

Effectiveness of Iliopsoas Self-Stretching on Hip Extension Angle, Gluteus Maximus Activity, and Pelvic Compensations during Prone Hip Extension in Subjects with Iliopsoas Shortness

Ki-Song Kim, In-Cheol Jeon

Department of Physical Therapy, College of Life and Health Science, Hoseo University, Asan, Korea

Purpose: This study examined the effectiveness of iliopsoas self-stretching on the hip extension angle, gluteus maximus (GM) activity, and pelvic compensated angle during prone hip extension (PHE) in subjects with iliopsoas shortness.

Methods: Twenty-healthy subjects with iliopsoas shortness were recruited. Electromyography (EMG) was used to examine erector spinae (ES), multifidus (MF), GM, and biceps femoris (BF) while performing PHE. An electromagnetic tracking motion analysis device was used to measure the pelvic compensations. The pelvic compensations while performing PHE were considered to be anterior tilting and rotation. A modified Thomas test was used to monitor the hip extension angle before and after iliopsoas self-stretching. A paired t-test was used to investigate the significant difference after iliopsoas self-stretching during PHE. The level of statistical significance was set to $\alpha = 0.05$.

Results: Muscle activity of GM and hip extension angle were significantly greater after iliopsoas self-stretching compared to that before iliopsoas self-stretching during PHE ($p < 0.05$). BF and pelvic rotation angle were significantly lower after iliopsoas self-stretching compared to that before iliopsoas self-stretching during PHE ($p < 0.05$). The muscle activity of ES was not significantly different between PHE before and after iliopsoas self-stretching ($p > 0.05$).

Conclusion: Iliopsoas self-stretching can be effective in selectively strengthening the GM muscles with minimized pelvic compensation in subjects with iliopsoas shortness.

Keywords: Gluteus maximus, Self-stretching, Hip extension.

서론

엉덩허리근 신장(Iliopsoas stretching)은 엉덩관절 재활에 있어서 중요한 방법 중에 하나이다.¹ 엉덩허리근의 단축은 엎드린 자세에서 엉덩관절 펌 운동(prone hip extension, PHE)을 하면서 정확한 운동을 방해하는 원인이 된다.¹ 단축으로 인해 감소된 엉덩허리근 유연성은 넙다리뼈 머리에 있는 작은 돌기를 앞으로 당기기 때문에 PHE 동안에 엉덩관절 펌이 불충분하게 일어날 수 있다.² 또한 짧아진 엉덩허리근으로 인해서 엉덩관절 펌 각도에 제한이 있기 때문에 PHE 동안에 앞쪽 골반 기울임을 증가시키고, 이것은 다시 허리뼈의 앞굽음 증가를 야기시킬 수 있다.¹ 과도한 허리 근육의 수축으로 인한 허리뼈의 과도한 펌은 후관절 충돌 증후군을 발생시킬 수 있고, 이것이 허리 통증의 원인이 된다.³

엎드린 자세에서 엉덩관절 펌에 가장 큰 역할을 하는 근육은 큰볼기근이다.¹ 큰볼기근은 PHE 동안에 골반뼈를 통해서 체간으로 부하를 전달하고, 넙다리뼈의 머리가 움직이는 엉덩관절의 내부의 중심에서 유지될 수 있도록 하는 중요한 역할을 한다.¹ 엉덩허리근의 단축으로 인한 부정확한 PHE는 넙다리 두갈래근과 허리세움근 그리고 조절되지 않은 허리골반 움직임으로 악영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 엉덩허리근의 단축이 있는 대상자에게서 넙다리두갈래근과 허리세움근의 근활성도가 과도해 지고 이것이 큰볼기근의 활성도를 낮춤으로써 엉덩관절 펌 각도의 감소로 이어지는 것이다.⁴ 큰볼기근과 넙다리 네갈래근은 서로 협력근으로 존재하기 때문에 각각의 근육에 긴밀한 영향을 주고 받는다.¹ 그러므로 선택적인 큰볼기근의 근활성도 증가를 위해 엉덩허리근의 유연성을 증가시키는 것은 궁극적으로 효과적인 엉덩관절 재활에 매우 중요하다.

Received Jan 9, 2018 Revised Feb 13, 2018

Accepted Feb 22, 2018

Corresponding author In-Cheol Jeon

E-mail jeon6984@hoseo.edu

Copyright ©2018 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

다양한 자세에서의 PHE를 이용하여 연구가 진행되었는데, 일반적인 엎드려 엉덩관절 펌 운동, 보완된 엎드려 엉덩관절 펌 운동, 한쪽 다리 스쿼트, 양쪽 다리 스쿼트 운동 그리고 엎드려 무릎 굽힌 채 엉덩관절 펌과 같이 큰볼기근 약화를 향상시키기 위한 운동으로 제시되었다.⁵⁻⁸ 본연구에서는 단축된 엉덩허리근의 자가 신장에 대한 효과를 보고자 했기 때문에 일반적으로 가장 많이 적용되고 있는, conventional PHE를 사용하였다.

수많은 사전 연구에서 엉덩허리근의 유연성을 증가시키기 위해 다양한 신장 운동에 대한 효과를 연구한 바 있다.^{9,10} 이 연구들에 따르면 신장 운동 후에 엉덩관절 펌 각도는 바로 증가되었다.^{9,10} 또 다른 사전연구에서는 엉덩관절 펌 각도의 향상이 골반뼈 앞쪽 기울임이라는 보상작용을 감소시키고, 허리뼈의 주변 근육에 충분한 근활성도를 가져온다고 밝혔다.¹¹ 본 연구에서 우리는 실험에 참가한 대상자에게 엉덩허리근 신장을 직접 수행할 수 있도록 교육시켜서, 엉덩허리근 자가 신장을 사용하게 하였다. 엉덩허리근 자가 신장은 엉덩허리근 단축이 있는 대상자에게 수행되었다.

여러가지 방법의 엉덩허리근 신장 운동이 충분한 엉덩관절 펌 동작에 효과적임에도 불구하고, 지금까지 엉덩허리근 단축이 있는 대상자에게 엉덩허리근 유연성을 자가 신장을 통해 증가시켜서 PHE 운동 동안에 큰볼기근의 근활성도를 향상시키고자 하는 연구는 진행되지 않았다.

본 연구의 목적은 엉덩허리근 단축이 있는 대상자에게 오로지 PHE 과 자가 신장 운동 후에 PHE동작을 수행하였을 때 큰볼기근과 엉덩관절 펌 각도를 전후 비교하고자 한다. 본 연구의 가설은 엉덩허리근 단축이 있는 대상자에게 엉덩허리근 자가 신장을 수행한 후에 PHE를 하는 것이 자가 신장을 적용하기 전의 운동에 비해서 큰볼기근과 엉덩관절 펌 각도는 유의하게 증가할 것이고, 허리세움근, 넓다리두갈래근 그리고 골반허리 보상작용은 유의하게 감소할 것이다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 20대의 아산에 거주하는 정상 성인 20명을 대상으로 시행하였다. 모든 대상자는 변형된 토마스 검사(modified Thomas test)를 이용하여 엉덩관절에서 0도 이상 내려가지 않는 대상자를 선정하였다.^{12,13} 실험대상자들은 평균 연령 22.7세, 평균 체중 68.4 kg 그리고 평균 신장 174.7 cm 이다. 제외기준으로는 1) 변형된 토마스 검사(modified Thomas test)를 통해 넓다리 곧은근 단축이 있는 자, 2) PHE 동안에 넓다리뼈 전방활주 증후군이 있는 자(femur anterior gliding syndrome), 3) 테스트 동안에 신체에 통증을 호소하는 자, 4) BMI 수치가 30 이상인 자 이다. 모든 대상자에게 테스트 과정에 대해서 실험 진행

전에 충분히 설명하였고, 자발적 동의의 확인을 위해 모든 대상자에게 서면 동의서를 획득하였다.

2. 실험방법

1) 실험절차

대상자는 측정을 하기에 앞서 PHE 수행 시 엉덩관절을 편 자세에서 5초간 유지할 수 있도록 교육받았다. 대상자는 테이블에 엎드린 상태로 진행하였다. 모든 대상자는 지정된 타겟바를 설치하여서 타겟바까지 엉덩관절을 펌 수 있도록 안내하였다. 타겟바는 다리 오금 부위 5센치 위에 설치하여 진행하였다.⁸ 근전도 데이터 측정을 위해서 대상자는 2가지 다른 운동(PHE 그리고 엉덩허리근 자가 신장 후 PHE)을 각각 2번씩 수행하였다. 근전도 데이터는 각각의 운동이 등척성 형태로 유지될 때 5초간 받았다. 근전도 데이터를 분석하기 위해 총 5초간의 데이터 획득 시간 중 중간 3초를 이용하였다. 이것은 피부에 접촉된 패치의 시작과 마지막 영향을 배제하기 위함이다.⁸ 각각의 동작 시 측정값은 모두 평균값으로 제시되었다. 메트로놈을 이용하여 동일한 속도에서 진행되었다. 대상자는 운동 수행 순서에 대한 영향을 없애기 위하여 PHE 후에 10분 동안 휴식 시간을 주었다. 엉덩관절 펌 각도는 각각의 PHE 운동 후에 변형된 토마스 검사(modified Thomas test)를 통해 측정되었다. 측정자는 블라인드를 하였고, 정확한 엉덩허리근 자가 신장을 위해 임상경력 7년의 물리치료사에 의하여 감독되었다. 자가 신장은 10분간 적용하였고, 각각의 신장은 10초 동안 유지되었다. 각각의 적용 사이에는 30초간의 휴식시간을 주었다. 엉덩허리근 자가 신장 후에는 곧바로 근전도 활성도와 엉덩관절 펌 각도를 측정하여 비교하기 위해서 같은 과정이 반복되었다.

2) 측정도구

EMG-feedback (wireless EMG system (100RT), BTS, Millan, Italy)는 근전도 측정 장비로 wireless telemetry system을 이용했다. 엉덩관절과 체간의 근육 수축을 분석하기 위해 사용되었고, 표면 근전도 장비와 근수축 신호를 분석하기 위한 소프트웨어를 사용하였다. 근전도 사용시 피부 부착 부위에 대한 저항을 줄이기 위해서 부착 부분을 면도하고, 소독용 알코올 솜을 이용하여 깨끗한 상태를 만들었다. 전극은 각 근육의 근헴살(muscle belly)의 근섬유 방향과 평행하게 부착하였다.^{14,15} 부착한 근육은 오른쪽 허리세움근과 양쪽 뭇갈래근 오른쪽 큰볼기근 그리고 오른쪽 넓다리두갈래근이다.¹¹ 표본추출률(sampling rate)은 1,024 Hz으로 설정하였고, 잡음을 줄이기 위하여 대역 여과 필터(notch filter)는 60 Hz, 대역 통과 필터(band pass filter)는 20-450 Hz로 설정하였다. 수집된 근활성도 신호는 RMS 처리하였다. 근활성도의 표준화(normalization)을 위해 %maximal voluntary isometric contraction (%MVIC)방법을 사용하였다. MVIC를 발생시키기 위한 자세

는 Kendall의¹³ 방법을 사용하였다. 실험대상자는 우세다리를 타겟바 까지 올린 후 5초간 유지하였다. 등척성 자세를 유지하는 동안 근활 성도 신호를 수집하였다.

The Polhemus Liberty™ (Polhemus, Colchester, VT, USA)는 마그네 틱 자기장을 이용한 키네마틱 센서로서 사용되었다. 초당 120 Hz로 신체의 움직임 각도를 측정하며, PHE을 수행하는 동안 골반뼈에서 앞쪽 기울임과 돌림 각도를 측정하기 위하여 사용되었다. 철제로 이뤄진 물체들을 주변에서 제거함으로써 방해작용을 최소화하였다. 마그네틱 움직임 센서는 골반뼈의 S2 부위에 부착하였고, 움직임으 로 인해서 부착부위가 떨어지거나 변하는 것을 막기위해서 강한 양 면테이프로 고정하였다. 기준이 되는 transmitter는 항상 같은 위치에 고정되어 있고, PHE을 수행하는 동안 골반뼈가 움직이는 것을 감지 하기 위한 공간상의 기준을 제공하였다. 마그네틱 움직임 센서는 3개 축을 잡음으로써, +x축은 양쪽엉덩뼈가시를 축으로, +y축은 앞뒤방

향을 축으로, +z축은 수직선을 축으로 기준을 잡아서 측정하였다. 즉, 해부학적 자세(anatomical position)에서 볼때 골반뼈 앞쪽 기울임은 시상면(sagittal plane)에서의 움직임을 의미하고, 골반뼈 돌림은 수평 면(horizontal plane)에서의 움직임을 의미한다.

엉덩관절 펌 측정

대상자는 치료 테이블 끝에 누워서 변형된 토마스 검사(modified Thomas test)자세를 취했다. 엉덩관절 펌 각도는 고니오미터를 이용하여 측정하였다. 고니오미터의 축은 측정되는 쪽의 큰돌기에 위치하였 다. 수평축은 넙다리뼈에 위치하였다. 급내상관계수는 0.87 이었다.

Prone hip extension

대상자는 상체와 골반 그리고 하체를 일자로 하여 테이블 위에 엎드 려다. 양쪽 발은 어깨 너비로 벌리고, 양쪽 손은 테이블을 누르지 않

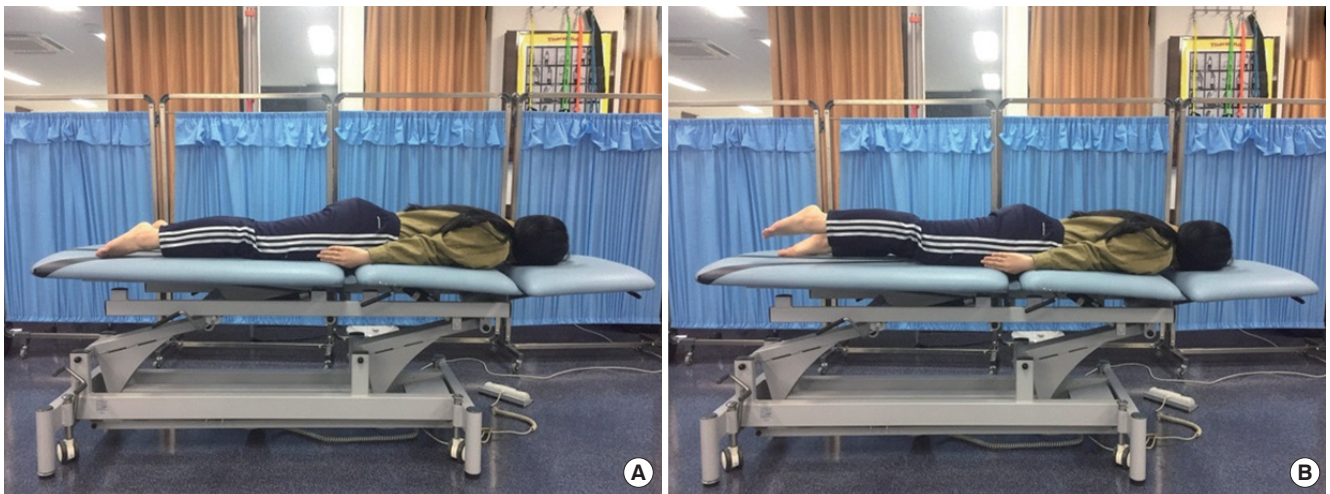


Figure 1. Prone hip extension.

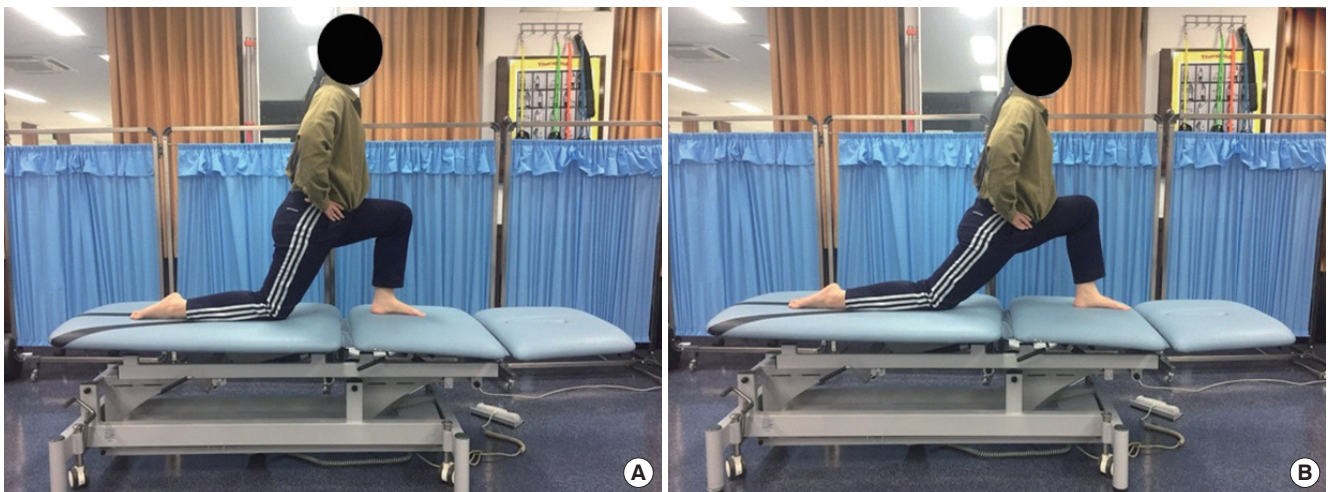


Figure 2. Iliopsoas self-stretching.

은 채로 편하게 누워 체간 양 옆에 위치하였다. 대상자는 PHE를 수행하는 동안 무릎을 펴고 발목관절이 타겟바까지 도달할 수 있게 하였고, 엉덩관절이 펴 상태에서 5초간 유지하고 다시 시작 자세로 되돌아왔다(Figure 1).

엉덩허리근 자가 신장

대상자는 신장하고자 하는 쪽의 반대쪽 발을 전방으로 위치시키고, 신장하고자 하는 쪽은 뒤쪽으로 위치시켰다. 양쪽 무릎은 구부린 채, 신장하고자 하는 엉덩관절은 펴진 상태가 유지되도록 하였다. 대상자의 양쪽 손은 골반뼈가 전방기울임 되지 않도록 잘 고정하였다. 구부러진 무릎관절을 유지한 채 앞쪽으로 체중을 옮겨서 대상자의 엉덩관절에 끝범위까지 당겨진 후 10초간 유지되었다(Figure 2).

3) 통계분석

본 연구의 통계분석은 Windows SPSS version 23.0을 사용하였다. 콜모고로브-스미스노브 검사를 통해서 데이터가 정규분포하는 것을 확인하였다. 대상자의 일반적 특성은 평균과 표준편차를 사용하여 제시하였고, 각 중재 기법의 전/후 차이를 검증하기 위해 대응표본 t-검정(paired-t)을 시행하였다. 본 연구에서는 모든 통계치의 유의수준을 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 자가 신장 전후 근활성도 비교

오른쪽 넙다리 두갈래근의 근활성도는 엉덩허리근 자가신장 전에 PHE 때보다 엉덩허리근 자가신장을 한 후에 운동 시에 유의한 감소를 보였다($p < 0.05$)(Table 1). 오른쪽 큰볼기근의 근활성도는 엉덩허리근 자가신장 전에 PHE 때보다 엉덩허리근 자가신장을 한 후에 운동 시에 유의한 증가를 보였다($p < 0.05$)(Table 1). 그러나 양쪽 허리세움근과 양쪽 못갈래근 근활성도에서는 각각의 운동 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

2. 자가 신장 전후 골반 보상작용 비교

골반 앞쪽 기울임과 돌림은 엉덩허리근 자가신장 전에 PHE 때보다 엉덩허리근 자가신장을 한 후 운동 시에 유의한 감소를 보였다($p < 0.05$)(Table 2).

3. 자가 신장 전후 엉덩관절 펴 각도 비교

변형된 토마스 검사(modified Thomas test)를 통해 평가된 엉덩관절 펴 각도는 엉덩허리근 자가 신장 후에 운동시 유의한 증가를 보였다($p < 0.05$)(Table 3).

Table 1. EMG activities during PHE exercise before and after self-stretching

Muscles	Mean±SD (%MVIC)		t value	p value
	PHE before self-stretching	PHE after self-stretching		
ES (Rt)	19.17±5.54	17.22±4.22	-3.82	>0.05
ES (Lt)	21.05±12.65	20.34±5.74	-4.52	>0.05
MF (Rt)	27.44±13.12	30.94±14.19	2.25	>0.05
MF (Lt)	34.11±11.23	36.74±18.23	3.69	>0.05
GM (Rt)	22.01±14.55	38.31±5.34	10.65	<0.05*
BF (Rt)	42.12±15.12	29.21±11.22	-9.21	<0.05*

PHE, prone hip extension; ES (Rt), erector spinae in Rt. side; ES (Lt), erector spinae in Lt. side; MF (Rt), multifidus in Rt. side; MF (Lt), multifidus in Lt. side; GM (Rt), gluteus maximus in Rt. side; BF (Rt), biceps femoris in Rt. side; SD, standard deviation; MVIC, maximal voluntary isometric contraction.

Table 2. Pelvic compensations

Pelvic kinematics	Mean±SD (°)		t value	p value
	PHE before self-stretching	PHE after self-stretching		
Anterior tilting (°)	6.42±1.51	3.53±1.21	-6.82	<0.05*
Rotation (°)	5.64±2.42	3.11±1.85	-5.74	<0.05*

PHE, prone hip extension; ^bSD, standard deviation.

Table 3. Hip extension angle

Hip joint kinematics	Mean (°)		t value	p value
	Hip extension before self-stretching	Hip extension after self-stretching		
Extension (°)	4.18	9.25	6.74	<0.05*

고찰

본 연구의 목적은 엉덩허리근 단축이 있는 대상자에게 자가 신장 전후로 수행한 PHE 운동을 통해서 허리세움근, 뭇갈래근, 큰볼기근 그리고 넙다리두갈래근의 근활성도를 비교하고, 허리골반 보상작용을 비교하여, 엉덩허리근 자가 신장의 효과를 확인하는 것이 목적이었다. 오로지 PHE를 수행하는 것보다 짧아진 엉덩허리근을 자가 신장 후에 운동을 했을 때 엉덩관절 펌 각도와 큰볼기근 근활성도가 유의한 증가를 보였고, 넙다리두갈래근 그리고 허리골반 보상작용의 유의한 감소를 보였다. 엉덩관절 펌 각도, 큰볼기근 그리고 넙다리두갈래근활성도의 변화된 정도는 각각 5.1°, 57.5% 그리고 -44.2%였다.

이전의 연구들에서는 허리의 과도한 앞굽음증을 가진 대상자에게 엉덩허리근을 신장시키기 위한 이완기법이 허리통증과 허리앞굽음 각도를 감소시키고, 복횡근과 엉덩관절 펌 각도를 증가시킨 것을 확인하였다.¹⁶ 또한, 정상인 대상자에게 3주 동안 근육 에너지 기법(muscle energy technique)과 사후등척성 이완(post isometric relaxation)을 하는 기법으로 신장 운동을 하였을 때 엉덩관절 펌 각도의 효과를 비교하였다.¹⁷ 두 가지 다른 신장 기법에 대한 효과는 엉덩관절 펌 각도로 제시되었다. 두 신장기법 모두 신장 전에 비하여 통계학적으로 유의한 증가를 보였지만, 근육 에너지 기법이 좀 더 효과적이라고 밝혔다.¹⁷ 또다른 사전연구에서 보면 주 3회, 회당 2분 동안 신장을 5주간 진행하였을 때 엉덩허리근 신장성은 5초와 15초 동안의 당겨지는 지속시간에 따라 유연성 변화의 차이를 확인하기 어려웠다. 양쪽의 그룹 모두 엉덩허리근 신장 후에 근육의 길이가 증가되었다.¹⁸ 하지만 신장운동이 엉덩관절 유연성을 증가시키기 위해 5주간 주당 3번을 적용했지만, 엉덩관절 근력 운동을 위해서 PHE와 같이 운동의 적용은 고려되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 자가 신장의 즉각적인 효과를 보고자 10초 동안 당겨지는 신장 운동을 10분간 적용하였다. 또한 대상자가 스스로 적용한 자가 신장을 통해서 엉덩관절 펌 각도로 그 효과를 확인했을 뿐만 아니라, 펌 각도가 증가됨에 따라 PHE를 수행할 때 변화되는 근활성도까지 고려함에 따라 임상적으로 더 큰 의미가 주어질 것이라고 생각한다.

이전의 많은 사전연구들을 통해 엉덩허리근 신장이 엉덩관절 펌 각도를 증가시킬 수 있다는 것을 알게 되었다. 본 연구에서 진행된 연구결과에서는 엉덩허리근 단축이 있는 대상자에게 자가 신장운동이 엉덩관절 펌 각도를 증가시켰고, 큰볼기근을 유의하게 증가시킨 것을 확인할 수 있었다.

엉덩허리근 단축이 있는 대상자에게 PHE 동안에 자가 신장 운동 직후에 나타난 변화를 설명하기 위한 가능성들이 제시되고자 한다. 첫째, 자가 신장운동 자세에서 생각해볼 수 있다. 신장하고자 하는 쪽의 엉덩관절은 완전히 편 상태에서 유지되고 있다. 그 상태에서 골반

은 앞쪽 기울임을 최소화시키기 위해서 양쪽 손으로 골반을 고정하였다. 이러한 자가 신장운동 자세로 인해서 엉덩허리근이 신장될 경우에 PHE를 수행하는 동안 허리 앞굽음을 감소시킨 채, 엉덩관절 펌이 정상 각도까지 도달할 수 있도록 할 수 있다. 따라서 최소화된 허리 앞굽음 각도와 충분히 발생된 엉덩관절 펌 각도는 길이 장력 관계(length-tension relationship)에서 봤을 때 큰볼기근이 수축할 수 있는 최적의 상태를 만들어 준 것을 의미하게 된다. 따라서 큰볼기근은 본 연구 데이터에서 확인할 수 있듯이, 자가 신장 운동 후에 통계학적으로 유의한 증가를 보였다. 엉덩허리근의 단축이 허리 앞굽음을 증가시키고 이 증가된 골반의 정렬은 허리세움근 그리고 뭇갈래근의 근활성도를 증가시키며, 큰볼기근이 힘을 낼 수 있는 컨디션을 저해한다고 볼 수 있다. 또한 이러한 허리주변근육 우세는 과도한 허리앞굽음을 야기시킨다. 짧아진 엉덩허리근은 허리뼈의 붙은점을 잡아 당기기 때문에 PHE 동안에 골반의 앞쪽 기울임을 증가시킨다고 볼 수 있다.¹ 본 연구에서 적용된 엉덩허리근 자가 신장 운동은 효과적으로 엉덩허리근의 길이를 증가시키고, 골반뼈 앞쪽 기울임을 감소시키는데 효과적이었다. 둘째, 넙다리뼈가 전방이동되는 거리와 연관이 있을 것이다. 자가 신장 운동 이전에 PHE를 수행하는 동안 짧아진 엉덩허리근은 넙다리뼈를 전방으로 당기려는 힘이 강하다고 볼 수 있다. 하지만 자가 신장을 통해서 증가된 엉덩허리근의 유연성은 PHE를 수행하는 동안 넙다리뼈를 전방으로 당기려는 힘이 감소했을 것이고, 엉덩관절 중심에서 유지된 채로 펌을 수행하는 것이 가능했기 때문에 큰볼기근의 근활성도를 증가시키는데 영향을 미친다고 생각한다. 본 연구에서는 자가 신장 시 적용되는 힘의 크기와 넙다리뼈 머리가 이동되는 거리에 대해서 측정을 하지 않았지만, 앞서 설명한 기전에 의하여 넙다리뼈 머리가 엉덩관절 중심에 유지가 되었고, 그 결과로 큰볼기근의 근활성도가 증가한 것으로 예상된다.

이전의 문헌에서 보면, PHE를 수행하는 동안 넙다리뼈 전방활주 증후군(femur anterior gliding syndrome)이 있는 대상자에게서 보이는 특징은 큰볼기근의 근활성도보다 넙다리 두갈래근의 근활성도가 더 증가한다.¹ 또한 근육의 수축 타이밍 역시 넙다리 두갈래근이 큰볼기근에 비해서 비교적 빠른 수축 타이밍을 갖고 있다.¹ 신체의 정렬에 따라서 그 주변을 감싸고 있는 근육의 활성도와 수축타이밍에 영향을 주게 되는데,¹¹⁹ 이 내용으로 봤을 때 넙다리뼈의 위치가 엉덩관절의 중심에서 유지되는 것은 PHE 수행에 있어 아주 중요한 요소라고 볼 수 있다. 큰볼기근과 넙다리두갈래근은 서로 협력근으로써 엉덩관절 주변의 운동성과 안정성에 영향을 미친다.²⁰ 그렇기 때문에, 이러한 근육들은 서로 같이 작용하고, 각각의 운동에 대해서 서로 영향을 준다. 엉덩허리근이 신장됨에 따라 골반의 앞쪽 기울임 각도와 넙다리뼈 중심이 이동이 최소화가 큰볼기근의 근활성도를 증가시켰고, 협력근인 넙다리두갈래근의 근활성도 감소에 가져왔다고 볼 수

있다. 본 연구결과를 보면, 엉덩허리근 자가 신장이 PHE을 수행할 때 큰볼기근과 넙다리 두갈래근의 변화에 영향을 준 것을 확인할 수 있었다. 하지만 허리세움근 같은 경우에는 자가 신장이 PHE을 수행하는데 통계학적으로 유의한 변화를 가져올 수 없었다. PHE이라는 운동이 하지와 엉덩관절 그리고 골반뼈 중심으로 이뤄진다. 하지만 척추의 상부 부분까지 영향을 주기에는 운동의 난이도가 낮은 편이라고 생각될 수 있다. 참고로 사전 연구에서 보면 다양한 자세에서 수행된 PHE을 보면 난이도가 높아짐에 따라 허리세움근의 근활성도가 비교적 더 증가된 데이터를 확인할 수 있다.⁸

그러므로, 본 연구에서는 적용된 엉덩허리근 자가 신장 운동은 PHE 동안에 가장 중요한 큰볼기근의 근활성도를 활성화시키고 넙다리 두갈래근의 근활성도를 낮추는데 매우 효과적인 방법이다. 결론적으로, PHE 운동을 수행하기 전에 엉덩허리근 단축이 있는 대상자에게 자가 신장을 적용하는 것을 제안할 수 있다.

본 연구에서는 몇가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구에서는 오로지 20대의 성인 남성 대상자만 선정되었기 때문에 모든 대상자 집단(예: 엉덩관절 충돌증후군 또는 노인 여성)에 적용되는데 한계가 있다. 둘째, 본 연구는 지속성 효과에 대한 연구는 진행되지 않았다. 추후 연구에서는 PHE 동안에 엉덩허리근의 자가 신장의 지속적인 효과에 대해서 조사해야 할 것이다. 마지막으로, 우리는 오직 엉덩허리근의 신장에 대한 효과를 조사하기 위해 허리골반부위의 안정화를 위한 ADIM을 사용하지 않았다.^{21,22} 추후 연구에서는 엉덩허리근 자가 신장운동과 복부 앞당김 요법에 대한 효과를 같이 조사해야 할 것이다.

REFERENCES

- Sahrmann SA. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. 1st ed. Missouri, Mosby, 2002.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: foundation for rehabilitation. 3rd ed. Missouri, Mosby, 2017.
- Kerrigan DC and Ehrental SR. A maladaptive gait abnormality in patients with lumbar spinal stenosis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 1996;7(1):53-7.
- Janda V. Evaluation of muscular imbalance. In: Liebenson C, eds. Rehabilitation of the spine: a practitioner's manual. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 1996:97-112.
- Barton CJ, Kennedy A, Twycross-Lewis R et al. Gluteal muscle activation during the isometric phase of squatting exercises with and without a Swiss ball. *Phys Ther Sport.* 2014;15(1):39-46.
- 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 abduction positions. *Man Ther.* 2013;18(4):303-7.
- Willson JD, Binder-Macleod S, Davis IS. Lower extremity jumping mechanics of female athletes with and without patellofemoral pain before and after exertion. *Am J Sports Med.* 2008;36(8):1587-96.
- Jeon IC, Hwang UJ, Jung SH et al. Comparison of gluteus maximus and hamstring electromyographic activity and lumbopelvic motion during three different prone hip extension exercises in healthy volunteers. *Phys Ther Sport.* 2016;22:35-40.
- O'Sullivan K, Murray E, Sainsbury D. The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10:37.
- Winters M V, Blake CG, Trost JS et al. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2004;84(9):800-07.
- Franz JR, Paylo KW, Dicharry J et al. Changes in the coordination of hip and pelvis kinematics with mode of locomotion. *Gait Posture.* 2009;29(3):494-8.
- Lewis CL, Sahrmann SA. Muscle activation and movement patterns during prone hip extension exercise in women. *J Athl Train.* 2009;44(3):238-48.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Muscles testing and function. 5th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 2005.
- 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;37:48-55.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg, Aspen, 1998.
- Malai S, Pichaiyongwongdee S, Sakulriprasert P. Immediate effect of hold-relax stretching of iliopsoas muscle on transversus abdominis muscle activation in chronic non-specific low back pain with lumbar hyperlordosis. *J Med Assoc Thai.* 2015;98:S6-11.
- Shiwani. Comparison of muscle energy technique and post isometric relaxation on iliopsoas tightness to improve flexibility in healthy young individuals. *Int J Appl Res.* 2017;3(3):16-21.
- Akbari A, Mohammadi M. Effect of post isometric stretch duration on the hip joint extension in females with short iliopsoas muscle. *J Shahrekord Univ Med Sci.* 2007;9(2):68-75.
- Park S, Lee WJ, Park JW. Differences of onset timing between vastus medialis and lateralis during knee isometric contraction on individuals with genu varum or valgum. *J Kor Phys Ther.* 2014;26(1):9-14.
- 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;15:61-5.
- Yang SR, Kim YM et al. Efficacy of lumbar segmental stabilization exercises and breathing exercises on segmental stabilization in lumbar instability patients. *J Kor Phys Ther.* 2017;29(5):234-40.
- Kim MK, Cho YH et al. The effects of the contraction degree of hip joint adductor on abdominal muscle activity during bilateral lower extremity raising. *J Kor Phys Ther.* 2016;28(3):217-20.