



다양한 발목 경사를 통한 균형 훈련이
건강한 성인의 동적 균형에 미치는 영향

김누리 · 김강미 · 이정은 · 이하경 · 차유리

선린대학교 물리치료학과

Effects of Balance Training through Various
Ankle Inclination on Dynamic Balance in Healthy Adults

Nuri Kim · Kangmi Kim · Jeongeun Lee · Hakyong Lee · Yuri Cha, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Sunlin University

Abstract

Background: The purpose of this study is to report the effect of balance training through various ankle inclination on dynamic balance in healthy adults.

Methods: This study was participated in 20 healthy subjects. Twenty healthy adults were randomly divided into 10 ankle inclination group and 10 flat group, 3 kinds of exercised were performed in 30° of the plantar flexion, 0° of the neutral angle and 30° of the dorsiflexion. Above 3 kinds of exercises were also performed in the flat group. Dynamic balance of each group was evaluated using a Figure-of-8 hop test, Up-down hop test, and Functional reach test before and after the experiment.

Results: In the ankle inclination, the post-experiment showed a significant difference in Figure-of-8 hop test, Up-down hop test, and Functional reach test in comparison to pre-experiment($p < .05$).

Conclusion: The exercise applied in the ankle inclination is effective in improvement of the dynamic balance.

Key words: Ankle, Balance, Adult

© 2018 by the Korean Physical Therapy Science

I. 서론

균형은 기저면 내에서 무게중심을 벗어나지 않게

조절하는 능력으로(Ghez, 1991; Sutherland 등, 1972), 젊은 성인에서 낙상 위험이 있는 노인까지 모든 사람에게 중요하다. 중추성, 말초성 요소들의 상호작용

은 균형 유지에 필수적이다. 말초성 요소는 관절의 위치와 긴장도, 신진, 그리고 관절, 근육, 인대의 통증의 정보를 제공해주는 체성감각계와 환경 변화의 정보를 제공해주는 전정감각계와 시각계로 구성된다. 중추성 요소는 말초성 요소에서 전달받은 정보를 통합하고 몸통의 위치와 자세를 조절하여 빠르게 한다(Alexander 등, 1998; Carr 등, 2003). 균형은 고정된 지지면 위에서 흔들림 없는 상태를 유지할 수 있는 정적 균형과 일상적 움직임 수행 시 안정적인 상태를 유지하는 데 필요한 동적균형으로 나누어지며, 보행이나 점프, 뺨기와 같은 선 자세에서의 기능적 활동 시 일정 수준 이상의 동적 균형 능력이 요구된다(Franklin 등, 2003; Gribble 등, 2004; Winter 등, 1990).

그 동안 다양한 대상자들에게 여러 방법으로 중재를 하면서 균형에 대한 연구들이 진행되어져 왔다. 선행 연구에서는, Nam 등(2016)은 건강한 성인들 중 불안정한 지면에서 운동을 한 집단이 균형 능력이 유의하게 향상되었다고 하였고, Han 등(2017)은 필라테스 매트 운동을 한 건강한 성인 집단이 몸통 근육 두께와 균형에 유의한 차이의 향상이 있었다고 하였다. 또, Dhvani 등(2014)은 코어 안정화 훈련을 실시한 건강한 성인들의 동적 균형이 유의하게 향상되었다고 하였다. 그러나 경사대를 이용한 균형 훈련에 대한 연구는 부족한 실정이다.

경사로에서의 이동은 하지 근력과 같은 신체 능력에 큰 영향을 받고, 미끄러지거나 균형을 잃고 낙상하는 위험이 있어 그에 따른 균형 능력을 갖추어야 한다(한진태, 2010; Souza 등, 2012). 그러므로 경사를 적용한 균형 훈련이 필요하다. 그러나 경사로를 오르내리는 동안 압력중심 이동경로와 족저압 비교를 한 선행 연구는 있지만, 균형에 대한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구의 목적은 건강한 성인을 대상으로 경사대를 적용 하여 균형 훈련을 시행하였을 때 동적균형에 미치는 영향을 알아보고, 유용한 균형 훈련 방법을 선정하는 데 있어 의미 있는 기초 자료로 활용하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 S대학교에 재학 중인 건강한 성인 20명을 발목 경사대군 10명, 평지군 10명으로 무작위로 나누었다. 연구의 목적과 실험방법에 대한 충분한 설명을 하였으며 연구 참여에 대한 자발적 동의를 얻은 자로, 6개월 이내 하지에 발생한 근골격계 병력이 없고, 정형외과적 수술 병력이 없는 재학생들로 선정을 하였다. 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

2. 운동방법

경사대군은 경사대의 각도를 발바닥 굽힘 30°, 중립 0°, 발등 굽힘 30°에서 중재를 하였다. 중립 0°, 발바닥 굽힘 30°, 발등 굽힘 30° 순으로 왼발부터 양발 운동을 시행하였다. 운동은 3가지로 구성하였다.

첫 번째, 한 발 서기 교대로 각각 1분씩 3세트 시행하였다(그림 1).

두 번째, 제자리 걷기 1분씩 3세트 시행 하였고, 세트 사이 쉬는 시간은 10초씩 주었다(그림 2).

세 번째, 발바닥 굽힘 30°에서 한 발 스쿼트 각각 1분 동안 4초당 1회씩, 총 15회씩 1세트로 실시하였고, 발 교대 시 1분의 휴식 시간을 주었다(그림 3).

1가지 운동이 끝날 때마다 1분씩 휴식 시간을 주었고, 평지군은 평평한 지면에서 발목 경사대군에서와 동일한 훈련을 실시하였다.

3. 측정 방법

1) 동적 균형

(1) 한 발로 8자 뛰기(Figure-of-8 hop test)

시작점과 끝지점에 원추형으로 생긴 콘을 5m간격으로 세우고 대상자가 한 발로 최대한 빨리 8자로 2바퀴를 뛰는 시간을 측정하였다. 이때 대상자가 반대쪽 발을 내려놓았을 때는 다시 수행하여 시간을 측정하였다. 이 검사법의 내적 상관 계수(ICC)는 0.95이다

(Caffrey 등, 2009).

(2) 한 발로 위아래 뛰기(Up-down hop test)

대상자가 20cm 높이를 한 발로 10회 연속으로 뛰고 내려오는 시간을 측정하였다. 이때 대상자의 발에 부상이 생기지 않도록 테이프를 붙인 후 실시하였다. 이 검사법의 내적 상관 계수(ICC)는 0.95이다(Ortiz 등, 2007).

(3) 기능적 뻗기 검사(Functional Reach Test)

서 있는 자세에서 팔을 앞으로 뻗을 수 있는 최대 거리를 측정하는 것으로 대상자는 팔을 뻗을 때 벽 앞에서 양 발을 어깨너비로 벌리고 표시된 선과 동일하게 주먹을 왼 손의 팔을 90° 앞으로 대상자들의 시작 점과 최대 뻗은 지점의 거리 측정은 세 번째 손가락의 손허리뼈 끝을 기준으로 기록한다(Duncan 등, 1990).

4. 자료 처리

본 연구는 경사대군 10명, 평지군 10명으로 측정하여 수집한 자료를 윈도용 version 19.0 SPSS 프로그램을 이용하여 분석하였으며, 동질성 검증을 위해 카이제곱과 독립표본 t-검정을 하였고, 각 대상군의 전, 후 변화량을 알아보기 위해 독립표본 t-검정을 이용하였으며, 각 대상군의 실험 전, 후 차이를 검정하기 위해 대응표본 t-검정을 이용하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

균형 훈련 시 중재 전후에 따른 차이를 알아보기 위하여 경사대군과 평지군에 대한 동적 균형 검사를 실시한 결과는 표 2, 표 3, 표 4와 같다.

1) 한 발로 8자 뛰기 검사(Figure-of-8 hop test)

그룹 내 동적 균형을 비교한 결과, 경사대군에서는 실험 전·후 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 평지군은 실험 전·후 유의한 차이가 없었다. 그룹 간 동적 균형 변

화량에서는 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(표 2).

2) 한 발로 위아래 뛰기 검사(Up-down hop test)

그룹 내 동적 균형을 비교한 결과, 경사대군에서는 실험 전·후 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 평지군에서도 실험 전·후 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 그룹 간 동적 균형 변화량에서는 유의한 차이가 없었다(표 3).

3) 기능적 뻗기 검사(Functional reach test)

그룹 내 동적 균형을 비교한 결과, 경사대군에서는 실험 전·후 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 평지군은 실험 전·후 유의한 차이가 없었다. 그룹 간 동적 균형 변화량에서는 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(표 4).

IV. 논의

균형을 잃으면 신체 일부가 바닥에 닿는 넘어짐이 일어나고(Lord 등, 1996), 그로 인해 외상 또는 골절이 발생할 수 있다(Kauffman, 1999). 그러므로, 연구 또는 임상 재활에서 균형 훈련과 관련하여 동적 균형 수행력의 시공적인 매개변수들은 넘어짐을 예측하는데 중요한 지표가 될 수 있다고 본다.

본 연구는 평지에서 훈련한 대상자들과 비교해 경사대를 이용하여 훈련한 대상자들의 동적 균형 능력에 미치는 영향에 대해 알아보기 위해 시행하였다. 본 연구 결과, 그룹 내 중재 전·후를 비교하였을 때, 한 발로 8자 뛰기 검사, 한 발로 위아래 뛰기 검사, 기능적 뻗기 검사에서 경사대군은 유의한 차이가 나타났으며($p<.05$), 평지군에서는 한 발로 위아래 뛰기 검사에서 유의한 차이가 나타났었다($p<.05$). 그룹 간 동적 균형 능력 변화를 비교하였을 때, 한 발로 8자 뛰기 검사와 기능적 뻗기 검사에서는 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 한 발로 위아래 뛰기 검사에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이전 연구들에서는, 젊은 건강한 성인들에서 앉았다 일어서기 동작 수행 시 발목 관절 각도에 따른 하지 근육의 근 활성화 및 부하량을 비교한 실험에서, 중립 자세보다 발바닥 굽힘과 발등 굽힘 자세에서 각각 특정 근육들의 근활성도가 유의하게 높게 나타났다(이명모 등, 2017). 여성 노인들의 발목

관절의 저측 굴곡 각도에 따라 선 자세에서의 하지 근육 근활성도를 비교한 실험에서, 저측 굴곡이 증가할수록 앞정강이근, 가자미근, 넙다리두갈래근, 넙다리곧은근의 근활성도가 모두 순차적으로 증가하였으며 앞선 세 근육은 통계학적으로 유의한 변화가 관찰되었다(조용호 등, 2009). 젊은 남성 성인들에서 발목관절의 각도가 무릎관절 펌근의 근활성도에 미치는 영향에 대해 실험한 연구에서, 중립 자세가 발바닥 굽힘 자세보다 가쪽넓은근 근활성도가 유의하게 높은 값을 보였다(여상석 등, 2009). 따라서 평지에서만 훈련한 대상자들보다 다양한 발목 각도를 경험하며 훈련한 대상자들이 균형 유지에 중요한 하지 근육들이 더 활성화 되어서 동적 균형 능력이 더 향상되었을 것으로 사료된다.

본 연구에서 몇몇 제한점들이 있었다. 연구의 대상자 수가 적고, 단면 연구라 연구 결과를 일반화할 수 없다는 점이다. 또한, 한 발로 위아래 뛰기 검사는 그룹 간 대상자들의 지구력을 고려하지 못해 동적 균형 수행력을 측정하기에 아쉬움이 있었다. 이 때문에 이 검사에서는 양 집단 간 유의한 차이가 없었을 것으로 사료된다.

앞으로의 연구에서는 낙상에 쉽게 노출되는 노인이나 뇌졸중과 같은 신경계 환자 집단에도 다양한 경사를 경험한 훈련이 균형에 어떠한 영향을 미치는지 알아볼 필요가 있겠으며, 보행 능력에 미치는 효과에 대해서도 연구할 필요가 있겠다.

V. 결론

본 연구는 다양한 발목 경사를 통한 균형 훈련이 건강한 성인의 동적 균형에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 그 결과, 경사대군이 평지군보다 8자 뛰기 검사, 기능적 뻗기 검사에서 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 이러한 결과를 보았을 때 경사대를 이용한 훈련은 건강한 성인의 동적 균형에 변화가 있음으로서 균형 능력이 향상되는 것을 알 수 있었다. 따라서, 경사대를 이용한 균형 훈련이 균형 향상을 위해 고려되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 이명모, 박대성. 앉았다 일어서기 동작 수행 시 발목 관절 각도에 따른 근 활성도 및 역학적 부하량의 비교. 대한물리의학회지. 2017;12(4): 113-122.
- 여상석, 권중원, 김중선. 발목관절의 각도가 무릎관절 펌근의 근활성도에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2009;4(1):15-21.
- 조용호, 최진호. 여성 노인의 발목 각도에 따른 하지 근육의 근활성도 변화. 대한물리치료학회지. 2009;21(4):57-63.
- 한진태. 경사로 오르기와 내리기 동안 압력중심 이동 경로와 족저압 비교. 대한물리치료학회지. 2010;22(5):77-82.
- Alexander, K. M., LaPier, T. L. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(6):378-383.
- Caffrey, E., Docherty, C. L., Schrader, J., Klossner, J. The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(11):799-806.
- Carr, J. H., Shepherd, R. B. (2003) *Stroke rehabilitation.* London. Butterworth-Heinemann.
- Dhvani, N. S., Annamma, V. Effect of core stability training on dynamic balance in healthy young adults. *Int J Physiother.* 2014;1(4):187-194.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., Studenski, S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45(6):M192-197.
- Franklin, D. W., Osu, R., Burdet, E., Kawato, M., Milner, T. E. Adaptation to stable and unstable dynamics achieved by combined impedance control and inverse dynamics model. *J Neurophysiol.*

2003;90(5):3270-3282.

Ghez, C. (1991) Posture. In: kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM (eds) Principles of neural science, 3rd edn. Appleton and Lange, Norwalk, CT:596-608.

Gribble, P. A., Hertel. J., Denegat, C. R., Buckley, W. E. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *J Athl Train.* 2004;39(4):321-329.

Han, J. S., Cho, W. S., Lim, J. H. The effects of pilates mat exercise on trunk muscle thickness and balance. *J Kor Phys Ther.* 2017;29(4):201-206.

Kauffman, T. L. (1999) Geriatric Rehabilitation manual. Philadelphia, Churchill Livingstone.

Lord, S. R., Clark, R. D. Simple physiological and clinical tests for the accurate prediction of falling in older people. *Gerontology.* 1996;42(4):199-203.

Nam, H. C., Cha, H. G., Kim, M. K. The effects of exercising on an unstable surface on the gait and balance ability of normal adults. *J Phys Ther Sci,* 2016;28(7):2102-2104.

Ortiz, A., Olson, S., Libby, C. L. Kwon, Y. H., Trudelle-Jackson, E. Kinematic and kinetic reliability of two jumping and landing physical performance tasks in young adult women. *N Am J Sports Phys Ther.* 2007;2(2):102-104.

Souza, R. M., Rodacki, A. L. F. Gait analysis on incline and decline surfaces of adult and elderly women with different volume of weekly activities. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(4):256-260.

Sutherland, D. H., Hagy, J. L. Measurement of gait movements from motion picture film. *J Bone Joint Surg Am.* 1972;54(4):87-797.

Winter, D. A., Patla, A. E., Frank, J. S. Assessment of balance control in humans. *Medical Progress though Technology.* 1990;16(1-2):31-51.

논문접수일(Date Received) : 2018년 11월 27일
 논문수정일(Date Revised) : 2018년 12월 14일
 논문게재승인일(Date Accepted) : 2018년 12월 24일

부록 1. 표

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=20)

	경사대군 (n=8)	평지군 (n=8)
나이 (year)	20.80±1.99 ^a	23.50±3.75
성별 (male/female)	5/5	4/6
신장 (cm)	167.08±9.29	163.90±8.24
체중 (kg)	59.80±15.73	56.90±11.02

^a평균±표준편차

표 2. 중재 전·후 한 발로 8자 뛰기 검사 변화 비교. (sec)

	경사대군 (n=10)	평지군 (n=10)	t(p)
실험 전	13.751±1.762 ^a	14.292±2.337	.567(.584)
실험 후	11.243±1.330	13.734±1.692	
전후 차	2.509±1.135	0.811±0.611	.001(-4.162)*
p	.000*	.073	

^a평균±표준편차

*P<.05

표 3. 중재 전·후 한 발로 위아래 뛰기 검사 변화 비교. (sec)

	경사대군 (n=10)	평지군 (n=10)	t(p)
실험 전	13.746±3.380 ^a	18.072±10.038	.223(1.292)
실험 후	10.491±2.343	15.779±8.205	
전후 차	3.255±1.488	2.728±2.102	.527(-.647)
p	.000*	.022*	

^a평균±표준편차

*P<.05

표 4. 중재 전·후 기능적 뺨기 검사 변화 비교. (cm)

	경사대군 (n=10)	평지군 (n=10)	t(p)
실험 전	39,740±7.997 ^a	40.500±9.614	.850(.192)
실험 후	45.920±5.900	40.680±7.878	
전후 차	6.180±4.514	2.140±3.055	.032(-2.344)*
p	.002*	.884	

^a평균±표준편차

*p<.05

부록 2. 그림



그림 1. 한발서기



그림 3. 한 발 스쿼드



그림 2. 제자리 걷기