

## 균형능력 향상 운동프로그램이 보행안정성에 미치는 영향

이영택<sup>1</sup> · 김 훈<sup>1</sup> · 신학수<sup>1</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 인문대학 건강증진학과

### The Effect of Training Program for the Balance on the Gait Stability

Young-Taeck Lee<sup>1</sup> · Hoon Kim<sup>1</sup> · Hak-Soo Shin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Health Promotion, College of Humanities, Daegu University, Daegu, Korea

Received 16 September 2010; Received in revised form 28 November 2010; Accepted 15 December 2010

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of balance training on gait stability. The study population included 17 male high school students who were divided into 3 groups, each of which underwent one of the following types of balance-training programs for 8 weeks: 1 foot standing on cushion foam, trunk muscle training, and inverted body position training. 0, 4, and 8 weeks, the following experiment was performed: The participants were asked to close their eyes and take 17 steps; the stability of forward and sideward movement was determined, and the direction linearity was measured. The results revealed that all the training programs caused a decrease in stride deviation and an increase in the and the stride length, thereby improving the stability of forward movement. All the programs decreased the variation in step width and were thus also effective in improving the stability of sideward movement. The inverted body position training program was considered very effective because the cross point appeared on post hoc graphic analysis after 4 weeks, and the deviation length for 10 m was low, i.e., below 4 cm. All the programs were effective with respect to direction linearity because they decreased the deviation in direction widths. The results indicate that whole-body neurocontrol training is more effective than simple muscle training and local focused balance training, although this neurocontrol training-in the form of inverted body position training-required a longer training period than did the other programs.

**Keywords :** Inverted Hands Standing, Inverted Position, Gait Stability, Posture Control

## I. 서론

자세제어능력은 자신을 둘러싸고 있는 환경에 대하여 신체의 많은 분절이 정렬을 유지하는 능력으로 제자리에 서 있거나 수의적으로 움직일 때, 또는 외부로부터 가해지는 힘에 반응할 때, 자신의 신체중심을 지지면 위에 적절하게 유지하는 것을 의미한다(Daubney & Culham, 1999).

이러한 자세제어능력은 정적자세(static posture)와 동적자세(dynamic posture)를 유지하는 능력으로 구분된다. 정적 자세를 유지하는 능력은 중력이 작용하는 힘을 최소화하도록 신체정렬을 갖추는 것이며, 동적자세를 유지하는 능력은 지면의 상태 또는 자신을 둘러싸고 있는 환경이 갑작스럽게 변화하거나, 수의적으로 자신의 신체 중심을 다양한 방향으로 이동시키고자 할 때, 그 변화에 적응하여 자신의 균형을 적절하게 유지하는 것이다.

이러한 자세제어능력을 평가하는 방법을 살펴보면 정적 자세의 평가에서는 고정된 자세를 유지하는 동안 나타나는 요동현상과 자세의 안정성의 한계를 주로 측정하고, 동적 자세의 평가에서는 버티기 동작(지지영역)과 흔들기 동작(가역영역)의

Corresponding Author : Hak-Soo Shin  
Department of Health Promotion, College of Humanities, Daegu University,  
Naerili 15, Jillyang-eup, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do, Korea  
Tel : +82-53-850-6096 / Fax : +82-53-850-6099  
E-mail : hakdoli@hanmail.net

관계, 동적자세측정기를 이용한 동적 평형유지능력의 측정을 많이 사용한다. 그러나 이러한 평가 방법은 자세조절을 공간상의 안정성(stability)과 정향성(orientation)의 유지를 위하여 신체를 제어하는 능력으로 확대할 때 특히, 신체이동과 관련된 목적 지향적 행위의 안정성 평가 방법으로는 구속계약이 많아 개별 기능평가에서는 그 적응성이 떨어진다고(김선진, 한동욱, 2002). 또한 균형유지를 위한 자세 전략 즉, 발목전략, 엉덩관절 전략, 스텝전략 중 스텝전략에 대한 평가 방법으로 즉시성이 부족하다고 할 수 있을 것이다.

김근영과 권태원(1997)은 개별 종목의 특성에 따른 평형성의 연구에서 상지나, 하지를 주로 사용하는 종목에 비해 상하지를 모두 사용하는 운동종목이나 전신의 협응성을 필요로 하는 운동종목의 평형성이 다르다고 보고했다. 또한 허진영과 이현경(2000)은 무용전공과 경력에 따른 평형성 연구에서 두발과 외발로 균형 잡기에서는 한국무용전공자가 현대발레전공자에 비해 하체의 발목 관절과 대퇴관절의 효율적인 사용에 의해 높은 균형능력을 보이는 것으로 보고했지만 인체 중심 이동에 따른 무게 중심정렬에서는 발레집단이 발끝으로 서거나 회전을 많이 하기 때문에 한국무용전공자에 비해 높은 균형능력을 보인다고 보고했다. 따라서 평형성은 훈련방법에 따라 각기 다르게 발달하며, 각 종목에 요구되는 평형능력이 다르고, 특정종목 선수에게 탁월할 수 있다(Johnson & Nelson, 1986).

보행의 안정성연구는 낙상연구와 관련이 깊다. 연령과 관계된 낙상연구를 보면 노화에 따라서 자세의 균형을 유지할 때 나타나는 자세의 요동현상이 커지며 아동과 노인은 버티기 동작의 안정성관계가 유의하게 좁다고 보고했다(김선진, 박승하, 2001a). 또한 성인은 지지영역이 가역영역의 약 70%에 이르며, 아동의 경우 30%에도 못 미치고, 노인의 경우 좌우 방향에 있어서는 성인과 차이가 없으나 전-후 방향의 경우는 성인에 비해 매우 낮다고 보고했다(김선진, 박승하, 2001b). 또한 지지영역과 가역영역의 비는 성인에 비해 아동과 노인의 경우 개인차가 매우 크며 자세의 유지전략에 있어서도 차이가 나타나는 원인이라고 주장했다(Starkes, Riach & Clarke, 1992). 또한 보행의 과정에 있어서도 연령이 증가함에 따라 보폭의 감소에 따라 보행속도가 늦춰지고, 보행주기에서 두발의 지지기가 길게 된다(Bendall, 1989). 그러나 이러한 두발 지지기 증가는 동반된 보폭의 증가에 의해 결과적으로 보행의 연쇄의 불안정성과 관련이 되어져 낙상의 요인이 된다(최상용, 이재상, 구현정, 이대택, 2005).

일반적으로는 보행형태의 개선을 위해서 하지 근력 강화 훈련을 많이 사용했다. Topp, Eastes 와 Dayoff(1997)은 14주 동안 하지에 탄성밴드 저항운동을 실시한 노인들이 통제 집단에 비해 보행 속도, 족배굴근이 1.2배 높게 나타났다고 보고 했다. 또한 최상용 등(2005)도 주 1회, 10주 70분간의 하지의 저항성 및 평형성 운동

을 통하여 낙상 경험 여성의 보행형태 변화를 보고하였다.

또한 보행 시 발걸음을 내딛는 시간동안의 약 80%는 한발에 의한 신체의 지지능력으로 이루어지며, 이때 신체의 무게중심이 지지발의 바깥쪽으로 이동하면서 불안정한 신체 상태가 된다. 보행이 요동이 있는 외발서기의 주기적인 교차로 이루어지고 있다고 볼 때 이러한 외발서기의 교차적 형태의 동적 균형은 체간의 균형능력을 중요한 요소로 하는 것으로 추측된다. 따라서 복-배근근력은 보행안정성에 중요한 요소로 생각된다(Grabner, Koh, Lundin, & Jahnigen, 1993).

그러나 위에 언급한 연구들은 주로 균형능력의 향상을 위한 훈련으로 발목의 근력과 체간의 복-배근근력과 같은 개별 근육군의 근력 향상에 중심을 둔 훈련방법을 사용하였다. 보행의 과정에서는 일반적으로 개별 근육의 근력뿐만 아니라 체성감각계, 전정계 등의 구성성 정보도 균형의 유지에 중요한 역할을 수행한다. 이러한 감각정보는 특히 전체적인 운동 중에 안정성과 같은 미세한 근력 조절, 특히 체간의 협응과 결합된 개별 분절의 상대적인 위치 조절에 중요하게 작용할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 균형능력 향상 훈련 중 복-배근력 훈련과 발목의 운동감각을 같이 향상할 수 있는 하지쿠션패드 위에서 외발서기 훈련, 어깨를 하부에서 지지하는 형태의 물구나 무서기 훈련을 통해 체간 및 체지의 근력 및 운동감각능력 향상 운동이 보행안정성에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

물구나무서기는 기계체조에서 가장 기본이 되는 운동으로 신경의 협응성을 길러주며 체조종목의 연기를 위한 준비, 연결, 마무리로 인식되고 있다(강효영, 2002). 일반적으로 물구나무서기를 위해서는 상체근력의 강화를 위해 상당한 시간이 요구되므로 본 연구에서는 어깨를 하부에서 지지하고 체간의 중심을 스스로 잡도록 고안한 물구나무서기 보조기구를 사용하였다. 이러한 물구나무서기 훈련방법은 체간 및 체지의 정위에 대한 운동감각 및 체간의 코어근력을 향상시키는데 도움이 될 것으로 생각된다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상자

체간의 균형능력 향상 훈련이 보행형태에 미치는 영향을 알아보기 위해 대구 소재의 K 고교에 재학 중인 신체 건강한 남학생을 총 51명을 대상으로 물구나무서기 훈련그룹(Inverted T.) 17명, 복배근력 훈련그룹(Trunk T.) 17명, 쿠션을 이용한 밸런스 훈련그룹(One Leg T.) 17명으로 나누어 8주간 훈련을 실시하였다. 피검자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Subjects

Group	N	Age	Height	Weight
Inverted T.	17	14.79±.43	171.21±2.99	60.86±8.34
Trunk T.	17	14.79±.43	172.14±3.39	64.86±10.41
One Leg T.	17	14.86±.35	173.43±3.96	64.74±8.75

## 2. 실험도구

본 연구에 사용한 실험도구는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Experiments Tools

Name	Model	Use
Height	Jenix(korea), DS-102	
Weight	Biospace(korea), InBody 4.0	
metronome	SEIKO(China), SQ100-77	control the walking tempo
Stepper	China, Stepper	
ruler		distance
Martin	YAMAKOSHI (Japan)	Measure the width
Helping apparatus for Inverting		keep inverted standing

## 3. 훈련 프로그램 설계

본 연구를 수행하기 위하여 아래와 같이 훈련프로그램을 설계하였다.

### 1) 물구나무서기 훈련 프로그램

물구나무서기 훈련 프로그램은 8주의 기간 동안 주 3회 실시했으며, 훈련 내용은 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분으로 하였다. 본 운동은 4인 1조로 하여 1인당 3분씩 물구나무서기 보조기구를 이용하여 물구나무서기를 한 후 9분 휴식의 형태로 3회 반복했다. 보조기구를 이용한 물구나무서기 연습방법은 <Figure 1>와 같다.

### 2) 복배근력 향상 프로그램

복배근력 향상 프로그램은 8주의 기간 동안 주 3회 실시하였으며, 훈련 내용은 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분으로 하였다. 본 운동은 sit-up<Figure 2>, Anterior Leg Raise<Figure 3>, Hyper Extension<Figure 4>, Posterior Leg Raise<Figure 5>로 각 15회씩 3set으로 하였다.



Figure 1. Inverted Body Position Training



Figure 2. Sit-up



Figure 3. Anterior Leg Raise



Figure 4. Hyper extension



Figure 5. Posterior Leg Raise

### 3) 하지 균형 능력 향상 프로그램

쿠션을 이용한 하지 균형능력 향상 프로그램은 8주의 기간 동안 주 3회 실시했으며, 훈련내용은 준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분으로 하며, 본 운동은 <Figure 6>과 같이 4 동작의 외발로 서기를 1분간 교대로 각 15회씩 총 3set으로 훈련하였다.



Figure 6. One leg standing on cushion pad

4. 측정방법

체간의 균형능력 향상 훈련이 보행형태에 미치는 영향을 알아보기 위하여 트레이닝 전·중·후에 측정지면에 발걸음이 드러나도록 처리한 후 눈을 안대로 가리고 보행하도록 하였다. 보행 패턴의 측정은 <Figure 7>와 같이 분당 100보의 속도로 17보를 보행할 때 나타나는 이동거리, 보폭, 보간, 보폭의 편차, 보간의 편차, 이탈율의 평균과 표준 편차를 측정하였다. 보폭(앞발 뒤꿈치와 뒷발 귀꿈치간의 진행방향거리) 및 보간(앞발 뒤꿈치와 뒷발 귀꿈치간의 진행방향의 수직방향거리)거리는 신장에 대한 상대비율로 계산하였으며, 보폭의 편차 및 보간의 편차는 각 시행시기에서 17보를 걸을 동안의 평균보폭 및 평균보간에서 매걸음마다 나타나는 보폭 및 보간의 차이의 절대값으로 나타낸 지표이다. 이탈율은 직선에서 벗어난 거리를 전체 이동거리로 나눈 값으로 하였다.



Figure 7. Measurement

5. 자료처리

본 연구에서 얻어진 자료 중 이동거리 및 보폭, 보폭의 편차는 전방이동 안정성의 지표로, 보간 및 보간의 편차는 측방 안정성의 지표로, 이탈율은 정형성의 지표로 분류하여 정리하였으며 자료 분석은 통계프로그램 한글 SPSS 12.0을 이용하였다. 사용된 통계 방법은 Two-way analysis of variance(ANOVA) with repeated measures를 실시하였고 통계적 유의차는  $p < .05$ 를 기준으로 하였다. 사후검증은 상호작용이 나타날 때 그래프로 의미를 분석하였다.

III. 결과

남자 고등학생을 대상으로 물구나무서기, 복·배근력 트레이닝, 하지 밸런스 훈련을 한 그룹의 보행형태의 변화는 다음과 같다.

1. 전방이동 안정성

1) 거리

8주간의 이동거리 측정결과 물구나무서기 그룹과, 복·배근력 트레이닝 그룹, 하지균형 트레이닝 그룹은 이동거리<Table 3>는 시행시기(시차)간에는 증가( $p < 0.001$ )되었으나 집단과 상호작용에 있어서는 유의한 차이는 나타나지 않았다(Table 4).

Table 3. Moving distance (unit: cm)

	0week		4week		8week	
	M	SD	M	SD	M	SD
Inverted T.	1022.68	117.00	1062.56	93.68	1110.88	110.59
Trunk T.	991.74	79.49	1083.76	90.73	1129.41	88.49
One Leg T.	1039.09	111.85	1075.85	85.24	1117.12	79.53

Table 4. Moving distance variance analysis

	sum of square	DOF	average of Square	F	P
Group	3978.13	2	1989.06	0.22	0.81
Trial	262749.54	2	131374.77	14.21	0.00***
Correlation	22606.39	4	5651.60	0.61	0.66

\*\*\* :  $p < .001$

2) 보폭

8주간 물구나무서기 트레이닝그룹, 복·배근력 트레이닝그룹, 하지균형 트레이닝 그룹의 각 피험자의 신장에 대한 보폭을 나눈 값으로 살펴본 보폭의 변화<Table 5>는 1, 3차시기간에 유의한 증가( $p < .05$ )가 나타났으며<Figure 7>, 집단과 상호작용에 있어서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 6).

Table 5. Stride length to Height

	0week		4week		8week	
	M	SD	M	SD	M	SD
Inverted T.	0.351	0.042	0.364	0.034	0.380	0.037
Trunk T.	0.337	0.031	0.368	0.035	0.383	0.033
One Leg T.	0.353	0.037	0.365	0.028	0.379	0.026

Table 6. Stride length to Height variance analysis

	sum of square	DOF	average of Square	F	P
Group	0.00	2	0.00	0.10	0.90
Trial	0.03	2	0.01	12.80	0.00***
Correlation	0.00	4	0.00	0.58	0.68

\*\*\* :  $p < .001$

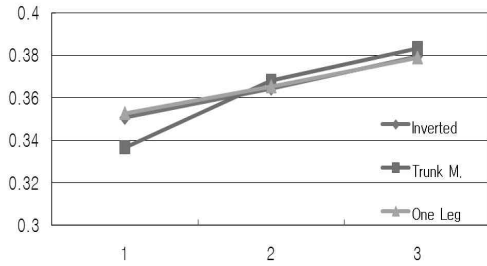


Figure 7. Stride length to Height

### 3) 보폭의 편차

8주간 물구나무서기 트레이닝그룹, 복·배근력 트레이닝그룹, 하지균형 트레이닝 그룹의 17보 동안의 보폭의 편차<Table 7>는 1, 3차시기간에 유의한 감소( $p < .001$ )가 나타났으나 <Figure 8>, 집단과 상호작용에 있어서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 8).

Table 7. Deviation of Stride length

	Oweek		4week		8week	
	M	SD	M	SD	M	SD
Inverted T.	0.078	0.027	0.076	0.046	0.052	0.020
Trunk T.	0.083	0.028	0.082	0.032	0.067	0.018
One Leg T.	0.071	0.031	0.077	0.027	0.064	0.019

Table 8. Deviation of Stride length variance analysis

	sum of square	DOF	average of Square	F	P
Group	0.00	2	0.00	1.23	0.30
Trial	0.01	2	0.00	5.54	0.00***
Correlation	0.00	4	0.00	0.49	0.74

\*\*\* :  $p < .001$

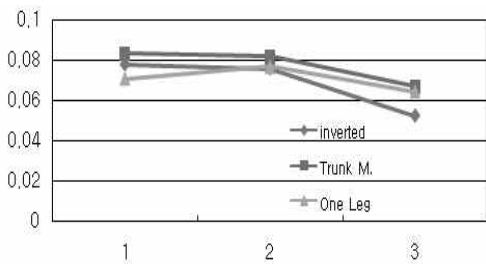


Figure 8. Deviation of Stride length

## 2. 측방 안정성

### 1) 보간

8주간 물구나무서기 트레이닝그룹, 복·배근력 트레이닝그룹, 하지균형 트레이닝 그룹의 각 피험자의 신장에 대한 보폭을 나눈 값으로 살펴본 보간의 변화<Table 9>는 집단간에 유의한 차( $p < .05$ )가 나타났으나, 시차와 상호작용에 있어서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 10). 집단간에 따른 보간의 차이가 나타나 살펴본 결과 초기(1차시기)에는 집단간의 차이가 없었으나 2, 3차 시기에서 물구나무서기 트레이닝 그룹이 다른 그룹에 비해 보간이 유의하게 좁은 것( $p < .05$ )으로 나타났다(Figure 9).

Table 9. Side width to Height

	Oweek		4week		8week	
	M	SD	M	SD	M	SD
Inverted T.	0.050	0.059	0.042	0.022	0.042	0.014
Trunk T.	0.053	0.031	0.057	0.020	0.060	0.022
One Leg T.	0.061	0.038	0.061	0.031	0.054	0.022

Table 10. Side width to Height variance analysis

	sum of square	DOF	average of Square	F	P
Group	0.01	2	0.00	3.17	0.05*
Trial	0.00	2	0.00	0.08	0.92
Correlation	0.00	4	0.00	0.38	0.82

\* :  $p < .05$

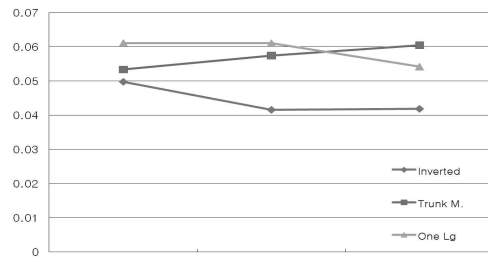


Figure 9. Side width to Height

### 2) 보간의 편차

8주간 물구나무서기 트레이닝그룹, 복·배근력 트레이닝그룹, 하지균형 트레이닝 그룹의 보간의 편차<Table 11>는 집단 간에는 차이가 없었으나( $p < .05$ ), 1, 3차시기간에 유의한 감소( $p < .05$ )가 나타났으며, 상호작용( $p < .05$ )도 나타났었다(Table 12).

상호작용이 유의한 것으로 나타나 그래프로 살펴본 결과 4주에서 8주간에서 물구나무서기가 하지균형훈련 및 외발서기에 대해 교차가 발생하였으며 빠르게 보간의 편차가 줄어드는 것으로 나타났다(Figure 10).

Table 11. Deviation of Side width

	0week		4week		8week	
	M	SD	M	SD	M	SD
Inverted T.	8.742	18.503	1.066	0.813	0.400	0.299
Trunk T.	1.740	3.294	0.807	0.589	0.594	0.445
One Leg T.	0.812	30.927	0.642	0.349	0.609	0.298

Table 12. Deviation of Side width variance analysis

	sum of square	DOF	average of Square	F	P
Group	206.62	2	103.31	2.61	0.08
Trial	306.05	2	153.02	3.87	0.02**
Correlation	389.58	4	97.40	2.47	0.05*

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

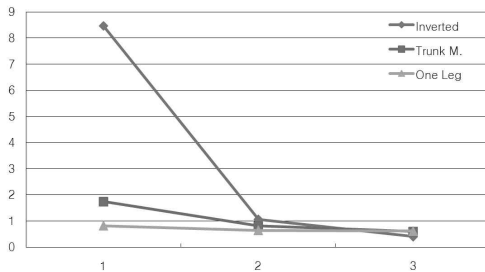


Figure 10. Deviation of Side width

### 3. 정향성

#### 1) 이탈비

8주간 물구나무서기 트레이닝그룹, 복·배근력 트레이닝그룹, 하지균형 트레이닝 그룹의 이탈비<Table 16>는 집단과 시차, 상호작용 모두에서 유의한 차이( $p < .001$ )가 나타났다(Table 14).

Table 13. Deviation of linearity

	0week		4week		8week	
	M	SD	M	SD	M	SD
Inverted T.	6.177	4.689	4.376	4.670	0.329	0.374
Trunk T.	6.417	3.362	3.929	3.577	2.734	2.596
One Leg T.	4.410	2.677	2.970	3.148	2.190	2.672

Table 14. Deviation of linearity variance analysis

	sum of square	DOF	average of Square	F	P
Group	140.58	2	70.29	6.39	0.00***
Trial	240.81	2	120.41	10.95	0.00***
Correlation	185.43	4	46.36	4.21	0.00***

\*\*\* :  $p < .001$

상호작용이 유의한 것으로 나타나 그래프로 살펴 본 결과 0주에서 4주간에는 복·배근력훈련이 물구나무서기에 비해 이탈율이 줄어드는 것으로 나타났으며 4주에서 8주간에는 물구나무서기가 복·배근력 및 외발서기에 대해 교차가 나타났으며 빠르게 이탈율이 줄어드는 것으로 나타났다(Figure 11).

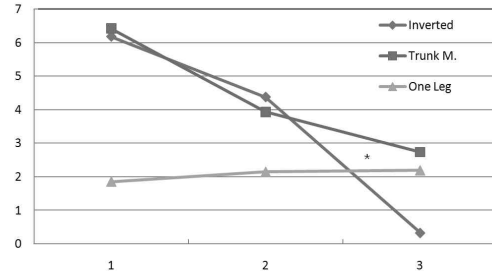


Figure 11. Deviation of linearity

## IV. 논의

본 연구의 목적은 균형능력 향상 훈련이 보행형태에 미치는 영향을 살펴보기 위한 것이다. 적용한 균형능력 훈련 프로그램은 체지(특히, 발 및 발목)의 근력·운동감각능력 강화를 위한 쿠션패드를 이용한 외발서기 훈련과 체간의 근력강화를 위한 복·배근 강화훈련, 체간의 자세조절능력 향상을 위한 보조기구를 이용한 물구나무서기 훈련 방법을 사용하였다.

결과에서 알 수 있듯이 눈을 가린 상태에서 보행주기 동안 나타나는 전방 이동안정성 평가에서 모든 훈련방법에서 훈련기간의 경과에 따른 효과로 개별 보폭이 증가하고 전체 이동거리도 증가하였으며, 개별 보행 주기 동안의 보폭도 균일하여지는 것으로 나타났다.

눈을 가린 상태에서 보행주기 동안 나타나는 측방 안정성의 평가에서 초기에는 집단간의 보간의 차이가 없었으나 훈련기간의 경과에 따라 물구나무서기 집단에서 다른 집단에 비해 보간의 크기가 줄어드는 것으로 나타났다. 보간의 편차에 있어는 모든 훈련방법에서 훈련기간의 경과에 따라 줄어드는 것으로 나타났으며 또한 집단 및 훈련기간에 따른 상호작용이 나타난 것으로 보아 4주 후 부터는 물구나무서기가 다른 훈련 방법에 비해 이러한 측방 안정성 향상효과가 뛰어난 것으로 나타났다.

눈을 가린 상태에서 보행 중 목표방향에 대한 정향성의 평가에서는 물구나무서기와 복·배근력훈련이 훈련기간의 경과에 따른 효과가 나타났다. 또한 이러한 정향성 향상효과는 집단 및 훈련기간에 따른 상호작용으로도 나타났으며 초기 4주 동안은 복·배근력 훈련이 효과적인 것으로, 후기 4주 동안은 물구나무서기가 우월한 효과가 있는 것으로 나타났다.

자세조절은 공간상의 안정성과 정향성의 유지를 위하여 신체의 위치를 제어하는 능력이며 감각계와 효과계의 측면에서 연구되어왔다(김전진, 박승하, 2001a). 먼저 효과기 측면의 연구는 주로 노인의 보행안정성의 향상훈련과 연관되어 연구되어왔다. Tomonaga(1977)은 노화와 관련된 Type II 섬유의 유의한 손실이 있음을 밝혔고, Whipple, Wolfson과 Amerman (1987)은 성인에 비해 노인의 상대적인 등속성 근력과 파워저하가 발목에서 가장 크며, 특히 높은 각속도에서 발목 배측 굴곡력 저하가 심하다고 하였다. 발목에 중점을 둔 쿠션판위에서의 안정성 훈련은 이러한 맥락에서 자주 이용되는 균형능력 향상 훈련으로 운동제어의 측면에서는 외부의 교란에 대한 발목전략의 이용의 효율성 증가를 유도하기 위한 것이다.

또한 보행 시 발걸음을 내딛는 시간동안의 약 80%는 한발에 의한 신체의 지지능력으로 이루어지며, 이때 신체의 무게중심이 지지발의 바깥쪽으로 이동하면서 불안정한 신체 상태가 된다. 이 때 사용되는 근육은 주로 척추기립근, 중둔근, 소둔근, 대퇴근막장근, 하퇴삼두근이다(Winter, Patla, Frank & Walt, 1990). Grabiner et al.(1993)은 갑작스런 상황에서 몸의 균형을 회복하는데 관여하는 요인에 대하여 조사하기 위해 7명의 젊은 남성을 대상으로 정상속도의 보행 중에 갑자기 보행로에 장애물을 출현시키는 실험을 실시했다. 그 결과 갑작스런 상황에서 몸의 균형을 회복하는데 관여하는 요인이 하지의 근력과 몸통 굴곡의 각도를 제어하는 능력의 두 가지 요인인 것으로 나타났다. 복 배근력 훈련은 이러한 몸통의 굴곡각도와 하지근력의 직접적인 증가와 관련된 훈련으로 운동제어의 측면에서는 외부의 교란에 대한 엉덩전략의 효율적 이용과 관련된다.

본 연구에서도 이러한 훈련 방법이 선행 연구와 동일한 결과를 나타내었다. 먼저 이동 능력 및 전방, 측방 안정성에 있어서 이동거리의 증가 및 보폭의 증가가 나타났고 보폭과 보간의 균질화가 나타났다. 일반적으로 연령이 증가함에 따라 보행속도가 늦춰지는데(Bendall, 1989) 이것은 보행주기에서 두발의 지지기를 길게 하여 균형능력을 증진 시켜 안전한 보행을 가능하게 하기 위한 것이지만 결국 보행의 불안정성과 관련이 되어져 낙상의 요인이 된다(최상응 등, 2005). 젊은이들의 보폭이 상대적으로 큰 것은 정적 안정성의 관점에서는 상대적으로 불안정성이 증가한 것을 의미하지만 각 보행주기마다 인체의 중심이 리듬있게 이동하여 동적 안정성의 측면에서는 이동의 안정성이 확보됨을 의미하는 것이다.

그러나 물구나무서기 훈련은 체간 및 하지근육의 근력강화와 직접적인 관련이 적음에도 불구하고 전방이동능력 및 안정성에서 동일한 효과를 나타내었고 또한 측방 안정성 및 정향성에서는 다른 훈련에 비해 더 좋은 효과를 나타내었다. 권오윤과 최홍식(1996)이 불안정발판에서 외발 서기에서의 20대 성인의 균형능력을 평가한 결과 지지하는 발이 우세발인 경우에 균

형능력이 좋은 것으로 나타났으며 이러한 우세발의 근력의 차이는 없었으며 정적균형능력과 동적능력 간에 상관성이 없다고 보고한 선행연구와 관련이 깊다. 즉, 근력과 안정성간의 관계에서 성인의 경우 그 상관성이 적음을 의미한다. 감각정보와 균형조절을 연구한 Colledge et al.(1994)은 연령에 관계없이 운동감각정보가 시각정보보다 자세 균형을 유지하는 데에 더 큰 역할을 한다고 주장했다. Maki(1997)는 보행에 있어 보간의 편차가 낙상을 예측하는 가장 중요한 독립변인이라고 제안 했다. 임비오(2005)의 연구에서는 한국인의 성인남자의 하지장 길이 대비 보간의 폭은 연령이 증가할수록 증가하는 것으로 보고했다. 본 연구결과에서 보이듯 물구나무서기훈련의 경우 20% 이상의 보간의 감소와 더불어 보간의 편차가 20%이상 감소한 것은 보간의 안정성이 타 훈련에 비해 50%이상 높음을 의미한다고 볼 수 있으며 이러한 탁월한 측방 안정성 향상효과가 약 10 m 보행시 4 cm 이하의 이탈율을 보이는 높은 정향성을 이끌어낸 것으로 추측된다. 이러한 결과로 볼 때 보조기구를 이용한 물구나무서기기와 같이 체간의 운동감각과 결합된 코어 근력 향상 운동이 체간의 단순 근육 단련이나 발목의 근력 및 운동감각 향상훈련에 비해 보행 균형능력 향상에 효과가 있으며 이러한 체간의 자세조절능력의 향상은 시간의 경과에 따라 그 효과가 더욱 더 크게 나타남을 알 수 있었다.

따라서 앞으로 체간 협응능력 형성이 훈련기간과 어떠한 관계를 보이는 지 다각도로 살펴볼 필요성이 있는 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 보조기구를 이용한 물구나무서기 훈련과 복배근 강화훈련을 이용한 체간의 훈련과 쿠션패드를 이용한 발목의 훈련을 통해 나타나는 보행형태의 변화를 통해 각 훈련방법에 따라 나타나는 보행 균형능력향상을 살펴보았다. 본 연구에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 물구나무서기 훈련과 복 배근 강화훈련, 발목 강화훈련 모두에서 수행 전·후 눈 감고 보행시의 전방이동능력에서 이동거리 및 신장에 대한 보폭의 비가 증가하였고 보폭의 편차가 감소하여 전방이동 안정성이 증가한 것으로 나타났다( $p<.05$ ).
2. 측방안정성의 경우 모든 훈련에서 시기에 따른 보간의 편차가 줄어드는 것으로 나타났으며 특히 물구나무서기훈련 집단에서는 보간이 줄어들 뿐만 아니라 4주 후에 보간의 편차도 다른 훈련 방법에 비해 많이 줄어드는 것으로 나타나 보행안정성향상에 두드러진 효과를 보였음을 알 수

있었다. 또한 이탈율의 경우에도 전체적으로 50%이상의 감소가 있었고 특히 물구나무서기는 4주간동안 50%, 8주 동안은 무려 95%이상의 이탈율 감소를 나타내어 10 m 이동 중에 모든 피험자가 4 cm이내의 이탈거리를 보였다.

3. 본 연구에서 사용된 훈련방법 및 훈련기간의 주효과는 선행연구와 일치하는 경향을 보였으며 또한 상호작용효과가 나타난 것으로 볼 때 보행태의 분석에 있어 보간의 편차 및 정향성과 같은 변수는 성인의 동적 균형 능력 평가의 변별을 위한 평가 기법으로 활용되기에 적절한 것으로 추측된다.

균형능력은 일상생활의 영위뿐만 아니라 스포츠 활동의 바탕이 된다. 균형능력의 평가는 항상 불안정성이 전제된 기능적 상황에서 그 의미가 있으므로 기능별 안정성 지표가 필요한 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 강효영(2002). 물구나무서기 운동이 초등학생의 체력에 미치는 영향. *한국체육교육학회지*, 7(3), 209-217.
- 권오윤, 최홍식(1996). 안정 발판에서 20대 연령의 균형능력 평가. *한국전문물리치료학회지*, 3(3), 1-11.
- 김근영, 권태원(2000). KAT 평형성 검사기기의 Construct-Related Validity에 관한 연구. *한국체육과학회지*, 6(1), 203-211.
- 김선진, 박승하(2001a). 정적 자세 제어 전략의 발달 단계적 분석. *한국스포츠심리학회지*, 12(1), 15-33.
- 김선진, 박승하B(2001b). 동적 자세 조절 능력의 발달 단계적 분석. *한국스포츠심리학회지*, 12(2), 13-23.
- 김선진, 한동욱(2002). 자세 유지의 발달적 조절 전략에 대한 연구. *한국체육학회지*, 41(5), 827-836.
- 임비오(2005). 다운증후군 아동의 평지 보행과 장애물 보행의 운동학 및 지면반력의 차이 규명. *체육과학연구*, 16(4), 51-59.
- 최상웅, 이재상, 구현정, 이대택(2005). 저항성 및 평형성 운동이 낙상 경험 여성 노인의 보행형태에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 44(1), 287-295.
- 허진영, 이현경(2000). 무용 전공과 경력이 평형성과 자동자세제어에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 39(4), 1072-1079.
- Bendall, M. J., Bassey, E. J., & Pearson, M. B.(1989). Factors affecting walking speed of elderly people. *Age Ageing*, 18(5), 327-32.
- Daubney, M. E., & Culham, E. G.(1999). Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Physical Therapy*, (12), 1177-85.
- Grabiner, M. D., Koh, T. J., Lundin, T. M., & Jahnigen, D.W.(1993). Kinematics of recovery from a stumble. *Journal of Gerontology*, 48(3), M97-102.
- Johnson, B. L., & Nelson, J. K.(1986). *Practical Measurements for Evaluation in Physical Education*, 4th ed. Macmillan Publishing Co., 236-239.
- Maki, B. E.(1997) Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *Journal of American Geriatrics Society*, 45(3), 313-20.
- Starkes, J., Riach, C., & Clarke, B.(1992). *The Effect of Eye Closure on Postural Sway: Converging Evidence from Children and a Parkinson Patient*. Elsevier Science Publisher B. V.
- Tomonaga, M.(1977). Histochemical and ultrastructural changes in senile human skeletal muscle. *Journal of American Geriatrics Society*, 25(3), 125-31.
- Topp, R., Estes, P. K., Dayhoff, N., & Suhrheinrich, J.(1997). Postural control and strength and mood among older adults. *Applied Nursing Research*, 10(1), 11-8.
- Winter, D. A., Patla, A. E., Frank, J. S., & Walt, S. E.(1990). Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Physical Therapy*, 70(6), 340-7.
- Whipple, R. H., Wolfson, L. I., & Amerman, P. M. (1987) The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *Journal of American Geriatrics Society*, 35(1), 13-20.