

## 선택적 안구운동 프로그램이 정상성인의 족저압과 균형에 미치는 영향

이건철 · 김지혁 · 김명진 · 정고운 · 이재철 · 김지환 · 이미화 · 김지선 · 배원식<sup>1</sup>

경남정보대학 물리치료과, <sup>1</sup>상계백병원 물리치료실

### Effects of the Selective Eye Movement Program on the Foot Pressure and Balance in Normal Adults

Geon-Cheol Lee, PT, PhD, Chi-Hyok Kim, PT, MPH, Myung-Jin Kim, Go-Woon Jung,  
Jae-Cheol Lee, Ji-Hwan Kim, Ji-Sun Kim, Won-Sik Bae, PT, MPH<sup>1</sup>

*Department of Physical Therapy, Kyungnam College University of Information & Technology*

*<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Sanggye Paik Hospital*

#### <Abstract>

**Purpose** : The purpose of this study is to identify static, dynamic balance performances and foot pressure after eye movement exercise in normal adults.

**Method** : This study was performed on normal 18 males and 18 females subjects. They were divided into 3 groups using random sampling and executed saccadic eye movement, vestibuloocular eye movement, pursuit vergence eye movement exercise respectively. In order to compare the difference of balance and foot pressure, the subjects were measured before, middle and after eye movement. Balance was examined using the balance master 7.0 version systems. Foot pressure was examined using the gaitview AFA-50.

**Result** : The result are as follows.

1. After first intervention, the difference of the FORM-EC item on MCTSIB variable in the vestibuloocular group was significantly decreased( $p<.05$ ) and after second intervention, the difference of the FIRM-EO( $p<.05$ ), FORM-EO( $p<.01$ ), FORM-EC( $p<.01$ ) items on MCTSIB variable in the saccadic group and FORM-EC( $p<.05$ ) item in the vestibuloocular group were significantly decreased respectively.
2. After first intervention, the difference of the EPE, MXE items in the saccadic group( $p<.05$ ) and RT( $p<.05$ ), EPE( $p<.01$ ) items in the pursuit vergence group were significantly decreased respectively after second intervention.
3. After first intervention, the difference of the Static A-P( $p<.05$ ), L-R( $p<.01$ ) and Dynamic A-P( $p<.01$ ), L-R

( $p < .01$ ) items on foot pressure variable in the saccadic group, Dynamic A-P( $p < .01$ ) item in the vestibuloocular group and Static A-P( $p < .01$ ), Dynamic A-P( $p < .05$ ), L-R( $p < .01$ ) items in the pursuit vergence group were significantly decreased respectively.

4. After first intervention, the difference of the FORM-EO( $p < .05$ ), FORM-EC( $p < .01$ ) items and after second intervention, the difference of the FIRM-EO( $p < .01$ ) item on MCTSIB variable among three groups was significantly decreased respectively.

**Conclusion :** Selective eye movement exercise program influences balance control ability and foot pressure of normal adults in positive ways.

**Key Words :** Balance performance, Balance master, Foot pressure, Eye movement

## I. 서 론

균형을 유지하는 능력은 인간이 일상생활을 영위해 나가거나 특정 목표를 가진 활동을 수행하는 과정에서 가장 기본이 되는 필수 요소이며(Horak, 1987; Wade와 Jones, 1997) 신체의 안정성과 독립성을 위해 필수적이다(Chandler 등, 1990; Jahnigen와 Schrier, 1996; Shumway-Cook 등, 1988). 인체의 균형조절은 다양한 요인들 가운데, 감각계가 대부분의 균형유지 기능에 관여하고 있다. 또한 균형유지에 미치는 정도를 보면 고유수용성 감각이 58%, 시각적 정보가 22%, 전정기능이 20% 정도 영향을 준다는 보고가 있다(Lord 등, 1994). 전정계와 시각적인 신호는 공간에 위치하는 신체의 방향설정 및 체간의 수직 상태의 인지력을 보조하는데, 인간이 자신의 체위가 수직인지 혹은 수평인지 인지하지 못하면 균형감각의 손상이 있다고 보고되고 있다(Dix, 1974).

뇌는 두 개의 전정계로부터 입력된 자극을 비교함으로써 머리의 움직임을 감지한다. 머리를 오른쪽으로 돌릴 때, 우측 수평 반규관의 발화율이 탈분극되는 반면, 좌측 수평 반규관의 발화율은 과분극되는데, 이를 “밀고-당기기 기전”이라 한다. 이때 중추신경계는 그 움직임을 인지하고, 움직임에 대해 판단하게 된다. 판단이 잘못되는 경우 주시안정성과 운동 지각 그리고 자세 안정성의 어려움을 초래한다(Susan 등, 2007).

시각은 물체를 눈으로 확인 할 수 있는 상황에서는 물론 심지어 전정기능이 상실된 상태에서도 자세조절에 관여한다(Magnusson 등, 1987). 또한 시지

각계는 공간적인 연관성, 물체의 특징의 식별, 물체와 그 배경 간의 식별에 관여하는 것을 통해 정상 운동발달 과정에서 자세조절과 운동발달에 크게 영향을 미치고 있다. 주변에 있는 물체의 상이 안와에 잘 맺히도록 눈을 움직여 사물을 중심시에 두게 하는 안구운동 기능 역시 자세조절과 운동발달에 중요한 요소로 작용한다(Alexander와 Cupps, 1993). 또한 공간 인지의 수단으로 균형을 조절하는데 중요한 역할을 하며 주위 환경으로부터의 위험이나 거리를 인식하고 운동이 일어나는 면과 형태 등의 환경을 묘사하며, 운동이 일어나는 한 시점에서 신체의 각 부위의 위치나 요구된 운동의 강도나 난이도 등을 조절할 수 있는 정보를 제공한다(송주민 등, 1994; Taylor, 1990).

적절한 균형반응이 일어나기 위해서는 3가지 기능적 요인 즉, 신체의 생역학적 측면인 근골격계의 지지작용, 협응운동을 포함한 안구 운동기능, 그리고 감각기능의 통합적 작용이 필요하다(Horak, 1987). 인간은 일생동안 끊임없이 안구운동을 한다. 심지어 수면 중에도 많은 안구운동을 하고 있다. 눈은 끊임없이 동적인 안구운동을 하면서 사물을 보고 인지하면서 판단한다(김덕훈, 2002). 이런 맥락에서 안구 움직임을 통해 동적인 균형능력을 유지하는 것은 움직임을 기본으로 하는 모든 스포츠 및 리듬 운동에서 신체 중심의 유지뿐만 아니라, 전정반사의 기능적 측면에서 밀접한 연관이 있다고 볼 수 있다(박양선 등, 2008).

이런 맥락에서 자세와 감각운동의 조절에 관여하는 중추신경계의 작용에 대한 연구는 의미 있는 것

으로 생각된다(구봉오, 2002). 시각계의 훈련이 신경계 손상 환자들의 균형에 미치는 영향에 관한 연구는 계속되고 있다. 하지만 정상 성인의 균형에 대한 연구는 아직 적은 편이다. 따라서 시각계의 훈련이 정상 성인의 균형에 미치는 영향을 밝히는 것은 물론 족저압과의 연관성까지 포함한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 목적은 단속 안구운동, 전정 안구운동, 추적이접 안구운동 프로그램을 각각 20~30대 정상 성인에게 적용한 후, 시각계 능력의 향상이 정상 성인의 족저압과 정적 및 동적 균형능력의 증진에 얼마나 영향을 미치는지를 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자

본 연구는 부산시 K대학에 재학 중인 학생을 대상으로 2010년 9월 1일부터 2011년 6월 30일 까지 실험을 실시하였다. 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 충분히 한 후, 자발적인 동의를 얻은 자를 대상으로 하였으며 연구 대상자 선정 기준은 다음과 같았다.

- 1) 20세 이상 35세 이하의 정상 성인
- 2) 최근 1년 동안 균형 및 시각 능력의 이상으로 인한 투약이나 치료를 받은 적이 없는 자.
- 3) 근골격계, 신경계 및 전정기관의 질환 및 손상이 없는 자.
- 4) 일상생활 외 다른 안구운동을 하지 않는 자.
- 5) 이상의 조건을 만족하는 자로써 연구에 자발적으로 동의를 한 자.

위의 조건을 모두 만족하는 36명을 편의 표본추출 하였으며, 이들을 단순 맹검법을 통하여 A조(남자 6명, 여자 6명), B조(남자 6명, 여자 6명), C조(남자 6명, 여자 6명)로 나누었다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 연구 절차

본 연구의 연구절차는 다음과 같다(Fig 1)

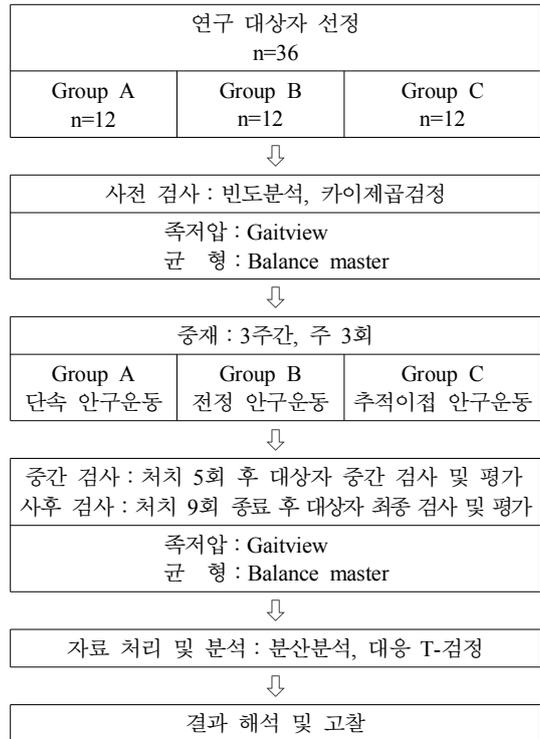


Fig 1. study protocol

#### 2) 연구 방법

단속 안구운동, 추적 안구운동, 전정 안구운동, 이접 안구운동, 시선이동 안구운동, 고정계 등의 6가지의 안구운동 중 4가지를 무작위 선정하여 처치하였다. 그 중 이접 안구운동과 추적 안구운동 2가지를 결합하여 총 3가지의 안구운동 프로그램을 설계하였다.

##### (1) Group A : 단속 안구운동

단속 안구운동은 한 점으로부터 다른 점으로 응시를 옮기는 것 같은 안구의 순간적 움직임을 말한다(구봉오, 2002; 이춘길, 1998). 대상자는 4×4 테이블에 무작위로 배열된 숫자 아래 적힌 단어를 순서대로 읽는다. 안구와의 거리는 30cm, 1회기 당 1회, 총 10회기 반복하고 1회기 후 1분 동안 휴식을 취하였다. 반복 훈련으로 실험도구 자체를 암기 할 수 있는 가능성이 있으므로 매 회기마다 중복되지 않도록 다른 테이블을 사용하며, 중간 평가 후 5×5

테이블로 난이도를 올렸다.

(2) Group B : 전정 안구운동

전정 안구운동은 보는 사람의 머리카나 신체가 움직이면 움직이는 방향과 동측 또는 반대 측으로 눈을 움직여 안구의 위치가 고정되어 중심좌에 계속 사물의 상이 맺혀지도록 하는 것이다(김진수와 이명식, 2000; 신문균 등, 1997; Kandel 등, 1991). 대상자는 제자리 돌기 낚(7회), 여(5회) 후 지정된 지점에 적힌 무작위로 조합된 10개의 영어 알파벳을 왼쪽부터 읽는다. 1회기 당 1회, 총 10회기 반복하고 1회기 후 1분 동안 휴식을 취하였다.

(3) Group C : 추적이접 안구운동

추적이접 안구운동은 사물이 가깝게 혹은 멀게 이동해도 상이 중심좌에 계속 고정되게 하는 것이다(구봉오, 2002). 대상자가 엄지손가락만 편 상태로 몸 가까이에서 크게 원을 그리고 점점 팔을 뻗으면서 원을 점점 더 작게 그리며 눈동자만 움직여 엄지손가락을 본다. 1회기 1회, 총 5회기 반복하고 1회기 후 1분 휴식을 취하였다.

3) 측정 방법 및 도구

대상자들의 족저압과 균형능력은 프로그램 중재 전, 5회 중재 후, 프로그램 중재 종료 후로 총 3회 측정하였다.

(1) 족저압(Foot Pressure)

족저압 검사기(Gaitview AFA-50, Alfoots, 한국)는 족저압 측정 및 보행분석 장비로 410×410×3mm 크기에 2,304개 압력 센서를 위치시킨 장치로, 기립 시와 보행 시의 발의 정렬 상태, 발에 가해진 압력의 상대적인 비율을 측정한다(곽동엽, 2005). 기립 시와 보행 시 모두 각각 3회 측정하여 평균값을 측정하였다.

(2) 균형능력

균형능력은 근골격계의 손상, 스포츠 손상, 신경운동 장애 등 광범위하게 환자들의 평가 및 재활

트레이닝에 사용되고 있는 균형분석기(Balance Master 7.0 version, NeuroCom International, 미국)를 이용하였으며(이진철 등, 2004), 측정 내용은 다음과 같다.

가. 정적자세 균형조절

정적자세 균형조절 검사방법으로 균형감각 자세 유지(modified clinical test sensory interaction balance, mCTSIB)를 검사하였다. 장비의 힘판 위에 피검사자를 서게 한 후 10초 동안 지속적으로 하여 3회를 측정하였다. 이때 힘판에 가해지는 신체 압력중심의 변화를 모니터 상에서 추적하고 동요의 폭과 높이를 기준으로 하여 눈을 뜬 상태와 감은 상태의 자세에서 평균 변화속도를 측정하였다.

나. 동적자세 균형조절

동적자세 균형조절 검사방법으로 안정한계(limits of stability)를 검사하는데, 균형분석기의 모니터 상에 시계 방향으로 8개의 목표물을 표시하고 중심에 대상자의 압력중심이 나타나도록 하였다. 대상자가 자신의 무게중심을 이동하여 시계 방향으로 모니터 상의 압력중심이 표시된 8개의 목표물을 향하여 이동하도록 하는데, 이때 한 목표물을 향하여 이동하는 시간은 10초로 하여 검사한다. 각 방향의 목표물에 대하여 반응시간, 이동속도, 이동거리(정점, 최대), 방향 조절력을 측정하였다.

4) 분석 방법

본 연구는 SPSS Win. 버전 17.0 프로그램을 이용하여 통계처리 하였으며, 본 연구에서 사용한 분석 방법은 다음과 같다.

첫째, 대상자들의 일반적 특성을 알아보기 위해 빈도, 백분율 등 빈도분석을 사용하였다.

둘째, 그룹 간 동질성 검사를 위해 카이제곱 검정을 실시하였다.

셋째, 그룹 간 중재 전·후 차이 검증을 위해 일요인 분산분석(ANOVA)을 실시하였다.

넷째, 그룹 내에서 중재 전·후 차이를 검증하기 위해 대응 T-검정(paired T-test)을 실시하였다.

Table 1. Homogeneity Test of the General Characteristics of Subjects

Variables		Saccadic(n=12) n(%)	Vestibuloocular(n=12) n(%)	Pursuit Vergence(n=12) n(%)	X <sup>2</sup>	P
Sex	male	6(50)	6(50)	6(50)	.00	.00 *
	female	6(50)	6(50)	6(50)		
Age(year)	18~21	7(58.3)	5(41.7)	8(66.7)	6.20	.18
	22~27	2(16.7)	6(50)	4(33.3)		
	28~36	3(25)	1(8.3)	0(0)		
Lt eyesight	1.0 less	6(50)	6(50)	6(50)	1.13	.89
	1.0~1.2	5(41.7)	5(41.7)	6(50)		
	1.2 more	1(8.3)	1(8.3)	0(0)		
Rt eyesight	1.0 less	7(58.3)	5(41.7)	6(50)	1.83	.77
	1.0~1.2	4(33.3)	6(50)	6(50)		
	1.2 more	1(8.3)	1(8.3)	0(0)		

\*p<.05

### III. 연구 결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성을 파악하기 위하여 성별, 연령 및 시력에 대하여 조사하였다. 구체적으로 대상자는 단속 안구운동 그룹, 전정 안구운동 그룹,

추적이접 안구운동 그룹 각각 12명으로 총 36명이었다. 대상자의 성별은 세 그룹 모두에서 남·여 각각 6명씩이었다. 연령은 각각 23.0±6.3세, 22.5±3.8세, 20.1±3.0세로 나타났다. 시력은 단속 안구운동 그룹에서 좌·우 각각 0.93±.38, 0.92±.38, 전정 안구운동 그룹에서 0.94±.41, 0.97±.41, 추적이접 안구운동 그룹에서 0.92±.18, 0.91±.19로 나타났다.

Table 2. Homogeneity Test of groups on pre-exercise

(n=36)

Variables	Saccadic	Vestibuloocular	Pursuit Vergence	F	P
	M±SD	M±SD	M±SD		
Foot Pressure A-I					
Static Lt-Rt	.16±.13	.18±.16	.21±.28	.15	.86
Static Ant-Post	.30±.22	.25±.15	.29±.20	.31	.73
Dynamic Lt-Rt	.08±.06	.19±.18	.08±.07	.74	.49
Dynamic Ant-Post	.34±.20	.39±.34	.26±.21	.79	.46
mCTSIB					
FIRM-EO	.36±.18	.43±.38	.68±.34	3.55	.04*
FIRM-EC	.28±.16	.30±.17	.38±.18	1.26	.30
FORM-EO	.65±.18	.68±.15	.80±.54	.68	.52
FORM-EC	.82±.17	1.03±.38	1.01±.27	1.96	.16
LOS(mean)					
RT	.88±.30	.71±.13	.88±.14	2.66	.09
MVL	4.78±2.41	5.13±1.33	5.25±2.25	.17	.85
EPE	78.75±11.32	83.92±11.14	67.00±16.34	5.21	.01*
MXE	95.17±6.18	96.83±6.82	91.08±10.69	1.58	.22
DCL	76.67±11.41	74.67±5.00	70.58±11.66	1.19	.32

\*p<.05

A-I: Asymmetry Index, EO: Eye Open, EC: Eye Closed

LOS: Limits Of Stability, RT: Reaction Time, MVL: Movement Velocity

EPE: End Point Excursions, MXE: Maximal Excursions, DCL: Directional Control.

Table 5. Comparison of variable on pre- and first exercise in Foot Pressure A-I

(n=36)

Foot Pressure A-I		Pre	First Exercise	Difference	T	P
		M±SD	M±SD			
Static Lt-Rt	Saccadic	.16±.13	.33±.13	-.17	-3.32	.01*
	Vestibuloocular	.17±.16	.25±.18	-.08	-1.23	.24
	Pursuit Vergence	.20±.28	.22±.19	-.01	-.12	.91
Static Ant-Post	Saccadic	.30±.22	.12±.10	.18	2.64	.02*
	Vestibuloocular	.25±.15	.16±.10	.09	1.67	.12
	Pursuit Vergence	.29±.20	.12±.07	.17	3.72	.00**
Dynamic Lt-Rt	Saccadic	.08±.06	.28±.18	-.20	-3.59	.00**
	Vestibuloocular	.13±.18	.23±.31	-.10	-.96	.36
	Pursuit Vergence	.08±.07	.24±.17	-.16	-2.68	.02*
Dynamic Ant-Post	Saccadic	.34±.20	.09±.08	.25	3.74	.00**
	Vestibuloocular	.39±.34	.07±.03	.33	3.27	.01*
	Pursuit Vergence	.26±.21	.08±.04	.18	3.29	.01*

\*p<.05, \*\*p<.01

이상의 대상자의 일반적 특성에 대하여 카이제곱으로 검증한 결과 세 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 없어 세 집단은 동질 집단으로 볼 수 있었다(Table 1).

(mean EPE) 요인을 제외하고 모든 변수에 대해 세 집단 간의 평균값에는 통계적으로 유의한 차이가 없어(p>.05) 세 집단은 동질 집단으로 볼 수 있었다(Table 2).

2. 중재 전 그룹 간의 변수에 대한 동질성 검증

3. 1차 중재 후 그룹 간의 차이 검증

세 그룹에서 중재 전 변수에 대한 동질성 검증을 위해 일요인 분산분석으로 분석한 결과 단단한 바닥에서 눈을 뜬 상태(FIRM-EO)와 정적 이동거리

Table 3에서 1차 중재 후 세 그룹에서 균형감각 자세유지 변수에 대한 평균값의 차이를 일요인 분산분석으로 분석한 결과, 균형감각 자세유지의 불안

Table 3. Comparison of variable on first exercise in three groups

(n=36)

Variables	Saccadic	Vestibuloocular	Pursuit Vergence	F	P
	M±SD	M±SD	M±SD		
mCTSIB					
FIRM-EC	.24±.01	.26±.09	.33±.12	2.74	.08
FORM-EO	.61±.12	.58±.17	.78±.23	4.60	.02*
FORM-EC	.76±.21	.71±.22	1.08±.30	8.15	.00**

\*p<.05, \*\*p<.01

Table 4. Comparison of variable on second exercise in three groups

(n=36)

Variables	Saccadic	Vestibuloocular	Pursuit Vergence	F	P
	M±SD	M±SD	M±SD		
mCTSIB					
FIRM-EC	.28±.43	.21±.13	.33±.14	.65	.53
FORM-EO	.46±.07	.62±.15	.69±.22	6.90	.00**
FORM-EC	.61±.12	.72±.31	.78±.27	1.53	.23

\*\*p<.01

정한 바닥에서 눈 뜬 상태( $p<.05$ )과 불안정한 바닥에서 눈 감은 상태( $p<.01$ )에서 전정 안구운동 그룹의 평균값이 나머지 두 집단보다 작았고, 그 차이는 통계적으로 유의하였다.

균형감각 자세유지를 제외한 나머지 측정변수들 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 3).

#### 4. 2차 중재 후 그룹 간의 차이 검증

Table 4에서 2차 중재 후 세 그룹에서 균형감각 자세유지 변수에 대한 평균값의 차이를 일요인 분산분석으로 분석한 결과, 불안정한 바닥에서 눈 뜬 상태에서 단속 안구운동 그룹의 평균값이 다른 두 집단보다 작았고, 그 차이는 통계적으로 유의하였다( $p<.01$ ).

균형감각 자세유지를 제외한 나머지 측정변수들 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4).

#### 5. 운동 그룹 내에서 족저압 비대칭의 차이 검증

##### 1) 중재 전과 1차 중재 후의 차이 검증

단속 안구운동, 전정 안구운동, 추적이접 안구운동 그룹의 1차 중재 전·후의 차이를 각각 대응 T-검정으로 분석한 결과는 Table 5와 같다.

정적 좌우 비대칭지수에서는 단속안구운동 그룹에서만 중재 전·후의 대응차가 통계적으로 유의하

였다( $p<.01$ ). 정적 전후 비대칭지수에서는 단속안구( $p<.05$ )와 추적이접 안구운동 그룹( $p<.01$ )에서 각각 중재 전·후의 대응차가 통계적으로 유의하였다. 동적 좌우 비대칭지수에서는 단속안구( $p<.01$ )와 추적이접 안구운동 그룹( $p<.05$ )에서 각각 중재 전·후의 대응차가 통계적으로 유의하였다. 동적 전후 비대칭지수에서는 세 그룹 모두에서 중재 전·후의 대응차가 통계적으로 유의하였다( $p<.01$ )(Table 5).

##### 2) 중재 전과 2차 중재 후의 차이 검증

단속 안구운동, 전정 안구운동, 추적이접 안구운동 그룹의 중재 전과 2차 중재 후의 차이를 각각 대응 T-검정으로 분석한 결과는 Table 6과 같다.

정적 좌우 비대칭지수에서는 단속 안구운동 그룹에서만 중재 전·후의 대응차가 통계적으로 유의하였다( $p<.01$ ). 정적 전후 비대칭지수에서는 세 그룹 모두에서 각각 단속안구( $p<.05$ ), 전정안구( $p<.05$ )와 추적이접 안구운동 그룹( $p<.01$ )에서 중재 전·후의 대응차가 유의한 차이를 보였다. 동적 좌우 비대칭지수에서는 단속안구( $p<.05$ )와 추적이접 안구운동 그룹( $p<.01$ )에서 각각 중재 전·후의 대응차가 통계적으로 유의하였다. 동적 전후 비대칭지수에서는 세 그룹 모두에서 각각 단속안구( $p<.01$ ), 전정안구( $p<.01$ )와 추적이접 안구운동 그룹( $p<.05$ )에서 중재 전·후의 대응차가 유의한 차이를 보였다(Table 6).

Table 6. Comparison of variable on pre- and second exercise in Foot Pressure A-I

(n=36)

Foot Pressure AI		Pre	Second Exercise	Difference	T	P
		M±SD	M±SD			
Static Lt-Rt	Saccadic	.16±.13	.34±.20	-.18	-3.17	.01*
	Vestibuloocular	.17±.16	.25±.19	-.08	-.98	.35
	Pursuit Vergence	.20±.28	.26±.20	-.06	-.55	.60
Static Ant-Post	Saccadic	.30±.22	.12±.07	.18	2.76	.02*
	Vestibuloocular	.25±.15	.12±.08	.13	2.84	.02*
	Pursuit Vergence	.29±.20	.14±.12	.15	4.22	.00**
Dynamic Lt-Rt	Saccadic	.08±.06	.21±.18	-.13	-2.37	.04*
	Vestibuloocular	.13±.18	.18±.29	-.05	-.51	.62
	Pursuit Vergence	.08±.07	.28±.15	-.20	-4.18	.00**
Dynamic At-Post	Saccadic	.34±.20	.08±.06	.26	4.02	.00**
	Vestibuloocular	.39±.34	.08±.07	.32	3.29	.01*
	Pursuit Vergence	.26±.21	.07±.06	.20	3.08	.01*

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

Table 7. Comparison of variable on pre- and first exercise in mCTSIB

(n=36)

mCTSIB		Pre	First Exercise	Difference	T	P
		M±SD	M±SD			
FIRM-EO	Saccadic	.36±.18	.48±.53	-.12	-.71	.49
	Vestibuloocular	.43±.38	.52±.59	-.08	-.47	.65
	Pursuit Vergence	.68±.34	.58±.26	.11	1.06	.31
FIRM-EC	Saccadic	.28±.16	.24±.01	.03	.80	.44
	Vestibuloocular	.31±.17	.26±.09	.05	1.39	.19
	Pursuit Vergence	.38±.18	.33±.12	.05	1.07	.31
FORM-EO	Saccadic	.65±.18	.61±.12	.04	.71	.49
	Vestibuloocular	.68±.15	.58±.17	.09	1.73	.11
	Pursuit Vergence	.80±.54	.78±.23	.02	.12	.90
FORM-EC	Saccadic	.82±.17	.76±.21	.06	.77	.46
	Vestibuloocular	1.03±.38	.71±.22	.32	2.43	.03*
	Pursuit Vergence	1.01±.27	1.08±.30	-.08	-1.22	.25

\*p<.05

6. 운동 그룹 내에서 균형감각 자세유지 차이 검증

1) 중재 전과 1차 중재 후의 차이 검증

Table 7에서 단속 안구운동, 전정 안구운동, 추적 이접 안구운동 그룹의 1차 중재 전·후의 차이를 각각 대응 T-검정으로 분석한 결과, 불안정한 바닥에서 눈 감은 상태에서 전정 안구운동 그룹에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05)(Table 7).

2) 중재 전과 2차 중재 후의 차이 검증

Table 8에서 단속 안구운동, 전정 안구운동, 추적 이접 안구운동 그룹의 중재 전과 2차 중재 후의 차

이를 각각 대응 T-검정으로 분석한 결과, 단단한 바닥에서 눈 뜬 상태(p<.05)와 불안정한 바닥에서 눈 뜬 상태(p<.01) 변수에서 단속 안구운동 그룹에서만 유의한 차이를 보였고, 불안정한 바닥에서 눈 감은 상태에서는 단속 안구(p<.01)와 전정 안구운동(p<.05) 그룹에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 8).

7. 운동 그룹 내에서 안정한계 차이 검증

1) 중재 전과 1차 중재 후의 차이 검증

단속 안구운동, 전정 안구운동, 추적이접 안구운동 그룹의 중재 전과 1차 중재 후의 차이를 각각

Table 8. Comparison of variable on pre- and second exercise in mCTSIB

(n=36)

mCTSIB		Pre	Second Exercise	Difference	T	P
		M±SD	M±SD			
FIRM-EO	Saccadic	.36±.18	.28±.14	.08	2.28	.04*
	Vestibuloocular	.43±.38	.28±.11	.16	1.34	.21
	Pursuit Vergence	.68±.34	.53±.35	.15	1.25	.24
FIRM-EC	Saccadic	.28±.16	.28±.43	-.01	-.09	.93
	Vestibuloocular	.31±.17	.21±.13	.10	2.03	.07
	Pursuit Vergence	.38±.18	.33±.14	.05	.92	.38
FORM-EO	Saccadic	.65±.18	.46±.07	.19	3.96	.00**
	Vestibuloocular	.68±.15	.62±.15	.06	1.54	.15
	Pursuit Vergence	.80±.54	.69±.22	.11	.67	.52
FORM-EC	Saccadic	.82±.17	.61±.12	.21	3.49	.01*
	Vestibuloocular	1.03±.38	.72±.31	.31	2.48	.03*
	Pursuit Vergence	1.01±.27	.78±.27	.23	1.86	.09

\*p<.05, \*\*p<.01

Table 9. Comparison of variable on pre- and second exercise in LOS

(n=36)

LOS		Pre	Second Exercise	Difference	T	P
		M±SD	M±SD			
mean RT	Saccadic	.88±.30	.83±.20	.06	.58	.58
	Vestibuloocular	.71±.13	.68±.12	.03	.78	.45
	Pursuit Vergence	.88±.14	.71±.16	.17	2.92	.01*
mean MVL	Saccadic	4.78±2.41	5.35±1.32	-.57	-1.14	.28
	Vestibuloocular	5.13±1.33	5.57±1.89	-.43	-1.18	.26
	Pursuit Vergence	5.25±2.25	6.00±1.67	-.75	-1.64	.13
mean EPE	Saccadic	78.75±11.32	87.08±8.34	-8.33	-2.51	.03*
	Vestibuloocular	83.92±11.14	84.00±9.66	-.08	-.03	.98
	Pursuit Vergence	67.00±16.34	85.85±6.82	-18.58	-4.09	.00**
mean MXE	Saccadic	95.17±6.18	97.50±5.18	-2.33	-2.76	.02*
	Vestibuloocular	96.83±6.82	96.50±5.71	.33	.16	.88
	Pursuit Vergence	91.08±10.69	95.42±7.17	-4.33	-1.30	.22
mean DCL	Saccadic	76.67±11.41	79.08±7.20	-2.42	-1.04	.32
	Vestibuloocular	74.67±5.00	74.75±9.63	-.08	-.03	.97
	Pursuit Vergence	70.58±11.66	71.67±8.59	-1.08	-.31	.77

\*p<.05, \*\*p<.01

대응 T-검정으로 분석한 결과, 안정한계는 중재 전·후 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

2) 중재 전과 2차 중재 후의 차이 검증

단속 안구운동, 전정 안구운동, 추적이접 안구운동 그룹의 중재 전과 2차 중재 후의 차이를 각각 대응 T-검정으로 분석한 결과는 Table 9와 같다.

평균 반응시간에서는 추적이접 안구운동 그룹에서만 유의한 차이를 보였다(p<.05). 정적 이동거리에서는 단속안구(p<.05)와 추적이접 안구운동(p<.01) 그룹에서 유의한 차이를 보였다(p<.05). 최대 이동거리에서는 단속 안구운동 그룹에서만 유의한 차이를 보였다(p<.05)(Table 9).

IV. 고 찰

자세균형 조절시스템에 대한 주요한 감각 입력인 시각계를 살펴보면, 시각계는 우리에게 환경에 대한 정보를 제공할 뿐 아니라 우리의 정위와 신체의 운동에 대한 정보를 제공한다(Susan 등, 2007; Galley 와 Foster, 1985). 한 쪽 발로 서서 균형을 유지하고 있는 동안 눈을 감으면 균형 유지가 어려워지게 되는 것을 경험할 수 있다. 이것은 우리가 의식하지 못하지만 몸의 균형을 유지하기 위해서 필요한 근

육들이 움직임을 계속 재조정 한다는 것을 의미한다(Goldstein, 2000). 이것으로 균형 조절에 시각이 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

Alexander와 Cupps(1993)는 주변에 있는 물체의 상이 안와에 잘 맺히도록 눈을 움직여 사물을 중심 시에 들 수 있는 안구운동 기능 역시 자세조절과 운동발달에 중요한 요소로 작용한다고 하였다. 정동훈과 권혁철(1999)은 개인과 환경의 역학적 제한에 의해 결정되어지는 안정성 한계 내에 인체중심을 유지시키는 것은 낙상과 그로 인한 이차적인 손상을 예방하기 위하여 필수적이며, 따라서 안정성 한계의 개념도 그만큼 중요하다고 할 수 있다고 하였다. 임인수(2003)의 선행 연구에서는 아이스하키 선수들에게 추적 안구훈련을 실시한 결과 puck receive 성적, 예측 반응력, 동체시력 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서도 추적이접 안구운동이 동적자세 균형능력과 족저압 비대칭지수의 향상에 효과가 있었다. 구봉오(2002)는 안구운동이 자세 조절에 필요한 항중력근의 긴장성 수축을 유발시킬 뿐만 아니라 근육 긴장 분포를 조절할 수 있는 것으로 추정되며, 그 결과 신경근 조절기능의 향상과 중추신경계의 감각기능의 신경학적 회복으로 운동기능의 향상을 기대할 수 있다고 하였다. 이들의 선

행 연구에서는 단속성 안구운동, 추적 안구운동, 전정 안구운동, 이접 안구운동으로 안구운동 프로그램을 구성하여 성인 편마비 환자들에게 처방하였다. 연구대상자의 안구운동 전과 후의 균형능력을 비교한 결과 정적인 상태나 동적인 상태에서의 균형능력을 향상시킬 수 있었다고 하였다.

본 연구는 선행 연구에 근거하여 6가지의 안구운동 중 4가지의 안구운동을 선정하였으며, 연구 대상이 정상 성인인 것을 감안하여 운동 난이도를 높이고 추적과 이접 안구운동을 결합하여 운동프로그램을 구성하였다. 선행 연구에서는 실험군과 대조군으로 나누어 실험군에 4가지의 안구운동을 모두 실시하였으나 본 연구에서는 각각의 안구운동 별 효과를 알아보기 위하여 대조군 없이 3그룹으로 나누어 각기 다른 안구운동 프로그램을 적용하였다. 그 결과 단속과 전정 안구운동 그룹에서 정적자세 균형능력의 향상을 보였고, 단속과 추적이접 안구운동 그룹에서 동적자세 균형능력의 향상을 보였다. 그 중에 정적자세 균형능력의 4가지 항목 중 3가지 항목에서 단속 안구운동이 통계학적으로 가장 유의한 차이가 있었고, 동적자세 균형능력의 5가지 항목 중 2가지 항목에서 추적이접 안구운동이 통계학적으로 가장 유의한 차이를 나타냈다.

균형감각 자세유지는 정적 기립 상태에서 지지면의 상태와 안구의 개, 폐에 따른 흔들림의 정도를 측정하는 것이므로 수치가 낮을수록 안정적이라고 할 수 있다. 중재 전, 후 그룹 간의 차이를 비교해 보았을 때 1차 중재 후 불안정한 바닥에서 눈 뜬 상태와 눈 감은 상태에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고 그 중 전정 안구운동 그룹의 평균값이 가장 작아 가장 효과적인 것으로 나타났다. 또한 2차 중재 후 불안정한 바닥에서 눈 뜬 상태에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었고 그 중 단속 안구운동 그룹의 평균값이 가장 작아 가장 효과적인 것으로 나타났다. 이것은 전정 안구운동을 실시할 때 대상자들 중 종종 어지러움을 호소하는 경우가 있어 2차 중재 시 회전 난이도를 높이지 못하였기 때문에 1차 중재 후 측정에서 가장 효과를 보이다가 2차 중재 후에는 효과를 보이지 못한 것으로 사료된다. 그리고 단속 안구운동은 반복적인 실험으로

인해 연구 대상자들이 실험테이블을 암기하게 되는 위험으로 인해 2차 중재 시 실험 난이도를 높였는데 이로 인해 2차 중재 후 높은 효과를 보이게 된 것으로 사료된다.

족저압 비대칭 지수에서는 그룹 별로 차이가 있기는 하지만 전체적으로 중재 전, 후 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 선택적 안구운동 프로그램을 통한 시각능력 향상이 족저압에도 긍정적 영향을 주는 것으로 나타났다.

이렇듯 시각이 인체의 자세조절에 미치는 영향에 대한 연구가 계속되어지고 있으며, 본 연구의 목적도 선택적인 안구운동 프로그램의 적용이 정상 성인의 균형조절 능력과 족저압의 분포에 미치는 영향을 밝히고자 하였다.

본 연구의 제한점으로는 다음과 같다.

20~30대를 대상으로 하였기 때문에 모든 연령대로 일반화하기에 제한이 있고, 정상인을 대상으로 하였기 때문에 환자들에게 일반화하기에는 제한이 있다. 부산 K대학 36명의 소수 학생을 대상으로 단기간의 중재로 이루어졌기 때문에 본 운동 프로그램의 결과에 대한 해석을 일반화하기에는 제한이 있다.

## V. 결 론

본 연구는 선택적 안구운동 프로그램이 정상 성인의 족저압과 균형조절 능력에 미치는 영향을 분석하고자 하였으며, 연구 결과는 다음과 같다.

1. 족저압의 비대칭 지수를 분석한 결과, 중재 전과 1차 중재 후 단속 안구운동 그룹에서는 정적 전·후 및 좌·우, 동적 전·후 및 좌·우 항목에서 모두 유의한 차이를 보였고, 전정 안구운동 그룹에서는 동적 전·후 항목에서만 유의한 차이를 보였다. 추적이접 안구운동 그룹에서는 정적 좌·우 항목을 제외한 모든 항목에서 유의한 차이를 보였다.
2. 정적자세 균형능력은 1차 중재 후 전정 안구운동 그룹에서 불안정한 바닥에서 눈 감은 상태에서 중재 전·후 유의한 차이를 보였고, 2차 중재 후 단속 안구운동 그룹에서는 단단한 바닥에

서 눈 뜬 상태, 불안정한 바닥에서 눈 뜬 상태, 불안정한 바닥에서 눈 감은 상태, 전정 안구운동 그룹에서는 불안정한 바닥에서 눈 감은 상태 항목에서 중재 전·후 유의한 차이를 보였다.

3. 동적자세 균형능력은 1차 중재 후 유의한 차이를 보이지 않았지만, 2차 중재 후 단속 안구운동 그룹에서는 정적 이동거리와 최대 이동거리, 추적 이접 안구운동 그룹에서는 반응시간과 정적 이동거리 항목에서 중재 전·후 유의한 차이를 보였다.
4. 그룹 간의 중재 후 차이를 검증한 결과, 정적자세 균형능력에서 1차 중재 후에는 불안정한 바닥에서 눈 뜬 상태, 불안정한 바닥에서 눈 감은 상태 항목에서 유의한 차이를 보였고 세 항목 중 전정 안구운동의 측정값이 가장 작게 나타났다. 2차 중재 후에는 불안정한 바닥에서 눈 뜬 상태 항목에서만 유의한 차이를 보였고 세 항목 중 단속 안구운동의 측정값이 가장 작게 나타났다. 그러나 족저압 비대칭 지수와 동적자세 균형능력에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구 결과로 미루어 볼 때 선택적 안구운동 프로그램이 정상 성인의 족저압 분포와 균형조절 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 향후에는 연구의 제한점을 충분히 통제하여 연구결과를 일반화시킬 수 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### Acknowledgements

본 연구는 2011년도 전문대학 교육역량 강화사업의 지원으로 수행되었음.

### 참 고 문 헌

곽동엽. 발 보조기 착용이 대퇴사두근 들레와 무릎 통증 변화에 미치는 영향. 경기대학교 대학원. 석사학위 논문. 2005.

구봉오. 안구운동이 성인 편마비 환자의 균형회복에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 박사학위 논문. 2002.

김덕훈. 시 표적의 이동에 따른 안구의 동향운동이

대뇌 시피질의 뇌파에 미치는 영향. 한국안광학회지. 2002;7(1):51-5.

김진수, 이명식. 필수신경생리 해부학. 서울. 영문출판사. 2000.

박양선, 김형식, 이정환 등. 단신: 전정 반사 분석을 위한 안구 움직임 무선 측정 장치 개발. 2008;18(1):39-43.

송주민, 박래준, 김진상. 연령에 따른 시각과 청각이 균형수행력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 1994;6(1):75-84.

신문균, 함기선, 최홍식. 신경생리학. 서울. 현문사. 1997.

이건철, 정혜미, 김상범 등. 구두 굽높이의 차이가 균형 수행 능력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2004;16(3):559-69.

이춘길. 안구운동. 서울대학교 심리학과. 1998.

임인수. 추적 안구훈련이 아이스하키 선수의 운동수행력과 동체시력에 미치는 영향. 운동과학. 2003;12(2):287-96.

정동훈, 권혁철. 체위에 따른 균형 안정성 한계의 비교. 한국전문물리치료학회지. 1999;6(1):35-46.

Alexander RR, Cupps B. Normal Development of Functional Motor Skills. San Antonio. Tx. Therapy Skill Builders. 1993.

Chandler JM, Duncan PW, Stadenski SA. Balance performance on the Postural stress test comparison of young adults, healthy elderly and Fallerns. Phys Ther. 1990;70(7):346-54.

Dix MR. Treatment of vertigo. Physiotherapy. 1974;60:380-4.

Galley PM, Foster AL. Human Movement. New York. Churchill Livingstone. 1985.

Goldstein EB. Auditory and visual interactions & postual stabilizion Ergonomics. 2000;39(4):634-48.

Horak FB. Clinical Measurement of postural control in adults. Phys Ther. 1987;67(12):1881-5.

Jahnigen DW, Schrier RW. Geriatric Medicin. Black Science Lid, 2nd ed. U.S.A. 1996.

Kandel ER, Schwartz JH, Hessel TM. Principles of Neural Science. 4th ed. New York. McGraw-Hill.

- 1991.
- Lord SR, Sambrook PN, Gilbert C et al. Postural stability, falls and fractures in the elderly: results from the double osteoporosis epidemiology study. *med j Aust.* 1994;160(11):688-91.
- Magnusson M, Pyykkö I, Norrouing B et al. Relationship between optokinetic nystagmus an pursuit, vestibular nystagmus, and saccades in peripheral vestibular and infratentorial lesions In: *The vestibular system, Neurophysiologic and Clinical Research*, Edited by Graham MD & Kemick JL, Raven press. New York. 1987.
- Shumway-cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients, *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69: 395-400.
- Susan B. O' Sullivan, Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation : Assessment and Treatment.* Fourth Edition. Pennsylvania. FA Davis. 2007.
- Taylor LP. *Taylor's Manual of Treatment.* SLACK Incorporated. 1990.
- Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of Posture. *Phys Ther.* 1997;77(6):619-28.