J Korean Soc Phys Med, 2017; 12(2): 91-101
http://dx.doi.org/10.13066/kspm.2017.12.2.91

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

Research Article

Open Access

진동을 이용한 몸통 근력 운동이 몸통근 두께와 균형에 미치는 영향

조운수 · 박치복[1] · 임재헌[2†]

남부대학교 물리치료학과, [1]동신대학교 대학원 물리치료학과, [2]서남대학교 물리치료학과

The Effect of Trunk Strengthening Exercise using Oscillation on Trunk Muscle Thickness and Balance

Woon-Su Cho, PT, PhD · Chi-Bok Park, PT, MSc[1] · Jae-Heon Lim, PT, PhD[2†]

Dept. of Physical Therapy, Nambu University
[1]Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Dongshin University
[2]Dept. of Physical Therapy, Seonam University

Received: March 20, 2017 / Revised: March 23, 2017 / Accepted: April 19, 2017
ⓒ 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The aim of this study was to verify the effect of trunk strengthening exercise using oscillation by comparing trunk muscle thickness, as well as balance of healthy adults during exercises performed with an oscillatory device and non-oscillatory device.

METHODS: Twenty-two participants were randomly assigned to one of two groups: the trunk strengthening exercise using oscillation (TSEO) group (n=11) or the trunk strengthening exercise using non-oscillation (TSEN) group (n=11). Subjects in all groups performed the exercises three days per week for 6 weeks. All subjects performed four types of exercises: pull over, seated twist, power push, and diagonal power plank. Trunk muscle thickness of the rectus abdominis (RA), internal oblique (IO), external oblique (EO), transverse abdominis (TrA), and multifidus (MT) were measured with an ultrasonography. The balance ability were evaluated using the Romberg test with eyes open, eyes closed, one-leg standing test (OLST), and limits of stability (LOS). All tests were performed before the intervention, as well as after 6 weeks and 8 weeks of exercises.

RESULTS: There was a significant difference of RA, IO, TrA, and MT according to the main effect of the time ($p<.05$). There was a significant difference of IO and LOS according to interaction effect between the time and group ($p<.05$).

CONCLUSION: As intended, the cyclic forces induced by the oscillating device did increase trunk muscle thickness. However, the effect was limited and significant only for the IO muscle. Combining trunk strengthening exercise with oscillation appears to be more effective in improving dynamic balance.

Key Words: Balance, Muscle thickness, Oscillation, Trunk strengthening exercise

†Corresponding Author : limjaeheon@gmail.com
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. 서 론

몸통 근육의 동시활성은 척추안정성을 갖추고 허리 통증을 예방하며, 자유로운 팔다리의 움직임과 자세조절에 기여한다(Verheyden 등, 2006). 몸통 안정성을 위해서는 빠르게 근육을 동원하는 미리먹임 조절과 힘을 발휘할 수 있는 되먹임 조절을 통해 몸통 앞뒤 근육의 동시활성을 갖추는 것이 필요하다(Cholewicki 등, 2005). 원기둥처럼 몸통을 둘러싼 근육의 활성을 통한 복부내 압력 증가는 안정성을 보강할 수 있다(Cholewicki 등, 1999). Ng 등(2001)은 몸통 근력과 회전 힘은 안정성을 제공하는데 중요하다고 하였으며, Vera-Garcia 등(2000)은 불안정한 지지면에서 윗몸일으키기를 수행하는 것이 몸통근 활성도 증가에 중요하다고 하였다. 지속적이고 다양한 몸통 근력 운동은 안정화 운동 프로그램을 계획할때 중요하다.

몸통 근력을 향상시키기 위한 방법으로 Stevens 등(2007)은 교각자세와 볼을 이용한 교각자세, 한 다리지지 교각자세, 네발기기 자세에서 한쪽 팔과 반대 다리를 교대로 들고 있는 운동을 이용하였으며, 허리 통증 환자를 대상으로 슬링운동(Lee 등, 2010)과 스위스볼 운동(Lee 등, 2013)을 통해 몸통 근육을 강화하였다. Arokoski 등(2001)은 선 자세에서 아령을 이용한 교대적인 팔 흔들기나 엎드린 자세에서 다리올리기를 통해 다양한 자세에서 팔과 다리, 몸통의 위치를 변화시켜 몸통 근육을 강화하고자 하였다.

근력 훈련 후 근력의 향상 정도를 알아보는 방법 중 초음파는 근육 단면적과 두께를 알아보기 위해 사용되고 있으며, Hides 등(1996)은 근육의 이상이나 회복되고 있는 근육의 변화를 관찰하는데 활용하였다. 초음파는 MRI나 CT보다 안전하고 간편하며, 비용 또한 저렴하여 방사능에 노출되지 않는 장점이 있으며 근골격계통의 감염, 외상, 신경근 장애를 파악하는데 적용되고 있다(Campbell 등, 2005). MRI로 측정한 근육의 크기가 초음파로 측정한 크기와 상관성이 있다고 제시한 바 있다(Hides 등, 1995). 실제 근력이 향상되었을 때 측정한 근육의 두께는 높은 상관성이 있어 초음파로 측정한 두께가 근력 향상을 반영한다.

Lin 등(2010)은 몸통 근력이 균형과 기능 향상에 관련성이 있고 팔다리 움직임을 적절하게 수행하는데 필요한 능력이라고 하였고, Hodges와 Richardson (1997) 또한 몸통 근력이 균형과 기능 활동에 밀접한 관련이 있다고 하였다. Verheyden 등(2006)은 만성 뇌졸중 환자의 몸통 수행력과 균형과 보행, 기능적 능력과 유의한 상관이 있다고 보고하였다. 뇌졸중 환자에게 적용한 몸통 안정화 운동이 중재 후 유의한 향상을 가져왔다는 연구는 몸통 근력 운동이 균형 및 자세조절에 관련성이 있다는 것을 의미한다.

근력 강화를 위해 신경근 자극이나 다양한 피드백을 동원하게 되면 더 많은 근육을 동원할 수 있다고 하였으며(Stackhouse 등, 2007), Cardinale와 Rittweger (2006)는 근력 강화에 진동이 도움이 된다고 하였다. 진동도구는 신경근 조절 및 대근육 강화에 효과가 있으며(Schulte와 Warner, 2001), 결합조직에 적용된 진동은 고유감각과 운동지각 향상에 도움을 주어 환자를 위한 치료용으로 사용할 수 있으며 체력과 근력 향상을 위해 건강한 성인에게도 적용할 수 있다(Cohen와 Starr, 1985). Issurin와 Tenenbaum (1999)는 진동을 통해 위팔두갈래근의 즉각적인 근력의 향상을 보고하였고, Issurin 등(2010)은 잡아당기는 동적 수축을 하는 동안 진동이 근력향상에 도움을 준다고 제안하였다.

하지만 기존의 수동으로 발생되는 진동의 단점은 오랜 시간 적용했을 경우 진동에너지의 지속적인 저장이 어렵다는 것이다(Derrick 등, 2002). 근력과 안정성을 위해 능동진동을 이용한 도구들이 최근 소개되고 있다(Mileva 등, 2010; Maenhout 등, 2015). 그 중 알루미늄 튜브 안에 입자들의 빠른 움직임을 통해 진동을 발생시키는 익스코(XCO®, eXtremeCOre training)는 네덜란드 물리치료사 Jan Hermans (Egmond 등, 2006)가 고안한 운동기구로 사용자가 도구를 흔듦에 따라 진동충격이 근육과 결합조직 주변으로 가해지고 이로 인해 관절의 안정성과 근력을 강화하는 도구이다(Müller-Wohlfahrt와 Schmidtlein, 2007). 건강한 성인을 대상으로 익스코를 이용하여 바깥돌림과 굽힘 근력 운동을 시행한 결과 다른 운동에 비해 앞톱니근의 근활성도가 가장 높은 것으로 나타났다(Maenhout 등, 2016). 빠른 속도로 튜브

내부의 입자들이 움직일 때 모든 입자가 동시에 이동하지 않아 관절에 무리 없이 끝 지점에 도달하여 Borms 등(2017)은 위팔두갈래근 손상시 초기 재활에서 사용할 수 있는 도구가 될 수 있다고 제시하였다.

Son (2015a)은 익스코를 이용한 훈련을 총 8주 동안 주 3회, 회당 30분씩 pull over와 twist 운동을 한 익스코 집단과 허리 안정화 운동을 한 집단을 비교한 결과 배가로근과 오스웨스트리장애지수(Oswestry disability index)에서 두 집단 모두 시간에 따른 향상을 보였다고 하였다. 익스코 운동을 통해 만성 허리통증 환자의 몸통근 활성도와 허리폄 근력을 알아본 결과 안정화 운동보다 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 척추세움근에서 근활성도의 유의한 변화가 나타났으며, 발판 위에서 바를 잡고 몸통을 뒤로 젖히지 않고 잡아당겨 측정한 허리폄근의 힘이 더 증가하였다고 보고하였다(Son, 2015b).

선행 연구에서 적용한 익스코 운동을 허리 안정화 운동과 비교하여 운동의 효과를 입증하고자 하였으나, 실제 능동 진동을 통한 효과를 알아보기에는 아직 기초자료가 부족한 실정이다. 그래서 본 연구는 진동이 있는 익스코와 같은 형태이지만 진동이 없는 도구를 근력 운동에 포함시켜 몸통근 두께와 균형에 미치는 영향을 알아보고 향후 임상에 활용할 수 있는지 그 가능성을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구 대상자

이 연구의 대상자는 광주광역시에 소재한 N대학에 재학 중인 20대 건강한 성인 남녀 22명을 대상으로 진행하였다. 이는 G power (3.1 version) 프로그램에서 효과크기를 .4, 유의수준을 .05, 검정력을 .95, 집단개수를 2, 측정횟수를 3으로 설정하고 F-test를 실시했을 때 필요한 표본크기가 18명으로 나왔으며 탈락율 20%로 정했을 때 최소 표본수가 22명이었다. 모든 대상자는 연구의 목적에 대한 자세한 설명과 이 실험에 참여하게 되었을 때 나타나는 불편한 점을 설명하였고, 자발적으로 연구에 참여하고자 하는 경우에만 연구 참여동의서에 서명한 후에 실험을 진행하였다. 어깨 부위에 수술을 받은 과거력이 있거나 현재 치료를 받고 있는 자, 어깨 부위에 규칙적 근력 운동을 한 자는 제외하고 선발하였다. 본 연구의 대상자 22명 중에서 익스코 운동군 11명과 일반막대 운동군 11명으로 무작위 배정하였다.

2. 측정 도구 및 방법

1) 초음파 영상장치

초음파 영상장치(MySono U6, Samsung Medison, Korea)를 사용하여 몸통근 두께의 변화를 알아보았으며, 5㎒ 선형탐촉자(linear transducer)를 이용하여 측정하였다. 초음파 영상은 B 스캔모드를 적용하였다. 바로누운자세에서 양쪽 엉덩관절과 무릎관절을 구부린 상태에서 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근을 측정하였고, 엎드린 자세에서 뭇갈래근을 측정하였다. 배곧은근은 배꼽에서 바깥쪽으로 4㎝ 떨어진 부위에서 배바깥빗근과 배속빗근, 배가로근은 겨드랑 선에서 몸통의 바깥선을 따라 내린 선과 배꼽의 가로선이 교차하는 점에서 복부쪽 2.5㎝부위에서 측정하였다(Ota 등, 2012). 뭇갈래근은 허리뼈 4, 5번 가시돌기 사이에서 바깥쪽으로 2㎝ 떨어진 부위의 뼈 부착부위에서 두께를 측정하였다(Kiesel 등, 2007). 복부근육의 두께가 날숨 시 압력에 영향을 받을 수 있으므로(Ainscough-Potts 등, 2006), 날숨의 마지막 시점에서 측정하도록 하였다. 모든 측정은 한 명의 숙련된 검사자가 측정하였다. 측정의 정확성을 위하여 측정부위에 대해서 유성펜으로 위치를 표시하여 다음 측정에도 같은 부위를 측정할 수 있도록 하였다.

2) 균형 장비

균형 능력은 측정장비인 Biorescue (Biorescue, RM INGENIERIE, France)를 이용하여 측정하였다. 이 장비의 구성 요소 중 플랫폼과 컴퓨터 분석 스크린은 압력중심의 이동거리를 감지할 수 있다. 모든 균형 측정은 압력중심의 이동거리를 측정하였다. 정적 균형은 한발서기와 눈감고 눈뜬 상태에서 각각 롬버그 검사를 시행하였다. 한발서기 검사는 외부 지지 없이 한 발로 오래

서 있는 방법으로 .82로 높은 신뢰도를 가지고 있다 (Hurvitz 등, 2000; Lord 등, 2002). 한발서기 검사를 할 때 대상자가 넘어져서 다칠 경우를 대비하여, 대상자의 옆에서 측정하였으며 또 다른 한 명이 뒤에서 지켜보도록 하였다. 롬버그 검사는 플랫폼에 선 상태에서 두 발을 모으고 움직이지 않고 1분 동안 유지하게 한 뒤 이동거리를 측정하였다. 동적 균형을 알아보기 위해 대상자는 선 자세에서 컴퓨터 화면에 나타나는 8개의 방향을 따라 움직이도록 하였다. 4개의 직선 방향인 왼쪽, 오른쪽, 앞쪽, 뒤쪽과 4개의 대각선 방향인 왼쪽 앞, 왼쪽 뒤, 오른쪽 앞, 오른쪽 뒤로 움직이도록 한 뒤 이동한 압력중심의 총면적인 안정성 한계를 측정하였다.

3. 중재 도구 및 방법

1) 중재 도구

실험에 사용한 익스코(XCO®, FLEXI SPORTS GmbH, Germany)는 긴 튜브로 이루어져 있으며, 양쪽 캡안에 들어 있는 무게 입자의 진동을 통해 가속과 감속을 동반되며 동심성 수축과 편심성 수축을 교대로 일으킬 수 있는 도구이다. 본 연구에 사용된 익스코는 길이 30㎝, 폭 7㎝, 무게 900g 라지 사이즈였다. 진동이 없는 막대를 이용하여 훈련을 한 집단의 도구도 익스코와 동일하게 자체 제작하여 적용하였다.

2) 중재 방법

모든 대상자에게 하루 40분간 주당 3일 6주 동안 실험군은 진동이 있는 익스코를 이용한 몸통 근력 운동을 시행하였으며, 대조군은 익스코와 같은 길이, 폭, 무게가 있는 진동이 없는 도구를 이용하여 훈련을 시행하였다. 두 군 모두 같은 형태의 운동을 시행하였으며, 실험 종료 2주 후에 재측정하였다. 대상자들에게 중재기간 동안 실험 이외의 과격한 근력 강화운동에 참여하지 않도록 교육하였다. 준비운동과 마무리운동은 가벼운 뻗침운동으로 각각 5분 동안 시행하였으며, 본 운동 프로그램은 Table 2에 제시하였다. 모든 본 운동은 세트당 15회 반복하고 총 3세트를 시행하고 세트 간 10초 휴식하도록 하며 한 세션이 끝난 뒤에는 1분의 휴식시간을 부여하였다.

3) 자료 분석

모든 자료는 MAC용 SPSS 21.0 ver.을 이용하여 분석하였다. 기술통계는 대상자의 일반적인 특성과 모든 측정항목 자료에 사용되었으며, 모든 변수의 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilks 검정을 시행하였다. 그 결과 정규분포가 인정되어 익스코 운동군과 대조군 간의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t 검정을 시행하였다. 측정변수인 몸통근 두께 변화와 균형 능력을 알아보기 위해 반복측정분산분석(repeated measures ANOVA)를 사용하였다. 사후검정은 유의한 결과에 대해 Bonferroni 방법을 사용하여 처리하였다. 모든 통계분석에서 유의수준 α=.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자 22명에 대한 각 집단의 일반적 특성을 Table 1에서 제시하였다. 두 집단의 일반적인 특성 항목에 대한 동질성 검증 결과 두 집단 모두 동일한 집단으로 처리되었다($p>.05$).

2. 몸통근 두께 변화

모든 몸통근 두께에 대한 집단간 변화는 유의한 차이를 보이지 않았으며($p>.05$) 시간에 대한 변화는 배바깥빗근을 제외한 배곧은근, 배속빗근, 배가로근, 뭇갈래근에서 유의한 차이를 나타냈다($p<.05$). 배속빗근은 집단과 시기에 따른 상호작용에서 유의한 차이를 나타내었다($p<.05$)(Table 3).

3. 균형 능력 변화

롬버그 검사와 한발서기 검사를 이용하여 균형 능력을 압력중심 변화로 알아본 결과 시간과 집단의 주효과와 상호작용에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 안정성 한계에서는 시간과 집단에 따른 상호작용이 유의한 차이를 나타내었다($p<.05$)(Table 4).

Table 1. The general characteristic of subjects

Characteristics		TSEO	TSEN	t	p
Age (yrs)		20.81±1.77[a]	20.90±1.13	-.14	.89
Height (㎝)		164±6.9	167±5.7	-1.04	.31
Weight (㎏)		64.60±9.17	66.54±11.86	-.43	.67
BMI (㎏/㎡)		24±3.64	23.82±4.20	.10	.92
Dominant (Rt/Lt)		9/2	7/4		
Gender	Male	3	5		
	Female	8	6		

[a] Values are presented as mean ± SD.
TSEO: trunk strengthening exercise using oscillation, TSEN: trunk strengthening exercise using non-oscillation, BMI: body mass index.

Table 2. Exercise instruction

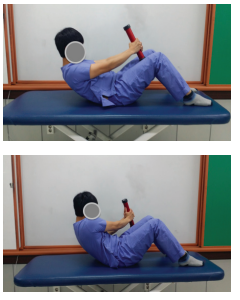
Order	Exercise	Picture	Starting position	Performance
1	Pull over		Lying flat on back, knees bent, legs slightly apart. Hold XCO® with midline 2-hand grip, raised above head.	Initiate movement from your core, rolling your upper body up while pulling XCO® forward towards your knees. Roll back down, bringing XCO® back above your head again. Try diagonal variation by moving XCO® from the upper right side down past the left thigh and then repeat on other side.
2	Seated twist		Sit with legs shoulder width apart, knees slightly bent and back straight. Hold XCO® with side endcap grip, elbows pulled in tight to torso.	Vigorously move XCO® from right to left across the torso, keeping XCO® parallel to the floor. Rotate your upper body along with the movement.
3	Power push		Lying flat on back, knees bent, legs slightly apart. Hold XCO® with 2-hand grip.	Push XCO® forward and away from you. Impact of the granulate on the endcap occurs only on the motion away from the body, not on the return. Roll upper body up and back down again along with XCO® motion.
4	Diagonal power plank		Quadruped position, braced on one arm, other arm extended horizontally forward, the opposite leg extended horizontally toward rear.	Bend extended arm and leg and bring together under the body, then return to start position (switch sides).

Table 3. Comparison between groups for duration of intervention application on trunk muscle thickness (unit: cm)

Muscle	Group	Pre	After 6weeks	Follow up (2wks)		F	p
RA	TSEO	.93 ± .17	1.3 ± .19[a]	1.04 ± .14[b]	time	35.64	.00*
					group	.52	.48
	TSEN	1.03 ± .23	1.27 ± .22[a]	1.13 ± .21	time*group	2.14	.13
EO	TSEO	.63 ± .12	.62 ± .12	.56 ± .13	time	2.64	.10
					group	2.77	.11
	TSEN	.71 ± .25	.75 ± .21	.62 ± .18	time*group	.26	.7
IO	TSEO	.87 ± .22	1.08 ± .24[a]	.75 ± .21[a,b]	time	14.50	.00*
					group	.03	.86
	TSEN	.99 ± .23	.95 ± .20	.79 ± .21[a,b]	time*group	3.88	.03*
TrA	TSEO	.40 ± .1	.56 ±.11[a]	.35 ± .10[b]	time	22.40	.00*
					group	.35	.56
	TSEN	.40 ± .18	.52 ± .13	.32 ± .09[b]	time*group	.30	.74
MT	TSEO	.78 ± .18	.93 ± .29[a]	.84 ± .90	time	10.35	.00*
					group	.23	.64
	TSEN	.72 ± .17	.91 ± .18[a]	.83 ± .15[a]	time*group	.15	.86

Values are presented as mean ± SD.
RA: rectus abdominis, EO: external oblique, IO: internal oblique, TrA: transverse abdominis, MT: multifidus, TSEO: trunk strengthening exercise using oscillation, TSEN: trunk strengthening exercise using non-oscillation.
[a] Significant difference compared with before intervention (p<.05).
[b] Significant difference compared with after 6 weeks (p<.05).
* p<.05.

Table 4. Comparison between groups for duration of intervention application on balance

Balance	Group	Pre	After 6weeks	Follow up (2wks)		F	p
Romberg (EO) (㎝)	TSEO	11.14 ± 2.37	10.56 ± 2.21	9.91 ± 2.22	time	2.21	.12
					group	1.89	.19
	TSEN	13.06 ± 5.22	12.30 ± 3.93	11.84 ± 4.18	time*group	.02	.98
Romberg (EC) (㎝)	TSEO	14.06 ± 4.62	12.05 ± 2.80	11.40 ± 2.79	time	3.51	.05
					group	.61	.45
	TSEN	15.04 ± 7.27	13.70 ± 6.17	12.83 ± 3.34	time*group	.07	.90
OLST (㎝)	TSEO	33.40 ± 11.98	30.80 ± 9.85	32.03 ± 10.67	time	1.61	.21
					group	.20	.66
	TSEN	31.8 ± 10.37	30.6 ± 7.68	28.74 ± 6.64	time*group	.68	.51
LOS ($㎠$)	TSEO	40.96 ± 16.48	54.85 ± 18.28[a]	55.48 ± 22.94[a]	time	12.66	.00*
					group	.97	.34
	TSEN	54.85 ± 18.28	57.20 ± 15.01	60.20 ± 16.57	time*group	3.75	.03*

Values are presented as mean ± SD.
EO: eyes open, EC: eyes closed, OLST: one leg standing test, LOS: limits of stability, TSEO: trunk strengthening exercise using oscillation, TSEN: trunk strengthening exercise using non-oscillation.
[a] Significant difference compared with before intervention (p<.05).
[b] Significant difference compared with after 6 weeks (p<.05).
* p<.05

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 젊은 성인을 대상으로 진동을 이용한 익스코를 몸통 근력 운동과 결합하여 6주간 시행한 뒤 그 효과를 몸통근 두께와 균형의 향상으로 알아보고자 설계하여 진행하였다. 연구에 사용된 익스코는 참가자의 흥미와 동기를 유발할 수 있으며 튜브안의 충격물질이 양쪽의 캡으로 서로 이동하면서 안정성을 제공하는 도구로서 순간적인 속도를 유발하여 반응충격을 통해 관절의 안정성과 근력의 향상을 유발할 수 있는 도구이다(Müller-Wohlfahrt와 Schmidtlein, 2007). 목표 근육에 가해지는 반응충격으로 스포츠에서 발휘되는 특이적 근수행력을 제공함으로써 근력 훈련에 도움이 된다.

본 연구 대상자의 일반적 특성 항목에서 집단간 차이는 나타나지 않아 동일한 집단으로 처리되었다. 대상자의 일반적 특성 중 특히 체질량 지수를 확인하고 집단간 차이 여부를 확인한 이유는 Springer 등(2006)의 연구에서 체질량 지수와 근두께 사이의 상관계수 r=.66으로 양의 상관관계를 나타내었다. 이에 본 연구에서는 체질량 지수로 인한 근육의 오염 요인을 최소화하고 근육 상태의 동질성을 유지하기 위해 두 집단의 체질량 지수를 구하여 차이가 있는지 확인하였다.

몸통근 두께 비교에서 익스코를 이용한 몸통 근력운동의 집단내 시기에 따른 비교에서 배곧은근, 배속빗근, 배가로근, 뭇갈래근은 시기에 따른 유의한 차이가 있었으며, 배속빗근만 시간과 집단에 따른 상호작용에서 유의한 차이를 나타내었으며 집단에 따른 주효과는 차이를 나타내지 않았다. 바로누운자세에서 pull over 운동과 선 자세에서 twist 운동을 한 익스코 집단과 허리 안정화 집단 모두 배가로근의 두께가 두 집단 모두 향상되었지만, 집단간 차이를 보이지 않았다. 하지만 익스코 집단의 배가로근 두께 변화율에서 허리 안정화 집단보다 더 많은 차이를 보여 심부근 강화에 보다 긍정적인 효과를 나타낸다고 하였다(Son, 2015a). 본 연구에서도 배가로근의 경우 익스코를 사용한 집단과 진동이 없는 동일한 형태의 막대를 이용한 집단 모두 근 두께의 유의한 향상을 나타내었지만 두 집단에서 유의한 차이가 발생되지 않아 이 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 하지만, Son (2015a)의 연구에서 익스코 운동군의 경우 8주간 실험 후 배가로근의 두께가 2.6% 향상됐지만 본 연구에서는 6주 훈련 후 40%의 근두께 증가세를 보여 이전 선행연구보다 훨씬 큰 두께의 향상을 나타내었다. Son (2015a)의 연구에서는 본 운동 20분을 바로누운자세에서 pull over와 선 자세에서 twist 운동을 1분 40초 운동, 20초 휴식으로 총 5세트 시행했지만 본 연구에서는 pull over, seated twist, power push, diagonal power plank 운동을 15회 반복 총 3세트 30분 동안 훈련하였다. 결국, 훈련의 강도와 훈련 양이 배가로근의 두께 향상에 영향을 미친 것으로 판단된다. 본 연구에서 사용한 익스코 운동은 윗몸을 일으킨 상태나 네발자세에서 팔과 다리를 이용하여 익스코를 적용하였다. 각 자세의 마지막 위치에서 익스코를 이용한 빠른 진동을 사용하게 되면 순간적인 진동충격이 일어나게 되어 수축하고 있는 근육이 빠른 속도로 늘어났다가 다시 수축하는 작용이 일어나는데 이때 허리 안정화 근육이 더 많이 동원된 것으로 생각된다. 특히 익스코 안에 있는 입자들의 진동이 추가적인 기계적 부하를 주면서 허리부위 안정성에 기여한 것으로 판단된다(Müller-Wohlfahrt와 Schmidtlein, 2007). Son (2015b)의 연구에서는 익스코 운동과 허리 안정화 운동을 통해 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 척추세움근의 최대등척성 수축력을 비교했는데, 그 결과 측정한 모든 근육에서 익스코 운동군이 허리 안정화 운동군보다 시기에 따라 더 많은 수축력의 향상을 나타내었다. 본 연구에서는 측정한 모든 근두께를 안정상태에서 측정했지만, Son (2015b)의 연구에서는 최대수축을 일으키는 자세에서 최대 5초 간 유지한 상태에서 측정해서 실제 수축력을 더 많이 반영했기 때문에 집단 간 차이가 나타났을거라 생각된다.

본 연구에서 배속빗근만 상호작용을 나타내어 시간에 따라 집단간 차이를 보였다. 이는 익스코 운동이 진동없는 도구로 훈련한 집단에 비해 시기에 따라 더 큰 향상을 보인 것을 의미한다. 허리뼈의 안정성을 유지하는데 배속빗근은 등허리 근막을 통해 모든 척추뼈 몸통에 부착되어 있으므로 중요하다(Goncalves 등, 2011). 다른 근육에 비해 배속빗근의 두께 향상은 허리뼈 안정화를 유지하는데 도움을 주며, 익스코의 진동충

격으로 야기된 운동학적 동요가 영향을 준것으로 판단된다. 이 결과는 부분적으로 허리 부위의 안정화 효과로 설명할 수 있으며 배속빗근이 허리뼈뿐만 아니라 허리엉치관절을 안정화하기 때문으로 생각된다. 주기적 진동을 이용한 훈련과 진동이 없는 도구를 사용하여 근활성도를 비교한 연구에서 진동을 사용하였을 때가 더 높은 몸통근활성을 나타내었고 배속빗근만 유의한 차이를 나타낸 연구(Goncalves 등, 2011)와 유사한 결과를 나타내었다.

몸통 근육 중 심부근은 예상하지 못한 동요나 척추의 갑작스러운 하중에 반응하며 팔다리 움직임 조절을 담당한다(Barr 등, 2005). 본 연구에서 사용된 진동을 유발하는 익스코 도구는 수의적인 강한 진동충격을 유발하며, 수동으로 가해지는 진동과는 다르다. 전신진동기를 통해 근육힘줄 부위에 가해지는 진동자극은 반복적인 고유수용기 자극으로 작용하며(Cohen와 Starr, 1985), 진동자극이 α-운동신경에 강력하게 작용하며 근힘살이나 힘줄에 대한 기계적 진동 자극(10~200㎐)이 반사적 근수축을 일으키게 되는데, 이러한 반응을 긴장성 진동 반사라고 한다(Bosco 등, 1999). 이 전신진동기의 원리를 이용하여 8주간 남자대학생에게 적용하여 하지의 근력이 향상되었으며(Ha 등, 2015), In과 Song (2010)은 만성 뇌졸중 환자의 무릎폄근의 힘 증가를 보고하였다. 하지만, 수동으로 유발되는 진동은 지속적이고 약한 주파수로 적용되어 근지구력을 향상하기에 적합한 반면에 익스코는 빠르고 강한 진동으로 최대 근력을 유발하기에 적합하다. 윗몸일으키기 시에 익스코를 사용하게 되면 일어날 때 튜브 안의 입자들이 팔의 가속으로 인하여 중력의 반대방향으로 갑작스럽게 이동하여 반응충격을 일으킨다. 빠른 속도가 가미되어 플라이오메트릭과 유사한 효과를 나타낸다(Müller-Wohlfahrt와 Schmidtlein, 2007). 팔에서의 빠른 속도의 수축이 일어날 때 반응충격으로 인해 몸통근육중에서 심부근 수축이 동반된다. 본 연구에서 초음파로 중재 후 측정한 몸통근 두께는 익스코를 이용한 몸통 근력운동집단에서 배바깥빗근을 제외한 모든 근육에서 훈련 6주후에 두께가 향상되었으며 특히 배가로근과 뭇갈래근 강화에 도움을 주어 심부근 강화에 더 긍정적인 도움을 주는 것으로 나타났다.

압력중심은 선 자세에서 양발에 가해지는 지면반발력의 합으로 나타내며 중력중심의 이동을 나타내는 지표로 사용된다(Latash 등, 2003). 압력중심 이동은 균형의 진단과 치료에 대한 평가 도구로 활용되고 있다. 균형의 변화를 알아보기 위한 검사로 정적 균형은 롬버그 검사와 한발서기, 동적 균형을 안정성 한계로 측정하여 알아보았다. 그 결과 안정성 한계에서 집단간 시간에 따른 상호작용이 나타났다. 이는 진동을 이용한 익스코 운동이 대조군보다 중재 후 안정성 한계 총면적 변화가 더 컸다는 것을 의미한다. 안정성 한계는 8개의 방향으로 압력중심을 이동하여 나타나는 총면적을 의미하는 것으로 면적이 넓을수록 균형이 좋다는 것이다. 익스코 운동이 몸통 근력의 향상으로 동적 균형에 더 큰 영향을 주었음을 확인할 수 있었다. 스크린에 나타나는 8개의 방향에 따라 최대한 움직일 수 있는 범위까지 움직이게 되는데 이때 인체의 압력중심이 최대한 각 방향으로 움직이게 해야 한다. 이때 몸통의 근육들이 수축하여 안정화가 되어 압력중심을 더 많이 이동시켰을것이라 생각된다. 진동여부에 따라 허리뼈 1번부터 엉치뼈까지 사이사이 가해지는 분절의 압박력을 분석한 결과에서 진동기구를 통한 압박력이 가장 높은 것으로 나타나 하부 몸통을 고정하는데, 진동이 도움을 주는 것으로 나타났다(Abdollahi 등, 2016). 운동선수에게 적용한 몸통 근력 운동을 통한 선 자세 균형의 향상된 결과는 몸통의 근력과 안정성으로 발생한다고 하였다(Cochrane, 2013). 본 연구에서 강한 진동을 유발하는 익스코 운동은 몸통에 강한 자극을 주어 몸통 안정성에 기여하고 충분한 신경근 적응에 긍정적인 영향을 주어 동적 균형 향상에 기여한 것으로 판단된다. 결국 보다 안정적인 몸통과 신경근 조절 작용이 동적 균형에 유의한 효과를 나타낸 것으로 생각된다.

정적 균형을 알아보기 위한 롬버그 검사와 한발서기 검사의 경우 발목 주위의 고유감각이나 안뜰감각에 더욱 더 의존하기 때문에 중재 후 효과가 유의한 차이를 나타내지 못하였다. 한발서기 시에 몸통의 안정성이 더욱 중요하지만 본 연구에서 몸통 근력 운동 후에 한발서기의압력중심의 이동거리에 차이가 나타나지 않았다.

Riemann 등(2003)은 한발서기를 하는 동안 발목과 무릎 관절, 엉덩관절과 몸통 활동을 비교하기 위해 딱딱한 지면과 부드러운 폼, 다축 표면에서 눈 뜬 조건에서 건강한 젊은 성인 18명을 대상으로 12초 동안 기록하여 각 부위가 한발서기에 기여하는 운동학적 움직임을 연구하였다. 그 결과 딱딱한 지면에서 한발서기 시에 가장 적은 양의 발목과 몸통 활동이 나타났으며 특히 본 연구와 같은 조건인 눈 뜨고 한 발로 서는 과제에서 발목활동이 다른 관절들보다 현저하게 더 크게 나타났다고 보고하였다. 몸통보다는 발목의 고유감각이 더 큰 영향을 주어 본 연구의 중재가 정적 균형의 효과를 주지 못한 것으로 판단된다. 본 연구의 제한점으로는 젊은 대학생들이 대상자여서 연구 기간 중 개인의 체력 상태, 생활습관, 운동능력 등을 고려하지 못하였다. 또한 우세측과 성별에 대한 차이를 고려하지 못하였다. 향후 연구에서는 우세측과 성별에 대한 차이를 고려한 운동프로그램을 계획할 필요가 있다고 생각된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 강한 진동과 몸통 근력 운동을 결합한 운동과 진동 없는 도구와 결합한 몸통 근력 운동을 비교하여 몸통근 두께와 균형 능력을 알아보고자 수행하였다. 그 결과 몸통 근력 운동과 진동을 유발하는 도구를 결합하여 발생하는 주기적인 반응 충격은 몸통근 두께의 증가를 나타냈다. 하지만 그 효과는 배속빗근에만 제한적이었다. 진동을 결합한 몸통 근력 운동은 동적 균형을 향상하는데 보다 효과적인 것으로 나타났다.

References

Abdollahi M, Nikkhoo M, Ashouri S, et al. A model for flexi-bar to evaluate intervertebral disc and muscle forces in exercises. Med Eng Phys. 2016;38(10):1076-82.

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

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.

Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, Part 1. Am J Phys Med Rehabil. 2005;84(6):473-80.

Borms D, Ackerman I, Smets P, et al. Biceps disorder rehabilitation for the athlete. Am J Sports Med. 2017; 45(3):642-50.

Bosco C, Colli R, Introini E, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. Clin Physiol. 1999;19(2):183-7.

Campbell SE, Adler R, Sofka CM. Ultrasound of muscle abnormalities. Ultrasound Q. 2005;21(2):87-94.

Cardinale M, Rittweger J. Vibration exercise makes your muscles and bones stronger: fact or fiction? J Br Menopause Soc. 2006;12(1):12-8.

Cholewicki J, Juluru K, McGill SM. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. J Biomech. 1999;32(1):13-7.

Cholewicki J, Silfies SP, Shah RA, et al. Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. Spine (Phila Pa 1976). 2005;30(23):2614-20.

Cochrane D. The sports performance application of vibration exercise for warm-up, flexibility and sprint speed. Eur J Sport Sci. 2013;13(3):256-71.

Cohen LG, Starr A. Vibration and muscle contraction affect somatosensory evoked potentials. Neurology. 1985; 35(5):691-8.

Derrick TR, Dereu D, McLean SP. Impacts and kinematic adjustments during an exhaustive run. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(6):998-1002.

Egmond D, Mink A, Schuitemaker R. Extremiteiten: Manueletherapie in engeenruime zin. Houten. Bohn Stafleu van Loghum. 2006.

Goncalves M, Marques NR, Hallal CZ, et al. Electromyographic

activity of trunk muscles during exercises with flexible and non-flexible poles. J Back Musculoskelet Rehabil. 2011;24(4):209-14.

Ha KJ, 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.

Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Magnetic resonance imaging and ultrasonography of the lumbar multifidus muscle. Comparison of two different modalities. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20(1):54-8.

Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. Spine (Phila Pa 1976). 1996;21(23): 2763-9.

Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Phys Ther. 1997;77(2):132-42.

Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, et al. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. Arch Phys Med Rehabil. 2000;81(5): 587-91.

In TS, Song CH. The effects of whole body vibration on knee extensor strength, and balance and walking ability with chronic stroke. J Korean Soc Phys Med. 2010; 5(4):675-83.

Issurin V, Cucsa C, Temnov P, et al. Acute effect of strength exercises with superimposed vibration: amplitude of oscillations. Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis. 2010;15:7-22.

Issurin VB, 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.

Kiesel KB, Uhl TL, Underwood FB, et al. Measurement of lumbar multifidus muscle contraction with rehabilitative ultrasound imaging. Man Ther. 2007;12(2):161-6.

Latash ML, Ferreira SS, Wieczorek SA, et al. Movement sway: changes in postural sway during voluntary shifts of the center of pressure. Exp Brain Res. 2003;150(3): 314-24.

Lee HK, Cho YH, Lee JC. The effect of improve the waist flexibility, the waist muscular strength and the waist balance which grafted in William & McKenzie exercise with swissball. J Korean Soc Phys Med. 2013;8(4):479-87.

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.

Lin JH, Hsu MJ, Hsu HW, et al. Psychometric comparisons of 3 functional ambulation measures for patients with stroke. Stroke. 2010;41(9):2021-5.

Lord SR, Murray SM, Chapman K, et al. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. J Gerontol A BiolSci Med Sci. 2002; 57(8):M539-43.

Müller-Wohlfahrt H-W, Schmidtlein O. Besser trainieren! : den ganzen Körper und nicht nur Muskeln stärken. München. Zabert Sandmann. 2007.

Maenhout A, Benzoor M, Werin M, et al. Scapular muscle activity in a variety of plyometric exercises. J Electromyogr Kinesiol. 2016;27:39-45.

Maenhout A, Dhooge F, Van Herzeele M, et al. Acromiohumeral distance and 3-dimensional scapular position change after overhead muscle fatigue. J Athl Train. 2015; 50(3):281-8.

Mileva KN, Kadr M, Amin N, et al. Acute effects of flexi-bar vs. sham-bar exercise on muscle electromyography activity and performance. J Strength Cond Res. 2010; 24(3):737-48.

Ng JK, Parnianpour M, Richardson CA, et al. Functional roles of abdominal and back muscles during isometric axial rotation of the trunk. J Orthop Res. 2001;19(3):463-71.

Ota M, Ikezoe T, Kaneoka K, et al. Age-related changes in the thickness of the deep and superficial abdominal

muscles in women. Arch Gerontol Geriatr. 2012;55(2): e26-30.

Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Comparison of the ankle, knee, hip, and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multiaxial surfaces. Arch Phys Med Rehabil. 2003;84(1):90-5.

Schulte R, Warner C. Oscillatory devices accelerate proprioception training. Clin Biomech. 2001;6:85-91.

Son PY. The effect of XCO exercise and lumbar stabilization exercise on thickness of lumbar muscle and pain disability index with chronic low back pain patients. Master's Degree. Nambu University. 2015a.

Son SA. The effects of XCO and lumbar stabilization exercise on trunk muscle activity, back strength, and pain in the patients with chronic low back pain. Master's Degree. Nambu University. 2015b.

Springer BA, Mielcarek BJ, Nesfield TK, et al. Relationships among lateral abdominal muscles, gender, body mass index, and hand dominance. J Orthop Sports Phys Ther. 2006;36(5):289-97.

Stackhouse SK, Binder-Macleod SA, Stackhouse CA, et al. Neuromuscular electrical stimulation versus volitional isometric strength training in children with spastic diplegic cerebral palsy: a preliminary study. Neurorehabil Neural Repair. 2007;21(6):475-85.

Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. Man Ther. 2007;12(3):271-9.

Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. Phys Ther. 2000;80(6):564-9.

Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. Clin Rehabil. 2006;20(5): 451-8.