

진동을 동반한 옆교각 운동이 요통 성인의 통증, 기능장애, 근력, 균형에 미치는 영향

권애정 · 김선엽[†]

대전대학교 일반대학원 물리치료학과, ¹대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

The Effects of Vibration and Side-lying Hip Abduction on Pain, Disability, Strength and Balance in Individuals with Low Back Pain

Ae-Jeong Gwon, PT · Suhn-Yeop Kim, PhD, PT[†]

Department of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

¹Department of Physical Therapy, College of Health Medical & Science, Daejeon University

Received: September 25, 2016 / Revised: September 27, 2016 / Accepted: September 30, 2016

© 2016 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to compare the effects of side-lying hip abduction exercise with and without vibration on pain, disability, strength and balance in individuals with low back pain.

METHODS: 30 participants enrolled in this study were randomly assigned to an experimental group (EG, n=15) for side-lying hip abduction with vibration and a control group (CG, n=15) for side-lying hip abduction without vibration. Both groups were treated 3 times per week for 4 weeks. Pain (Numeric Rating Scale), disability (Korean Oswestry Disability Index), hip abductor muscle strength, and static balance were measured in both groups before and after the program. Results were analyzed using paired *t*-test for

comparing the difference within the group and independent *t*-test for comparing the difference between two groups.

RESULTS: Compared to the CG, the EG showed significantly greater reductions in pain and disability ($p<.05$). There was a significant difference in all balance categories of both the painful and non-painful sides within the EG ($p<.05$). Balance showed a significant decrease except the envelope area (ENV) on the non-painful side within the CG ($p<.05$). There was a significant increase in all balance categories except ENV of non-painful side between the two groups ($p<.05$). Balance increased on both the painful and non-painful sides in the EG. Balance improved on the painful side in the CG, but significantly decreased on the non-painful side ($p<.05$).

CONCLUSION: Side-lying hip abduction exercise with vibration is considered an effective treatment for pain, disability and balance in individuals with low back pain.

Key Words: Balance, Low back pain, Side-lying hip abduction, Sling suspension system, Vibration

[†]Corresponding Author : kimsy@dju.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

요통은 산업화된 사회에서 가장 일반적인 건강 문제로, 일생에서 60~85%의 유병율을 보인다(WHO, 2003). DePalma 등(2012)은 요통과 관련하여 고관절의 기능장애가 빈번하며 고관절의 기능장애는 원위부의 기능장애를 유발한다고 하였다. McGregor와 Hukins (2009)는 고관절과 요추의 인접한 특성 때문에 대부분의 요통환자들에게서 임상적으로 둔근의 약화와 고관절의 제한된 움직임이 관찰된다고 하였다.

고관절 주변 근육 중 중둔근은 골반과 하지의 정상적 움직임을 위해 골반부를 안정시켜주는 중요한 근육으로(Al-Hayani, 2009), 중둔근의 기능저하는 요골반부의 불안정성을 발생시키는 요인이 된다(Neumann, 2013). Kendall 등(2010)은 정상인에 비해 요통환자의 고관절 외전근 근력이 31% 더 약하다는 결과를 보고하였다. 이처럼 고관절 외전근의 기능 약화는 만성 요통과 하지의 기능장애와 관련이 있기 때문에 요추와 골반부, 고관절의 관계를 이해하는 것은 요통의 특성을 이해하기 위해 중요하다(Kendall 등, 2010).

하지와 체간의 근육에서 고유수용성 감각입력은 신체의 안정성 및 움직임 조절에 매우 중요한 역할을 하는데(Brumagne 등, 2008; Newcomer 등, 2002), O'Sullivan 등(2003)은 정상인에 비해 요통환자의 요부 심부근육은 더 약하고 불균형적이며, 고유수용성 감각이 감소되어 있기 때문에 자세감각이나 운동감각의 감소가 척추 안정성에 문제를 야기하여 요통의 재발을 가져온다고 하였다.

요통에 대한 운동 형태는 1937년 Williams가 제안한 요부 굴곡 운동에서부터 매트, 볼, 아령, 균형판 등을 이용한 운동 형태까지 다양하다(Arokoski 등, 2001). Kim과 Kwon (2001)은 흔들리는 줄을 이용하거나 불안정한 지지면에서의 운동으로 감각-운동 훈련이 가능하다고 하였다. Lee 등(2010)은 요통 환자를 대상으로 12주간 시행한 슬링운동이 통증을 감소시켰을 뿐만 아니라, 요부 근육들의 횡단면적의 크기를 증가시켜 요부 근력을 강화시켰다고 하였고, Jeon (2014)은 다양한 자세의 슬링 운동들을 비교한 연구에서 옆으로 누운 자세

에서 시행한 교각운동(side-lying hip abduction exercise)이 중둔근 활성화에 가장 효과적이라고 하였다.

진동자극은 슬링 운동의 효과를 높이기 위해 함께 적용할 수 있는 방법이다. 진동훈련은 운동기능을 향상시키고 에너지 대사와 혈류를 증가시킨다는 점에서 긍정적인 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Jordan 등, 2005). 슬링 운동 시에 국소 진동을 적용하는 장비로는 노르웨이 레드코드사에서 개발한 스티물라(Stimula, Redcord[®])라는 진동장치가 있으며, Kang 등(2007)은 요통 환자 60명을 대상으로 단기간동안의 간섭파진기 자극과 국소진동의 효과를 비교한 결과 국소진동을 적용한 군에서 치료 기간이 지남에 따라 통증이 감소하는 것을 관찰하였고, Rittweger (2010)는 20Hz 이하의 진동은 근육의 과도한 이완을 유발하고 50Hz 이상의 진동은 근육통을 유발하기 때문에 20~50Hz의 진동을 사용할 것을 제안하였다.

최근 중둔근의 기능장애와 요통 간에 상관성 연구가 활발하게 진행되고 있는데(Nadler 등, 2002; Newcomer 등, 2002; O'Dwyer 등, 2011), Lee와 Kim (2013)은 요부안정화 운동과 둔근운동을 함께 실시하는 것이 요부안정화 운동만을 실시하는 것보다 만성요통에 더 효과적이라고 보고함으로써 요통에서의 둔근 운동의 중요성을 강조하였다. 이외에도 요통에 대한 임상적 재활에서 중둔근에 대한 접근이 중요하게 인식되고 있으나, 요통에 대한 중재로 슬링과 진동을 함께 적용한 연구는 부족하다. 현재 슬링을 이용한 교각운동에 진동을 적용한 연구들은 있으나, 옆으로 누운 자세에서 슬링을 이용하여 시행한 옆교각운동에 진동자극을 적용하여 그 효과를 알아본 연구는 찾아보기 어렵다. 따라서 본 연구는 진동자극을 동반한 옆교각 운동이 요통을 가진 성인의 통증과 기능장애 수준, 고관절 외전근의 근력, 정적 균형에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 연구기간

본 연구는 D시의 D대학교에 재학 중인 요통을 경험

하고 있는 20대 성인들 중 연구 참여 조건에 해당하는 30명의 대상자를 모집하였다. 대상자의 선정조건은 현재 요통을 경험하고 있는 자, 본 연구의 목적을 충분히 이해하고 적용할 평가 및 중재방법에 참여할 것을 스스로 동의한 자로 하였으며, 제외조건은 최근 6개월 이내에 중추신경계나 전정기관의 손상으로 의학적 진단을 받은 자, 최근 6개월 이내 요추 또는 하지에 정형외과적 질환의 진단을 받거나 그와 관련된 수술을 받은 자, 현재 요통관리를 위해 의료기관에서 의학적 치료를 받고 있는 자, 요통으로 인해 약물을 복용 중인 자, 연구의 모든 평가 또는 검사 시 발생하는 통증으로 인해 연구 진행이 불가능한 자로 하였다. 연구에 참여하기 전에 모든 대상자들에게 본 연구의 목적과 방법에 대해 설명하였다.

최종 선정된 30명의 연구대상자들은 인터넷 사이트 (<http://www.randomization.com/>)의 무작위 배정 프로그램을 이용하여 진동을 동반한 옆교각 운동을 수행하는 실험군과 진동 없이 옆교각 운동을 수행하는 대조군에 각각 15명씩 무작위 배정되었다. 운동프로그램은 1일 1회, 주 3회, 총 4주간 시행하였으며, 중재 전과 후에 각각 통증과 기능장애 수준, 고관절 외전 근력, 정적 균형 수준에 대한 평가를 시행하였다.

2. 평가도구 및 측정방법

1) 통증 수준

대상자의 요통의 수준을 평가하기 위하여 숫자통증 척도(범위 0-10, numeric rating scale; NRS)를 사용하였다. 숫자통증척도는 평가를 위해 다른 장치나 설문지 작성에 필요하지 않아 적용이 용이하기 때문에 임상적으로 널리 사용되는 평가도구이다. NRS 평가는 대상자들에게 본인의 통증에 대한 등급을 0부터 10의 숫자 중에 선택하도록 하였다. 숫자는 0을 포함하여 총 11등급으로 표현되며, 0은 “통증 없음”을, 10은 “상상할 수 있는 가장 큰 통증”을 의미한다(Hartrick 등, 2003). 통증 수준 평가는 4주 운동 시작 전과 종료 직후에 평가되었다.

2) 기능장애 수준

대상자의 요통으로 인한 기능장애 정도를 평가하기

위해 한국어판 오스웨스트리 요통 장애 지수(korean oswestry disability index; KODI) 평가 설문지(Kim 등, 2005)를 이용하였다. KODI는 9개 항목과 각 항목에 대한 6점 척도의 문항들로 구성되어 있다. KODI의 검사-재검사 신뢰도는 높은 수준($r=.92$)이다. KODI의 총점은 최대 45점이며, 점수가 높을수록 요통으로 인한 기능장애 정도가 더 심각한 것으로 판단할 수 있다(Kim 등, 2009).

3) 고관절 외전근 근력

고관절 외전근의 근력을 평가를 위해 공기 압력 바이오피드백(Pab[®] Pro, TOGU, 독일) 근력측정기를 사용하였다. 이 장비의 근력평가 기구에 스트랩 등을 걸어 외력을 가해 내부 공기압의 변화가 발생하면, 장비에 연결된 소프트웨어가 공기압의 변화를 측정하여 컴퓨터로 근력을 알 수 있다. 본 연구에서는 근력평가 기구 중 링 모양의 쓰로우링(Through-ring)에 스트랩을 걸어 사용하였다. 대상자는 머리와 몸통, 하지가 곧은 상태가 되도록 테이블 위에 옆으로 누운 자세에서 양 발목에 스트랩을 걸고 ‘시작’이라는 구두 지시와 동시에 5초 동안 최대로 고관절 외전 동작을 시행하였다. 스트랩의 길이는 수평선을 기준으로 고관절 외전이 30도가 되도록 조절하였으며, 검사 시 자세가 흐트러지지 않도록 대상자의 천장쪽 손은 매트 위에 놓게 하였다. 1회 측정 후 1분의 휴식시간을 가졌으며, 총 2회 측정하여 최대값을 기록하였다. 반대측 하지의 근력 평가 또한 같은 방법으로 시행하였으며, 양 하지의 근력 측정 순서는 무작위로 시행하였다. 측정된 결과는 측정에 앞서 조사된 대상자들의 허리통증 부위에 따라, 통증발생측과 비발생측 하지로 분류하여 기록하였다. 통증발생 부위가 허리의 중앙부인 경우는 비우세측 다리의 근력을 통증발생측으로, 우세측 다리의 근력을 통증비발생측으로 하여 기록하였다.

4) 정적 균형 수준

대상자들의 정적 균형 유지 능력을 평가하기 위해 동적적저압측정기(Gaitview[®], AFA-50 system, alFOOTs, 대한민국)를 사용하였다. 대상자에게 균형판의 Y표시

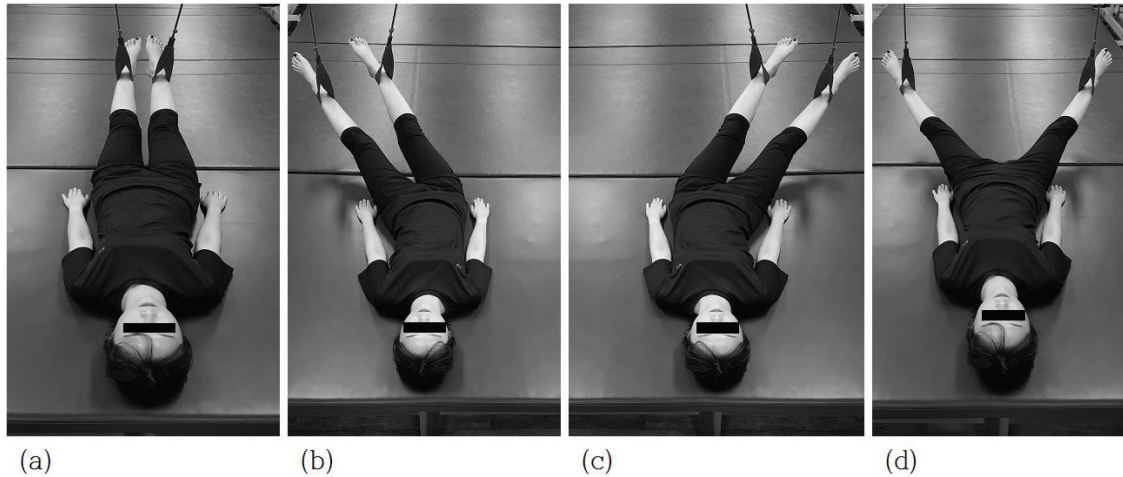


Fig. 1. Warm-up and cool down exercise

(a) Start posture for warm up and cool down exercise.

(b),(c) Swinging legs from side to side (1st exercise).

(d) Spreading and gathering legs (2nd exercise).

에 측정하고자 하는 다리의 두 번째 발가락이 오도록 하여 바로 선 다음, 반대측 다리의 슬관절을 천천히 들어올려 고관절의 각도를 30도 굴곡시킨 자세를 (Grimaldi, 2011) 20초간 유지하도록 지시하였다. 검사하는 동안 대상자는 정면 벽면에 표시된 눈높이 수준의 한 점을 응시하도록 하였으며, 대상자는 1회 측정 후 30초간 휴식하였다. 측정은 총 2회 시행 후 평균값을 기록하였으며, 양 하지의 측정 순서는 무작위로 정하였다. 정적 균형 평가를 위해 본 연구에서는 평형검사결과와의 외주면적(envelope area; ENV), 총 궤적장(total length; TL), 안정성점수(stability score) 측정값을 사용하였다. 외주면적은 압력 중심점 궤적의 외피 면적을 의미하며 단위는 mm^2 이다. 총 궤적장은 검사시간 동안의 압력중심점의 총 이동길이를 나타내며 단위는 mm 이다. 안정성점수는 각 대상자의 나이와 키에 따라 점수 산출 근거를 다르게 적용하여 계산된 균형점수를 의미한다. 외주면적과 총 궤적장은 수치가 클수록, 안정성 점수는 점수가 낮을수록 신체 동요가 많이 발생한 것을 의미한다. 좌·우측 다리의 균형측정 결과값은 고관절 외전 근력을 기록한 방법과 동일한 방법으로 대상자의 요통 부위에 따라 통증발생측과 통증비발생측으로 기록하였다.

3. 중재 방법

이 연구에서 적용한 옆교각 운동은 1) 준비운동, 2) 옆교각 운동, 3) 정리운동으로 구성되었으며, 실험군은 옆교각 운동 시 슬링시스템에 진동자극을 함께 적용하는 조건에서, 대조군은 진동자극을 적용하지 않는 조건에서 각각 총 4주 동안 주 3회 운동 프로그램을 수행하였다.

옆교각 운동을 시작하기 전에 모든 대상자들의 근육의 긴장 완화, 유연성 증진, 부상 예방, 본 운동에 대한 준비의 목적으로 준비운동을 시행하였다. 준비운동은 매트 위에 바로 누운 자세에서 슬링 줄 끝의 스트랩 두 개에 양 발목을 각각 걸고 고관절 굴곡이 30도가 되도록 줄 높이를 조절한 다음, 양 다리를 좌우로 부드럽게 흔드는 운동과 양 다리를 벌렸다 모으는 운동을 각각 10회 3세트 시행하였으며, 세트 간 휴식시간은 10초로 하였다(Fig. 1).

본 운동인 옆교각 운동의 시행 횟수 및 방법은 뉴랙(Neurac) 슬링운동 방법(Redcord AS, 2014)을 참고하였다(Fig. 2). 먼저 하지를 지지하는 스트랩의 높이는 옆으로 누운자세에서 대상자가 양 하지를 스트랩에 올려놓았을 때, 매트쪽 다리의 발목 외과 높이가 천장쪽 골반의 높이와 수평이 되도록 조절하였다. 골반에는 탄력스

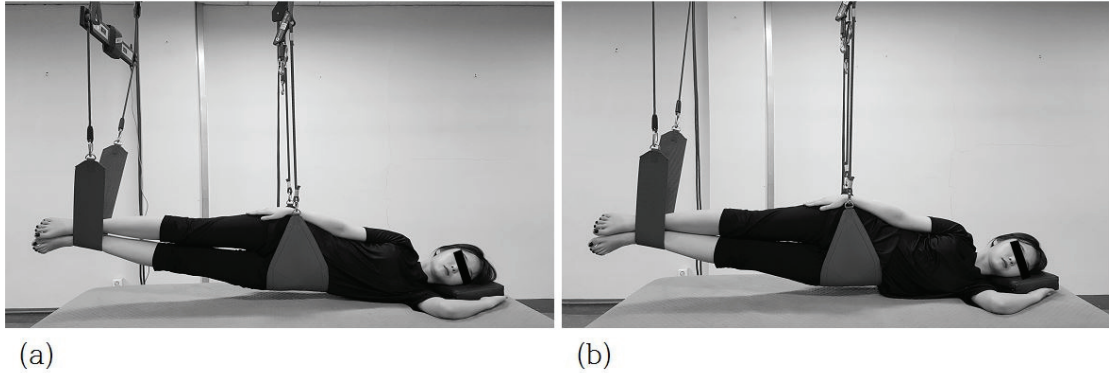


Fig. 2. Intervention for EG and CG

- (a) EG : Side-lying hip abduction exercise with vibration.
 (b) CG : Side-lying hip abduction exercise without vibration.

트랩을 적용하여 운동을 보조할 수 있도록 하였다. 대상자는 운동 시작과 동시에 하지를 지지하는 스트랩을 바닥 방향으로 눌러 골반부가 위쪽으로 들려지게 하여 5초 유지 후 처음 자세로 돌아가는 것을 5번 반복하였으며, 이를 1세트로 총 4세트의 옆교각 운동을 시행하였고, 세트 간 10초의 휴식을 가졌다. 반대측 옆교각 운동은 반대로 돌아누운 자세에서 같은 방법으로 시행하였다.

정리운동은 본 운동 시 증가된 심박수와 운동에 사용된 근육들의 긴장 완화를 위해 준비운동과 같은 방법으로 시행하였다(Fig. 1).

운동의 강도는 Borg 10단계 비율척도(Borg Category Ratio 10 Scale; Borg CR-10 Scale)을 이용하여 조절하였다. 이 주관적 평가 척도의 숫자 0은 ‘수행에 전혀 문제 없음’을 의미하고 10은 ‘수행할 수 없다’를 의미한다(Borg, 1990). 본 연구에서는 근력훈련을 위해 일반적으로 권하는 운동강도인 5(힘들다)~7(아주 힘들다)의 수준이 될 수 있도록 각 세트 수행 후에 하지의 스트랩 위치를 조절하였다.

본 연구에서는 실험군의 옆교각 운동 시 진동을 적용하기 위해 진동발생 장비인 스티뮬라(Stimula, Redcord AS, Norway)를 이용하였다. 하지를 지지하는 슬링시스템의 두 줄에 스티뮬라를 장착하여 실험군의 옆교각 운동 수행 시에만 진동자극을 적용하였고, 휴식시간 동안에는 적용하지 않았다. 본 연구에서 적용한 진동은 앞서 Rittweger (2010)가 제안한 20~50Hz의 주파수 중

30Hz의 주파수를 사용하였다.

4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료들의 통계분석을 위해 SPSS ver. 18.0 통계프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였으며, 대상자들의 일반적 특성을 비교하기 위해 기술통계를 시행하였다. 각 군 내에서 전·후 차이를 비교하기 위해 대응표본 t-검정을 시행하였고, 두 군 간에 중재 전·후 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 시행하였으며, 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구대상자는 총 30명으로 실험군은 15명, 대조군은 15명이었다. 두 군 간에 성별, 평균연령, 평균신장, 평균체중은 유의한 차이가 없었으며($p>0.05$), 연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 통증수준 비교

중재 전 통증수준은 두 군간에 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 중재 전과 후에 실험군과 대조군의 통증수준은 두 군 모두 유의하게 감소하였고($p<0.01$), 두 군의 중재 전·후의 통증수준 차이는 실험군이 대조군보다 유의

Table 1. General characteristics of the subjects

Variables	^a EG (n ₁ =15)	^b CG (n ₂ =15)	t/χ ²
Gender (male/female)	7/8	7/8	.13
Age (years)	24.53±1.89 ^c	23.60±1.12	-1.65
Height (cm)	167.93±10.60	169.00±8.27	.31
Weight (kg)	62.00±11.20	64.47±7.32	.71

^aside-lying hip abduction exercise with vibration, ^bside-lying hip abduction exercise without vibration, ^cmean±standard deviation

하게 더 감소하였다(p<.05)(Table 2).

3. 기능장애 수준 비교

중재 전 기능장애 수준은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(p>.05). 중재 전과 후에 실험군과 대조군의 기능

장애 수준은 두 군에서 모두 유의하게 감소하였고 (p<.01), 두 군의 중재 전·후의 기능장애 수준 차이는 실험군이 대조군보다 유의하게 더 감소하였다 (p<.05)(Table 2).

Table 2. Comparison of the pain, disability and hip abductor muscle strength before and after training for the two groups

	^a EG (n ₁ =15)	^b CG (n ₂ =15)	t
NRS ^c (score)			
Pre-test	4.87±1.69 ^d	4.73±1.39	-.24
Post-test	1.40±.99	2.20±1.08	2.12*
Difference	-3.47±1.06	-2.53±.99	2.49*
t	-12.67**	-9.91**	
KODI ^e (score)			
Pre-test	8.47±2.85	8.00±2.95	-.44
Post-test	5.73±2.69	6.20±2.43	.50
Difference	-2.73±1.28	-1.80±1.08	2.16*
t	-8.27**	-6.44**	
Strength (kg)			
P-side ^f			
Pre-test	45.59±20.75	49.61±20.26	.54
Post-test	80.23±31.84	69.37±26.22	-1.02
Difference	34.64±27.23	19.76±14.10	-1.88
t	4.93**	5.43**	
NP-side ^g			
Pre-test	47.82±23.04	49.31±23.10	.18
Post-test	79.44±30.78	72.62±30.60	-.61
Difference	31.61±20.96	23.31±17.17	-1.19
t	5.84**	5.26**	

^aside-lying hip abduction exercise with vibration, ^bside-lying hip abduction exercise without vibration, ^cnumeric rating scale, ^dmean±standard deviation, ^ekorean oswestry disability index, ^fpainful side, ^gnon-painful side, *p<.05, **p<.01

4. 고관절 외전 근력 비교

중재 전 고관절 외전 근력은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 중재 전과 후에 실험군과 대조군의 고관절 외전 근력은 통증발생측과 비발생측 모두에서

두 군 모두 유의하게 증가하였다($p<.01$). 그러나 군간 비교에서 고관절 외전 근력의 변화는 통증발생측과 비발생측 모두에서 두 군 간에 차이가 없었다 ($p>.05$)(Table 2).

Table 3. Comparison of the static balance before and after training for the two groups

	^a EG (n ₁ =15)	^b CG (n ₂ =15)	<i>t</i>
P-side ^c			
ENV ^d (mm ²)			
Pre-test	383.57±305.14 ^e	239.71±226.24	-1.47
Post-test	155.87±135.16	203.54±154.84	.90
Difference	-227.70±243.67	-36.17±223.83	2.24*
<i>t</i>	-3.62**	-.63	
TL ^f (mm)			
Pre-test	491.01±198.67	407.31±140.01	-1.33
Post-test	354.71±141.78	389.02±148.80	.65
Difference	-136.31±132.22	-18.29±140.52	2.37*
<i>t</i>	-3.99**	-.50	
Stability score (point)			
Pre-test	86.87±5.19	89.07±5.96	1.08
Post-test	91.33±2.06	89.87±2.70	-1.68
Difference	4.47±4.02	.800±5.58	-2.07*
<i>t</i>	4.31**	.56	
NP-side ^g			
ENV (mm ²)			
Pre-test	178.16±106.24	176.92±166.05	-.02
Post-test	124.49±68.21	240.59±191.18	2.22*
Difference	-53.67±72.08	63.67±232.98	1.86
<i>t</i>	-2.88*	1.06	
TL (mm)			
Pre-test	380.91±120.51	351.77±93.93	-.74
Post-test	315.82±110.06	416.29±141.78	2.17*
Difference	-65.09±61.68	64.51±110.95	3.95**
<i>t</i>	-4.09**	2.25*	
Stability score (point)			
Pre-test	90.40±2.61	92.27±3.13	1.77
Post-test	92.13±2.30	90.33±3.09	-1.81
Difference	1.73±2.40	-1.93±3.39	-3.42**
<i>t</i>	2.79*	-2.21*	

^aside-lying hip abduction exercise with vibration, ^bside-lying hip abduction exercise without vibration, ^cpainful side, ^denvelope area, ^emean±standard deviation, ^ftotal length, ^gnon-painful side, * $p<.05$, ** $p<.01$

5. 정적 균형 수준 비교

정적 균형 수준은 3가지 항목(외주면적, 총궤적장, 안정성 점수)으로 평가하였다(Table 3). 중재 전 정적 균형 수준은 두 군간에 차이가 없었다($p>.05$). 중재 전·후에 통증발생측에서는 실험군의 외주면적, 총궤적장, 안정성 점수가 모두 유의한 차이가 있었고($p<.01$), 대조군은 세 항목 모두에서 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 통증발생측의 군간에 균형수준의 변화를 비교한 결과, 실험군이 대조군보다 외주면적, 총궤적장에서 더 유의하게 감소하였고($p<.05$), 안정성 점수에서는 더 유의하게 증가하였다($p<.05$). 중재 전·후에 통증비발생측에서 실험군의 외주면적($p<.05$), 총궤적장($p<.01$), 안정성 점수($p<.05$)는 모두 유의한 차이가 있었고, 대조군에서 외주면적은 유의한 차이를 보이지 않았으나($p>.05$), 총궤적장과 안정성 점수에서는 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 통증비발생측의 군간에 균형수준의 변화를 비교한 결과, 실험군이 대조군보다 총궤적장에서 더 유의하게 감소하였고($p<.01$), 안정성 점수는 더 유의하게 증가하였으며($p<.01$), 외주면적은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

IV. 고 찰

본 연구는 진동자극을 동반한 옆교각 운동(실험군)과 진동을 동반하지 않은 옆교각 운동(대조군)이 요통이 있는 성인의 통증수준과 기능장애, 고관절 외전근 근력, 정적 균형 수준에 미치는 영향을 비교해 보고 이를 통해 옆교각 운동 시 진동자극의 영향을 알아보고자 시행되었다.

통증 수준에서 실험군과 대조군은 중재 후 통증수준이 유의하게 감소하였고, 실험군의 통증수준이 대조군보다 더 유의하게 감소하였다. 이러한 결과는 진동과 운동을 함께 치료로 받은 요통그룹에서 통증의 감소와 신경근 조절능력 향상을 관찰하였다는 Rittweger 등(2010)의 연구와 비슷한 결과로 나타나 실험군에 추가적으로 적용한 진동이 통증 감소에 긍정적인 효과를 준 것으로 사료된다. 요통장애지수는 중재 전에 비하여

중재 후에 실험군과 대조군 모두 유의하게 감소하였고, 실험군의 요통장애지수가 대조군보다 더 유의하게 감소하여 개선되었다. 이러한 결과는 만성 요통을 가진 50명의 환자를 대상으로 전신 진동 운동을 적용한 후 16.5%의 통증 개선과 9.3%의 요통장애의 완화를 보고한 Pozo-Cruz 등(2011)의 연구결과처럼, 실험군에 추가적으로 적용한 진동자극이 요통으로 인한 기능장애에 더 긍정적인 영향을 준 것으로 해석할 수 있다. 대부분의 연구들에서 진동자극이 근력 강화와 유연성을 향상시킬 수 있다고 제안(Issurin와 Tenenbaum, 1999)하였고, 진동자극은 생리학적으로 근육을 자극하여 근방추에 영향을 줌으로써 근수축을 향상시킬 수 있다고 밝혀졌다(Gojanovic 등, 2011). 본 연구의 고관절 외전근 근력 비교에서는 실험군과 대조군 모두 운동 전·후에 유의한 근력의 향상을 보였고, 고관절 외전 근력의 군 간 비교에서는 실험군이 대조군보다 더 큰 변화량을 가지며 근력이 향상되었으나 두 군간 유의한 차이는 없었다.

균형 비교 결과 운동 전·후 통증발생측에서 실험군은 외주면적, 총궤적장, 안정성 점수 모두 유의한 개선이 나타났고, 대조군은 세 항목 모두 개선이 되었으나 유의한 차이는 없었다. 또한 통증발생측의 군 간에 균형 변화량 비교에서는 실험군이 대조군보다 세 항목에서 모두 유의하게 더 개선되었음을 확인할 수 있었다. 근육이나 건에 적용된 진동 자극은 구심성 신경 경로에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌는데(Pollock 등, 2011), Kyung 등(2015)은 건강한 대학생을 대상으로 8주간 시행한 진동운동이 균형능력을 유의하게 증가시켰다고 보고하여 본 연구결과와 비슷한 결과를 보임으로써 진동이 통증발생측과 관련한 균형에 긍정적인 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다. 운동 전·후 통증비발생측에서 실험군은 균형 세 항목 모두 유의한 개선이 나타났으나, 대조군은 총궤적장과 안정성 점수에서 유의한 저하가 보여졌다. Alexander와 Kinney LaPier (1998)는 한쪽 요통을 가진 환자들은 한쪽으로 더 체중을 실으려는 경향이 있으며, 이런 비대칭적 체중 분배는 근육 불균형, 비대칭적인 관절압박, 자세 동요를 증가시킴으로써 요통에서 악순환의 원인이 된다고 하였다. 또한 Byl과 Sinnott (1991)은 요통을 가진 대상자들이 한발

서기 시 한 쪽발로 체중을 완전히 이동시키는 데 어려움을 겪는다고 보고하였다. 앞서 대조군의 통증발생측 균형이 통증비발생측에 비해 상대적으로 증가한 것을 통해, 대조군에서 통증비발생측의 유의한 저하는 중재 후 통증이 감소함에 따라 통증발생측으로의 체중심 이동이 용이해지면서 통증발생측의 균형능력이 증가하여 상대적으로 나타난 결과로 보여진다. 따라서 중재 전 통증발생측과 통증비발생측의 균형능력 차이가 중재 후 감소함으로써 양측의 균형이 균등화되었다는 결론을 내릴 수 있다. 통증비발생측의 군 간 균형 비교에서는 실험군이 대조군보다 총궤적장과 안정성점수에서 더 유의하게 개선된 것을 확인하였다. 외주면적에서는 군 간에 유의한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 외주면적이 측정시간 동안 압력중심점의 이동경로가 이루는 외피면적을 의미하기 때문에, 이동경로가 겹쳐 생기는 중복된 값이 계산되지 않음으로써 운동 전·후에 측정된 값이 차이가 적어 군 간 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 사료된다. 이러한 결과는 진동자극이 근방추 수용기의 활성도를 높이고 진동자극을 직접적으로 받은 근육뿐만 아니라 주위 근육들에도 영향을 미쳐(Kasai 등, 1992) 균형을 유지하기 위해 필요한 고유수용성 감각에 영향을 준 결과로 보여진다.

본 연구에는 일부 제한점이 있다. 먼저 요통이 있는 20대 성인을 대상으로 선정하였기 때문에 요통환자나 모든 연령대의 사람들에게 일반화 하기에 어려움이 있으며, 총 4주의 운동프로그램을 적용하여 운동 전·후에 평가가 이뤄졌기 때문에 연구에서 적용한 진동자극의 장기간 적용 효과는 판단할 수 없다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 제한점들을 보완하여 일반화할 수 있는 대상자들에게 장기적이고 체계적인 연구가 시행되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 요통을 가진 30명의 20대 성인을 대상으로 요통 중재에서 강조되고 있는 중둔근 운동에 효과적이라 밝혀진 옆교각 운동을 4주간 시행하여 진동자극의

적용 유무에 따른 중재 효과를 알아보려 실시하였다. 중재 전·후에 측정된 자료를 분석 결과, 진동을 적용한 옆교각 운동을 시행한 실험군이 적용하지 않은 대조군에 비해 통증과 기능장애, 정적 균형 능력이 유의하게 향상되었음을 확인할 수 있었다. 결론적으로 진동을 동반한 옆교각 운동프로그램은 임상에서 요통환자의 재활을 위해 효과적인 중재로서 사용될 수 있을 것이다.

References

- Al-Hayani A. The functional anatomy of hip abductors. *Folia Morphol.* 2009;68(2):98-103.
- Alexander KM, Kinney LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy.* 1998;28(6):378-83.
- Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O, et al. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(8):1089-98.
- Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health.* 1990:55-8.
- Brumagne S, Janssens L, Janssens E, et al. Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. *Gait Posture.* 2008;28(4):657-62.
- Byl NN, Sinnott P. Variations in balance and body sway in middle-aged adults: Subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction. *Spine.* 1991;16(3):325-30.
- DePalma MJ, Director ISC, Biotech S. Multivariable analysis of the relationship between pain referral patterns and the source of chronic low back pain. *Pain physician.* 2012;15:171-8.
- Gojanovic B, Feihl F, Liaudet L, et al. Whole-body vibration

- training elevates creatine kinase levels in sedentary subjects. *Swiss Med Wkly.* 2011;141:w13222.
- Grimaldi A. Assessing lateral stability of the hip and pelvis. *Man Ther.* 2011;16(1):26-32.
- Hartrick CT, Kovan JP, Shapiro S. The numeric rating scale for clinical pain measurement: A ratio measure? *Pain Practice.* 2003;3(4):310-6
- Issurin V, Tenenbaum G. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sports Sci.* 1999;17(3):177-82.
- Jeon DC. Comparison of gluteus medius activity according to the posture of hip abduction exercise. Master's Degree. Catholic University. 2014.
- Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, et al. Vibration training: An overview of the area, training consequences, and future considerations. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(2):459-66.
- Kang JH, Bang HS, Choen SH, et al. Influence of local vibratory stimulation of acute low back pain. *J Korean Soc Phys Med.* 2007;2(2):135-42.
- Kasai T, Kawanishi M, Yahagi S. The effects of wrist muscle vibration on human voluntary elbow flexion-extension movements. *Experimental brain research.* 1992;90(1): 217-20.
- Kendall K, Schmidt C, Ferber R. The relationship between hip abductor muscle strength and magnitude of pelvic drop following a 3 week strengthening protocol in non-specific low back pain patients. 2010.
- Kim D, Lee S, Lee H, et al. Validation of the Korean version of the Oswestry disability index. *Spine.* 2005;30(5): E123-7.
- Kim JT, Kim SY, Oh DW. The Relationship Between Fear-Avoidance Beliefs and Functional Status in Patients With Low Back Pain : A Cross-Sectional Study. *Korean Research Society of Physical Therapy.* 2009;16(1):52-60.
- Kim SY, Kwon JH. Lumbar stabilization exercises using the sling system. *Journal of Korean Academy of Orthopaedic Manual Therapy.* 2001;7(2):23-39.
- Kyung JH, Lee SY, Choi SJ. Effects of an 8-week vibration exercise program on quadriceps and hamstring maximum strength and balance in male and female college students. *J Korean Soc Phys Med.* 2015; 10(4):101-6.
- Lee SJ, Kim YM. The effects of gluteal muscle exercises combined lumbar stabilization on lumbar stability in chronic low back pain patients with lumbar instability. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(1):29-39.
- Lee WH, Jeong SG, Park RJ. The effect of sling exercise and conservative treatment on cross-section area change of lumbar muscles. *J Korean Soc Phys Med.* 2010;5(2):233-43.
- McGregor A, Hukins D. Lower limb involvement in spinal function and low back pain. *J Back Musculoskeletal Rehabil.* 2009;22(4):219-22.
- Neumann DA. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation.* Elsevier Health Sciences. 2013.
- Newcomer KL, Jacobson TD, Gabriel DA, et al. Muscle activation patterns in subjects with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(6): 816-21.
- 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.
- O'Dwyer C, Sainsbury D, O'Sullivan K. Gluteus medius muscle activation during isometric muscle contractions. *J Sport Rehab.* 2011;20(2):174.
- O'Sullivan PB, Bumett A, Floyd AN, et al. Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine (Phila Pa 1976).* 2003;28(10):1074-9.
- Pollock RD, Provan S, Martin FC, et al. The effects of whole body vibration on balance, joint position sense and cutaneous sensation. *Eur J Appl Physiol.* 2011; 111(12):3069-77.

Pozo-Cruz BD, Hernández Mocholí MA, Adsuar JC, et al. Effects of whole body vibration therapy on main outcome measures for chronic non-specific low back pain: A single-blind randomized controlled trial. *J Rehabil Med.* 2011;43(8):689-94.

Redcord AS. *Neurac 1*. 3rd ed. Republic of Korea. Redcord medical. 2014.

Rittweger J. Vibration as an exercise modality: How it may

work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(5):877-904.

World Health Organization (WHO). Scientific group on the burden of musculoskeletal conditions of the start of the new millennium. the burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millennium. *World Health Organ Technical Report Series.* 2003;919: 1-218.