

크로커다일 호흡 운동이 비특이성 요통을 가진 환자들의 통증과 체간 근긴장도 및 근경직도에 미치는 영향

조용호[†]

대구한의대학교 물리치료학과

Effects of Crocodile Breathing Exercise on Pain, Muscle Tone, and Muscle Stiffness in Patients with Non-specific Low Back Pain

Yong Ho Cho, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Daegu Haany University

Received: February 22, 2019 / Revised: February 22, 2019 / Accepted: February 25, 2019
© 2019 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study was to investigate the effects of crocodile breathing exercise on pain, muscle tone, and muscle stiffness of non-specific low back pain patients.

METHODS: The subjects were 37 patients with nonspecific low back pain. The patients were divided into two groups. The experimental group (EG) performed crocodile breathing exercise and the control group (CG) performed chest expansion breathing exercise. The intervention was conducted for 10 minutes every day for a total of eight weeks. Pain was measured using a VAS. Muscle tone and stiffness were measured using Myoton PRO. Two points were measured for muscle tone and muscle stiffness. They were

measured at 30mm from the spinous process of the L1 and T10 vertebra.

RESULTS: Pain, muscle tone and muscle stiffness at the T10 level showed a significant decrease in both EG and CG. Muscle tone and muscle stiffness in the L1 level area decreased significantly in the experimental group but the control group did not show any difference. The only statistically significant difference was observed in the L1 muscle tone between the pre and post intervention values.

CONCLUSION: This study suggests that Crocodile breathing is a good method for managing pain, muscle tone, and muscle stiffness in non-specific low back pain patients.

Key Words: Crocodile breathing, Low back pain, Muscle stiffness, Muscle tone, Pain

[†]Corresponding Author : Yong Ho Cho
ptyongho@daum.net, <https://orcid.org/0000-0001-9258-0951>

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

호흡은 사람이 살아가는데 기본적으로 필요한 인체의 움직임으로 호흡근의 협응 운동으로 이루어지며 가

로막이 아래로 내려가고, 가슴우리가 위와 앞쪽으로 팽창하는 쪽으로 움직여 가슴우리 용적이 커지고, 가슴우리 내부에 음압이 형성되어 허파 안으로 공기가 들어오고 나가는 과정이다[1]. 호흡에 대한 주요 근육의 작용은 가로막(diaphragm)과 바깥 갈비 사이근이 들숨에 주로 관여하고, 이 근육들의 수축으로 가슴우리 내 공간 용량이 커지고 허파도 확장하는 형태로 작용하고, 가로막의 이완과 안쪽 갈비 사이근의 수축이 일어날 때 가슴우리 내 공간 용량이 작아지며 허파도 수축하는 형태로 작용한다[2].

호흡 운동은 일반적으로 급성기 또는 만성기의 폐질환상태를 가진 환자에게 폐질환의 개선을 위한 증재나 포괄적 관리 방법으로 필수적으로 사용되며, 치료적 훈련 과정에 포함된다. 만성 폐쇄성 폐질환 환자, 급성 폐질환 환자, 흉부나 복부 수술을 한 환자들에게 호흡 운동에 대한 증재는 매우 흔하며 연구가 활발히 진행되어 왔다[3]. 이러한 호흡 운동은 폐질환 환자뿐 아니라 근골격계 장애에 대한 접근 방법으로도 사용되고 있으며, 특히 요통과 같은 체간 부위의 근골격계 문제를 가진 환자들에게 복부와 등 근육의 강화를 통한 배 호흡 운동이 적용되기도 한다[4]. 배 호흡 운동과 더불어 많이 사용되는 가슴 호흡 운동은 몸통의 능동적 움직임을 통해 갈비뼈 사이의 가동성을 증가시키고, 긴장된 결합조직을 이완시켜 갈비 사이근과 허리 네모근의 근육을 이완시키는 호흡 운동방법이다[5]. 가슴 호흡 운동을 통한 가슴우리의 운동성 증가는 호흡근에 대한 원활한 수축이 일어나게 도움을 주고, 기침능력의 향상, 신체정렬의 향상과 호흡 능력 향상 등의 긍정적 영향을 미친다[6].

배 호흡은 가로막의 아래쪽 하강이 주된 호흡의 기전으로 가로막이 아래쪽으로 내려오면서 배 장기가 아래로 밀리고, 그로 인해 가슴우리 안 공간의 압력이 감소하고 부피가 증가함과 동시에 배 안의 압력이 상승하는 호흡 방법이다[7]. 가슴 호흡 운동과 배 호흡 운동은 근골격계 질환 중 요통에 많이 적용되는 방법이다.

요통은 근골격계 질환 중 가장 흔한 질환으로 요통환자의 허리 주변근은 조직의 형태학적인 변화와 함께 구조적인 문제를 가지게 되며, 척추세움근에서 근육의 약화 및 위축이 나타나기 쉽다[8]. 이러한 요통에 대한

접근방법으로 허리 주변근과 복근의 근력강화 운동은 요통의 중요한 증재방법으로 사용되며, 이러한 증재를 통해 몸통근육을 강화하여 요통을 관리한다. 여러 가지 운동 방법과 더불어 호흡 운동이 요통환자에게 연구되는 이유이기도 하다[9]. 배 호흡은 필라테스 등의 분야에서 몸통 근육강화 및 유연성 증진에 초점을 맞추어 많이 사용하고 있다[10].

이렇게 배 호흡 운동은 요통 환자들에게 많이 적용되는 운동이지만 환자 스스로 정확한 배 호흡 운동을 꾸준히 실시하는 것은 쉽지 않다. 제대로 된 배 호흡 운동을 위해서는 치료사의 전문적 교육이나, 치료사가 직접적인 간섭이 필요한 경우가 많다. 이러한 단점을 보완하기 위한 방법으로 스스로 배 호흡에 대한 피드백을 쉽게 받을 수 있는 크로커다일 호흡 운동이 있다[11]. 크로커다일 호흡 운동은 엎드린 자세에서 배의 움직임에 초점을 맞추어 호흡을 실시할 수 있어 환자 스스로 피드백을 쉽게 받을 수 있기에 기본적 교육만 잘 이루어지면 적용이 쉽게 이루어진다. 인터넷 등 많은 매체에서 크로커다일 호흡 운동에 대한 소개를 많이 하고 있지만, 실제 환자 스스로 이 운동을 실시하였을 때 변화에 대한 객관적 연구결과는 거의 없는 상태이다. 따라서 본 연구는 크로커다일 호흡 운동을 요통환자에게 적용하였을 때 통증의 변화와 몸통 근육의 근긴장도와 근경직도의 변화를 객관적으로 연구하여 환자들에게 크로커다일 호흡 운동의 효과를 제공하고자 실시하게 되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구에 참여하는 대상자는 대구 소재의 OO병원 물리치료실에 공고문을 통한 자발적인 참여를 통해 대상자를 모집하였다. 대상자 선정 및 모집에 앞서 본 연구는 대구 한의대학교 병원 연구윤리 위원회의 임상연구 심사 승인을 받아 진행하였다(DHUMC-D-17028-PRO-03). 대상자 선정에 대한 기준은 아래와 같다[12].

첫째, 전문의에게 요통 진단을 받은 환자

둘째, 20세~64세 사이의 남녀 성인

셋째, VAS 수치 4이상을 가진 환자

Table 1. General Characteristics of the Subjects

Variable	Mean±SD		t	p
	Experimental group	Control group		
Age (year)	44.578±10.931	40.389±11.035	1.160	.254
Height (cm)	160.578±5.326	163.055±8.163	-1.099	.279
Weight (kg)	57.168±5.788	61.777±8.616	-1.928	.068

대상자 제외기준은 다음과 같다[13].

첫째, 요통의 원인이 복합적인 것으로 수술 등의 치료적 처치가 꼭 필요하다고 진단된 환자

둘째, 호흡 운동 시 요통이 증가하여 호흡 운동이 어려운 환자

셋째, 호흡 운동을 스스로 실시할 수 없다고 판단되는 환자

위와 같은 기준을 통해 모집한 대상자를 선정하여 연구의 목적 등을 충분히 설명한 뒤, 실험군과 대조군을 통계 프로그램 'R'을 이용하여 무작위 방법으로 집단을 배정하여 연구를 실시하였다.

두 집단의 일반적 특성은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않아 동질성이 확보되었다(Table 1).

2. 중재방법

대상자들은 총 8주간 매일 10분씩 호흡 운동을 실시하였다[14]. 실험군은 크로커다일 호흡 운동을 실시하였으며, 대조군은 가슴 호흡 운동을 실시하였다. 대조군의 가슴 호흡 운동의 가슴우리 부위의 확장이 일어날 수 있는 운동을 통해 실시하였다[15].

크로커다일 호흡 운동과 가슴 호흡 운동 방법은 다음과 같다.

1) 크로커다일 호흡 운동

실험군 대상자들은 크로커다일 호흡 운동을 실시하였다. 크로커다일 호흡 운동의 방법은 다음과 같다[11].

첫째, 엎드린 자세에서 이마를 손으로 받쳐 자연스럽게 엎드린 자세를 취한다.

둘째, 코로 통해 숨을 들이마시며, 배 부위를 부풀게 하여 숨을 들이마신다. 이 때 환자는 복부의 팽창에



Fig. 1. Crocodile breathing exercise

중점을 두어 배를 바닥에 밀어낸다는 생각으로 호흡을 진행한다.

셋째, 충분히 들이마신 후, 천천히 입을 통해 숨을 내쉴다. 이 때 환자의 복부에서 공기가 나가는 것을 느끼며 호흡한다(Fig. 1).

2) 가슴 호흡 운동

대조군 대상자들은 가슴호흡 운동을 실시하였다. 가슴 호흡 운동의 방법은 다음과 같다[6].

첫째, 환자는 편안하게 앉은 자세를 유지한다.

둘째, 양손으로 하부 가슴우리 부위(8~11번째 갈비뼈)를 감싸듯 위치한다.

셋째, 환자는 가슴이 확장될 수 있게 숨을 코로 충분히 들이마신 후, 천천히 입을 통해 숨을 내쉴다. 이 때 환자의 가슴에서 공기가 나가는 것을 느끼며 호흡한다(Fig. 2).

위 두 가지 호흡 운동을 환자 스스로 가정에서 실시

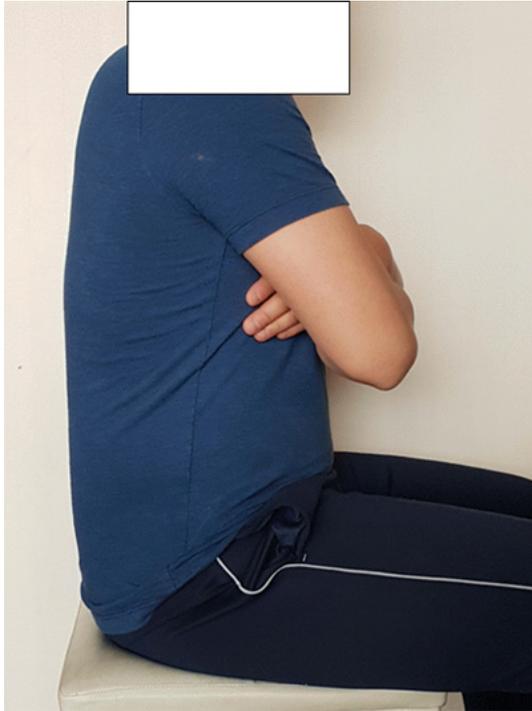


Fig. 2. Chest expansion breathing exercise

하기 전 치료사가 환자에게 호흡 운동을 교육하며, 스스로 크로커다일 호흡 운동과 가슴 호흡 운동을 정확하게 실시할 수 있는지 확인하고 환자에게 호흡 운동을 진행하였다. 또한 정확한 호흡 운동에 대한 확인을 위해 매주 1회씩 치료사가 환자의 호흡 운동을 확인하였다. 연구를 진행하는 과정에서 실험군과 대조군에 참여한 환자 중 실험군 1명(호흡 운동 불성실)과 대조군 2명(자진포기 1명, 호흡 운동 불성실 1명)이 중도 탈락하여 최종적으로 실험군 19명, 대조군 18명을 대상으로 결과를 취득하였다.

3. 측정방법

1) 통증

요통에 대한 통증을 측정하기 위해 시각통증척도(VAS: visual analog scale)를 사용하였다. 시각통증척도는 통증의 정도를 측정하는 도구로써 환자의 통증 정도를 10 cm 길이의 선에 한쪽 끝은 ‘통증 없음’, 다른

한쪽 끝은 ‘가장 심한 통증’으로 표시하고 환자에게 통증의 위치를 선 위에 기입하는 방법이다. VAS는 요통 환자에 대한 통증을 측정하는 도구로써 선행 연구에서 신뢰도를 확보하였다[16].

2) 근긴장도 및 근경직도

근긴장도와 근 경직도를 측정하기 위해 본 연구에서는 Myoton PRO (Myoton AS, Estonia)장비를 사용하였다. 이 장비는 근긴장도 및 근경직도 측정에 높은 신뢰도를 가지고 있는 장비이다[17]. 근긴장도와 근경직도를 측정할 부위는 총 2부위로써 허리 부위의 척추세움근과 등 부위의 척추세움근 두 군데를 측정하였다. 측정의 환자가 편안하게 엎드린 자세에서 약 1분간 휴식을 취한 후 측정하였다. Myoton PRO 장비의 도자가 5번 동안 피부를 두드리게 되면 자동으로 측정되며, 이를 통해 근긴장도와 근경직도를 측정할 있다. 근긴장도는 주파수의 수치로써 Hz의 단위로 나타나며, 근경직도는 N/m의 단위로 측정된다. 허리 부위와 등 부위의 측정 위치는 각각 1번 허리뼈 가시돌기 우측 30 mm 옆과, 10번 등뼈 가시돌기 우측 30 mm 옆 부위에서 측정하였다[17-19]. 측정 시 오차를 줄이기 위해 3번을 측정한 뒤 측정값들의 평균값을 사용하였다.

4. 분석방법

연구 결과를 분석을 위해 통계 프로그램은 SPSS 23.0 for windows를 사용하였고, 두 집단의 대상자들의 일반적 특성은 독립검정을 통해 두 집단간의 동질성을 확인하였다. 각 집단 별 중재에 따른 효과를 알아보기 위해 대응검정을 실시하였다. 또한 집단 간 차이를 알아보기 위하여 각 집단의 전후 값을 뺀 차이 값을 독립검정 방법으로 집단 간 비교하였다. 유의수준은 .05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 집단 별 중재에 따른 비교

크로커다일 호흡 운동 중재에 따른 변화에서 통증과 허리부위 근긴장도와 근경직도, 등 부위 근긴장도와 근경직도 모두에서 통계적으로 유의한 감소를 나타내

Table 2. Comparison of Pain, Muscle Tone, and Muscle Stiffness within the Groups

Group		Mean±SD		t	p
		Pre	Post		
EG	Pain (scores)	5.526±1.389	3.473±1.172	9.818	.000*
	LMT (Hz)	15.695±2.425	14.321±2.079	4.604	.000*
	LMS (N/m)	309.631±74.823	286.263±3 80.50	2.228	.039*
	TMT (Hz)	19.705±3.267	17.984±2.532	4.536	.000*
	TMS (N/m)	388.000±94.056	350.000±77.101	3.283	.004*
CG	Pain (scores)	5.667±1.137	3.611±1.460	6.265	.000*
	LMT (Hz)	15.016±2.687	14.694±2.625	1.878	.078
	LMS (N/m)	283.388±95.625	269.611±86.959	1.349	.195
	TMT (Hz)	18.583±2.307	17.272±2.225	3.888	.001*
	TMS (N/m)	369.833±65.172	332.000±69.916	3.769	.002*

*p<.05

EG: crocodile breathing exercise group, CG; thorax breathing exercise group

LMT: lumbar muscle tone, LMS: lumbar muscle stiffness, TMT: thorax muscle tone

TMS: thorax muscle stiffness

었다(p<.05) (Table 2).

가슴 호흡 운동 중재에 따른 변화는 통증과 등 부위 근긴장도와 근경직도에서 통계적으로 유의한 감소를 나타내었다(p<.05). 하지만 허리 부위의 근긴장도와 근경직도는 평균값의 변화는 있었지만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>.05) (Table 2).

2. 중재 전후 값 차이에 따른 집단 간 비교

집단에 따른 변화 값을 알아보기 위해 중재 전과 후의 값 차이를 집단 간 비교하였을 때 실험군과 대조군에서 허리 부위 근긴장도의 경우 통계적으로 중재에 따른 변화 값에서 두 집단간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 하지만 허리 부위 근긴장도를 제외한 통증, 허리 부위 근경직도, 등 부위 근긴장도와 근경직도에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>.05) (Table 3).

IV. 고 찰

본 연구는 요통의 있는 환자에게 배 호흡의 한 종류인 크로커다일 호흡 운동을 적용하였을 때 통증과 근긴

장도 및 근경직도에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 실시한 연구로써, 본 연구에서 적용한 중재방법인 크로커다일 호흡 운동은 객관적인 선행연구가 부족하기에 객관적 연구결과를 제공하여 중재 방법으로써의 효과를 알아보기 위해 실시하였다.

본 연구 결과 크로커다일 호흡 운동과 가슴 호흡 운동 모두에서 통증의 감소를 나타내었다. 선행연구에서 가슴 호흡 운동과 들숨강화 호흡 운동을 실시하였을 때 두 집단 모두에서 통증을 나타내는 VAS의 수치가 통계적으로 유의한 감소가 나타났다고 보고하여 호흡 운동에 따른 요통의 감소를 보고 하였다[15].

본 연구에서 중재 방법으로 적용한 크로커다일 호흡과 배 호흡이라는 호흡 원리는 같지만 다른 방법으로 실시한 배 호흡 운동에서도 통증의 감소를 보고하였다[21]. 이 연구에서 실시한 배 호흡 운동 방법은 발기기 자세, 앉은 자세, 서기 자세, 바로 누운 자세, 옆드린 자세 등 많은 자세에서 실시로 환자가 스스로 실행하는 것에 본 연구에 비해 어려움이 있는 운동방법이라고 할 있다.

이와 같이 호흡 운동은 통증을 관리할 수 있는 효과적인 중재 방법으로 사용되었고, 본 연구에서도 통증을

Table 3. Comparison of Delta (pre-post) Values Between the Groups

group	Mean±SD		t	p
	EG	CG		
Pain	-2.052±.911	-2.055±1.392	.008	.994
LMT (Hz)	-1.374±1.301	-.322±.728	-3.011	.005*
LMS (N/m)	-23.368±45.710	-13.777±43.346	-.654	.517
TMT (Hz)	-1.721±1.653	-1.311±1.430	-.804	.427
TMS (N/m)	-38.000±50.456	-37.833±42.587	-.011	.991

*p<.05

EG: crocodile breathing exercise group, CG; thorax breathing exercise group

LMT: lumbar muscle tone, LMS: lumbar muscle stiffness, TMT: thorax muscle tone

TMS: thorax muscle stiffness

나타내는 VAS를 측정된 결과 이전 연구와 같이 호흡 운동에 따른 통증 감소가 나타났다.

통증이 있는 환자의 경우 통증이 없는 사람에 비해 근긴장도와 근경직도가 더 높다고 보고되고 있다[22]. 본 연구의 대상자가 되는 요통 환자의 경우 통증으로 인해 허리를 포함한 등 부위의 근긴장도 뿐 아니라 근활성도 역시 높게 나타나는 특징이 있다[18,20]. 본 연구에서는 근긴장도와 근경직도를 측정하였으며, 선행 연구에서 언급한 부분을 참고하여 허리 부위만을 측정하지 않거나 허리 위쪽인 등 부위의 근긴장도와 근경직도를 측정하였다. 중재에 따른 결과에서 크로커다일 호흡 운동군에서는 근긴장도와 근경직도는 허리부위와 등 부위 모두에서 통계적으로 유의한 감소를 나타내었다. 가슴 호흡 운동의 경우 등 부위의 근긴장도 및 근경직도는 통계적으로 유의한 감소를 나타내었지만 허리 부위의 근긴장도와 근경직도 감소는 유의한 감소를 나타내지 않았다. 이렇게 통증에 대한 차이는 나타나지 않았지만 부위에 따른 근긴장도와 근경직도의 차이가 나타난 것은 호흡 방법에 따른 차이가 있기 때문이라 사료된다. 크로커다일 호흡 운동은 엎드린 자세에서 배를 앞으로 미는 움직임 주된 동작으로, 허리 부위를 중심으로 등 부위의 확장도 일부 일어나는 호흡이며, 가슴 호흡 운동은 허리 부위가 아닌 가슴 우리의 확장이 주된 움직임이다[6,11]. 이러한 이유로 인해 중재에 따른 결과 값의 차이가 나타난 것으로 사료된다.

본 연구에서는 집단 간 측정값들을 비교하기 위해

중재 전에서 중재 후 값을 뺀 차이값을 비교하였다. 중재 전, 후 차이 값을 비교한 것은 통계적 방법을 통해 두 집단간의 중재에 따른 효과가 있는지 비교하기 위해서이다. 그 결과 허리 부위 근긴장도가 중재 방법에 따른 집단 간 차이가 통계적으로 유의하게 나타났으며, 다른 측정값들은 차이를 나타내지 않았다. 허리 부위 근경직도가 집단 간 차이가 나타나지 않은 것은 측정값들의 범위가 커 평균의 차이는 나타났지만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

이러한 결과들을 통해 다음과 같은 내용을 알 수 있다. 가슴 호흡 운동은 비특이성 요통 환자들에게 통증과 등 부위 척추세움근의 근긴장도와 근경직도에 긍정적 효과를 나타낸다. 하지만 크로커다일 호흡 운동은 가슴 호흡 운동에 비해 몸통 근육 특히 허리 부위의 근육의 근긴장도에 매우 효과적이라고 할 수 있다. 따라서 크로커다일 호흡 운동은 비특이성 요통 환자에게 통증과 척추세움근의 근긴장도와 근경직도에 효과적인 호흡 운동이라고 할 수 있을 것이다.

하지만 본 연구에서 생각하여야 할 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 연구 대상자가 노인을 제외한 성인이지만 나이대별로 구별하여 연구하지 못하였다. 둘째, 본 연구에서는 요통에 대한 전반적 적용을 위해 비특이성 요통 대상으로 하였으나, 대상자들의 요통 원인을 더 구체적으로 제한한다면 좋을 것으로 사료된다. 셋째, 본 연구에서는 몸통 근육의 근긴장도와 근경직도를 측정하기 위해 척추세움근을 측정하였지만, 더욱 다양한 몸통 근육

들을 측정한다면 좋을 것이다. 이러한 제한점들을 고려하여 앞으로, 대상자들의 연령대와 요통의 원인에 대한 부분을 더 세분화하고 더 많은 근육들에 대한 결과를 측정할 수 있다면 더욱 객관적인 호흡 운동 방법으로 크로커다일 호흡 운동이 제시될 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구는 요통이 있는 환자를 대상으로 크로커다일 호흡 운동을 매일 10분, 총 8주간 적용하여 통증과 근긴장도 및 근경직도의 변화를 알아보고자 실시하였다. 중재에 따른 결과에서 크로커다일 호흡 운동은 통증과 함께 근긴장도, 근경직도에서 통계학적 유의한 감소를 나타내었다. 본 연구는 크로커다일 호흡 운동에 대한 객관적인 연구결과로써 환자 스스로 피드백을 받기 쉬운 배 호흡 운동인 크로커다일 호흡 운동을 적용한다면 요통 환자에게 좋은 호흡 운동 프로그램으로 적용될 수 있을 것이다. 이는 요통 환자들이 더 쉽게 배 호흡 운동방법을 접근하며 통증관리를 통해 삶의 질을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

Acknowledgements

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 18-220-018).

Reference

- [1] Shim JH. The effects of a corrective exercise program on vital capacity and rib mobility in patients with idiopathic scoliosis. Master's Degree. Community Sports Science Korean National University. 2000.
- [2] Reid WD, Geddes EL, Brooks D, et al. Inspiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *Physiotherapy Canada*. 2004;56(3):128-42.
- [3] Holland AE, Hill CJ, Jones AY, et al. Breathing exercises for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2010;10.
- [4] Mehling WE. The experience of breath as a therapeutic intervention-psychosomatic forms of breath therapy. A descriptive study about the actual situation of breath therapy in Germany, its relation to medicine, and its application in patients with back pain. *Complementary Med Res*. 2001;8(6):359-67.
- [5] Frownfelter D, Dean E. *Cardiovascular and pulmonary physical therapy: evidence to practice*. New York Elsevier Health Sciences. 2014.
- [6] Pryor JA, Prasad AS. *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems: adults and paediatrics*. New York. Elsevier Health Sciences. 2008.
- [7] Ha NR, Shin HM, Kim MC, et al. Effects of Abdominal Breathing and Thoracic Expansion Exercises on Head Position and Shoulder Posture in Patients with Rotator Cuff Injury. *Korean Society of Physical Medicine*. 2016;11(4):1-9.
- [8] 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.
- [9] Ki C, Heo M. Effects of feedback forced breathing exercise on the weight lifting and thoracic stabilization of chronic low back pain patients. *J Korea Entertain Ind Assoc*. 2014;8(3):441-9.
- [10] Cancellero-Gaiad KM, Ike D, Pantoni CB, et al. Respiratory pattern of diaphragmatic breathing and pilates breathing in COPD subjects. *Braz J Phys Ther*. 2014; 18(4):291-9.
- [11] Reider B, Davies G, Provencher MT. *Orthopaedic rehabilitation of the athlete: Getting back in the game*. New York. Elsevier Health Sciences. 2014.
- [12] Hashemi M, Poorfarokh M, Mohajerani SA, et al. Injection of intradiscal o2-o3 to reduce pain and disability of patients with low back pain due to prolapsed lumbar disk. *Anesth Pain Med*. 2014;4(5):e19206.
- [13] Son HH. The effects of stabilization exercise with abdominal breath on balance and Oswestry disability index

- for low back pain patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2015;10(1):107-13.
- [14] Seo YG, Jung MS, Lee JH, et al. The Effect of Diaphragmatic Breathing Exercise on Back Pain of an Elementary Schoolchild. *Journal of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association.* 2012;12(3):39-44.
- [15] Doo HJ. The effect of inspiratory muscle strength exercise on low back pain and respiratory function. Master's Degree. Kwangju Women's University. 2017.
- [16] Ogon M, Krismer M, Söllner W, et al. Chronic low back pain measurement with visual analogue scales in different settings. *Pain.* 1996;64(3):425-8.
- [17] Chuang LL, Wu CY, Lin KC. Reliability, validity, and responsiveness of myotonometric measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(3):532-40.
- [18] Dolan P, Adams MA. The relationship between EMG activity and extensor moment generation in the erector spinae muscles during bending and lifting activities. *J Biomech.* 1993;26(4-5):513-22.
- [19] Kim JJ. An analysis on muscle tone and stiffness during sling exercise on static prone position. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(12):3440-3.
- [20] Lima M, Ferreira AS, Reis FJ, et al. Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. *Gait Posture.* 2018;61:250-6.
- [21] Kim K, Park RJ, Bae SS. Effect of diaphragmatic breathing exercise on activation of trunk muscle of patients with low back pain. *J Korean Soc Phys Ther.* 2005;17(3):311-27.
- [22] Latimer J, Lee M, Adams R, et al. An investigation of the relationship between low back pain and lumbar posteroanterior stiffness. *J Manipulative Physiol Ther.* 1996;19(9):587-91.