J Korean Soc Phys Med, 2018; 13(4): 113-121
https://doi.org/10.13066/kspm.2018.13.4.113

Online ISSN:2287-7215
Print ISSN:1975-311X

Research Article

Open Access

만성 허리통증 환자에게 슬링과 기구저항운동이 통증과 능동 뻗은발올림 동안 근활성도, 골반 회전각에 미치는 영향

김대현 · 김태호[1†]
대구대학교 물리치료학과 재활과학대학원, [1]대구대학교 물리치료학과

The Effects of Sling and Resistance Exercises on Muscle Activity and Pelvic Rotation Angle During Active Straight Leg Raises and Pain in Patients with Chronic Low Back Pain

Dae-Hyun Kim, PT · Tae-Ho Kim, PT, PhD[1†]
Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University
[1]Department of Physical Therapy, Daegu University

Received: October 5, 2018 / Revised: October 10, 2018 / Accepted: November 5, 2018

| Abstract |

PURPOSE: This study was conducted to identify a more effective intervention in sling and resistance exercise for chronic low back pain patients.

METHODS: Seventy (70) subjects were randomly divided into the sling group (SG) and resistance exercise group (REG). Muscular activity of the internal oblique (IO), external oblique (EO), rectus abdominis (RA), and pelvic rotation angle during active straight leg raise (ASLR), a pressure pain threshold (PPT) and a visual analog scale (VAS) were measured. Sling and resistance exercises were conducted for 12 weeks. Intermediate measurements were taken after 8 weeks and final measurements were taken after 12 weeks.

RESULTS: Both groups showed significantly decreased RA muscle activity and significantly increased IO muscle activity ($p<.05$). Additionally, EO muscle activity was significantly decreased in the REG, but significantly increased in the SG ($p<.05$), while the pelvic rotation angle and VAS were significantly decreased in the SG ($p<.05$). The pressure pain threshold was significantly increased in both groups ($p<.05$).

CONCLUSION: Based on the results of this study, a 12-week intervention seems to be effective at improving back pain in both groups. However, a lower VAS was seen in the sling group after 8 weeks of intervention. Therefore, it is recommended that the sling be applied first when establishing a chronic back pain treatment program to shorten the treatment period and reduce the pain period.

Key Words: ASLR, EMG, Pelvic rotation angle, Resistance exercises, Sling exercises

†Corresponding Author : Tae-Ho Kim
hohoho90@naver.com, https://orcid.org/0000-0001-7939-2139

Ⅰ. 서 론

일반인의 60~80%는 허리 통증을 경험한다(Liebenson, 2006). 그 중 5~10%는 만성 허리 통증과 잠재 장애로 발전한다(Johnson and Thomas, 2010). 허리 통증은 허리뼈 유연성, 관절가동범위, 보행 능력을 감소 시키고 허리-골반 리듬을 변화시킨다(López-Miñarro et al., 2012).

배근육은 배곧은근, 배속빗근, 배바깥빗근, 배가로근으로 이루어져 있으며, 양쪽이 대칭으로 심부에 붙어있다. 이 근육들은 몸통의 굽힘과 회전 같은 움직임 뿐 아니라 팔다리가 움직이는 동안 몸통 안정성에도 중요한 역할을 한다(Neuman, 2002; Richardson et al., 2005). 허리와 골반은 생체역학적 체계로 등허리근막을 형성하여 허리골반부의 안정성에 기여한다(Dillen et al., 2003). 또한 등허리근막의 근육 수축은 장력을 증가시켜 척추를 안정화시키고, 팔다리가 움직이는 동안 허리골반부의 안정성에 기여한다(Vleeming et al., 2007). 허리 안정성을 위한 중요 변수는 허리의 회전 중심을 조절하는 것이다(Yu and Kim, 2015). 허리의 회전 중심은 배가로근과 뭇갈래근이 상호 공동수축으로 조절된다(Vleeming et al., 2007). 동적 안정성은 중추신경계에 의해 조절되며 주변 근육에 의해 제공되는 것으로, 갑작스럽게 변화된 부하에 대한 몸의 반응에 중요한 작용을 한다(Cholewicki et al., 2000). 허리통증 환자에게 억제된 근육의 운동 재학습은 근력 강화보다 더 중요하다(Akuthota et al., 2008). 이러한 허리-골반의 불안정성은 일상생활에서 반복되거나 유지되면서 허리통증을 발생시키거나 악화시킬 수 있다(Hoffman et al., 2011).

뉴렉(neuromuscular activation : Neurac)을 이용한 슬링 운동은 점진적인 부하 증가, 닫힌 사슬 운동, 불안정한 지지면, 진동 기계 등을 이용하여 적절한 몸통 근육 간의 협응을 이끌어내 운동 조절에 효과적이다(Kirkesola, 2009). 특히 스티뮬라를 이용한 20 ㎐, 40 ㎐, 80 ㎐의 진동은 대뇌겉질 활성화에 큰 영향을 미쳐 근육 간 협응과 근활성도의 증가에 큰 도움이 된다(Kirkesola, 2009).

가로면에서의 회전 운동은 몸통 중심 안정화에 특화된 기능 훈련으로 점진적으로 더 큰 저항과무게를 주어 시행한다(Akuthota et al., 2008). 몸통 회전 저항운동 기구(torso rotation machine)는 기구를 잡은 팔이 레버의 역할을 하며 회전중심축에서 몸통 회전 힘을 토크로 변환하여 거리가 멀수록, 저항 부하가 클수록 더 강한 표면근의 근력을 요구하게 된다(Bak et al., 2017). 특히 가로면에서의 저항운동은 배 주변 근육을 강화하여 몸통 안정성을 유지하는데 큰 도움이 된다(Akuthota et al., 2008). 가로면에서의 회전 운동은 배바깥빗근, 배속빗근, 넓은등근 등의 근육을 강화하는데 도움이 되어 임상적으로 몸통 근력 강화에 많이 사용되고 있다.

임상적으로 허리-골반의 안정성을 평가하기 위해 능동 뻗은 발 올림(active straight leg raise, ASLR) 검사가 많이 사용되고 있다. 허리 불안정성이나 허리통증을 가진 사람들은 배 근육의 활성도가 떨어져 ASLR 동안 허리를 축회전하여 보상작용 하게 되고, 그 결과 골반이 가로면에서 회전하게 된다. 검사 시 허리의 축회전과 도수 저항 시약화 및 허리골반부의 통증을 고려하여 허리골반부의 안정성을 평가할 수 있다(Liebenson et al., 2009). 바로 누운 자세에서 다리를 올리는 자세는 다리 무게에 의한 외부저항을 이용하여 몸통의 정적 균형을 깨뜨리고 원치 않는 골반의 움직임을 유발할 수 있는 몸통 근육 강화 훈련 방법이다(Neuman, 2002; Sahrmann, 2002). ASLR을 하는 동안 골반의 중립을 유지하지 못하는 것은 허리골반부의 신경근골격계 조절의 문제이다(Hungerford et al., 2004; Mens et al., 2001; Roussel et al., 2007). 건강한 일반인을 대상으로 ASLR 동안 배근육이 수축을 하면 허리 회전각이 줄어든다(Liebenson et al., 2009).

선행 연구에서 허리통증 환자를 대상으로 ASLR 검사가 시상면에서 허리골반부의 불안정성을 평가하기 위한 일반적인 임상 도구로 입증하였고(Hicks et al., 2005; Liebenson et al., 2009; Roussel et al., 2007), ASLR 동안 만성 허리통증 환자의 허리 골반 회전각이 정상인에 비해 차이가 난다고 하였다(Yu and Kim, 2015). 하지만 허리통증 환자를 대상으로 어떠한 운동법이 더 효과적으로 통증과 골반 회전각, 배 주변 근활성도에 영향을 주는지 비교한 연구는 부족하다. 따라서 본 연구는 만성 허리통증 환자에게 슬링과 기구저항운동이 통증, ASLR 동안 근활성도, 골반의 회전 각도에 미치는 영향을 비교하고자 한다.

Table 1. General Characteristic of Participants

Variables	SG (n=35)	REG (n=35)	All study patients (n=70)
Gender (M/F)	16/19	14/21	30/40
Age (mean)	30.89±5.33	31.17±5.23	30.79±5.34
Height (cm)	167.86±7.14	169.11±7.04	168.49±7.07
Weight (Kg)	64.43±13.13	62.74±12.19	63.59±12.60
BMI (Kg/m²)	22.67±3.19	21.81±3.22	22.25±3.21

SG, Sling Group ; REG, Resistance Exercise Group

Ⅱ. 연구방법

1. 연구기간 및 연구대상

본 연구의 대상자는 D시에 위치한 OO정형외과의원의 외래 환자 중 정형외과 전문의로부터 만성 허리 통증을 진단 받은 환자 70명으로 하였다. 일반적인 특성은 Table 1에 제시하였다. 모든 연구 대상자들은 본 연구의 취지와 내용을 충분히 숙지하고 헬싱키 선언의 윤리적 원칙에 따라 연구의 참여에 자발적 동의를 한 자로 선정하였다. 3개월 이상의 만성 허리 통증을 진단 받은 자를 대상으로 하였으며, 척추에 수술을 받은 자, 악성종양, 염증, 골절, 말총 증후군 등의 병리학적 허리통증 환자, 척추 측만증, 신경학적 증상이 있는 자, 출산 후 1년 미만인 자는 제외하였다. 장시간 지속되는 분절의 불안정성으로 척추의 퇴행성 변화가 발생되며, 나이는 척추 불안정성에 영향을 주는 중요한 변수이다(Hicks et al., 2005). 본 연구에서 41세 이상은 퇴행성으로 분류하여 제외하였다(Wiltse and Rothman, 1989). 대상자는 슬링 운동 치료를 실시하는 실험군과 기구 저항 운동을 실시하는 대조군으로 35명씩 무작위 배정하여 분류하였다.

2. 중재 방법

1) 슬링 운동 치료

슬링을 이용한 운동 치료는 Gitle kirkesola (2009)의 Neurac에 제시된 엎드린자세의 한 다리 교각 운동(unilateral prone bridge)을 시행하였다. 대상자는 먼저 배꼽 아래에 데코(dynair® ball cushion Deko, Germany)를 두고 엎드린 자세를 취하였다. 팔꿈치를 90°로 굽힌 후 어깨 관절을 내밈하였다. 우측 정강뼈 거친면을 오목위팔관절 중심부 높이의 슬링에 걸어 왼쪽 다리를 오른쪽 다리와 같은 높이만큼 들어올려 유지하면서 배를 들어올렸다. 허리앞굽이가 줄어들면 다시 처음 자세로 천천히 돌아오게 하였다. 이 운동 수행이 어렵거나 통증이 있는 대상자에게는 탄력 밴드를 이용하여 부하를 줄여주고, 세트 수가 반복 될 때마다 수행 가능한 부하량만큼 점진적으로 부하를 늘렸다. 다리를 걸고 있는 슬링에 스티뮬라(stimula, redcord, Norway)를 이용하여 진동을 주었다. 오른쪽 다리를 슬링에 걸고 10세트 운동 후, 왼쪽 다리를 슬링에 걸고 10세트를 시행하였다. 1세트에 4회 실시하였으며, 운동 간 휴식은 20초로 하였다. 운동 중재에는 총 30분이 소요되었다. 일주일에 3번씩 운동을 시행하였으며, 총 12주 시행하였다.

2) 기구 저항 운동

몸통 회전 저항 운동 기구(torso rotation machine)를 이용하여 기구 저항 운동을 실시하였다. 의자에 앉은 후 가슴 윗부분에 가슴 패드를 맞춰 앉았다. 머리 위에 있는 회전축을 조절한 후, 중량을 선택하였다. 세트마다 무게를 점진적으로 증가시켰다(Akuthota et al., 2008). 통증이 없는 범위 내에서 대상자가 가능한 강도의 무게까지 증가시켰다. 몸통을 회전축의 반대측으로 회전시킨 후, 천천히 되돌아 오기를 반복하였다. 허리를 무리하게 돌리거나 보상작용을 하지 않도록 물리치료사의 감독하에 중재하였다. 1세트에 4회를 실시하였으며 운동 간 휴식시간은 20초로 하였다. 한쪽의 운동을 15분 한 후 반대측의 운동을 15분 시행하였다. 일주일에 3일 운동을 시행하였으며, 총 12주 시행하였다.

3. 측정 도구 및 평가 방법

각 운동의 효과를 알아보기 위하여 중재 전후에 배근육 근활성도, 가로면에서의 골반 회전 각도, 허리 압통 역치와 시각통증척도를 평가하였다. 모든 대상자의 실험 전후 측정은 한 명의 물리치료사에 의해 측정되었다. 두가지 운동 군 모두 사전 측정을 하고 1회 30분 중재 이후, 8주 후, 12주 후 사후 측정을 하였다.

1) 근활성도

오른쪽 다리의 ASLR 동안 대상자들의 오른쪽 배속빗근, 왼쪽 배바깥빗근, 배곧은근의 근활성도를 측정하기 위하여 표면 근전도 검사 기기(teleMyo DTS, Noraxon EMG, USA)를 사용하였다. 근전도 측정 동안 잡음을 제거하기 위하여 전극 부착 부위를 면도 하고 알코올 솜으로 소독을 하였다. 표면 근전도 안내 지침(Hermens et al., 2000)에 따라 각 근육부에 2 cm 간격으로 표면 전극(Ag-AgCl, bioprotech, Wonju, South Korea)을 부착하였다. 전극은 대상자의 왼쪽 배바깥빗근, 오른쪽 배속빗근, 배곧은근에 부착하였다(Cram et al., 1998). 배속빗근, 배바깥빗근, 배곧은근의 기준 값을 구하기 위해 무릎 굽히고 바로 누운 자세에서 양측 발을 3초 동안 약 8 cm 들어올려 실효평균값을 구하고(Dankaerts et al., 2004), 특정 동작 근수축을 기준으로 하고 이를 기준으로 표준화하는 값(%RVC)을 구하였다.

근전도 측정을 위해 20-450 Hz의 대역통과 필터(band-pass filter)와 60 Hz의 노치 필터(notch filter)가 사용되었다(Winter, 2009). 1,000 Hz의 표집율(sampleing rate)이 적용되었다. 근전도 측정값은 전용 소프트웨어(myoresearch XP Master 1.06 software, Noraxon, USA)를 사용하였다. 측정 된 근전도 신호는 제곱근평균제곱(RMS; Root mean square)으로 변환하였다.

근전도 측정을 위해 대상자에게 바로 누운 자세에서 능동적으로 지면에서 오른쪽 다리를 20 cm 들어올린 후 5초 유지하고 내리게 하였다(Liebenson et al., 2009). 3번 측정하여 평균값을 사용하였다. ASRL 동안 측정된 각 근육들의 제곱근 평균 제곱값을 선행 연구에서 제안한 자세에 대한 특정 동작 기준 수축값(%RVC)으로 환산하여 결과를 분석하였다.

2) 가로면에서의 골반 회전 각도

ASLR 동안 가로면에서의 골반 회전 각도를 측정하기 위하여 동작 분석 장치(motion biofeedback device, Relive, Korea)를 사용하였다. 바로 누운 자세를 한 대상자의 왼쪽 위앞엉덩뼈가시에 동작 분석 장치를 밴드로 고정하였다. 3번 측정하여 평균값을 사용하였다.

3) 허리 압통 역치

허리 압통 역치를 측정 하기 위하여 압통 역치 측정기기(algometer commander, JTECH, USA)를 사용하였다. 엎드려 누운 자세에서 대상자가 허리 통증부에서 측정을 하였다. 3번 측정하여 평균값을 사용하였다.

4) 시각통증척도(visual analogue scale : VAS)

시각통증척도를 측정 하기 위하여 0에서 10의 숫자 평정 척도를 사용하였다.

4. 분석 방법

수집된 모든 자료의 통계 처리는 윈도우용 SPSS version 23.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 샤피로-윌크 검정에 의한 정규성 검정으로 정규성이 확인되었다. 실험군과 대조군의 중재 기간별 차이를 비교하기 위해 반복 측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 사용하였다. 통계학적 유의수준 α는 .05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 근활성도

중재 후 배바깥빗근, 배속빗근과 배곧은근의 근활성도는 두 군 모두 기간별 차이가 있었다($p<.05$). 배바깥빗근의 근활성도는 슬링군에서 유의하게 증가되었으며, 기구저항운동군에서 유의하게 감소되어 군에 따라 차이가 있었다($p<.05$). 배속빗근의 근활성도는 두 군 모두 유의하게 증가되었으며($p<.05$), 배곧은근의 근활성도는 두 군 모두 유의하게 감소하였다($p<.05$). 배속빗근과 배곧은근의 근활성도는 군에 따라 차이가 없었다($p>.05$)(Table 2).

Table 2. The Comparison of Electromyography in Each Group at Pre-test, 8 weeks and 12 weeks (Unit : %RVC)

Muscle	Group	Pre-test	8weeks	12weeks	Period *p*	Period*Group *p*
EO	SG	97.12±65.87	141.68±51.09	104.15±53.85	.002*	.000*
	REG	139.25±65.28	111.96±48.25	106.97±43.23		
IO	SG	50.75±32.93	90.37±47.21	78.34±35.29	.000*	.140
	REG	50.61±25.51	105.78±42.06	91.84±30.70		
RA	SG	50.55±46.19	33.34±20.62	28.34±17.14	.000*	.108
	REG	52.31±22.34	39.11±14.38	29.80±12.04		

IO, Internal Oblique ; EO , External Oblique ; IO, Internal Oblique. Mean±Standard $p<.05$.

Table 3. The Comparison of Pelvic Rotation Angle, Visual Analogue Scale and Pain Press Threshold in Each Group at Pre-test, 8 weeks and 12 weeks (PRA Unit : Degree, PPT Unit : Kg)

	Group	Pre-test	8weeks	12weeks	Period *p*	Period*Group *p*
PRA	SG	13.15±3.58	7.55±2.46	-5.60±2.99	.000*	.292
	REG	11.30±3.53	9.97±3.20	-3.23±2.40		
VAS	SG	5.89±1.08	2.00±.84	1.40±.50	.000*	.000*
	REG	5.34±.94	3.00±1.08	1.51±.56		
PPT	SG	5.43±1.00	8.47±2.24	9.73±2.13	.000*	.191
	REG	5.17±.87	7.91±2.62	8.75±2.46		

PRA, Pelvic Rotation Angle ; VAS, Visual Analogue Scale ; PPT, Pain Press Threshold. Mean±Standard $p<.05$

2. 골반 회전각

가로면에서의 골반 회전 각도는 두 군 모두 기간에 따라 각도가 유의하게 감소하였다(p<.05). 군에 따른 차이는 없었다(p>.05)(Table 3).

3. 시각통증척도

시각통증척도는 기간에 따라 통증의 변화가 있었다(p<.05). 군 간 변화를 비교해본 결과 군에 따라 차이가 있었다(p<.05). 8주 중재에서 슬링군에서 더욱 효과적으로 통증을 줄였으나, 12주 중재 후에는 두 군 모두 유사한 결과를 보였다(Table 3).

4. 압통 역치

압통 역치는 두 군 모두 기간에 따라 압통 역치가 유의하게 증가하였다(p<.05). 군에 따른 차이는 보이지 않았다.

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 8주, 12주 중재 이후 슬링과 기구저항운동이 만성 허리통증 환자의 통증, 압통 역치와 ASLR 동안 배바깥빗근, 배속빗근, 배곧은근의 근활성도, 골반 회전 각도에 미치는 영향을 비교하고자 하였다.

본 연구의 중재 후 ASLR 동안 근활성도 비교 결과, 배바깥빗근의 근활성도는 두 군 모두 유의한 차이를 보였으며, 군에 따른 차이가 있었다. 슬링군은 배바깥빗근의 근활성도는 유의하게 증가하였다. 슬링은 닫힌 사슬 운동으로 근육 간 협응에 효과적이다. 많은 선행연구에서 배바깥빗근은 표면근으로 주로 몸통 움직임에 관여 하지만, 심부근이 버텨낼 수 없는 안정성을 요하는 환경에서는 몸통 안정화에 관여를 한다고 하였다(Kendall et al., 1993; Sahrmann, 2002; Kim, 2010). 선행연구에서 허리 통증 환자에게 6주간의 슬링 운동이 배바깥빗근의 근활성도를 유의하게 증가시켰다고 보고

하였다(Kim et al., 2013). 슬링군에서 배바깥빗근의 근활성도 증가는 배속빗근과 배바깥빗근의 협응의 결과로 ASLR 동안 허리-골반 회전 제한하여 안정성을 확보한 결과로 보인다. 반면 기구 저항 운동군의 배바깥빗근의 근활성도는 유의하게 감소하였다. 선행 연구에서 회전 운동 후 회전에 관여하는 넓은등근 등의 대항근들의 활동 증가는 배바깥빗근의 기여도를 줄어들게 만들 수 있다고 보고하였다(Häkkinen et al., 1998). 몸통 회전 저항운동으로 인해 배가로근, 배속빗근, 뭇갈래근 등의 심부근이 강화되어(Saeterbakken et al., 2015), ASLR 동안 배바깥빗근의 기여가 낮아진 것으로 보인다.

ASLR 동안 배속빗근의 근활성도는 두 군 모두 유의하게 증가하였다. 가로면에서의 축 회전 운동 중 배속빗근 등의 심부근 활동 감소는 척주 불안정성의 원인이 될 수 있다(Ng et al., 2002). 선행 연구에서 허리 통증 환자에게 슬링 운동이 공 운동과 일반적인 교각 운동에 비해 배속빗근의 근활성도를 유의하게 증가시켰다고 보고하였다(Kang et al., 2012). 또 다른 연구에서 진동을 이용한 슬링 운동이 배가로근, 배속빗근 등의 심부근육의 초음파 상 근육 두께를 유의하게 증가시킨다고 보고하였다(Kong, 2016). 또한 선행 연구에서 다리를 들어 올려 기저면을 좁혀 골반의 위치에 변화를 준 실험에서 몸통의 안정성을 유지하기 위해 배속빗근과 배가로근의 두께가 유의한 차이를 보이며 크게 증가하였다고 보고하였다(Ainscough-Potts et al., 2006). 따라서 ASLR 동안 배속빗근의 근활성도 증가는 허리-골반의 안정성을 유지하기 위한 적절한 심부근의 조절로 보인다.

배곧은근의 근활성도는 두 군 모두 유의하게 감소하였다. 선행 연구에서 허리 통증 환자에게 트레드밀 위에서 보행을 시키면 보호 움직임 전략으로 몸통 표면근의 근활성도를 증가시켜 뻣뻣함을 유지한다고 보고하였다(Hoorn et al., 2012). Ng 등(2002)도 통증 환자에서 특정 근육의 활성화 감소가 다른 근육의 과잉 활동에 의해 보완 될 수 있다고 보고하였다. 두 군 모두 통증이 감소되면서 보호 움직임 전략이 수정되어 배곧은근의 근활성도가 유의하게 감소한 것으로 보인다. 다른 선행 연구에서는 11명의 대상자에게 컬업(curl-up) 운동을 시킨 후 다리를 들어올리는 동안 배바깥빗근에 비해 배곧은근의 근활성도가 유의하게 증가하였다고 보고하였다(Lehman과 McGill, 2001). 이는 본 연구의 결과와는 반대로, 컬업은 시상면에서의 운동으로 몸통 굽힘에 배곧은근의 관여가 많았고, 본 연구의 운동 중재는 가로면에서의 회전 운동으로 배바깥빗근의 관여가 많았던 것 때문에 상반되는 결과를 가져온 것으로 사료된다. 따라서 슬링과 기구 저항 운동이 몸통의 심부근과 표면근 간 적절한 조절을 하도록 하여 배곧은근의 감소가 된 것으로 보인다.

ASLR 동안 가로면에서의 골반의 회전 각도 변화를 비교한 결과, 두 운동 모두 기간에 따라 각도가 유의하게 감소되었으며, 군에 따른 차이가 없었다. Liebenson 등(2009)은 ASLR 동안 골반의 회전은 허리 통증 환자에게 허리-골반 안정성의 민감한 척도라 하였다. 허리 통증 중재에서 가로면에서의 허리-골반 협응력은 중요한 요소이다(Lamoth et al., 2002). 배바깥빗근은 몸통 회전을 막아 허리-골반 안정화에 중요한 역할을 하는 근육이다(Kim, 2010). 또한 배바깥빗근은 골반을 후방경사 시켜 신체 하부를 조절하기 때문에 아래배근육(lower abdominal muscle)으로 간주되기도 한다(Kendall et al., 1993). 임상적으로 가로면에서의 회전 운동은 허리 통증 치료에 널리 사용되어 왔다. 특히 기계를 이용한 회전 저항 운동은 배바깥빗근 강화에 효과적이다(Saeterbakken et al., 2015). 배바깥빗근은 반대쪽 배속빗근과 작용하여 몸통의 회전을 조절하며, 일상 생활 동안 등척성 지지를 제공하여 몸통의 회전을 제한하여 허리의 운동을 제한한다(Sahrmann, 2002). 따라서 두 운동 모두 ASLR 동안 골반이 회전 각을 줄여 허리-골반의 안정성에 도움을 준다고 사료된다.

시각통증척도 변화를 비교한 결과, 두 군 모두 기간에 따라 통증 수치가 유의하게 감소하였다. 하지만 8주 중재 후 슬링군에서 더 효과적인 통증 경감을 보였다. 12주의 중재 이후 두 군 모두 비슷한 통증 경감 효과를 보였다. 선행 연구에도 슬링 운동과 일반적 근력 운동이 8주 이후에는 통증, 장애, 몸통 유연성 또는 통증에 대한 두려움에서 유의미한 군 간 차이는 발견되지 않았다고 보고하였다(Unsgaard-Tøndel et al., 2010). 허리 통증 환자에게 슬링을 이용한 운동 치료가 골반의 기울

기, 입사각, 엉치뼈의 경사도 개선과 더불어 통증 조절에 효과적이라고 보고한 선행 연구도 본 연구와 같은 결과를 나타낸다(Roh et al., 2016). 또 최근 Lee과 Cho (2016)는 슬링 운동이 척추 사이 디스크의 높이와 체적을 개선시키며, 뭇갈래근의 근력, 허리 각을 개선시키는데 효과적이라고 보고하였다. 특히 만성 허리통증 환자에게 진동을 이용한 슬링 운동 치료 기법은 통증을 완화하여 근력과 밸런스를 개선시킬 수 있으며, 운동계획 통합에 유리하다(Kirkesola, 2009). 본 연구의 결과는 12주간 지속된 두 중재 모두 통증 경감에 효과가 있으나, 8주 이내의 중재에서는 슬링이 통증 경감에 더 효과적이라는 것을 뒷받힘 한다. 만성 허리 통증이 장기 지속될수록 척추 사이 디스크의 높이를 낮추며 퇴행성 변화를 가속 시키므로 조기에 중재를 해야 한다 (Luoma et al., 2016). 본 연구의 결과는 만성 허리 통증 환자의 치료 계획 수립 시 초기 8주 이내에는 슬링 운동 치료 기법을 먼저 고려하여 통증에 의한 몸통 근육의 보상 작용을 줄이는 것이 디스크의 압력을 감소시키고 퇴행성 변화를 늦출 수 있는 방법이라고 여기게 한다.

압통 역치를 비교한 결과, 두 군 모두 기간에 따라 압통 역치가 상승하였고, 군에 따른 차이가 보이지 않았다. 선행 연구에서 해당 근육의 피로가 높을 수록 압통 역치는 낮아진다고 보고하였다(Persson et al., 2000). 또한 다른 선행연구와 마찬가지로 심부근과 표면근 간의 적절한 움직임 전략 조절의 결과로 불필요한 표면근의 근활성도가 낮아져 피로도가 낮아진 결과로 해석 할 수 있다(Meeus et al., 2010). 두 중재 모두 허리 압통 역치를 상승시키는데 효과가 있었다. 본 연구의 결과는 적절한 움직임 전략을 되찾게 되면 통증을 가진 대상자들의 심부근과 표면근의 조절로 인해 압통 역치가 높아진다는 것을 지지한다.

본 연구의 제한점은 다수의 환자를 대상으로 한 실험으로 각자의 일상 생활 패턴을 조절하기 어려웠던 점이다. 성별의 차이, 직업의 차이, 생활 패턴의 차이에 따른 변수를 줄이기 어려웠다. 따라서 향후 연구에서 이를 보완하기 위하여 같은 직업군을 가진 대상자들의 중재를 가진 실험이 이루어져야 할 것이다.

Ⅴ. 결 론

본 연구의 목적은 슬링과 기구저항운동을 비교하여, 중재 방법에 따른 근활성도의 변화, 가로면에서의 골반 회전 각도, 시각통증척도와 압통 역치에 미치는 영향을 비교하여 보다 효과적인 치료 프로그램을 제시하고자 함이었다. 본 연구의 결과 중재 전과 후 골반 회전 각도, 시각통증척도, 압통 역치에 대한 변화에서 두 가지 중재 방법 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타내었으나, 중재 8주 후 결과 슬링군에서 더 낮은 시각통증척도를 보였다. 따라서 만성 허리 통증 환자에게 두 중재 모두 긍정적인 효과를 볼 수 있으나, 치료 기간 단축 및 통증 기간 단축을 위해 만성 허리 통증 치료 프로그램 수립 시 슬링을 먼저 적용 할 것을 추천한다. 향후 슬링보다 단시간에 효과적인 중재법을 찾아 비교하여 허리 중재에 대한 운동 프로그램을 개선 해나가야 할 것이다.

References

Ainscough-Potts AM, Morrissey MC, Critchley D. The response of the transverse abdominis and internal oblique muscle to different postures. Man Ther. 2006;11(1): 54-60.

Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, et al. Core Stability Exercise Principles. Curr Sports Med Rep. 2008;7(1):39-44.

Bak JW, Shim SY, Cho MK, et al. The effect of plank exercises with hip abduction using sling on trunk muscle activation in healthy adults. J Kor Phys Ther. 2017;29(3):128-34.

Cholewicki J, Simons AP, Radebold A. Effects of external trunk loads on lumbar spine stability. J Biomech. 2000;33(11):1377-85.

Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to Surface Electromyography. Gaithersburg. Aspen Publishers. 1998.

Dankaerts W, O'sullivan PB, Burnett AF, et al. Reliability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CLBP patients. J Electromyogr Kinesiol. 2004;14(3):333-42.

Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. J Appl Physiol. 1998;84(4):1341-9.

Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. J Electromyogr Kinesiol. 2000;10(5):361-74.

Hicks GE, Fritz JM, Delitto A, et al. Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(9):1753-62.

Hoffman SL, Johnson MB, Zou D, et al. Effect of classification-specific treatment on lumbopelvic motion during hip rotation in people with low back pain. Man Ther. 2011;16(4):344-50.

Hungerford B, Gilleard W, Lee D. Altered patterns of pelvic bone motion determined in subjects with posterior pelvic pain using skin markers. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2004;19(5):456-64.

Johnson EN, Thomas JS. Effect of Hamstring Flexibility on Hip and Lumbar Spine Joint Excursions During Forward Reaching Tasks in Individuals With and Without Low Back Pain. Arch Phys Med Rehabil. 2010;91(7):1140-2.

Kang HK, Jung JH, Yu JH. Comparison of Trunk Muscle Activity During Bridging Exercises Using a Sling in Patients with Low Back Pain. J Sports Sci Med. 2012;11(3):510-5.

Kendall F, McCreary E, Provance P. Muscle testing and function 4th edition. Baltimore. Williams and Wilkins. 1993.

Kim GY, Kin SH. Effects of Push-ups Plus Sling Exercise on Muscle Activation and Cross-sectional Area of the Multifidus Muscle in Patients with Low Back Pain. J Phys Ther Sci. 2013;25(12):1575-8.

Kim TH. Factors influencing pelvic and trunk motions during one-leg standing. Dissertation of Doctor degree, Yonsei University. 2010.

Kirkesola G. Neurac-a new treatment method for long-term musculoskeletal pain. the journal Fysioterapeuten. 2009;76(12):16-25.

Kong KW. Effects of Bridging Exercise using Vibration Stimulation and ADIMs on the Lengthening and Thickness of Transversus abdominis in Healthy Adults. J Kor Phys Ther. 2016;28(6):393-7.

Lamoth CJ, Meijer OG, Wuisman PI, et al. Pelvis-Thorax Coordination in the Transverse Plane During Walking in Persons With Nonspecific Low Back Pain. Spine. 2002;7(4):92-9.

Lee SB, Cho WJ. The effect of sling exercise on sagittal lumbosacral angle and intervertebral disc area of chronic low back pain patients. J Exerc Rehabil. 2016;12(5):471-5.

Lehman GJ, McGill SM. Quantification of the differences in electromyographic activity magnitude between the upper and lower portions of the rectus abdominis muscle during selected trunk exercises. Phys Ther. 2001;81(5):1096-101.

Liebenson C, Karpowicz M, Brown HM, et al. The active straight leg raise test and lumbar spine stability. PM R. 2009;1(6):530-5.

Liebenson C. Rehabilitation of the spine: a practitioner's manual. 2nd Ed. Baltimore. Lippincott Williams & Wilkins. 2006.

López-Miñarro PA, Muyor JM, Belmonte F, et al. Acute effects of hamstring stretching on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt. J Hum Kinet. 2012;31(1):69-78.

Luoma K, Vehmas T, Kerttula L, et al. Chronic low back pain in relation to Modic changes, bony endplate lesions, and disc degenerationin a prospective MRI study. Eur Spine J. 2016;25(9):2873-81.

Meeus M, Roussel NA, Truijen S, et al. Reduced pressure pain thresholds in response to exercise in chronic fatigue syndrome but not in chronic low back pain:

An experimental study. J Rehabil Med. 2010;42(9):884-90.

Mens JM, Vleeming A, Snijders CJ, et al. Reliability and validity of the active straight leg raise test in posterior pelvic pain since pregnancy. Spine (Phila Pa 1976). 2001;26(10):1167-71.

Neuman DA. Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations for physical rehabilitation. USA. Mosby. 2002.

Ng JK, Richardson CA, Parnianpour M, et al. EMG activity of trunk muscles and torque output during isometric axial rotation exertion: a comparison between back pain patients and matched controls. J Orthop Res. 2002;20(1):112-21.

Persson AL, Hansson GA, Kalliomäki A, et al. Pressure pain thresholds and electromyographically defined muscular fatigue induced by a muscular endurance test in normal women. Clin J Pain. 2000;16(2):155-63.

Richardson C, Hodges P, Hides J. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization. A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain (2^{nd} ed). Churchill Livingstone. 2005.

Roh HS, Cho WJ, Ryu WJ, et al. The change of pain and lumbosacral sagittal alignment after sling exercise therapy for patients with chronic low back pain. J Phys Ther Sci. 2016;28(10):2989-92.

Roussel NA, Nijs J, Truijen S, et al. Low back pain: Clinimetric properties of the trendelenburg test, active straight leg raise test, and breathing pattern during active straight leg raising. J Manipulative Physiol Ther. 2007;30(4):270-8.

Saeterbakken A, Andersen V, Brudeseth A, et al. The Effect of Performing Bi- and Unilateral Row Exercises on Core Muscle Activation. Int J Sport Med. 2015;36(11):900-5.

Sahrmann S. Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes. St. Louis. Mosby. 2002.

Unsgaard-Tøndel M, Fladmark AM, Øyvind SO Vasseljen. Motor Control Exercises, Sling Exercises, and General Exercises for Patients With Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial With 1-Year Follow-up. Physical Therapy. 2010;90(10):1426-40.

van den Hoorn W, Bruijn SM, Meijer OG, et al. Mechanical coupling between transverse plane pelvis and thorax rotations during gait is higher in people with low back pain. J Biomech. 2012;45(2):342-7.

Van Dillen LR, Sahrmann SA, Norton BJ, et al. The effect of modifying patient-preferred spinal movement and alignment during symptom testing in patients with low back pain: A preliminary report. Arch Phys Med Rehabil. 2003;84(3):313-22.

Vleeming A, Mooney V, Stoeckart R. Movement Stability and Lumbopelvic Pain (2nd ed). Churchill Livingstone. 2007.

Wiltse L, Rothman S. Spondylolisthesis: Classification, diagnosis and natural history. Semin Spine Surg. 1989;1(1):78-94.

Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. Hoboken, john Wiley & Sons, Inc. 2009.

Yu CW, Kim SY. Comparison of Lumbopelvic Rotation Angle during Active Straight Leg Raise in Patients with Chronic Low Back Pain with and without Lumbar Segmental Instability. J Korean Soc Phys Med. 2015;10(4):39-48.