한국보바스학회지 제13권 제1호
J Korean Bobath Assoc Vol. 13, No. 1, 2008

균형도구 훈련이 20대 정상인의 정적 균형력에 미치는 영향

김경모 · 박용호 · 박현선 · 성한나 · 윤소영 · 이고은 · 조예림 · 최영미 · 한지연
부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

The Effects of Balance Tools Training for Static Stability in Normal Adults at Age 20 Years

Kyoung-Mo Kim · Yong-Ho Park · Hyun-sun Park · Han-Na Sung
So-Young Yun · Ko-Eun Lee · Ye-Rim Jo · Young-Mi Choi · Ji-Yeon Han
Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

Abstract

Background and Purpose: The purpose of this study is to identify the effects of balance tools training for stability in normal adults at age 20 years.

Subjects and Methods: The subjects of this study were recruited from Catholic university of Pusan 16 students satisfying requirement for this study. They were randomly assigned to participate in 2 times a day: 3 days a week balance tools training group or to not participate in the group. The balance tools training is performed for 4weeks on a Dynair Ball Cushion, it is 5 minutes a session, 2 times a day, 3 days a week, aimed to standing balanced with legs. Measured with BIODEX balance system and the data were analyzed by Mann-Whitney U test between control group and experimental group, and by Wilcoxon signed rank test between pre-training and post-training.

Results: In the experimental group, there were significant improvement after the training in the overall stability index of static stability, anterior/posterior stability index of static stability, Medial/lateral stability index of static stability. In the control group, significant improvement were not founded between pre-training and post-training.

Key words: balance, static stability, TOGU, Dynair ball cushion

Ⅰ. 서 론

현대 사회는 급속한 기계 문명의 발달로, 생활 양식에 많은 변화를 가져왔다. 그 중에서도 생활의 자동화로 인한 운동부족, 칼로리의 과잉 섭취 및 산업화에 따른 스트레스 등은 하지의 약화를 초래하는 결과를 낳게 되어 균형능력의 저하 등 생활습관 질병의 발병률을 증가시키고 있다. 이러한 요인들은 국민의 건강을 위협하는 새로운 사회 문제로 대두되고 있다(김완수, 2005).

균형은 일상생활의 모든 동작수행에 중요한 영향을 주며 신체를 평형상태로 유지시키는 능력 즉, 바른 자세로 그 기저면(base of support, BOS) 위에서 중력중심(center of gravity, COG)을 유지하는 능력을 말한다(Cohen et al., 1993). 균형을 유지하는 능력은 기능적 독립성(functional independence)을 이루는 보행(Turnbull et al., 1995)과도 밀접한 관계가 있으므로 일상생활활동을 기능적으로 수행하기 위해 매우 중요한 요소라고 할 수 있다. 이러한 균형은 일반적으로 정적 균형과 동적 균형으로 나눌 수 있는데, 정적 균형은 신체가 움직이지 않는 상태에서 중력 중심을 지지기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 능력이며, 동적 균형은 신체가 움직이는 동안 중력 중심을 기저면 내에 두면

서 원하는 자세를 유지할 수 있는 능력이다(배성수 등, 1992).

이러한 신체의 균형 조절에 중요하게 작용하는 감각계는 전정계, 시각 및 체감각이 있다(Cheng et al., 2001). 신체가 균형을 유지하기 위해서는 신체의 기저면 내에 체중의 COG가 연속성을 가지고 유지되어야 하는데, 이를 위해서는 정상적인 입력과 고위중추에서의 적절한 통합조절이 요구된다(Horak, 1987).

자동적 자세 반응(automatic postural response)에서 서술된 협력적 구성은 7~10세 전까지 계속되고, 이때쯤 성인과 같은 반응을 보이는데 성인과 아동에게서 알려진 자동적 자세 반응은 유일하게 기립자세를 조절하는 것이 신경계라기보다는 다양한 하위 시스템들(운동, 감각, 골격)이 균형조절에 기여 한다고 했다(Shumway-Cook, 1989). 자동적 자세반응에 추가하여 선행적 자세조절(anticipatory postural control)은 과제 지향적이고 목표 지향적인 운동생성을 필요로 하고 선행적 자세조절을 하는 동안 자세반응은 수의적 운동을 위하여 필요한 피드포워드(feedforward) 제어와 결합 한다고 했다. 선행적 자세 조절에 초점을 맞춘 연구들을 통하여, 근 활성 패턴들은 특정 운동상황에 의존한다는 것을 알게 되었는데, 팔을 펴고 굽히는 과제를 하는 동안 자세 유지 근육들과 팔 근육들의 활성 시기를 연구하였는데 자세 근육들의 동원 순서는 비슷한 근 수축 시기와 함께 자동 반응에서 사용된 구성과 같았고 주동근들은 자세 유지 근육들의 수축 이후에 수축 되었다고 보고하였다(Cordo et al., 1982).

균형을 향상시키기 위한 훈련 프로그램에는 유산소 운동, 근력 그리고 균형 훈련으로 나눌 수 있는데 균형훈련 프로그램의 첫 번째 형태는 안정성 향상의 방법으로서 일반적인 유산소 훈련에 초점을 두는 경우이며, 훈련 프로그램의 두 번째 형태는 균형을 향상시키기 위한 근력 훈련을 강조하며, 세 번째 형태는 균형 훈련 프로토콜을 사용하여 각각 다른 감각 입력을 사용하여 균형을 향상시키는 방법이다(Shumway-Cook and Woollacott, 1995).

이와 같이 균형능력은 일상생활에 참여하는데 중요한 요소로서 작용한다. 그러나 훈련용 볼 위에서의 서기훈련이 정적균형에 미치는 효과에 관한 연구는 드문 실정이다. 본 연구는 임상에서 많이 사용하는 균형수행훈련을 통해 20대 정상 성인의 정적 균형수행능력에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 부산에 위치한 C대학교 물리치료학과에 재학 중인 20대 정상 성인 가운데 양하지에 관련하여 정형 및 신경외과적 손상이나 질환이 없는 자, 외과적 수술을 받은 경험이 없는 자, 전정감각에 이상이 없는 자, 시각적으로 장애가 없는 자, 심한 운동으로 근육이 피로하지 않은 상태에 있는 자를 기준으로 하여 이 기준을 근거로 본 연구에 충족되는 남녀 16명을 선정하여 연구의 목적을 설명한 후, 2008년 3월 4일부터 4월 12일까지 실험을 실시하였다.

남녀 대상자 16명을 무작위로 8명씩 실험군과 대조군으로 분류하였다. 실험군은 일상생활을 자유롭게 하면서 4주 동안 하루 2회, 1주일에 3회로 정해진 시간에 맞추어 균형수행훈련을 실시하였다. 대조군은 균형수행훈련에 참여하지 않지만 일상생활을 자유롭게 하였다.

2. 운동프로그램

본 연구의 실험은 실내온도와 주위 환경을 연구 대상자가 편하게 만들고 연구 대상자의 복장은 가능한 편안한 차림으로 시행하였다. 연구 대상자들은 실험의 특수한 목적에 대하여 훈련이나 검사를 받은 적이 없고, 실험 장치에 대한 사전 경험이 없는 자로 하였다. 그리고 개개인에게 연구의 목적과 실험방법에 대해 설명을 하고 연구 보조원이 연구 대상자에게 순조로운 진행과 실험 절차를 알려주기 위해 시범을 보인 후 시행하였다.

균형수행훈련은 4주 동안 Dynair Ball Cushion 위에서 1세션당 5분씩 하루에 2번, 일주일에 3

일, 4주간 시행했고 양측 발로 서서 균형 잡기를 목표로 했다

3. 연구도구 및 측정방법

균형수행훈련은 Dynair Ball Cushion을 이용하여 균형훈련을 실시하였다(그림 1). 대상자의 정적 균형수행능력을 측정하기 위해 BIODEX Balance System을 이용하였다(그림 2). 안정성 수준은 풋 플레이트 폼의 안정성(stability)을 의미하는 것이며, 잠김 상태(locked)인 풋 플레이트 폼은 고정된 상태를 의미한다. 풋 플레이트 폼이 '8'에 설정 된 것은 약간 풀려진 상태이고, '1'에 설정된 것은 완전히 풀려진 상태를 의미한다. 안정성 설정(stability setting)을 8에서 1까지 해 놓으면 풋 플레이트 폼이 최고 20°까지 방향에 관계없이 움직인다.

검사하기 전 피험자의 중심점을 맞추기 위해서는 풋 플레이트 폼이 5°이내에서 움직이도록 설정하여야 한다. 본 실험에서는 대조군과 실험군의 측정 파러미터를 측정 시작과 측정 종료시 모두 "3"으로 설정하였다.

전체 안정성(overall stability index)은 풋 플레이트 폼의 전체적인 이탈 변화를 의미하고, 전·후 안정성(anterior/posterior stability index)은 시상면에서의 변화, 내·외 안정성(medial/lateral stability index)은 전두면의 변화를 의미한다.

본 연구의 선 자세 균형, 즉 안정성 한계는 서 있는 상태에서 균형능력 상태를 유지할 수 있는 최대 각으로 정의하였다. 만약 안정성 한계를 초과하게 되면 주춤하거나 넘어지는 일이 지속적으로 일어나게 되는데 일반적으로 성인의 경우는 전방으로 8°, 후방으로 4°, 외측으로 16°정도의 한계각을 가진다. 본 연구의 균형능력 측정에 사용된 기기는 이러한 생체역학에 기준하여 중심으로부터 벗어난 평균 각도를 측정하여 이것을 안정성 수치화한 것이다.

두발 정적 기립시 균형능력을 측정하기 위하여 피검자가 불안정한 발판에 올라서기 전에 풋 플레이트 폼의 잠김 상태를 3으로 설정한 후에 맨발로 발판 위에 서게 했다. 이때 피검자사자의 양팔은 가슴에 교차시킨 자세를 취하도록 하였고 피검사자의 시선 정면에 위치한 모니터에 나타난 포인트를 보며 중앙위치를 유지하도록 한 후 1분간 측정하였다. 측정시작 후 1분이 지나면 자동으로 측정이 종료되며 BIODEX 측정기기는 피검사자의 측정 세부사항을 기록하게 된다. 검사자는 기록된 데이터를 포괄적 보고서 형식으로 출력 후 결과를 확인하였다.

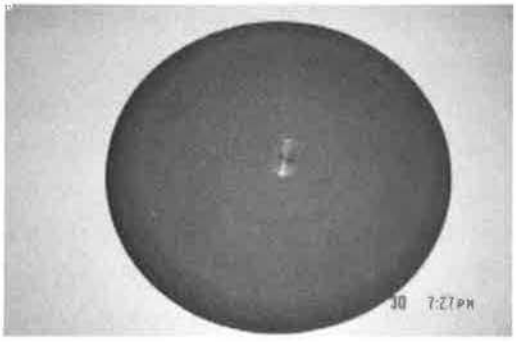

그림 1. Dynair Ball Cushion

그림 2. BIODEX Balance System

4. 자료 처리

본 연구의 모든 실험 자료들은 SPSS Win Ver. 14.0을 이용하여 통계처리 하였다. 연구 대상자의 일반적인 특징은 평균값을 구하였고, 실험군과 대조군을 운동 전, 운동 4주 시행한 후에 BIODEX balance system을 이용하여 균형능력을 측정하였다. 실험 집단 내의 사전·사후간 차이를 비교하기 위하여 Wilcoxon 부호 순위 검정을 실시하였고, 실험 집단 간 변화량을 알아보기 위하여 Mann-Whitney U-test를 실시하였다. 통계학적 유의수준은 α=0.05로 정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자 중 남자가 6명(37.5%), 여자는 10명(62.5%)이었고, 실험군의 평균 체중은 68.25kg, 평균 신장은 167.00cm였다. 대조군의 평균 체중은 56.88kg, 평균 신장은 166.25cm였다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=16)

연 구	체 중	신 장
대조군(n=8)	68.2500	167.00
실험군(n=8)	56.8750	166.25

2. 전체 안정성의 변화

대조군의 실험 전 전체 안정성의 평균은 4.91이었고 실험군의 실험 전 전체 안정성의 평균은 4.31이었다. 통계학적으로 대조군과 실험군의 실험 전 전체 안정성의 평균은 유의한 차이를 보이지 않았다(p=.574). 그러나 대조군의 실험 후 전체 안정성의 평균은 5.90이였고 실험군의 운동 프로그램 적용 4주 후 전체 안정성의 평균은 2.96이었다. 통계학적으로 대조군과 실험군의 실험 후 전체 안정성의 평균은 유의한 차이를 보였다(p=.001)(표 2). 또한 동일 그룹의 실험 전-후 비교는 전체 안정성에서 대조군은 유의한 차이를 보이지 않았으나 실험군은 유의한 차이를 보였다(p=.012).

표 2. 전체 안정성 비교 (평균±표준편차)

	대조군	실험군	Z	p
실험 전	4.91±1.89	4.31±1.07	-0.632	0.574
실험 후	5.90±1.24	2.96±1.14	-3.048	0.001

3. 전·후 안정성의 변화

대조군의 실험 전 전·후 안정성의 평균은 4.12이였고 실험군의 실험 전 전·후 안정성의 평균은 3.59이었다. 통계학적으로 대조군과 실험군의 실험 전 전·후 안정성의 평균은 유의한 차이를 보이지 않았다(p=.574). 그러나 대조군의 실험 후 전·후 안정성의 평균은 4.92이였고 실험군의 실험 후 전·후 안정성의 평균은 2.96이었다. 통계학적으로 대조군과 실험군의 실험 후 전·후 안정성의 평균은 유의한 차이를 보였다(p=.001)(표 3). 또한 동일 그룹의 실험 전-후 비교는 전·후 안정성에서 대조군(p=.017), 실험군(p=.011) 모두 유의한 차이를 보였다.

표 3. 전-후 안정성 비교 (평균±표준편차)

	대조군	실험군	Z	p
실험전	4.12±1.63	3.59±1.04	-.631	0.574
실험후	4.92±1.24	2.48±0.95	-3.059	0.001

4. 내·외 안정성의 변화

대조군의 실험 전 내·외 안정성의 평균은 2.85이었고 실험군의 실험 전 내·외 안정성의 평균은 2.60이었다. 통계학적으로 대조군과 실험군의 실험 전 내·외 안정성의 평균은 유의한 차이를 보이지 않았다(p=.878). 대조군의 실험 후 내·외 안정성의 평균은 3.49이었고 실험군의 운동 프로그램 적용 4주 후 내·외 안정성의 평균은 1.81이었다. 통계학적으로 대조군과 실험군의 실험 후 내·외 안정성의 평균은 유의한 차이를 보였다(p=.000)(표 4). 또한 동일 그룹의 실험 전-후 비교는 내·외 안정성에서 대조군, 실험군 모두 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 4. 내-외 안정성 비교 (평균±표준편차)

	대조군	실험군	Z	p
실험 전	2.85±1.16	2.60±0.59	-0.158	0.878
실험 후	3.49±0.76	1.81±0.69	-3.268	0.000

IV. 고 찰

균형은 모든 동작수행에 중요한 영향을 주며 신체를 평형상태로 유지시키는 능력 즉, 바른 자세로 그 기저면 위에서 중력중심을 유지하는 능력을 말한다(O'Sullivan, 2000). 또는 인간이 일상생활을 영위해 나가거나 목적 있는 활동을 수행하는데 가장 기본이 되는 필수적인 요소이며, 안정성을 지속적으로 유지하는 과정을 의미

하기도 한다.

이러한 균형에 영향을 주는 요인은 크게 근골격계 요인과 신경학적 요인으로 나눌 수 있다. 근골격계 요인은 자세정렬이나 근골격계의 유연성이 균형에 영향을 주는 것을 말하며, 특히 그 중에서도 하지의 안정성에 크게 영향을 받고 있다. 신경학적 요인은 감각처리과정, 중추신경계의 통합 및 운동 프로그램을 만들어 신체가 움직일 수 있도록 하는 것과 근력, 지구력 등에 의하여 균형조절에 영향을 주는 것을 말한다.

Gardner와 Gray(1968)는 근골격계 요인 중 족관절 주위의 인대와 관절낭에 비복신경, 경골신경, 비골신경에서 분지되는 신경 섬유들이 분포한다는 것을 밝혔고, Freeman 등(1965)은 족부 내반 염좌 시 족관절 주위의 인대와 관절낭에 분포되어 있는 기계적 수용체의 손상을 가져오고 이는 관절의 탈구심성 회로의 손상과 함께 협조운동의 기능장애를 일으켜 기능적 불안정성을 야기시킨다고 이론화하였다.

임상에서 정적 균형의 만성 불안정성을 내재하고 있는 환자의 치료방법에 대해 지금까지는 불안정에 따른 보행시 동반되는 통증 감소 및 보행 기능 향상에 집중되어졌다. 임상에서의 환자뿐만 아니라 하지에 대해 특이한 병력을 가지지 않은 일반인에 대해서도 현대사회에서 교통수단 등을 이용함에 따르는 하지의 약화 및 불안정성의 증가로 인한 정적 균형 능력의 저하를 감소시키기 위해 다각도로 논의되고 있다. 이에 본 연구에서는 균형수행도구를 사용한 인위적 불안정성 환경을 조성함으로써 Dynair Ball Cushion 위에서 갑작스러운 위치 변화를 유도하여 고유수용감각을 자극하도록 한 후, 반사적으로 족관절 주위근을 수축시켜 신체의 안정성을 유지하게 하였다. 실험에 앞서 균형에 영행을 줄 수 있는 환경적인 요인과 생리학적 요인을 최소화하기 위하여 실험실을 조용하고 따뜻하게 유지하였으며, 대상자의 복장은 간편하게 하였다. 대상자가 고개를 똑바로 하여 약 30cm전방의 모니터를 보도록 지시하여 진정 및 시각 되먹임 효과를 조절하였으며 양팔을 가슴에 교차시켜 대상자가 팔운동으로 균형을 조절하는 것을 최소화 시킨 후 능동적인 균형수행훈련을 적용 후 4주간의 시차를 두고 대조군과 실험군 사이 간에 차이를 비교 분석하였다.

본 연구의 결과에서 양하지에 대해 병적 과거력이 없는 20대 정상 성인에게 균형수행훈련을 적용한 결과, 실험군과 대조군에서 전체 안정성의 평균과 전·후 안정성의 평균, 그리고 내·외 안정성의 평균이 모두 대조군에서는 운동 적용 이전과 유의한 차이가 없는 반면, 실험군에서는 유의한 차이를 보였다.

본 연구를 시행하는데 있어 실험군과 대조군 대상자의 부족과 불충분한 운동 프로그램은 충분한 결론을 내리는 것에 대한 기대치를 만족시키지 못했고, BIODEX를 이용한 측정시간도 1분으로 설정되어 장시간의 정적 균형력 측정에 대해 완전한 해답을 던져주지는 못했다. 이러한 이유로 연구의 결과를 일반화시키기에는 어려움이 있었고, 따라서 차후 이러한 한계점을 극복하기 위해서는 균형수행도구를 이용한 하지 운동 프로그램의 세부적인 계획을 재구성하고 양 하지 정적 균형력 만이 아닌 측면 하지의 정적 균형력 및 나아가서 동적 균형력 또한 실험 범주에 포함할 것을 고려하여야 할 것이라 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 균형수행훈련이 정적 균형력에 미치는 영향에 대해 알아보기 위하여 2008년 3월 4일부터 2008년 4월 12일까지 4주간 부산에 위치한 C대학교 물리치료학과 재학생 중 총 16명을 대상으로 연구를 실시하였다. 균형수행훈련을 위해 Dynair Ball Cushion을 사용하였고, 균형력 측정을 위해 BIODEX Balance System을 사용하였으며 SPSS Windows Ver. 14.0으로 자료들을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 운동프로그램 수행결과 정적 균형능력의 전체 안정성 항목은 실험 후 값에서 두 그룹간 유의한 차이를 보였고, 그룹 내 전-후 비교는 실험

군이 유의한 차이를 보였다.

2. 운동프로그램 수행결과 정적균형능력의 전-후 안정성 항목은 실험 후 값에서 두 그룹간 유의한 차이를 보였고, 그룹 내 전-후 비교는 두 그룹 모두 유의한 차이를 보였다.
3. 운동프로그램 수행결과 정적균형능력의 내-외 안정성 항목은 실험 후 값에서 두 그룹간 유의한 차이를 보였고, 그룹 내 전-후 비교는 모두 유의한 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과로 볼 때 Dynair Ball Cushion을 이용한 균형수행훈련의 적용은 20대 정상 성인의 정적 균형력에 영향을 주었는데, 운동하지 않은 대조군은 유의한 차이가 없었으며, 실험군에서만 유의한 차이를 나타내는 것으로 보아 운동이 균형력에 영향을 준 것으로 볼 수 있다. 그러나 내-외 안정성에서는 그룹 간 차이만 있을 뿐 그룹 내 실험 전-후 차이는 없었다. 이는 대상자 수가 적어서 생기는 오류로 생각된다. 또한 실험기간이 4주간으로 한정되어 동적 균형력이나 다른 자세에서의 균형력은 연구범위에 포함하지 못하여 아직은 완전하지 못하다고 여겨지며 차후 이 연구를 기초로 하여 하지의 부분별 트레이닝이 필요한 대상에게 적용시 효과가 있을 것으로 생각되므로 이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

김완수. 임상운동처방론. 행정자치부. 건강증진 운동교육과정 교재. 2005.

배성수, 김한수, 이현옥 등. 인체의 운동. 현문사. 1992;182-190.

Cheng PT, Wu SH, Liau MY et al. Symmetrical body weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1650-1654.

Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther.* 1993;346-354.

Cordo P, Nashner LM. Properties of postural adjustments associated with rapid arm movement. *J Neurophysiol.* 1982;841-853.

Freeman MAR, Dean, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg.* 1965;678-685.

Gardner E, Gray DJ. The innervation of the joint of the foot. *Anat Rec.* 1968;141-148.

Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther.* 1987;1981-1985.

O'Sullivan. Physical rehabilitation: Assessment and treatment 4th ed, Philadelphia, FA Davis Co. 2000.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control theory & practical applications. Baltimore Williams & Wilkins. 1995.

Shumway-Cook A. Equilibrium deficits in children, In: Woollacott M, Shumway-Cook A, 2nd eds. The development of postural and gait across the lifespon. Columbia, SC: University of South Carolina press. 1989;79-125.

Turnbull GI, Charteris J, Wall JC. A comparison of the range of walking speeds between normal and hemiplegia subjects. *Scand J Rehabil Med.* 1995;175-182.