

불안정 판을 이용한 훈련이 높은 굽 신발을 신은 여자 대학생의 발목관절 변위와 동적균형능력에 미치는 영향

남택길¹, 이지현^{2*}

¹대전보건대학교 물리치료과, ²유원대학교 작업치료학과

The effect of unstable plate on the ankle joint displacement and dynamic balance ability of female college students wearing high-heeled shoes

Taek-Gill Nam¹, Ji-Hyun Lee^{2*}

¹Department of Physical Therapy, Daejeon Health & Science College

²Department of Occupational Therapy, U1 University

요약 본 연구는 불안정 판을 이용한 훈련이 높은 굽 신발을 신은 여자대학생의 발목관절의 변위와 동적균형에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 실시하였다. 여자 대학생 18명을 무작위로 실험군과 대조군으로 나누고, 굽 높이가 9cm인 신발을 착용 한 후 3D 동작분석기를 이용하여 5m 보행 시의 발뒤꿈치와 발목의 변위를 검사하고, 동적 균형능력 평가를 실시하였다. 중재 프로그램은 실험군에게 4주 동안 주 3회, 불안정 판을 이용한 균형 훈련을 실시하고, 대조군에게는 중재를 실시하지 않았다. 연구 결과, 중재 후 실험군의 발목관절의 변위는 전반적으로 감소하였고, 동적균형능력은 유의하게 상승하였다. 대조군은 발목관절의 변위, 동적균형능력의 변화가 거의 없었다. 불안정 판을 이용한 훈련이 대상자들의 발목관절을 안정화 시켜주고 동적균형능력을 향상시키는 것으로 나타났다.

키워드 : 변위, 동적균형, 동작분석, 높은 굽 신발, Star excursion 균형 검사

Abstract The purpose of this study was to investigate the effect of training using unstable plate on displacement and dynamic balance ability of ankle joints in women college students wearing high heel shoes. Subjects were randomly divided into experimental group and control group. 3D motion analysis was performed while walking 9cm high-heeled shoes and walking 5m. Dynamic balanced ability evaluation was performed. The intervention program was administered to experimental subjects three times a week for four weeks. They performed balance training using unstable plates. There was no intervention in the control group. The results showed that the displacement of the ankle joints in the experimental group after the intervention was decreased overall and the dynamic balance ability was significantly increased. The control group showed little change. As a result, the training using unstable plate stabilizes the ankle joints and improves the dynamic balance ability of the subjects wearing high-heeled shoes.

Key Words : Displacement, Dynamic balance, Motion analysis, High-heeled shoes, Star excursion balance test

1. 서론

균형은 신체의 평형과 자세를 유지하기 위해 고유수용성감각, 체성감각, 전정계, 시각능력 등이 복합적으로 작용하는 운동능력으로 정적균형과 동적균형으로 나눌 수 있다[1,2]. 그 중 동적균형은 움직이는 동안 신체의 중심을 지지면 내에 두면서 원하는 자세를 유지하고, 보행이나 점프 같은 운동을 할 때 안정성을 제공해준다[2].

균형조절은 지지면에 대해 상대적으로 무게중심을 유지하는 과정으로 감각운동신경의 상호작용을 통해 발, 무릎, 엉덩관절이 몸의 안정성 제공하고, 발관절 주위의 여러 근육은 초기 균형유지를 위해 작용한다[3-5]. 자세 조절 전략 중 발목관절 전략은 서있을 때 신체의 무게중심이 흔들리는 것을 조절하면서 평형을 회복하기 위해 운동 중심을 발관절에 두고, 발관절과 발로 자세동요를 조절하는 것이다. 발목관절 전략은 균형의 불안정성이 낮고 지지면의 변화가 없을 때 높은 수준의 발목 근력과 좁은 범위의 움직임이 요구되는 전략이다[3,6]. 움직이지 않고 서있는 자세를 유지하고 있을 때에도 신체는 지속적으로 앞뒤 방향으로 불균형 동요가 일어나는데, 발목관절과 엉덩관절 움직임 전략을 통해 정적균형을 유지하게 하는 것이다[7-9]. 자세동요 범위가 큰 경우에는 엉덩관절이, 작은 경우에는 발목관절이 주로 작용하는데, 발목과 발은 균형조절, 보행 시 충격 흡수, 하지의 전진을 가능하게 하고, 이때 적절한 발목관절의 근력, 관절가동범위, 고유수용성감각이 필요하다[1,3,4,6]. 따라서 발목관절 근육들이 안정성을 위해 충분한 힘을 낼 수 없다면, 자세동요는 증가하고 불안정해지며 균형을 유지하는 능력은 감소한다[10].

여성의 사회 활동 증가, 큰 키에 대한 욕구와 사회적 유행으로 많은 젊은 여성들이 굽이 높고 발이 좁은 하이힐을 신는다[11]. 굽 높이가 높아질수록 발 앞쪽의 부하 증가, 구부정한 보행, 허리 앞굽음증, 골반 기울기 감소로 불안정한 걸음을 걷고, 발목관절의 감각 변화, 중추신경계의 되먹임체계에 영향을 미치게 되어 움직임을 조절하고 적응하는데 어려움을 겪게 된다[12-14]. 장시간 높은 굽 신발 착용은 신체 분절의 위치와 무게 중심의 운동학적 변화를 일으켜 발목을 불안정하게 하여 관절 움직임과 위치감각을 손상시킨다[9,15]. 또한 발바닥 굽힘근의 근활성도를 증가시켜 근육의 불균형을 유발하고, 디스크, 퇴행성관절염, 붓고 지리는 발, 체형의 변화 등 근골격계 문제를 유발한다[16-18]. 좁아진 지지면은 발목의 외측

운동량 증가, 하지 협응능력과 균형능력, 자세유지능력의 감소로 상해 발생률을 증가시키며, 발목의 불안정성과 자세의 불안정한 동요는 발목 주변 근육들의 지속적인 수축을 유발하여 발과 다리의 근 피로와 균형능력을 저해하는 요인이 된다[19-22].

균형능력 향상을 위하여 원관 트레이닝 운동, 하지만력 증진운동, 시각적 피드백 훈련, 바이오피드백 훈련 등이 이용되고 있는데, 이러한 운동들은 관절의 위치감각 향상, 관절 움직임에 대한 인지능력 발달, 관절 스트레스에 대항하는 힘 강화, 고유수용성감각과 다양한 감각신경들을 활성화 시켜준다[23]. 특히 원관 운동과 트램폴린 운동 같은 동적균형 운동은 지지면을 불안정하게 하여 근력강화, 고유수용성감각과 관절 위치감각의 회복 촉진, 균형능력의 회복과 강화에 효과가 있다[24]. 발목관절 주변의 근력과 고유수용감각이 정상 기능을 유지할 때 발목의 정적 안정성과 동적 안정성이 효과적으로 작동할 수 있다[25].

최근 3차원 동작분석기를 통한 보행분석 연구가 이루어지고 있지만, 높은 굽 신발 착용 후 보행과 발의 변위에 대한 분석과 중재에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 높은 굽 신발을 신은 여자 대학생을 대상으로 3차원 동작 분석을 통해 보행 시 발목의 불안정성을 확인하고 불안정 판을 이용한 훈련 후 발목관절의 변위와 동적균형능력의 변화를 조사하여 발목 안정성에 관련한 연구의 기초 자료로 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 2014년 6월부터 9월까지 대전 B대학에 재학 중인 20대 여자 대학생을 대상으로 연구의 목적과 방법을 충분히 설명 한 후 자발적인 서면 동의를 받은 자로 하였다. 무작위 확률 배정을 통해 각각 10명씩 실험군과 대조군으로 선별하였고, 그 중 대조군 2명이 중도 탈락하여 실험군 10명, 대조군 8명으로 하였다. 대상자 선정기준은 하이힐 착용 경험이 있는 자 중 6개월 이내에 정형외과적 수술 경험이 없고, 하지와 발목에 통증이 없는 자 그리고 신경학적인 문제가 없으며 관련약물을 복용하지 않는 자로 하였다.

2.2 연구과정

모든 대상자들의 기초자료 수집을 위해 개인의 특성을 조사하였다. 실험군과 대조군에게 하이힐 착용 후 발과 발목관절의 변위를 측정하기 위해 동작분석을 실시하였고, 동적균형능력 평가를 위해 Star excursion balance test(이하 SEBT)를 실시하였다. 그 후 실험군에게 4주 동안 주 3회, 불안정 판을 이용한 훈련을 실시하고, 대조군에게는 어떠한 중재도 실시하지 않았다. 4주간의 중재가 끝난 후 실험군, 대조군 모두 같은 조건으로 평가를 다시 실시하였다.

2.3 측정 도구 및 측정 방법

2.3.1 3차원 동작분석기와 측정방법

3차원 동작분석기는 공간좌표 안에서 신체의 움직임에 대한 기능적인 평가와 정상 또는 비정상적인 움직임을 비교할 수 있는 운동역학적 자료를 제공한다[26,27]. 본 연구를 위해 Table 1과 같이 실험실에 6대의 적외선 카메라를 5m 보행로에 설치하고, 카메라 간 동조와 기준 방향, 각 관절의 중심 값을 얻기 위해 정적 자세 검사를 통해 컴퓨터로 통제하였다.

Table 1. Equipment for 3D motion analysis

| Equipment | Model | Manufacturer |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Motion capture S/W | Cortex 3.6 | Motion analysis corporation |
| Motion capture H/W | Osprey Digital camera | |
| Gait analysis | Ortho Trak 6.6.3 | |

연구결과의 오차를 줄이기 위해 몸에 밀착되는 실험복을 착용한 후, 'Helen Hayers Marker Set'을 이용하여 반사마커를 부착하였다. 본 연구에서는 Fig. 1과 같이 보행 시 방해 되는 양쪽 다리의 안쪽 위 관절 용기와 안쪽 복사에 부착한 반사 마커를 제거한 후 15개의 마커를 동일성별의 검사자가 부착하였다.

모든 대상자들 본인의 발 크기에 맞는 9cm 하이힐을 착용 후 우세 발부터 5m를 자연스럽게 걷도록 하였다. 그 중 자연스러운 보행 양상 자료를 선택하여 동작분석을 하였으며, 안전사고에 대비하여 보행 시 검사자가 근처에 있도록 하였다.

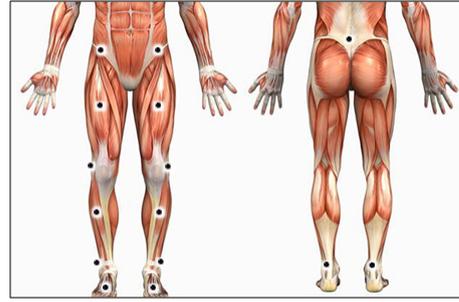


Fig. 1. Position of Reflective marker

2.3.2 동적균형능력 평가

SEBT는 45° 간격으로 8방향 선을 그리고, 중앙에 똑바로 선 자세를 취한 후, 발로 각 방향의 선을 따라서 최대한 뻗게 하여 엄지발가락 끝부분까지 거리를 측정한다 [28,29]. 이것은 운동선수들의 자세조절평가를 위해 고안되어 균형 축을 지지면에서 유지하는 동안 몸통과 다리의 근육과 신경이 효율적인 작용을 연구할 수 있으며, 만성적 발목 불안증을 가진 사람들의 동적균형능력 측정에 신뢰성과 타당성이 매우 높은 도구이다[29]. 본 연구에서는 소요시간, 대상자의 육체적 피로 등 힘든 노력과 불필요한 정보를 피하고자 앞측, 뒤측, 외측, 앞내측 4 방향을 양발 교대로 시행하였다. 뻗은 다리로 체중을 지탱하지 않아야 하며 바닥에 가벼운 접촉만 허용하고, 가능한 멀리 다리를 뻗도록 하여 중심에서 엄지발가락 끝 지점까지의 거리를 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

2.3.3 균형 중재 방법

중재는 Cha(2007)의 발목 안정성 향상 연구에 사용된 방법을 적용하고[24], 불안정 판은 Fig. 2에서와 같이 독일 TOGU사의 Ballkissen(지름 33cm) 위에 직사각형(37*32cm) 나무판을 사용하였다. 중재 전과 후에 동일조건인 준비운동, 스트레칭, 정리운동을 각각 5분씩 실시하였고, 대상자는 불안정 판 위에 편안한 자세로 서서 눈을 정면을 응시하고 유지하도록 하였다[30]. 운동시간은 양쪽 발을 함께 올라서는 것을 10분 1세트, 오른발과 왼발을 교대로 각각 4분 3세트를 실시하고, 세트 마다 1분씩 휴식 시간을 갖게 하였다. 이때 균형을 잡기 위해 팔을 움직이는 것은 허용하였으며, 안전사고 예방을 위해 검사자가 대상자 근처에 있도록 하였다.



Fig. 2. Unstable plate for balance training

2.4 분석방법

대상자의 개인적 특성을 알아보기 위해 빈도분석을 사용하였다. 실험군과 대조군의 집단 내 중재 전후의 차이를 Paired t-test를 이용하여 분석하고, 중재 후 집단 간 차이는 독립표본 t-test를 실시하였다. 중재 전과 후의 변화는 Mann-Whitney의 U 검정을 실시하였다. SPSS for Windows(version. 19.0)를 통해 분석하였다.

3. 결과

3.1 연구대상자의 개인적인 특성

실험군, 대조군의 동질성 여부를 분석한 결과 Table 2와 같이 두 군 간의 차이가 없었다.

Table 2. Comparison personal characteristic

| Personal characteristic | Experiment | Control | p-value |
|-------------------------|-------------|------------|---------|
| | Mean±SD | | |
| Age(years) | 20.70±0.82 | 19.00±1.05 | 0.10 |
| Height(cm) | 161.40±4.60 | 160.4±2.84 | 0.97 |
| Weight(kg) | 55.70±9.43 | 53.90±9.09 | 0.65 |
| N(%) | 10(100%) | 8(100%) | |

*p<0.05, **p<0.01

3.2 중재 전/후 발뒤꿈치 변위

중재 전, 후 발뒤꿈치의 변위 차이 결과 실험군의 오른쪽은 -15.79±40.41, 왼쪽은 -4.76±49.80의 차이가 있었다. 대조군의 오른쪽은 11.41±43.93, 왼쪽은 -2.33±42.97의 차이가 있었다. Table 3에서 보면 실험군이 대조군에 비해 중재 후 보다 많은 감소를 나타내었지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 3. Compare the heel joint displacement in the experimental and control group (unit:mm)

| | | Experiment | Control | p-value |
|------|----------------------|--------------|-------------|---------|
| | | Mean±SD | | |
| Rt | Before ¹⁾ | 85.65±44.42 | 94.59±32.66 | 0.53 |
| | After | 69.86±21.94 | 106±45.58 | |
| | diff ²⁾ | -15.79±40.41 | 11.41±43.93 | 0.21 |
| | z ³⁾ | -1.07 | -0.84 | |
| | p-value | 0.29 | 0.40 | |
| Lt | Before | 84.9±36.10 | 96.45±35.23 | 0.33 |
| | After | 80.13±32.97 | 94.13±45.31 | |
| | diff | -4.76±49.80 | -2.33±42.97 | 0.66 |
| | z | -0.66 | -0.70 | |
| | p-value | 0.51 | 0.48 | |
| N(%) | | 10(100%) | 8(100%) | |

*p<0.05, **p<0.01

¹⁾before & after's unit: mm, ²⁾diff: difference(before-after),

³⁾Mann-Whitney's U-test

3.3 중재 전/후 발목관절 변위

중재 전, 후 발목관절의 변위 차이 결과 실험군의 오른쪽은 -23.01±41.65, 왼쪽은 -7.02±51.21의 차이가 있었다. 대조군의 오른쪽은 12.50±49.30, 왼쪽은 -0.17±38.40의 차이가 있었다. Table 4에서 보면 실험군이 대조군에 비해 중재 후 보다 많은 감소를 나타내었지만, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 4. Compare the ankle joint displacement in the experimental and control group (unit:mm)

| | | Experiment | Control | p-value |
|------|----------------------|--------------|--------------|---------|
| | | Mean±SD | | |
| Rt | Before ¹⁾ | 88.05±42.82 | 88.20±29.09 | 0.72 |
| | After | 65.04±21.05 | 100.70±50.03 | |
| | diff ²⁾ | -23.01±41.65 | 12.50±49.30 | 0.09 |
| | z ³⁾ | -1.68 | -0.56 | |
| | p-value | 0.09 | 0.58 | |
| Lt | Before | 85.75±39.32 | 90.45±35.27 | 0.66 |
| | After | 78.73±29.68 | 90.29±47.78 | |
| | diff | -7.02±51.21 | -0.17±38.40 | 0.59 |
| | z | -0.46 | -0.14 | |
| | p-value | 0.65 | 0.89 | |
| N(%) | | 10(100%) | 8(100%) | |

*p<0.05, **p<0.01

¹⁾before & after's unit: mm, ²⁾diff: difference(before-after),

³⁾Mann-Whitney's U-test

3.4 중재 전/후 동적균형능력(SEBT)

실험군은 중재 후 오른쪽발의 앞(p<0.01), 앞내측(p=0.01)과 왼발의 뒤와 앞내측 뺨기에서 유의하게 나타

났다($p<0.05$). 그 외의 항목은 다소 상승하였지만, 통계적으로 유의하지 않았다. 대조군은 모든 항목에서 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다. Table 5와 같이 오른 발은 앞쪽($p<0.01$)과 앞내측($p=0.01$), 왼발은 뒤쪽($p=0.04$)에서 두군 간에 차이가 유의하였다($p<0.05$).

Table 5. Compare the SEBT in the experimental and control group (unit:cm)

| | | Experiment | Control | p-value | |
|---------|-----------------|--------------------|------------|------------|---------|
| | | Mean±SD | | | |
| Rt | A ¹⁾ | Before | 58.40±5.04 | 59.20±5.55 | 0.73 |
| | | After | 64.50±5.30 | 58.60±5.34 | |
| | | diff ²⁾ | 6.10±4.33 | -0.60±7.43 | <0.01** |
| | | z ³⁾ | -2.67 | -0.85 | |
| | | p-value | <0.01** | 0.40 | |
| | P | Before | 59.00±7.39 | 51.10±9.11 | 0.04* |
| | | After | 63.60±8.37 | 52.30±7.99 | |
| | | diff | 4.60±5.97 | 1.20±7.70 | 0.21 |
| | | z | -1.96 | -0.42 | |
| | | p-value | 0.05 | 0.97 | |
| | L | Before | 64.70±5.08 | 60.60±4.95 | 0.10 |
| | | After | 64.90±4.51 | 61.40±5.83 | |
| | | diff | 0.20±4.85 | 0.80±8.32 | 0.62 |
| | | z | -0.18 | -0.42 | |
| | | p-value | 0.86 | 0.67 | |
| | AM | Before | 45.90±4.7 | 48.50±5.68 | 0.09 |
| After | | 53.10±4.95 | 48.00±4.81 | | |
| diff | | 7.20±5.33 | -0.50±8.17 | 0.01* | |
| z | | -2.56 | -0.76 | | |
| p-value | | 0.01* | 0.45 | | |
| Lt | A | Before | 58.40±5.48 | 57.30±7.04 | 0.62 |
| | | After | 62.80±4.24 | 57.60±5.58 | |
| | | diff | 4.40±6.59 | 0.30±7.04 | 0.17 |
| | | z | -1.84 | -0.29 | |
| | | p-value | 0.06 | 0.77 | |
| | P | Before | 54.40±6.75 | 53.20±5.51 | 0.68 |
| | | After | 61.50±7.46 | 56.20±7.61 | |
| | | diff | 7.10±5.63 | 3.00±6.39 | 0.04* |
| | | z | -2.68 | -1.63 | |
| | | p-value | <0.01** | 0.10 | |
| | L | Before | 64.20±5.12 | 61.90±6.10 | 0.47 |
| | | After | 67.80±4.47 | 60.50±3.17 | |
| | | diff | 3.60±6.93 | -1.40±7.01 | 0.13 |
| | | z | -1.48 | -0.89 | |
| | | p-value | 0.14 | 0.37 | |
| | AM | Before | 46.30±5.14 | 48.00±6.80 | 0.60 |
| After | | 50.80±6.48 | 49.10±4.25 | | |
| diff | | 4.50±3.21 | 1.10±4.89 | 0.07 | |
| z | | -2.68 | -0.99 | | |
| p-value | | <0.01** | 0.32 | | |
| N(%) | | 10(100%) | 8(100%) | | |

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

¹⁾A:anterior, P:posterior, L:lateral, AM:anterior medial,

²⁾diff: difference(after-before), ³⁾Mann-Whitney's U-test,

4. 고찰

발은 26개의 뼈, 34개의 관절, 100개 이상의 근육과 힘줄, 인대들로 구성되어 있고, 3차원적인 공간 안에서 운동을 하는 기관이다[6]. 발은 구조적, 기능적 작용을 통해 선 자세를 유지, 보행을 가능하게 하고 불균형을 조절하는 등 인체에 많은 영향을 미친다[17]. 높은 굽의 신발 착용은 다리 근력의 불균형, 피로 유발, 발 관절의 문제, 균형 문제 등을 야기한다[10,16-18]. 높은 굽 신발은 3.2~12.9cm 높이까지 유행하고 있는데, 여러 분야에서 다양한 높이의 신발을 신게 하고 신체 움직임, 근활성도, 피로도, 자세변화, 압력분포 등에 대해 연구한 결과, 9cm 높이의 하이힐 착용 시 불안정성이 가장 높은 것으로 나타나 본 연구에서도 9cm 굽 높이의 하이힐을 선택하여 연구를 시행하였다[22,31-33]. 운동계 활성화를 위해서는 능동적이고 동적인 기법이 가장 효과적이므로 대상자의 자발적 참여, 운동, 교육을 통해 기능적으로 접근해야 한다[34]. 본 연구에서도 대상자에게 능동적인 방법으로 운동을 실시하였다. 저항 훈련을 통해 근력이 향상되는 과정을 시간 경과에 따른 신경요인과 근비대요인의 변화를 나타내는 이론적 모델에서 보면 초기 근력의 향상은 신경계 활성화와 연관이 있으며, 초기 4주부터 활성화가 증가한다고 설명한다[35,36]. 이러한 이론적 모델을 기반으로 본 연구에서는 불안정 판을 이용한 균형 훈련을 4주 동안 주 3회로 실시하였다. 운동수행의 가변성은 운동거리가 증가함에 따라 늘어나는데, 이는 변위로 설명된다[37]. 변위란 동작수행 시 궤적의 범위를 표현 것으로 안정성 회복과 신체 동요의 감소를 예측 할 수 있다. 본 실험 결과 통계적으로 유의하지 않지만 중재 후 대조군보다 실험군의 변위가 더 감소 한 것으로 나타났다. 결과적으로 불안정판 위에서의 훈련이 발목의 정적, 동적 안정화 능력을 향상시켜 효과를 나타낸 것으로 보인다[38-40].

안정된 면에서의 기립 자세 시 체성감각의 입력은 균형에 영향을 준다[41]. 다분절로 이루어진 인간의 자세조절 시스템은 다양한 협응 형태로 나타나 사지를 움직이는 동안 야기된 불안정에 대해 체간을 준비시켜 특정한 목적에 맞는 운동을 수행할 수 있도록 적응시켜 준다[42]. 본 연구에서는 동적균형훈련 평가를 위해 SEBT를 시행하였다. 실험군은 오른쪽 발 앞으로 뺀기($p<0.01$)와 앞내측으로 뺀기($p=0.01$), 왼쪽 발 뒤로 뺀기와 앞내측으

로 뺄기($p < 0.01$) 항목이 유의하게 상승하였고, 그 외 다른 방향에서 통계적으로 유의하지 않지만, 결과는 상승한 것으로 나타났다. 실험군과 대조군의 비교에서도 오른쪽 발 앞으로 뺄기($p < 0.01$), 앞내측으로 뺄기($p = 0.01$), 왼쪽 발 뒤로 뺄기($p = 0.04$) 항목에서 유의한 차이가 나타났다. 이는 신경계가 불균형을 바로 잡는 회복 능력이 있어 원환 운동이나 트랩폴린 운동 같은 동적훈련이 근력, 고유수용성감각을 향상시켜 균형능력을 강화 한 것으로 보인다[39]. 또한 불안정판 운동이 전후 방향, 앞뒤 방향으로 움직이면서 발과 발목의 근육을 강화시켜 준 결과로, 다리가 전후 방향으로 교대로 흔들릴 때 앞정강근과 내측 장딴지근이 활성화 되고, 앞쪽으로 몸의 수직선을 넘어 흔들릴 때 내측 장딴지근이, 다시 뒤쪽으로 몸을 세울 때 앞정강근이 활성화 된 것으로 예상되어 불안정판 위에서의 훈련이 동적균형능력 향상에 효과가 있는 것으로 판단된다[4,8].

본 연구의 결과를 해석하는 데 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 건강한 20대 여자 대학생 일부를 대상으로 하여 통증이나 질환이 있는 대상자와 다른 연령대의 대상자에게 일반화시켜 해석하는데 한계가 있다. 둘째, 동적균형능력 평가 방법으로 시각적인 판단으로 하는 임상적인 방법을 사용하여 자료 수집의 객관화에 한계가 있다. 셋째, 3차원 동작분석기를 이용하여 실내 실험이 이루어져 일상생활의 자연스러운 연구 결과로 일반화하는데 제한점이 있다.

5. 결과

본 연구는 불안정 판을 이용한 균형 훈련이 높은 굽신발을 신은 여자대학생의 발목관절의 변위와 동적균형에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 실시하였다.

1. 불안정 판을 이용한 균형 훈련 후 실험군의 발목관절의 변위는 전반적으로 감소하고, 동적균형능력은 유의하게 상승하였다.
2. 불안정 판을 이용한 균형 훈련 후 대조군의 발목관절의 변위와 동적균형능력에 변화가 거의 나타나지 않았다.

이상의 결과로 불안정 판을 이용한 균형훈련은 높은 하이힐을 신은 대상자의 발의 근력과 안정성을 강화시켜 동적균형능력을 향상 시키는 것을 알 수 있다. 본 연구를 기반으로 동적균형능력에 대한 다방면적인 연구가 더 활발히 이루어져야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] R. P. D. Fabio. (1995). Sensitivity and specificity of platform posturography for identifying patients with vestibular dysfunction. *Physical Therapy*, 75(4), 290-305. DOI : 10.1093/ptj/75.4.290
- [2] B. L. Johnson & J. K. Nelson. (1986). *Practical Measurements for Evaluation in Physical Education*. Minnesota : Burgess.
- [3] D. H. Jeong & H. C. Kwon. (1999). A Study on Control of Posture and Balance. *The Journal of Korean society of physical therapy*, 11(3), 23-36.
- [4] Y. C. Kim, S. J. Jang & M. Y. Park. (1992). Prognostic Factors of Ambulation in Stroke Patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 16(4), 443-451.
- [5] F. B. Horak. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age Ageing*, 35(2), 7-11. DOI: 10.1093/ageing/af077
- [6] P. A. Houglum & D. B. Bertoti. (2011). *Brunstrom's clinical kinesiology*. Seoul : Yeong Mun
- [7] C. F. Rung, C. L. Shupert, F. B. Horak & F. E. Zajac. (1999). Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait Posture*, 10(2), 161-170. DOI : 10.1016/S0966-6362(99)00032-6
- [8] F. B. Horak, L. M. Nashner & H. C. Diener. (1990). Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*, 82(1), 167-177. DOI: 10.1007/BF00230848
- [9] L. Nashner. (1977). Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Experimental Brain Research*, 30(1), 13-24. DOI: 10.1007/BF00237855
- [10] J. A. Yaggie & S. J. Mc Gregor. (2002). Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(2), 224-228. DOI: 10.1053/apmr.2002.2803
- [11] M. E. Franklin, T. C. Chenier, L. Brauninger, H. Cook & S. Harris. (1995). Effect of positive heel inclination on posture. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 21(2), 94-99. DOI: 10.2519/jospt.1995.21.2.94
- [12] M. Nyska, C. McCabe, K. Linge & L. Klenerman. (1996). Plantar foot pressures during treadmill walking with high-heel and low-heel shoes. *Foot & Ankle International*, 17(11), 662-666.

- DOI: 10.1177/107110079601701103
- [13] W. H. Kim & E. Y. Park. (1997). Effects of the High-Heeled Shoes on the Sensory System and Balance in Women. *Physical Therapy Korea*, 4(2), 10-17.
- [14] J. E. Bullock-Saxton. (1994). Local Sensation Changes and Altered Hip Muscle Function Following Severe Ankle Sprain. *Physical Therapy*, 74(1), 17-28.
DOI: 10.1093/ptj/74.1.17
- [15] R. E. Snow & K. R. Williams. (1994). High Heeled Shoes: Their Effect on Center of Mass Position, Posture, Three-Dimensional Kinematics, Rearfoot Motion, and Ground Reaction Forces. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75(5), 568-576.
- [16] E. J. Kim, S. B. Jeon & K. Y. Jeong. (2015). Influences of Short-term High-heeled Walking on the Activities of Ankle-stabilizing Muscles in Healthy Young Females. *The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Therapy*, 21(2), 39-46.
- [17] A. Gefen, M. Megido-Ravid, Y. Tzchak & M. Arcan. (2002). Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. *Gait Posture*, 15(1), 56-63.
DOI : 10.1016/S0966-6362(01)00180-1
- [18] C. H. Lee, E. H. Jeong & A. Freivalds. (2001). Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28(6), 321-326.
DOI : 10.1016/S0169-8141(01)00038-5
- [19] A. Gefen, M. Megido-Ravid, Y. Itzchak & M. Arcan. (2002). Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. *Gait & Posture*, 15(1), 56-63.
DOI : 10.1016/S0966-6362(01)00180-1
- [20] D. J. Stefanyshyn, B. M. Nigg, V. Fisher, B. O'Flynn & W. Liu. (2000). The Influence of High Heeled Shoes on Kinematics, Kinetics, and Muscle EMG of Normal Female Gait. *Journal of Applied Biomechanics*, 16(3), 309-319.
DOI: 10.1123/jab.16.3.309
- [21] C. J. Ebeling, J. Hamill & J. A. Crussemeyer. (1994). Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 19(4), 190-196.
DOI : 10.1136/bmjopen-2015-010053
- [22] J. S. Ryu. (2010). Effects of High-heeled Shoe with Different Height on the Balance during Standing and Walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(4), 479-486.
DOI: 10.5103/KJSB.2010.20.4.479
- [23] E. William Prentice. (2003). *Rehabilitation Techniques In Sports Medicine*. Seoul : Hyungsul.
- [24] S. H. Cha. (2007). *The effects of baps board training and trampoline training on functional stability of ankles. Major in Exercise Prescription*. Kyungwon University, Seongnam.
- [25] R. Craig Denegar & J. Sayers Miller III. (2002). Can Chronic Ankle Instability Be Prevented? Rethinking Management of Lateral Ankle Sprains. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 430-435.
- [26] R. Baker et al. (2009). The gait profile score and movement analysis profile. *Gait Posture*, 30(3), 265-269.
DOI : 10.1016/j.gaitpost.2009.05.020
- [27] G. E. Gorton, D. A. Hebert & M. E. Gannotti. (2009). Assessment of the kinematic variability among 12 motion analysis laboratories. *Gait Posture*, 29(3), 398-402.
DOI: 10.1016/j.gaitpost.2008.10.060
- [28] A. Phillip Gribble, J. Hertel, C. R. Denegar & W. E. Buckley. The Effects of Fatigue and Chronic Ankle Instability on Dynamic Postural Control. *Journal of Athletic Training*, 39(4), 321-329.
- [29] J. E. Earl & J. Hertel. (2001). Lower-Extremity Muscle Activation During the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sports Rehabilitation*, 10(2), 93-104.
DOI : 10.1123/jsr.10.2.93
- [30] B. J. Nam, J. J. Kim, S. D. We & D. H. Nam. (1998). *Stretching for sports events*. Seoul : Dae-Keung.
- [31] I. S. Ahn. (2015). Style changes of women's heel height in Vogue 1950~2014. *The Research Journal of the Costume Culture*, 23(4), 604-615.
DOI : 10.7741/rjcc.2015.23.4.604
- [32] J. S. Ryu. (2009). The Temporal Coordination of the Lower Extremity by Increasing High-heel Height during Walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 19(3), 593-601.
- [33] J. S. Ryu. (2009). The effect of walking with high-heel shoes on Local dynamic stability. *The Korean Journal of Physical Education*, 48(1), 431-438.
- [34] G. Kirkesola. (2000). Sling-Exercise-Therapy (S-E-T): A concept for exercise and active treatment of musculoskeletal disorders. *Physiotherapist*, 12, 9-16.
- [35] K. Hakkinen, M. Alen & P. V. Komi. (1985). Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta physiologica Scandinavica*, 125, 537-585.
DOI: 10.1111/j.1748-1716.1985.tb07759.x
- [36] H. S. Kang et al. (2002). *Physiology of sport and*

exercise. 5th Seoul : Daehanmedia

- [37] R. A. Schmidt, H. N. Zelaznik, B. Hawkins, J. S. Frank & J. T. Jr. Quinn. (1979). Motor output variability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 47(5), 415-451.
DOI: 10.1037/0033-295X.86.5.415
- [38] T. H. Kim & C. H. Youn. (2013). Effects of Knee Joint Muscle Fatigue and Overweight on the Angular Displacement and Moment of the Lower Limb Joints during Landing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 23(1), 63-76.
DOI: 10.5103/KJSB.2013.23.1.063
- [39] M. H. Won. (2011). *Changes of Electromyographic Activity in Trunk and Lower Leg Muscles During Dynamic Balance Control*. Eulji University, Seoul.
- [40] Y. J. Oh. (2008). *The Study on 3-Dimensional Impact Acceleration and Displacement of Lower Limbs Joint during Gait*. Dong-Eui University, Busan.
- [41] R. G. Hamman, I. Mekjavic, A. I. Mallinson & N. S. Longridge. (1992). Training effect during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Archive Physical Medicine Rehabilitation*, 73(8), 738-744.
- [42] R. Dickstein, S. Shefi, E. Marcovitz & Y. Villa. (2004). Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients. *Archive Physical Medicine Rehabilitation*, 85(2), 261-267.
DOI: 10.1016/j.apmr.2003.05.011

저 자 소 개

남택길(Taek-Gill Nam)

[정회원]



- 2002년 7월 : 경희대학교 체육대학원 이학석사
- 2007년 2월 : 충남대학교 대학원 체육학과 이학박사
- 2008년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 물리치료학과 조교수

<관심분야> : 재활, 물리치료, 운동역학

이지현(Ji-Hyun Lee)

[정회원]



- 2002년 8월 : 충남대학교 보건대학원 보건학석사
- 2014년 2월 : 충남대학교 보건대학원 보건학박사
- 2006년 4월 ~ 20012년 8월 : 충남도립대학 작업치료과 조교수

- 2012년 9월 ~ 현재 : 유원대학교 작업치료학과 조교수

<관심분야> : 재활, 보건, 작업치료