선, 시기능의 정상화를 위해 치료가 필요하다. 치료는 수술 및 비수술적 방법으로 나눌 수 있으며 수술적 방법이 주가 되고 굴절 이상 교정, 프리즘안경 처방, 교대차폐, 오목렌즈 사용 등의 비수술적 요법은 수술 전후의 보조로 이루어지고 있다.<sup>[3]</sup>

간헐외사시의 경우 수술 후 재발률은 20~50% 정도이며, 재발 평균시기는 31.2개월로 알려져 있다.<sup>[4]</sup> 특히 나이가

\*Corresponding author: Hyun Mee Lee, TEL: +82-53-850-2552, E-mail: hmlee@cu.ac.kr

Authors ORCID: <sup>a</sup>https://orcid.org/0009-0009-9134-1639, <sup>b</sup>https://orcid.org/0000-0001-6668-5864

어릴수록 재발률이 높다.<sup>[5]</sup>

사시가 양안으로 관찰하는 입체기능을 단안 단서로 판단하고 있다. 단안 단서로는 움직임 단서, 가림, 상대적 높이, 직선 조망, 친숙한 크기, 대기 조항, 걸 기울기, 그림자 등이 있으며 움직임 단서에는 운동시차, 겹침의 감소와 증가가 있다.<sup>[6]</sup> 이같이 사시안은 경험에 의한 사물 해석을 의존하게 된다.

사시안은 단안 억제로 인한 양안시 기능 이상으로서 눈의 편위 방향에 따라서 내사시, 외사시, 상사시, 하사시, 회전사시로 나눌 수 있다. 양안시 이상이 증가하면서 사시안 또한 현재 많은 비중으로 증가하고 있다. 사시안을 가진 아동은 외적인 스트레스로 인해 심리 사회적인 측면 뿐 아니라 입체시 같은 시각적 불이익을 감수하며 생활하고 있다.

간헐성 외사시안은 서양보다는 동양에서 발병률이 높은 질환으로 치료옵션으로는 가림치료<sup>[7]</sup>, 굴절이상 교정<sup>[8]</sup>, 프리즘 처방<sup>[9]</sup>, 수술적 요법<sup>[10-11]</sup>, 그리고 시기능훈련<sup>[12]</sup> 등의 방법이 있다.

이중 간헐성 외사시안의 치료는 많은 방법 중 수술적 접근이 많이 이루어지고 있다. 수술적 방법의 성공률은 연구 접근에 따라서 다를 수 있으나 관찰기간이 길수록 재발률이 높아진다고 보고 되어 있다<sup>[13]</sup>. 수술적 요법이 아닌 시기능훈련은 간헐적 외사시안의 시기능 중에서 중요한 눈모음 운동기능에 많은 도움이 되며, 억제 및 감각성 개선을 위한 시기능훈련도 간헐성 외사시안에서 좋은 결과를 가져올 수 있다.

시기능훈련은 렌즈, 프리즘, 특별한 도구, 그리고 컴퓨터 프로그램 등을 사용하여 시기능이상 증상을 완화시킨다. 시기능훈련은 안구운동장애, 양안시 이상, 조절장애, 사시, 약시, 시지각장애(정보처리)를 교정하고 그와 관련된 증상들을 개선하기 위한 임상적 접근 방법이며, 간헐성 외사시안의 경우는 시기능훈련이 효과가 좋다.

시각각 시기능훈련(vision therapy with visual sensation; VTVS)은 검사자가 피검자와 많은 대화로 소통하면서 훈련을 진행해야 하므로, 유대관계가 좋아질 뿐만 아니라 다른 시기능훈련 도구 없이 안경렌즈 및 프리즘렌즈만을 사용하기 때문에 누구나 쉽게 접근할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서는 간헐성 외사시인 중에서 수술 후 재발된 사시안과 수술하지 않은 사시안에 적용하여 안경렌즈 및 프리즘렌즈만을 사용한 시각각 시기능훈련(VTVS)을 실시하여 수술 여부에 따른 훈련 효과를 비교 분석하고자 한다.

**대상 및 방법**

**1. 대상**

본 연구에서는 운동성과 감각성을 동시에 만족시키는

시기능훈련의 기초를 바탕으로 실시하였으며, 감각기능의 향상에 더 많은 비중을 두고 실시하였다. 아동 및 부모에게 사전 동의를 얻고 대구가톨릭대학교 생명윤리위원회에서 허가(IRB No: CUIRB-2017-001)를 받은 후 실시하였다.

기질적인 문제가 없는 아동으로 간헐성 외사시안을 가진 아동 30명을 대상으로 실시하였다. 이 중 4명은 시기능 측정 시 신뢰도가 떨어져 이 연구에서는 제외하였다. 평균연령은 8.41±1.59세 아동 26명이었으며, 수술을 시행한 아동과 수술하지 않은 아동을 대상으로 비전테라피를 시행하였다. 이 중 13명은 수술후 재발을 한 8.10±1.41인 아동이고, 13명은 수술을 시행하지 않은 평균나이 8.70±1.75인 아동이다.

**2. 시기능 평가 방법**

대상자들은 시기능검사 및 굴절검사평가를 실시하여 교정안경을 처방하였으며, 시각각 시기능훈련(VTVS)을 실시하기 전 교정시력, 이항운동 및 사시량, 감각융합검사, 입체시 검사 등을 실시하였으며, 훈련 전·후의 변화를 평가하고 유형별 개선정도를 평가하였으며, 연구진행과정은 Fig. 1에 제시하였다.

시기능 평가를 위한 타각적 굴절검사는 HRK-8000A (Huvitz, Korea)로 시행하였으며 완전교정을 하였으며 시력은 소수시력으로 나타내었다. 사시각도는 가림 검사(커버테스트)로 측정하였고, 원거리 및 근거리 양성융합버전스(positive fusional vergence; PFV) 측정은 프리즘 바(HB 16, Astron International, USA)로 측정하였다.

입체시의 측정은 Visuscreen 500(Carl Zeiss, Germany)

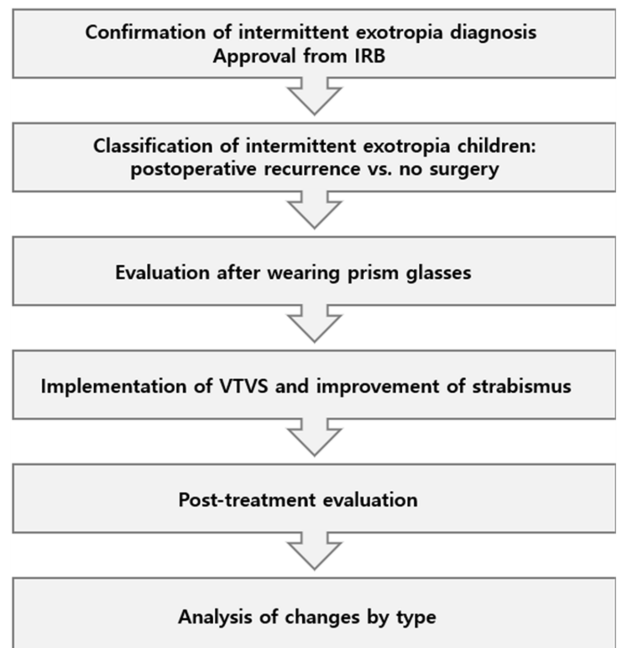


Fig. 1. Research procedure of vision therapy of amblyopia.



Fig. 2. Zeiss stereo fusion target.

시표와 Titmus fly(Stereo Optical co., Inc USA) 도구를 사용하였으며 시표마다 두 눈의 떨어지는 정도에 따른 입체시의 각도가 나타난다. Visuscreen 500 시표를 나타낸 Fig. 2에서는 원거리 입체시 수준을 720에서 10(arc seconds)까지 측정하며, 우안과 좌안의 상이 편광안경을 통해 각각 다른 각도에서 멧히게 되는 원리로 측정하였다. 원거리 입체시는 Visuscreen 500 시표를 사용하여 억제 및 원거리 입체시를 측정하였다.

수술 여부에 대한 시각훈련의 효과를 평가하고, 비교분석하기 위해서 원거리에 대한 교정시력의 변화와 양성상대폭주력(positive relative convergence; PRC), 입체시를 측정하였다. 성공기준은 원거리 입체시 기준 60 arc seconds로 하였다. 나이와 사시각, 훈련기간에 관한 상관관계를 분석하기 위해 비모수 검정 방법 중 독립표본 T 검정으로 비교 검토하였다.

굴절검사를 시행하여 교정안경을 착용 후에 시기능 검사를 시행하였고, 시기능훈련을 실시하였다. 각 기능별 프로그램을 시행하였으며 사시안의 특징인 억제를 해결하고, 안구운동-조절기능향상-버전스기능 향상 순으로 훈련을 진행하였다.

본 연구에서 진행한 시기능훈련의 구성은 눈의 시각정보를 양안이 아닌 한쪽 눈으로 받아들이는 부분을 해결하기 위해 억제훈련, 눈의 자연스러운 움직임과 여력을 향상하기 위한 외안근 강화훈련, 양 눈이 수의적 부분이 아닌 능동적인 융합과정을 만들 수 있는 자동화 훈련 그리고 이항운동의 힘을 강화하기 위한 버전스훈련을 진행하였다. 그리고 상하 사시를 동반하였을 때 양 눈의 정렬을 위해 프리즘 안경을 처방하였고, 사시량이 많은 경우 훈련을 위한 프리즘 안경을 사용하였다.

### 3. 시각각 시기능훈련 방법

외안근 강화훈련은 단안 조건에서 타겟(골프공 및 피검자가 좋아하는 타겟)을 이용하여 수평, 수직, 대각선, 원형, S자 방향으로 20회 왕복 훈련을 하였으며 좌우안을 교대로 실시하였다.

안구운동을 위한 주의력 향상을 위해 숫자를 세면서 진행하였으며, 아동의 상황에 따라 짝수나 홀수, 배수를 지



Fig. 3. Glasses for eye movement.

정하여 카운트하도록 하면서 훈련을 진행하였다.

훈련의 강도를 조정하기 위해 Fig. 3과 같은 한쪽을 차폐한 안경을 착용후 반대쪽에 프리즘의 강도를 높여서 프리즘 방향을 함께 이동시키며 훈련을 진행하였다. 훈련시간은 10분에서 15분 정도 실시하였다.

억제 치료의 방법은 프리즘 안경을 착용한 상태에서 블록 스트링, TV트레이너, 수직 분리 프리즘의 방법을 사용하였으며 매회 훈련시간은 10분에서 15분 정도 실시하였다. 외안근 근력강화훈련은 단안 조건에서 타겟을 이용하여 수평, 수직, 대각선, 원형, S자 방향으로 5회 왕복 훈련을 하였으며 우안 좌안을 교대로 훈련하였다. 양안 융합강화를 위해서는 프리즘안경을 착용한 상태에서 프리즘 및 블록스트링을 실시하였고, 피검자의 재미를 위해 티라나 글리프 타겟 시리즈를 이용하여 주변부 및 중심부 융합과 입체시 훈련을 병행하여 사용하였다. 매 훈련은 환자의 상태에 따라 프리즘안경을 혼용하여 사용하였다. 이 훈련은 매회 10~15분 정도 실시하였다.

버전스 훈련은 이항 운동 움직임의 양과 질을 강화시키기 위한 것이며, 억제 및 양안 융합기능 훈련을 시행한 이후 움직임의 범위를 평가하여 훈련을 계획하고 시행하였으며 훈련 초기에는 융합을 위한 최소 프리즘을 가지고 실시하면서 차츰 프리즘의 양을 증가시키는 과정으로 실시하였으며, 환자의 융합정도에 따라서 거리별로 실시하였으며 훈련시간은 10분~15분 정도 실시하였다.

사시안의 통제는 억제의 개선 및 제거가 제일 중요하다. 따라서 제일 기본이 되는 안구운동과 억제제거를 위한 훈련을 시행하였다. 억제 훈련은 버전스 훈련과 동시에 실시하기 위해 좌우 안에 Base In 방향의 프리즘을 사시안의 각도보다 높은 양으로 상을 분리한 뒤 천천히 Base Out의 방향으로 폭주 여력이 천천히 향상되는 방법으로 진행하였으며, 훈련과정과 순서는 Fig. 4와 같다.

시각각 시기능훈련(VTVS)을 진행하면서 특별한 점은 아이들의 흥미 유발을 위한 프로그램과 프리즘 및 안경렌즈의 기본에 충실하였다. 예를 들면 프리즘의 방향 및 안경렌즈의 특성에 따른 사물의 변화를 관찰하며 변화에 대한 피드백을 기준으로 훈련의 강도를 조정하였으며, 훈련

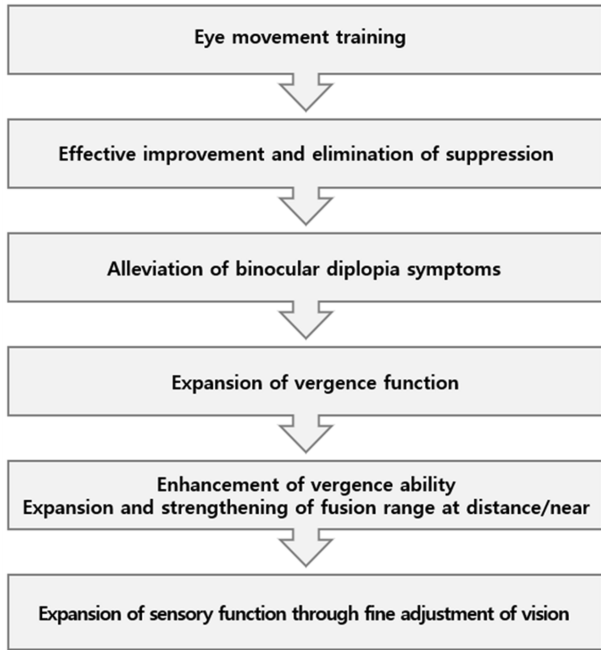


Fig. 4. Process of vision therapy program for intermittent exotropia.

을 진행하면서 목표를 가질 수 있도록 하였다.

버전스 강화훈련은 두 눈 융합의 강화를 위해서 강화하고자 하는 방향으로 피검자가 부담되지 않는 적당한 양의 프리즘을 장용한 상태에서 사물을 관찰하였다. 날개프리즘을 이용한 중심부와 주변부의 융합 시기능훈련을 위하여 훈련 때 마다 환자의 버전스 양을 측정하여 프리즘 안경을 장용하였으며, 훈련은 매 회 10분에서 15분 정도 실

시하였다.

이 같은 훈련은 두 눈의 움직임의 질과 양을 확장하기 위한 것이다. 이 훈련은 억제와 양쪽 눈의 움직임이 정도를 평가한 후 강도를 계획하고 진행하였다. 초기에는 훈련을 위한 간단한 사물의 갯수와 두 개가 한 개로 합쳐지는 부분에 대한 학습을 진행하였다. 피검자의 융합을 위해서 제일 약한 프리즘렌즈를 가지고 실시하고, 조금씩 프리즘의 강도를 강하게 진행하였다. 또한 근거리, 중간거리, 원거리로 나누어서 훈련을 진행하였다.

4. 통계분석

본 연구는 간헐성 외사시안의 수술 유무에 따른 시기능 훈련 효과 차이를 SPSS 20 통계 프로그램을 사용하여 비교하였다. 두 군의 크기 비교는 비모수적 방법인 Mann-Whitney test를 실시하였으며, 시기능훈련 전후의 비교 또한 비모수적인 방법인 Wilcoxon signed rank test를 통해서 검증하였다. 두 변수의 상관분석방법은 비모수 상관분석 방법인 Spearman의 순위상관분석을 사용하였다. 그리고 각 유형에 따른 변화의 차이 분석은 비모수 검정방법인 Kruskal-wallis검정을 실시하였다.

결 과

1. 수술하지 않은 간헐성 외사시안의 시기능훈련

5.5세에서 10.1세까지의 아동 13명을 대상으로 하였으며 시기능훈련의 기간은 70일에서 215일 정도 소요되었다.

Table 1. Result of vision therapy patient to without surgery

No	Age	Visiting Angle (Δ)	Therapy Period	PRC (break/recovery) after VT (Δ, distance)	Improving CVA Pre/Post	Stereoscopic (arc second) Pre/Post
1	8.1	25	141	30/20	0.7/0.9	×/60
2	5.5	20	70	25/18	0.9/1.0	×/60
3	8.4	25	95	30/20	0.9/1.0	360/30
4	9.3	25	215	18/12	0.5/0.9	×/30
5	8.4	25	160	25/18	0.8/1.0	360/30
6	6.5	25	80	30/25	0.7/0.9	×/60
7	8.3	30	105	25/18	0.8/0.9	×/60
8	9.7	30	180	20/15	0.9/1.0	×/60
9	10.1	25	162	25/20	0.5/1.0	×/30
10	5.8	20	110	25/14	1.0/1.0	200/30
11	8.1	22	111	35/20	1.0/1.0	200/30
12	8.1	15	104	30/25	0.8/0.9	×/30
13	9.1	20	98	35/20	0.8/0.8	×/60
Total	8.10(±1.41)	23.62(±4.17)	125.46(±42.73)	27.15(±5.11)/18.85(±3.76)	0.79(±0.16)/0.95(±0.07)	×/43.85(±15.56)

PRC; positive relative convergence, break; break point, recovery; recovery point, VT; vision therapy, CVA; corrected visual acuity, Pre; pre vision therapy, Post; post vision therapy

시기능훈련 기간은 평균  $125.46 \pm 42.73$ 일이었으며, 평균 사시각은  $23.62 \pm 4.17$  △이었다. 수술하지 않은 경우, 시기능훈련으로 인한 결과는 Table 1과 같다.

억제로 인해서 시기능훈련 전 불가능하였던 원거리 PRC 측정이 훈련 이후 Table 1에서 보는 것처럼 분리점  $27.15 \pm 5.11$  △, 회복점  $18.85 \pm 3.76$  △으로 향상되었음을 알 수 있다. 피검자의 양안 중 교정시력이 낮게 나오는 쪽 평균 교정시력은  $0.79 \pm 0.16$ 이었다. 이 교정시력은 훈련 후  $0.95 \pm 0.07$ 로 개선되었으며, 이 수치는  $0.15 \pm 0.15$ 만큼 향상된 수치이며, Wilcoxon signed rank test에서 유의미한 결과를 나타내었다( $p=0.004$ ).

양안시의 질적인 평가인 원거리 입체시의 결과는 시기능훈련 전 대부분 입체시 측정이 되지 않았으며 측정이 되는 경우  $200 \sim 360$  arc second로 정상적인 입체시 기능이 나타나지 않았지만 시기능훈련 이후  $43.85 \pm 15.56$  arc second로 정상적인 입체시를 획득하였다.

나이와 사시각에 따라서 시기능훈련의 기간이 다른 것을 볼 수 있는데 나이와 훈련기간과의 Spearman 상관관계분석에서는 나이가 많을수록 훈련기간이 길어질 수 있다는 것을 알 수 있다( $p=0.017$ ). 이러한 이유는 나이가 어릴수록 융합 경험에 대한 학습이 더 쉽게 받아들여져서 입체시 기능을 발달시키는데 영향을 주었기 때문이라 생각된다.

## 2. 수술 후 재발한 간헐성 외사시안의 시기능 훈련

6.25세에서 11.02세까지 아동 13명을 대상으로 하였으며

시기능훈련의 기간은 47일에서 215일 정도 소요되었다. 수술 전 사시각은  $29.77 \pm 4.64$  △이었으며, 수술 이후 경과된 기간은  $524.62 \pm 570.58$ 일이었다. 수술 후 재발한 대상자의 시기능훈련으로 인한 결과는 Table 2과 같다.

억제로 인하여 원거리 PRC의 측정이 불가능하였지만, 시기능 훈련 후, PRC의 분리점 및 회복점의 측정이 가능하게 되었으며, Table 2와 같이 분리점  $19.69 \pm 3.86$  △, 회복점  $15.30 \pm 2.62$  △으로 각각 향상되었다.

시기능훈련은 시력발달에도 영향을 주었는데 양안에서 교정시력이 덜 나오는 쪽의 시력이 0.4에서 0.9이었던 것이 시기능훈련 후 0.8에서 1.0까지 향상되는 것을 알 수 있다. 시기능훈련 기간은 짧게는 47일 정도에서 교정시력이 향상되었고, 길게는 152일 정도에서 교정시력이 향상되었다.

피검자의 양안 중 교정시력이 낮게 나오는 쪽의 평균 교정시력은  $0.64 \pm 0.18$ 이었다. 이 교정시력은 훈련후  $0.88 \pm 0.09$ 로 개선되었으며,  $0.23 \pm 0.11$  향상된 수치다. 이 결과는 Wilcoxon signed rank test에서 유의미한 결과를 나타내었다( $p=0.001$ ).

시기능훈련은 원거리 입체시에도 영향을 주었는데 시기능훈련 이전에 입체시가 나타나지 않거나  $180 \sim 720$  arc second로 비정상 수치로 나타났으나 시기능훈련 이후  $53.08 \pm 13.16$  arc second로 정상적인 수준으로 획득하였다.

나이와 훈련기간 그리고 사시각과 훈련기관에 대한 상관관계분석(Kendall)에서 각각 유의확률 0.016으로 유의미

Table 2. Result of vision therapy patient to postoperative recurrence

No	Age	Angle before surgery (△)	Period after surgery	Visiting angle (△)	Therapy period (day)	PRC (break/recovery) after VT (△, distance)	Improving CVA Pre/Post	Stereoscopic (arc second) Pre/Post
1	8.40	25.0	60	17	70	25/16	0.4/0.8	×/60
2	7.15	35.0	38	30	126	16/14	0.5/0.8	×/60
3	11.02	30.0	120	20	147	16/12	0.8/1.0	×/60
4	19.73	35.0	1460	16	147	25/20	0.7/0.8	180/60
5	15.51	25.0	334	17	108	16/14	0.8/1.0	×/60
6	18.35	25.0	70	18	173	25/18	0.5/0.8	×/60
7	17.50	35.0	45	30	122	18/14	0.4/0.8	×/60
8	10.35	30.0	125	20	149	18/14	0.8/1.0	×/30
9	10.50	35.0	1350	17	150	25/20	0.7/0.9	200/30
10	16.25	25.0	325	16	115	16/14	0.9/1.0	×/30
11	09.20	27.0	452	15	50	20/15	0.8/0.9	×/60
12	08.50	25.0	1011	16	81	18/12	0.4/0.8	720/60
13	10.70	35.0	1430	18	152	18/16	0.7/0.8	×/60
Total	8.70 (±1.75)	29.77 (±4.64)	524.62 (±570.58)	19.23 (±5.00)	83.85 (±36.48)	19.69(±3.86)/ 15.30(±2.62)	0.64(±0.18)/ 0.88(±0.09)	×/53.08 (±13.16)

PRC; positive relative convergence, break; break point, recovery; recovery point, VT; vision therapy, CVA; corrected visual acuity, Pre; pre vision therapy, Post; post vision therapy

한 결과를 나타내었다. 이러한 결과로 나이가 어릴수록 그리고 수술 이후 재발 시 사시각이 작을수록 시기능훈련 기간이 짧아진다는 사실을 확인할 수 있었다.

**3. 수술여부에 따른 시기능훈련 효과 비교**

수술여부에 따른 시기능훈련 후의 결과를 비교 분석하기 위하여 Table 1과 2에서 핵심 결과만 추출하여 상관관계를 분석하고 비교하였다. Table 3에는 교정시력 변화를 나타내었으며, Table 4에는 사시각 및 양성상대폭주력 분석결과를 나타내었다. 그리고 나이와 훈련기간에 대한 Spearman 상관관계분석 결과는 Table 5에 제시하였다.

Table 3에서 보는 바와 같이 교정시력의 변화는 수술여부에 상관없이 모두 좋은 결과를 나타내었다.

사시안 특징은 단안으로 사물을 판단하는 특성을 가지기 때문에 시기능 훈련 전에는 양성상대폭주력의 측정은 불가능하였으나 시기능훈련 이후 흐린 점 13.23±2.95 △, 분리점 27.15±5.11 △, 회복점 18.85±3.76 △으로 측정되었다.(Table 4) 이 수치는 정상적인 폭주여력을 가지고 있다.

모든 부분에 있어서 비수술 상태에서 시기능훈련을 하였을 때가 더 좋은 효과를 나타내었으며 통계적으로 유의한 차이가 있음을 확인하였다.

Table 4에서 제시한 바와 같이 수술여부에 따른 시기능훈련 기간을 비교하면 비수술 그룹은 평균 125.46±42.73일이었으며, 수술 그룹은 평균 83.85±36.48일이었다. 사시각은 수술 그룹이 비수술 그룹을 비해 사시각이 적게 나타났으며, 훈련기간과의 상관관계분석 결과에서 유의확률이 각각 0.031과 0.015로 나타내었다.

나이와 훈련기간과의 상관관계분석 결과, Table 5에서 보는 바와 같이 유의확률 0.017로 나이가 많을수록 훈련기간이 길어질 수 있다는 것을 알 수 있다.

수술 이후 간헐적 외사시가 재발한 그룹은 수술하지 않은 그룹보다 시기능훈련 시행 전의 사시각은 적게 나타났으나 시기능훈련 기간은 좀 더 길게 나타났다.

교정시력 및 양성상대폭주력에 대해서는 수술 시행 후

재발한 경우보다 수술을 시행하지 않았을 때 더 좋은 결과를 나타내었다. 하지만 두 경우 모두 정상적인 운동성 및 감각성 기능을 회복하였다.

**고 찰**

**1. 나이 및 사시각이 시기능훈련기간에 미치는 영향**

간헐성 외사시안을 가진 아동을 수술 후 재발한 그룹과 수술하지 않은 그룹으로 분류하여 입체시가 이루어지는 시점까지의 시기능훈련을 시행하였으며, 그 결과를 비교하고 상관관계분석을 하였다.

수술 후 재발한 그룹은 수술 전 사시각도가 29.77±4.64 △이었으며 원거리 억제로 인한 융합 기능 저하와 입체시 부재로 인한 감각기능의 저하를 가지고 있었다. 외사시의 치료는 오목렌즈나 프리즘렌즈 그리고 가림치료 등 여러 옵션이 있을 수 있으나,<sup>[10]</sup> 현재는 대부분 수술적 접근으로 치료하고 있다. 조기에 수술하는 경우 발달과정에 있어서 시각적인 발달과 안구운동 상태의 정상 발달을 생각하는 것이 중요하며, 이는 융합으로 인한 감각성 기능과 연관이 있다. 따라서 너무 조기에 수술하는 경우 이러한 상태를 기대하는데 한계가 있을 수 있으며 융합 기능이 가능할 때를 놓치면서 수술할 수도 있다. 이러한 시도는 수술 후 재발이 유발되는 원인이 될 수도 있다.

본 연구에서 간헐성 외사시안을 가진 아동 중 수술하지 않은 그룹과 수술 후 재발한 그룹을 대상으로 시기능훈련을 시행하여 결과를 비교하였으며 원거리에 대한 사시각도는 23.62±4.17 △, 19.23±5.00 △으로 각각 나타났으며, 원거리에 대한 편위도가 심한 개산과다형 간헐성 외사시안이다.

원거리 양성상대폭주력 결과에서는 원거리 분리점은 비수술그룹이 27.15±5.11 △과 수술 후 재발한 그룹이 19.69 ±3.86 △로 나타났고, 회복점은 각각 18.85±3.76 △과 15.30±2.62 △로 나타났다. 두 그룹의 유의확률은 0.001과

Table 3. A comparison of the corrected visual acuity after VT

Surgical status	Pre-VT	Post-VT	PD	P
Non-surgery	0.79±0.16	0.95±0.07	0.15±0.15	0.004
Postoperative recurrence	0.64±0.18	0.88±0.09	0.23±0.11	0.001

Table 4. Comparison of visual training outcomes in non-surgical and postoperative recurrence groups

Surgical status	Blur (△)	Break (△)	Recover (△)	Angle (△)	Period
Non-surgery	13.23±2.95	27.15±5.11	18.85±3.76	23.62±4.17	125.46±42.73
Postoperative recurrence	10.15±1.28	19.69±3.86	15.30±2.62	19.23±5.00	83.85±36.48
<i>p</i>	0.007	0.001	0.016	0.031	0.015

Table 5. Correlation coefficient of age and therapy period

Non-surgery	Spearman	0.645
	<i>p</i>	0.017
Postoperative recurrence	Spearman	0.532
	<i>p</i>	0.061

0.016으로 각각 나타나 비수술 그룹의 유의성이 높았다.

나이와 훈련기간 그리고 사시각과 훈련기관에 대한 상관관계분석에서 각각 유의한 결과를 나타낸 것으로 보아 나이가 어릴수록 그리고 수술 이후 재발 시 사시각이 작을수록 시기능훈련 기간이 짧아진다는 사실을 확인할 수 있었다.

## 2. 교정시력과 입체시에 대한 시각각 시기능훈련

시기능훈련 이후 사시로 인한 시력저하는 수술하지 않았을 때  $0.79 \pm 0.16$ 에서  $0.95 \pm 0.07$ , 수술 후 재발하였을 때  $0.64 \pm 0.18$ 에서  $0.88 \pm 0.09$ 로 개선되었다. 따라서 시기능훈련으로 버전스에 대한 운동성 및 감각성 기능의 충분한 여력 확보로 개선될 수 있음을 기존연구<sup>[14]</sup>의 결과와 같이 본 연구에서 같은 결과를 보여주었다.

본 연구의 수술여부에 따른 시기능훈련으로 간헐성 외사시안의 성공기준이 60 arc second였으며, 융합기능의 운동성과 감각성 기능이 좋아지면서 입체시 기능이 좋아지는 것을 확인하였다. 사시성 약시의 경우 단안으로 관찰하기 때문에 정상적인 입체시가 나오지 않는다. Randot circles test에서 10%로 굴절성 부등시 약시안의 50%보다 입체시의 기능이 상당히 저하 되는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 부등시성 약시안보다 사시성 약시일 때에 감각적인 부분이 많이 떨어져 사물을 관찰하는 질적인 부분이 저하된다고도 할 수 있다.<sup>[15]</sup>

본 연구 결과에서는 시기능훈련 전 대부분 사시안 중 단안이 정상 교정시력보다 저하되는 것을 알 수 있었으며, 시기능훈련 이후 융합기능의 향상으로 인해 교정시력이 향상되는 것을 알 수 있다. 그리고 사시성 약시에서 입체시의 기능 향상이 약시의 치료 효과에 좋은 영향을 미친다고 할 수 있다. 본 연구에서는 원거리 입체시를 평가하였으며, 그 결과 수술하지 않을 때  $43.85 (\pm 15.56)$  arc second, 수술 이후 재발하였을 때  $53.08 (\pm 13.16)$  arc second로 측정되었다. 이는 간헐성 외사시안에서 근거리 입체시보다 발생원인이 더 민감하기 때문에 더욱 의미가 있다.<sup>[16,17]</sup>

사시에 대한 시기능훈련 효능은 대다수 임상소견에서 크게 개선되는 것을 알 수 있었으며, 간헐성 외사시일 때, 시기능훈련 성공률은 89%이며 외사시일 때 82%로서 망막대응이 이뤄질 경우 91%의 높은 성공률을 보여주었다. 이러한 결과로써 망막대응의 질적인 부분이 시기능훈련의 성공률에 높은 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.<sup>[18]</sup> Altizer LB의 연구에서는 간헐성 외사시안의 성공률은 89%로써 상당히 높은 성공률을 나타내고 있으며,<sup>[19]</sup> Coffey B. etc의 연구에서는 간헐성 외사시안의 시기능훈련의 성공률은 59%이며 수술 성공률은 61%로서 수술한 경우와 훈련을 통한 성공률이 본질적으로 동일한 비율로 나타낸다고

하였다.

본 연구에서 시행한 시각각을 이용한 시기능훈련은 프리즘을 이용한 양안시차와 프리즘의 특성을 이용한 방법으로 진행하였다. 이와 같은 방법은 간헐성 외사시안 아동 총 30명 중 신뢰성이 떨어지는 4명을 제외한 26명의 아동에게서 좋은 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 86.67%의 높은 성공률을 나타내고 있다.

시기능훈련 기간을 제외하고 교정시력 및 양성상대폭주력에 대해서는 수술 시행 후 재발한 경우보다 수술을 시행하지 않을 때 더 좋은 결과를 나타내었다. 하지만 두 경우 모두 정상적인 운동성 및 감각성기능을 회복하였다.

시각각 시기능훈련의 시행으로 간헐성 외사시안의 시기능이 좋은 결과를 나타내었으며, 별다른 도구없이 프리즘만으로도 쉽게 접근할 수 있다. 시각각 시기능훈련은 본 연구를 통해 시기능 확장에 큰 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다.

감각기능 중 입체시는 수술의 성공여부에 따른 중요한 요소이다.<sup>[20,21]</sup> 따라서 양안시의 질적인 향상을 위한 입체시에 대한 목적으로 시기능훈련은 도움이 될 것이며, 수술 이후 재발방지를 위한 시기능훈련 또한 수술한 아동에게 매우 중요한 요소라도 판단된다.

본 연구는 수술적 치료 유무에 따른 시기능훈련 효과를 비교하는 연구로서 외사시안이 입체시 완성 시점을 훈련기간 종료로 정하였으며, 훈련에 소요되는 기간을 비교 분석한 연구이다. 훈련기간을 동일하게 설정하지 않고 입체시를 이루는 시점을 훈련기간으로 정한 이유는 각 개인별 훈련종료 시점이 매우 다르기 때문이다. 동일한 훈련기간일 경우, 일부 실험 참여 대상자는 시기능이 회복되어도 더 이상 필요없는 훈련을 계속해야 하지만 또 다른 참여자는 시기능이 아직 회복되지 않은 시점이 되기도 한다. 따라서 각 그룹별로 입체시 완성에 소요되는 시기능훈련 기간을 나이와 사시각 등과의 상관관계를 분석하였다. 그러므로 본 연구의 제한점은 동일한 훈련기간일 때의 시기능훈련 효과와는 다르며, 추후 추가적인 연구로 함께 비교 분석해 볼 필요도 있다.

## 결 론

본 연구는 시각각을 이용한 시기능훈련의 효과에 관한 연구로써 간헐성 외사시안인 아동을 대상으로 실시하였고, 본 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 시각각을 이용한 시기능훈련은 도구의 사용 없이, 프리즘 및 렌즈의 특성만으로도 시기능훈련이 가능하다. 둘째, 시각각을 이용한 시기능훈련은 운동성과 감각성 훈련을 동시에 만족한 결과를 보여주었다. 셋째, 안기능 개

선이 교정시력에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 넷째, 간헐성 외사시안의 시기능훈련은 수술 후 재발한 경우와 수술하지 않은 경우 둘다 좋은 결과를 나타내었다. 다섯째, 간헐성 외사시안의 수술하지 않은 경우의 시기능훈련 결과는 수술 이후 재발한 경우보다 운동성 및 감각성 기능에서 더 좋은 결과를 나타내었다.

시감각을 이용한 시기능훈련의 효과로써 시각기능이상에 도움이 되는 것을 알 수 있었으며, 시기능훈련의 중요성을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

- [1] Mohny BG, Huffaker RK. Common forms of childhood exotropia. *Ophthalmology*. 2003;110(11):2093-2096. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.04.001>
- [2] Jampolsky A. Ocular deviations. *Int Ophthalmol Clin*. 1964;4(3):567-607. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004397-196409000-00001>
- [3] Park JY, Sohn HY, Cho YA. Is the nonsurgical treatment effective on intermittent exotropia in children school-age? *J Korean Ophthalmol Soc*. 1995;36(9):1561-1567.
- [4] Lim SH, Hong JS, Kim MM. Prognostic factors for recurrence with unilateral recess-resect procedure in patients with intermittent exotropia. *Eye*. 2011;25(4):449-454. DOI: <https://doi.org/10.1038/eye.2011.12>
- [5] Kim HJ, Choi DG. Clinical analysis of childhood intermittent exotropia with surgical success at postoperative 2 years. *Acta Ophthalmol*. 2016;94(2):e85-e89. DOI: <https://doi.org/10.1111/aos.12849>
- [6] Von Noorden GK, Campos EC. *Binocular vision and ocular motility: theory and management of strabismus*, 6th Ed. St.Louis: Mosby, 2002;458-466.
- [7] Iacobucci I, Henderson JW. Occlusion in the preoperative treatment of exodeviations. *Am Orthopt J*. 1965;15(1):42-47. DOI: <https://doi.org/10.1080/0065955X.1965.11981486>
- [8] Caltrider N, Jampolsky A. Overcorrecting minus lens therapy for treatment of intermittent exotropia. *Ophthalmology*. 1983;90(10):1160-1165. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(83\)34412-2](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(83)34412-2)
- [9] Hardesty HH. Prisms in the management of intermittent exotropia. *Am Orthopt J*. 1972;22(1):22-30. DOI: <https://doi.org/10.1080/0065955X.1972.11982291>
- [10] Burian HM, Spivey BE. The surgical management of exodeviations. *Am J Ophthalmol*. 1965;59(4):603-620. DOI: [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(65\)93991-7](https://doi.org/10.1016/0002-9394(65)93991-7)
- [11] Jampolsky A. Ocular deviations. *Int Ophthalmol Clin*. 1964;4(3):567-607. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004397-196409000-00001>
- [12] Lee CS, Bae YJ, Kim JB, et al. A study on the effect of intermittent exotropia vision training using proprioceptive test (Maindot test). *J Korea Ophthalmic Opt Soc*. 2016;21(3): 243-251. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2016.21.3.243>
- [13] Han DH, Paik HJ. The minimal postoperative follow-up period to determine secondary surgery in patients with intermittent exotropia. *J Korea Ophthalmol Soc*. 2014; 55(5):711-718. DOI: <https://doi.org/10.3341/jkos.2014.55.5.711>
- [14] Ekdawi NS, Nusz KJ, Diehl NN, et al. The development of myopia among children with intermittent exotropia. *Am J Ophthalmol*. 2010;149(3):503-507. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2009.10.009>
- [15] Hatsukawa Y. Short-term and long-term prognosis of recessionresection surgery for exotropia. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi*. 1992;96(11):1466-1476.
- [16] Choi DG, Kim PS. The surgical outcome of intermittent exotropia and the prognostic factors. *J Korean Ophthalmol Soc*. 1998;39(6):1255-1263.
- [17] Jeoung JW, Lee MJ, Hwang JM. Bilateral lateral rectus recession versus unilateral recess-resect procedure for exotropia with a dominant eye. *Am J Ophthalmol*. 2006;141(4): 683-688. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2005.11.021>
- [18] Daw NW. Critical periods and amblyopia. *Arch Ophthalmol*. 1998;116(4):502-505. DOI: <https://doi.org/10.1001/archoph.116.4.502>
- [19] Park YK, Yoon KC, Park YK. Clinical approach for the treatment of amblyopia in school children. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2003;44(9):2091-2098
- [20] Lee JH, Kang NY. Surgical outcomes of intermittent exotropia according to the constancy. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2013;54(2):310-316. DOI: <https://doi.org/10.3341/jkos.2013.54.2.310>
- [21] Yoon SC, Park HJ. The post-operative changes of stereopsis in adult strabismus. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2008; 49(11):1807-1811. DOI: <https://doi.org/10.3341/jkos.2008.49.11.1807>

## 수술적 치료 유무에 따른 간헐적 외사시의 시기능훈련 효과

이승욱<sup>1</sup>, 장우영<sup>1</sup>, 이현미<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>대구보건대학교 안경광학과, 교수, 대구 41453

<sup>2</sup>대구가톨릭대학교 안경광학과, 교수, 경산 38430

투고일(2025년 6월 23일), 수정일(2025년 7월 17일), 게재확정일(2025년 7월 27일)

**목적:** 간헐성 외사시안을 가진 한국에 거주하는 12세 미만 아동을 대상으로 수술여부에 따른 시기능훈련 임상연구를 통해 훈련 효과를 비교분석하고자 한다. **방법:** 12세 미만 아동 총 30인중 신뢰성이 떨어지는 4인을 제외한 평균 연령  $8.41 \pm 1.59$ 인 아동 26명의 아동을 대상으로 분석 하였으며, 이 중 수술 여부에 따라 각각 13명을 대상으로 시기능훈련을 시행하였다. 시기능훈련은 프리즘 및 안경렌즈의 기본 원리를 이용하여 시행하였다. **결과:** 시기능 훈련은 수술 여부에 상관없이 모두 좋은 결과를 나타내었다. 수술하지 않은 경우 두 눈 중 약시안의 교정시력이  $0.95 \pm 0.07$ 로 개선되었으며, 양성상대폭주력은 분리점  $7.15 \pm 5.11 \Delta$ , 회복점  $18.85 \pm 3.76 \Delta$ 로 증가하였다. 이 경우 나이가 적을수록 훈련기간이 줄어들었다. 수술 후 재발한 눈 중 약시안의 교정시력이  $0.88 \pm 0.09$ 로 개선되었으며, 양성상대폭주력은 분리점  $19.69 \pm 3.86 \Delta$ , 회복점  $15.30 \pm 2.62 \Delta$ 로 나타났다. 나이가 적을수록 훈련기간이 줄어들었으며, 사시각은 재발시 시간이 경과할수록 증가하였다. 입체시는 모두 정상범위로 회복되었으며, 수술하지 않은 경우 좀 더 좋은 결과를 보여주었다. **결론:** 시기능 훈련을 통해 간헐성 외사시는 모두 성공적인 결과를 나타내었다. 이중 사시 수술을 하지 않은 경우 양성상대폭주력과 교정시력 및 입체시 향상에서 더 좋은 결과를 나타내었으며, 두 경우 모두 나이가 적을수록 훈련기간이 짧아지는 것을 알 수 있었다.

**주제어:** 간헐성외사시, 비전테라피, 양성융합 버전스, 입체시, 시기능이상