

복부근력이 약한 여성과 정상 여성에게 복부 드로우-인 운동 후 엉덩관절 펼치기 시 허리펴근의 근수축 개시시간과 골반각도의 변화

김동우¹ · 박한규² · 한지원^{3‡}

대구대학교 물리치료학과 겸임교수, 부산성모병원 재활치료센터, 대구대학교 일반대학원 재활과학과

Changes in Onset Time of Lumbar Extensor Muscles and Pelvic Angle during Prone Hip Extension after the Abdominal Draw-in Exercise in Normal Women and Women with Weak Abdominal Muscles

Kim Dongwoo, PT, Ph.D¹ · Park Hankyu, PT, Ph.D² · Han Jiwon, PT, Ph.D^{3‡}

¹Dept. of Physical Therapy, Daegu University, Adjunct Professor

²Busan ST Mary's Hospital Rehabilitation Center, Physical Therapist

^{3‡}Dept. of Rehabilitation Science, Graduate School of Daegu University, Student

Abstract

Purpose : The aim of this study was to investigate the effects of the abdominal draw-in (ADI) exercise on the onset times of the gluteus maximus (GM) and erector spinae (ES) as well as the pelvic anterior tilt angle during prone hip extension (PHE).

Methods : A total of 24 female adults were divided into two groups: those with normal abdominal muscles (n=12) and those with weak abdominal muscles (WAM; n=12). Before the intervention, the onset times of the GM and ES along with the pelvic angle during PHE were measured. Subsequently, the participants conducted the ADI exercise for 10 minutes. After conducting the ADI exercise, the onset times and the pelvic angle were re-measured.

Results : In the pre-intervention comparison between the two groups, the WAM group showed faster ES onset times and higher pelvic angle than the normal group (p<0.05). In the WAM group, the ES onset times were significantly delayed after the ADI exercise (p<0.05). In both groups, the pelvic angle was significantly decreased after the ADI exercise (p<0.05). The decrease in the pelvic angle was significantly greater in the WAM group than in the normal group (p<0.05). The GM onset time was found to be not significant in all comparisons (p>0.05).

Conclusion : Therefore, it can be concluded that after performing the ADI exercise, the pelvic anterior tilt during PHE is decreased in normal women and those with WAM, especially in the WAM group, suggesting that the ADI exercise can reduce the compensatory pelvic anterior tilt more effectively by delaying the ES onset times.

Key Words : abdominal drawing-in maneuver, onset time, pelvic anterior tilt, weakness of abdominal muscles.

‡교신저자 : 한지원, damgeom@naver.com

I. 서론

엎드려 누워 엉덩관절 펴는 허리통증이나 허리-골반의 불안정성이 있는 환자에게 보편적이고 필수적으로 제공하는 운동이다(Suehiro 등, 2015; Tateuchi 등, 2012). 또한 허리-골반의 안정성을 평가하는데 흔히 사용되는 방법으로 허리의 과다 펴고 골반의 앞쪽 기울임과 회전 움직임, 척추세움근과 뒤넙다리근 보상적인 과활동, 큰볼기근의 약화, 허리편근의 동원순서 등을 평가한다(Chaitow, 2001; Sahrman, 2002). 임상적으로 엎드려 누워 엉덩관절 펴 시, 허리-골반의 안정성이 저하되어 기능부전이 있는 환자는 척추세움근의 과도한 활동과 큰볼기근의 저하된 활동으로 허리의 과다 펴고 골반의 앞쪽 기울임 및 회전이 발견된다(Frank 등, 2009). 이처럼 감소된 허리-골반의 조절능력으로 인한 보상적인 허리의 과다 펴고 회전은 척추후관절(facet joint)에 스트레스를 제공하여 허리통증을 유발할 수 있다(McConnell, 2002; O'Sullivan, 2005).

Chaitow(2001)는 하지교차증후군에서 복부근육의 약화는 척추세움근과 엉덩관절 굽힘근을 우세하게 만들며 큰볼기근의 활동을 저하시켜 허리의 앞굽음과 골반의 앞쪽 기울임을 야기한다고 하였다. 특히 배가로근은 앞먹임기전(feed-forward mechanism)에 의해 먼저 수축되어야 하는 근육으로 못갈래근과 함께 동시 수축하여 허리-골반의 안정성에 직접적으로 관여하며 자세조절기능을 향상시킨다(Hodges & Richardson, 1997; Richardson & Jull, 1995).

허리-골반의 안정성 변화는 엉덩관절 펴 시 허리편근의 근 수축 개시시간과 골반의 회전각도에 변화를 초래한다. Suehiro 등(2015)은 만성허리통증을 가진 환자들은 정상인에 비해 엎드려 누워 엉덩관절 펴하는 동안 양측 못갈래근과 펴하는 다리의 반대 측 척추세움근의 근 수축 개시시간이 지연됨을 보고하였다. Tateuchi 등(2012)은 엎드려 누워 엉덩관절 펴할 때 양측 못갈래근과 펴하는 다리의 반대 측 척추세움근의 지연된 활동이 골반의 앞쪽 기울임을 증가시켰음을 보고하였다. Bruno와 Bagust(2007)는 허리통증 환자가 정상인에 비해 엎드려 누워 엉덩관절을 펴하는 동안 큰볼기근의 근 수축 개시

시간이 지연됨을 보고하였다. Oh 등(2006)의 연구에서 엎드려 누워 엉덩관절을 펴하는 동안 압력생체피막임기구를 이용한 복부 드로우-인 기법의 적용이 큰볼기근의 근 수축 개시시간을 앞당기고, 척추세움근의 근 수축 개시시간을 지연시켰으며, 골반의 앞쪽 기울임 각도를 감소시켰다.

복부 드로우-인 기법은 허리-골반의 안정성을 평가하는 운동 동작으로 배가로근과 못갈래근을 선택적으로 수축시킨다(Hodges 등, 2002; O'Sullivan, 2005). 복부 드로우-인 기법은 지연된 배가로근과 못갈래근의 근 수축 개시시간을 개선시켜 선행적 자세조절기능을 향상시키고 국소 근육들과 광역 근육들의 협응력을 증가시켜 허리-골반의 안정성을 높인다(Hodges & Richardson, 1997; Richardson & Jull, 1995). 또한 복부 드로우-인 기법은 골반의 앞쪽 기울임을 방지하고 허리의 앞굽음을 감소시킨다(Kisner & Colby, 2002).

이전 연구에서 엎드려 누워 엉덩관절 펴 시 복부 드로우-인을 실시간으로 적용하였을 뿐, 아직까지 복부 드로우-인 운동 후 허리편근의 근 수축 개시시간과 골반의 앞쪽 기울임 각도에 대해 연구되지 않았다. 또한 정상인과 복부근육이 약한 대상자에서 복부 드로우-인 운동의 효과에 대해 비교한 연구는 부족하다. 그러므로 본 연구에서 정상 여성과 복부 근육이 약한 여성에게서 복부 드로우-인 운동 후에 엎드려 누워 엉덩관절 펴를 실시하는 동안 큰볼기근과 척추세움근의 근 수축 개시시간과 골반의 앞쪽 기울임 각도에 어떠한 변화가 발생하는지 알아보기 위해 실시하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 대구광역시에 거주하는 건강한 성인여성 12명과 복부근력이 약한 성인여성 12명을 대상으로 하였다(Table 1). 모든 대상자는 본 연구의 주 저자에 의해 Kendall의 방법에 의한 몸통 굽힘 도수근력검사를 실시하였고, 정상(normal) 또는 우(good) 이상인 등급인 자는 정상인으로 분류하고, 양(fair) 이하인 등급인 자는 복부

근력이 약한 대상자로 선정하였다(Kendall 등, 2005). 척추, 골반, 다리에 기능장애나 통증이 있는 자, 정기적으로 근력 운동을 하는 자, 기형이 있는 자는 본 연구에서

제외하였다. 본 연구의 목적과 실험방법에 대해 충분히 설명하고 헬싱키 선언의 윤리적 원칙에 따라 자발적으로 참여를 원하는 자에 한하여 시험을 실시하였다.

Table 1. General characteristics of subject

Variable	Normal women (n=12)	Women with weak abdominal muscles (n=12)
Age (year)	23.24±2.76 ^a	24.31±3.17
Height (cm)	159.13±2.75	160.25±2.12
Weight (kg)	52.16±2.17	53.27±2.31

^aM±SD

2. 실험 기기 및 도구

1) 표면근전도

엎드려 누워 엉덩관절 펴는 동안 큰볼기근과 양측 척추세움근의 근 수축 개시시간을 측정하기 위해 무선 표면근전도 기기인 TeleMyo DTS EMG(Noraxon Inc, Scottsdale, USA)를 사용하였다. Ag, AgCl 재질의 일회용 단일표면극을 실험에 사용하였다. 피부저항을 최소화하기 위해 가는 면도기로 털을 제거하고 가는 사포로 2~3회 문질러 피부각질층을 제거하였다. 피부표면의 지방을 제거하기 위해 알코올 솜으로 2~3회 닦은 후 다음 각 근육마다 전극을 부착하였다. 큰볼기근은 큰돌기와 엉치뼈 사이의 중간 지점에 사선으로 2 cm 간격으로 부착하였고, 척추세움근은 허리뼈 1번의 가시돌기에서 외측으로 2 cm 떨어진 힘살 부위에 척추와 평행하게 2 cm 간격으로 부착하였으며, 반힘줄근은 허벅지 뒤쪽의 근섬유와 평행하게 볼기주름에서 무릎 뒤의 가운데 부분에 2 cm 간격으로 부착하였다(Oh 등, 2007). Myo-Research Master Edition 1.06 XP 소프트웨어를 사용하여 근전도 신호처리를 분석하였다. 표본추출률(sampling data)은 1,500 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭(bandwidth)은 20~400 Hz를 이용하였으며, 60 Hz 노이즈 제거를 위해 노치 필터(notch filter)를 이용하였다. 수집된 모든 근전도 신호를 실효평균값(root mean square; RMS) 처리하였다. 근 수축 개시시간의 기준선은 초기 휴식상태의 5초 동안의 평균값을 설정하였고, 기준선의 평균값에서 역치가 2배의 표

준편차가 되었을 시점이 50 ms 이상 지속되었을 때를 근 수축 개시시간으로 정의하였다(Sakamoto 등, 2009; Suehiro 등, 2015). 엎드려 누워 엉덩관절 펴 시, 가장 먼저 활성화되는 근육인 반힘줄근을 기준으로 하여 큰볼기근과 양측 척추세움근의 근 수축 개시시간을 반힘줄근의 근 수축 개시시간으로 뺀 값을 반힘줄근에 대한 상대적인 근 수축 개시시간으로 정의하였다(Kang 등, 2013).

2) 자이로센서

엎드려 누운 상태에서 엉덩관절 펴 시, 골반의 앞쪽 기울임 각도를 측정하기 위해 자이로센서(4-D MT, ReLive, Korea)를 사용하였다. 블루투스(bluetooth)를 이용하여 각도의 변화를 센서에서 테블릿으로 전송하였다. 탄력밴드는 넓다리뼈의 큰돌기와 엉덩뼈능선의 가운데가 지나가도록 부착하고, 엉치뼈 가운데 자이로센서를 위치시켰다(Oh 등, 2007). 엎드려 누워 엉덩관절 펴를 실시하는 동안 골반의 앞쪽 기울기의 최대 각도를 자료 분석에 이용하였다.

3. 실험절차

중재 전, 각 집단의 대상자들은 엎드려 엉덩관절 펴 동작을 하는 동안 펴는 다리의 큰볼기근과 양측 척추세움근의 근 수축 개시시간과 골반 앞쪽 기울임 각도를 측정하였다. 엉덩관절 펴는 우세측 다리로 실시하였다. 우세측 다리는 대상자들에게 평소 더 잘 사용하고 힘이

강한 다리를 구두로 확인하여 결정하였다. 대상자는 발목을 테이블 끝에 맞추어 발목이 중립상태가 되도록 옆드려 누운 다음 팔은 편안하게 내린 상태에서 손등이 하늘방향을 향하도록 하여 해부학적 자세를 취하였다. 표적막대기는 각도기를 이용하여 엉덩관절 펴이 10 °가 되도록 설정하였으며(Oh 등, 2006), 가이드 바를 설치하여 엉덩관절을 펴하는 동안 다리가 벌림 또는 모음이 되지 않도록 하였고, 다리가 가이드 바에 닿으면 무효로 처리하였다(Fig 1). 모든 대상자들은 무릎을 펴한 상태에서 엉덩관절 펴기를 실시하였고, 모든 측정은 총 3회 실시하였으며, 측정 간 30초의 휴식기간을 두었다. 3회 측정값의 평균을 자료 분석에 사용하였다.

중재 전 큰볼기근과 척추세움근의 근 수축 개시시간과 골반 앞쪽 기울임 각도를 측정된 후, 대상자들에게 복부 드로우-인 기법에 대해 충분히 설명하고 똑바로 누워 양발을 어깨 너비만큼 벌리고 엉덩관절을 45 °, 무릎관절을 90 ° 굽힌 상태에서 압력 생체피막임 기구(STABILIZER™, Chattanooga Group Ontario, Canada)를 이용하여 복부 드로우-인 운동을 실시하였다(Kim & Kim, 2018). 허리-골반의 만곡을 유지시키기 위해 압력 생체피막임 기구를 대상자의 허리뼈 부위에 위치시킨 후 40 mm Hg로 압력을 설정한 후, 대상자는 숨을 내쉬면서 배꼽을 허리뼈 방향으로 끌어당겼다. 이때 압력게이지가 2~3 mm Hg 증가하도록 설정하였다(Richardson 등, 1999)(Fig 2). 5 초 동안 배꼽을 당긴 상태로 유지한 후, 다시 5초 동안 휴식을 취하였고, 이 동작을 10회 반복하여 실시하였으며, 10회를 1세트로 설정하여 총 5세트를 실시하였다. 각 세트마다 30초씩 휴식기간을 두어 근 피로를 방지하였으며, 총 운동시간은 10분이 되도록 하였다.



Fig 1. Measurements of the gluteus maximus and erector spinae onset times and pelvic anterior tilt angle during prone hip extension

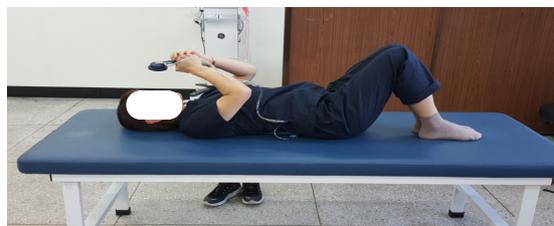


Fig 2. Performing abdominal draw-in exercise using bio feed back unit for 10 minutes in supine.

각 집단의 대상자는 10분 동안 복부 드로우-인 운동을 실시한 후, 다시 옆드려 누워 엉덩관절 펴 동작을 실시하여 중재 전과 동일하게 측정을 하였다.

3. 분석방법

The PASW Statistics 18 software (SPSS Inc, Chicago, USA)를 사용하여 통계분석을 하였다. 펴하는 다리의 큰 볼기근과 양측 허리네모근의 근 수축 개시시간과 골반의 앞쪽 기울임 각도의 집단 내 중재 전과 후를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)를 사용하였고, 집단 간 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검정(independent t-test)을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

Ⅲ. 결 과

큰볼기근과 양측 척추세움근의 상대적인 근 수축 개시시간에 대한 집단 내, 집단 간의 비교결과는 Table 2와 같다. 중재 전 펴하는 다리 측의 척추세움근의 근 수축 개시시간은 정상여성집단과 복부근육이 약한 여성집단 간 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 복부근육이 약한 여성 집단에서 양측 척추세움근의 근 수축 개시시간은 중재 전과 후는 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 모든 근육의 상대적 근 수축 개시시간의 중재 전과 후의 차이값은 집단 간 비교에서 유의성이 없었다($p > .05$)

골반의 앞쪽 기울임 각도의 비교결과는 Table 3과 같다. 두 집단 모두 집단 내 비교에서 유의한 차이가 있었으며($p < .05$), 집단 간 비교에서도 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 중재 후 골반의 앞쪽 기울임 각도의 감소변화량은 두 집단 간에 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(Fig 3).

Table 2. Comparison of activation onset times of the each muscle relative to the prime mover (the semitendinosus) in the control and weak abdominal muscles groups. (unit: ms)

		Pre intervention	Post abdominal draw-in maneuver	t	p
Gluteus maximus	Normal women (n=12)	0.301±0.15	0.292±0.14	.80	.44
	Women with weak abdominal muscles (n=12)	0.378±0.14	0.298±0.16	1.786	.102
	t	-1.319			
	p	.201			
Ipsilateral Erector spinae	Normal women (n=12)	.089±.05	.125±.10	-1.523	.156
	Women with weak abdominal muscles (n=12)	.043±.06	.114±.07	-4.354	.001*
	t	2.141			
	p	.044*			
Contralateral Erector spinae	Normal women (n=12)	.111±.06	.158±.08	-1.681	.121
	Women with weak abdominal muscles (n=12)	.074±.05	.148±.09	-3.328	.007*
	t	1.74			
	p	.096			

Table 3. Comparison of anterior pelvic angle within group, between groups. (unit: degree)

	Pre intervention	Post abdominal draw-in maneuver	t	p
Normal women (n=12)	4.7±1.46	3.93±.90	-6.722	.001*
Women with weak abdominal muscles (n=12)	10.2±2.43	5.62±1.65	-3.106	.006*
t	2.316			
p	.041*			

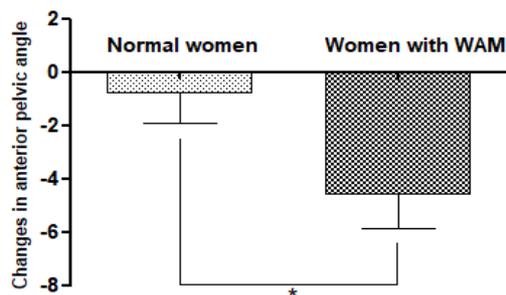


Fig 3. Comparison of changes in pelvic anterior tilt angle pre-post abdominal draw-in exercise (WAM; weak abdominal muscles).

IV. 고 찰

Sahrmann(2002)은 복부근육의 조절 능력이 결여되면 엉덩관절 폼 시 척추세움근의 보상작용으로 인하여 큰볼기근의 활동은 줄어들고 골반의 앞쪽 기울임이 증가되고 허리의 과다 폼이 발생된다고 하였다. 또한 Chaitow(2001)는 복부근육의 약화는 척추세움근을 우세하게 만들어 허리의 과다 폼과 골반의 앞쪽 기울임을 증가시킨다고 하였고 큰볼기근의 약화를 초래한다고 하였다. 본 연구의 결과에서 중재 전 복부근육이 약한 여성 집단은 정상여성집단에 비해 폼하는 측의 척추세움근의 근 수축 개시시간은 유의하게 빨랐으며, 골반의 앞쪽 기울임 각도는 유의하게 컸다. 이러한 결과가 나타난 이유는 복부근육이 약한 대상자는 척추세움근이 우세적인 성향을 보이기 때문이라고 생각된다(Neumann, 2016; Sahrmann, 2002). 우세해진 척추세움근으로 인하여 엉덩관절 폼 시 척추세움근은 조기 활성화 되었을 것이라 생각되고, 이는 Jung 등(2012)의 연구결과에서 영치엉덩관절 통증환자의 우세해진 넙다리내갈래근이 한발서기 시 조기 활성화된 것과 비슷하다. 본 연구의 결과와 대조적으로 Suehiro 등(2015)의 연구에서 만성허리 통증환자는 옆드려 누워 엉덩관절 폼 시, 폼하는 다리 측 척추세움근의 근 수축 개시시점이 정상인에 비해 유의하게 지연되었는데, 이러한 결과가 나타난 이유는 본 연구의 대상자는 복부근육이 약한 여성으로 척추세움근이 우세적인 성향을 가진 반면, 만성허리 통증환자는 몸통근육들의 동원 속도가 정상인에 비해 늦기 때문이라고 생각된다.

이전 연구에서 옆드려 누워 복부 드로우-인 기법을 실시시간으로 적용하여 엉덩관절 폼을 실시하였는데, 큰볼기근의 근 수축 개시시간은 당겨지고, 척추세움근의 근 수축 개시시간은 지연되었다(Oh 등, 2006). 본 연구의 결과에서도 복부근육이 약한 여성집단은 중재 후에 양측 척추세움근의 근 수축 개시시간은 유의하게 지연되었다. 이러한 결과는 복부 드로우-인 운동이 허리-골반의 안정성을 증가시킨 결과라고 생각된다. 하지만 Oh 등(2006)의 연구결과와 달리 큰볼기근은 중재 후에 유의성이 없었다. 이러한 결과가 나타난 이유는 중재 방법의 차이라고 생각된다. Oh 등(2006)의 연구는 옆드려 누워 엉덩관

절 폼을 실시하는 동안 복부 드로우-인 기법을 실시시간으로 적용을 하였고, 본 연구는 복부 드로우-인 운동을 10분 동안 실시한 후 옆드려 누워 아무런 중재 없이 엉덩관절 폼을 실시하였다. 이러한 결과를 고려하였을 때, 복부 드로우-인 기법을 실시시간으로 적용하는 순간이 복부 드로우-인 운동을 10분 동안 실시한 직후의 순간보다 척추세움근의 보상적인 활동을 감소시켜 골반의 앞쪽 기울임을 감소시키는 것으로 생각된다.

본 연구의 결과, 두 집단 모두 중재 후에 골반의 앞쪽 기울임 각도가 감소하였다. Kisner와 Colby(2002)는 복부 드로우-인 기법은 골반의 앞쪽 기울임을 방지하여 허리의 과다 폼을 억제한다고 하였다. Sahrmann(2002)과 Chaitow(2001), Frank 등(2009)은 증가된 허리-골반의 안정성은 옆드려 누워 엉덩관절을 폼할 때 척추세움근의 보상적인 활동을 감소시켜 골반의 앞쪽 기울임과 허리의 과다 폼과 같은 보상적인 활동을 감소시킨다고 하였다. Kim과 Kim(2018) 그리고 Cynn 등(2006)의 연구에서 옆으로 누워 엉덩관절 벌림운동 시 복부 근육의 수축으로 인하여 증가된 허리-골반의 안정성은 골반의 측면 회전을 감소시켰다. 또한 Oh 등(2006)과 Oh 등(2007)의 연구에서 복부 드로우-인 기법을 이용한 허리-골반 안정화 방법이 골반의 앞쪽 기울임 각도를 감소시켰다. 이러한 이론과 선행연구의 결과들을 고려하여 볼 때 비록 본 연구에서 복부근육에 대하여 직접적인 측정을 하지 않았지만, 정상여성과 복부근육이 약한 여성 모두에게 10분 동안의 복부 드로우-인 운동 후 옆드려 누워 엉덩관절 폼 시, 골반의 앞쪽 기울임 각도가 감소되었고 이러한 결과는 허리-골반의 안정성을 증가와 관련된 것으로 생각된다. 또한 골반의 앞쪽 기울기의 감소변화량은 복부근육이 약한 여성집단이 정상여성 집단보다 유의하게 더 크게 감소하였다. 이러한 결과는 정상여성은 복부근육이 약한 여성보다 허리-골반이 안정되어 있어 엉덩관절 폼 시 골반의 보상적 앞쪽 기울임 움직임이 적음으로 나타난 결과라고 생각된다. 그러므로 복부근육이 약한 여성에게 복부 드로우-인 운동은 엉덩관절 폼 시 골반의 보상적인 앞쪽 기울임 움직임을 감소시키는데 효과적인 운동이라고 생각된다.

하지만, 본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구의 대상자는 여성 성인 24명을 대상으로 하

였기에 대상자의 수가 적고, 다른 인구집단에 적용하기에 한계가 있다. 둘째, 근 수축 개시시간을 펴하는 다리가 바닥에서 떨어지는 절대적인 순간을 측정하는 것이 아니라, 반힘줄근에 대한 상대적인 근 수축 개시시간을 측정하였기 때문에 근전도 측정상 오류가 있을 수 있다. 셋째, 본 연구는 짧은 중재기간을 둔 단면연구로 실시하였기 때문에 즉각적인 효과만을 설명하였고, 장기적인 추적 평가는 고려되지 않았다.

V. 결론

본 연구를 통해 정상여성과 복부근육이 약한 여성을 대상으로 복부 드로우-인 운동을 10분 동안 실시한 후 엎드려 누워 엉덩관절 펴 운동 시 큰볼기근과 척추세움근의 상대적인 근 수축 개시시간과 골반의 앞쪽 기울임 각도의 변화를 알아보았다. 연구결과를 종합해 보았을 때, 복부 드로우-인 운동 후 엉덩관절 펴는 정상여성과 복부근육이 약한 여성에게서 골반의 앞쪽 기울임을 감소시키며, 특히 복부근육이 약한 여성에게서 척추세움근의 활동을 지연시켜 더욱 효과적으로 골반의 보상적 앞쪽 기울임 움직임을 감소시킬 수 있다고 제안한다. 또한 짧은 기간 동안의 복부 드로우-인 운동이 척추세움근의 근 수축 개시시간과 허리-골반의 움직임 패턴에 변화를 일으킬 수 있음은 임상적으로 운동을 처방하는데 있어 도움이 될 것이다.

참고문헌

- Bruno PA, Bagust J(2007). An investigation into motor pattern differences used during prone hip extension between subjects with and without low back pain. *Clin Chiropract*, 10(2), 68-80.
- Chaitow(2001). *Muscle energy techniques*. 2nd ed, London, Churchill Livingstone, pp.180-208.
- Cynn HS, Oh JS, Kwon OY, et al(2006). 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*, 87(11), 1454-1458.
- Frank C, Page P, Lardner R(2009). *Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach*. Illinois, Human Kinetics, pp.77-91.
- Hodges PW, Gurfinkel VS, Brumagne S, et al(2002). Coexistence of stability and mobility in postural control: evidence from postural compensation for respiration. *Exp Brain Res*, 144(3), 293-302.
- Hodges PW, Richardson CA(1997). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*, 114(2), 362-370.
- Jung HS, Jeon HS, Yi CH, et al(2012). 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*, 19(2), 1-11.
- Kang SY, Jeon HS, Kwon O, et al(2013). Activation of the gluteus maximus and hamstring muscles during prone hip extension with knee flexion in three hip abduction positions. *Man Ther*, 18(4), 303-307.
- Kendall F, McCreary E, Provance P(2005). *Muscles: Testing and function with posture and pain*. Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, pp.180-218.
- Kim DW, Kim TH(2018). Effects of abdominal hollowing and abdominal bracing during side-lying hip abduction on the lateral rotation and muscle activity of the pelvis. *J Exerc Rehabil*, 14(2), 226-230.
- Kisner C, Colby LA(2002). *Therapeutic exercise: Foundations and techniques*. 4th ed, Philadelphia, FA. Davis co, pp.657-659.
- McConnell J(2002). Recalcitrant chronic low back and leg pain: A new theory and different approach to management. *Man Ther*, 7(4), 183-192.
- Neumann DA(2016). *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation*. 3rd ed, St Louis, Mosby, pp.391-430.

- Oh JS, Weon JH, Cynn HS, et al(2006). Can abdominal drawing-in maneuver using a pressure biofeedback unit change muscle recruitment pattern during prone hip extension?. *Phys Ther Korea*, 13(4), 56-63.
- Oh JS, Cynn HS, Won JH, et al(2007). 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*, 37(6), 320-324.
- O'Sullivan P(2005). Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man Ther*, 10(4), 242-255.
- Richardson CA, Jull GA(1995). Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe?. *Man Ther*, 1(1), 2-10.
- Richardson CA, Jull GA, Hodges PW, et al(1999). Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain. 1st ed, London, Churchill Livingstone, pp.992-1001.
- Sahrmann SA(2002). *Diagnosis treatment movement impairment syndrome*. New York, Mosby Inc, pp.51-153.
- Sakamoto AC, Teixeira-Salmela LF, de Paula-Goulart FR, et al(2009). Muscular activation patterns during active prone hip extension exercises. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(1), 105-112.
- Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, et al(2015). Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extension. *J Electromyogr Kinesiol*, 25(4), 675-680.
- Tateuchi H, Taniguchi M, Mori N, et al(2012). Balance of hip and trunk muscle activity is associated with increased anterior pelvic tilt during prone hip extension. *J Electromyogr Kinesiol*, 22(3), 391-397.