

## PNF 하지패턴을 이용한 스텝퍼 운동이 20대 여성의 발목근력과 균형에 미치는 영향

조남정 · 김기환 · 최명숙 · 최대영 · 권재범 · 현주협 · 유병국 · 손경현

한려대학교 물리치료학과

### The effects of the stepper exercise using lower extremity patterns of PNF on ankle muscle strength and balance ability of females in their twenties

Nam-Jeong Cho, PT, PhD, Ki-Hwan Kim, Myung-Suk Choi, Dae-Young Choi,  
Jae-Beom Kwon, Ju-Hyup Hyun, PT, Byung-Kook Yoo, Ph.D., Kyung-Hyun Son, PT, M.D.

*Dept. of Physical Therapy, Hanlyo University*

#### ABSTRACT

**Purpose** : The aim of this study was to investigate the effects of stepper exercise using lower extremity patterns of PNF(Proprioceptive neuromuscular facilitation) on ankle muscle strength and balance ability of females in their twenties.

**Method** : Twenty subjects participated in this experiment were carried out the exercise program dose of 5 days per week for 2 weeks. They were divided into two groups; using twist stepper group(lower extremity patterns of PNF group, n=10) and using straight stepper group(n=10). The effects of twist stepper and straight stepper were evaluated by measurements of normal standing(NSEO, NSEC), and dynamic type 1 and dynamic type 2, respectively. For each case, the experimental data were obtained about static balance in 3 items : mean X speed, mean Y speed and velocity moment, that of dynamic balance in 4 items : mean X speed, mean Y speed, time, distance.

**Results** : The results of this study were as follows; 1) In straight stepper group, the statistically significant were shown on right/left ankle muscle strength in case of dorsi-flexion. 2) In twist stepper group, the statistically significant were shown on right/left ankle muscle strength in case of dorsi-flexion. 3) In straight stepper group, the statistically significant were shown on right ankle muscle strength in case of plantar-flexion. 4) In twist stepper group, the statistically significant were shown on right/left ankle muscle strength in case of plantar-flexion.

**Conclusion :** The above results revealed that twist stepper exercise using lower extremity patterns of PNF was more effective than straight stepper exercise for improving the ankle muscle strength.

**Key Words :** Ankle muscle strength, Balance ability, Stepper.

## I. 서 론

오늘날 대부분의 여성들이 높은 굽 신발을 신고 생활하며 보행한다(Franklin 등, 1995). 구두는 인간이 사회생활을 하면서 발달된 것으로 처음에는 기능적인 측면과 밀접한 관계를 가졌었다. 그러나 최근에는 미용적인 측면이 강조되어지면서 특히 여성의 경우는 높은 굽 신발을 더 선호하고 있다(황치문, 2000). 이러한 높은 굽 신발의 착용이 발목에서는 근력약화, 인대손상, 관절유착, 부적절한 신체정렬 등 근·골격계의 다양한 변화를 초래하여 만성적 발목 불안정성의 원인이 된다(Garn과 Newton, 1998). 뿐만 아니라, 높은 굽 신발을 신고 보행하는 경우 족관절의 과도한 저측굴곡이 발생하기 때문에 보행하는 동안 대사 소비량이 증가하고, 근육의 피로가 가속화된다(Gefen 등, 2002). 또한 발의 안정성 결여는 발목 염좌나 넘어짐을 쉽게 일으키게 되므로(고은혜, 2007), 높은 굽 신발은 보행과 균형에 좋지 않은 영향을 미친다(Lord 등, 1996; Brecht 등, 1995). 균형이란 기저면내에서 신체와 무게중심을 유지하기 위해 지속적으로 이루어지는 자세의 조절과 적응 과정을 의미한다(Bobath, 1990). 이러한 균형은 정적 균형과 동적 균형으로 나눌 수 있다. 정적 균형은 자세를 유지할 때 체중심을 지지면 내에 두어 신체가 움직이지 않게 유지하는 것이고, 동적 균형은 신체가 움직일 때 균형을 유지하는 것으로 신체가 움직이는 동안 체중심을 지지면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 것이다(배성수 등, 1992). 고유수용성 감각은 신경-운동 조절에 중요한 작용을 하는데 특히, 근육, 인대, 관절낭과 반월판 및 피부에 존재하는 기계적 수용기로부터 감각정보를 받아들여 관절운동학과 근·골격계를 통하여 동적 관절 균형에 기여한다(Bennell 등, 2003). 따라서 균형조절은 감각 정보와 적절한 자세적 반응 실행의 통합을 필요로 하는 복합과정이라고 할 수 있는데, 직립

자세를 유지하기 위해서 시각적 체성감각과 전정계 시스템에 의해 시각 정보와 관절 및 근육의 감각 정보들이 중추신경계를 통해 통합되어 과제 수행의 기능에 따라 다르게 나타나는 것이다(Akram 등, 2007). 또한 Jennifer 등(2005)의 연구에서는 강한 강도의 근력훈련을 통하여 기능적인 균형능력이 증진한다고 하였고, 배성수 등(1999)의 연구에서는 고유수용성 신경근 촉진법은 신경생리적 운동치료 접근법으로 근수축을 유발시켜 근력을 강화한다고 하였다.

배성수 등(1998)과 Klein 등(2002)은 고유수용성 신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)이 근육과 건 내의 고유수용기를 자극함으로써 기능을 향상시키고 근력, 유연성, 평형성을 증가시킨다고 하였고, 신경계 자극에 반응하는 협응력을 증진시켜 운동단위가 최대로 반응하도록 하는 효과적인 운동이라고 하였다(O' Sullivan과 Shimize, 2001).

고유수용성 신경근 촉진법에는 발과 족관절의 움직임과 관련된 근육들을 강화시키는 적절한 패턴들이 있고, 하지에서는 각각 두 개의 대각선 운동이 있다. 각각의 대각선 운동은 서로서로 반대인 두 개의 패턴운동이다. 각 패턴은 굴곡 혹은 신전과 같은 주요소를 갖고 있다(배성수 등, 2000). 이러한 PNF 패턴은 시상면 상에서는 굴곡과 신전, 관상면 상에서는 외전과 내전, 횡단면 상에서는 회전의 결합으로 이루어지며, 결합된 기능적인 운동은 근 활동을 증가시키고 원위와 근위로 퍼지게 한다(Adler 등, 1993). PNF 하지 패턴에는 D1F와 대각선으로 짝을 이루는 D1E가 있다(표 2). 보행 향상을 위해 하지의 D1F 패턴의 경우 전경골근과 장지신근의 훈련을 가능하게 하며, D1E 패턴에서는 가자미근의 외측부와 모지내전근 훈련을 위해 사용되어 진다. 이러한 기본 하지 패턴에서 슬관절 굴곡과 신전이 포함된 패턴으로 더욱 보행에서 일어나는 동작과 유사한 기능적인 패턴으로 변화하고 있다. 발과 족관절의 움직임

과 관련된 근육들을 강화시키는 적절한 고유수용성 신경근 촉진법 패턴들이 있다. 전경골근은 하지의 굴곡과 내전 및 외회전 패턴을 통하여 강화되며, 가자미근의 외측부분은 하지의 신전과 외전 및 내회전 패턴을 통해 강화된다. 가자미근의 내측부분은 하지의 신전과 내전 및 외회전 패턴에 의해 강화되고, 비골근은 하지의 굴곡과 외전 및 내회전 패턴에 의해 강화된다(구봉오 등, 2008; 김재현, 2008; 배성수, 1993; Sullivan과 Markos, 1996).

Niam 등(1999)은 발목 관절 고유수용성 감각이 손상이 없는 대상자와 비교했을 때 발목 관절 고유수용성 감각이 손상된 대상자가 더 신체동요가 증가하고 균형 척도점수가 낮다고 하였고, Shumway-Cook 등(1995)은 운동선수에 있어서 발목 관절의 안정성과 근력 발현 등에 관계하는 고유수용성 감각능력의 저하로 하지 손상이 발생한다고 보고하였다. Lephart 등(1998)은 고유수용성감각운동(proprioceptive exercise)이 발목의 재손상 예방과 손상재활에서 효과적인 운동으로 보고하였다. 이처럼 고유수용성 감각 운동은 근신경 조절능력을 증가시켜 하지의 자극 감수성 변화와 관련성을 가지는 것으로 보고되고 있다(Kynsburg 등, 2006; Holmer 등, 1994; Hoffman과 Payne, 1995).

임은영(2005)은 만성 발목 불안정성 환자에게 고유수용감각운동을 포함한 각종 운동프로그램을 적용하여 발목 근력과 균형 능력을 비교하였고, 최인용(2008)은 고유수용성 신경근 촉진법 하지패턴을 이용한 탄력밴드 운동을 적용한 성인 편마비 환자에게 적용하여 근력과 균형을 비교하였으며, 박유형(2009)은 발목관절 고유수용성 운동조절 프로그램을 뇌졸중 환자에게 적용하여 근력과 균형능력을 측정하였다.

고유수용성 신경근 촉진법의 하지운동이 균형능력과 발목근력에 미치는 효과를 선행논문들과 비교한 결과 그 수는 많지 않았으며, 뇌졸중이나 만성 발목 불안정성을 가진 환자를 대상으로 고유수용성 신경근 촉진법을 적용한 연구는 있었으나, 높은 굽 신발을 신고 활동이 많은 20대 여성을 대상으로 고유수용성 신경근 촉진법을 적용한 연구는 부족한 실정이다. 가정에서 쉽고 간편하게 사용할 수 있으며 모든 방향에서의 부하가 가

능하고 기본적인 기능동작 발달에 영향을 줄 수 있는 스텝퍼를 사용하여 환자뿐만 아니라 정상인에서도 일반적인 증상인 비대칭적 체중 지지와 균형의 문제점을 해결하기 위하여 대각선, 나선형으로 운동을 하는 대단위 운동패턴으로서 신체에 자극을 주어 근력을 효과적으로 발휘하도록 하는 고유수용성 신경근 촉진법(PNF)의 하지패턴을 이용한 운동이 필요하다고 사료된다.

따라서 본 연구는 이러한 선행연구를 바탕으로 고유수용성 감각능력에 증진 효과가 있는 PNF 하지 패턴을 적용한 스텝퍼 운동이 20대 여성의 발목 근력과 균형 능력에 미치는 영향을 분석함으로써 치료적 목적에서의 효과를 규명하고 20대 여성의 발목의 기능 유지 및 향상에 적용할 수 있는 기초 자료로 제공하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 광양 소재 H대학에 재학 중인 여학생을 대상으로 균형의 문제가 없고 현재 특별한 운동을 하지 않으며 주로 5~7cm 정도의 높은 굽 신발을 선호하는 자를 대상으로 PNF 하지 패턴을 적용한 나선형 스텝퍼와 일반형 스텝퍼 두 군으로 각각 10명씩 나누어 주 5회 2주간 수행하였다. 두 군의 일반적인 특성은 일반형 스텝퍼군의 평균 연령은  $21.90 \pm 1.10$ 세였으며, 평균 신장은  $162.60 \pm 3.50$ cm였으며, 평균 체중은  $53.00 \pm 4.59$ kg이었다. 나선형 스텝퍼군의 평균 연령은  $24.60 \pm 2.31$ 세였으며, 평균 신장은  $159.10 \pm 5.82$ cm였으며, 평균 체중은  $55.00 \pm 8.56$ kg이었다(표 1).

본 실험은 2010년 4월 5일부터 2010년 4월 16일까지 총 2주간 실시하였고, 대상자들에게 실험과정에 대

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

일반적 특성	일반형 (n=10)	나선형 (n=10)
연령(세)	$21.90 \pm 1.10$	$24.60 \pm 2.31$
신장(cm)	$162.60 \pm 3.50$	$159.10 \pm 5.82$
체중(kg)	$53.00 \pm 4.59$	$55.00 \pm 8.56$
Mean±SD		

한 충분한 설명을 하였고 실험전 자발적인 참여 의사를 표시하는 동의서를 받았다.

## 2. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는데 있어서 제한점은 다음과 같다.

- ① 본 연구의 대상자는 H대학교 재학 중인 여학생 20명으로 한정하였다.
- ② 측정시 연구대상자 개인의 환경적 상태, 심리적 상태, 생리적 요인 등을 완전히 고려하지 못하였다.
- ③ 본 연구의 기간 동안 실험 시간 이외의 신체 활동 및 운동을 완전히 통제하지 못했다.

## 3. 운동 도구

본 연구의 측정과 실험에 사용 된 운동 도구로는 나선형 스텝퍼(T-CRAFT, BS), 일반형 스텝퍼(Mini-Stepper, Healthvil)를 사용하였다(그림 1).



그림 1. 운동 도구

## 4. 운동 방법

운동은 실내에서 시행했으며 대상자들은 운동하기에 편안한 복장으로 선 자세에서 준비운동, 본 운동, 정리운동의 순으로 진행하였다(표 2)(그림 2).

### 1) 준비운동

준비운동은 트레드밀 운동(Treadmill Exercise)을 5분간 실시하였다.

### 2) 본 운동

표 2. 운동 방법

구 분	운동내용	시간
준비운동	트레드밀 운동 (Treadmill Exercise)	5분간 시행
일반형	고관절 굴곡, 신전 슬관절 굴곡, 신전 족관절 배굴, 저굴	
본 운동	D1 Flexion 고관절 굴곡, 내전과 외회전 슬관절 굴곡(또는 신전) 족관절 배굴과 내반 발가락 신전	10분간 시행
나선형	D1 Extension 고관절 신전, 외전과 내회전 슬관절 신전(또는 굴곡) 족관절 저굴과 외반 발가락 굴곡	
정리운동	신장 운동 (Stretching Exercise)	5분간 시행

본 운동은 나선형·일반형 스텝퍼 위에서 각각 운동을 실시하였다. 각 운동은 1일 10분 주 5회로 2주간 실시하였다.

### 3) 정리운동

정리운동은 신장 운동(Stretching Exercise)을 5분간 실시하였다.



그림 2. 스텝퍼 운동

## 5. 측정 도구

본 연구에서는 발목 근력과 균형 능력을 각각 나누어 측정하였다.

발목 근력은 근력 측정 장비인 Digital Indicator PKS-12207(Bongshin, Korea)을 이용하여 나선형 스

텡퍼 운동군과 직선형 스텝퍼 운동군의 발목 배측 및 저측 굴곡의 근력을 각각 운동 전·후로 나누어 무릎 꿇고 앉은 자세를 기준으로 측정하였다(그림 3).

균형 능력은 균형 능력 측정 장비인 GOOD BALANCE System(Metitur, Finland)을 이용하여 나선형 스텝퍼 운동군과 직선형 스텝퍼 운동군의 정적 및 동적 균형을 각각 운동 전·후로 나누어 측정하였고 측정 자세는 장비 자체에 내장되어 있는 여러 가지 자세 중에서 정적 균형 능력을 측정 할 수 있는 항목 중 1) 눈뜨고 양발서기 자세, 2) 눈 감고 양발 서기 자세를 이용하였고, 동적 균형 능력은 컴퓨터 화면경로를 따라 COP를 정확한 순서로 도달하게 하여 측정하였다. 측정 장비에서 정적 균형 능력을 나타내는 지수, 즉 압력 중심(Center of pressure; COP)의 X축 평균 속도(mean X speed), 압력 중심의 Y축 평균 속도(mean Y speed), 압력 중심의 속도 모멘트(Velocity moment)를 측정하였고, 동적 균형 능력을 나타내는 지수, 즉 압력 중심(Center of pressure; COP)의 이동시간(time), 이동거리(distance), X축 평균 속도(mean X speed), Y축 평균 속도(mean Y speed)를 측정하였다(그림 4).



(GOOD BALANCE System)

그림 4. 균형 능력 측정

### 6. 자료 분석

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS/Window(12.0 version)를 사용하였다. 실험 결과는 모든 측정치의 평균과 표준편차를 구하여 일반형 스텝퍼군과 나선형 스텝퍼군 각각의 운동 전·후 차이 검증을 위해 정적 균형 능력과 동적 균형 능력의 측정 항목별로 Wilcoxon 부호 순위 검정(Wilcoxon rank sum test)을 실시하였으며, 일반형 스텝퍼군과 나선형 스텝퍼군의 운동 전·후, 군 간 차이에 대한 유의성 검정을 위해 공분산분석(Analysis of Covariance; ANCOVA) 검정을 실시하였다. 통계학적인 유의 수준은  $p < .05$ 로 하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 눈뜨고 양발서기 자세에서 운동 전·후 정적 균형 능력 비교

눈뜨고 양발서기 자세에서 일반형 스텝퍼군의 X축 평균 속도는 운동 전  $3.37 \pm 0.78 \text{ mm/s}$ 에서, 운동 후  $3.61$



(Digital Indicator PKS-12207)

그림 3. 근력 측정

표 3. 눈뜨고 양발 서기 자세에서 정적 균형 능력

	운동 전	운동 후	P	Z	
일반형	X축 평균속도 <sup>a</sup>	$3.37 \pm 0.78$	$3.61 \pm 1.59$	0.760	-0.306
	Y축 평균속도 <sup>b</sup>	$5.99 \pm 1.91$	$5.20 \pm 2.11$	0.173	-1.364
	속도 모멘트 <sup>c</sup>	$6.09 \pm 1.38$	$9.83 \pm 10.57$	0.799	-0.255
나선형	X축 평균속도	$4.09 \pm 2.18$	$4.23 \pm 1.85$	0.683	-0.408
	Y축 평균속도	$6.11 \pm 2.44$	$5.79 \pm 2.50$	0.414	-0.816
	속도 모멘트	$12.41 \pm 10.93$	$9.52 \pm 9.07$	0.514	-0.652

Values are Mean $\pm$ SD \* $p < .05$

a, b: mm/s, c: mm/s

$\pm 1.59$ mm/s으로, Y축 평균 속도는 운동 전  $5.99 \pm 1.91$  mm/s에서, 운동 후  $5.20 \pm 2.11$ mm/s으로, 속도 모멘트는 운동 전  $6.09 \pm 1.38$ mm<sup>2</sup>/s에서, 운동 후  $9.83 \pm 10.57$ mm<sup>2</sup>/s으로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며( $P > .05$ ), 나선형 스텝퍼군의 X축 평균 속도는 운동 전  $4.09 \pm 2.18$ mm/s에서, 운동 후  $4.23 \pm 1.85$ mm/s으로, Y축 평균 속도는 운동 전  $6.11 \pm 2.44$ mm/s에서, 운동 후  $5.79 \pm 2.50$ mm/s으로, 속도 모멘트는 운동 전  $12.41 \pm 10.93$ mm<sup>2</sup>/s에서, 운동 후  $9.52 \pm 9.07$ mm<sup>2</sup>/s으로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $P > .05$ )(표 3).

## 2. 눈감고 양발서기 자세에서 운동 전·후 정적 균형 능력 비교

눈감고 양발서기 자세에서 일반형 스텝퍼군의 X축 평균 속도는 운동 전  $4.76 \pm 4.23$ mm/s에서, 운동 후  $5.17 \pm 1.74$ mm/s으로, Y축 평균 속도는 운동 전  $8.10 \pm 4.23$

mm/s에서, 운동 후  $8.80 \pm 2.00$ mm/s으로, 속도 모멘트는 운동 전  $11.21 \pm 8.33$ mm<sup>2</sup>/s에서, 운동 후  $13.10 \pm 7.42$ mm<sup>2</sup>/s으로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며( $P > .05$ ), 나선형 스텝퍼군의 X축 평균 속도는 운동 전  $4.18 \pm 1.86$ mm/s에서, 운동 후  $4.26 \pm 1.24$ mm/s으로, Y축 평균 속도는 운동 전  $8.72 \pm 2.29$ mm/s에서, 운동 후  $8.57 \pm 2.33$ mm/s으로, 속도 모멘트는 운동 전  $14.62 \pm 12.00$ mm<sup>2</sup>/s에서, 운동 후  $11.78 \pm 5.53$ mm<sup>2</sup>/s으로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $P > .05$ )(표 4).

## 3. 운동 전·후 동적 균형 능력의 비교

동적 균형 능력에서 일반형 스텝퍼군의 평균 이동시간은 운동 전  $16.57 \pm 5.41$ sec에서, 운동 후  $12.19 \pm 2.19$ sec로 감소하여 유의한 차이를 보였으나( $P < .05$ ), 평균 이동거리는 운동 전  $1794.49 \pm 1075.49$ cm에서, 운동 후  $1648.57 \pm 719.47$ cm으로, X축 평균속도는 운동

표 4. 눈감고 양발 서기 자세에서 정적 균형 능력

		운동 전	운동 후	P	Z
일반형	X축 평균속도 <sup>a</sup>	4.76±4.23	5.17±1.74	0.221	-1.225
	Y축 평균속도 <sup>b</sup>	8.10±4.23	8.80±2.00	0.109	-1.601
	속도 모멘트 <sup>c</sup>	11.21±8.33	13.10±7.42	0.333	-0.968
나선형	X축 평균속도	4.18±1.86	4.26±1.24	0.767	-0.297
	Y축 평균속도	8.72±2.29	8.57±2.33	0.646	-0.460
	속도 모멘트	14.62±12.00	11.78±5.53	0.646	-0.459

Values are Mean±SD \* $p < .05$

a, b: mm/s, c: mm<sup>2</sup>/s

표 5. 동적 균형 능력의 비교

		운동 전	운동 후	P	Z
일반형	평균 이동시간 <sup>a</sup>	16.57±5.41	12.19±2.19	0.013*	-2.497
	평균 이동거리 <sup>b</sup>	1794.49±1075.49	1648.57±719.47	0.508	-0.663
	X축 평균속도 <sup>c</sup>	1130.88±495.26	1016.76±299.14	0.445	-0.764
	Y축 평균속도 <sup>d</sup>	1550.29±1327.96	1132.55±587.11	0.139	-1.478
나선형	평균 이동시간	14.19±3.28	12.71±3.85	0.059	-1.886
	평균 이동거리	1502.09±845.84	1566.08±951.59	0.575	-0.561
	X축 평균속도	998.92±742.48	958.88±628.05	0.445	-0.764
	Y축 평균속도	1008.09±570.83	1018.23±584.40	0.878	-0.153

Values are Mean±SD \* $p < .05$

a: sec, b: cm, c, d: mm/s

전  $1130.88 \pm 495.26 \text{ mm/s}$ 에서, 운동 후  $1016.76 \pm 299.14 \text{ mm/s}$ 으로, Y축 평균속도는 운동 전  $1550.29 \pm 1327.96 \text{ mm/s}$ 에서 운동 후  $1132.55 \pm 587.11 \text{ mm/s}$ 으로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며( $P > .05$ ), 나선형 스텝퍼군의 평균 이동시간은 운동 전  $14.19 \pm 3.28 \text{ sec}$ 에서, 운동 후  $12.71 \pm 3.85 \text{ sec}$ 로 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 현저한 변화가 있었으며, 평균 이동거리는 운동 전  $1502.09 \pm 845.84 \text{ cm}$ 에서, 운동 후  $1566.08 \pm 951.59 \text{ cm}$ 으로, X축 평균속도는 운동 전  $998.92 \pm 742.48 \text{ mm/s}$ 에서, 운동 후  $958.88 \pm 628.05 \text{ mm/s}$ 으로, Y축 평균속도는 운동 전  $1008.09 \pm 570.83 \text{ mm/s}$ 에서, 운동 후  $1018.23 \pm 584.40 \text{ mm/s}$ 으로, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $P > .05$ )(표 5).

#### 4. 운동 전·후 족관절 배측 근력의 비교

족관절 배측 근력에서 일반형 스텝퍼군의 오른쪽 족관절 배측 근력은 운동 전  $3.81 \pm 1.95$ 에서, 운동 후  $7.86 \pm 3.37$ 으로, 왼쪽 족관절 배측 근력은 운동 전  $3.83 \pm 2.15$ 에서, 운동 후  $7.37 \pm 2.49$ 으로 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $P < .01$ ), 나선형 스텝퍼군의 오른쪽 족관절 배측 근력은 운동 전  $4.41 \pm 1.89$ 에서, 운동 후  $9.10 \pm 1.59$ 으로, 왼쪽 족관절 배측 근력

은 운동 전  $4.77 \pm 2.02$ 에서, 운동 후  $8.38 \pm 1.90$ 으로 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $P < .01$ )(표 6).

#### 5. 운동 전·후 족관절 저측 근력의 비교

족관절 저측 근력에서 일반형 스텝퍼군의 오른쪽 족관절 저측 근력은 운동 전  $4.51 \pm 1.79$ 에서, 운동 후  $6.26 \pm 1.88$ 으로 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였으나( $P < .01$ ), 왼쪽 족관절 저측 근력은 운동 전  $4.45 \pm 1.66$ 에서, 운동 후  $6.19 \pm 2.36$ 으로 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며( $P < .05$ ), 나선형 스텝퍼군의 오른쪽 족관절 저측 근력은 운동 전  $4.35 \pm 1.68$ 에서, 운동 후  $6.91 \pm 1.87$ 으로, 왼쪽 족관절 저측 근력은 운동 전  $4.09 \pm 1.42$ 에서, 운동 후  $6.55 \pm 1.59$ 으로 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $P > .01$ )(표 7).

#### 6. 운동 전·후 집단 간 비교

집단 간 비교를 위해 운동 전을 공변량으로 처리한 공분산분석을 실시하였다. 공변량의 효과를 통제한 후, 운동 전·후 집단 간 비교에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > .05$ )(표 8).

표 6. 운동 전·후 족관절 배측 근력의 비교

		(kg)			
		운동 전	운동 후	P	Z
일반형	오른쪽	$3.81 \pm 1.95$	$7.86 \pm 3.37$	0.005**	-2.803
	왼쪽	$3.83 \pm 2.15$	$7.37 \pm 2.49$	0.007**	-2.703
나선형	오른쪽	$4.41 \pm 1.89$	$9.10 \pm 1.59$	0.005**	-2.805
	왼쪽	$4.77 \pm 2.02$	$8.38 \pm 1.90$	0.007**	-2.703

Values are Mean $\pm$ SD \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

표 7. 운동 전·후 족관절 발목 근력의 비교

		(kg)			
		운동 전	운동 후	P	Z
일반형	오른쪽	$4.51 \pm 1.79$	$6.26 \pm 1.88$	0.005**	-2.805
	왼쪽	$4.45 \pm 1.66$	$6.19 \pm 2.36$	0.0830	-1.735
나선형	오른쪽	$4.35 \pm 1.68$	$6.91 \pm 1.87$	0.008**	-2.666
	왼쪽	$4.09 \pm 1.42$	$6.55 \pm 1.59$	0.007**	-2.701

Values are Mean $\pm$ SD \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

표 8. 운동 전·후 집단 간 비교

	구 분	제 III유형 제곱 합	자유도	F	P
눈뜨고 양발 서기 자세	X축 평균 속도 <sup>a</sup>	0.110	1	0.056	0.816
	Y축 평균 속도 <sup>b</sup>	1.223	1	0.492	0.493
	속도 모멘트 <sup>c</sup>	103.885	1	1.528	0.233
눈감고 양발 서기 자세	X축 평균 속도	2.940	1	1.654	0.216
	Y축 평균 속도	1.090	1	0.341	0.567
	속도 모멘트	17.120	1	0.403	0.534
	평균 이동시간 <sup>d</sup>	8.036	1	0.998	0.332
동적 균형 능력	평균 이동거리 <sup>e</sup>	97438.743	1	0.565	0.463
	X축 평균속도	5813.653	1	0.115	0.738
	Y축 평균속도	110424.093	1	1.203	0.288
발목 배측 근력	오른쪽 발목 <sup>f</sup>	2.495	1	0.571	0.460
	왼쪽 발목	2.449	1	0.514	0.483
발목 저측 근력	오른쪽 발목	2.521	1	0.768	0.393
	왼쪽 발목	1.128	1	0.281	0.603

Values are Mean±SD \*p<.05

a, b = mm/s, c = mm/s, d = sec, e = mm, f = kg

#### IV. 고 찰

본 연구에서는 하지의 고유수용감각 증진과 근력강화를 위해 PNF의 다양한 하지 패턴 중 고관절 굴곡, 내전과 외회전, 슬관절 굴곡 또는 신전, 족관절 배굴과 내반, 발가락 신전을 하는 D<sub>1</sub> Flexion과 고관절 신전, 외전과 내회전, 슬관절 신전 또는 굴곡, 족관절 저굴과 외반, 발가락 굴곡을 하는 D<sub>1</sub> Extension(Kisner와 Collby, 2002)을 사용하여, 높은 굽 신발을 착용함으로써 발목의 불안정성을 가지고 있는 20대 여성을 대상으로 2주간 PNF 패턴을 적용시킨 스텝퍼 운동을 실시하였다. PNF 패턴은 시상면, 관상면, 횡단면상의 훈련이 결합된 것으로 동작이 크기 때문에 공간의 제약과 치료사의 힘이 많이 드는 치료법이다. 그러나 스텝퍼의 방향 조절 및 부하 조절이 용이한 장점을 사용하면 보다 쉽게 훈련을 할 수 있기 때문에 본 연구에서는 PNF 하지 패턴의 기초에 스텝퍼를 이용하여 하지 근력강화 훈련을 시켰다.

Lord와 Bashford(1996)는 하이힐이 노인 여성들의 기립 균형 테스트에서 균형을 잘 잡지 못함을 보고하였

고, 고은혜(2007)는 근육이 피로한 상태의 젊은 여성에게서 발목관절의 근육 조절 능력이 감소하게 되고 발의 동적인 내반과 외반에 저항하여 안정화시키는 능력이 떨어질 것이라고 하였다. 그렇지만 근육의 피로 상황에서도 높은 굽 신발을 착용한 경우에 발생하는 불안정성을 교정할만한 대안이 아직 제시되지 않고 있다.

배성수(2002)는 PNF기법의 등장성수축 결합 기법이 하지패턴 운동에 적용함으로써 근력 강화, 능동적 조절, 협응력 강화 그리고 능동가동범위 증가의 효과를 나타낸다고 하였고, 김재현(2008)은 고유수용성 신경근 축진법의 하지 패턴은 균형과 보행 등의 기능을 향상시키려는 목적으로 보행에 필요한 발과 족관절 부분의 근육을 훈련시키는데 매우 유용한 방법으로 임상에서 많이 시행되고 있다고 하였다.

본 연구에서는 일반형 스텝퍼 운동과 PNF 하지패턴을 이용한 나선형 스텝퍼 운동이 높은 굽 신발을 자주 착용하는 20대 여성의 정적 균형 조절 능력과 동적 균형 조절 능력 및 근력에 미치는 영향에 대해 알아보고자, 전남 광양시 소재 H대학교에 재학 중인 20대의 여대학생을 대상으로 2주간 주 5회씩 총 10회로 일반형

스텝퍼 운동과 PNF 하지패턴을 이용한 나선형 스텝퍼 운동을 실시하였다.

임은영(2005)은 만성 발목 불안정성 환자에게 8주 동안 하지의 스트레칭, 근력운동, 고유수용감각운동, 그리고 근 지구력 운동프로그램을 적용하여 비교해 보았더니 운동 전·후 발목 관절의 근력을 나타내는 30%/sec에서 배측굴근의 경우  $30.5 \pm 6.39\text{Nm}$ 에서  $35.90 \pm 3.66\text{Nm}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 저측굴근의 경우  $81 \pm 31.04\text{Nm}$ 에서  $110.71 \pm 42.24\text{Nm}$ 로 유의한 차이는 나타내지 않았다고 하였다. 박유형(2009)은 발목 관절 고유수용성 운동조절 프로그램을 뇌졸중 환자에게 6주간 실시하여 비교해 보았더니 발목 배측굴근(dorsiflexor)의 근력은 사전  $29.54\text{N}$ 에서 4주  $33.43\text{N}$ , 6주  $36.83\text{N}$ 으로 증가하여 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 발목 저측굴근(plantarflexor)의 근력은 사전  $44.50\text{N}$ 에서 4주  $47.13\text{N}$ , 6주  $49.39\text{N}$ 으로 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다고 하였다( $p < 0.001$ ). 본 연구에서 나선형 스텝퍼 운동은 전·후 모두 좌·우 배측 굴근력과 좌·우 저측 굴근력이 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으며, 일반형 스텝퍼 운동은 전·후 모두 좌·우 배측 굴근력과 우·저측 굴근력이 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으나 좌·저측 굴근력은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

최인용(2008)은 고유수용성 신경근 촉진법 하지패턴을 이용한 탄력밴드 운동을 적용한 성인 편마비 환자의 실험군의 실험 전·후 균형의 변화를 비교하여 보았더니 실험 전의 균형의 평균이 23.49였고 실험 후의 평균이 20.20으로 균형의 변화가 통계적으로 유의하지 않았다고( $p < 0.05$ ) 하였다. 본 연구에서 정적 균형을 알아보기 위한 눈뜨고 양발서기 자세와 눈감고 양발서기 자세에서의 X축 평균속도, Y축 평균속도, 속도 모멘트는 일반형 스텝퍼 운동과 나선형 스텝퍼 운동 모두 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 또한 동적 균형을 알아보기 위한 4가지 측정 연구 결과 중 평균 이동거리, X축 평균속도, Y축 평균속도는 일반형 스텝퍼 운동과 나선형 스텝퍼 운동 모두 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 평균 이동시간은 일반형 스

텝퍼 운동만이 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈고 나선형 스텝퍼 운동은 감소는 보였으나 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

선행논문들과 비교한 결과 균형에 있어서 유의한 변화를 나타내지 않았는데, 이는 과도한 운동에 의해 발생한 피로가 자세 균형에 영향을 주어 신체 동요를 증가시킨다고 보고되었고(Johnston 등, 1998; Lepers 등, 1997; Nardone 등, 1990; Nardone 등, 1998), 김선옥 등(2007)은 배측굴곡근과 저측굴곡근의 피로가 외발서기시의 자세 조절과 균형에 미치는 영향을 비교해 보았더니 배측굴곡근의 균형의 평균은  $235.20 \pm 103.58\text{mm}$ 에서  $502.60 \pm 104.88\text{mm}$ 로, 저측굴곡근의 균형의 평균은  $207.80 \pm 111.20\text{mm}$ 에서  $415.00 \pm 178.64\text{mm}$ 로 증가하여 균형의 변화가 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다고( $p < 0.05$ ) 하였다. James 등(2002)의 연구에서는 건강한 젊은 남성에서 발목 저측굴곡근과 배측굴곡근의 등속성 피로가 동요변수와 자세 조절 범위에 유의한 영향을 미쳤다고 하였고, Johnston 등(1998)도 등속성 근력측정기를 사용하여 하지 근육의 피로를 유발한 후 균형 능력을 평가한 결과, 피로 유발 전보다 유의하게 감소하였다고 하였다. 이를 본 연구와 비교한 결과 스텝퍼 운동을 적용한 후 충분한 휴식시간을 주지 않고 결과치를 측정하였기 때문에 균형에 있어서 유의한 변화가 나타나지 않았다고 사료된다.

본 연구의 중재 방법은 각각 다르지만 고유수용성 신경근 하지패턴을 이용한 나선형 스텝퍼 운동과 일반형 스텝퍼 운동 방법이 근력 비교에서 이와 유효함을 보여 주었다.

높은 굽 신발은 골반과 체간에도 영향을 미치기 때문에 향후 높은 굽 신발을 적용한 보행에서 상위 관절의 움직임 및 기능, 특히 임상에서 높은 굽 신발로 인한 하지 및 요추부위의 통증을 호소하는 젊은 여성에 대한 연구의 필요성이 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 PNF의 많은 패턴들을 모두 적용할 수 없었으며 발목 근력과 균형만을 측정하였기에 연구결과를 일반화하는데 있어서 어려움이 있을 것이다. 또한 연구기간이 충분하지 못하였고, 실험자들의 체력과 체격은 고려하지 않았으며, 결과에 중요한 영향

을 주었음에도 모를 실험자들의 개인적 특성, 심리적 상태, 영양상태, 생활 습관 등은 통제하지 못하였다. 따라서 향후에는 이러한 제한점을 보완 및 수정하여 PNF 패턴을 이용한 스텝퍼 운동이 가정운동 프로그램으로 권장될 수 있도록 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 20대 여성을 대상으로 하지에 고유수용성 신경근촉진법 패턴을 이용한 스텝퍼 운동이 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보고자 2주간의 실험을 실시하였다. 실험결과는 정적·동적균형에는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 발목 근력에는 유의한 차이가 있었다. 이상의 결과로 보아 발목 근력약화로 인해 많은 위험성에 노출이 되기 쉬운 20대 여성의 발목 근력강화 운동에 도움이 될수 있을 것으로 본다. 추후 연구에서는 다양한 형태의 패턴이 결합한 복합적인 운동 프로그램 연구가 이루어져야 될 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

고은혜. 하지 근육의 피로 상태 동안 높은 굽 신발에 적용한 total contact insert가 젊은 여성의 보행 특성에 미치는 영향. 한서대학교 대학원, 박사학위 논문, 2007.

구봉오 등. 신경물리치료학, 대학서림, 2008.

김선옥, 양지희, 최수정 등. 배측굴곡근과 저측굴곡근의 피로가 외발서기시의 자세 조절과 균형에 미치는 영향. 한서대학교 물리치료학과 졸업논문집, 2007.

김재현. 슬관절의 운동학적 분석. 대한고유수용성신경근 촉진법학회지, 6(1), 53-60, 2008.

박유형. 발목관절 고유수용성 운동조절 프로그램이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 효과, 삼육대학교 대학원, 석사학위논문, 2009.

배성수. 고유수용성 신경근 촉진법 원리에 관한 연구. 대한물리치료학회지, 5(1), 109-114, 1993.

배성수, 김은주, 김태숙. 노인의 낙상과 균형, 대한물리

치료학회지, 10(2), 161-171, 1998.

배성수 등. 인체의 운동, 현문사, 1992.

배성수 등. 정형물리치료학, 대학서림, 1999.

배성수 등. 신경물리치료학, 대학서림, 2000.

배성수. 고유수용성 신경근 촉진법의 하지패턴이 편마비 환자의 균형에 미치는 영향, 2002.

임은영. 8주간의 운동 프로그램이 만성 발목 불안정성 환자의 발목 근력과 순발력에 미치는 영향, 이화여자대학교 대학원, 석사학위논문, 2005.

최인용. 고유수용성 신경근 촉진법 하지패턴을 이용한 탄력밴드 운동이 성인 편마비 환자의 체중지지와 균형에 미치는 영향, 포천중문의과대학교 복지대학원, 석사학위논문, 2008.

Akram B. Sakineh, Frank S. James, Patla E. Aftab, et al. Balance control during continuous rotational perturbations of the support surface, Gait & Posture, 2007.

Adler SS, Beckers D, Beckers D, et al. PNF in Practice, Springer-Verlag, 1993.

Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR, et al. Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis, J Orthop Rs, 21, 792-797, 2003.

Bobath, B. Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment, 3rd ed, London: William Heinemann, Medial Bools Ltd, 1990.

Brecht JS, Chang MW, Price R, et al. Decreased balance performance in cowboy boots compared with tennis shoes, Arch Phys Med Rehabil, 76, 940-6, 1995.

Chi-Moon Hwang, M.D. Comparison of Lumbar Lordosis according to Heel Height in Normal Adult and Patient with Spondylolisthesis, Department Medical science, Graduate school, Kyung Hee University, 2000.

Franklin ME, Chenier TC, Braunger L, et al. Effect of positive heel inclination on posture, J Orthop Sport phys Ther, 21:94-99, 1995.

- Garn SN, Newton RA. Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains, *Phs Ther*, 21:23-27, 1998.
- Gefen, Megido-Ravid, M Itzhak, et al, Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-helled gait, *Gait & Posture*, 15(1):56-63. 2002.
- Holmer, P. Sondergaard, L., Konradsen L., et al. Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot, *Foot Ankle Int*, 15:72-74, 1994.
- Hoffman, M., Payne, G.V. The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects, *J Orthop sports Phys, iher*, 21:90-93, 1995.
- James A., Stephen J. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits, *Arch Phys Med Rehabil*, 83: 224-228, 2002.
- Jennifer A. Hess and Marjorie Wooltacott. Effect of High-Intensity Strength-Training on Fuctional measures of Balance Ability in Balance-Impaired Older Adults, *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 28(8):582-590, 2005.
- Johnston RB, Howard ME, Cawley PW, et al. Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance, *Med Sci Sports Exerc*, 30(12):1703-1707, 1998.
- Kisner. C. & Collby. L.A. *therapeutic Exercise*(4th ed.): F.A. Davis, 664-674, 2002.
- Klein, D.A., William, J.S., & Wayne, T.P. PNF training and physical function in assisted-living older adults, *Journal of aging and Physical Activity*, 41:476-488, 2002.
- Kynsburg, A., Halasi, T., Tallay, A., & Berkes, I. Changes in joint position sense after conservatively treated chronic lateral ankle instability, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(12):1299-1306, 2006.
- Lepers R, Bigard AX, Diard JP, et al. Posture control after prolonged exercise, *Eur J Appl physiol*, 76(1):55-61, 1997.
- Lephart, S.M., Pinciverom, D.M., & Rozzi, S.L. Proprioception of the ankle and knee, *Sports Med*, 25:149-155, 1998.
- Lord SR, & Bashford GM. Shoe characteristics and balance in older women, *J Am Geriater Soc*, 44:429-33, 1996.
- Nardone A, Corra T, Schieppati M. Different activations of the soleus and gastrocnemii muscles in response to various types of stance perturbation in man, *Exp Brain Res*, 80: 323-332, 1990.
- Nardone A, Tarantola J, Galante M, et al. Time course of stabilometric changes after a strenuous treadmill exercise, *Arch Phys Med Rehabil*, 79:920-924, 1998.
- Niam, S., Wayne, C., Patrica, E., et al. Balance and physical Empairments After Stroke, *Arch Phys Med Rehabil*, 80:1227-1233, 1999.
- O' Sullivan and T.J. Schimize. *Physical rehabilitation, Assessment and treatment* F.A. Davis Col, 529-564, 2001.
- Shumway-Cook. A, Woolbacott M. *Motor Control: Theory and Practical applications*, 1st ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 120-121, 1995.
- Sullivan PE, Markos PD. *Clinical procedures in therapeutic exercise II*, Pearson education, 1996.