

가로막 강화 운동이 만성 허리통증 환자의 폐 기능과 통증 및 장애 수준에 미치는 영향

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2021.9.1.21>

대한심장호흡물리치료학회지 제9권 제1호 2021.6. PP.21-26

■ 김범룡¹, 강태우^{2*}

■¹대자인병원 통합재활팀, ²우석대학교 보건복지대학 물리치료학과

Effect of Diaphragm Strengthening Exercise on Pulmonary Function, Pain, and Disability Level in Chronic Low Back Pain Patients

Beom-Ryong Kim, PT, PhD¹, Tae-Woo Kang, PT, PhD^{2*}

¹Department of Physical Therapy, Design Hospital

²Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Woosuk University

Purpose : In this study, we investigated the effects of a diaphragm-strengthening exercise on pulmonary function, pain, and disability level in patients with chronic low back pain (CLBP). **Methods :** A total of 10 patients with CLBP were enrolled in this study. These patients performed diaphragm-strengthening exercise for 30 minutes per day, 5 times a week, for 4 weeks. We measured pulmonary function using spirometry, assessed CLBP using a visual analog scale, and measured disability level using Korean Oswestry disability index. We used paired *t* test to compare within-group changes before and after the diaphragm-strengthening exercise. **Results :** After the exercise, a significant within-group change occurred in pulmonary function, pain, and disability level ($p < 0.05$). **Conclusion :** The application of a diaphragm-strengthening exercise can be used for patients with CLBP, considering its positive effects on pulmonary function, pain, and disability level.

Key words : Diaphragm strengthening, Disability, Low back pain, Pulmonary function

Received : May 9, 2021 / **Revised :** May 25, 2021 / **Accepted :** May 25, 2021

I. 서론

허리통증(low back pain)은 직립보행을 하는 인간이 겪는 가장 흔한 근골격계 질환의 하나이다(Vogt 등, 2003). 허리통증 환자의 70% 이상이 만성으로 이어지며(Lawrence 등, 2006), 허리부위 불안정성(lumbar instability)은 만성 허리통증의 주요한 원인으로 여겨지고 있다(Sjölie와 Ljunggren, 2001). 만성 허리통증 환자의 호흡패턴 변화(respiratory pattern change)에 관한 연구들이 진행되면서(Roussel 등, 2009), 허리부위 불안정성과 호흡패턴 변화의 연관성이 보고되었고, 호흡패턴 운동이 허리부위 안정화에 기여 할 수 있다고 보고되었다(Ki, 2018). 또한, 허리부위 안정화와 호흡패턴 운동의 동시 적용이 치료적 상승효과를 보임에 따라 허리부위 불안정성을 가진 만성 허리통증 환자에 대한 호흡패턴 관리와 평가의 필요성이 강조되었으며(Ki, 2018), 최근에는 허리부위 불안정성 검사와 호흡패턴 변화 사이에 상관성이 보고되었다(기철과 남기원, 2019).

정상적인 팔다리의 움직임 동안 가로막은 선행수축을 하여 자세 안정성을 조절하고 호흡에 관여한다(Hodges와 Gandevia, 2000). 또한, 호흡량의 증가에 따른 가로막의 자세 안정성 조절 감소는 허리부위 불안정성을 증가시킬 수 있으며(Hodges 등, 2001), 가로막의 호흡기능 감소로 운동조절 동안 호흡이 정지되는 변화가 나타나고(Roussel 등, 2009), 배근육들의 활동 변화와 함께 날숨능력이 감소되는 호흡패턴 변화가 발생하게 된다(김기송 등, 2009). Dankaerts 등(2006)과 Kolář 등, (2012)의 연구에 따르면 만성 허리통증 환자들은 가로막의 기능변화와 함께 몸통 근육들의 활성화에 변화를 보이며, 자세 및 운동조절 장애가 발생한다고 보고하였다. Roussel 등(2009)은 만성 허리통증 환자에서 몸통 안정성이 요구되는 운동조절 검사 동안에 호흡정지와 같은 호흡패턴 변화를 보고하였으며, 주요 원인을 가로막의 호흡기능 감소로 해석하였다. 결국, 불안정성에 따른 가로막의 만성적인 허리부위 불안정성 보상 전략은 복부호흡 감소, 상부 기슴호흡 증가, 호흡정지 등과 같은 변화된 호흡패턴을 전체 몸통

교신저자: 강태우

주소: 55338 전북 완주군 삼례읍 삼례로 443번지 우석대학교 물리치료학과, TEL: 063-290-1655, E-mail: ktwkd@hanmail.net

에 운동학습을 시킬 수 있으며, 이러한 호흡운동 형태의 변화는 목 부위 압박과 등허리척추분절의 반복적 움직임 증가로 이어져, 허리부위 통증 증가와 함께 국소 불안정성을 더욱 악화시킬 수 있다(Liebenson, 2007).

선행 연구를 살펴볼 때 만성 허리통증 환자에게 가로막의 역할은 중요하며, 폐 기능과 통증 및 장애 수준의 향상을 위하여 가로막 강화 운동이 치료적 접근방법으로 활용될 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 만성 허리통증 환자의 폐 기능과 통증 및 장애 수준에 가로막 강화 운동이 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2021년 2월부터 2021년 4월까지 6주간 전주시 소재 D종합병원에 외래로 내원한 환자 중 전문의로부터 임상적 소견과 X-ray 등의 의료장비를 통해 만성 허리통증으로 진단 받은 환자 10명을 대상으로 연구를 진행하였다. 척추에 수술을 받은 자, 골절, 염증, 악성종양, 말초 증후군 등의 병리적 허리통증 환자, 신경학적 증상을 가진 자, 척추 측만증 및 출산 후 1년 미만인 자는 연구 대상에서 제외하였다. 연구책임자로부터 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 듣고 참여에 동의한 환자를 대상으로 하였다. 이들은 중도 탈락자는 발생하지 않았으며, 4주간의 가로막 강화 운동을 제공받았다. 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

2. 실험 방법

1) 가로막 강화 운동

가로막 강화 운동은 치료사의 저항에 의한 운동 15분과 휴대용 운동기구의 저항에 의한 운동 15분으로 총 30분으로 구성되어 진행되었다. 먼저 치료사의 저항에 의한 가로막 강화 운동을 실시하기 위해 환자를 바로 누운 자세로 편안하게 이완시켜 준비하였다. 운동방법은 치료사의 손을 앞갈비연골 바로 아래 배곧은근에 올려놓고, 환자에게 느리고 깊게 코로 숨을 들이 마시도록 지시하여 가로막에 의한 들숨 호흡을 교육하였다. 이때 치료사는 앞갈비연골 바로 아래 배곧은근이 상승할 때 적절한 저항을 통하여 환자의 깊은 들숨을 촉진시켰다. 환자는 깊은 들숨을 하는 동안 어깨를 이완시키도록 하고, 위가슴우리부분은 움직이지 않게 하며 배부분의 상승만을 허용하였다. 가로막에 의한 들숨 호흡이 끝나면 바로 입술 오므리기를 통해서 날숨 호흡으로 진행하였다. 환자는 깊은 들숨을 조절된 입술 오므리기를 통해서 일정한 시간 동안 공기를 밖으로 배출시켰다. 치료사는 들숨의 가로막에 의한 들숨 호흡과 입술 오므리기에 의한 날숨 호흡을 환자에게 충분히 설명하고 시범을 보여주며 정확한 운동 방법을 교육하였다(Yang 등, 2017). 운동은 총 20회씩 5세트로 실시하였다.

휴대용 운동기구의 저항에 의한 가로막 강화 운동은 환자가 안전하고 정확하게 가로막에 의한 들숨을 촉진하기 위하여 POWERbreathe(POWERbreath International Ltd, UK)를 이용하여 실시하였다(Fregonezi 등, 2009). 이 운동기구는 스프링 가중밸브가 내장된 원통모양의 도구로서 들숨 시에는 스프링의 위치를 변동시켜 조절된 일정 압력 이상으로 흡입할 때만 밸브가 열리게 구성되어 있으므로 대상자에게 강화 운동시키고자 하는 흡입력을 설정하여 운동을 하게 할 수 있다. 치료사는 운동 전 대상자에게 적절한 운동방법을 설명하고, 가중밸브를 조절하

표 1. 대상자의 일반적 특성

대상자	성 (남/여)	나이 (세)	키 (cm)	몸무게 (kg)	체질량 지수 (kg/m ²)
1	여	58	153	52	22.21
2	남	44	167	65	23.31
3	남	55	175	72	23.51
4	여	54	158	55	22.03
5	여	64	153	57	24.35
6	여	46	162	56	21.34
7	여	46	156	58	23.83
8	남	45	170	73	25.36
9	남	42	177	78	24.9
10	여	57	161	61	23.53
N=10	4/6	51.10±7.41	163.20±8.71	62.70±8.87	23.43±1.26

Mean±standard deviation

여 강도를 설정하였다(Lee 등, 2018). 대상자들이 정확한 운동을 실행할 수 있을 때까지 연습 시킨 후 총 20회씩 5세트로 운동을 실시하였다. 본 연구에서는 가로막의 호흡곤란과 피로를 예방하기 위해 1세트 후 5분 동안 휴식을 취하였고, 운동 과정에서 어지러움을 호소하는 대상자는 즉시 운동을 중지하고 휴식을 취하였다(전혜원 등, 2018).

2) 측정항목 및 방법

본 연구는 만성 허리통증 환자의 폐 기능과 허리통증 및 장애 수준을 측정하기 위해 다음과 같은 평가도구를 사용하였다. 폐 기능을 측정하기 위해 폐기능검사기(Schiller SP-260, Medical Supply Co., Ltd, Switzerland), 허리통증을 측정하기 위해 시각적 상사 척도(visual analog scale; VAS) 및 장애 수준을 측정하기 위해 오스웨스트리 기능장애 지수(Oswestry disability index; ODI)를 사용하였다. 측정은 총 2회로 운동 전과 4주 후에 실시하였다.

(1) 폐 기능 측정

폐 기능 측정은 폐기능검사기를 사용하였다. 측정 전 대상자에게 측정 시범을 통해 충분한 교육이 이루어진 상태에서 실시하였다. 측정변수는 최대 노력성 날숨을 시작한 후 1초간 내쉬 1초간 노력성 날숨량(forced expiratory volume at one second; FEV1)을 측정하였다. 폐 기능 측정은 의자에 앉은 상태에서 3회 측정하여 평균값을 활용하였다.

(2) 허리통증 측정

허리통증의 통증 정도를 알아보기 위해 시각적 상사 척도를 활용하였다. 100 mm의 수평자에 왼쪽 끝은 통증이 전혀 없는 아주 편안한 상태, 오른쪽 끝은 아주 극심한 통증으로 정의하도록 하여 피험자가 느끼는 주관적인 허리통증 정도를 표시하도록 하는 방법이다. 시각적 상사 척도는 임상에서 통증의 정도를 측정하는데 가장 널리 사용되는 방법 중 하나이며, 치료효과 및 변화를 판정하는데 유용한 도구이다(Paul-Dauphin 등, 1999). 평가도구의 신뢰도는 Cronbach's $\alpha=.76-.84$ 로 나타난다(Mousavi 등, 2006).

(3) 오스웨스트리 기능장애 지수 측정

허리통증으로 인한 기능장애 정도를 평가하기 위해서 오스웨스트리 기능장애 지수를 활용하였다. 오스웨스트리 기능장애 지수는 기능장애 변화에 민감한 자가인지 평가도구이며, 임상에서 척추질환 관리에 널리 사용되는 평가방법이다. 총 점수가 높을수록 허리통증으로 인한 기능장애가 심한 것을 의미한다. 평가도구의 신뢰도는 Cronbach's $\alpha=.89$ 로 나타난다(Mousavi 등,

2006).

3. 자료 분석

본 연구를 위해 수집된 자료는 Window 통계프로그램 SPSS/PC Statistics 23.0 software (SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하여 분석하였다. 대상자의 성별에 대한 비율을 알아보기 위해 빈도분석을 실시하였다. 나이, 키, 몸무게 및 체질량 지수에 대한 대상자의 일반적 특성을 알아보기 위해 기술통계를 실시하였다. 대상자의 운동 전과 4주 후에 따른 차이를 비교하기 위하여 Wilcoxon 부호 순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 실시하였다. 통계에 대한 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 운동 전과 후 1초간 노력성 날숨량의 변화

운동에 따른 1초간 노력성 날숨량의 전과 후 변화 비교는 표 2에 제시되었다. 모든 대상자들의 1초간 노력성 날숨량은 운동 전 $3.49\pm.39$ 리터에서 운동 후 $3.97\pm.30$ 리터로 유의하게 증가하였다($Z=-2.803$; $p<.05$).

2. 운동 전과 후 시각적 상사 척도의 변화

운동에 따른 시각적 상사 척도의 전과 후 변화 비교는 표 3에 제시되었다. 모든 대상자들의 시각적 상사 척도는 운동 전 6.45 ± 1.09 점에서 운동 후 3.25 ± 1.60 점으로 유의하게 감소하였다($Z=-2.814$; $p<.05$).

표 2. 운동에 따른 폐 기능의 전과 후 변화 비교

구분	전	후	Z	P
	평균±표준편차	평균±표준편차		
FEV1 (L)	3.49±.39	3.97±.30	-2.803	0.005*

FEV1: forced expiratory volume at one second, *P<0.05

표 3. 운동에 따른 허리통증의 전과 후 변화 비교

구분	전	후	Z	P
	평균±표준편차	평균±표준편차		
VAS (score)	6.45±1.09	3.25±1.60	-2.814	0.005*

VAS: visual analog scale, *P<0.05

표 4. 운동에 따른 허리통증 장애 지수의 전과 후 변화 비교

구분	전	후	Z	P
	평균±표준편차	평균±표준편차		
ODI (score)	33.80±4.89	24.30±4.37	-2.807	0.005*

ODI: Oswestry disability Index, *P<0.05

3. 운동 전과 후 오스웨스트리 기능장애 지수의 변화

운동에 따른 오스웨스트리 기능장애 지수의 전과 후 변화 비교는 표 4에 제시되었다. 모든 대상자들의 오스웨스트리 기능장애 지수는 운동 전 33.80±4.89점에서 운동 후 24.30±4.37점으로 유의하게 감소하였다($Z = -2.807$; $p < .05$).

IV. 고찰

본 연구에서는 만성 허리통증 환자를 위한 여러가지 운동 방법 중 호흡 근육의 하나인 가로막 강화 운동을 실시하였다. 가로막 강화 운동이 폐 기능, 허리통증 및 장애 수준에 미치는 변화를 알아보기 위해 운동 전과 4주 후 대상자들의 1초간 노력성 날숨량(FEV1), 시각적 상사 척도(VAS) 및 허리통증 장애 지수(ODI)의 변화를 알아보았다. 이러한 각각의 측정변수를 분석한 결과를 바탕으로 다음과 같이 고찰하고자 한다.

본 연구에서는 가로막 강화를 위하여 치료사의 저항과 휴대용 운동기구를 사용하여 진행하였다. Kang과 Kim(2018)은 가로막 강화 운동을 통해서 뇌졸중 환자의 호흡 기능과 균형 및 일상생활 수행 능력에 향상을 보고하였고, Yang 등(2017)은 허리불안정성을 가진 환자를 대상으로 허리 안정화 운동과 함께 가로막 강화 운동을 적용한 결과 호흡 능력과 허리 불안정성 향상을 보고 하였으며, Jeong(2015)은 만성폐쇄성폐질환 환자를 대상으로 가로막 강화 운동과 입숨오므리기 호흡을 적용한 결과 산소포화도와 호흡보조근육 활성화에 향상을 보고하였다. 이와 같이 가로막 강화 운동을 다양한 환자들의 폐 기능 향상뿐만 아니라 활동 수준에도 영향을 미치는 중요한 운동방법 중 하나로 임상에서 활용되어지고 있다.

만성 허리통증은 폐 기능 감소와 밀접한 관련을 가지며, 허리통증 환자의 통증과 장애 관리에 있어서 가로막 강화 운동은 고려되어야 할 운동방법이다(조병윤과 윤정규, 2019). 본 연구에서도 만성 허리통증 환자를 대상으로 가로막 강화 운동을 적용한 결과 1초간 노력성 날숨량(FEV1)은 운동 전 3.49±.39리터에서 운동 후 3.97±.30리터로 .47±.35리터 증가하였다. 변재경 등(2019)은 복부 브레이싱을 이용한 허리 안정화 운동이 성인들의 폐 기능을 향상시켰다고 보고하였고, Oh와 Park(2016)은 허리 안정화 운동 적용이 뇌졸중 환자의 폐 기능을 향상시켰다고 보고하였다. 이와 같이 허리 안정화가 폐 기능을 향상시킬 수 있으며(박선자 등, 2020), 본 연구의 가로막 강화 운동이 만성 허리통증으로 불안정한 척추를 안정화 시켜 폐 기능을 측정할 1초간 노력성 날숨량에 향상을 보인 것으로 사료된다.

현대사회에서 대부분의 사람들이 허리통증을 경험하게 되고 그 원인은 너무 다양하다. 많은 선행논문들에 의하면 허리 안정화

근육과 함께 가로막의 근력약화와 허리통증의 연관성을 언급하였으며, 허리 안정화 근육과 가로막의 근활성도를 높이는 것과 근력을 강화시키는 것이 허리통증 환자들의 중재방향으로 제시되었다(Kamaz 등, 2007). 본 연구에서도 선행연구를 기반으로 만성 허리통증 환자를 대상으로 가로막 강화 운동을 적용하여 허리통증과 장애 수준을 평가하였다. 허리통증을 측정할 시각적 상사 척도는 운동 전 6.45±1.09점에서 운동 후 3.25±1.60점으로 3.20±1.27점 감소하였고, 허리통증 장애 수준을 측정할 오스웨스트리 기능장애 지수는 운동 전 33.80±4.89점에서 운동 후 24.30±4.37점으로 9.50±4.88점 감소하였다. 이와 같이 본 연구 가로막 강화 운동을 적용한 결과 운동 전보다 4주 후에 허리통증과 장애 수준이 유의하게 감소하였다. 김경 등(2005)의 연구에서는 가로막 강화 운동이 허리통증 환자의 허리 안정화 근육을 활성화 시킨다고 보고하였고, Sutbeyaz 등(2010)은 가로막을 포함한 들숨 근육 강화 운동이 들숨 근육 근력과 배 근육의 근력에 영향을 미친다고 하였다. 본 연구의 허리통증과 장애 수준 감소를 선행 연구에 비춰볼 때 가로막 강화 운동을 통해 심부 근육인 허리 안정화 근육이 강화되고 배 근육과 척추주위근육의 등척성 수축을 통해 허리부위의 내-외적 안정성이 향상으로 인한 결과라고 볼 수 있다. 또한 허리 부위의 안정화를 위해 작용하는 근육은 표면안정근육(superficial stabilizer muscle)과 심부안정근육(deep stabilizer muscle)이 있으며(Comerford과 Mottram, 2001), 가로막 강화 운동에 의해 표재안정근육과 심부안정근육의 강화로 인해 허리부위 근력이 향상되어(방현수, 2015) 허리통증과 장애 수준이 감소된 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 첫째, 대조군이 존재하지 않고, 대상자의 수가 적기 때문에 모든 만성 허리통증 환자에게 일반화하기 어렵다. 둘째, 대상자의 일상생활의 통제가 불가능하여 폐 기능이나 허리통증 및 장애 수준의 변수에 영향을 주는 요인들을 완전히 통제할 수 없었다. 마지막으로 4주간의 운동만을 실시하였고 후속 조사가 이루어지지 않았다. 이와 같은 제한점이 있으나 향후 이를 보완 수정하여 연구를 진행한다면 좀 더 나은 연구결과를 얻을 수 있을 것이라고 사료된다.

V. 결론

본 연구는 만성 허리통증 환자를 대상으로 가로막 강화 운동을 적용한 결과 폐 기능과 통증 및 장애 수준의 향상에는 유의한 효과가 있었다. 따라서 만성 허리통증 환자에게 일반적으로 적용되는 다양한 운동 방법도 좋지만 더 효과적인 폐 기능과 허리통증 및 장애 수준의 향상을 고려한다면 가로막 강화 운동을 적절하게 활용할 수 있을 것으로 여겨진다.

참고문헌

- 기철, 남기원. 젊은 만성허리통증자의 허리부위 불안정성 검사 양성반응 수와 호흡패턴변화율, 통증 간의 상관관계분석. 대한물리의학회지, 14(3);73-80, 2019.
- 김경, 박래준, 배성수. 복식호흡 운동이 요통환자의 체간근육 활성화에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 17(3);311-327, 2005.
- 김기승, 권오운, 이충휘. 만성요통환자에서 복부심부근 강화 운동이 노력성 호기 폐기능 검사 동안 최대호기유량 및 1 초간 노력성호기량과 요통에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지, 16(1);10-17, 2009.
- 박선자, 김영미, 한지원. 척추 안정화 운동과 등뼈 가동성 운동이 만성 허리 통증 환자의 호흡 기능에 미치는 영향. 대한통합의학학회지, 8(3);43-52, 2020.
- 방현수. 요부안정화 운동이 만성요통여성 환자의 근활성도와 등속성 근력에 미치는 영향. 대한물리의학회지, 10(2);63-71, 2015.
- 변재경, 최수진, 박순희. 복부 브레이싱 기법을 적용한 척추 안정화 운동이 여대생의 요부 등속성 근기능과 폐기능에 미치는 영향. 코칭능력개발지, 21(1);100-109, 2019.
- 전혜원, 심재훈, 강선영. 들숨근 저항운동이 젊은 성인 여성의 가로막 움직임과 호흡기능에 미치는 즉각적인 효과. 대한물리의학회지, 13(1);73-80, 2018.
- 조병윤, 윤정규. 만성요통환자의 호흡패턴이상과 관절위치감각의 관계. 대한통합의학학회지, 7(2);1-10, 2019.
- Comerford MJ, Mottram SL. Functional stability re-training: principles and strategies for managing mechanical dysfunction. Manual Therapy, 6(1);3-14, 2001.
- Dankaerts W, O'Sullivan P, Burnett A, et al. Altered patterns of superficial trunk muscle activation during sitting in nonspecific chronic low back pain patients: importance of subclassification. Spine, 31(17);2017-2023, 2006.
- Fregonezi GA, Azevedo IG, Araujo TL, et al. Adaptation of the Threshold IMT® with double spring load allows higher inspiratory pressure for muscle training. Clinical Physiology and Functional Imaging, 29(6);462-464, 2009.
- Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. The Journal of Physiology. 522(1);165-175, 2000.
- Hodges PW, Heijnen I, Gandevia SC. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. The Journal of Physiology, 537(3);999-1008, 2001.
- Jeong DK. The effects of breathing exercise on respiratory synergist muscle activity and SpO₂ in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Journal of Korean Physical Therapy, 27(4);234-239, 2015.
- Kamaz M, Kiresi D, Oguz H, et al. CT measurement of trunk muscle areas in patients with chronic low back pain. Diagnostic and Interventional Radiology, 13(3);144, 2007.
- Kang TW, Kim BR. Effects of respiratory muscle training on the respiratory function, balance, and activities of daily living in patients with stroke. The Journal of Korean Physical Therapy, 30(2);58-62, 2018.
- Ki C. The effect of breathing pattern correction and strengthening exercise on trunk of lumbar instability patients. Dong shin University, Doctor's Degree, 2018.
- Kolář P, Šulc J, Kynčl M, et al. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 42(4);352-362, 2012.
- Lawrence JP, Greene HS, Grauer JN. Back pain in athletes. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 14(13);726-735, 2006.
- Lee HJ, Kang TW, Kim BR. Effects of diaphragm and deep abdominal muscle exercise on walking and balance ability in patients with hemiplegia due to stroke. Journal of Exercise Rehabilitation, 14(4);648, 2018.
- Liebenson C. Rehabilitation of the spine: a practitioner's manual: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- Mousavi SJ, Parnianpour M, Mehdián H, et al. The Oswestry disability index, the Roland-Morris disability questionnaire, and the Quebec back pain disability scale: translation and validation studies of the Iranian versions. Spine, 31(14);454-459, 2006.
- Oh DS, Park SE. The effect of lumbar stabilization exercise on the pulmonary function of stroke patients. Journal of Physical Therapy Science, 28(6);1896-1900, 2016.
- Paul-Dauphin A, Guillemin F, Virion JM, et al. Bias and precision in visual analogue scales: a randomized controlled trial. American Journal of Epidemiology, 150(10);1117-1127, 1999.
- Roussel N, Nijs J, Truijen S, et al. Altered breathing patterns during lumbopelvic motor control tests in

- chronic low back pain: a case-control study. European Spine Journal, 18(7);1066-1073, 2009.
- Sjölie AN, Ljunggren AE. The significance of high lumbar mobility and low lumbar strength for current and future low back pain in adolescents. Spine, 26(23);2629-2636, 2001.
- Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, et al. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation, 24(3);240-250, 2010.
- Vogt L, Pfeifer K, Banzer W. Neuromuscular control of walking with chronic low-back pain. Manual Therapy, 8(1);21-28, 2003.
- Yang SR, Kim YM, Park SJ, et al. Efficacy of lumbar segmental stabilization exercises and breathing exercises on segmental stabilization in lumbar instability patients. The Journal of Korean Physical Therapy, 29(5);234-240, 2017.