

비체중지지자세에서의 수동적 발목 발등굽힘과 동적균형검사 수행력의 상관관계

박준상^{1,2}, 양노열³, 권오윤^{4,5}

¹(주)한국델파이 노경협력팀 건강증진센터, ²연세대학교 대학원 물리치료학과, ³(주)위드알앤에이 연구개발부,
⁴연세대학교 보건과학대학 물리치료학과, ⁵연세대학교 보건환경대학원 인간공학치료학과

The Relationship Between Passive Ankle Dorsiflexion With a Non-Weight Bearing Condition and the Performance of the Dynamic Balance Test

Jun-sang Park^{1,2}, MSc, PT, No-yul Yang³, PhD, OT, Oh-yun Kwon^{4,5}, PhD, PT

¹Health Care Center, Labor Relations, Korea Delphi Automotive Systems Corporation

²Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Yonsei University

³Dept. of Research and Development, With Rehabilitation & Assistive Technology

⁴Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University

⁵Dept. of Ergonomic Therapy, The Graduate School of Health and Environment, Yonsei University

Abstract

The purpose of this study was to examine the relationships between the ankle dorsiflexion passive range of motion (DF PROM) under a non-weight bearing condition and the normalized reach distance in three directions of the Y-Balance Test (YBT). Sixty-one healthy adults (32 males and 29 females, age: 23.0±3.0 years, height: 169.3±8.9 cm, weight: 61.9±5.4 kg) participated in this study. The ankle DF PROM was measured using a goniometer. To assess dynamic balance, all subjects performed three trials to determine the maximum lower extremity reach in the anterior, posteromedial, and posterolateral directions of the YBT. The relationship between the ankle DF PROM and both the normalized reach distance in each direction and the composite score of the YBT were analyzed using the Pearson correlation. Only the normalized reach distance in the anterior direction of the YBT was significantly related to the ankle DF PROM measured under a non-weight bearing condition ($r=.50$, $p<.001$). Neither the normalized reach distances in the posterior directions nor the composite score of the YBT were significantly correlated with the ankle DF PROM measured under a non-weight bearing condition. These findings suggest that ankle DF PROM does not affect the overall dynamic balance of the lower extremity, with only the anterior dynamic balance affected among the three directions.

Key Words: Ankle stability; Dynamic balance; Excursion balance test; Postural control.

I. 서론

발목관절(talocrural joint)은 자유도 1인 경첩관절(hinge joint)로 중립위치에서 발등굽힘(dorsiflexion) 20°, 발바닥굽힘(plantarflexion) 30°~50°의 정상 운동범

위를 가진다(Milner 등, 1973). 하지만 돌림축이 가쪽에서 안쪽으로 목말뼈와 양 복사를 지나갈 때 약간 위쪽과 앞쪽으로 기울어져 있기 때문에 발등굽힘은 약간의 벌림(abduction) 및 가쪽돌림(eversion)과 연관이 있으며, 발바닥굽힘은 약간의 모음(adduction) 및 안쪽돌림

Corresponding author: Oh-yun Kwon kwonoy@yonsei.ac.kr

(inversion)이 동반된다(Neumann, 2009). 발등굽힘을 포함한 발목의 모든 움직임은 발과 지면 사이의 상호작용을 조절하므로 걷기와 균형에 필수적인 요소이다. 이러한 기능적 활동을 수행하기 위해서는 최소 10° 이상의 발등굽힘 관절가동범위를 만족하여야 한다(Wolfson 등, 1993). 그러나 현대사회에서는 하이힐과 같은 높은 굽 사용이 만성 발바닥굽힘 변형을 증가시키고 체중을 발의 앞쪽으로 집중시켜 신체 배열을 변화시킨다(Snow 등, 1992). Son 등(2007)은 이런 변화된 신체정렬이 장딴지근의 단축과 앞장근의 이완을 초래하고, Wolfson 등(1993)은 그 결과 발목 관절가동범위의 제한 및 동적균형능력의 상실을 초래한다고 하였다.

동적균형(dynamic balance)은 신체가 움직이는 동안 무게 중심을 지지 기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 능력이다(Wade와 Jones, 1997). 동적균형능력 측정 방법으로는 Timed Up & Go test(TUG), 버그균형척도(Berg Balance Scale), Star Excursion Balance Test(SEBT), Y-Balance Test(YBT)와 같은 평가도구가 있다(Berg 등, 1992; Duncan 등, 1990; Podsiadlo와 Richardson, 1991). TUG는 평평한 바닥에 팔걸이가 있는 의자를 놓고 앉은 다음 일어난 후 3 m 거리를 왕복하여 의자에 다시 앉는 동안 소요된 시간만을 측정하는 검사로 기본적인 운동성과 균형을 빠르게 측정할 수 있지만 일정시간동안의 보행 이동 중 균형을 유지하는 능력과 같이 균형의 일부분만 한정적으로 측정할 수밖에 없다. 버그균형척도는 정적 균형능력과 동적 균형능력을 평가하는 척도로 크게 앉기, 서기, 자세 변화의 3개 영역의 14개의 항목으로 구성되어 있으며 기본적인 활동 동안 균형능력을 평가하며 천장효과가 나타날 위험성이 크기 때문에 측정도구의 변별력이 감소된다(de Oliveira 등, 2008; Hatch 등, 2003; Mao 등, 2002; Salbach 등, 2001). SEBT는 하지의 근력, 유연성, 고유수용성감각을 필요로 하는 동적 검사로 운동 수행력(physical performance)을 평가하고, 만성 발목 불안정성과 운동선수에게서 하지부상의 큰 위험성이 있는지를 알아보기 위해 자주 사용되는 동적균형능력 측정 방법으로 45°씩 8개의 선을 그어 중심에 검사 다리를 두고 반대쪽 다리를 최대한 뻗어 도달 거리를 측정하는 동적균형능력 검사도구이다(Coughlan 등, 2012; Plisky 등, 2009). 하지만 SEBT는 과정이 복잡하며 평가결과가 정량적이지 않다는 단점이 있다(Shin 등, 2011). 반면 YBT는 8 방향을 측정하는 SEBT에 비해 전방, 뒀안쪽, 뒀가쪽의 세 가지

방향만을 수행하여 반복성을 높이고, 검사시간이 적게 소요되며, 높은 등급[intraclass correlation coefficient (ICC)=.88~.99]의 평가자간 신뢰도(intrarater reliability)를 지니고 있기 때문에 효율적인 검사방법으로써 언급되고 있다(Coughlan 등, 2012; Plisky 등, 2009; Shaffer 등, 2013). 또한 YBT의 신뢰도가 SEBT보다 더 높게 나오는데 그 이유는 기존 연구에서 SEBT가 다양한 프로토콜(지면에 닿는 발의 위치, 바닥에 뻗는 다리를 데거나 공중에 든 채로 측정하는 등)로 측정되는 반면, YBT는 정형화된 키트의 사용으로 그러한 오류를 줄여주기 때문에 보다 신뢰도가 높다고 하였다(Plisky 등, 2009).

Hoch 등(2011)은 체중지지자세에서 발목 발등굽힘의 관절가동범위와 SEBT를 이용하여 앞쪽, 뒀안쪽, 뒀가쪽 방향의 도달 거리(reaching distance)를 측정하여 이 둘의 상관성을 살펴보았다. 그 결과, 체중지지자세의 발목 발등굽힘 관절가동범위는 SEBT 앞쪽 도달 거리와 유의한 상관관계를 보였다. 그러므로 SEBT의 앞쪽 방향 도달 거리는 발목 발등굽힘의 관절가동범위가 제한된 대상자들의 동적균형을 평가하는 임상적 척도로서 가치가 있을 것으로 생각된다. 또한 비체중지지자세에서의 발목 발등굽힘 범위는 SEBT의 앞쪽 도달거리에 영향을 줄 수 있는 요인 중 하나일 뿐 아니라 비체중지지자세에서의 발목 발등굽힘 범위는 외상 또는 수술의 과거력을 지닌 환자에게도 측정할 수 있으므로(Bennell 등, 1998) 발목관절에 제한이 있는 대상자의 동적균형능력 검사 시 임상적으로 참고자료로 활용할 수 있다고 할 수 있다.

현재 SEBT와 같이 정량적으로 동적균형을 평가하는 검사에 대한 연구가 부족하고, 선행 연구에서는 체중지지자세에서의 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 관련된 연구가 대부분이었다. 따라서 체중지지자세뿐 아니라 비체중지지자세에서의 발목 발등굽힘 관절가동범위와 SEBT의 도달거리 간의 상관관계를 알아볼 필요가 있다. 본 연구에서는 YBT를 이용하여 비체중지지자세에서의 수동적 발목 발등굽힘과 동적균형능력 수행력의 상관관계를 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구를 위해 목적과 방법에 대하여 실험 전에 충분히 설명한 후 실험 참여에 동의한 건강한 성인 남녀

61명을 대상으로 실시하였다(남성 32명, 여성 29명). 현재 발목에 신경학적 혹은 정형외과적 문제가 있는 사람, 과거 6개월 동안 발목에 염좌, 골절의 부상을 경험했던 사람, 전정기관 장애가 있거나 두통 및 어지러움을 호소하는 사람은 연구에서 제외시켰다. 연구대상자의 평균 연령은 23.0세, 평균 신장은 169.3 cm, 평균 체중은 61.9 kg이었고, 대상자 61명 모두 우세발이 오른 발이었다(Table 1).

2. 실험도구

가. YBT 키트

YBT 키트(Functional Movement Systems, Danville, VA, USA)는 앞쪽, 뒤안쪽, 뒤가쪽의 세 방향을 가지는 파이프(PVC pipe)와 하나의 지지대(plate)로 구성되어 있다. 뒤안쪽, 뒤가쪽 방향의 파이프는 90°의 각도를 이루고, 앞쪽 방향과 뒤쪽 방향의 파이프는 135°의 각도를 이룬다. 각각의 파이프는 5 mm 단위로 거리가 표시되어 있어 거리를 수량화 할 수 있다. 세 개의 파이프 위에는 지침판(indicator)이 있어 거리를 각 방향으로 손쉽게 측정가능하다. 대상자들은 교차점 중앙에 한 발을 두고 나머지 다리를 세 방향으로 뻗어 중앙에서 다리를 뻗은 지점까지의 거리를 측정하였다(Plisky 등, 2009)(Figure 1).

나. 측각계(goniometer)

비체중지지자세에서의 발목 발등굽힘 측정을 위해, 90° 무릎 굽힘을 실시한 엎드린 자세(prone position)에서 측각계를 이용하여 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위를 측정하였다. 측각계는 각도를 지시하는 운동팔(moving arm)과 눈금이 있는 각도계로 구성된 고정팔(stationary arm)로 구성되어 있으며, 중앙에 축(axis)으로 연결되어 있으며 본 실험에서는 180°까지 표시된 측각계를 사용하였다. 임상에서 측각계는 발목과 목발 밑관절의 수동적 관절가동범위를 측정하는데 자주 사용되며, 측각계를 이용한 발목의 수동적 관절가동범위 측

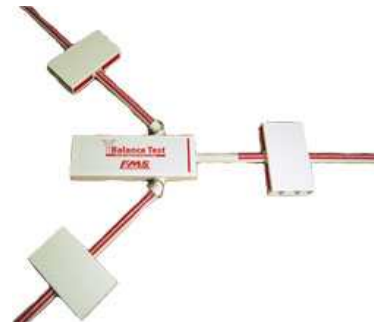


Figure 1. Y-Balance Test kit.

정은 높은 등급의 평가자내 신뢰도(intrarater reliability)[발등굽힘(ICC=.90), 발바닥굽힘(ICC=.86)] 및 중간 등급의 평가자간 신뢰도(intertester reliability)[발등굽힘(ICC=.50), 발바닥굽힘(ICC=.72)]를 보여주었다(Elveru 등, 1988).

3. 실험과정

실험 참가자는 원활한 신체 계측을 위하여 측정부위가 노출된 옷으로 갈아입도록 하였다. 먼저 다리 길이를 측정하기 위하여 비우세측 다리의 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)에서 안쪽복사뼈(medial malleolus)까지의 길이를 줄자를 이용하여 측정하였다. 다음으로 비체중지지자세에서 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위 측정하기 위하여 대상자들은 테이블 위에 엎드리고 우세측 다리의 무릎관절을 90° 굽힘 하였다. 측각계의 축은 가쪽 복사뼈(lateral malleolus)에서 1.5 cm 먼 쪽에 두고, 고정팔은 종아리뼈 머리(fibular head)를 참조하여 종아리뼈의 가쪽 중심선에 배치하였고, 운동팔은 다섯 번째 발 허리뼈(metatarsal bone)와 연결된 선에 평행하게 배치하였다. 검사자는 발바닥이 지면과 평행한 자세를 0°로 한 후 뻣뻣한 끝느낌(firm end feel)이 들 때까지 천천히 발앞부(forefoot)를 누르고 운동팔이 움직인 눈금까지의 각도를 측정하였다(Elveru 등, 1988; Fong 등, 2011).

Table 1. General characteristics of subjects

(N=61)

Variables	Total (N=61)	Male (n ₁ =32)	Female (n ₂ =29)
Age (year)	23.0±3.0 ^a	23.8±3.3	22.2±2.4
Height (cm)	169.3±8.9	175.9±6.4	161.9±4.5
Weight (kg)	61.9±5.4	69.9±10.3	52.9±6.4

^amean±standard deviation.

비체중지지에서 측정된 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 동적균형검사 수행력간의 상관관계를 알아보기 위하여 YBT 키트를 이용하여 실시하였다. 대상자들은 우세측 다리를 지지대 위에 올려두고 양손은 허리에 두었다. 반대 측 다리를 뺀 발을 지면에서 편채로 지침판을 최대한 멀리 밀고 다시 시작 위치로 되돌아오도록 대상자들에게 지시하였다. 방향은 지지 측을 발을 기준으로 앞쪽, 뒀안쪽, 뒀가쪽 방향 순으로 실시하였으며 6회 연습 후 3회 측정하였다. 정규화된 도달 거리 및 종합점수(composite score)는 다음과 같은 방법을 이용하였다.

- 1) 정규화된 도달거리=(도달거리/다리길이)×100
- 2) 종합점수=(앞쪽 도달거리+뒀안쪽 도달거리+뒀가쪽 도달거리)/(3×다리길이)

발을 뺀 후 시작 자세로 돌아오기 전에 균형을 잃고 발이 지면에 닿는 경우, 체중을 지침판 위에 지지하는 경우, 지침판을 발로 차는 경우 실패로 간주하고 재측정하였다.

4. 분석방법

비체중지지에서 측정된 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 YBT 수행력의 상관관계를 알아보기 위하여 피어슨 상관관계 분석(Pearson correlation analysis)을 실시하였다. 모든 통계처리는 SPSS ver. 18.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였고,

유의 수준은 p=.05로 설정 하였다. 상관계수(r) 값을 이용하여 두 변수간의 상관관계를 확인하였다. r값은 .69 이하를 낮은 상관관계(poor reliability), .70~.79 사이를 보통 상관관계(fair reliability), .80~.89 사이를 양호한 상관관계(good reliability), .90~.99 이상을 높은 상관관계(high reliability)로 분류하였다(Blesh, 1974).

III. 결과

1. 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 정규화된 YBT의 도달 거리에 대한 기술 통계량

비체중지지자세에서 수행된 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 정규화된 YBT의 도달 거리에 대한 기술통계량은 다음과 같다(Table 2).

2. 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 정규화된 YBT의 도달 거리에 대한 상관관계

발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 정규화된 YBT의 도달 거리에 대한 상관계수를 제시하였다 (Table 3). 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 앞쪽방향의 도달 거리만 중등도의 유의한 상관관계를 보였다(r=.50, p<.001).

Table 2. Descriptive data of the ankle DF PROM under a non-weight bearing condition and the normalized reach distance of the YBT (N=61)

Variables	Mean±SD ^a
Ankle DF PROM ^b (°)	32.77±7.09
Anterior reach distance (%)	63.01±7.27
Posteromedial reach distance (%)	105.32±10.79
Posterolateral reach distance (%)	102.72±10.57
Composite score	90.35±9.54

^amean±standard deviation, ^bdorsiflexion passive range of motion.

Table 3. Correlation of the ankle DF PROM under a non-weight bearing condition and the normalized reach distance of the YBT (N=61)

Variables	Anterior reach distance (cm)	Posteromedial reach distance (cm)	Posterolateral reach distance (cm)	Composite score
Ankle DF PROM ^a (°)	.50 ^{b*}	.15	.05	.14

^adorsiflexion passive range of motion, ^br-value, *p<.001.

IV. 고찰

본 연구의 목적은 비체중지지자세에서 측정된 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 동적균형능력 평가 도구인 YBT간의 상관관계를 알아보기 위한 것이었다. 그 결과, 비체중지지자세에서 측정된 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위는 앞쪽 도달 거리에서만 유의한 상관관계를 보였고, 뒤쪽 방향(뒤안쪽, 뒤가쪽)에서는 유의한 상관관계를 보이지 않았다. 또한 세 방향에서의 동적균형 수행력을 전체적으로 판단할 수 있는 종합점수 역시 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 YBT의 앞쪽 도달 거리 간에 유의한 상관성을 나타낸 이유를 다음과 같이 분석해 볼 수 있다. Hoch 등(2011)은 SEBT의 정규화된 앞쪽 방향 도달 거리의 분산(variance)을 체중지지자세에서 측정된 발목 발등굽힘에 의해 약 28%가량 설명될 수 있다고 보고하였다. YBT는 SEBT의 변형된 검사 방법으로써, 두 가지 검사 방법의 정규화된 앞쪽 도달거리는 유의한 상관성($r=.638\sim.781$)을 보였다(Coughlan 등, 2012). 따라서 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위는 SEBT 뿐만 아니라, YBT의 수행력에도 유의한 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다. 또한 이전 연구에서 체중지지자세와 비체중지지자세에서 측정된 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위는 유의한 상관성($r=.6$)을 지니고 있다고 보고하였으므로(Rabin 등, 2012), YBT의 수행력은 비체중지지자세에서 측정된 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위에 의해서도 영향을 받을 수 있을 것으로 생각되며, 그 결과 비체중지지자세에서 측정된 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 YBT의 앞쪽방향 도달 거리 간에 유의한 상관성($r=.50, p<.001$)이 나타난 것으로 사료된다.

본 연구에서는 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 뒤안쪽, 뒤가쪽 방향에서의 도달거리, 그리고 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 종합점수 간에 유의한 상관관계가 나타나지 않았다($p>.05$). 기존 연구에서 안쪽 방향으로 발을 뺀기 위해서는 발목의 가쪽번짐이 동반되어야 하며, 가쪽 방향으로 발을 뺀기 위해서는 발목의 안쪽번짐이 동반된다고 하였다(Cote 등, 2005). 발목의 전후 관절가동범위보다는 좌우 관절가동범위가 전체적인 동적균형능력을 나타내는 종합점수에 더 많은 영향을 미치는 것으로 생각되므로 발목 발등굽힘의 경우 앞쪽 방향에서만 유의한 상관관계를 보여주었기 때

문에 종합점수에는 큰 영향을 주지 못했다. 또한 엉덩관절 굽힘의 각도가 SEBT로 측정된 뒤안쪽 도달 거리의 분산을 약 88.6%가량 설명할 수 있고, 뒤가쪽 도달 거리의 분산을 약 94.5%가량 설명할 수 있다고 하였다(Robinson과 Gribble, 2008). SEBT를 수행하는 동안 체중지지자세의 하지 근육 근활성도를 비교한 연구에서도 무릎관절 펴근인 넵다리네갈레근 중 안쪽넓은근(vastus medialis obliquus)과 가쪽넓은근(vastus lateralis)은 8가지 방향 모두 높은 근활성도를 보인 반면, 발목 발등굽힘근 및 발바닥굽힘근은 무릎주위 근육보다 상대적으로 낮은 근활성도를 보여주었다(Earl과 Hertel, 2001). 이러한 사실들로 미루어 보아 YBT는 발목의 좌우 균형능력보다 무릎이나 엉덩관절, 몸통에 의해 더 큰 영향을 받으며, 뒤안쪽, 뒤가쪽 방향에 대한 동적균형능력은 발목 발등굽힘 외에 엉덩관절굽힘, 무릎관절굽힘, 안쪽번짐, 가쪽번짐 등의 다양한 요인들에 의해 영향을 받는다는 사실을 유추 할 수 있다. 이는 Hubbard 등(2007)이 보고한 YBT의 뒤가쪽 도달거리가 엉덩관절의 신전근력과 관계가 있으며, 뒤안쪽 도달거리는 엉덩관절의 외전근력과 관계가 있다는 연구결과에 의해 지지된다. 따라서 본 연구에서는 중립위치에서 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위만을 측정하였기 때문에 뒤안쪽, 뒤가쪽 방향에 대해 유의한 상관성이 나타나지 않은 것으로 사료된다.

Plisky 등(2006)은 고등학교 농구선수 235명의 양쪽 하지를 대상으로 YBT를 실시하였을 때 왼쪽 다리와 오른쪽 다리의 앞쪽 도달거리가 4 cm이상 차이가 난 대상자의 하지 부상이 2.5배 높았으며($p<.05$), 종합도달거리(composite reach distance)가 자기 다리길이의 94%에 미치지 못한 여학생은 하지 부상이 6.5배 높았다고 하였다($p<.05$). 본 연구에서는 YBT의 앞쪽 도달거리와 관계가 있는 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위와 동적균형능력의 상관성을 알아보고 이를 통해 하지 부상 방지를 위한 발목 발등굽힘의 기능적 중요성을 밝히고자 하는데 의의가 있다. 신체가 균형을 유지하는데 있어서 발목관절은 가장 우선적인 전략으로써 사용되기 때문에 발목관절이 동적균형에 어떤 영향을 미치는가를 알아보는 것은 중요하다. 본 연구 결과, 발목 발등굽힘의 수동적 관절범위와 앞쪽방향의 동적균형능력은 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있었고, 특히 스케이트나 스노보드와 같이 앞쪽방향의 동적균형능력이 중요하게 작용하는 스포츠 등을 수행하기 위해 발목 발등굽힘 관절가동범위의 증가가 필요하다는 사실을 뒷받침해 줄

수 있는 기초자료가 될 것이다.

본 연구의 제한점은 첫째, 뒤쪽방향(뒤안쪽, 뒤가쪽)으로 도달 거리를 측정할 때 목말밑관절에서 일어나는 안쪽번짐과 가쪽번짐을 고려하지 않았다. 둘째, 발목관절에서 일어나는 관절가동범위만을 대상으로 하였고 무릎관절, 엉덩관절 등의 다양한 관절은 고려되지 않았다. 셋째, 동적균형능력 평가도구를 YBT만 사용하였기 때문에 발목 발등굽힘 각도가 다른 평가도구에서 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구가 부족하였다. 넷째, 주로 젊은 연령층(23.0±3.0세)을 대상으로 하여 다양한 연령층에 대해 일반화하기에 제한이 있었으며, 대부분의 발목 발등굽힘 범위가 정상범위에 들어가므로 변별력에 문제가 있었다. 향후 노인층 및 발목 불안정성이 있는 사람을 대상으로 관절가동범위 및 근력과의 상관관계에 대한 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위가 클수록 동적균형능력 평가도구인 YBT의 앞쪽 방향 도달 거리가 증가할 것이라는 가설을 세웠다. 건강한 성인 남녀 61명을 대상으로 비체중지지자세에서 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위를 측정 후 YBT 키트를 이용하여 앞쪽, 뒤안쪽, 뒤가쪽 방향의 동적균형능력을 검사했으며 연구 결과는 다음과 같았다.

- 1) 발목 발등굽힘 수동적 관절가동범위는 YBT의 앞쪽 방향 도달 거리와 유의한 상관성을 보였다($r=0.50, p<0.001$),
- 2) 발목 발등굽힘 수동적 관절가동범위와 YBT의 뒤안쪽, 뒤가쪽 방향 도달 거리 및 종합점수는 유의한 상관성을 보이지 않았다($p<0.05$).

결론적으로 발목 발등굽힘의 수동적 관절가동범위는 YBT의 앞쪽 방향에 대한 동적균형능력에만 영향을 미치는 것으로 사료된다. 추후 연구에서는 YBT를 수행하는 동안 발목 관절 외 다른 관절의 대상작용을 통제하고, 다양한 연령층 및 발목 불안정성과 같은 발목관절 손상 환자를 대상으로 한 연구가 필요할 것이다.

References

Bennell KL, Talbot RC, Wajswelner H, et al.

Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother.* 1998;44(3):175-180.

Berg KO, Maki BE, Williams JI, et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(11):1073-1080.

Blesh TE. *Measurement in Physical Education.* 2nd ed. New York, The Ronald Press Co., 1974:89.

Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, et al. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train.* 2005;40(1):41-46.

Coughlan GF, Fullam K, Delahunt E, et al. A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. *J Athl Train.* 2012;47(4):366-371.

de Oliveira CB, de Medeiros IR, Frota NA, et al. Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(8):1215-1226.

Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45(6):M192-M197.

Earl JE, Hertel J. Lower-extremity muscle activation during the star excursion balance tests. *J Sport Rehabil.* 2001;10(2):93-104.

Elveru RA, Rothstein JM, Lamb RL. Goniometric reliability in a clinical setting. Subtalar and ankle joint measurements. *Phys Ther.* 1988;68(5):672-677.

Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, et al. Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train.* 2011;46(1):5-10.

Hatch J, Gill-Body KM, Portney LG. Determinants of balance confidence in community-dwelling elderly people. *Phys Ther.* 2003;83(12):1072-1079.

Hoch MC, Staton GS, McKeon PO. Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *J Sci Med Sport.* 2011;14(1):90-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2010.08.001>

- Hubbard TJ, Kramer LC, Denegar CR, et al. Correlations among multiple measures of functional and mechanical instability in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2007;42(3):361-366.
- Mao HF, Hsueh IP, Tang PF, et al. Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke.* 2002;33(4):1022-1027.
- Milner M, Dall D, McConnell VA, et al. Angle diagrams in the assessment of locomotor function. Studies on normal subjects for various speeds and some preliminary work on patients requiring total hip reconstruction (Charnley low-friction arthroplasty). *S Afr Med J.* 1973;47(22):951-957.
- Neumann DA. Ankle and foot. In: Neumann DA ed. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for rehabilitation.* 2nd ed. St Louis, Mosby, 2009.
- Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, et al. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther.* 2009;4(2):92-99.
- Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, et al. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):911-919.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2): 142-148.
- Rabin A, Kozol Z. Weightbearing and non-weightbearing ankle dorsiflexion range of motion: Are we measuring the same thing? *J Am Podiatr Med Assoc.* 2012;102(5):406-411.
- Robinson R, Gribble P. Kinematic predictors of performance on the star excursion balance test. *J Sport Rehabil.* 2008;17(4):347-357.
- Salbach NM, Mayo NE, Higgins J, et al. Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(9):1204-1212.
- Shaffer SW, Teyhen DS, Lorensen CL, et al. Y-balance test: A reliability study involving multiple raters. *Mil Med.* 2013;178(11):1264-1270. <http://dx.doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00222>
- Shin SH, Lee JW, Jeong KY, et al. Assessment of body for dynamic postural balance exercise. *J Korean Soc Precis Eng Spring Conference.* 2011;11(10):2718-2719.
- Snow RE, Williams KR, Holmes GB Jr. The effects of wearing high heeled shoes on pedal pressure in women. *Foot Ankle.* 1992;13(2):85-92.
- Son JS, Choi HS, Hwang SJ, et al. Changes of muscle length and roll-over characteristics during high-heel walking. *J Korean Soc Precis Eng.* 2007;24(12):29-35.
- Wade MG, Jones G. The role of vision and spatial orientation in the maintenance of posture. *Phys Ther.* 1997;77(6):619-628.
- Wolfson L, Whipple R, Judge J, et al. Training balance and strength in the elderly to improve function. *J Am Geriatr Soc.* 1993;41(3):341-343.

This article was received August 27, 2014, was reviewed August 30, 2014, and was accepted November 21, 2014.