심부 안정성이 부족한 대상자에게 외부적 지지가 엉덩관절 벌림근의 근력과 근활성도에 미치는 영향

전인철^{1,2}

¹호서대학교 생명보건대학 물리치료학과, ²호서대학교 스마트 헬스케어 융복합 연구센터

The Effectiveness of the External Support on the Strength and Muscle Activity of Hip Abductor in Subject Without Core Stability

In-Cheol Jeon^{1,2}, PT, PhD

¹Department of Physical Therapy, College of Life and Health Science, Hoseo University, ²Smart Healthcare Convergence Research Center, Hoseo University, Asan, Korea

Article Info

Received January 17, 2022

Revised January 25, 2022

Accepted January 25, 2022

Corresponding Author

In-Cheol Jeon

E-mail: jeon6984@hoseo.edu

<https://orcid.org/0000-0002-6549-6866>

Key Words

Core stability

External support

Hip abductor

Standing position

Background: Gluteus medius muscle is important for the stability of hip joint. The sufficient core stability can be contributed to the performance of gluteus medius muscle in standing position. In addition, the external support may affect core stability in standing position.

Objects: The purpose of this study was to investigate the effectiveness of the external support on the strength and muscle activity of hip abductor muscle during hip abduction in standing position in subjects without core stability.

Methods: Fifteen subjects participated in this study. The subjects were evaluated by using the double-leg lowering with bent knees to measure the core stability. The strength and muscle activity of hip abductors was measured in standing position with the condition with and without external support using the tensiometer sensor and the surface electromyography. The paired t-test was used to investigate the difference between hip abductor strength and activity according to external support. The level of statistical significance was set at $\alpha = 0.05$.

Results: The hip abductor strength and muscle activity of gluteus medius muscle with external support were significantly greater than those without external support during hip abduction in standing position ($p < 0.05$).

Conclusion: During hip abduction in standing position, the external support may be contributed to the improvement of the hip abductor strength and muscle activity of gluteus medius especially in the subjects without core stability.

INTRODUCTION

엉덩관절 벌림근은 엉덩관절 부위에서 안정화 역할을 하는 근육이다 [1,2]. 하지를 통한 기능적인 활동 동안 골반 안정화에 많은 역할을 하기 때문에 엉덩관절 주위를 감싸는 중요한 필수 근육으로 여겨진다[3]. 특히, 엉덩관절 벌림근 중 하나인 중간볼기근의 경우 체중 지지를 한 상태에서 한 쪽 다리로 서 있거나, 보행을 수행하면서 엉덩관절 및 허리, 골반 부위의 안정성 향상에 가장 많이 기여하는 근육이라고 볼 수 있다[1,2]. 하지만, 불충분한 중간볼기근의 근활성도 또는 엉덩관절 벌

림 근력 약화는 엉덩관절을 포함한 허리, 골반 부위에서 기능적인 동작을 수행하면서 움직임 손상(movement impairment)을 야기시킬 수 있다[2]. 이전 연구를 살펴보면, 하지의 부상과 허리 통증이 있는 대상자에게 엉덩관절 벌림근의 근력과 근지구력 약화를 확인할 수 있었다 [4,5]. 다른 선행연구에서는 무릎뼈-넙다리뼈 관절에 통증이 있는 대상자에서 대조군에 비해 약해진 엉덩관절 벌림근과 가쪽돌림근을 가진 것을 확인했다[6,7]. 따라서 이러한 근육을 정확하게 평가하는 것이 필요한데, 엉덩관절 벌림을 기능적으로 평가하는 대표적인 방법으로는 선 자세에서 수행하는 Trendelenburg [8] 테스트, 압력 바이오 피드백

(pressure bio-feedback unit, PBU)을 허리 부위에 위치하여 옆으로 누운 자세에서 선택적인 중간볼기근을 검사하는 테스트 등이 있다[9]. 이러한 방법을 수행하면서, 발생할 수 있는 보상 메커니즘을 충분히 이해하고, 엉덩관절 벌림 근력 또는 중간볼기근의 근활성도를 정확하게 평가하기 위해 심부 안정성의 영향을 고려하는 것이 필요하다[10-12].

심부 안정성(core stability)은 복부 근육을 포함한 척추기립근, 골반바닥근(pelvic floor), 가로막(diaphragm)으로 구성하고 있고, 해당 부위의 등척성 수축에 의해 형성되는 내부적 안정화 기능을 의미한다[1]. 또한 심부 안정성은 상지 또는 하지의 움직임을 향상시키기 위한 심부 강화 및 동적 안정화(dynamic stability)라고도 의미할 수 있다[13]. 심부 안정성은 만성 허리통증의 관리 및 선 자세의 균형 개선, 근골격계 부상 예방을 위해 상당히 중요한 요소라고 밝혀졌다[2,4,14,15]. 선행연구에 따르면, 심부 안정성이 부족한 대상자에게 누운 자세에서 90° 엉덩관절 굽힘을 수행한 상태에서 근력 평가를 수행했을 때, 외부적 지지의 제공 여부가 엉덩관절 굽힘근의 근력에 큰 영향을 미친다고 밝혔다[11]. 누운 자세에서 엉덩관절 굽힘을 수행하면서 외부적 지지를 제공하였을 때, 엉덩관절 굽힘 근력의 증가를 확인할 수 있었다. 또한, 심부 안정성이 충분한 그룹과 부족한 그룹을 대상으로 누운 자세에서 엉덩관절 굽힘 근력을 측정하는 경우에도 심부 안정성이 충분한 그룹은 외부적 지지의 제공 여부가 엉덩관절 굽힘 근력에 큰 영향을 미치지 않았다. 반면에 심부 안정성이 부족한 그룹에서는 엉덩관절 굽힘을 수행하면서 외부적으로 제공되는 요소에 의해서 근력이 크게 증가한 것으로 밝혀졌다[12]. 따라서 엉덩관절 굽힘근에서 충분한 근력을 수행하기 위해서 신체 내부적으로 형성되는 심부 안정성이 큰 영향을 미친다는 것을 의미하고, 그 안정성이 부족한 경우에 외부적으로 제공되는 지지 환경에 의해서 굽힘 근력 증가에 기여한다고 볼 수 있다.

선행연구에 기초하여, 심부 안정성은 일반적으로 누운 자세와 옆으로 누운 자세에서 평가되어 왔다[9,14,16,17]. 하지만 지금까지의 연구 동향을 살펴보면 선 자세에서 심부 안정성이 엉덩관절 벌림근의 근력과 중간볼기근의 근활성도에 미치는 영향을 조사한 연구는 없었다. 선 자세에서 엉덩관절 벌림은 균형 능력과 중간볼기근의 근력을 검사하기 위한 기능적 움직임이다. 그러므로, 선 자세에서 심부 안정성에 따른 엉덩관절 벌림근의 영향에 대한 연구는 움직임 손상없이 효과적인 운동을 수행하기 위해 임상적으로 유용할 것이다.

따라서, 본 연구의 목적은 심부 안정성이 부족한 대상자가 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하면서 외부적 지지를 제공했을 때, 엉덩관절 벌림근의 근력과 중간볼기근의 근활성도에 미치는 영향을 조사하는 것이다. 연구 가설은 심부 안정성이 부족한 대상자가 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행했을 때 외부적 지지 없이 수행했을 때보다 외부적 지지를 제공한 상태에서 수행했을 때 엉덩관절 벌림근의 근력과 중간볼기근의 근활성도가 더 증가할 것으로 설정하였다.

MATERIALS AND METHODS

1. 연구대상

본 연구참여자는 성인 남자 15명을 대상으로 하였다. 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(나이 = 24.3 ± 3.2 세, 몸무게 = 71.5 ± 8.3 kg, 신장 = 171.9 ± 5.4 cm). 5명의 참가자를 대상으로 한 파일럿 연구에서 G-power software (ver. 3.1.2; Franz Faul, Kiel University, Kiel, Germany)가 사용되었다. 표본 크기는 검정력 0.80, 알파 기준은 0.05, 효과 크기는 1.29로 계산되었다. 이러한 결과를 통해 본 실험에서 필요한 최소 표본 크기가 10명임을 확인하였다. 대상자 탈락을 고려하여 16명의 대상자를 선정하였고, 1명이 탈락하였다. 연구 참여 제외 기준은 신경근육계 또는 근골격계 손상이 있는 경우와 동작을 수행하면서 통증이 발생하는 경우다. 실험 프로토콜은 모든 대상자에게 자세하게 설명되었으며 각 연구참여자는 사전 서면 동의서를 작성하였다.

2. 측정방법 및 도구

1) Test for core stability

선행연구에서 제시한 방법에 따라, the double-leg lowering with bent knees를 이용하여 대상자의 심부 안정성 능력을 확인하였다[18]. 대상자는 누워있는 자세에서 양쪽 무릎을 굽힌 채(crook-lying position) 유지하였다. 허리 골반 부위에 PBU를 배치하였다. 그 상태에서 양다리를 굽힌 채 엉덩관절 90° 각도까지 수행하였다. 그리고 PBU 수치는 40 mmHg로 조절하였다. 그 후 대상자는 호흡을 지속적으로 유지하면서, 굽힌 다리를 90°에서 45°까지 서서히 내리기 시작하였다. 발뒤꿈치는 테이블 표면을 바로 위에서 5초 동안 유지하도록 하였고, PBU의 수치는 40 ± 10 mmHg로 유지하도록 했다. 이러한 동작을 수행하면서 PBU의 압력 변화를 10 mmHg 미만으로 유지할 수 있는 경우 충분한 심부 안정성을 확인하는 방법이고, 본 연구에서는 PBU의 압력 변화가 10 mmHg 이상 증가되거나 감소되는 경우 불충분한 심부 안정성이 있는 대상으로 참여시켰다[18].

2) Hip abductor muscle strength

장력계(Smart KEMA tensiometer sensor; Factorial Holdings Co., Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 엉덩관절 벌림근의 등척성 최대 수축의 강도를 측정하였다. 장력계의 스트랩 위치는 가쪽 복사뼈 부위에 위치하며, 피부의 동일한 부위에 마커로 표시하여 적용하였고 스트랩을 적용한 부위별 차이를 최소화하였다[3]. 선 자세에서 우세측 다리의 엉덩관절 벌림 각도가 10°에서 수행될 수 있도록 스트랩의 길이를 조절했다(Figure 1) [3,6]. 첫번째 측정 후, 2분의 휴식 후 동일한 절차로 재측정하였다. 근력 측정은 총 3번 진행하여 평균을 냈다. 실험 절차를 정확하게 수행하기 위해서 측정자 및 대상자는 실제 실험을 수행하기 전에 실험 과정에 대하여 숙지하고 익숙해질 수 있도록 연습하였다. 장력계는 최대 200 kg의 힘, 0.1 kg 정확도 및 0.1 kg의 미세한 힘도

Figure 1. The hip abduction in standing position (A) with external support and (B) without external support.

측정하는 감지 시스템으로 구성된다. 엉덩관절 벌림근의 근력을 측정하는 동안 양측의 무릎은 완전 편이 유지된 채 엉덩관절의 벌림이 10°에서 최대 자발적 등척성 수축을 5초간 유지하였다[6].

3) Gluteus medius muscle activity

중간볼기근의 근활성도를 측정하기 위하여 Noraxon TeleMyo 2400 system (Noraxon Inc., Scottsdale, AZ, USA) 장비를 이용하였다. 엉덩관절의 중간볼기근 활성도를 분석하기 위하여 분석 전용 소프트웨어가 설치된 프로그램을 사용하였다. 표본 추출률 1,024 Hz, 대역통과필터 20–450 Hz, 여과 필터 60 Hz로 설정하여 실험을 진행하였다. 수집된 모든 근활성도 데이터는 the root mean square를 moving window가 50 ms로 설정하여 신호를 처리했다. 중간볼기근의 전극 배치를 위하여 해당 부위의 부착 지점을 면도하고, 알코올 솜을 이용하여 피부 저항을 최소화하고자 하였다. 중간볼기근에 두 개의 전극을 부착하기 위해서 부위는 넓다리뼈 큰돌기의 중심과 엉덩뼈 능선의 중심을 직선으로 이은 부분의 3분의 1지점에서 근육 섬유 방향과 평행하게 부착하였다[19]. 중간볼기근의 정상화(normalization)하기 위해서 맨손 근력 검사 자세에서 최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction, MVIC)을 하기 위하여 해당 근육의 테스트 위치는 선행연구의 지침을 준수하였다[20]. 해당 근육의 데이터는 %MVIC를 사용하여 계산되었다. 선 자세에서 엉덩관절 벌림 10°를 수행하면서 우세측 다리에서 중간볼기근의 근활성도를 분석하였다. 엉덩관절 벌림은 5초간 진행되었고, 근활성도 데이터를 안정적으로 받기 위하여 동작을 수행하는 5초 동안 시작과 종료 시점에 소요되는 1초를 제외한 중간 2–4초 동안의 데이터를 수집하였다. 동작은 총 3번 반복하여 근활성도 수치를 평균 내었다(Figure 1).

4) Kinematic data for pelvic displacement during hip abduction

ImageJ software (National Institutes of Health, Bethesda,

MD, USA)를 이용하여 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하는 동안 엉치뼈의 편위(lateral displacement) 거리를 측정하였다. 엉덩관절 벌림을 수행하기 전에 시작 자세에 대한 기준점과 기준 거리를 설정했다. 그 후 엉덩관절 벌림을 수행한 마지막 자세에서 사진을 찍었다. 대상자가 동작을 수행하는 지점에서 2 m 뒤의 위치에서 사진을 찍었고, 해당 위치는 마커를 표시하여 사진 찍는 위치를 동일하게 설정하였다. 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하면서 골반의 편위를 측정하기 위해서 2번째 엉치뼈 가시돌기에 마커를 설정하였고, 시작 자세에서 마지막 자세를 수행했을 때 발생하는 편위 거리를 cm 단위로 분석하였다(Figure 1) [21].

3. 실험 절차

엉덩관절 벌림근의 최대 등척성 근력은 선 자세에서 정량화 되었다. 공을 찰 때 선호되는 우세측 다리의 엉덩관절 벌림근을 평가하였고, 비우세측 다리는 체중 지지를 위하여 수행되었다[22,23]. 심부 안정화가 부족한 대상자에게 선 자세에서 양쪽 위앞엉덩뼈가시의 위치까지 높이 조절용 테이블의 높이를 맞췄다[3]. 외부적 지지를 제공하지 않았을 경우에는 선 자세에서 양 손을 이용하여 테이블 모서리를 잡지 않은 채 우세측 다리를 벌림으로써 벌림 근력 및 중간볼기근의 근활성도를 측정하였다. 외부적 지지를 제공하였을 경우에는 선 자세에서 위앞엉덩뼈가시의 위치까지 높이를 맞춘 테이블 모서리를 양 손을 이용하여 강하게 잡은 채 같은 동작을 반복하였다. 외부적 지지 제공에 따른 엉치뼈의 편위 거리 측정을 위해 몸통의 보상작용이 발생하는 현상은 따로 통제하지 않았고, 외부적 지지 제공에 대한 순서는 무작위화(randomization)하여 진행하였다.

4. 자료 분석

본 연구의 데이터는 SPSS for Windows (ver. 18.0; IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하여 통계 분석하였다. Kolmogorov-Smirnov 검사를 통해 측정 데이터의 정규 분포를 확인하였다. 대상자에게 외부적 지지 유무에 따른 엉덩관절 벌림근의 근력 및 중간볼기근의 근활성도를 비교하기 위하여 대응표본 t 검정(paired t-test)을 사용하였다. 통계학적 유의 수준은 0.05로 설정하였다.

RESULTS

선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하는 동안 대상자들의 엉덩관절 벌림근의 근력과 중간볼기근의 근활성도는 외부적 지지를 제공하지 않았을 때보다 외부적 지지를 제공하였을 때 통계학적으로 유의한 증가를 확인할 수 있었고, 엉치뼈의 편위 거리는 유의한 감소를 확인할 수 있었다: 외부적 지지를 제공하지 않은 경우, 13.15 ± 2.78 kg; 외부적 지지를 제공한 경우, 18.95 ± 3.91 kg; $t = -8.15$, $p = 0.021$ (Figure 2); 외부적 지지를 제공하지 않은 경우, $65.16 \pm 16.13\%$; 외부적 지지를 제공한 경우, $79.89 \pm 17.48\%$; $t = -10.32$, $p = 0.012$; 외부적 지

Figure 2. The hip abductor strength in the subjects without core stability. * $p < 0.05$.

지를 제공하지 않은 경우, 9.58 ± 3.29 cm; 외부적 지지를 제공한 경우, 4.27 ± 2.53 cm; $t = 7.32$, $p = 0.038$ (Table 1).

DISCUSSION

충분한 엉덩관절 벌림근의 근력과 근활성도는 엉덩관절 통증, 또는 만성 요통이 있는 대상자에게 중요한 재활요소이다[1,2]. 엉덩관절 벌림 근력 강화 운동은 엉덩관절 근육이 약한 대상자, 특히 선 자세에서의 균형 능력을 향상시키기 위해서 필수적이라고 볼 수 있다[4,5]. 그러나 엉덩관절 벌림근의 강화 운동 또는 근력 측정을 위해서 심부 안정성에 대한 요소를 고려하지 않는 것이 일반적인 상황이라고 볼 수 있다[2]. 선 자세에서 엉덩관절 벌림근의 근력과 근활성도를 정확하게 측정하고, 선택적인 중간볼기근 강화 운동을 수행하기 위해서 심부 안정성을 고려하는 것은 필수적이다[11,12]. 본 연구에서는 심부 안정성이 부족한 대상자가 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하면서 높이 조절용 테이블을 이용해 외부적 지지를 제공하였고 이러한 요소가 엉덩관절 벌림 근력, 중간볼기근의 근활성도와 2번째 엉치뼈 가시돌기의 편위 거리에 미치는 영향을 조사하였다. 심부 안정성이 부족한 대상자가 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행할 때 외부적 지지를 제공하지 않았을 때와 비교하여 외부적 지지를 제공하였을 때 엉덩관절 벌림 근력 및 중간볼기근의 근활성도는 증가되고, 2번째 엉치뼈 가시돌기의 편위 거리는 유의하게 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통해서 도출된 결과에 대한 몇 가지 가능성에 대해서 설명하고자 한다. 첫째, 심부 안정성이 부족한 대상자가 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하면서 외부적 지지가 심부 안정성의 향상에 기여했다고 볼 수 있다[11,12]. 엉덩관절 벌림을 수행하면서 외부적 지지 제공을 통해서 엉덩관절을 포함한 신체 중심 부위를 구성하는 근육들의 동시 활성화(muscle co-contraction)를 향상시킨 것으로 사료된다[1,2]. 외부적 지지를 제공했을 때, 엉덩관절 벌림 근력의 경우 제공하지 않았을 때의 근력보다 44.1%의 향상을 확인할 수 있었다. 그리고 엉

Table 1. The dependent variables in subjects without core stability with and without external support

Variable	Without external support	With external support	Delta (Δ)	p-value
Strength of hip abductor (kg)	13.15 $\pm$ 2.78	18.95 $\pm$ 3.91	5.8	0.021*
Muscle activity of GM (% MVIC)	65.16 $\pm$ 16.13	79.89 $\pm$ 17.48	14.73	0.012*
Distance of displacement (cm)	9.58 $\pm$ 3.29	4.27 $\pm$ 2.53	5.31	0.038*

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation. GM, gluteus medius; % MVIC, % maximal voluntary isometric contraction. * $p < 0.05$.

덩관절을 구성하는 근육인 중간볼기근의 근활성도는 22.6% 증가했다. 선행연구를 확인해 보면, 하지 운동을 수행하면서 심부 안정화를 통해 허리 골반 부위에 위치하는 엉덩허리근과 중간볼기근의 근활성도 향상을 확인할 수 있었다[24,25]. 또 다른 선행연구에서는 옆으로 누운 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하면서 PBU를 이용해 허리 안정화를 촉진시켰을 때 엉덩관절 벌림근의 근활성도가 증가되는 것을 확인할 수 있었다[9]. 선행연구 방법과 비교했을 때 운동 자세와 외부적 지지 제공 방법의 차이로 인해서 본 연구결과와 직접적인 비교는 한계가 있다. 하지만 선 자세에서 체중을 지지하면서 엉덩관절 벌림을 수행할 때 심부 안정성이 부족한 대상자에게 외부적 지지를 제공하는 것은 심부 근육들의 동시 활성화 증가를 통해서 신체 중심 가까운 쪽에 있는 안정성(proximal stability) 향상에 기여하게 되고, 이러한 요소가 엉덩관절 벌림을 수행할 때 근력 증가에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다[11,12].

둘째, 선 자세에서 동작을 수행할 때 엉덩관절 벌림 각도와 엉치뼈의 위치 이동을 고려해 볼 수 있다[2]. 엉덩관절 벌림을 수행하면서 마지막 자세에서의 각도는 엉덩관절 벌림 10° 로 동일할 자세에서 수행할 수 있도록 양쪽 발목 관절에 스트랩 길이를 조절한 반면, 기능적인 벌림 근력을 확인하기 위해서 신체의 무게중심(center of gravity)의 이동은 조절하지 않았다. 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하면서 외부적 지지를 제공하지 않았을 때 2번째 엉치뼈 가시돌기는 9.58 ± 3.29 cm 이동한 반면, 외부적 지지를 제공하였을 때 2번째 엉치뼈 가시돌기는 4.27 ± 2.53 cm 이동한 것을 확인하였다. 엉덩관절 벌림을 선 자세에서 수행했기 때문에 체중을 지지하면서 무게 중심의 이동에 심부 안정성은 크게 영향을 받는데, 심부 안정성이 부족한 경우 무게 중심을 잡기 위해서 한쪽 방향으로 편위가 크게 발생하게 된다[2]. 이 연구결과에서도 마찬가지로, 엉덩관절 벌림을 수행하면서 외부적 지지를 제공했을 때보다 제공하지 않았을 때 한쪽 방향으로 편위 거리가 증가되는 것을 확인하였다. 양쪽 발목 관절에 착용한 스트랩 길이를 조절하여 선 자세에서 엉덩관절 벌림 마지막 자세에서의 양 발의 거리는 동일하다고 볼 수 있으나, 2번째 엉치뼈 가시돌기의 이동이 외부적 지지 제공 여부에 따라 거리 차이가 발생함에 따라 엉덩관절 벌림 근력에 영향을 미친 것으로 생각된다. 결과적으로, 심부 안정성이 부족한 대상자가 선

자세에서 엉덩관절 벌림 운동을 수행할 때, 2번째 엉치뼈 가시돌기의 편위 거리를 최소화시키고 엉덩관절 벌림근의 근활성도와 근력을 향상시키기 위해 외부적 지지를 제공해주는 것을 추천한다.

본 연구에서는 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫째, 허리 골반 주변을 구성하는 모든 근육들의 근활성도를 조사하지 않았다. 추후 연구에서는 복부 및 척추기립근을 포함하는 근육들의 근활성도 조사가 추가적으로 필요하다. 둘째, 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하면서 2번째 엉치뼈 가시돌기의 편위 거리를 측정할 것 이외에 다른 신체 데이터의 변위를 측정하지 않았다. 추후 연구에서는 엉치뼈의 이동 거리뿐만 아니라, 몸통 부위의 보상작용에 대한 추가 연구가 필요하다. 셋째, 본 연구에 참여한 대상자는 모두 젊고 비환자군을 고려하였다. 추후 연구에서는 요통 환자뿐만 아니라 엉덩관절 및 엉치엉덩관절 통증을 호소하는 환자를 대상으로 조사가 필요하다. 넷째, 높이 조절용 테이블을 이용해서 상지로 테이블을 잡으면서 외부적 지지를 제공했다. 추후 연구에서는 골반 벨트 또는 PBU 등과 같은 도구를 병행한 방법 등에 대한 조사가 필요하다. 다섯째, 심부 안정성에 대한 평가를 수행할 때 그 안정성이 부족한 정도에 따라 등급을 구분하지 않고 진행하였다. 추후 연구에서는 심부 안정성 평가 시 약화 정도에 따른 추가 연구가 필요하다.

CONCLUSIONS

심부 안정화가 부족한 대상자에게 외부적 지지를 통한 심부 안정성 제공은 선 자세에서 엉덩관절 벌림을 수행하면서 벌림 근력 및 중간볼 기근의 근활성도 증가와 편위 거리 감소에 긍정적으로 기여했다고 볼 수 있다. 따라서, 심부 안정화가 부족한 대상자에게 선 자세에서 엉덩관절 벌림 근 강화운동을 효율적으로 수행하기 위해서는 외부적 지지 요소를 고려하여 훈련하는 것이 추천된다. 또한, 심부 안정화가 부족한 대상자에게 선 자세에서의 엉덩관절 벌림 근력 측정은 외부적 지지의 유무에 따라 구분해서 측정되어야 한다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by the university innovation support project of Hoseo University, grant number 221-01.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

REFERENCES

1. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: foundations and techniques. 7th ed. Philadelphia (PA): F.A. Davis Company; 2018;714-21.
2. Sahrmann S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. St. Louis (MO): Mosby; 2002;121-30.
3. Widler KS, Glatthorn JF, Bizzini M, Impellizzeri FM, Munzinger U, Leunig M, et al. Assessment of hip abductor muscle strength. A validity and reliability study. J Bone Joint Surg Am 2009;91(11):2666-72.
4. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. Med Sci Sports Exerc 2004;36(6):926-34.
5. Leinonen V, Kankaanpää M, Airaksinen O, Hänninen O. Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: effects of low back pain and rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil 2000;81(1):32-7.
6. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Hip strength in females with and without patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther 2003;33(11):671-6.
7. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. J Orthop Sports Phys Ther 2007;37(5):232-8.
8. Trendelenburg F. Ueber den gang bei angeborener hüftgelenksluxation. Dtsch Med Wochenschr 1895;21(2):21-4. German.
9. Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, Yi CH. 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):1454-8.
10. Hardcastle P, Nade S. The significance of the Trendelenburg test. J Bone Joint Surg Br 1985;67(5):741-6.
11. Jeon IC. Influence of the condition with and without external support on the strength of hip flexor in supine in subjects without core stabilization. J Korean Phys Ther 2020;32(6):335-40.
12. Jeon IC. Comparison of the isometric hip flexors strength in supine position in subjects with and without weak isometric core strength. Phys Ther Korea 2021;28(1):59-64.
13. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil 2004;85(3 Suppl 1):S86-92.
14. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. J Orthop Sports Phys Ther 2007;37(12):754-62.

1. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: founda-

15. Tyler TF, Nicholas SJ, Campbell RJ, Donellan S, McHugh MP. The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med* 2002;30(5):680-3.
16. Jull G, Richardson C, Toppenberg R, Comerford M, Bui B. Towards a measurement of active muscle control for lumbar stabilisation. *Aust J Physiother* 1993;39(3):187-93.
17. Wohlfahrt D, Jull G, Richardson C. The relationship between the dynamic and static function of abdominal muscles. *Aust J Physiother* 1993;39(1):9-13.
18. Comerford M, Mottram S. Kinetic control: the management of uncontrolled movement. Chatswood: Elsevier Australia; 2012;148-54.
19. Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg (MD): Aspen; 1998;356.
20. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. Muscles: testing and function with posture and pain. 5th ed. Baltimore (MD): Lippincott Williams & Wilkins; 2005;561.
21. Dancker M, Lambert S, Brenner E. Teres major muscle - insertion footprint. *J Anat* 2017;230(5):631-8.
22. Bolgla LA, Uhl TL. Electromyographic analysis of hip rehabilitation exercises in a group of healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35(8):487-94.
23. McBeth JM, Earl-Boehm JE, Cobb SC, Huddleston WE. Hip muscle activity during 3 side-lying hip-strengthening exercises in distance runners. *J Athl Train* 2012;47(1):15-23.
24. Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med* 2006;36(3):189-98.
25. Kang N, Oh JS. The effects of sling exercise on gluteus muscle strength and gait velocity in females with history of chronic low back pain. *J Musculoskelet Sci Technol* 2021;5(2):59-66.