

세 가지 기능적 자세에서 만성발목불안정성의 대상자와 정상인의 대둔근과 중둔근 보상적 근활성도 비교

오희주¹, 김미선², 최종덕¹

¹대전대학교 자연과학대학 물리치료학과, ²대전대학교 일반대학원 물리치료학과

A Comparison of Compensatory Muscle Activation of Gluteus Maximus and Gluteus Medius in Subjects With and Without Chronic Ankle Instability During Three Functional Postures

Hee-joo Oh¹, BHSc, PT, Mi-sun Kim², MSc, PT, Jong-duk Choi¹, PhD, PT

¹Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University

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

Abstract

The purpose of this study was to compare the change in electromyography (EMG) activity in the gluteus maximus (G-max) and the gluteus medius (G-med) in subjects with and without chronic ankle instability (CAI) during three functional postures. Twenty four females were recruited for this study. Subjects were assigned into two groups: with CAI ($n_1=12$) and without CAI ($n_2=12$). The assessment postures were rotational squat, one leg stand above a gradient and crossed leg-sway. Electromyographic activities of the G-max and the G-med were recorded using surface EMG and was normalized using the maximal voluntary isometric contraction elicited using a manual muscle testing. Independent t-test was used to determine the statistical differences between two groups during the three functional postures. The comparisons of the three posture between two groups were performed using a one-way repeated analysis of variance. A Bonferroni adjustment used for post hoc analysis. The activation of EMG on G-max performing the one leg stand above a gradient and crossed leg-sway in subjects with CAI is significantly higher than normal group ($p<.05$). The activation of EMG on the G-max during the rotational squat was significantly increased, compared to those of the one leg stand above a gradient and crossed leg-sway ($p<.05$). The activation of EMG on G-med performing three exercise at CAI is significantly higher than normal group ($p<.05$). The activation of EMG on the G-med during the crossed leg-sway was significantly increased, compared to the rotational squat ($p<.05$). This study provides valuable information for clinician who research CAI.

Key Words: Chronic ankle instability; Gluteus maximus; Gluteus medius.

I. 서론

최근 스포츠 및 레저 활동의 인구가 증가함에 따라 스포츠와 관련된 손상도 증가하고 있다(Sperryn, 1994). 발목 손상은 스포츠 참여 인구의 10~30%가 경험하는 일반적인 손상이다(Fong 등, 2007). 발목 손상을 경험

한 환자의 80%는 재 손상을 경험하게 된다(Smith와 Reischl, 1986). 반복적인 발목 손상으로 인해 발목의 기능적인 불안정성이 초래되고 일상생활에서도 손상 유발의 상황을 극복하지 못하고 쉽게 내변(inversion)되는 등 관련 조직의 약화와 통증을 경험하게 된다(Freeman 등, 1965; Hertel, 2000).

Corresponding author: Jong-duk Choi choidew@dju.kr

기존 연구들에서의 발목 불안정성(ankle instability) 기전들은 발목관절과 직접적인 관련 혹은 구조적으로 직접 연결되어 있는 3가지 요소들의 기능부전으로 설명될 수 있다. 즉, 발목 외측의 비골근(peroneus muscle) 약화, 발목 관절 주변의 고유수용감각의 저하(Willems 등, 2002), 발목 관절의 족저굴곡의 원심성 조절능력의 감소 등을 발목 불안정성 및 반복적인 발목 손상의 원인으로 생각할 수 있다(Fox 등, 2008). 그러나 Konradsen 등(1997)은 발목 주변 근육들의 보호반응은 부상을 당하는 순간보다 늦게 나타난다고 보고하며 발목의 불안정성으로 인한 반복적인 손상 예방을 위해서는 둔근의 움직임 조절에 대한 기능 조절이 중요하며 발목관절 불안정의 치료 시 고려해 보아야 한다고 하였다.

Zampagni 등(2009)은 만성적인 발목의 불안정성이 고관절에 작용하는 근육의 변화를 발생시킬 수 있다고 보고하였다. 고관절에 작용하는 근육 중 대둔근과 중둔근은 체중지지 동안 골반의 안정성을 제공하고(Gottschalk 등, 1989; Neumann, 2010) 고관절의 움직임 조절에도 관여한다(Soderburg와 Dostal, 1978). 계단 오르내리기 및 보행 시 한발 서기의 자세는 필수적인 동적 안정성(dynamic stability)을 요구하게 되고 고관절 수평면에서의 외회전 및 내회전 조절과 관상면에서의 외전 및 내전 동작의 조절은 경골과 비골의 위치에도 영향을 미치게 된다(Gottschalk 등, 1989). 대둔근과 중둔근의 약화는 고관절의 외전과 외회전의 감소로 이어져 비정상적인 하지 정렬을 초래하게 되고(Leetun 등, 2004; Nguyen 등, 2011) 잘못된 하지의 정렬은 결국 발목관절의 비정상적인 배열과 불안정으로 인한 손상기전에 대한 저항부족으로 이어질 수 있다(Cerny, 1984; Robbins와 Waked, 1998).

발목관절의 능동적 및 수동적 조직의 기능부전으로 인한 불안정성은 하지의 전반적 신경근 조절 시스템(neuromuscular control system)의 변화를 유발하여 대둔근과 중둔근과 같은 고관절 움직임 조절의 핵심 근육에 비정상적인 변화를 발생시킬 수 있다(Beckman과 Buchanan, 1995; Bullock-Saxton 등, 1994). 발목관절은 지면과의 직접적인 접촉을 통해 동적 안정성의 1차적인 기능을 수행하는데, 이러한 발목관절에서의 조절이 부족하다면 무릎관절 특히 고관절 둔근들의 조절이 정상적인 상황보다 과활동적으로 이루어지게 될 수 있다. 보상적인 고관절 기전이 활성화되지 못한다면 원위부 관절의 불안정성을 극복할 수 없게 되어 결과적으로

보행과 같은 일상생활동작에도 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Wilson 등, 2005; Wilson 등, 2006).

발목 불안정성과 둔근 활성화에 대한 기존 연구에서는 발목 불안정성 대상자의 고관절 근력을 단순하게 정적인 상태에서 정량적으로 측정함으로써 발목 불안정성과 둔근과의 관련성을 제시하였다(Zampagni 등, 2009). 그러나 기능적 움직임 및 자세, 즉 발목관절의 동적 안정성 기능이 필수적인 상황에서의 둔근 활성화에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 발목 불안정성이 있는 대상자에게서 발목의 동적 안정성의 기전을 평가할 수 있는 3가지의 운동 동작을 수행하는 동안 대둔근과 중둔근의 활성도를 평가하고 운동조절(motor control) 측면에서 발목 불안정성의 보상(compensation)기전에 대해 알아보고자 수행하였다. 발목 불안정성의 그룹에서 정상적 발목 안정성의 그룹보다 대둔근과 중둔근의 근활성도에 있어 과도하게 활성화되는 근 활성 패턴을 나타낼 것이라고 연구가설을 설정하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 대전대학교에 재학 중인 성인 여성 중 설문지를 통해 기능적 발목 불안정성으로 판단된 발목 불안정성군과 정상적 발목 안정성군을 각각 12명씩 총 24명을 대상으로 실시하였다. 불안정성군은 반복적인 발목 염좌를 경험하고 있거나 만성 불안정성을 호소하고 있는 자를 선정하였고 검사 당시 부종이 있거나 발목관절, 발목관절에 대한 병변(골관절염, 류마티스관절염 등)이나 수술 병력이 있는 자는 제외되었다.

2. 측정도구 및 방법

가. 발목 불안정성 설문지(ankle instability instrument)

본 연구에서는 발목 손상과 기능 장애 정도를 평가하기 위해 발목 불안정성 설문지를 사용하였다. 설문지는 총 9개 항목으로 구성되어 있고 '예'라고 대답할 경우 1점, '아니오'라고 대답할 경우 0점으로 계산한다. 총점이 0점인 경우 발목의 손상이 없음을 의미하고, 1~4점은 약간의 발목 불안정성, 5점 이상은 기능적 발목 불안정성을 나타내는 것을 의미한다. Docherty 등

(2006)의 검사 재검사 신뢰도 연구에서 급내상관계수는 .95로 높은 신뢰도를 보였다.

나. 표면 근전도 기구(surface electromyography)

본 연구에서는 세 가지 운동을 시행하는 동안 나타나는 대둔근과 중둔근의 근활성도를 측정하기 위해 표면 근전도 장비 QEMG-4 system(LXM 3204, Laxtha, Daejeon, Korea)을 사용하였다. 표면 전극 부착 부위는 신호의 피부저항을 최소화 하기 위해 털을 제거하고, 가는 사포로 3~5회 문지른 다음 알콜솜으로 문질러 피부 각질층을 제거하였다. 대둔근은 천추(sacrum)의 아래 외측 각(inferior lateral angle)과 대전자(greater trochanter)를 연결한 선의 가운데 지점에 부착하였고, 중둔근은 대전자(greater trochanter)와 장골능(iliac crest)을 연결한 선의 근위부 3분의 1지점에 부착하였다(French 등, 2010). 접지(ground) 전극은 검사하는 쪽 전상장골극(anterior superior iliac spine)에 부착하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1024 Hz로 설정하였고, 20~450 Hz의 대역 통과 필터(bandpass-filtered)와 60 Hz의 노치필터(notch filter)를 사용하였다. 실험에서 수집된 근전도 신호는 Telescan 2.89 소프트웨어 프로그램(Laxtha, Daejeon, Korea)을 사용하여 분석하였다. 각 근육의 활동전위는 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction)을 사용하여 표준화시켰다. 대둔근은 옆드린 자세에서 하지의 신전, 중둔근은 옆으로 누운 자세에서 하지를 외전 하여 동작을 유지하고 한명의 측정자가 반대로 저항을 줘서 최대 수의적 등척성 수축을 유도하였다(Sapsford 등, 2001). 최대 수의적 등척성 수축은 각 근육마다 7초간 3회 측정하였고 각 측정 후 2분의 휴식 시간을 가졌다(Ng 등, 2002). 측정된 근전도 신호는 제곱 평균 제곱근법(root mean square) 신호처리를 하여 운동의 시작과 마지막 1초씩 제외한 5초 동안의 측정값을 사용하였다.

3. 평가 자세

평가 자세는 스쿼트 돌림(rotational squat), 경사에서 한발로 서기(one leg stand above a gradient), 하지 교차 흔들기(crossed leg-sway) 세 가지를 실시하였다. 각 운동은 7초씩 유지하였고, 운동 간에 30초의 휴식 시간을 주었다. 각 운동은 3회 반복하여 실시하였고, 세 가지 운동 순서는 무작위로 진행하였다.

가. 스쿼트 돌림(rotational squat)

대상자는 양쪽 발을 어깨넓이로 벌리고 두 팔을 앞으로 뻗어 어깨관절은 90° 구부리고 팔꿈치관절을 180°로 편 자세에서 발꿈치가 바닥에서 떨어지지 않도록 하며 천천히 무릎관절과 고관절을 구부리도록 하였다. 그 상태에서 검사하는 쪽으로 몸통을 돌려 벽에 표시한 위치에 두 손을 닿게 한 다음 검사하는 반대편 다리를 바닥에서 떼어 한발 서기 자세를 하였다. 표시 점은 바닥에서부터 대상자의 대퇴 외측과(lateral femoral condyle)의 길이로 하였고, 대상자의 몸에서 표시지점까지의 길이는 대상자의 팔을 옆으로 벌려 그 길이만큼으로 하였다(Webster과 Gribble, 2013)(Figure 1A).

나. 경사에서 한발로 서기(one leg stand above a gradient)

대상자는 경사를 내려가는 느낌이 나도록 발가락이 바닥을 향하게 경사판 위에 올라선 후 검사하고자 하는 다리는 바닥에 붙이고 반대편 다리를 들어 한발서기를 하였다. 한발로 서있는 운동에 사용한 경사판은 나무 소재로 총 길이는 90 cm, 폭 30 cm, 디딤면 길이 46 cm, 측면 길이 18 cm이고, 기울기는 20°로 하였다(Kernozek 등, 2008)(Figure 1B).

다. 하지 교차 흔들기(crossed leg-sway)

대상자는 양쪽 발을 어깨넓이 보다 넓게 벌리고 양쪽 팔은 바르게 내린 후 검사하고자 하는 다리는 고정하고 반대쪽 다리를 검사하는 다리를 가로질러 돌려 회전하였다. 이때 몸통도 같이 회전하였다(Hupperets 등, 2008)(Figure 1C).

4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 18.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적인 특징은 기술통계를 이용하여 제시하였다. 발목 불안정성군과 정상군간의 각 평가 자세에서의 근활성도 차이를 비교하기 위하여 독립 t 검정(independent t-test)을 사용하였다. 각 군별로 세 가지 평가 자세 간의 효과차이를 알아보기 위해 일요인 반복측정 분산분석(one-way repeted analysis of variance)과 사후검정으로 본페로니 수정법(Bonferroni correction)을 실시하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위해 유의수준은 .05로 설정하였다.

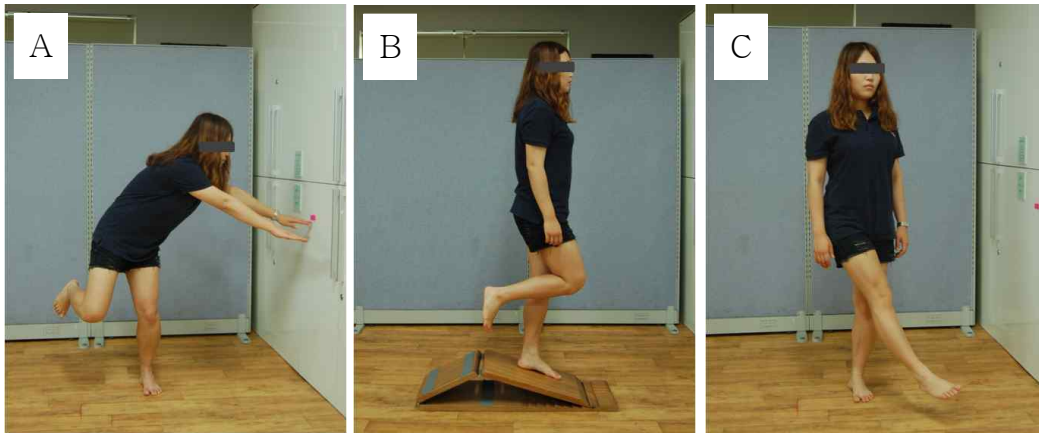


Figure 1. Functional assessment position (A: rotational squat, B: one leg stand above a gradient, C: crossed leg-sway).

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 24명의 여성으로 발목 불안정성군과 정상군으로 나뉘어져 있다. 불안정성군 12명의 평균 연령은 21.9±9세, 평균 신장은 162.7±5.8 cm, 평균 체중은 56.7±7.8 kg이었다. 정상군 12명의 평균 연령은 23.8±7.0세, 평균 신장은 165.0±4.4 cm, 평균 체중은 58.4±6.8 kg이었다(Table 1).

2. 평가 자세에 따른 대둔근의 근활성도 비교

평가 자세에 따른 그룹 간 대둔근의 근활성도의 비교에서 불안정성군은 정상군에 비해 경사에서 한발로

서기와 하지 교차 흔들기에서 유의하게 증가된 근활성도를 나타내었다($p<.05$). 각 그룹별 평가자세의 비교에서 불안정성군($F=14.15$, $p<.05$)과 정상군($F=14.94$, $p<.05$) 두 군 모두 평가 자세에 따라 근활성도가 유의한 차이를 보였고, 사후검정결과 스쿼트 돌림이 경사에서 한발로 서기와 하지 교차 흔들기보다 대둔근의 활성도가 유의하게 높게 나타났다($p<.05$)(Table 2).

3. 평가 자세에 따른 중둔근의 근활성도 비교

평가 자세에 따른 그룹 간 중둔근의 근활성도의 비교에서 불안정성군은 정상군에 비해 모든 평가 자세에서 유의하게 증가된 근활성도를 나타내었다($p<.05$). 각 그룹별 평가자세의 비교에서 불안정성군($F=3.99$, $p<.05$)

Table 1. General characteristics of subject

(N=24)

	Ankle instability group ($n_1=12$)	Normal group ($n_2=12$)
Age (year)	21.9±9 ^a	23.8±7.0
Height (cm)	162.7±5.8	165.0±4.4
Weight (kg)	56.7±7.8	58.4±6.8

^amean±standard deviation.

Table 2. A comparison of gluteus maximus activity between ankle instability group and control group

	Ankle instability group	Normal group	t
Rotational squat	41.45±14.32 ^a	29.62±14.81	-1.92
One leg stand above a gradient	21.63±11.68 [†]	9.88±3.97 [†]	-3.30*
Crossed leg-sway	18.74±8.15 [†]	9.26±3.71 [†]	-3.70*
F	14.15*	14.94*	

^amean±standard deviation (% maximal voluntary isometric contraction), [†] significant difference compared with rotational squat ($p<.05$), * $p<.05$.

Table 3. A comparison of gluteus medius activity between ankle instability group and control group

	Ankle instability group	Normal group	t
Rotational squat	30.04±10.67 ^a	16.64±5.26	-3.90*
One leg stand above a gradient	36.02±15.36	19.01±9.54	-3.26*
Crossed leg-sway	40.90±15.41 [†]	24.22±9.12 [†]	-3.23*
F	3.99*	4.60*	

^amean±standard deviation (% maximal voluntary isometric contraction), [†] significant difference compared with rotational squat (p<.05), *p<.05.

과 정상군(F=4.60, p<.05) 두 군 모두 평가 자세에 따라 근활성도가 유의한 차이를 보였고, 사후검정결과 하지 교차 흔들기에서 중둔근의 활성도가 유의하게 높게 나타났다(p<.05)(Table 3).

IV. 고찰

본 연구는 발목 불안정성군과 정상군 간의 기능적 운동인 스쿼트 돌림, 경사에서 한발로 서기, 하지 교차 흔들기 총 세 가지 동작 수행 시 대둔근과 중둔근의 근활성도에 차이가 있는지 알아보려고 시행하였다. 발목 불안정성으로 인한 보상전략의 기전을 근전도 시스템을 이용한 고관절 근육 조절의 운동조절 패턴으로 분석하였고 이를 통해 대둔근과 중둔근은 하지 교차 흔들기 동작에서 임상적으로 의미 있는 보상적인 과활동성을 보인다고 분석되었다.

정상인을 대상으로 기능적인 운동 적용 시 둔근의 활성화에 대한 Ayotte 등(2007)의 연구에서는 월 스쿼트(wall squat), 미니 스쿼트(mini squat), 전면, 외측, 후면 방향으로의 셋 업 운동(forward, lateral, retro set-up)에서 대둔근과 중둔근의 높은 근활성도가 나타났다고 보고하였다. Earl(2005)의 연구에서는 고관절의 외전(abduction), 외전과 내측회전의 결합(abduction+internal rotation), 외전과 외측회전(abduction+external rotation)을 결합한 세 가지 동작에서 중둔근의 활성을 알아본 결과 스쿼트 돌림(rotational squat)과 유사한 동작인 외전과 내측회전의 결합 동작에서 중둔근의 높은 근활성도가 나타난다고 보고하였다. Soderburg와 Dostal(1978)은 체간 굴곡, 한 발로 서있기(one leg stand), 계단을 오르거나 쪼그려 앉기 등 일상적인 생활에서도 중둔근의 근활성도가 증가한다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 기능적인 동작으로 체중지지 상태에서의 스쿼트 돌림, 경사에서 한발로 서기, 하지 교

차 흔들기 총 세 가지 동작을 수행할 때 대둔근과 중둔근의 근활성도를 분석하였다.

본 연구의 결과 세 가지 기능적인 자세에서 불안정성군이 정상군에 비해 대둔근과 중둔근의 근활성도가 높게 나타났다. 기능적 자세인 경사에서 한발로 서기, 하지 교차 흔들기 시 발목 불안정성군이 정상군에 비해 대둔근과 중둔근의 근활성도가 유의하게 높게 나타났고, 스쿼트 돌림에서는 중둔근의 근활성도만 유의하게 높게 나타났다. 하지만 발목 불안정성에 대한 Webster과 Gribble(2013)의 연구에서는 발목 손상으로 인해 불안정성이 있는 군이 안정성군에 비해 스쿼트 돌림 시에 대둔근의 근활성도가 유의하게 낮게 나타나 본 연구의 결과와 상반되는 결과를 보고하였다. 이러한 결과의 차이는 본 연구대상자들의 발목 불안정성의 상태가 크지 않고 만성적으로 이환되지 않은 연구대상자의 선정기준 때문일 것이다. 일상생활을 수행할 수 있는 정도의 대상자 선정의 기준 때문에 기능적 동작을 실행하는 동안 발목의 불안정성을 보상하는 목적으로 대둔근과 중둔근에서 신경근 조절 시스템의 과활동의 기전이 작용되었을 것이다. 하지만 Webster과 Gribble(2013)의 연구에서는 이러한 과도기적 단계를 지나 만성기적인 변화로 인해 고관절에서 통증과 더불어 보상작용이 나타나지 않고 발목의 과도한 변형 및 고관절보다 상위 부위에서의 운동조절 변화로 나타났음을 의미한다.

본 연구에서 발목 불안정성군과 정상군의 대둔근과 중둔근의 근활성도의 패턴은 기능적 동작에 따라 유사하게 나타났다. 발목 불안정성군과 정상군의 대둔근 근활성도는 스쿼트 돌림(41.45±14.32, 29.62±14.81), 경사에서 한발로 서기(21.63±11.68, 9.88±3.97), 하지 교차 흔들기(18.74±8.15, 9.26±3.71)의 순으로 높게 나타났고, 중둔근 근활성도는 하지 교차 흔들기(40.90±15.41, 24.22±9.12), 경사에서 한발로 서기(36.02±15.36, 19.01±9.54), 스쿼트 돌림(30.04±10.67, 16.64±5.26)의 순으로 높게 나타났다. 체중지지 상태(weight-bearing)에서 기능적인 동작 시 둔근

의 근활성도에 대한 Ayotte 등(2007)의 연구에서도 동작에 따라 대둔근과 중둔근의 근활성도에 차이가 있는 것으로 나타나 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 이는 동작에 따라 자세유지를 위한 대둔근과 중둔근의 사용에 대한 요구도가 다르다는 것을 의미한다.

발목 불안정성이 있는 군에서의 대둔근 근활성도는 스쿼트 돌림(41.45 ± 14.32)과 경사에서 한발로 서기(21.63 ± 11.68), 스쿼트 돌림(41.45 ± 14.32)과 하지 교차 흔들기(18.74 ± 8.15)에서 유의한 차이가 있었고, 중둔근 근활성도는 스쿼트 돌림(30.04 ± 10.67)과 하지 교차 흔들기(40.90 ± 15.41)에서 유의한 차이가 있었다. 세 가지 기능적 동작 중 스쿼트 돌림시 대둔근 근활성도는 두 군간 유의하지 않았고, 하지 교차 흔들기에서 두 군간 대둔근과 중둔근의 근활성도가 모두 유의하게 높게 나타났다. 이러한 결과는 발목이 지면에 접촉되어 동적 균형이 필요한 세 가지 기능적 동작 중 하지 교차 흔들기에서 발목관절의 불안정성을 보상하기 위해 대둔근과 중둔근의 근활성도가 정상군보다 유의하게 높게 나타났음을 의미한다. Hupperets 등(2008)의 연구에서는 발목 손상을 경험한 대상자들의 효과적인 고유수용성 균형 증진을 위한 중재에 하지 교차 흔들기를 포함시킨 프로그램 제시하였다. 따라서 발목 불안정성이 있는 대상자의 경우 발목관절의 불안정성을 보상하기 위한 대둔근과 중둔근의 임상적 평가방법 및 중재를 위해 하지 교차 흔들기를 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

관절이나 근육 등의 손상으로 인한 근력의 약화나 근수축 시간의 지연, 대상작용 등의 변화는 신경근 조절 시스템(neuromuscular control system)의 변화로 이어지게 된다. 신경근 조절 시스템의 변화는 발목의 손상과 불안정성에 대한 연구에서도 꾸준히 보고되어지고 있다. Beckman과 Buchanan(1995)은 동적인 활동을 수행하는 동안 발목의 감각 정보가 고관절 근육의 활성화를 촉진시켜 자세를 조절하는데, 원위부 관절의 손상은 신경학적 신호의 전달을 감소시켜 고관절 근육의 반응을 감소시킨다고 보고하였다. Friel 등(2006)은 만성적 발목 불안정성이 있는 대상자의 발목 손상을 경험한 다리와 발목 손상을 경험하지 않은 다리에 대한 고관절 근력 비교 연구에서 발목 손상이 있는 다리의 고관절 외전근 근력이 발목 손상이 없는 다리와 비교하여 유의하게 낮게 나타났다고 보고하였다. Bullock-Saxton 등(1994)은 엎드린 자세에서 고관절 신전 시 발목 부상을 경험했던 군에서 대둔근의 수축 지연이 나타났다고 보

고하였고, van Duen 등(2007)은 만성적인 발목 불안정성을 가진 사람들이 두 발로 선 자세에서 한 발 서기 자세로 자세를 변화 시킬 때 발목과 둔근, 슬괵근에서 근육 수축의 지연이 나타난다고 보고하였다. Gribble 등(2004)의 연구에서는 만성 발목 불안정성이 있는 대상자들이 동적 자세 조절(dynamic position control)의 과제를 수행하는 동안 정상인에 비해 고관절과 무릎관절의 굴곡각도가 감소한다고 보고하였는데, 이러한 고관절과 무릎관절의 운동학적(kinematic) 변화로 인해 동적 자세조절의 감소가 나타날 수 있다고 보고하였다. 기존의 발목 불안정성에 대한 연구에서는 주로 발목 주변의 구조와 조직에 대한 연구가 많이 진행되어 왔고, 둔부에 대한 연구는 미흡하여 발목 손상 후 불안정성에 따른 둔부의 신경근 조절 시스템에 대한 가설은 정확히 제시되지 않고 있는 실정이다. 하지만 선행 연구들은 발목 손상에 의한 신경근 조절 시스템의 변화가 있다는 것을 시사하며 발목 불안정성이 있는 대상자들의 둔부 근육의 운동이 필요함을 강조하고 있다. 따라서 아직까지 발목 불안정성에 관한 둔부의 신경근 조절 시스템에 대한 연구가 미흡하다는 점에서 본 연구의 결과가 발목 불안정성의 신경근 조절 시스템 변화에 대한 기초 자료로 사용될 수 있을 것이고, 또한 발목 불안정성이 있는 대상자들의 둔부근육의 근활성을 높이는 운동으로 본 연구에서 제시된 체중지지상태에서의 기능적인 운동이 활용될 수 있을 것이라고 사료된다.

본 연구는 연구대상자가 20대의 젊은 여성으로 한정되어 다양한 대상자를 참여시키지 못하였고 많은 수의 대상자를 연구에 포함시키지 못하였기 때문에 본 연구의 결과를 일반화하기에는 제한이 있다. 그러므로 향후에는 이러한 제한점들을 보완하고 둔근의 정량적인 근력 평가와 다양한 자세에서의 둔근들의 근활성도를 평가하여 만성적인 발목 불안정성과 근력 및 신경근 조절 능력과의 관련성 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 발목 불안정성군과 정상군을 대상으로 기능적인 동작을 수행하는 동안 대둔근과 중둔근의 근활성도에 대해 알아본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 대둔근은 경사에서 한발로 서기, 하지 교차 흔들기 동작 시 불안정성군에서 높은 근활성도가 나타났고, 중둔

근은 스쿼트 돌림, 경사에서 한발로 서기, 하지 교차 흔들기 동작 시 불안정성군이 높은 근활성도가 나타났다. 또한, 불안정성군은 스쿼트 돌림 동작 시 대둔근이, 하지 교차 흔들기 동작 시 중둔근의 근활성도가 높게 나타났다. 그러므로 발목관절의 불안정성을 보상하기 위한 대둔근과 중둔근의 평가를 위해 임상적으로 적절한 평가 동작은 하지 교차 흔들기 동작으로 추천될 수 있으며 하지 교차 흔들기 동작 시 신경근조절 평가를 통해 발목 불안정성에 대한 중재 프로그램 구성 시 중요한 정보로 사용될 수 있을 것이다.

References

- Ayotte NW, Stetts DM, Keenan G, et al. Electromyographical analysis of selected lower extremity muscles during 5 unilateral weight-bearing exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37(2):48-55.
- Beckman SM, Buchanan TS. Ankle inversion injury and hypermobility: Effect on hip and ankle muscle electromyography onset latency. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(12):1138-1143.
- Bullock-Saxton JE, Janda V, Bullock MI. The influence of ankle sprain injury on muscle activation during hip extension. *Int J Sports Med.* 1994; 15(6):330-334.
- Cerny K. Pathomechanics of stance. Clinical concepts for analysis. *Phys Ther.* 1984;64(12):1851-1859.
- Docherty CL, Gansneder BM, Arnold BL, et al. Development and reliability of the ankle instability instrument. *J Athl Train.* 2006;41(2): 154-158.
- Earl JE. Gluteus medius activity during 3 variations of isometric single-leg stance. *J Sport Rehabil.* 2005;14(1):1-11.
- Fong DT, Hong Y, Chan LK, et al. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med.* 2007;37(1):73-94.
- Fox J, Docherty CL, Schrader J, et al. Eccentric plantar-flexor torque deficits in participants with functional ankle instability. *J Athl Train.* 2008;43(1):51-54.
- Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47(4):678-685.
- Friel K, McLean N, Myers C, et al. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *J Athl Train.* 2006;41(1):74-78.
- Gottschalk F, Kourosch S, Leveau B. The functional anatomy of the tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *J Anat.* 1989;166:179-189.
- Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, et al. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *J Athl Train.* 2004;39(4): 321-329.
- Hertel J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med.* 2000;29(5):361-371.
- Hupperets MD, Verhagen EA, van Mechelen W. The 2BFit study: Is an unsupervised proprioceptive balance board training programme, given in addition to usual care, effective in preventing ankle sprain recurrences? Design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008; 9-71. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-9-71>
- Kernozek T, Durall CJ, Friske A, et al. Ankle bracing, plantar-flexion angle, and ankle muscle latencies during inversion stress in healthy participants. *J Athl Train.* 2008;43(1):37-43.
- Konradsen L, Voigt M, Højsgaard C. Ankle inversion injuries: The role of the dynamic defense mechanism. *Am J Sports Med.* 1997;25(1):54-58.
- Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, et al. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(6):926-934.
- Neumann DA. Kinesiology of the hip: A focus on muscular actions. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(2):82-94. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2010.3025>
- Ng JK, Richardson CA, Parnianpour M, et al. EMG activity of trunk muscles and torque output during isometric axial rotation exertion: A comparison between back pain patients and matched

- controls. *J Orthop Res.* 2002;20(1):112-121.
- Nguyen AD, Shultz SJ, Schmitz RJ, et al. A preliminary multifactorial approach describing the relationships among lower extremity alignment, hip muscle activation, and lower extremity joint excursion. *J Athl Train.* 2011;46(3):246-256.
- Robbins S, Waked E. Factors associated with ankle injuries. Preventative measures. *Sports Med.* 1998;25(1):63-72.
- Sapsford RR, Hodges PW, Richardson CA, et al. Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *Neurorol Urodyn.* 2001;20(1):31-42.
- Smith RW, Reischl SF. Treatment of ankle sprains in young athletes. *Am J Sports Med.* 1986;14(6):465-471.
- Soderburg GL, Dostal WF. Electromyographic study of three parts of the gluteus medius muscle during functional activities. *Phys Ther.* 1978;58(6):691-696.
- Sperryn P. Sports medicine on the line? *Br J Sports Med.* 1994;28(1):3.
- van Duen S, Staes FF, Stappaerts KH, et al. Relationship of chronic ankle instability to muscle activation patterns during the transition from double-leg to single-leg stance. *Am J Sports Med.* 2007;35(2):274-281.
- Webster KA, Gribble PA. A comparison of electromyography of gluteus medius and maximus in subjects with and without chronic ankle instability during two functional exercises. *Phys Ther Sport.* 2013;14(1):17-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2012.02.002>
- Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, et al. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *J Athl Train.* 2002;37(4):487-493.
- Wilson J, Ferris E, Heckler A, et al. A structure review of the role of gluteus maximus in rehabilitation. *NZ J Physiother.* 2005;33(3):95-100.
- Wilson JD, Ireland ML, Davis I. Core strength and lower extremity alignment during single leg squats. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(5):945-952.
- Zampagni ML, Corazza I, Molgora AP, et al. Can ankle imbalance be a risk factor for tensor fascia lata muscle weakness? *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(4):651-659. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.03.006>
-
-
- This article was received August 7, 2014, was reviewed August 7, 2014, and was accepted November 17, 2014.