한국전문물리치료학회지 2014년 21권 3호 1-10 ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
Phys Ther Korea 2014;21(3):1-10 http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

엎드린 자세에서 고관절 신전 시 고관절 외회전 각도가 골반과 하지 근활성도에 미치는 영향

오윤찬[1,2], 신헌석[2,3], 이충휘[2,3], 전혜선[2,3], 윤태림[4,5]
[1]정승기 정형외과의원 물리치료실, [2]연세대학교 보건환경대학원 인간공학치료학과,
[3]연세대학교 보건과학대학 물리치료학과, [4]우송대학교 보건복지대학 물리치료학과,
[5]연세대학교 대학원 물리치료학과

Effect of Hip External Rotation Angle on Pelvis and Lower Limb Muscle Activity During Prone Hip Extension

Yun-chan Oh[1], MSc, PT, Heon-seock Cynn[2,3], PhD, PT, Chung-hwi Yi[2,3], PhD, PT, Hye-seon Jeon[2,3], PhD, PT, Tae-lim Yoon[4,5], MA, PT
[1]Division of Physical Therapy, Jung Seoung Ki Orthopedic Clinic
[2]Dept. of Ergonomic Therapy, The Graduate School of Health and Environment, Yonsei University
[3]Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University
[4]Dept. of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Woosong University
[5]Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Yonsei University

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of hip external rotation angle on pelvis and lower limb muscle activity during prone hip extension. Sixteen healthy men were recruited for this study. Each subject performed an abdominal drawing-in maneuver (ADIM) in a prone position, and extended the dominant hip at three different hip external rotation angles (0°, 20°, 40°) with a 30° hip joint abduction. Activity of the gluteus maximus (G Max), gluteus medius (G Med), and hamstring (HAM) and the G Max/HAM and G Med/HAM ratios were determined with surface electromyography (EMG). The EMG signal was normalized to 100% maximum voluntary isometric contractions (MVICs) and expressed as %MVIC. Data were analyzed by one-way repeated analysis of variance (alpha level=.05) and the Bonferroni post hoc test. Significant differences in G Max and G Med muscle activity were noted among the three different hip external rotation angles. G Max muscle activity increased significantly at both 40° (p=.006) and 20° (p=.010) compared to a 0° hip external rotation angle. G Med muscle activity increased significantly at 20° (p=.013) compared to a 40° hip external rotation angle. The G Max/HAM activity ratio increased significantly at both 40° (p=.004) and 20° (p=.014) compared to a 0° hip external rotation angle. The G Med/HAM activity ratio increased significantly at 20° (p=.013) compared to a 40° hip external rotation angle. In conclusion, 40° and 20° hip external rotation angles are recommended to increase G Max activity, and 20° hip external rotation is advocated to enhance G Med muscle activity during prone hip extension with ADIM and 30° hip abduction in healthy subjects.

Key Words: Gluteus maximus; Gluteus medius; Hamstring; Hip external rotation; Muscle activity; Muscle activity ratio.

Corresponding author: Heon-seock Cynn cynn@yonsei.ac.kr

한국전문물리치료학회지 2014년 21권 3호 1-10 ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
Phys Ther Korea 2014;21(3):1-10 http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

Ⅰ. 서론

고관절 외전근과 신전근의 강화는 허리와 골반의 안정성을 제공해주는데 중요한 역할을 한다(Akuthota와 Nadler, 2004). 고관절 신전 시 고관절 신전근은 근 기시 정지에 따라 기능이 달라지고, 중둔근은 일차적으로 고관절 외전근이면서 특히 후섬유는 이차적으로 신전근과 외회전 작용을 한다. 대둔근은 일차적으로 고관절 신전근과 외회전 근육이면서, 대둔군의 윗 부분은 걷는 동안 외전근으로 작용하고, 슬괵근의 외측부는 일차적으로 고관절 신전근이면서 이차적으로는 외회전 근육이다(Calais-Germain, 1993; Lyons 등, 1983; Neumann, 2010).

골반 안정성을 제공해주는 근육중 대둔근, 중둔근, 슬괵근간의 불균형은 고관절 신전 시 불균형 장애로 이어질 수 있다(Sahrmann, 2002). 대둔근의 약화는 고관절의 퇴행성 변화가 있거나 슬괵근이 우세한 환자들에게서 흔히 나타났다(Grimaldi 등, 2009). 기능적인 동작 수행 시 대둔근의 약화와 감소된 활성도는 슬괵근과 척추 기립근의 과도한 활성도를 초래할 수 있으며(Sahrmann, 2002; Vogt와 Banzer, 1997), 하지의 손상, 슬개 대퇴 증후군, 전십자 인대 염좌 및 만성적인 발목 손상과 연관이 있다(Cichanowski 등, 2007; Friel 등, 2006; Hewett 등, 2006; Powers, 2003). 중둔근의 근력 약화 또는 근 피로는 과도한 골반의 회전과 대퇴의 내회전을 발생시키며, 결과적으로 허리 통증 또는 손상을 일으킨다(Nelson-Wong 등, 2008; Zeller 등, 2003). 뛰거나 점프 시 슬괵근의 과도한 활성도는 슬괵근의 좌상과 같은 손상을 가져온다(Devlin, 2000). 이러한 대둔근, 중둔근, 슬괵근간의 불균형은 허리 통증으로 진행 되는 것과 연관이 있다(Akuthota와 Nadler, 2004). 따라서 대둔근과 중둔근의 근력강화훈련은 요통과 하지 손상환자에게 중요한 운동이다(Kang 등, 2013; Willcox와 Burden 2013).

고관절에 문제가 있을 경우 엎드린 자세에서 고관절 신전 운동은 재활운동에서 많이 사용된다. 기존 연구들에서도 엎드린 자세에서 고관절 신전 운동을 수행할 때, 근전도를 이용하여 허리와 골반의 근활성도와 기능을 평가하였고(Lee 등, 2004), 고관절 신전 시 근 수축 개시시간(Chance-Larsen 등, 2010; Kwon과 Koh, 2002)과 골반의 회전 각도를 측정하여 평가하였다(Noh 등, 2011; Park 등, 2011; Sakamoto 등, 2009; Takasaki 등, 2009). 엎드려 누운 자세에서 고관절 신전 검사 시 보상작용으로 골반의 전방경사를 유발하고, 허리의 과도한 전만을 만들어 허리에 과다한 스트레스를 만들고, 슬괵근의 과 사용으로 무릎을 굴곡시키며(Page 등, 2010), 운동이나 기능적인 동작 수행 시 대둔근이 억제되었다(Hungerford 등, 2003; Kankaanpaa 등, 1998; Leinonen 등, 2000).

대둔근과 중둔근에 약화가 있을 경우 가장 효율적이고 최선의 방법으로 강화 운동을 시행하기 위해 여러 가지 연구가 진행되었다. 두 발 스쿼트(squat)나 한 발 스쿼트 등이 대둔근의 활성도를 가장 크게 할 수 있는 자세였으며 엎드린 자세에서 고관절의 신전 운동이 일반적으로 많이 사용되었다(Cappozzo 등, 1985; Distefano 등, 2009; Wilson, 등, 2005).

Philippon 등(2011)은 중둔근 근력 강화 재활 프로그램 중 엎드린 자세에서 고관절 외회전을 동시에 하는 힐 스퀴즈(heel squeeze) 운동을 시행하였다. 이 운동은 12가지 운동 중 재활프로그램을 3단계로 나누었을 때 3단계에서 수행할 수 있다고 제시하였다. 또한 엎드린 자세에서 무릎을 굴곡하고 고관절을 외회전한 상태로 신전하는 운동이 대둔근을 활성화하고, 슬괵근의 활성도는 감소시킨다고 보고하였다(Sakamoto 등, 2009). 따라서 엎드린 자세에서 고관절을 외회전한 상태로 신전 운동을 하는 것은 슬괵근의 우세화를 최소화시켜 대둔근과 중둔근의 근력을 강화하는 좋은 운동 방법이다. 또한 고관절 0° 외전보다 30° 외전일 때 대둔근의 활성도가 가장 크다고 하였다(Kang 등, 2013). 이처럼 대둔근과 중둔근을 활성화시키려는 연구들이 활발히 진행되었으나 고관절 30° 외전 상태에서 고관절의 외회전 각도 변화에 따른 대둔근, 중둔근, 슬괵근간의 활성도는 연구되지 않았다.

이에 본 연구는 엎드려 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 신전 시 고관절 외회전 각도(0°, 20°, 40°)에 따라 고관절의 신전근과 외전근(대둔군, 중둔근, 슬괵근)의 활성도와 대둔근/슬괵근과 중둔근/슬괵근과의 활성도 비의 변화를 알아보았다. 엎드려 누운 자세에서 고관절 30° 외전 후 고관절 10° 신전 시 고관절 외회전 각도가 커질수록 대둔근과 중둔근의 활성도가 증가하며, 이와 비례하여 활성도 비도 증가할 것이라고 가설을 설정하였다.

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상자

G*Power ver. 3.1.3 소프트웨어(Franz Faul, University of Kiel, Kiel, Germany)로 대상자 숫자를 선정하였다(Lee 등, 2014). 5명의 대상자를 가지고 예비실험에서 데이터를 수집한 결과, 15명의 대상자를 필요로 하였다(검정력=.80, 효과 크기=.68, 부분 에타 제곱 값=.314, 유의수준은 .05). 본 연구에는 허리 통증이 없는 20~31세 성인 16명 남성이 연구의 목적과 설명을 듣고 자발적으로 참가하였다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1). 과거 또는 현재 신경학적, 근골격계, 심혈관 질환(Cynn 등, 2006), 고관절 신전의 제한(Oh 등, 2007), 또는 토마스 테스트에 양성 반응이 있는 자, 고관절 외회전에 제한이 있는 자, 이상근의 근길이 측정 시 양성 반응, 엉덩이 또는 허리에 방사통이 있는 자는 제외하였다.

2. 실험기기

엎드린 자세에서 고관절 신전근으로 작용하는 대둔근, 중둔근, 슬괵근의 표면 근전도 자료를 수집하기 위해서 WEMG-8 system(Laxtha, Laxtha Inc., Daejeon, Korea)을 이용하였다. 근전도 측정 시 피부저항을 최소화하기 위해 전극을 부착하기 전에 전극 부착 부위에 털을 제거하고, 사포로 피부의 각질을 제거한 다음, 알코올 솜으로 피부를 청결히 하였다.

근전도의 전극은 우세측 다리의 대둔근(대전자와 두 번째 미골의 중간 부위, 근육의 중간에 또는 비스듬한 각도에서, 또는 약간 위, 대전자의 같은 위치), 중둔근(대전자와 장골능 사이 1/3지점), 외측슬괵근(둔부 및 오금 사이의 절반 정도의 거리의 후방측면에서 근육 섬유에 평행)에 부착 하였고(Cram 등, 1998), 접지 전극은 척골의 경상돌기에 부착하였다. 전극간의 거리는 2 ㎝로 하였고, 각각 근섬유 방향과 평행하게 부착하였다.

Table 1. Characteristics of Participants (N=16)

Characteristics	Mean±SD[a]
Age (year)	26.5±2.1
Height (㎝)	74.3±4.8
Weight (㎏)	172.4±11.6
BMI[b] (㎏/㎡)	24.0±4.7

[a]mean±standard deviation, [b]body mass index.

대상자가 공을 찰 때 사용하는 다리를 우세 측으로 정하였다(Chance-Larsen 등, 2010).

근전도 표본 추출률(sampling rate)은 1024 ㎐이고, 주파수 대역(band pass filter)은 20~450 ㎐를 사용하였으며, 노치 필터(notch filter) 60 ㎐를 적용하였다. 근육 별 근전도 신호를 제곱 평균 제곱근법(root mean square)으로 처리하여 분석하였다. 근전도 부착 후, 실험에 앞서 근전도 신호를 근력 검사 자세에서 5초 동안 등척성 수축을 3번 반복 측정하였고, 측정 간 3분의 휴식시간을 제공하였다. 최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction)은 일반화된 도수근력 평가 자세에서 측정하였다(Kendall 등, 2005). 대둔근은 엎드린 자세에서 무릎 90° 굴곡 후 고관절을 신전하고, 이때 검사자는 대상자의 대퇴의 후면을 내리는 힘을 가하여 측정하였고, 중둔근은 옆으로 누운 자세에서 검사측 다리를 위로 올라가게 한 후, 고관절 45° 굴곡과 무릎 90° 굴곡 후 고관절 신전과 약간의 외회전 요소를 적용하여 저항을 가하여 시행하였다(Willcox와 Burden, 2013). 슬괵근은 엎드린 자세에서 무릎을 굴곡자세를 만들고 이때 검사자는 대상자의 발목 후면에 저항을 가하여 시행하였다. 5초 동안 자료 값을 제곱 평균 제곱근법으로 처리하여 처음 1초와 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 근전도 신호량을 100% 최대 등척성 수축을 이용하여 정규화(normalization)하였다. 대상자의 고관절 30° 외전 후에 고관절 신전 시 외회전 각도에 따른 활성도를 측정한 후, 대둔근/슬괵근, 중둔근/슬괵근 활성도 비의 값을 계산하였다.

3. 실험 방법

실험 전 대상자들에게 엎드려 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 신전 시 고관절 외회전 각도에 따라 동작을 설명하고 30분 정도 반복 연습을 실시하였다(Oh 등, 2007). 연습기간 후에 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 신전 시 고관절 외회전 각도에 따라 동작을 할 수 있을 때 측정을 시작하였다. 실험은 대상자가 엎드린 자세에서 측각계(goniometer)를 이용하여, 대전자를 기준으로 고관절 10° 신전되는 자세가 될 수 있도록 우세다리 대퇴 측면에 막대를 설치한 후 실시하였다.

가. 복부 당김 기법

복부 당김 기법은 엎드린 자세에서 고관절 신전 시

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

고관절과 허리의 과도한 동작을 막아주고 보상작용을 예방하며 허리와 골반부의 안정성을 제공해준다(Oh 등, 2007). 허리와 골반의 안정성을 관찰하며 조절하는데 널리 사용되고 있는 압력 바이오 피드백 장치 이용하여 여러 실험을 통해 신뢰할 수 있는 표준화된 절차를 실험에 적용 하였다(Chance-Larsen 등, 2010; Noh 등, 2011; Oh 등, 2007; Park 등, 2011). 허리와 골반의 안정은 압력 바이오 피드백을 이용하여 관찰하였다. 커프의 중심을 배꼽에 놓이도록 하고, 말단 부위는 전상 장골극(anterior superior iliac spine) 위에 놓아 대상자들이 실험 절차와 실험에 대해 정확히 알 수 있도록 하였다. 복부 당김 기법은 압력 바이오 피드백을 팽창시킨 후 대상자가 배 밑에 넣어 대상자의 하복부 근을 부드럽게 끌어당기도록 지시하였다. 이때 압력 게이지는 70 ㎜Hg로 맞추었다. 그리고 60 ㎜Hg를 맞추어 자세를 유지시키면서 고관절을 신전하였다.

나. 고관절 외회전 후 신전 운동

검사자는 바닥에 양쪽 전상 장골극 연결선과 한쪽 다리가 30° 외전 각도가 되는 곳에 표시를 하고, 대상자는 엎드린 자세로 시작하였다. 고관절 30° 외전 후 외회전 각도(0°, 20°, 40°)와 함께 고관절 신전을 실시하였고, 각 운동은 무작위 순서로 적용하였다. 각각의 운동은 3회 측정하였으며, 각 조건마다 5분의 휴식시간을 제공하였다. 엎드린 자세에서 고관절 회전 운동의 각도를 평가하기 위해 양쪽의 전상 장골극과 무릎을 90° 굴곡하여 고정시킨 경골 축을 이용하여 각도를 평가하였다. 이때 엎드린 자세에서 고관절 정상적인 외회전 각도는 40°이다(Vogelbach와 Whitehouse, 1990). 따라서 외회전 끝 범위인 40°와 중간 범위인 20°와 0°에서 각각 우세 측 고관절을 신전하도록 하였다.

고관절 외회전 각도(0°, 20°, 40°)는 제작된 나무 판을 이용하여 통제하였고, 환자는 나무 판 위에 하퇴를 위치시켜서 신전 전에 근육이 이완이 될 수 있도록 하였다(Figure 1)(Figure 2). 이때 나무판에 대상자의 대퇴가 닿지 않도록 위치 시킨다. 운동의 시작 자세는 고관절 30° 외전 후 외회전 각도에 따라 신전 시 대상자는 무릎을 90° 굴곡을 하고, 검사자가 “복부를 집어 넣으세요”, “압력 게이지 유지하면서 다리를 들어 올리세요”라고 지시하면 대상자는 대퇴 외측에는 고관절 10°를 알려 주는 막대를 위치시키고 하퇴를 뒤에서 지지하는 면에 맞추어 고관절을 10° 신전하였다. 복부를 집어

Figure 1. Foothold.

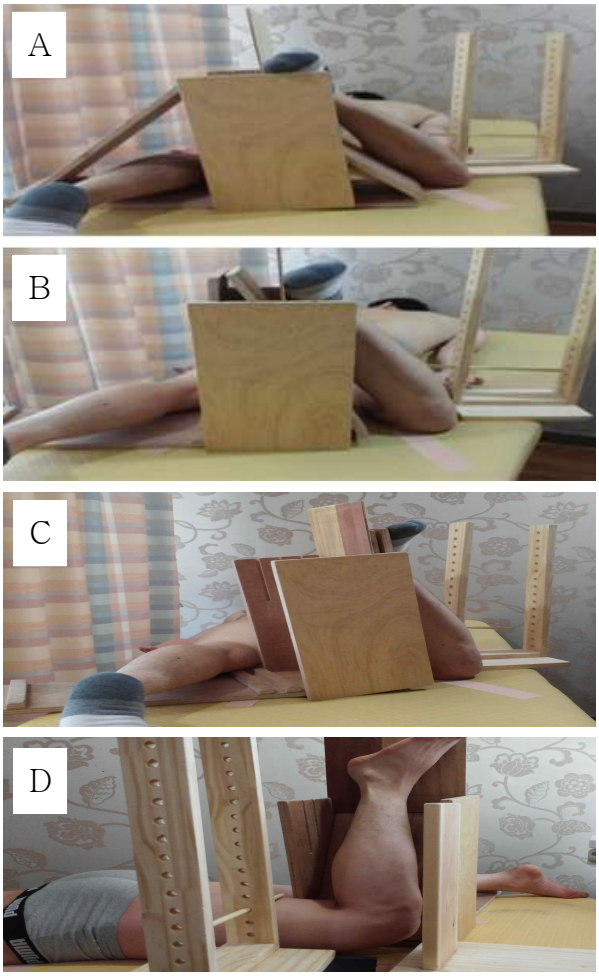

Figure 2. Position as external rotation angle (A: hip abduction 30˚+external rotation 40˚, B: hip abduction 30˚+external rotation 20˚, C: hip abduction 30˚+external rotation 0˚, D: hip extension 10˚).

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

넣을 때는 복횡근을 수축함으로써 이상적으로 4~6 ㎜Hg 압력을 감소할 수 있다. 이때 게이지가 4 ㎜Hg 보다 적게 압력을 감소시키거나 10 ㎜Hg보다 크게 압력을 증가시키는 것은 잘못된 동작이라는 것을 대상자에게 알려주고(Page 등, 2010), 압력 게이지를 유지하면서 고관절을 신전할 때, 압력 변화가 ±5 ㎜Hg 이하 자료만 분석하였으며(Oh 등, 2007), 이 동작을 5초 동안 유지하도록 하고 3회 반복하였다.

4. 자료 분석

엎드려 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 신전 시 외회전 각도(0°, 20°, 40°)에 따라 고관절 주변 근육(대둔군, 중둔근, 슬괵근)의 활성도와 대둔근/슬괵근, 중둔근/슬괵근의 활성도 비를 비교하기 위해 반복 측정된 일요인 분산분석(one-way repeated analysis of variance)을 실시하였고, 사후 분석을 위해 본페로니 수정법(Bonferroni correction)을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 정하였다. 실험을 통하여 수집된 자료는 SPSS ver. 20.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 결과

엎드려 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 신전 시 외회전 각도(0°, 20°, 40°)에 따른 대둔근, 중둔근, 슬괵근의 활성도를 살펴본 결과 대둔근과 중둔근의 활성도는 유의하게 차이가 있었다(Figure 3). 대둔근의 활성도는 고관절 40°(p=.006)와 20°(p=.010) 외회전에서 고관절 0° 외회전보다 유의하게 증가하였다. 중둔근의 활성도는 고관절 20° 외회

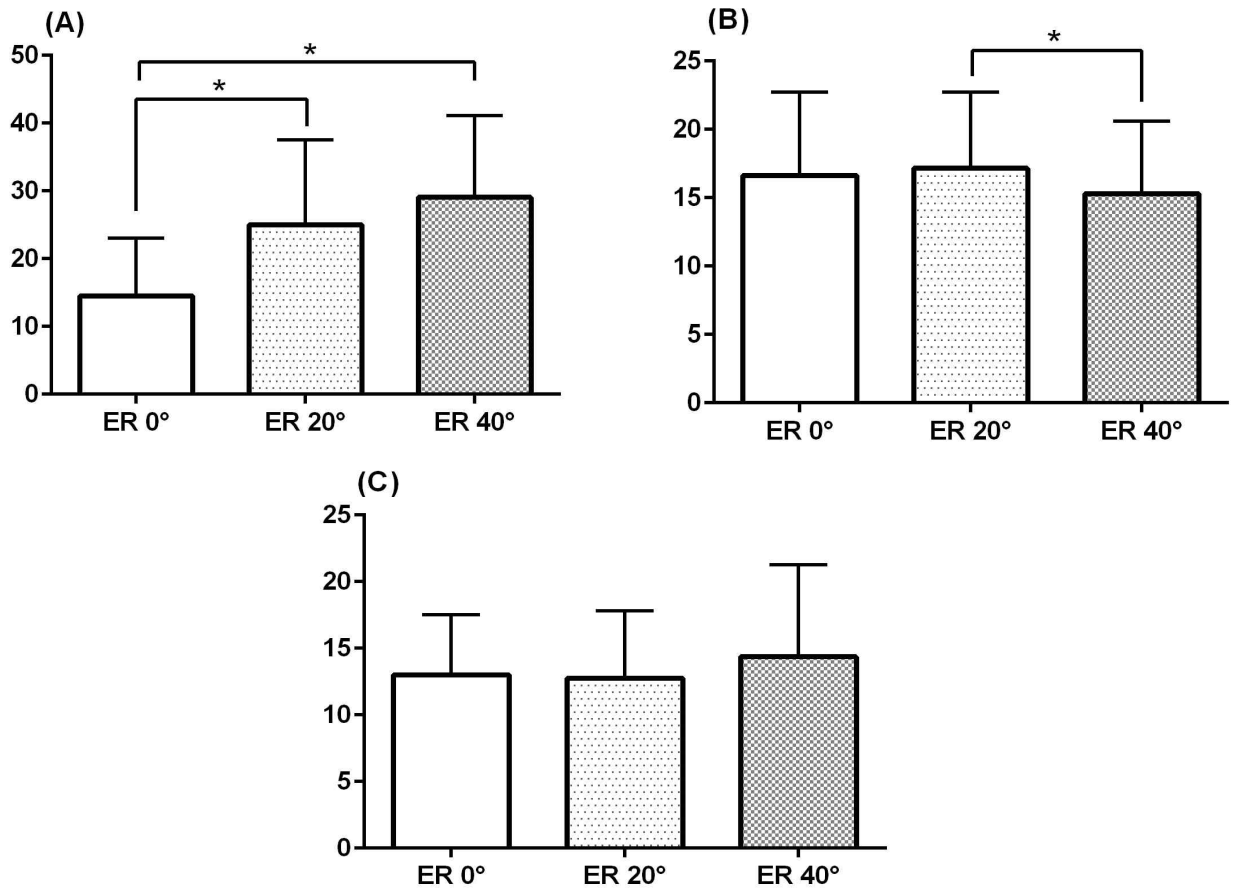

Figure 3. Comparison of muscle activity in gluteus maximus (A), gluteus medius (B), hamstring (C) among different hip external rotation during prone hip abduction 30° and extension (ER 0°: external rotation 0°, ER 20°: external rotation 20°, ER 40°: external rotation 40°, *p<.05).

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

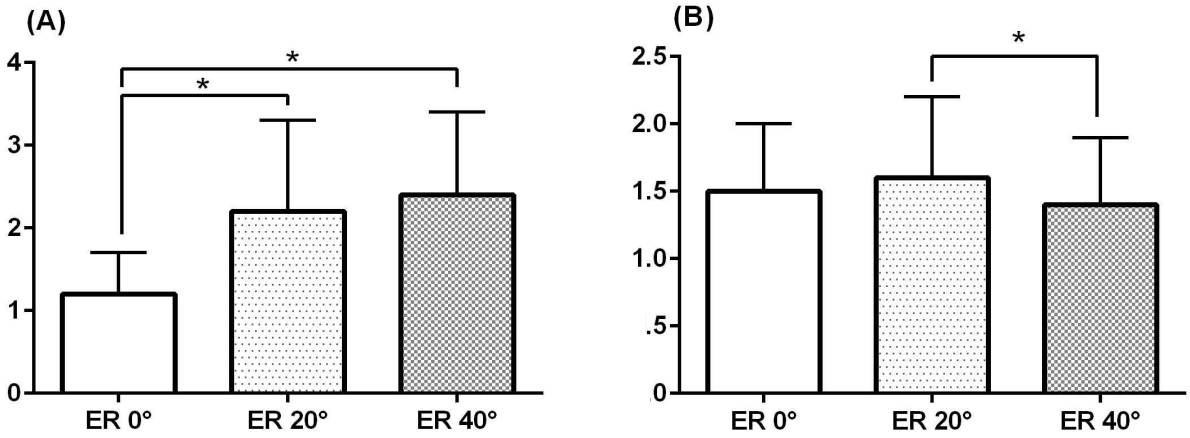

Figure 4. Comparison of muscle activity ratio in gluteus maximus/hamstring (A), gluteus medius/hamstring (B) among different hip external rotation during prone hip abduction 30° and extension (ER 0°: external rotation 0°), ER 20°: external rotation 20°, ER 40°: external rotation 40°, *p<.05).

전에서 고관절 40° 외회전보다 유의하게 증가하였다(p=.013).

엎드려 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 신전 시 고관절의 외회전 각도에 따라 대둔근/슬괵근, 중둔근/슬괵근의 활성도 비는 유의하게 차이가 나타났다(Figure 4). 대둔근/슬괵근의 활성도 비는 고관절 40°(p=.004)와 20°(p=.014) 외회전에서 고관절 0° 외회전보다 유의하게 증가하였다. 중둔근/슬괵근의 활성도 비는 고관절 20° 외회전에서 고관절 40° 외회전보다 유의하게 증가하였다(p=.048).

Ⅳ. 고찰

본 연구는 엎드려 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 신전 시 외회전 각도(0°, 20°, 40°)에 따라 고관절의 신전근과 외전근(대둔근, 중둔근, 슬괵근)의 활성도와 대둔근/슬괵근과 중둔근/슬괵근과의 활성도 비의 변화를 알아보았다(Table 2).

대둔근의 활성도는 고관절 40°와 20° 외회전에서 고관절 0° 외회전보다 유의하게 증가하였다. 근섬유의 배열 방향은 근수축에 기여하며, 대둔근은 방추형의 근육으로 근육 활성화가 최대가 되기 위해 근육 배열 방향과 근 수축 방향은 같아야 효율적이다(Landers 등, 2001; Smidt와 Rogers, 1982; Soderberg, 1983). 즉 고관절 신전과 외회전을 포함한 운동을 시행할 때 대둔근의 배열 방향과 같은 방향에서의 근육 수축으로 대둔근이 활성화된다(Selkowitz 등, 2013). 본 연구의 결과에서 고관절 30° 외전 후 고관절 신전 시 고관절 40°와 20° 외회전에서 대둔근의 활성도가 증가한 이유도 대둔근 섬유 배열 방향이 0° 외회전보다 40°와 20° 외회전의 각도와 유사하기 때문이라고 생각할 수 있다.

중둔근의 활성도는 고관절 20° 외회전에서 고관절 40° 외회전보다 유의하게 증가하였다. 중둔근에서는 고

Table 2. Muscle activity and muscle activity ratio on hip external rotation angle

Muscle activity and muscle activity ratio	Hip external rotation angle		
	ER[a] 0°	ER 20°	ER 40°
G Max[b]	14.56±8.46[c]	25.15±12.70	29.12±12.14
G Med[d]	16.69±5.99	17.02±5.76	15.32±5.34
Ham[e]	12.96±4.57	12.76±5.92	14.29±6.97
G Max/Ham	1.23±.55	2.22±1.10	2.44±1.02
G Med/Ham	1.48±.52	1.62±.61	1.41±.52

[a]external rotation, [b]gluteus maximus, [c]mean±standard deviation, [d]gluteus medius, [e]hamstring.

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

관절 신전 운동 시 고관절 20° 외회전까지는 유리하였으나 40°는 오히려 감소하였고, 고관절 40°와 20° 외회전은 0° 외회전 시와 유의한 차이를 보이지 않았다. 자세는 약간 다르지만 본 연구와 비슷하게, Philippon 등(2011)의 연구에서는 엎드리고 무릎을 굽힌 상태에서 고관절 0° 외회전에서 고관절 신전 시 중둔근의 활성도(27.2±8.4%MVIC)와 무릎을 굽히고 고관절을 약간 벌린 상태에서 두발을 모아서 고관절의 외회전을 유지하며 신전 시 중둔근의 활성도(23.3±5.6%MVIC)가 유의한 차이를 보이지 않았다. 중둔근은 기능적으로 3개의 근섬유(전, 중, 후 섬유)로 나뉜다. 중둔근의 후 섬유는 시상면과 수평면에서 봤을 때 대둔근에 비해 좀 더 내측과 상방을 향하고 있다. 근섬유의 배열 방향과 수축 방향을 고려하였을 때 후 섬유의 배열은 고관절 30° 외전 후 고관절 신전 시 고관절 40° 외회전보다는 20° 외회전 방향과 유사하여 근육 배열 방향과 같은 방향에서의 근육 수축으로 중둔근이 활성화되었다고 설명할 수 있다(Landers 등, 2001; Smidt와 Rogers, 1982; Soderberg, 1983).

대둔근/슬괵근의 활성도 비는 고관절 40°와 20° 외회전에서 고관절 0° 외회전보다 유의하게 증가하였다. Kang 등(2013)의 연구에서 엎드린 자세에서 무릎 90° 굴곡 후 고관절 0° 외회전과 30° 외전을 유지하고 신전을 시행하였을 때 대둔근/슬괵근의 활성도 비는 2.06이었다. 같은 자세에서 고관절 40°와 20° 외회전을 적용한 본 연구에서 대둔근/슬괵근의 활성도 비는 2.22~2.44로 상대적으로 높은 대둔근/슬괵근의 활성도 비를 보여주었다.

중둔근/슬괵근의 활성도 비는 고관절 20° 외회전에서 고관절 40° 외회전보다 유의하게 증가하였다. 엎드린 자세에서 무릎 90° 굴곡 후 30° 외전을 유지하면서 외회전 각도에 따른 신전 운동 시 중둔근/슬괵근 활성도 비를 연구한 것은 본 연구가 처음이다. 따라서 다른 연구와의 직접적인 비교는 어렵지만, McCurdy 등(2010)에 따르면 중둔근/슬괵근의 활성도 비가 변형된 한 발 스쿼트(squat) 시 .70이고 두 발 스쿼트(squat) 시 1.19였다. 본 연구에서 중둔근/슬괵근의 활성도 비는 1.41~1.62으로, 상대적으로 높은 중둔근/슬괵근 활성도 비를 보였다. 한발 스쿼트시 골반이 한쪽으로 떨어지는 것과 상체를 지지 하려고 중둔근의 활성도는 증가 되지만 무릎이 외번각이 커지면서 이를 조절하려고 슬괵근 특히 대퇴이두근이 원심성 조절 하면서 근 활성도가 증가하여 중둔근/슬괵근의 낮은 활성도 비를 얻었다. 두발 스쿼팅시에는 중둔근의 활성도는 줄어 들었지만 대퇴사두근의 활성도가 증가하고 무릎의 외번각이 감소하여 슬괵근의 활성도가 감소되어 중둔근/슬괵근 활성도 비가 한 발 스쿼트 보다는 증가하였다. 하지만 본 연구는 고관절 외회전을 통해 중둔근의 후섬유 부분과 중섬유 전섬유까지 근육 수축에 동원이 되고 무릎을 굴곡시켜 슬괵근의 과도한 근 활성도를 조절하여 상대적으로 높은 중둔근/슬괵근의 활성도를 얻었다고 사료 된다. 그러므로 즉 대둔근/슬괵근의 활성도 비를 증가시키기 위하여 본 연구에서 이용된 엎드린 자세에서 30° 외전 후 40°와 20° 외회전에서의 신전이 추천되며, 중둔근/슬괵근 활성도 비를 증가시키기 위하여 본 연구에서 이용된 엎드린 자세에서 30° 외전 후 20° 외회전에서의 신전이 40° 외회전에서 보다 추천될 수 있다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째는 허리 통증이 없는 20대와 30대 남성을 대상으로 하였기 때문에 본 연구의 결과를 허리 통증이 있는 환자에게 일반화하기에는 제한점이 될 것이다. 둘째는 본 연구가 복부 당김 기법을 적용하고 외회전 각도를 독립변수로 이용하여 활성도를 측정하였기 때문에, 환자를 대상으로 엎드린 자세에서 외회전 각도에 따른 활성도 연구 시에 복부 당김 기법의 유무에 따른 활성도의 측정도 확인되어야 할 것이다. 셋째는 엎드린 자세에서 고관절 신전 시 들어 올리는 속도를 조절하지 못하였다. 넷째는 엎드린 자세에서 연구를 시행하였고, 즉 열린 사슬에서 운동을 시행하였기 때문에 걷는 동작이나 서 있는 동작과 같은 닫힌 사슬에서 운동할 때는 다른 결과가 나타날 수 있다. 향후 연구에서는 이러한 제한점을 고려하여 허리 통증이 있는 대상자들에게 시행하고, 복부 당김 기법의 유무에 따른 비교연구, 고관절 신전 시 속도를 설정하여 닫힌 사슬에서 운동을 시행하는 연구가 필요할 것이다.

Ⅴ. 결론

본 연구에서는 건강한 성인 남자 16명을 대상으로 엎드려 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 10° 신전 시 외회전 각도(0°, 20°, 40°)에 고관절의 신전근과 외전근(대둔근, 중둔근, 슬괵근)의 활성도를 측정하였고, 대둔근/슬괵근, 중둔근/슬괵근의 활성도 비를 계산하였다. 대둔근의 활성도는 고관절 40°(p=.006)와 20°(p=.010) 외회전에서 고관절 0° 외회전보다 유의하게 증가하였고, 중둔근의 활성도는

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

고관절 20° 외회전에서 고관절 40° 외회전보다 유의하게 증가하였다(p=.013). 대둔근/슬괵근의 활성도 비는 고관절 40°(p=.004)와 20°(p=.014) 외회전에서 고관절 0° 외회전보다 유의하게 증가하였고, 중둔근/슬괵근의 활성도 비는 고관절 20° 외회전에서 고관절 40° 외회전보다 유의하게 증가하였다(p=.048). 결론적으로 엎드려 고관절 30° 외전 한 자세에서 복부 당김 기법을 적용한 후 고관절 신전 시 40°와 20° 외회전에서 운동을 하는 것이 대둔근 활성화에 효율적이다.

고관절 20° 외회전에서 고관절 40° 외회전보다는 유의하게 증가 하였고, 고관절 0° 외회전보다는 유의한 차이는 없었다. 하지만 슬괵근의 낮은 활성도와 중둔근의 높은 활성도로 보아 본 연구에서 고관절 20° 외회전에서 고관절 10° 신전 시 중둔근의 활성화에 효율적인 훈련 방법이라고 제안한다.

References

Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85:S86-S92.

Calais-Germain B. Anatomy of Movement. Seattle, WA, Eastland Press, 1993:227-252.

Cappozzo A, Felici F, Figura F, et al. Lumbar spine loading during half squat. Med Sci Sports Exerc. 1985;17(5):613-620.

Chance-Larsen K, Littlewood C, Garth A. Prone hip extension with lower abdominal hollowing improves the relative timing of gluteus maximus activation in relation to biceps femoris. Man Ther. 2010;15(1):61-65. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2009.07.001

Cichanowski HR, Schmitt JS, Johnson RJ, et al. Hip strength in collegiate female athletes with patellofemoral pain. Med Sci Sports Exerc. 2007;39(8):1227-1232.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to Surface Electromyography. Gaithersburg, Aspen, 1998:353-371.

Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al. Effects of lumbar stabilization using a pressure biofeedback unit on muscle activity and lateral pelvic tilt during hip abduction in sidelying. Arch Phys Med Rehabil. 2006;87(11):1454-1458.

Devlin L. Recurrent posterior thigh symptoms detrimental to performance in rugby union: Predisposing factors. Sports Med. 2000;29(4):273-287.

Distefano LJ, Blackburn JT, Marshall SW, et al. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. J Orthop Sports Phys Ther. 2009;39(7):532-540. http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2009.2796

Friel K, McLean N, Myers C, et al. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. J Athl Train. 2006;41(1):74-78.

Grimaldi A, Richardson C, Durbridge G, et al. The association between degenerative hip joint pathology and size of the gluteus maximus and tensor fascia lata muscles. Man Ther. 2009;14(6):611-617. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2008.11.002

Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. Am J Sports Med. 2006;34(2):299-311.

Hungerford B, Gilleard W, Hodges P. Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. Spine (Phila Pa 1976). 2003;28(14):1593-1600.

Kankaanpää M, Taimela S, Laaksonen D, et al. Back and hip extensor fatigability in chronic low back pain patients and controls. Arch Phys Med Rehabil. 1998;79(4):412-417.

Kang SY, Jeon HS, Kwon OY, et al. Activation of the gluteus maximus and hamstring muscles during prone hip extension with knee flexion in three hip abducttion positions. Man Ther. 2013;18(4):303-307. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2012.11.006

Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Muscles Testing and Function With Posture and Pain. 5th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 2005:417-439.

Kwon OY, Koh EK. The comparison of the onset

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

times of hamstring, gluteus maximus, and lumbar erector spinae muscle activity during hip extension between subjects with low back pain and healthy subjects. Phys Ther Korea. 2002;9(2):33-42.

Landers KA, Hunter GR, Wetzstein CJ, et al. The interrelationship among muscle mass, strength, and the ability to perform physical tasks of daily living in younger and older women. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2001;56(10):B443-B448.

Lee D. The Pelvic Girdle: An Approach to the Examination and Treatment of the Lumbopelvic-Hip region. 3rd ed. Edinburgh, Churchill Livingstone, 2004:81-132.

Lee JH, Cynn HS, Kwon OY, et al. Different hip rotations influence hip abductor muscles activity during isometric side-lying hip abduction in subjects with gluteus medius weakness. J Electromyogr Kinesiol. 2014;24(2):318-324. http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.01.008

Leinonen V, Kankaanpää M, Airaksinen O, et al. Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: Effects of low back pain and rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil. 2000;81(1):32-37.

Lyons K, Perry J, Gronley JK, et al. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation. an EMG study. Phys Ther. 1983;63(10):1597-1605.

McCurdy K, O'Kelley E, Kutz M, et al. Comparison of lower extremity EMG between the 2-leg squat and modified single-leg squat in female athletes. J Sport Rehabil. 2010;19(1):57-70.

Nelson-Wong E, Gregory DE, Winter DA, et al. Gluteus medius muscle activation patterns as a predictor of low back pain during standing. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2008;23(5):545-553. http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.01.002

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

Noh KH, Moon SN, Lee DK, et al. Influence of internal and external stabilization methods during prone hip extension on the selective activation of the gluteus maximus. Phys Ther Korea. 2011;18(3):1-7.

Oh JS, Cynn HS, Won JH, et al. Effects of performing an abdominal drawing-in maneuver during prone hip extension exercises on hip and back extensor muscle activity and amount of anterior pelvic tilt. J Orthop Sports Phys Ther. 2007;37(6):320-324.

Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: The Janda approach. Champlain, VA, Human Kinetics, 2010:77-89.

Park KN, Cynn HS, Kwon OY, et al. Effects of the abdominal drawing-in maneuver on muscle activity, pelvic motions, and knee flexion during active prone knee flexion in patients with lumbar extension rotation syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 2011;92(9):1477-1483. http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2011.03.020

Philippon MJ, Decker MJ, Giphart JE, et al. Rehabilitation exercise progression for the gluteus medius muscle with consideration for iliopsoas tendinitis: An in vivo electromyography study. Am J Sports Med. 2011;39(8):1777-1785. http://dx.doi.org/10.1177/0363546511406848

Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: A theoretical perspective. J Orthop Sports Phys Ther. 2003;33(11):639-646.

Sahrmann SA. Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes. 1st ed. St Louis, Mosby, 2002:121-192.

Sakamoto AC, Teixeira-Salmela LF, de Paula-Goulart FR, et al. Muscular activation patterns during active prone hip extension exercises. J Electromyogr Kinesiol. 2009;19(1):105-112.

Selkowitz DM, Beneck GJ, Powers CM. Which ex-

ISSN (Print) 1225-8962, ISSN (Online) 2287-982X
http://dx.doi.org/10.12674/ptk.2014.21.3.001

ercises target the gluteal muscles while minimizing activation of the tensor fascia lata? Electromyographic assessment using fine-wire electrodes. J Orthop Sports Phys Ther. 2013;43(2):54-64. http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2013.4116

Smidt GL, Rogers MW. Factors contributing to the regulation and clinical assessment of muscular strength. Phys Ther. 1982;62(9):1283-1290.

Soderberg GL. Muscle mechanics and pathomechanics. their clinical relevance. Phys Ther. 1983;63(2):216-220.

Takasaki H, Iizawa T, Hall T, et al. The influence of increasing sacroiliac joint force closure on the hip and lumbar spine extensor muscle firing pattern. Man Ther. 2009;14(5):484-489. http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2008.11.003

Vogelbach SK, Whitehouse G. Functional Kinetics: Observing, analyzing, and teaching human movement. Berlin Heidelberg, Springer Verlag, 1990:183-187.

Vogt L, Banzer W. Dynamic testing of the motor stereotype in prone hip extension from neutral position. Clin Biomech (Bristol, Avon). 1997;12(2):122-127.

Willcox EL and Burden AM. The influence of varying hip angle and pelvis position on muscle recruitment patterns of the hip abductor muscles during the clam exercise. J Orthop Sports Phys Ther. 2013;43(5):325-331. http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2013.4004

Wilson J, Ferris E, Heckler A, et al. A structured review of the role of gluteus maximus in rehabilitation. NZ J Physiother. 2005;33(3):95-100.

Zeller BL, McCrory JL, Kibler WB, et al. Differences in kinematics and electromyographic activity between men and women during the single-legged squat. Am J Sports Med. 2003;31(3):449-456.

This article was received June 26, 2014, was reviewed June 27, 2014, and was accepted July 23, 2014.