

호흡운동이 만성요통환자의 굽힘이완현상과 호흡변수에 미치는 영향

조병윤¹ · 윤정규^{2*}

¹남서울대학교 대학원 학생, ^{2*}남서울대학교 물리치료학과 교수

Effects of Breathing Exercise on Flexion Relaxation Phenomenon and Thoracic Excursion in Patients with Chronic Low Back Pain

Cho Byungyun, PT¹ · Yoon Junggyu, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Namseoul University, Student

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Namseoul University, Professor

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to investigate the effects of stabilization exercise and breathing exercise on the flexion relaxation phenomenon (FRP) and respiratory parameters in patients with chronic low back pain.

Methods : We randomly allocated 30 chronic low back pain patients (CLBP) to a stabilization exercise (SE) group (n=15) and a breathing exercise (BE) group (n=15). FRP was measured using surface electromyography (SEMG). Thoracic excursion was measured with a cloth tape measurement technique. The SE group participated in a stabilization exercise program and the BE group participated in a breathing exercise program three times a week for 12 weeks. The data was analyzed using paired *t*-tests for comparisons of flexion relaxation ratio (FRR) and respiratory variables. Independent *t*-tests were used for comparison of inter-group FRR and respiratory variables. The significance level was set at .05.

Results : FRP variables—ES FRR (Flex/MVF), ES FRR (Ext/MVF), MF FRR (Flex/MVF), and MF FRR (Ext/MVF) values—increased significantly after exercise in both the SE and BE groups ($p < .05$). The thoracic excursion measurements after exercise increased significantly in both groups ($p < .001$). VAS values decreased significantly in both groups ($p < .001$). There were no significant differences between the two groups in FRP variables—ES FRR (Flex/MVF), ES FRR (Ext/MVF), MF FRR (Flex/MVF), and MF FRR (Ext/MVF)—or VAS values after exercise ($p > .05$). For thoracic excursion after exercise, the BE group was significantly higher than the SE group ($p < .001$).

Conclusion : We found that FRP and respiratory variables increased significantly after SE and BE for 12 weeks in CLBP. Thoracic excursion—a respiratory variable—suggests that treatment was more effective in the BE group than the SE group.

Key Words : breathing exercise, chronic low back pain, flexion relaxation phenomenon, thoracic excursion.

*교신저자 : 윤정규, velsa@nsu.ac.kr

I. 서론

요통은 현대사회에서 널리 알려진 건강문제이며 현재 전 세계적으로 확대되고 있는 것으로 보인다(Balague 등, 2012). 만성요통환자는 과업이나 보행동안 몸통 근육의 시공간적 동원의 변화(Hodges와 Richardson, 1996; Lamoth 등, 2006)와 사지와 몸통이 움직이는 동안 허리뼈 부척추근육의 과활성화를 가지는 운동조절을 변화시킨다(Macdonald 등, 2011; Van Dieen 등, 2003). 허리뼈의 굽힘이완현상(flexion relaxation phenomenon; FRP)은 몸통 굽힘 끝 부위에서 근활성도(EMG)가 소실되는 것이다(Callaghan & Dunk, 2002). 두 가지 제안되고 있는 FRP 메카니즘은 수동적 구조(ligaments, lumbodorsal fascia 등)에 모멘트가 이동하는 것과(Floyd와 Silver, 1955), 심부 근육에 근육동원의 재분배가 일반적으로 기록되지 않기 때문이라고 한다(Andersson, 1999). FRP가 일어나는 가장 일반적인 이론은 하부 허리뼈에 부과(impose)되는 모멘트를 지지할 수 있는 지점에서 스트레칭되는 수동적 조직과 관련이 있다는 것이다(Kippers & Parker, 1984). Callaghan과 Dunk(2002)은 FRP는 부과된 모멘트를 지지할 수 있는 수동적 조직에 대한 반응이라고 하였으며, 앉은 자세에서는 허리뼈의 작은 각도에서 모멘트를 수동적 조직이 지지할 수 있기 때문에 FRP가 적게 나타난다고 하였다. 통증과 운동 공포를 가지고 있는 경우에는 몸통 굽힘 끝 부위에서 굽힘이완현상이 소실된다고 보고하였다(Alschuler 등, 2009). FRP와 관련된 통증과 척추의 기능에 관한 연구에서 요통이 있는 환자의 척추세움근(erector spinae)에서 FRP 소실이 나타났다고 하였으며 통증과 기능 사이에 상관관계가 있다고 하였다(Colloca & Hinrichs, 2005). 하지만 아직까지 호흡운동을 중재하여 FRP의 변화를 조사한 연구는 없었으며, 흉부 움직임을 동반한 가로막의 기능에 대한 논의가 부족한 실정이다.

만성 요통환자는 팔과 다리의 등척성 수축 동안 특히, 가로막의 앞과 중간 부위에서 움직임이 감소하는 것을 보였다. 만성 요통환자의 이러한 동원 패턴은 가로막의 중간-뒤쪽 부분에서 가파른 각도를 보였고, 활동하는 동안 척추의 뒤쪽 부위에 큰 변형(strain)을 초래할 가능성이 있다. 또한, 가로막의 자세가 비정상적으로 활성화되

면 만성 요통의 근원적 기전이 될 수 있으며, 기능장애를 유발할 수 있다(Kolar 등, 2012). 큰 위쪽가슴우리 움직임이 일어나는 호흡패턴 이상은 호흡기계의 명백한 이상 증상이 없이 지속적이고 부적절한 호흡이 발생하는 것이라 정의되고, 근육 골격 이상이 있는 만성 통증환자에게서 많이 나타난다(Chaitow, 2004). 가로막 활성화는 배의 압력을 증가시켜 허리뼈와 몸통의 안정성에 도움을 줄 수 있으며(Hodges 등, 2005), 가로막의 부적절한 협조성은 허리뼈의 안정성 손상, 변경된 운동조절, 기능부전 움직임 패턴으로 이어진다(Malatova & Drevikovska, 2009).

만성 요통환자의 허리뼈-골반 기능이상과 호흡 기능부전을 치료하기 위한 많은 접근 방식들이 있다. 허리관절 가동기법(Yang 등, 2018), 허리뼈골반 안정화 운동(Lee와 Lee, 2018; Park과 Choi, 2016), 들숨 근육인 가로막 강화 호흡운동(Janssens 등, 2015), 인지능력과 호흡 움직임에 대한 관심을 높이기 위해 구두 및 촉각 피드백을 사용한 호흡운동(Mehling 등, 2005), 운동조절(Bezzoli 등, 2018) 등이 만성요통과 관련된 호흡 기능부전의 치료에 널리 연구되고 있다. 만성적인 요통에 대한 전통적인 치료 방법은 안정화운동과 도수치료 중재에 중점을 두지만 호흡운동이 요통 치료에 효과적인지 여부는 명확하지 않다(Anderson & Bliven, 2017). 그리고 임상에서는 호흡치료가 안정화운동이나 도수치료의 보조적인 수단으로 사용되어 지고 있다. 따라서 호흡패턴이상과 기능부전이 있는 만성요통환자의 치료에 다양한 형태의 호흡치료 방식이 임상에서 요구되고 있는 실정이다.

이에 본 연구는 가로막 이완과 호흡패턴 교정을 통한 호흡운동이 만성 요통환자의 굽힘이완현상과 호흡변수에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 인천광역시 소재한 J병원에 내원하여 척추클리닉에서 치료 중인 자로 본 연구의 목적에 충족되

는 조건을 가진 대상자 30명을 선정하였으며 실험기간은 2018년 10월에서 2018년 12월까지 실시하였다. 만성 요통환자 남녀 30명을 무작위 선정한 후 제비뽑기 방식을 통하여 안정화 운동군 15명, 호흡 운동군 15명으로 무작위 배치하였다. 남녀 간의 성별 차이에 대한 선정오차를 제거하기 위하여 집단별 남녀 비율은 동일하게 적용하였다. 대상자의 선정조건은 한쪽 이상의 통증이 1년 이상된 만성 요통환자 30명으로 하였다. 대상자 제외조건은 골절, 악성종양, 2곳 이상의 방사통, 허리뼈 시술(6개월 이내), 허리뼈 수술, 다른 만성통증 질환, 소송, 1년 이내 배근육 훈련, 주요 순환기, 호흡기, 신경질환, 심장질환, 심한 정형외과적 문제, 인지 결핍, 감염, 2년 이내 임신인 자로 설정하였다(Masse-Alarie 등, 2016).

모든 대상자들은 실험 전 연구 목적과 방법에 대해 설명을 듣고 실험동의서에 자발적으로 서명하였다. 본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2. 실험방법

1) 실험절차

연구대상자들은 실험 전 연구 목적과 방법에 대해 설명을 듣고 실험동의서에 자발적으로 서명하였다. 사전검사로 대상자들의 일반적 특성을 알아보기 위하여 성별, 연령, 체중, 신장을 알아본다. 운동 전 척추세움근과 뒷갈래근의 표면 근활성도와 가슴우리 움직임 거리에 대한 기초선 자료를 사전 측정한다. 사전검사로 대상자들의 일반적 특성을 알아보기 위하여 성별, 연령, 체중, 신장을 측정하였다.

대상자의 허리 근육(뒤통갈래근, 척추세움근)에 굽힘이완현상을 측정한다. 표면근전도 기록은 양쪽에서 취득한다. 뒤통갈래근은 엉덩뼈의 뒤위엉덩뼈가시(*posterior superior iliac spine*; PSIS)에서 허리뼈 1번과 2번 사이 공간과의 일직선상의 허리뼈 5번 가시돌기 높이에 부착하고 (SENIAM, 2009), 척추세움근은 허리뼈 3번 가시돌기에서 3 cm 가쪽부위에 부착한다(Alschuler 등, 2009). 대상자는 근전도 패드를 부착한 상태로, 발을 골반 넓이로 하고 서있는 자세에서 시작한다. 참가자들은 3초 동안 똑바로 서서(1단계), 가능한 앞으로 구부렸다(2단계). 굽힘 시에 머리 위치가 표면근전도(*surface electromyography*; SEMG) 활동에 영향을 미침에 따라, 참가자는 앞으로 구부릴 때 턱을 당기라고 요청받았다. 3단계에서 참가자는 3초 동안 완전 굽힘 상태(*maximum voluntary flexion*; MVF)를 유지하도록 요청한 후 3초 동안(4단계) 다시 돌아왔다. 참가자는 3회 시도한다(Fig 1). 각 4단계에서 1초 동안 최대 근활성도를 측정한다. 자료를 정규화하기 위해 2, 3, 4단계에서 수집된 자료를 1단계의 평균 SEMG로 나눈다(Marshall & Murphy, 2006). 이 자료로 굽힘이완비(*Flexion Relaxation Ratio*; FRR)의 척도가 계산되었다.

(1) MVF(최대수의굽힘) 구간에 대한 굽힘 동안(2단계)

정규화된 근활성도를 비교하는 FRR(굽힘이완비) :

$$Fle/MVF$$

(2) MVF(최대수의굽힘) 구간에 대한 펴기 동안(4단계)

정규화된 근활성도를 비교하는 FRR(굽힘이완비) :

$$Ext/MVF$$

각각의 조치에 대해 FRP의 결론은 모든 측정값에 대

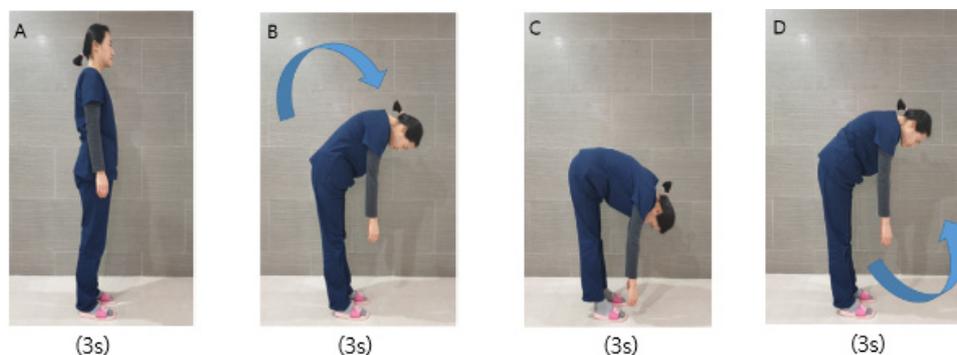


Fig 1. Functional task. (A) Erected posture. (B) Flexion of the trunk. (C) Maximum voluntary flexion. (D) Extension of the trunk.

한 낮은 FRR에 의해 반영될 것이고, MVF에서 큰 근활성도 값에 반영될 것이다(Marshall & Murphy, 2006).

사후측정은 12주간의 훈련이 종료된 후 사전측정과 동일하게 실시되었다.

2) 측정 장비 및 변수

(1) 키와 몸무게 측정

대상자들의 신장과 체중을 측정하기 위해 자동신장계(BSM 330, Biospace, Korea)를 이용하였다.

(2) 표면근전도 측정

본 연구에서 몸통 굽힘, 폼 시 못갈래근, 척추세움근의 굽힘이완현상 근전도 신호 측정을 위해 표면 근전도 기기(MyoTrace 400, Noraxon Inc Arozona, USA)를 이용하였다(Fig 2, 3). 표면 근전도 신호의 피부저항을 감소시키기 위하여 전극 부착 부위의 체모를 제거한 후, 알코올 솜을 이용하여 피부를 청결히 하였다.

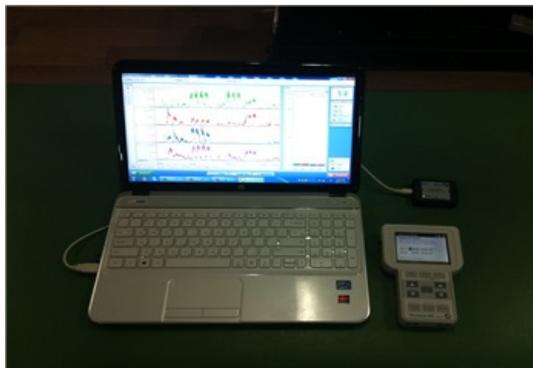


Fig 2. MyoTrace 400, Noraxon Inc Arozona, USA

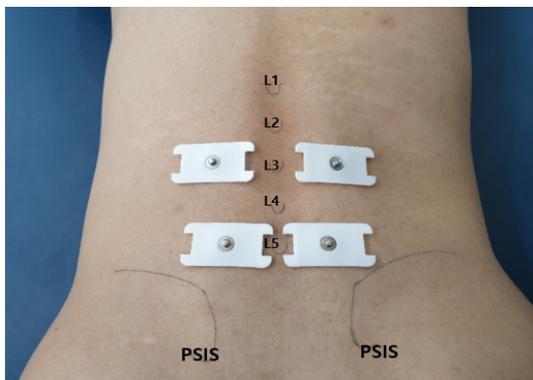


Fig 3. SEMG Sensor placement (Multifidus, Erector spinae)

지름 1 cm, 극간 간격이 2 cm인 전도용 겔이 부착되어 있는 은/염화은(Ag/Agcl) 전극을 사용한다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1,000 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭은 20~500 Hz로 설정하여 필터 과정을 거쳤으며, 몸통 굽힘, 폼 시 각 근육의 근전도 신호는 Root Mean Square(RMS) 처리를 하였다.

(3) 가슴우리 움직임 거리

호흡을 통해 가슴우리가 확장되는 정도를 알아보기 위하여 가슴우리 둘레를 줄자 측정법(cloth tape measurement technique)으로 측정하였다. 가슴우리 운동성을 알기 위한 줄자 측정법의 급간 내 상관계수(intraclass correlation coefficient)는 .81에서 .91로 매우 신뢰도가 높은 검사이다(Bockenauer 등, 2007).

본 연구에서는 대상자를 바로 서게 한 상태에서 칼들기를 수평으로 각각 줄자를 위치시켜 호흡 시 대상자의 가슴우리 둘레를 측정하였다 그리고 최대 들숨과 최대 날숨 시의 측정값 차이를 가슴우리 운동성의 자료로 사용하였다(Cahalin 등, 2002). 대상자 별로 3회 측정하여 평균값을 이용하였다.

(4) 중재 방법

안정화운동은 선행논문에서 수행한 프로그램을 따랐다. 첫 6주간의 연습에는 지지면이 안정적인 운동(side bridging, swiss ball partial-curl ups, supine bridging with single leg raise, prone bridge, and quadruped exercise)을 포함하였고, 두 번째 6주 동안의 연습에는 스위스 볼을 이용한 지지면이 불안정한 운동(swiss ball push-ups, swiss ball single leg holds, swiss ball roll-outs)으로 진행하였다. 수행된 운동은 허리뼈의 안정성 지수가 가장 높은 운동을 시연한 결과와 배 부위의 활동을 증가시키는 운동과 함께 적절한 진행에 대한 권장사항을 사용하여 수행되었다(Marshall & Murphy, 2006).

호흡운동은 이완된 가로막 호흡과 호흡패턴 재교육으로 중립척추정렬을 유지하고 다양한 자세를 시도하는 동안 적절한 호흡패턴이 이루어지고 향상시키는데 목표로 삼았다. 첫 번째, 가로막 도밍(Doming) 테크닉(Valenza 등, 2015) - 가로막의 휴식상태를 완화하여 가로막의 수축과 이완기능을 향상시키는 기술이다. 1) 환자



Fig 4. Doming of the diaphragm technique

는 이완된 상태로 앉아 있는 자세를 취한다. 2) 치료사는 환자의 뒤에 서서 가슴우리를 감싸고 갈비뼈 가장자리 아래에 손을 얹어 손가락을 삽입한다. 3) 가슴우리를 조심스럽게 왼쪽과 오른쪽으로 돌려서 어느 방향이 가장 자유롭게 움직임이 쉽게 일어나는지 결정한다. 더 자유롭게 회전하는 방향에서 가로막이 이완된다. 4) 이 자세는 5분 동안 유지한다(Fig 4). 두번째, 호흡패턴교육 및 교정 1) 잘못된 호흡 패턴에 대한 인식, 2) 턱, 가슴 위쪽, 어깨 및 호흡보조근 이완, 3) 복부/가로막 호흡 패턴 재교육, 4) 정상 호흡률, 호흡리듬의 인식, 쉬거나 말하고 활동할 때 호흡수 및 리듬에 대한 인식(Chaitow 등, 2014) 세번째, 다양한 자세나 활동 즉, 몸통이나 사지가 일어나 일상생활에 맞는 기능적 자세와 동작을 취한 상

태에서 호흡패턴을 교육한다(McLaughlin, 2009).

참가자들은 운동그룹별로 각각 40분씩 매주 3회씩 총 12주에 걸쳐 운동을 실시하였다.

3. 자료 분석

모든 자료는 K-S(Kolmogorov-Smirnov) 검정에 의해 정규분포를 입증하고 대상자들의 일반적 특성을 산출하기 위하여 기술통계분석을 실시하였다. 자료의 통계 처리는 SPSS version 19.0 통계 프로그램을 사용하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준 $\alpha = .05$ 로 설정하였다. 대상자의 일반적 특성에 대한 집단 간 동질성 검증을 위하여 독립 t-검증(independent t-test)을 이용하였다. 집단 내 굽힘이완 비, 호흡변수 값의 전·후 비교를 위하여 대응표본 t-검증(paired t-test)을 이용하였다. 중재 후 집단 간 굽힘이완 비, 호흡변수 값의 비교를 위하여 독립표본 t-검증(independent t-test)을 이용하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

그룹 간 연구대상자들의 성별, 연령, 체중, 신장 간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 동질성을 확인하였다($p > .05$)(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

General characteristics	Group		t	p
	SE (n=15)	BE (n=15)		
Sex (male/female)	6/9	6/9	0.000	1.000
Age (years)	42.40±6.93	40.93±6.45	0.600	.554
Weight (kg)	65.45±6.78	73.54±28.41	-1.072	.300
Height (cm)	167.11±6.00	166.07±7.05	0.406	.688

SE; Stabilization Exercise, BE; Breathing Exercise

2. 집단 내 굽힘이완 비, 호흡변수 값의 전·후 비교

굽힘이완현상의 변수인 ES FRR (Flex/MVF), ES FRR

(Ext/MVF), MF FRR (Flex/MVF), MF FRR (Ext/MVF) 값이 안정화 운동군과 호흡 운동군 모두에서 운동 후 유의

하게 증가하였다($p<.05$). 호흡변수인 가슴 부위 움직임 값이 두군 모두에서 운동 후 유의하게 증가하였고

($p<.001$), VAS 값이 두 군 모두에서 운동 후 유의하게 감소하였다($p<.001$)(Table 2).

Table 2. Comparisons of flexion relaxation ratio and respiratory variables before and after exercise in two groups

Variable	Group	Before	After	t	p
ES FRR (Flex/MVF)	SE	1.30±.83	5.40±3.79	-4.292	0.001***
	BE	1.05±.19	5.14±14.09	-3.803	0.002**
ES FRR (Ext/MVF)	SE	1.73±1.97	13.14±9.90	-4.362	0.001***
	BE	1.34±3.52	11.12±9.40	-4.019	0.001***
MF FRR (Flex/MVF)	SE	1.25±.55	3.80±3.38	-2.756	0.015**
	BE	1.61±2.00	5.03±4.82	-2.504	0.025**
MF FRR (Ext/MVF)	SE	1.61±1.22	9.11±9.69	-2.879	0.012**
	BE	2.34±3.97	9.82±10.89	-2.404	0.031**
Excursion	SE	2.39±1.04	4.17±1.16	7.652	0.000***
	BE	2.23±1.07	6.13±.81	-9.378	0.000***
VAS	SE	5.67±1.29	2.46±1.18	7.906	0.000***
	BE	5.13±1.18	2.66±1.17	7.337	0.000***

ES; Erector Spinae, MF; Multi Fidus, FRR (Flex/MVF); Ratio of SEMG during flexion to SEMG during maximum voluntary flexion, FRR (Ext/MVF); Ratio of SEMG during extension to SEMG during maximum voluntary flexion, VAS; Visual Analogue Scale. SE; Stabilization Exercise, BE; Breathing Exercise.

$p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$

3. 집단 간 굽힘이완 비, 호흡변수 값의 비교

굽힘이완현상의 변수인 ES FRR (Flex/MVF), ES FRR (Ext/MVF), MF FRR (Flex/MVF), MF FRR (Ext/MVF) 값

과 VAS값이 안정화 운동군과 호흡 운동군 간 운동 후 비교에서 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 가슴 부위 움직임 값에서 안정화 운동군보다 호흡 운동군이 운동 후 유의하게 증가하였다($p<.001$)(Table 3).

Table 3. Comparisons of flexion relaxation ratio and respiratory variables between exercise groups after a training

Variable	Stabilization Ex.	Breathing Ex.	t	p
ES FRR (Flex/MVF)	5.40±3.79	5.14±4.09	.184	.855
ES FRR (Ext/MVF)	13.14±9.90	11.12±9.40	.572	.572
MF FRR (Flex/MVF)	3.80±3.38	5.03±4.82	-.812	.424
MF FRR (Ext/MVF)	9.11±9.69	9.82±10.89	-.189	.851
Excursion (cm)	4.17±1.16	6.13±.81	-5.348	.000***
VAS	2.47±1.18	2.67±1.17	-.464	.646

ES; Erector Spinae, MF; Multi Fidus, FRR (Flex/MVF); Ratio of SEMG during flexion to SEMG during maximum voluntary flexion, FRR (Ext/MVF); Ratio of SEMG during extension to SEMG during maximum voluntary flexion, Excursion; Difference between maximum inhalation and exhalation excursion. VAS; Visual Analogue Scale. $p<0.05^*$, $p<0.01^{**}$, $p<0.001^{***}$

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 만성 요통환자에 대한 안정화 운동과 호흡운동방법의 효과와 두 운동 방법에 따른 차이를 굽힘이완현상과 가슴 부위 움직임 거리를 통하여 알아보고자 하였다.

지금까지 연구된 많은 문헌에서 FRP측정법이 만성요통환자와 건강한 일반인과 현저하게 차별하는 것으로 나타났다(Alschuler 등, 2009; Hodges & Richardson, 1996; Lamoth 등, 2006). 만성요통환자에서 FRR를 회복시키기 위해 설계된 임상적 중재는 MVF에서의 SEMG와 굴곡, 폼 동안 SEMG사이의 관계를 증가시키는데 중점을 두어야 한다. 몸통 굽힘, 폼 중에 근육활성도를 증가시킬뿐 아니라 MVF동안 SEMG를 낮추도록 환자를 교육시킴도 시도할 수 있다(Alschuler 등, 2009). 하지만, Marshall과 Murphy(2006)의 연구의 결과는 FRR의 향상은 활동적인 움직임 구간 동안 측정된 SEMG의 증가보다는 향상된 이완(MVF동안 SEMG 활동의 감소)에 의한 이완의 결과라 하였다.

연구결과, 굽힘이완현상의 변수인 ES FRR (Flex/MVF), ES FRR (Ext/MVF), MF FRR (Flex/MVF), MF FRR (Ext/MVF) 값이 안정화 운동군과 호흡 운동군 모두에서 운동 후 유의하게 증가하였다. 굽힘이완현상은 선 자세에서 앞으로 굽히는 동안 등의 척추세움(erector spinae) 근육에서, 근 전위 고요(myoelectric silence)의 갑작스런 발생(onset)을 언급하면서 처음 만들어낸 용어이다(Floyd & Silver, 1955). 정상인 사람에서 몸통굽힘 하는 동안 표면근전도 활성도는 부척추근에서 초기에 증가하고, 굽힘하는 각도가 증가함으로써 인대가 몸통을 지지하기 시작함으로써 감소한다. 요통환자는 MVF에서 부척추근의 이완이 없거나 감소하는 경향이 있다(Alschuler 등, 2009). 본 연구에서는 굽힘이완현상을 분석하기 위하여 굽힘이완비(FRR)를 계산하였다. 굽힘이완비가 낮을수록 근 전위 고요가 사라졌음을 의미하며, MVF에서 근활성도 값이 높게 나타났음을 의미한다. 선행연구에서 짐볼을 이용한 안정화 운동을 12주 동안 중재하여, 요통환자에서 굽힘이완반응을 향상시켰다(Marshall & Murphy, 2006). 본 연구에서도 짐볼을 이용

한 안정화 운동을 12주 동안 중재하였다. 선행연구와 같이 중재 전후 MVF에서 근활성도 값이 낮게 나타나 굽힘이완현상이 유의하게 향상되었다. 짐볼을 이용한 안정화 운동이 요통 환자에게 굽힘이완반응을 향상시키는 효과적인 방법임을 다시 입증하였다.

본 연구에서는 12주간 호흡운동 프로그램을 중재하여 굽힘이완현상이 향상되었음을 확인하였다. Marshall과 Murphy(2006)의 연구 결과와 같이 MVF에서의 근활성도의 감소로 굽힘이완비가 유의하게 증가되었다. 몸통의 최대 수의적 굽힘 상태에서 근전도 활성도가 높아지는 것은 허리뼈골반 부위의 손상에 반응하여 동심성 수용체의 증가된 활동의 결과는 잠재적으로 손상된 수동적인 구조물이 기계적으로 결핍되는 위치에서 척추의 안정성을 유지하기 위해 근육의 경직을 증가시키는 것 때문이라 하였다(Cholewicki & McGill, 1996). Marshall과 Murphy(2006)는 굽힘이완현상의 향상 즉, 몸통의 최대 수의적 굽힘상태에서 근전도 활성도가 낮아지는 것은 허리뼈근육의 동심성 피드백 균형의 정상화에 기인한 것 같다고 하였다. 호흡운동은 사람의 가로막은 주요 호흡 들숨근육이며, 자세제어 동안 척추를 조절하는 필수적인 역할을 한다(Hodges 등, 2001). 가로막의 호흡기능에 대한 수요가 증가하면, 자세 균형에 대한 문제가 발생하는 동안 몸통 안정화에 가로막의 기여가 억제된다(Hodges 등, 2003). 본 연구에서 중재한 호흡운동은 가로막의 기능부전을 없애고 정상적인 들숨기능과 자세 제어를 할 수 있는 움직임을 회복하는데 중점이 맞추어져 있다. 따라서 호흡운동으로 굽힘이완현상의 향상이 있는 것은 가로막의 기능의 향상으로 인한 척추의 안정성이 회복되어 허리뼈근육의 동심성 피드백이 정상화 된 결과로 볼 수 있다.

중재 후 집단 내 호흡변수 값의 전·후 비교에서 호흡변수인 가슴부위 움직임 값이 안정화운동군에서는 1.7배 증가하였고 호흡운동군에서는 2.6배 증가하였다. 집단 간 호흡변수 값의 비교에서, 호흡변수인 가슴부위 움직임 거리값이 안정화운동군보다 호흡운동군이 2.1배 더 향상되었다. 호흡을 통해 가슴우리가 확장되는 정도를 알아보기 위한 가슴우리 둘레를 측정하는 줄자 측정법은 가슴우리 운동성을 알기 위한 매우 신뢰도가 높은 검사이다(Bockenauer 등, 2007). 안정화 운동으로 허리뼈

골반 부위가 안정화됨으로서 이완된 몸통 근육에 의해 가슴우리 움직임이 촉진되어 가슴우리 움직임 거리가 향상된 것처럼 보인다(Bezzoli 등, 2018). 본 연구에서 증재한 안정화 운동은 허리뼈의 가장 높게 측정된 안정화 지수를 가진 운동과 복부의 활동을 증가시키는 운동을 적절하게 사용하였다(Marshall & Murphy, 2006). 연구결과, 허리뼈골반 부위의 안정화 운동으로 가로막의 기능 부전이 해소될 수 있음을 나타내었으며, 앞으로 안정화 운동과 호흡변수 간의 연구가 필요하다.

호흡 근육의 약화나 가슴우리 확장이 제한되면 호흡 기능에 이상이 생기면서 가로막의 움직임과 이동이 감소하게 된다고 하였는데(Annoni 등, 1990), 호흡운동으로 가슴부위 움직임이 향상된 것은 가로막의 움직임과 이동이 높아졌으리라 추측할 수 있다. 또한 호흡 재활에 있어 가장 많이 사용되는 가로막 호흡훈련은 들숨의 작용근인 가로막을 원활하게 수축 시키면서 가슴우리의 가동성을 증진시킬 수 있다고 하였다(Janssens 등, 2015). 본 연구에서 수행한 호흡운동은 가로막을 이완시키고 호흡패턴을 교정함으로써 가로막의 호흡기능과 자세유지 기능을 향상시키는데 목표를 두고 있다. 안정화 운동군 보다 호흡운동군이 호흡변수인 가슴우리 움직임에서 측정값이 높게 나타난 것은 호흡운동이 안정화 운동보다 호흡변수에 미치는 영향이 크다고 볼 수 있다. 또한, 호흡운동으로 가로막의 움직임과 기능이 좋아짐으로 인하여 들숨과 날숨이 원활하게 이루어지는 가로막 호흡으로 패턴이 바뀌어졌기 때문이라 여겨진다. 가슴부위 움직임으로 가로막의 움직임과 기능을 명확하게 밝힐 수 없기에 보다 더 면밀한 연구가 필요하다.

본 연구의 제한점으로는 이번 연구 설계를 G-power 3.1을 이용하여 효과 크기를 0.8, 파워를 80 %로 설정했을 때 샘플 수는 52명 이었으나 샘플 수가 30명인 것이 제한점이다. 또한, 연구대상자가 만성요통 환자로 국한되어 있어 연구결과를 건강한 사람에게 일반화시킬 수 없다는 것이며, 실험기간 중 과제와 연관된 근력운동이나 유산소 운동을 통제하기는 하였으나 일상생활을 완벽히 통제할 수는 없었다는 것이다. 향후 연구에서는 호흡운동의 프로그램을 활용하여 호흡기능 특히, 가로막의 호흡기능과 자세유지 기능에 어떤 영향을 미치는지 객관적으로 평가할 수 있는 실험이 진행되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 안정화운동과 호흡운동 방법에 따른 굽힘 이완비와 호흡변수의 변화를 통하여 두 운동방법간의 차이를 알아보고자 하였다. 연구결과, 안정화운동과 호흡운동 방법에 따른 굽힘이완비와 호흡변수는 운동 후에 유의하게 증가하였다. 특히, 호흡변수에서는 안정화 운동보다 호흡운동 방법에서 유의하게 높게 나타났다.

결론적으로, 본 연구에서는 만성요통 환자에서 12주간 안정화운동과 호흡운동을 적용하였을 때 굽힘이완비와 호흡변수를 유의하게 증가시켰음을 알 수 있었으며, 호흡변수인 가슴부위 움직임 거리에서는 안정화운동 그룹보다 호흡운동 그룹이 더욱 효과가 높다는 것을 밝힐 수 있었다. 임상에서 만성요통환자의 치료를 위한 방법으로 안정화 운동뿐 아니라 호흡운동 접근 방식도 효과적임을 제안한다.

참고문헌

Annoni JM, Ackermann D, Kesselring J(1990). Respiratory function in chronic hemiplegia. *Int Disabil Stud*, 12(2), 78-80.

Alschuler KN, Neblett R, Wiggert E, et al(2009). Flexion-relaxation and clinical features associated with chronic low back pain: a comparison of different methods of quantifying flexion-relaxation. *Clin J Pain*, 25(9), 760-766.

Andersson GB(1999). Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet*, 354(9178), 581-585.

Anderson BE, Bliven KCH(2017). The use of breathing exercises in the treatment of chronic, nonspecific low back pain. *J Sport Rehabil*, 26(5), 452-458.

Balague F, Mannion AF, Pellise F, et al(2012). Non-specific low back pain. *Lancet*, 379(9814), 482-491.

Bezzoli E, Andreotti D, Pianta L, et al(2018). Motor control exercises of the lumbar-pelvic region improve

- respiratory function in obese men. A pilot study. *Disabil Rehabil*, 40(2), 152-158.
- Bockenbauer SE, Chen H, Julliard KN, et al(2007). Measuring thoracic excursion: reliability of the cloth tape measure technique. *J Am Osteopath Assoc*, 107(5), 191-196.
- Chaitow L(2004). Breathing pattern disorders, motor control and low back pain. *J Osteop Med*, 7(1), 33-40.
- Cahalin LP, Braga M, Matsuo Y, et al(2002). Efficacy of diaphragmatic breathing in persons with chronic obstructive pulmonary disease: a review of the literature. *J Cardiopulm Rehabil*, 22(1), 7-21.
- Callaghan JP, Dunk NM(2002). Examination of the flexion relaxation phenomenon in erector spinae muscles during short duration slumped sitting. *Clin Biomech*, 17(5), 353-360.
- Chaitow L, Bradley D, Gilbert C(2014). Recognizing and treating breathing disorders a multidisciplinary approach. 2nd ed, London, Churchill Livingstone, pp.185-187.
- Cholewicki J, McGill SM(1996). Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: implications for injury and chronic low back pain. *Clin Biomech*, 11(1), 1-15.
- Colloca CJ, Hinrichs RN(2005). The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature. *J Manipulative Physiol Ther*, 28(8), 623-631.
- Floyd WF, Silver PHS(1955). The function of erector spinae muscles in certain movements and postures in man. *J Physiol*, 129(1), 184-203.
- Hodges P, Kaigle Holm A, Holm S, et al(2003). Intervertebral stiffness of the spine is increased by evoked contraction of transversus abdominis and the diaphragm: in vivo porcine studies, *Spine (Phila Pa 1976)*, 28(23), 2594-2601.
- Hodges PW, Eriksson AE, Shirley D, et al(2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J Biomech*, 38(9), 1873-1880.
- 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, Heijnen I, Gandevia SC(2001). Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *J Physiol*, 537(Pt 3), 999-1008.
- Hodges PW, Richardson CA(1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 21(22), 2640-2650.
- Janssens L, McConnell AK, Pijnenburg M, et al(2015). Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Med Sci Sports Exerc*, 47(1), 12-19.
- Kippers V, Parker AW(1984). Posture related to myoelectric silence of erector spinae during trunk flexion. *Spine*, 9(7), 740-745.
- Kolar P, Sulc J, Kyncl M, et al(2012). Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42(4), 352-362.
- Lamoth CJ, Meijer OG, Daffertshofer A, et al(2006). Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. *Eur Spine J*, 15(1), 23-40.
- Lee DJ, Lee YS(2018). Effects of the trunk stabilization exercise combine in the musical tempo on lumbar lordosis angle, muscle activity and pain. *J Korean Soc Integrative Med*, 6(1), 83-89.
- Macdonald DA, Dawson AP, Hodges PW(2011). Behavior of the lumbar multifidus during lower extremity movements in people with recurrent low back pain during symptom remission. *J Orthop Sports Phys Ther*, 41(3), 155-164.
- Malatova R, Drevikovska P(2009). Testing procedures for abdominal muscles using the muscle dynamometer SD02. *Proc Inst Mech Eng H*, 223(8), 1041-1048.
- Marshall P, Murphy B(2006). Changes in the flexion relaxation response follow in an exercise intervention. *Spine*, 31(23), 877-883.
- Masse-Alarie H, Beaulieu LD, Preuss R, et al(2016).

- Influence of chronic low back pain and fear of movement on the activation of the transversely oriented abdominal muscles during forward bending. *J Electromyogr Kinesiol*, 27, 87-94.
- McLaughlin L(2009). Breathing evaluation and retraining in manual therapy. *J Bodywork Movement Ther*, 13(3), 276-282.
- Mehling WE, Hamel KA, Acree M, et al(2005). Randomized, controlled trial of breath therapy for patients with chronic low-back pain. *Altern Ther Health Med*, 11(4), 44-52.
- Park SS, Choi BR(2016). Effects of lumbar stabilization exercises on the flexion-relaxation phenomenon of the erector spinae. *J Phys Ther Sci*, 28(6), 1709-1711.
- Valenza MC, Martos IC, Sanchez IT(2015). The immediate effects of doming of the diaphragm technique in subjects with short hamstring syndrome: A randomized controlled trial. *J Sport Rehabil*, 24(4), 342-348.
- Van Dieen JH, Selen LP, Cholewicki J(2003). Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *J Electromyogr Kinesiol*, 13(4), 333-351.
- Yang DJ, Park SK, Kang JI, et al(2018). The effect of spine mobilization technique on balance and the low back pain disability index of patients with chronic back pain. *J Korean Soc Integrative Med*, 6(4), 139-148.
- SENIAM. 2009. Available at http://seniam.org/sensor_location.htm. Accessed March 2, 2019.