

# Vision Training Device(OTUS)적용에 따른 기능성 근시의 개선 효과

박성용<sup>1</sup>, 윤영대<sup>2</sup>, 김덕훈<sup>3</sup>, 이동희<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>(주)에덴룩스 기술연구소 대표, <sup>2</sup>동신대학교 안경광학과 석사과정, <sup>3</sup>마산대학교 안경광학과 교수, <sup>4</sup>극동대학교 안경광학과 교수

## Improvement effect of Functional Myopia by Using of Vision Training Device(OTUS)

Sung-Yong Park<sup>1</sup>, Yeong-Dae Yoon<sup>2</sup>, Deok-Hun Kim<sup>3</sup>, Dong-Hee Lee<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>CEO, Research Center of Edenlux Corp.

<sup>2</sup>Master's Course, Department of Optometry DongShin University

<sup>3</sup>Professor, Department of Optometry Masan University

<sup>4</sup>Professor, Department of Visual Optics, Far East University

**요약** 본 연구는 조절훈련을 통한 기능성 근시개선 효과를 유발할 수 있는, ICT 기반의 시력회복용 웨어러블 디바이스의 개발에 관한 것이다. 시력훈련기기(OTUS)는 헤드마운트 형태를 가지는 웨어러블 디바이스로써 섬모체 근육의 수축과 이완, 눈모음과 눈벌림을 자연스럽게 자극하는 조절 훈련기기이다. 사용자는 디바이스를 통해 저장된 개인 시력정보를 바탕으로 맞춤형 시력훈련을 진행할 수 있다. 실험에서는 기능성 근시를 유발한 후 두 그룹(비교군 16명, 조절훈련군 16명)에 대해 조절훈련으로 인한 증상의 개선 효과를 비교 분석하였다. 그 결과 조절훈련군에서 기능성 근시가 평균  $0.44D \pm 0.35(p < 0.05)$ 로 개선되었다. 이 연구가 시력훈련기기(OTUS)의 기능성 근시에 대한 유효성을 밝히고 있지만, 기능성 근시를 장기간 제어할 수 있는 가능성을 입증하기 위해 추가적인 임상시험이 필요할 것으로 판단된다.

**주제어** : 기능성 근시, 조절훈련, 시력훈련기기, 헤드마운트디바이스, 정보통신기술(ICT)

**Abstract** This study is about the development of ICT-based wearable devices for vision recovery that can cause functional myopia improvement through accommodation training. Vision Training Device(OTUS) is a head mount type wearable device, which naturally stimulates the contraction and relaxation of the ciliary muscles of eye. Users can conduct customized vision training based on personal vision information stored through the device. In the experiment, the effects of improvement of the symptoms by the accommodation training were compared and analysed for the two groups (16 comparative group and 16 accommodation training group) after causing functional myopia. The result showed the functional myopia improved average  $0.44D \pm 0.35$  ( $p < 0.05$ ) at the accommodation training group compared to the comparative group. This study proved the effectiveness of vision training device(OTUS) on functional myopia, but further clinical trials are judged necessary to prove the possibility of long-term control of the functional myopia.

**Key Words** : Functional myopia, Accommodation training, Vision training device, Headmount device, Information and communication technology (ICT)

\*This study is supported by Research and Business Development through Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT) funded by the Ministry of Trade, Industry and Energy (No. P0004786).

\*Corresponding Author : Dong-Hee Lee(2013059@kdu.ac.kr)

Received December 27, 2019

Accepted February 20, 2020

Revised January 23, 2020

Published February 28, 2020

### 1. 서론

지난 몇 년간 스마트폰 사용인구가 급증하면서, 스마트폰은 점차 생활필수품으로 인식되고 있다. 2014년에는 국내 스마트폰 가입자가 4천만명을 넘어섰으며, 2019년 기준으로 글로벌 27개국 중 국내 스마트폰 보급률이 1위를 기록하였다. 대부분 선진국의 스마트폰 보급률은 평균 76%인데 비하여 국내의 스마트폰 보급률은 95%로 집계되었다(Pew Research Center, February 2019, "Smartphone Ownership Is Growing Rapidly Around the World, but Not Always Equally"). 이는 [1] 스마트폰의 보급률이 급증함에 따라 과거에 비해 최근 중고등학생에서 더 많은 근시변화량을 보였고, 스마트폰의 장시간 사용이 가성근시를 유발하고 진성근시로의 변화에 영향을 미쳤을 것이라 했다.

근시 진행에 대한 다양한 가설과 추정들이 존재하지만 증거로써 받아들여지는 요인은 유일하게 유전적 영향이 있다[2-8]. 반면 근시 진행이 후천적 인자와 더욱 강력한 상관관계를 갖는다는 반박 역시 존재한다. 대표적인 연구 사례로는 쌍둥이를 대상으로 한 메타분석에서 동등 유전자 조건임에도 시 환경적 요인에 따라 근시 진행 정도의 차이를 확인한 사례를 들 수 있다[9]. 또한 시 환경 차이에 따른 근시진행의 영향을 확인하기 위해 병아리를 대상으로 한 굴절변화 유도실험에서 하나의 안구 망막에 일부 영역 초점변화를 유도한 결과 Fig. 1에서처럼 일부 공막 성장의 결과를 확인할 수 있다. 이는 눈의 항상성에 의해 망막을 벗어난 초점이 안구의 성장을 초래하는데에서 기인한 결과로 해석된다[10]. 결과적으로 안구성장을 유도하는 주요한 원인이 망막 초점의 이탈이라는 점을 시사한다.

장시간의 근거리 작업은 안구의 내안근인 모양체근에 경련을 일으켜 눈의 피로를 유발한다[11-13]. 지금까지 이러한 현상을 조절 경련, 기능성 근시, 가성근시, 학생근시, 근업에 의한 근시 등 다양하게 명명하였고 평균적으로 0.5D가량의 근시성 디포커스가 발생하는 증상을 말한다[3,10,12,14-15]. 스마트폰의 사용빈도가 늘어남에 따라 현대인들의 시 환경이 보다 근거리화 되는 현상이 빚어졌으며 이는 과거에 비해 잦은 기능성 근시 발생을 초래한다. 거시적인 측면에서 도시에 거주하거나, 교육의 수준이 높거나, 근거리에서의 업무 비중이 높은 직업군의 경우 근시의 유병률이 더 높게 나타났다. 이는 근거리 시 작업과 근시진행과의 상관관계에 있어 기능성 근시가 연결고리 역할을 함을 자연스럽게 이해할 수 있

다[16-19].

근시진행 억제를 위한 방법으로는 완전교정안경(spectacle lens), 이중 및 다중 초점 안경(bi-multifocal lens), 가스투과성 렌즈(rigid gas permeable lens), 역기하 렌즈(orthokeratologic lens), 이중초점 소프트 콘택트렌즈(bifocal soft contact lens)사용 및 점안액(atropine, pirenzepine, cyclopentolate)점안 방법이 있다[20].

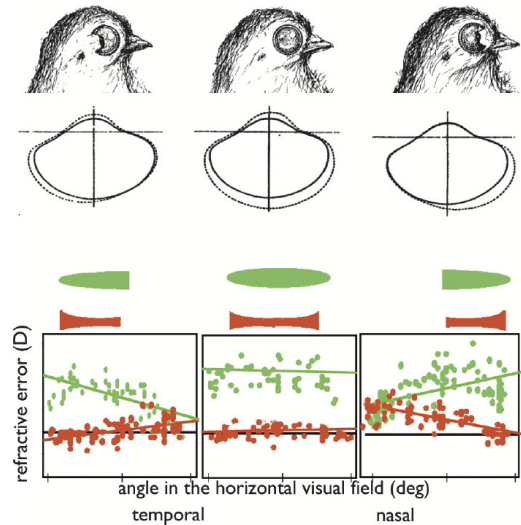


Fig. 1. Scleral Growth of Chick with Induced Refractive Change

이들은 유사하게 망막상 디포커스를 완화하기 위한 목적으로 사용되었다. 가장 효과적인 방법은 아트로핀 점안에 따른 부교감신경 자극의 전달과정 차단방법이며 1년에 약 0.5D가량 근시진행을 억제한다. 그 밖의 교정방법으로는 망막의 중심와에 도달하는 주 광선 이외에 각막의 형상 혹은 교정 안경의 주변부 커브에 의해 발생되어 망막까지 도달하는 사광선을 차단하는방법으로 1년에 약 0.3D 수준의 근시진행 억제 효과를 얻을 수 있었다[21]. 지금까지 시도된 근시진행 억제 방법들은 망막상 디포커스의 일부만을 억제하기 때문에 근본적 문제개선 방법이라 하기 어렵다.

근시진행의 근본적인 문제개선을 위해서는 간헐적 원방시를 통한 모양체근의 휴지가 필요하며[5] 동시에 모양체근의 근력을 보강하여 망막상 디포커스를 제어함으로써 조절 래그가 발생하는 것을 최소화하여야 한다[22]. 본 저자는 렌즈의 초점이동을 통해 인위적으로 모양체근의 반응을 유도하여 원방시 상태와 근방시 상태를 제공할 수 있는 조절 훈련기기를 개발하였다. 본 연구에서는

조절 훈련기기를 통해 모양체근의 간헐적 휴식 및 초점 교차를 통한 모양체근 강화방법으로 근시의 진행 과정과 밀접한 기능성 근시 개선에 대한 임상적 효과성을 확인하고자 한다.

## 2. 연구대상 및 방법

### 2.1 연구대상

이 연구는 헬싱키 선언의 general guideline을 준수하였고 경남대학교 institutional review board(IRB)의 승인을 받았다. 또한 임상 연구가 진행되기 전에 모든 참여자에서 서면으로 사전 동의를 구하였다.

본 연구의 목적과 취지를 이해하고 조절 훈련기를 이용한 조절 안정화 도움실험에 참여하기를 희망하는 32명(남:10명, 여:22명)의 대학생(나이  $22.82 \pm 3.76$ 세)을 대상으로 하였다. 이들은 조절 안정화를 위한 조절 훈련군 16명(32안) 및 근업 이후의 원방시 휴식군 16명(32안)으로 분류되었다.

### 2.2 연구방법



Fig. 2. Measure of spherical equivalent - Measurement by Auto refractometer(Speedy- I, Righton 社)

평소 근거리 작업 이후 원거리 시야의 흐림을 호소하는 자를 대상으로 약 20분간 20cm(5D) 근거리에서 스마트폰을 보게 하여 대상자들에게 일률적인 근거리 자극을 유도하였다. 대상자의 시력측정은 자동굴절 검사기기(Auto Refractometer)(Speedy- I, Righton 社)Fig. 2를 이용하여 대상자들의 객관적 굴절상태(Objective Refractive error)를 측정하였다.

적용 방법에 있어 조절훈련군은 조절 훈련기기를 착용한 상태에서 5분간 스마트폰사용 후 15분간 원방시 하여

총 20분간 훈련과 조절휴식을 병행하였고, 조절 휴식 군은 20분간 3m이상 원방시 상태를 유지하게 하였다. 각군의 대상자들은 시험 직후 자동굴절 검사기기를 통해 타각적 굴절상태를 재측정하였다.

### 2.3 조절훈련기기(Vision Training Device, OTUS)



Fig. 3. Conventional Vision Trainer - eye port

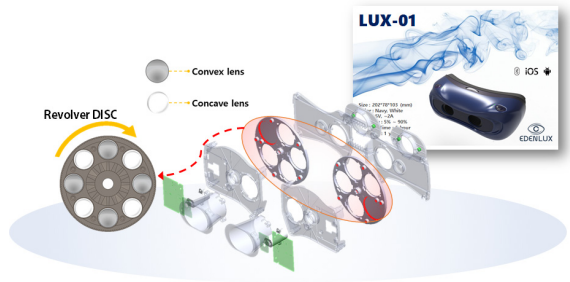


Fig. 4. Reference image of Vision Training Device(OTUS)

기존의 원근 훈련은 Fig. 3와 같이 색상이 있는 블록 혹은 막대 형태의 가이드에 장착된 불빛을 따라 멀리 혹은 가까운 곳에 눈이 초점을 맺는 것을 유도하는 방식으로 존재하였다. 이번에 개발된 시력훈련용 Vision Training Device- OTUS는 Fig. 4에서처럼 head mount 형태를 가지는 웨어러블 디바이스로서 내부에 볼록, 오목 렌즈를 함유하는 돌림판(rotary disc)가 내장되어 이들 렌즈들을 훈련 기간 중에 주기적으로 회전시켜, 섬모체 근육의 수축과 이완, 눈모음과 눈벌림을 자연스럽게 자극하는 조절 훈련기기이다.

원, 근 운동에 사용되는 렌즈는 기본적으로 lens flipper에서 사용되는 plus, minus diopter lens들의 특성을 채택하였고 사용자는 안경을 착용하여 원거리 시력이 완전교정된 상태에서 Fig. 5와 같이 각각 렌즈들이 시선 앞에 놓여질 때마다 모양체근이 수축, 이완할 수 있도록 초점 반응을 유도하였다.

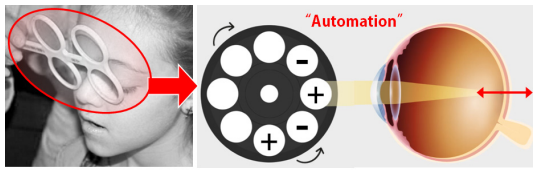


Fig. 5. Instrument principle - Induction of focus response by lens flipper method

조절 훈련기는 사용자의 피드백에 따라 모양체근의 역치를 판단하여 훈련 렌즈를 설정하고 완전한 수축반응 도달까지 걸리는 시간 및 완전한 이완반응까지 걸리는 시간을 수집하여 디바이스 동작을 제어하도록 하였다. Fig. 5에서처럼 어플리케이션으로써 수집된 시력 정보는 자체 서버에 저장되며 사용자는 모바일 디스플레이 화면에서 정보전송을 명령할 수 있다. 어플리케이션의 송신 명령에 따라 서버의 시력 정보는 BLE 통신방법으로 디바이스에 수신되어 저장되도록 하였다. 사용자는 디바이스를 통해 저장된 개인 시력 정보를 바탕으로 맞춤형 시력 훈련을 진행할 수 있다.

## 2.4 통계분석

Window SPSS Version23(SPSS, Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계분석 하였다.



Fig. 6. Application-collects visual acuity data from the user and sends commands to servers and devices

## 3. 결과

### 3.1 성별 및 연령 분포

기능성 근시 증상을 겪는 32명을 대상(남:10명, 여:22명)으로 조절 훈련기를 통해 조절훈련을 실시하였고, 평균 연령은 22.82±3.76세 였다.

### 3.2 대상자의 굴절이상 분포

전체 대상자의 굴절이상 및 각 군별 굴절이상의 분포는 Table 1과 같다.

Table 1. Refractive error distribution of all subjects

		Spherical(S)	cylinder(C)	Spherical Equivalent(S+C/2)
OD	M	-2.06	-0.84	-2.43
	SD	2.57	0.86	2.64
OS	M	-1.88	-1.01	-2.35
	SD	2.57	0.86	2.64

전체 대상자의 굴절이상은 우안에서 S-2.06±2.57D, C-0.84±0.86D, SE-2.43±2.64D 와 좌안 S-1.88±2.57D C-1.01±0.86D, SE -2.35±2.64D로 나타났다.

### 3.3 기능성 근시의 개선

기능성 근시 개선 여부를 확인하기 위하여 자동굴절 검사기(Auto Refractometer)(Speedy- I, Righton社)를 통해 각 군별 대상자들의 굴절이상을 재측정한 전, 후의 결과는 디바이스 실험군에서 Table 2와 같다.

Table 2. Before and after refractive error of experimental group

Experimental group		Spherical (S)	cylinder (C)	Spherical Equivalent(S+C/2)
Before training	M	-3.02	-0.78	-3.36
	SD	2.85	0.72	2.94
After training	M	-2.64	-0.72	-2.93
	SD	2.81	0.69	2.86

조절훈련을 실시한 16명의 대상자의 조절훈련 및 휴식 전 굴절이상은 평균 S-3.02±2.85D, C-0.78±0.72D, SE-3.36±2.94D였고 착용 직후 S-2.64±2.81D, C-0.72±0.69D, SE-2.93±2.86D였다.

원방시를 통한 조절 휴식 군의 굴절이상 측정값의 전, 후 결과는 Table 3와 같다.

조절훈련을 병행하지 않은 16명의 대상자는 조절 휴식 전 굴절이상이 평균 S -0.92±1.80D, C -1.07±0.94D, SE -1.42±1.80D였고 20분간 3m이상 거리 사물을 바라보며 조절 휴식한 후 굴절이상 정도를 재측정 하였을 때 평균 S-0.90±1.73D, C-1.12±0.99D, -1.43±1.73D 였다.

**Table 3. Before and after refractive error of control group**

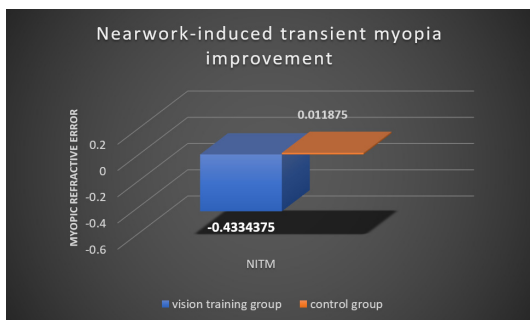
Control group		Spherical(S)	cylinder(C)	Spherical Equivalent (S+C/2)
Before training	M	-0.92	-1.07	-1.42
	SD	1.80	0.94	1.80
After training	M	-0.90	-1.12	-1.43
	SD	1.73	0.99	1.73

조절 훈련기를 통한 눈 훈련 및 조절 휴식군과 원방시를 통한 조절 휴식군의 사전, 사후 측정결과를 paired t test한 결과는 Table 4와 같다. 조절 훈련군에서 평균적으로 구면굴절력(S)  $-0.38 \pm 0.32D$ 와 등가구면굴절력(SE)  $-0.43 \pm 0.35D$ 만큼 유의미한 개선을 보였고 원주굴절력(C)에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이는 선행연구에서 밝힌 기능성 근시발생정도 0.5D의 약80% 가량을 개선한 결과이다. 조절 휴식군에서는 모든 측정값에서 유의미한 차이를 보이지 않았다.

**Table 4. Pre-post comparison of training - paired t test**

pre-post training Spherical Equivalent		M	SD	t	P
Experimental group	Before training	-3.36	2.94	-6.99	0.00
	After training	-2.93	2.86		
Control group	Before training	-1.42	1.80	0.27	0.78
	After training	-1.43	1.73		

Fig. 7은 조절훈련군과 원방시 군의 굴절이상 변화를 비교한 도표이다.



**Fig. 7. Comparison of Changes in Refractive Error between the Training Group and Control Group**

#### 4. 고찰

정보통신정책연구원의 미디어 패널 보고서에서는 9~24세 청소년의 2014년 하루 평균 미디어 이용시간을 7시간 29분으로 보고하였다[23]. 전국의 초등학교 4학년 생부터 고등학교 3학년생까지 2,291명을 조사한 한국언론진흥재단의 2016년 10대 청소년 미디어 이용조사 결과를 보면 하루 평균 미디어 이용시간이 인터넷 199.9분, 텔레비전 82분, 메시징 서비스 66.5분, SNS 65.2분 등으로 총 미디어 사용시간이 424.4분(7시간 4분)으로 나타났다[24]. 이처럼 현대인들은 과거에 비해 현저히 많은 시간동안 고정된 초점 환경에서 생활하고 있음을 알 수 있다.

디지털 생활환경에 따라 시력저하, 안정피로, 두통, 광민감도, 안구건조증, 어깨와 목 통증 등 다양한 눈 관련 이상 증상이 늘어나고 있다[25]. 이러한 증상들을 해결하기 위한 노력으로 청색광 차단렌즈 등이 주로 사용되고 있다[26]. 하지만 실제로 눈 피로와 밀접하게 연관된 기관은 내안근 중 하나인 모양체근이다. 모양체근은 평활근으로써 근 특성상 근력의 소실에 따라 비대 현상을 겪게 되며 이는 안구의 성장으로 이어져 굴절이상을 촉진시킨다[27]. 또한 근거리 작업을 위한 모양체근 수축과정이 모양소대로 연결되어 이완되어 있던 수정체를 스스로의 탄력에 의해 형상복원 시킴으로써 방수 유출로인 동공을 차단하게 된다. 방수가 후 안방을 빠져나가지 못하면서 후 안방 안압은 상승하게 된다. 이는 안구의 축 성장을 불러일으키게 되는 또 다른 계기가 된다[28]. 이러한 복합적인 원인들에 의해 현대인의 안구 형태는 점점 변화하게 되며 이를 예방하기 위한 후천적 시 환경요인의 통제가 필수 불가결한 상황에 놓이게 되었다.

환경조건에 의해 촉진되는 안구 성장에 대한 완화 및 억제 방법들은 존재하지만 아직까지 그 중요성에 대한 대중적 관심이 높지 않아 적극적으로 치료방법에 접근하지 못하고 있다. 최근 이론기반의 융합프로그램을 App으로 활용하여 증독 억제 및 주의력 결핍 장애 등의 질병에서 환경통제를 통한 치료가 시도되고 있다[29]. 향후 시력 문제는 삶의 질과 밀접한 관계를 갖는 것으로 예측되며 시도된 환경치료방법을 도입하여, 보다 대중적으로 근시 진행억제에 대한 방법을 제시하는 것이 바람직하다.

Fig. 8의 미국 안과학회의 역학조사를 보면 2050년 전 세계 인구의 절반이 근시를 갖는 것이라 하였고 10%는 고도근시로 진행할 것이라 보고하였다[5]. 고도근시의 문제는 심각하게 다뤄질 필요가 있다. 성장기의 근시화

과정에서 공막은 축 방향으로 성장하고 이는 안구 후극에 변형(tilting)을 발생시키는데 이 과정에서 안구 내부의 망막과 시신경의 구조변화, 혈류공급 등의 문제로 개발각 녹내장이 발병하여 돌이킬 수 없는 시야 문제를 가져온다[30,31].

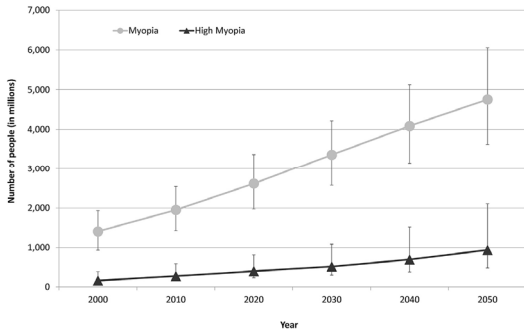


Fig. 8. Myopia Prevalence in 2050 – American Academy of ophthalmology

시야장애까지 도달하는 시력 문제는 기존의 라식, 라섹 등 수술적 방법이나 안경 교정 및 프리즘렌즈 처방 등으로 해결할 수 없다. Allen 등[22]에 따르면 눈을 반복적으로 원, 근방시 상태에 놓이게 하여 초점의 이동을 원활하게 하는 훈련을 진행하였을 때 근방시에서의 광학수차량은 감소하고 조절시 결상속도는 빨라져 근시의 발생원인인 망막 결상의 디포커스를 효과적으로 제거함으로써 근시 진행억제에 도움을 준다 하였다.

이러한 배경에서 원, 근방시 초점유도를 자동화한 조절 훈련기가 개발되었으며 32만의 기능성 근시를 대상으로 이를 처방한 결과 유의미한 개선을 확인 할 수 있었다.( $p < 0.05$ ) 이에 본 저자는 근시진행 억제 효과성 증거 마련의 가능성을 두고 추가적인 임상시험을 통하여 중장기적 효과성을 확인하고자 한다.

### 5. 결론

본 연구에서는 근거리 작업에 의해 발생하는 기능성 근시 증상에 대해 조절 훈련기를 통한 5분 훈련 및 15분 조절 휴식한 군과 원방시를 통한 20분간 조절 휴식만을 한 군에서 유의미한 개선의 차이가 있는지 평가하였다.

총 32명의 대학생을 대상으로 20cm(5D) 거리에서 20분간 근업을 하게 한 뒤, 16명에서 조절 훈련기를 적용한 결과 근업 직후의 굴절이상정도에 비해 조절 훈련 및

조절 휴식 후 평균적으로 구면 굴절력(S) $-0.38 \pm 0.32D$ 와 등가구면굴절력(SE)  $-0.43 \pm 0.35D$ 만큼의 유의미한 개선 정도를 확인할 수 있었다.( $p < 0.05$ )

원방시를 통해 조절 휴식만을 한 군 16명의 경우 20분 간 근업 직 후의 굴절이상 정도에 비해 다시 20분간의 원방시 이후 굴절이상 정도의 유의미한 차이를 확인할 수 없었다.( $p > 0.05$ )

본 연구를 통해 근거리 작업에 의한 기능성 근시가 발생함을 명백히 확인할 수 있었고, 조절훈련을 통해 이러한 문제에 대한 개선 여지를 확인할 수 있었다.

기능성 근시는 영구근시로 이행하는 중요한 인자로서 주기적인 눈 운동을 통해 이를 개선하였을 때 즉각적인 시력향상 효과를 불러일으키며 장기적 관점에서 안구 성장의 위험을 막는데 도움을 준다. 향후 연구에서는 보다 장기간의 추적관찰을 통해 증거로서 연구결과를 확보하고 여타 근시억제 방법들과의 복합처방에서 상승효과를 확인하고자 한다.

복합처방에 있어 기존의 아트로핀 제제, 다초점 안경, 이중초점 콘택트렌즈, 드림렌즈 등은 병용 처방이 불가능함에 반해, 조절 훈련방법은 내안근 기능향상 방법으로써 앞서 나열한 치료방법들과 병용처방이 가능성이 큰 의미를 갖는다.

### REFERENCES

- [1] R. A. Burns. (1949). Hereditary myopia in identical twins. *The British journal of ophthalmology*, 33(8), 491-494. DOI : 10.1136/bjo.33.8.491
- [2] S. M. Lee. (2011). Myopia Progression of Middle and High School Students during Two-year Longitudinal Study : in Jeonbuk. *The Korean Journal of Vision Science*, 13(4), 269 - 278.
- [3] S. M. Saw et al. (2002). Nearwork in Early-Onset Myopia. *Journal of the Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 43(2), 332-339.
- [4] J. M. Ip et al. (2008). Role of Near Work in Myopia: Findings in a Sample of Australian School Children. *Journal of the Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 49(7), 2903-2910. DOI : https://doi.org/10.1167/iovs.07-0804
- [5] I. F. Hepsen, C. Evereklioglu & H. Bayramlar. (2001). The effect of reading and near-work on the development of myopia in emmetropic boys: a prospective, controlled, three-year follow-up study. *Journal of the Vision Research*, 41(19), 2511-2520 DOI : 10.1016/S0042-6989(01)00135-3.

- [6] Holden et al. (2016). Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Newsletter 2016 by the American Academy of Ophthalmology*, 123, 1036-1042  
DOI : 10.1016/j.opthta.2016.06.066
- [7] S. M. Saw. C. Y Hong. K. S. Chia. R. A. Stone & D. Tan. (2001). Nearwork and myopia in young children. *Journal of The Lancet*, 357(9253), 390  
DOI : 10.1016/S0140-6736(05)71520-8
- [8] H. J. Lee, H. J. Oh & M. A. Jung. (2014). Study on the Analysis of Corneal Variation by Refractive Error. *Journal of Digital Convergence*, 12(12), 485-490.  
DOI : 10.14400/JDC.2014.12.12.485
- [9] I. Morgan & K. Rose. (2005) How genetic is school myopia?. *Journal of The Progress in Retinal and Eye Research*, 24(1), 1-38  
DOI : 10.1016/j.preteyeres.2004.06.004.
- [10] R. A. Stone & D. I. Flitcroft. (2004). Ocular shape and myopia. *Journal of The ANNALS Academy of Medicine Singapore*, 33, 7-15
- [11] M. Kajita, M. Ono. S. Suzuki & K. Kato. (2013). accommodative microfluctuation in asthenopia caused by accommodative spasm. *fukushima Journal of medical science*, 47(1), 13-20  
DOI : 10.5387/fms.47.13
- [12] K. J. Ciuffreda & Vasudevan. (2008). Nearwork induced transient myopia (NITM) and permanent myopia - is there a link?. *Journal of Ophthalmic and Physiological Optics*, 28, 103-114  
DOI : 10.1111/j.1475-1313.2008.00550.x
- [13] S. H. Kim & H. J. Kim. (2018). A Study on Relationship between Near Work and Eye Fatigue, *Journal of Digital Convergence*, 16(10), 531-536.  
DOI : 10.14400/JDC.2018.16.10.531
- [14] J. N. Trachtman, V. Giambalvo & J. Feldman. (1981). Biofeedback of accommodation to reduce functional myopia. *Journal of Biofeedback and Self-Regulation*, 6, 547-564  
DOI : 10.1007/BF00998739
- [15] J. P. Walker. (1946). MYOPIA AND PSEUDO-MYOPIA. *The British Journal of ophthalmology*, 30(12), 735-742.  
DOI : 10.1136/bjo.30.12.735
- [16] K. G. Au Eong et al. (1993). Education and myopia in 110,236 young Singaporean males. *Singapore Medical Journal*, 34(6), 489-492.
- [17] M. He. Y. Zheng & F. Xiang. (2009). Prevalence of Myopia in Urban and Rural Children in Mainland China. *Journal of Optometry and Vision Science*, 86(1), 40-44  
DOI : 10.1097/OPX.0b013e3181940719
- [18] D. W. Adams & N. A. McBrien. (2009). A longitudinal investigation of adult-onset and adult-progression of myopia in an occupational group. *American Journal of Ophthalmology*, 123(6), 867  
DOI : 10.1016/S0002-9394(14)71157-2
- [19] P. Elena. (2014). Use of tablet. smartphone and myopia: where is the evidence?. *Journal of senses and sciences*. 1(3). 82-83  
DOI : 10.14616/sands-2014-3-8283
- [20] M. Smith & J. Walline. (2015). Controlling myopia progression in children and adolescents. *Adolescent health, medicine and therapeutics*, 6, 133-140.  
DOI : 10.2147/AHMT.S55834
- [21] S. R. Jacinto, V. C. César, G. Bernard & G. O. Ramón. (2012). Myopia Control with Orthokeratology Contact Lenses in Spain: Refractive and Biometric Changes. *Journal of the Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(8), 5060-5065.  
DOI : 10.1167/iovs.11-8005.
- [22] P. M. Allen et al. (2009). Aberration Control and Vision Training as an Effective Means of Improving Accommodation in Individuals with Myopia. *Journal of the Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 50(11), 5120-5129.  
DOI : https://doi.org/10.1167/iovs.08-2865.
- [23] H. S. Ha. (2018). *Youth Media Use: A Seven-Year Change and the Relationship between Parents' Media Use*. Korea. KISDI STAT REPORT 18-15.
- [24] Korea Press Foundation. (2016). *2016 Teen Youth Media Use Survey*. 22-23
- [25] A. L. Sheppard & J. S. Wolffsohn. (2018). Digital eye strain: prevalence, measurement and amelioration. *Journal of BMJ Open Ophthalmology*, 3, 000146.  
DOI : 10.1136/bmjophth-2018-000146
- [26] D. H. Han. (2018). A study on the polarized spectacle lens with photochromic UV blocking function of refractive index 1.60. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(1), 147-152.  
DOI : 10.22156/CS4SMB.2018.8.1.147
- [27] M. D. Bailey, L. T. Sinnott & D. O. Mutti. (2008). Ciliary Body Thickness and Refractive Error in Children. *Journal of Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 49(10), 4353-4360.  
DOI : 10.1167/iovs.08-2008.
- [28] G. R. Kwon et al. (1998). The Correlation between intraocular Pressure and Myopia in Children. *The Korean Ophthalmological Society*, 39(4), 702-707
- [29] S. H. Kim, Y. R. Kweon, M. R. Kim & M. J. An. (2019). Development of the Smoking Cessation Convergence Program App for HIV Infected Persons : Usability Evaluation, *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(11), 28-37.  
DOI : 10.22156/CS4SMB.2019.9.11.028
- [30] A. R. Harper & J. A. Summers. (2014). The dynamic sclera: Extracellular matrix remodeling in normal ocular growth and myopia development. *Journal of Experimental Eye Research*, 133, 100-111  
DOI : 10.1016/j.exer.2014.07.015.

- [31] E. K. Kim, H. Y. Park & C. K. Park. (2019). Posterior scleral deformations around optic disc are associated with visual field damage in open-angle glaucoma patients with myopia. *Journal of Public Library of Science (PLOS)*, 14(3), e0213714  
DOI : 10.1371/journal.pone.0213714

**박 성 용(Sung-Yong Park)** [정회원]



- 2009년 2월 : 경상대학교 의과대학 (의학사)
- 2009년 12월 : SUNY Downstates University Hospital(뉴욕주립대학병원) 연수
- 2010년 4월 ~ 2013년 4월 : 논공가톨릭병원(군의원)
- 2016년 2월 : 부산대학교 기술창업대학원 (공학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : ㈜에덴룩스 설립
- 관심분야 : 디지털치료제, 시기능 훈련, 양안시, 하드웨어 개발, 소프트웨어 개발
- E-Mail : psy@edenlx.com

**윤 영 대(Yeong-Dae Yoon)** [학생회원]



- 2018년 2월 : 동신대학교 안경광학과
- 2018년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 안경광학과 석사과정
- 관심분야 : 굴절이상측정, 양안시기능 검사, 비전테라피
- E-Mail : yyd@edenlx.com

**김 덕 훈(Douk-Hoon Kim)** [정회원]



- 1988년 8월 : 영남대학교 이과대학 생물학과 (이학박사)
- 1996년 2월 : 인제대학교 의공학과(공학박사)
- 2000년 2월 : 경상대학교 의학과(의학박사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 한국임상보건의학회 회장
- 1992년 3월 ~ 현재 : 마산대학교 안경광학과 교수
- 관심분야 : 눈생리, 각막지형도, 눈굴절, 눈해부, 시기능
- E-Mail : doukhoon@naver.com

**이 동 희(Dong-Hee Lee)** [정회원]



- 1994년 2월 : KAIST 물리학과 (이학박사)
- 1994년 3월 ~ 1996년 3월 : 대우전자 중앙연구소 선임연구원
- 1996년 3월 ~ 2012년 2월 : 을지대학교 안경광학과 교수
- 2013년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 안경광학과 교수
- 관심분야 : 광학계 설계 및 평가, 반도체 검사장비, 안광학 장비
- E-Mail : dhlee99@hanafos.com