

옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동 시 복부드로우-인, 복부브레이싱, 골반압박벨트가 중간불기근과 몸통 근육의 활성화도에 미치는 영향

김동우¹, 김태호²

¹대구대학교 대학원 물리치료학과, ²대구대학교 물리치료학과

Effects of Abdominal Draw-in Maneuver, Abdominal Bracing, and Pelvic Compression Belt on Muscle Activities of Gluteus Medius and Trunk During Side-Lying Hip Abduction

Dong-woo Kim¹, MSc, PT, Tae-ho Kim², PhD, PT

¹Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Daegu University

²Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

Abstract

Background: Improvement of lumbo-pelvic stability can reduce the compensatory action of the quadratus lumborum (QL) and selectively strengthen the gluteus medius (GM) during side-lying hip abduction (SHA). There are abdominal draw-in maneuver (ADIM) and abdominal bracing (AB) as active ways, and pelvic compression belt (PCB) as a passive way to increase of lumbo-pelvic stability. It is necessary to compare how these stabilization methods affect the selective strengthening of the GM.

Objects: To investigate the effects of ADIM, AB, and PCB during SHA on the electromyography (EMG) activity of the GM, QL, external oblique (EO) and internal oblique (IO), and the GM/QL EMG activity ratio.

Methods: A total of 20 healthy male adults participated in the study. The subjects performed three conditions in side-lying in random order: SHA with ADIM (SHA-ADIM), SHA with AB (SHA-AB), and SHA with PCB (SHA-PCB). To compare the differences among the three conditions, the EMG activities of the GM, QL, EO and IO, and GM/QL EMG activity ratio were analyzed using one-way repeated ANOVA.

Results: The EMG activity of the QL was significantly higher in SHA-AB than in SHA-ADIM and SHA-PCB. The GM/QL activity ratio was significantly higher in SHA-PCB than in SHA-ADIM and SHA-AB. In addition, the figure for SHA-ADIM was significantly higher than that for SHA-AB. In the case of the EO, the figure for SHA-AB was significantly higher than corresponding values for the other two conditions. The figure for SHA-ADIM was significantly higher than that for SHA-PCB. The EMG activity of the IO was significantly higher in SHA-AH than in SHA-PCB.

Conclusion: It can be suggested that wearing the PCB can more selectively strengthen the GM than to perform ADIM and AB during SHA. In addition, the ADIM can be recommended when there is a need to strengthen abdominal muscles during SHA.

Key Words: Abdominal bracing; Abdominal draw-in maneuver; Hip abduction; Pelvic compression belt.

I. 서론

중간볼기근의 주된 역할은 엉덩관절의 벌림움직임을 조절하는 것과 엉덩관절과 골반의 가쪽 동적 안정성을 제공하는 것으로 기능적인 하지의 움직임을 위하여 중간볼기근의 강화 운동이 중요하다(Earl, 2005; Fredericson 등, 2002; Schmitz 등, 2002). 중간볼기근은 크기가 가장 큰 엉덩관절 벌림근이며 전체 엉덩관절 벌림근의 약 60% 정도의 가로 단면적을 차지하고 있다(Clark와 Haynor, 1987). 한발 서기를 하려면 엉덩관절 벌림근들이 지지를 해주어야 하며(Kumagai 등, 1997), 이때 대부분의 역할을 중간볼기근이 감당한다(Dalstra와 Huijskes, 1995). 또한 엉덩관절 벌림근의 약화는 허리통증을 발생 시킬 수 있으며(Arab과 Nourbakhsh, 2010), 중간볼기근의 기능장애는 다양한 근골격계 질환에 영향을 미친다(Nadler 등, 2002; Niemuth 등, 2005).

엉덩관절 벌림근을 강화시키기 위한 방법으로 옆으로 누운 자세에서 엉덩관절을 벌리는 운동을 주로 사용한다(Bolgia와 Uhl, 2005; Distefano 등, 2009; Sashika 등, 1996). 이 때 주동근인 중간볼기근 대신 협력근인 허리네모근의 보상적 움직임(compensation movement)에 주의하여야 효율적인 중간볼기근의 강화를 이끌어 낼 수 있다(Comerford와 Mottram, 2001; Sahrman, 2002). 만약 보상적 움직임으로 인해 허리네모근의 수축력이 증가된다면 이마면에서 골반의 위쪽돌림을 야기하여 골반의 가쪽 불안정성과 운동손상을 유발시킬 수 있다(Sahrman, 2002). 그러므로 허리네모근의 활동은 감소시키면서 중간볼기근의 수축력을 높이는 방법을 추천하고 있다(Cynn 등, 2006; Park 등, 2010, Lee 등, 2011).

이전 연구들에서 허리-골반의 안정화가 허리네모근의 보상적 활동은 감소시키고, 중간볼기근의 활성도를 증가시킴을 보고 하였다. Cynn 등(2006)은 옆으로 누운 자세에서 압력 생체피드백 기구(pressure biofeedback unit)를 이용하여 대상자가 스스로 몸통을 안정시켜 엉덩관절 벌림운동을 실시하였는데, 허리네모근의 근 활성도는 감소한 반면 중간볼기근과 배속빗근의 근 활성도는 증가하였다. Park 등(2010)은 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동을 시, 골반압박벨트(pelvic compression belt; PCB)의 착용이 허리네모근의 근 활성도는 감소시키고 중간볼기근과 못갈래근의 근 활성도는 증가시킴을 보고하였다. Lee 등(2011)은 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동 시 압력생체피드백 기구와 비탄력 골반벨트(pelvic belt)를 사용하여, 허리-골반의

능동적 안정화 방법과 수동적 안정화 방법에 대한 중간볼기근과 허리네모근의 근 활성도를 비교하였다.

허리-골반의 능동적인 안정화 방법으로 복부드로우인(abdominal draw-in maneuver; ADIM)과 복부브레이싱(abdominal bracing; AB)이 흔히 사용되어진다. ADIM은 배꼽을 척추쪽으로 당김으로써 배가로근과 배속빗근을 선택적으로 수축하는 방법이며(Hodges와 Richardson, 1996), 선행적 자세 조절을 증진시켜 몸통의 안정성을 증가시키고 허리의 과도한 앞굽음과 골반의 앞쪽기울임을 방지한다(Kisner와 Colby, 2002; Richardson과 Jull, 1995). AB는 몸통의 모든 근육을 동시 수축시켜 복부를 단단하게 만들어 허리관절을 고정하는 방법으로, 복부내압을 증가시켜 골반바닥근을 압박하여 골반부의 안정성도 증가시킨다(McGill 등, 2003; Vera-Garcia 등, 2007).

이전 연구에서 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동 시 허리-골반의 능동적 안정화 방법으로 압력 생체피드백 기구만을 사용하였을 뿐, ADIM과 AB와 같은 몸통안정화 기법을 사용하지 않았다. 또한 능동적 안정화와 수동적 안정화 방법을 비교한 연구에서 이용된 골반벨트는 비탄력적인 벨트로 탄력적인 PCB와 비교하지는 않았다. 그러므로 본 연구에서 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동 시 ADIM, AB, PCB와 같은 허리-골반의 안정화 방법이 중간볼기근, 허리네모근, 배바깥빗근, 배속빗근의 근 활성도와 허리네모근에 대한 중간볼기근의 활성비율에 어떠한 영향을 미치는지 비교하기 위해 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 00대학교에 재학 중인 건강한 20~30대 성인남자 20명을 대상으로 하였다(Table 1). 허리, 골반, 다리 부위에 통증이 있거나 정형외과적 혹은 신경학적 질환과 기형 및 기능장애가 있어 엉덩관절 벌림동작을 정상적으로 수행할 수 없는 자, 엉덩관절 굽힘근이 짧아

Table 1. General characteristics of subjects (N=20)

Variable	
Age (year)	24.6±3.5 ^a
Height (cm)	173.6±4.2
Weight (kg)	72.7±4.5

^amean±standard deviation

저 엉덩관절 벌림동작 시에 영향을 줄 수 있는 자, 정신적 질환 또는 장애가 있어 본 연구의 과제 수행에 어려움이 있는 자는 대상자에서 제외하였다. 모든 대상자에게 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 하고 자발적인 실험 참여에 동의한 후 실험을 실시하였다. 본 연구는 대구대학교 생명윤리위원회의 심의를 받아 진행하였다(승인번호: 1040621-201711-HR-024-002).

2. 실험 기기 및 도구

가. 표면근전도

벌림동작을 실시하는 다리쪽의 중간불기근, 허리네모근, 배바깥빗근, 배속빗근의 근 활성도를 무선표면근전도 기기인 TeleMyo DTS EMG(Noraxon Inc., Scottsdale, AZ, USA)를 사용하여 수집하였다. 실험에 사용한 표면전극은 Ag, AgCl 재질의 일회용 단일표면극을 사용하였다. 피부 저항을 최소화하기 위해 가는 면도기로 털을 제거한 다음, 피부각질층을 제거하기 위해 가는 사포로 2~3회 문지른 후, 알코올 솜으로 피부표면의 지방을 제거한 다음 각 근육마다 전극을 부착하였다. 중간불기근의 전극은 엉덩뼈능선과 넓다리뼈의 큰 돌기 사이의 몸쪽으로 3분의 1지점에 위치시켰으며, 허리네모근의 전극은 척추세움근의 힘살에서 외측으로 4 cm와 엉덩뼈능선과 12번째 갈비뼈 사이의 중간쯤이 서로 만나는 약간 비스듬한 지점에 위치시켰다(Park 등, 2010), 배바깥빗근의 전극은 엉덩뼈능선과 12번째 갈비뼈 중간 높이에서 위앞엉덩뼈가시 위부분에 위치시켰고, 배속빗근의 전극은 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)와 두덩결합 사이의 중간 지점에서 서혜인대 위부분에 위치시켰다(Kang과 Oh, 2017).

근전도 신호처리는 Myo-Research Master Edition 1.06 XP 소프트웨어로 분석하였다. 표본추출률(sampling data)은 1,500 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭(bandwidth)은 20~400 Hz를 이용하고, 60 Hz 노이즈 제거를 위해 노치 필터(notch filter)를 이용하였다. 수집된 모든 근전도 신호를 실효평균값(root mean square; RMS) 처리하였고, 각 근육의 수집된 신호는 최대 수의 적 등척성 수축에 대한 백분율(% maximal voluntary isometric contraction; %MVIC)로 정규화(normalization)하였다. 대상 근육들의 MVIC 측정자세는 Kendall의 방법으로 측정하였다(Kendall 등, 2005). 각 근육의 MVIC는 초 동안 실시하고 처음과 마지막 1초를 제외한 3초 동안 평균값을, 총 3번 측정하여 그 평균값을 사용하였

다. 중간불기근/허리네모근 활성비율은 각 대상자의 MVIC에 대한 백분율로 정규화 된 중간불기근의 근 활성도를 MVIC에 대한 백분율로 정규화 된 허리네모근의 근 활성도로 나누어 계산하였다(Lee 등, 2014).

나. 골반압박벨트

PCB(THE COM-PRESSOR™, OPTP, Minneapolis, USA)는 엉치엉덩관절과 두덩결합의 안정성을 높여 주는 기능을 한다. 탄력성이 없는 주 벨트(body belt)와 탄력성이 있는 2쌍의 압박밴드(compression band)로 구성되어 있다. 주 벨트와 압박밴드의 너비는 약 7.5 cm이며, 압박밴드는 긴 압박밴드와 짧은 압박밴드로 각각 1 쌍으로 구성되어 있다. 긴 압박밴드의 길이는 약 25 cm이며, 짧은 압박밴드는 약 19.5 cm이다. 긴 압박밴드가 짧은 압박밴드 보다 더 큰 압박을 제공할 수 있으며, 본 연구에서는 긴 압박밴드를 사용하였다. 본 연구에서 주 벨트는 위앞엉덩가시뼈 바로 아래를 지나가게 착용하였고(Damen 등, 2002), 압박밴드는 바로 누운 자세에서 Lee (2004)에 의해 기술된 4가지 수동 압박 테스트를 무작위로 실시하고 압박방식을 결정하여 주 벨트 위에 부착하였다. 수동 압박 테스트 결과, 압박밴드의 방향과 위치는 능동적 하지직거상을 가장 편안하게 수행하는 압박방식으로 결정하였다. 압박밴드는 불편함이 없는 범위 내에서 양쪽 엉덩뼈능선에 집중적인 압박을 적용하였다(Lee, 2012).

3. 실험절차

대상자는 옆으로 누운 자세에서 ADIM을 실시하고 엉덩관절을 벌림하는 조건, AB를 실시하고 엉덩관절을 벌림하는 조건, PCB를 착용하고 엉덩관절을 벌림하는 조건을 무작위 순서로 실시하였다(Figure 1). 실험을 실시하기 이전에 모든 대상자에게 ADIM과 AB에 대하여 충분히 설명하고 사전훈련을 실시하였다. ADIM의 훈련은 바로 누워 양발의 거리는 어깨 너비정도로 벌리고, 엉덩관절은 45도 굽힘, 무릎관절은 90도 굽힘 자세에서 실시하였다(Park 등, 2010). 허리뼈의 커브를 유지하기 위해, 허리뼈 아래에 압력 생체되먹임 기구(STABILIZER™, Chttanoooga Group, Ontario, Canada)를 두고 배꼽을 허리뼈 방향으로 끌어당김을 실시하였다. 압력 생체되먹임 기구의 압력은 40 mmHg로 팽창시킨 상태에서 ADIM을 실시함을 통하여 2~3 mmHg정도까지 증가하도록 교육하였다(Richardson 등, 1999). AB의 훈련도 ADIM을 훈련한 자세와 동일한 자세에서 압력생체되먹임 기구를



Figure 1. Side-lying hip abduction (SHA) with abdominal draw-in maneuver (A), SHA with abdominal bracing (B), SHA with pelvic compression belt (C).

이용하여 실시하였다. 압력 생체피막임 기구의 압력을 70 mmHg로 설정하고(Hodges와 Richardson, 1999), 복부 형태의 변화 없이 복부 전체를 동시 수축하여 단단하게 긴장시키도록 교육하였다(Suehiro 등, 2014; Vera-Garcia 등, 2007). 압력 생체피막임 기구는 ADIM과 AB를 훈련할 때만 사용하였다. 모든 대상자는 우세측 다리로 엉덩관절을 벌림동작을 실시하였으며, 속도를 같게 하기 위해서 메트로놈을 초당 1비트의 속도로 사용하였다(Nyland 등, 2004). 각도계와 표적막대를 사용하여 대상자의 엉덩관절 벌림 각도를 35°가 되도록 높이를 설정하였다(Cynn 등, 2006). 그리고 엉덩관절 굽힘과 펴를 방지하고 동일한 조건으로 벌림 할 수 있도록 가이드 바를 설치하였고, 가이드 바에 다리가 닿으면 측정은 무효 처리하였다. 근 피로와 이월효과를 고려하여 각 조건 간 3분 동안의 휴식시간을 가졌다(Sykes와 Wong, 2003).

가. ADIM 조건

대상자를 치료용 테이블에 비우세 측 다리를 붙이고 옆으로 눕게 한 다음, 몸통, 골반, 우세 측 다리를 일직선이 되도록 하였다. 테이블에 붙인 비우세 측 다리는 엉덩관절과 무릎관절은 굽혀 몸통의 안정성과 편안함을 부여하였다(Park 등, 2010). 근 활성도를 측정하기 위해 대상자는 ADIM을 실시하고, 무릎이 표적막대에 닿도록 엉덩관절 벌림동작을 실시하여 5초 동안 유지시켰다. 2회의 연습을 실시한 다음, 총 3회 반복 측정하였다. 각 반복 측정 사이에 근 피로를 고려하여 1분간의 휴식시간을 가졌다. 근전도 신호는 처음 1초, 마지막 1초를 제외한 가운데 3초 동안 수집하였고, 3번 측정한 근전도 신호의 평균값을 자료 분석에 이용하였다.

나. AB 조건

ADIM 대신 AB를 실시하고 엉덩관절 벌림운동을 수행

하였다. 나머지 방법은 ADIM 조건과 동일하게 처리하였다.

다. PCB 조건

ADIM과 AB를 실시하지 않고, 대신 PCB를 착용하고 엉덩관절 벌림운동을 수행하였다. 나머지 방법은 위의 두 조건과 동일하게 처리하였다.

3. 분석방법

The PASW Statistics 18 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 통계분석을 하였다. 각 조건 간 중간볼기근, 허리네모근, 배바깥빗근, 배속빗근의 근 활성도와 중간볼기근/허리네모근의 근 활성비율의 차이를 비교하기 위해 일요인 반복측정 분산분석(one way repeated ANOVA)을 사용하였다. 사후분석으로 Bonferroni를 사용하였고, 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 결과

세 가지 조건에서 허리네모근($p<.001$), 배바깥빗근($p<.001$), 배속빗근($p=.001$)의 근 활성도와 허리네모근에 대한 중간볼기근의 근활성비율($p<.001$)은 유의한 차이를 보였고, 중간볼기근($p=.21$)은 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). 사후분석 결과는 허리네모근의 근 활성도에서 ADIM 조건($p<.001$)과 PCB 조건($p<.001$)이 AB 조건보다 유의하게 감소하였다. 중간볼기근/허리네모근의 활성비율에서 PCB 조건이 ADIM 조건($p=.014$)과 AB 조건($p<.001$)보다 유의하게 증가하였고, ADIM 조건은 AB 조건보다 유의하게 증가하였다($p<.001$). 배바깥빗근에서 AB 조건은 ADIM 조건($p<.001$)과 PCB 조건($p<.001$)보다 유의하게 증가하였고, ADIM인 조건은 PCB 조건보

Table 2. Electromyographic (EMG) activity of each muscle under three conditions (N=20)

Muscle activity (%MVIC ^a)	With abdominal draw-in maneuver	With abdominal bracing	With pelvic compression belt	F	p
GM ^b	46.93±9.92 ^c	45.87±9.17	48.28±8.80	1.62	.21
QL ^d	14.59±7.91 [†]	17.7±8.67 [‡]	13.28±6.77	32.57	<.001*
GM/QL	3.96±1.78 ^{† §}	3.12±1.41 [‡]	4.48±1.98	34.95	<.001*
EO ^e	12.74±6.39 ^{† §}	17.21±7.82 [‡]	9.43±4.71	60.24	<.001*
IO ^f	33.32±13.38 [§]	30.54±12.16	26.04±11.01	8.96	.001*

^amaximum voluntary isometric contraction, ^bgluteus medius, ^cmean±standard deviation, ^dquadratus lumborum, ^eexternal oblique abdominis, ^finternal oblique abdominis, *p<.05, [†] significant differences between abdominal draw-in maneuver and abdominal bracing conditions, [‡] significant differences between abdominal bracing and pelvic compression belt conditions, [§] significant differences between abdominal draw-in maneuver and pelvic compression belt conditions.

다 유의하게 증가하였다(p<.001). 배속빋근에서 ADIM 조건은 PCB 조건보다 유의하게 증가하였다(p<.001).

IV. 고찰

본 연구는 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동 시 허리-골반을 안정시키는 세 가지 조건(ADIM, AB, PCB)에서 중간볼기근, 허리네모근, 배바깥빗근, 배속빋근의 근 활성도와 허리네모근에 대한 중간볼기근의 근 활성비율에 미치는 영향을 비교하고자 실시하였다.

본 연구에서 허리네모근의 근 활성도는 AB 조건이 PCB 조건에 비해 33.28% 유의하게 증가하였고, ADIM 조건에 비해 21.31% 유의하게 증가하였다. 허리-골반의 불안정성 또는 약화된 중간볼기근은 허리네모근의 보상적 활동을 증진시킨다고 알려져 왔다(Chaitow, 2001; Comerford와 Mottram, 2001). 하지만 AB 조건에서 허리네모근의 근 활성도가 가장 많이 상승한 이유는 다른 두 조건보다 낮은 수준의 허리-골반의 안정성을 제공해서가 아니라, 몸통의 모든 근육을 동시수축 시키는 안정화 방법에 기인한 결과라고 생각된다. 이를 뒷받침하는 근거로 이전 연구에서 AB가 ADIM보다 더 큰 척추의 안정성을 제공함을 보고하였다(Kavcic 등, 2004; Grenier와 McGill, 2007; McGill 등, 2003; Vera-Garcia 등, 2007). 따라서 AB가 양쪽의 허리네모근을 등척성 동시-수축시킴으로써 근 활성도가 증가되었을 것이라고 생각된다.

본 연구에서 허리네모근에 대한 중간볼기근의 근 활성비율은 PCB 조건이 AB 조건에 비해 유의하게 44% 증가하였고, ADIM 조건에 비해 유의하게 13% 증가하

였다. 비록 중간볼기근은 세 가지 조건에서 유의한 차이가 없었지만, 이러한 결과는 PCB 조건이 다른 두 조건에 비해 허리네모근 대비 중간볼기근을 가장 선택적으로 활성화시킴을 보여준다. PCB는 골반에 외부적 압박력을 제공하여 엉치엉덩관절을 지지해줌으로써 근육의 수축으로 인해 발생하는 힘 잠김(force closure) 기능을 대신할 수 있고(Lee, 2004; Pel 등, 2008), 허리-골반의 통증과 불안정성을 감소시키는데 도움을 준다(Hu 등, 2010; Jung 등, 2012; Mens 등, 2006). 이전 연구에서도 골반의 외부적인 지지가 중간볼기근의 선택적으로 근 활성도를 증가시켰고(Lee 등, 2011; Park 등, 2010), 또 다른 연구에서 엉덩관절 벌림근과 모음근의 근력을 증가시켰다(Kang과 Oh, 2017). 하지만 일반인을 대상으로 엎드린 자세에서 엉덩관절 폼을 실시할 때, 골반벨트의 사용은 큰볼기근의 선택적인 수축에 효과적이지 않았다(Kim 등, 2014; Noh 등, 2011). 그러므로 PCB는 허리-골반의 시상면보다 이마면의 움직임에서 더 큰 안정성을 제공한다고 생각된다.

또한 허리네모근에 대한 중간볼기근의 근 활성비율에서 PCB 조건이 ADIM 조건보다 유의한 증가를 보인 이유는 PCB의 착용이 중간볼기근과 골반을 직접적으로 압박하여 지지함으로써, ADIM보다 상대적으로 더 큰 허리-골반의 가쪽 안정성을 부여하였기 때문이라고 생각된다. 이전 연구에서 Oh 등(2007)은 엎드린 자세에서 엉덩관절 폼할 때 ADIM이 골반의 앞쪽 기울임을 감소 시킴과 동시에 큰볼기근을 선택적으로 수축시킴을 증명하였다. Noh 등(2011)은 엎드린 자세에서 엉덩관절 폼을 할 때 ADIM과 골반벨트의 착용을 비교하였는데, 본 연구와 대조적으로 ADIM만 유의하게 큰볼기근을

선택적으로 수축시켰다. 그러므로 골반의 앞쪽 기울임을 방지하는 역할을 하는 ADIM은 허리-골반의 시상면에 비해 이마면의 움직임에서는 상대적으로 낮은 안정성을 제공하는 것으로 생각된다.

본 연구에서 배바깥빗근의 근 활성도는 AB 조건이 PCB 조건에 비해 83% 증가하였고, ADIM 조건에 비해 35% 증가하였다. 배속빗근의 근 활성도는 AB 조건과 ADIM 조건 사이에서 유의한 차이가 없었다. AB와 ADIM을 비교한 이전 연구에서도 AB는 ADIM에 비해 배바깥빗근을 유의하게 증가시킨 반면 배속빗근에서는 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였고(Suehiro 등, 2014; Vera-Garcia 등, 2007), 이것은 본 연구의 결과와 일치한다. 이러한 배빗근의 결과들과 본 연구의 허리네모근의 결과를 종합해 볼 때, AB가 몸통의 모든 근육들을 동시-수축하여 큰 안정성을 제공하나, 에너지의 소모가 크고 중간볼기근을 수축시키는데 집중하기가 어려울 수 있으므로 중간볼기근을 선택적으로 강화하기에는 적절하지 않을 것으로 생각된다. 그리고 본 연구에서 PCB 조건은 다른 두 조건에 비해 배바깥빗근의 근 활성도가 유의하게 낮았으며, 배속빗근의 근 활성도는 ADIM 조건보다 유의하게 낮았다. 이전 연구에서도 골반벨트의 착용이 하지직거상 과제 수행 시 복부 근육의 근 활성도를 유의하게 감소시켰음을 보고하였고(Hu 등, 2010; Hu 등, 2012), 이는 본 연구의 결과와 일치한다. 그러므로 PCB가 힘 잠김 기전을 대신하여 수동적으로 충분히 안정된 허리-골반을 만들어 줌으로써 몸통 근육의 활동을 감소시켜 주었다고 생각된다.

본 연구의 결과를 통하여, 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동 시 PCB의 착용은 ADIM과 AB를 적용한 것보다 중간볼기근의 선택적이고 효과적인 강화방법이라고 생각되며, 복부근력의 강화가 필요한 경우에는 ADIM의 적용이 추천될 수 있다. 또한 선택적인 엉덩관절 움직임에 관하여 연구한 이전 연구들과(Cynn 등, 2006; Kim 등, 2014; Lee 등, 2011; Noh 등, 2011; Oh 등, 2007; Park 등, 2010) 본 연구의 결과들을 종합해보면, 엉덩관절의 움직임이 일어나는 면에 따라 허리-골반의 안정성을 부여하는 방법도 달리 적용해야 한다고 여겨진다. 본 연구에는 제한점은 다음과 같다. 첫 번째, 골반의 각도를 측정하지 못했기에 운동형상학적 정보를 알 수 없었다. 그렇기 때문에 추후 연구에서 중간볼기근의 선택적인 강화운동 시 실제로 골반의 가쪽 회전이 발생했는지 확인할 필요가 있다. 두 번째, 대상자가 건

강한 성인 남성이었기에 다른 인구집단에 일반화시키기 어렵다. 추후 여성이나 통증이 있는 환자를 대상으로 ADIM, AB, PCB의 적용이 엉덩관절 벌림근에 어떠한 영향을 미치는지 대한 연구가 필요할 것이다. 세 번째, 모든 대상자에게 PCB를 착용할 때 엉덩뼈능선에 집중적인 압박을 제공하였기에 동일한 장력으로 정량화를 하지 못했다. 압박력에 따라서 허리-골반의 안정성에 영향을 미칠 수 있으므로 향후 연구에서 압박력에 대한 정량화가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동 시 허리-골반의 안정화 방법으로 ADIM, AB, PCB의 적용이 중간볼기근, 허리네모근, 배속빗근, 배바깥빗근의 근 활성도와 허리네모근에 대한 중간볼기근의 근 활성비율의 영향을 비교하기 위해 실시하였다. 본 연구의 결과 PCB 조건이 다른 두 조건보다 중간볼기근/허리네모근의 근 활성비율이 유의하게 증가하였고, PCB와 ADIM 조건이 AB 조건보다 허리네모근의 근 활성도가 유의하게 감소하였다. 그러므로 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동을 실시할 때, PCB의 착용은 ADIM과 AB를 적용하는 것보다 중간볼기근을 효과적으로 강화시킬 수 있다고 제시할 수 있다. 또한 ADIM 조건은 PCB 조건보다 배바깥빗근과 배속빗근을 유의하게 증가시켰다. 따라서 엉덩관절 벌림운동을 실시할 때, 복부 근력의 강화가 필요한 경우에는 ADIM 방법을 추천할 수 있다.

References

- Arab AM, Nourbakhsh MR. The relationship between hip abductor muscle strength and iliotibial band tightness in individuals with low back pain. *Chiropr Osteopat*. 2010;18:1. <https://doi.org/10.1186/1746-1340-18-1>
- Bolgia LA, Uhl TL. Electromyographic analysis of hip rehabilitation exercises in a group of healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35(8):487-494.
- Chaitow L. *Muscle Energy Techniques*. 2nd ed.

- London, Churchill Livingstone. 2001:200-208.
- Clark JM, Haynor DR. Anatomy of the abductor muscles of the hip as studied by computed tomography. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69(7):1021-1031.
- Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction - contemporary developments. *Man Ther.* 2001;6(1):15-26. <https://doi.org/10.1054/math.2000.0388>
- 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.
- Dalstra M, Huiskes R. Load transfer across the pelvic bone. *J Biomech.* 1995;28(6):715-724. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(94\)00125-N](https://doi.org/10.1016/0021-9290(94)00125-N)
- Damen L, Spoor CW, Snijders CJ, et al. Does a pelvic belt influence sacroiliac joint laxity? *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2002;17(7):495-498.
- 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. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2796>
- Earl JE. Gluteus medius activity during 3 variations of isometric single-leg stance. *J Sport Rehabil.* 2005;14(1): 1-11. <https://doi.org/10.1123/jsr.14.1.1>
- Fredericson M, White JJ, MacMahon JM, et al. Quantitative analysis of the relative effectiveness of 3 iliotibial band stretches. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(5):589-592.
- Grenier SG, McGill SM. Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(1): 54-62.
- Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996;21(22):2640-2650.
- Hodges PW, Richardson CA. Transversus abdominis and the superficial abdominal muscles are controlled independently in a postural task. *Neurosci Lett.* 1999;265(2):91-94 [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(99\)00216-5](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(99)00216-5)
- Hu H, Meijer OG, Hodges PW, et al. Understanding the active straight leg raise (ASLR): An electromyographic study in healthy subjects. *Man Ther.* 2012;17(6):531-537. <https://doi.org/10.1016/j.math.2012.05.010>
- Hu H, Meijer OG, van Dieen JH, et al. Muscle activity during the active straight leg raise (ASLR), and the effects of a pelvic belt on the ASLR and on treadmill walking. *J Biomech.* 2010;43(3):532-539. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.09.035>
- Jung HS, Jeon HS, Yi CH, et al. Effects of applying the pelvic compression belt on the trunk and hip extensor electromyography pattern in female patients with sacroiliac joint pain during the one-leg standing. *Phys Ther Korea.* 2012;19(2): 1-11.
- Kang MH, Oh JS. Effects of a pelvic belt on hip muscle forces and abdominal muscle activities during isometric hip adduction and abduction. *Phys Ther Korea.* 2017;24(2):19-26. <https://doi.org/10.12674/ptk.2017.24.2.019>
- Kavic N, Grenier S, McGill SM. Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises. *spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(11):1254-1265.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles: Testing and function with posture and pain.* 5th ed. Baltimore, MD, Lippincott Williams & Wilkin. 2005:195-434.
- Kim JW, Kwon OY, Kim TH, et al. Effects of external pelvic compression on trunk and hip muscle EMG activity during prone hip extension in females with chronic low back pain. *Man Ther.* 2014;19(5):467-471. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.04.016>
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise: Foundations and techniques.* 4th ed. Philadelphia, PA, F.A. Davis co., 2002:657-659.

- Kumagai M, Shiba N, Higuchi F, et al. Functional evaluation of hip abductor muscles with use of magnetic resonance imaging. *J Orthop Res.* 1997; 15(6):888-893.
- Lee D. *The Pelvic Girdle: An approach to the examination and treatment of the lumbopelvic-hip region.* 3rd ed. London, Churchill Livingstone. 2004:81-132.
- Lee DK, Moon SN, Noh KH, et al. The effects of using a pressure bio-feedback unit and a pelvic belt on selective muscle activity in the hip abductor during hip abduction exercise. *J Korean Soc Phys Med.* 2011;6(3):323-330.
- Lee JA. Effect of the pelvic compression belt on electromyographic activity of trunk and lower extremity muscles and during asymmetric lifting in four point kneeling. Daejeon, Daejeon University, Master Thesis. 2012.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.01.008>
- McGill SM, Grenier S, Kavcic N, et al. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4): 353-359.
- Mens J, Inklaar H, Koes BW, et al. A new view on adduction-related groin pain. *Clin J Sport Med.* 2006;16(1):15-19.
- Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA, et al. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: Influence of core strengthening. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(1):9-16.
- 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.
- Niemuth PE, Johnson RJ, Myers MJ, et al. Hip muscle weakness and overuse injuries in recreational runners. *Clin J Sport Med.* 2005;15(1):14-21.
- Nyland J, Kuzemchek S, Parks M, et al. Femoral anteversion influences vastus medialis and gluteus medius EMG amplitude: Composite hip abductor EMG amplitude ratios during isometric combined hip abduction-external rotation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14(2):255-261.
- 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.
- Park KM, Kim SY, Oh DW. Effects of the pelvic compression belt on gluteus medius, quadratus lumborum, and lumbar multifidus activities during side-lying hip abduction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(6):1141-1145. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.05.009>
- Park KN, Kwon OY, Kim SH, et al. Effects of soft tissue massage of the posterior deltoid muscle on shoulder horizontal adduction. *Phys Ther Korea.* 2010;17(4):35-40.
- Pel JJ, Spoor CW, Goossens RH, et al. Biomechanical model study of pelvic belt influence on muscle and ligament forces. *J Biomech.* 2008;41(9):1878-1884. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.04.002>
- Richardson CA, Jull GA. Muscle control - pain control. What exercises would you prescribe? *Man Ther.* 1995;1(1):2-10.
- Richardson CA, Jull GA, Hodges PW, et al. *Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilisation in Low Back Pain: Scientific basis and clinical approach.* Edinburgh, Churchill Livingstone, 1999:111-123.
- Sahrmann S. *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes.* 1st ed. St. Louis, Mo., Mosby, 2002:74-84.
- Sashika H, Matsuba Y, Watanabe, Y. Home program of physical therapy: Effect on disabilities of patients with total hip arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(3):273-277.
- Schmitz RJ, Riemann BL, Thompson T. Gluteus

- medius activity during isometric closed-chain hip rotation. *J Sport Rehabil.* 2002;11(3):179-188. <https://doi.org/10.1123/jsr.11.3.179>
- Suehiro T, Mizutani M, Watanabe S, et al. Comparison of spine motion and trunk muscle activity between abdominal hollowing and abdominal bracing maneuvers during prone hip extension. *J Bodyw Mov Ther.* 2014;18(3):482-488. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.04.012>
- Sykes K, Wong YM. Electrical activity of vastus medialis oblique muscle in straight leg raise exercise with different angles of hip rotation. *Physiotherapy.* 2003;89(7):423-430 <https://doi.org/>

- 10.1016/S0031-9406(05)60076-4
- Vera-Garcia FJ, Elvira JL, Brown SH, et al. Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk perturbations. *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17(5):556-567.

This article was received December 26, 2017, was reviewed December 26, 2017, and was accepted January 31, 2018.