

## 만성 뇌졸중 환자에게 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 이용한 운동이 호흡기능에 미치는 영향

권교임 · 조용호<sup>1†</sup>

구미갑을병원 물리치료실, <sup>1</sup>대구한의대학교 물리치료학과

### Effects of Exercise using PNF Chopping and Lifting Pattern on the Respiratory Function of Chronic Stroke Patients

Gyo-Im Kwon, PT, MSc · Yong-Ho Cho, PT, PhD<sup>1†</sup>

Department of Physical Therapy, Kabulgumi Hospital

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Daegu Haany University

Received: August 3, 2021 / Revised: August 13, 2021 / Accepted: September 22, 2021

© 2021 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** This study examined the changes in the respiratory function when PNF chopping and lifting patterns were used in chronic stroke patients

**METHOD:** The subjects were 30 patients diagnosed with chronic stroke. The respiratory function (FVC, FEV<sub>1</sub>, and FEV<sub>1</sub>/FVC) were measured by spirometry. Thirty subjects were divided randomly into an experimental group to which 15 PNF chopping and lifting were applied and a control group to which chest breathing exercise was performed. The intervention was conducted three times a week for six 6 weeks. To examine the effects of intervention, the pre- and

post-intervention values for each group were compared using a paired t-test. An independent t-test was used to compare the differences in the values of changes pre- and post-intervention in the two groups. Statistical significance was set to .05.

**RESULTS:** Statistically significant differences in FVC and FEV<sub>1</sub> were observed in both the experimental group and control group according to the intervention ( $p < .05$ ). A statistically significant difference was found in FVC and FEV<sub>1</sub> compared to values of changes pre- and post-intervention between the experimental and control groups. There was no difference in FEV<sub>1</sub>/FVC.

**CONCLUSION:** The results suggest that PNF chopping and lifting can be applied as an excellent respiratory intervention program compared to general chest breathing exercises to improve respiratory function in stroke patients.

**Key Words:** Chopping, Lifting, PNF, Respiratory function, Stroke

본 논문은 권교임(2020)의 석사 학위 논문의 부분 축약본임.

†Corresponding Author : Yong-Ho Cho

ptyongho@daum.net, <http://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

뇌졸중은 뇌에 정상적인 혈액공급이 되지 않거나, 뇌혈관 중 국소부위에 출혈이나 혈관폐쇄로 인해 신체의 마비가 나타나는 중추신경계성 질환이다[1]. 뇌졸중 환자는 보통 한쪽 뇌 손상으로 손상 받은 뇌의 반대쪽 신체 근 긴장도 변화와 비정상적 움직임 패턴으로 인해 비대칭적인 자세를 갖게 되며, 이로 인해 일상 생활에서 기능적 동작 및 활동에 많은 불편함과 어려움이 있다[2].

뇌졸중의 주증상은 근육의 약해짐과 강직으로 마비된 쪽의 신체 기능의 저하, 호흡 근육의 긴장성 패턴 변화가 나타나 호흡 기능의 약화가 나타난다[3]. 뇌졸중 환자의 경우 마비 쪽 가슴벽의 활동이 감소하여, 호흡을 위한 허파와 가슴 우리의 팽창을 충분히 시키기 어려울 수 있고, 심한 경우 가로막 등의 호흡 근육의 마비가 발생할 수 있다[4]. 만성 뇌졸중 환자는 가로막을 포함한 호흡 근육의 충분한 움직임이 일어나지 못하여 허파와 가슴 우리를 충분히 팽창하지 못한다. 이로 인해 피로감을 쉽게 느끼며, 일상생활의 활동 제한 등 기능에 문제를 나타낼 수 있다. 이는 호흡기능의 문제로 인해 나타나는 것이다[5]. 뇌졸중 환자의 호흡 기능은 정상인에 비해 매우 약하며, 이러한 호흡 기능 약화는 보행능력 감소를 초래하여 일상생활에 많은 문제를 일으켜 지역 사회에 대한 참여 등 여러 문제들이 나타날 수 있다[6]. 따라서 이러한 호흡 기능은 뇌졸중 환자에게 일상생활을 함에 있어 매우 중요하다. 중추신경계 질환인 뇌졸중 환자들은 운동 기능의 손상으로 다양한 합병증이 유발된다[7]. 몸통 근력의 약화는 몸통에 대한 조절이 어렵게 만들고, 몸통 조절의 어려움은 날숨 시 어려움을 나타낼 수 있다[8].

호흡재활 프로그램과 관련된 만성 뇌졸중 환자에게 허파 기능에 대한 메타분석에서는 긍정적인 연구결과가 보고되었다[9]. 팔 저항 운동은 날숨과 들숨근육의 근력을 증가시키기에 효과적이며, 이러한 호흡근의 근력 증가는 건강한 운동선수뿐만 아니라 심장 및 폐질환을 가진 환자에게도 신체 능력 향상에 도움을 줄 수 있다[10,11]. 배가로근과 가로막 근육은 호흡에 관여하는 근육으로 두 근육의 조화는 호흡과 자세유지에 중요

한 역할을 한다. 최대날숨압은 몸통 손상 정도와 상관성이 있으며, 호흡 기능과 근력 증진은 몸통 조절 능력을 활성화시키고, 일상생활 동작에도 긍정적인 영향을 미친다[12].

고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation; PNF)은 중추신경계 환자에게 사용하는 있는 치료방법으로 기능적 활동, 근력 향상에 효과적인 방법이다[13]. PNF 팔 패턴 동작 시 근전도 분석결과 보조 호흡 근육인 큰가슴근과 앞톱니근의 근육이 활성화되고, 이는 PNF 팔 패턴이 호흡근 활동 증가에 영향을 미칠 수 있다[14]. PNF 내려치기 패턴(chopping)을 이용한 등장성 혼합기법(combination of isotonic) 테크닉 적용은 신경근 조절, 몸통 안정성, 고유수용성 감각 능력 증진에 효과적이다[13]. PNF 등장성 혼합기법은 주동근을 이완 없이 동심성/편심성 수축을 시키는 테크닉으로, 근력강화와 연부조직 신장에 효과가 있고, 뇌졸중 환자에게 chopping과 lifting을 적용하였을 때 하부체간의 심층근육이 강화된다[15]. PNF적용이 호흡근에는 이렇게 긍정적인 영향을 미치지만, 폐활량 등을 포함한 호흡 기능에 대한 연구는 많지 않다. 특히 PNF 기법 중 내려치기와 들어올리기 패턴의 접목이 직접적인 호흡 기능 변화에 미치는 영향에 대한 연구는 없다.

이에 본 연구는 만성 뇌졸중 환자에게 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 같이 적용하였을 때 호흡 기능에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 G시에 위치한 Y병원에 입원한 환자를 대상으로 하였으며, 대상자들은 컴퓨터 단층촬영(CT) 또는 자기공명영상(MRI) 검사를 통해 전문의에 의해 뇌졸중 진단받은 환자 30명을 대상으로 하였다. 환자와 보호자에게 본 연구의 목적과 과정을 충분히 설명하고, 환자와 보호자의 동의를 받은 사람들로 선정하였다. 대상자 선정에 앞서 선정기준은 아래와 같다.

- 1) 전문의에 의해 뇌졸중으로 진단 받은지 6개월 이상 된 편마비 환자

- 2) 의사소통이 가능하며, 설명한 내용을 이해하고 이를 수행하고 있는 한국형 간이정신상태 검사 (mini mental state examination Korean version, MMSE-K) 점수 24점 이상인 환자
- 3) 허파의 기능제한이 없으며 불안정한 심혈관 상태를 가지고 있지 않는 환자
- 4) 마비측 팔 몸쪽/먼쪽 부분 브룬스트룸 3단계 이상이며, 근긴장도를 위한 수정된 에스워스 척도 (modified ashworth scale, MAS)가 3 이하인 환자를 대상으로 하였다.

선정된 대상자들은 무작위 추출방법을 통해 실험군과 대조군 두 집단 각각 15명씩 나뉘었으며, 대상자들의 일반적 특성과 유병기간, 브룬스트룸, MAS에 대한 비교에서 실험군과 대조군의 통계적 차이는 없어 동질성이 확보되었다.

## 2. 중재방법

총 6주의 중재기간을 주 3회 적용하여 실시하였다.

1) PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 이용한 운동  
실험군에는 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 적용하였다. 내려치기 적용은 환자 마비측 폼-벌림-안쪽돌림(extension-abduction-internal rotation) 패턴을 사용하였고, 비마비측은 마비측의 손목을 잡고 폼-모음-안쪽돌림(extension-adduction-internal rotation) 패턴을 적용하였다. 목은 마비측으로 굽힘 패턴을 실시하였다. 시작 자세는 마비측 팔이 어깨관절 굽힘-모음-가쪽돌림 된 상태로, 비마비측 팔은 어깨관절 굽힘-벌림-가쪽돌림의 수정된 자세로, 마비측 손목을 잡은 상태이다. 들어올리기 적용은 환자 마비측 굽힘-벌림-가쪽돌림 패턴을 사용하였고, 비마비측은 마비측 손목을 잡고 굽힘-모음-가쪽돌림 패턴을 적용하였다. 시작자세는 마비측 팔이 어깨관절 폼-모음-안쪽돌림 된 상태로, 비마비측 팔은 어깨관절 폼-벌림-안쪽돌림의 수정된 자세로, 마비측 손목을 잡은 상태이다. 환자 머리와 목은 마비측 쪽 굽힘 움직임, 위 몸통은 마비측으로 굽힘-돌림-가쪽굽힘을 적용하였다. 환자 시선은 손을 응시할

수 있도록 지시하였다[16]. 몸통 굽힘 시 숨을 내쉬며 실시할 수 있게 하였다[17].

움직임의 끝 범위에서 등장성 혼합 기술 5회 반복한 후, 반대방향의 힘으로 5초간 치료사가 환자가 이길 수 있는 크기로 저항을 적용하였다. 1세트는 10회 반복으로 실시하였고, 총 10세트를 적용하였으며, 1세트는 1분안에 실시하였다. 세트 간 휴식시간은 환자 피로도에 따라 1-3분으로 하였다[13]. 내려치기와 들어올리기는 각 10세트로 하여 실시하였다.

## 2) 가슴 호흡 운동

대조군에는 가슴 호흡 운동을 적용하였다. 환자에게 치료사가 가슴 호흡 운동에 관해 교육 후 반복 동작을 환자 스스로 할 수 있도록 하였다. 가슴 호흡 운동은 편안하게 누운 자세에서 양손을 아래 가슴 우리 부위인 8-11번째 갈비뼈를 감싸듯이 얽은 후 코로 숨을 충분히 들이마시게 하였다. 이 동작에서 가슴이 확장될 수 있도록 하였다. 그 후 입으로 천천히 숨을 내쉬도록 하였다. 환자는 이 때 공기가 가슴에서 빠져나가는 것을 느끼며 호흡을 할 수 있도록 하였다[18]. 1세트 10회 반복으로 하였고, 1세트는 1분안에 실시하였고, 총 30분간 적용하였다. 세트간 휴식시간은 PNF 적용군과 같이 환자 피로도에 따라 1-3분으로 하였다.

## 3. 측정방법

호흡기능은 폐활량을 측정하였고, Spirometry(Pony FX, Cosmed, Rome, Italy)를 이용하였다. 측정 전 환자에게 설명과 함께 시범을 보였으며, 정확한 측정을 할 수 있도록 사전 연습을 실시하였다. 측정 시 자세는 환자는 앉은 자세에서 정면을 바라보고 코마개를 착용하고 준비하였다. 편하게 호흡 3-4회 실시한 후 치료사의 시작 신호와 함께 최대한 많이 숨을 들이마신 후 가장 빠르게 숨을 내쉬도록 한 후 다시 최대한 빠르게 숨을 들이마시도록 하였다. 측정은 3회 측정하여 평균값을 이용하였다[19,20].

검사인자는 제한성 환기 장애를 판단하기 위해 노력성 폐활량(FVC; forced vital capacity), 폐쇄성 환기 장애 정도를 판단하기 위해 1초노력 날숨량(FEV<sub>1</sub>; forced

Table 1. General Characteristics of Subjects

Variable	Mean ± SD		t	p
	Experimental group	Control group		
Age (year)	77.06 ± 7.97	76.26 ± 9.42	.25	.804
Height (cm)	156.93 ± 5.33	156.93 ± 6.16	.00	1.000
Weight (kg)	55.80 ± 8.32	57.06 ± 10.31	-.37	.714

Table 2. Comparison of FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC Within the Groups

Group		Mean ± SD		t	p
		Pre	Post		
EG	FVC (L)	1.56 ± .55	1.94 ± .56	-8.23	.000***
	FEV <sub>1</sub> (L)	1.23 ± .35	1.57 ± .36	-7.58	.000***
	FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	80.78 ± 11.37	82.67 ± 11.16	-.75	.462
CG	FVC (L)	1.78 ± .43	1.86 ± .43	-2.20	.045*
	FEV <sub>1</sub> (L)	1.39 ± .30	1.52 ± .32	-4.29	.001**
	FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	78.85 ± 10.23	82.07 ± 8.04	-1.68	.115

\*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001

EG: PNF chopping/lifting pattern group, CG: thorax breathing exercise group

expiratory volume at 1 second), 폐쇄성 환기 장애 유무를 판단하기 위해 1초 노력날숨량/노력성 폐활량 비율 (FEV<sub>1</sub>/FVC)이다.

#### 4. 분석방법

수집한 자료 분석을 위해 SPSS ver. 25.0를 이용하였다. 두 집단간 일반적 특성 및 중재 전 동질성을 확인하기 위해 독립표본 t-검정을 이용하였고, 집단 내 중재 전/후 값의 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 이용하였다. 또한, 중재 방법에 따른 집단 간 차이를 비교하기 위하여 독립표본 t-검정을 사용하였다. 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 하였다.

### III. 연구 결과

중재 전 집단별 비교에서 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않아 동질성이 확보되었다.

#### 1. 집단 별 중재에 따른 비교

중재에 따른 집단 별 변화에서 실험군과 대조군 모두에서 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC 모두 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p < .05)(Table 2).

#### 2. 중재 전후 값 차이에 따른 집단 간 비교

실험군과 대조군의 중재 전후 변화값에 대한 비교에서 FVC, FEV<sub>1</sub>에서 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p < .05), FEV<sub>1</sub>/FVC에서는 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

### IV. 고찰

본 연구는 뇌졸중 환자의 경우 한쪽 마비로 비대칭성이 나타나는 부분을 보완하여 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 이용하여 팔운동을 통해 호흡기능의 변화를 알아보기 위해 실시하였다. 내려치기와 들어올리기의 효과를 객관적으로 비교하기 위해 일반적으로 많이 사용하는 가슴호흡운동과 비교하여 호흡능력을 나타

Table 3. Comparison of the Post-pre Value of FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC between the Groups

	Mean ± SD		t	p
	EG	CG		
FVC (L)	.38 ± .18	.07 ± .13	5.27	.000***
FEV <sub>1</sub> (L)	.34 ± .17	.13 ± .11	3.86	.001**
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	1.89 ± 9.71	3.21 ± 7.40	-.41	.679

\*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001

EG: PNF chopping/lifting pattern group, CG: thorax breathing exercise group

낼 수 있는 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC를 비교하였다.

PNF는 팔을 이용한 대각선 패턴은 몸통 근육의 안정성에 도움을 주고, 내려치기의 경우 배곧은근, 배속빗근, 배마깁빗근 등 몸통 근육의 활동을 촉진시키는데 효과적인 방법이다[13].

본 연구의 결과 실험군과 대조군 모두에서 FVC, FEV<sub>1</sub>는 통계적으로 유의하게 증가하였다. 이는 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴, 가슴 호흡 운동 모두 호흡 기능의 향상에 도움이 된다는 것을 나타내고 있다. 하지만 중재에 따른 변화량을 집단간 비교하였을 때는 결과에 대한 해석이 다르게 나타날 수 있다. FEV<sub>1</sub>/FVC는 두 집단 모두 차이를 나타내었으나, 통계적 차이는 나타나지 않았다.

실험군인 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 적용한 집단은 비교집단인 가슴 호흡 운동 집단에 비해 FVC, FEV<sub>1</sub> 더 큰 향상을 나타내었다. 통계적인 차이에서는 FVC, FEV<sub>1</sub>의 경우 두 집단간 비교에서 유의한 차이가 나타났고, FEV<sub>1</sub>/FVC는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 가슴 호흡 운동에 비해 몸통의 집단 큰 움직임 운동이 호흡과 관련된 기능 강화에 더욱 효과가 있음을 나타낸다.

호흡 근력과 가슴 움직임은 허파의 용량과 연관성이 있으며, 가슴의 움직임이 클수록 최대폐용압력이 커진다[21]. 본 연구에서 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 실시할 때 몸통의 움직임이 크게 작용하며 이로 인해 몸통의 운동과 함께 가슴 움직임 운동이 동시에 일어나 호흡기능이 향상된 것으로 사료된다. 이는 FVC, FEV<sub>1</sub> 유의한 증가를 나타냈으며, 허파의 용량이 커진 것으로 확인할 수 있다. 집단 간 비교에서 가슴 호흡 운동에

비해 PNF 허파 용량 관련 값들의 더 큰 증가를 통해 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴 적용이 더 큰 효과가 있음을 알 수 있다. 선행 연구에서 PNF 내려치기 패턴만을 실시하였을 때에도, 배곧은근과 배빗근의 활성도가 높아진다고 하였다[22]. 또한, 내려치기와 들어올리기 패턴의 적용은 만성 요통 환자의 통증과 균형, 안정성에도 긍정적 영향을 준 연구 결과가 있었다[23]. 본 연구결과는 이러한 몸통 근력 및 안정성 증가에 대한 부분에서 더 나아가 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴이 뇌졸중 환자의 호흡 기능 향상을 위한 운동 프로그램에 중재 방법으로 적용될 수 있음을 밝혔다고 할 수 있다. 본 연구의 제한점으로는 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 이용한 훈련은 저항운동으로 작용할 수 있지만, 가슴호흡훈련은 저항운동으로 적용하기 어렵다는 점에서 추후 단순 팔의 단순 저항운동과 비교하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 적용한 중재 방법으로 뇌졸중 환자에게 6주간 실시하였을 때 호흡 기능의 변화를 알아보기 위해 실시하였다. 그 결과 PNF 내려치기와 들어올리기 패턴을 적용한 집단과 가슴 호흡 운동을 적용한 집단 모두에서 호흡 기능 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC 모두 중재 후 유의한 증가를 나타내었다. 두 중재 방법 모두 호흡 기능 향상을 위해 좋은 방법으로 적용할 수 있다. 하지만, 집단 간 비교에서 PNF를 적용한 집단에서 FVC, FEV<sub>1</sub>이 더 향상된 결과를 나타내었다. 이를 통해 PNF 내려치기와 들어올

리기 패턴은 호흡 기능 향상을 위해 일반적인 호흡기능 향상을 위한 가슴 호흡 운동에 비해 훨씬 효과적이라는 것을 알 수 있다.

본 연구결과를 통해 뇌졸중 환자에게 호흡 기능 향상을 위해서는 일반적인 가슴 호흡 운동에 비해 PNF 내러치기와 들어올리기 패턴 적용은 매우 좋은 호흡 증대 프로그램으로 적용할 수 있을 것으로 사료된다.

### Reference

- [1] Forster A, Szabo K, Hennerici MG. Mechanisms of Disease: pathophysiological concepts of stroke in hemodynamic risk zones do hypoperfusion and embolism interact?. *Nat Clin Pract Neurol*. 2008;4(4):216-25.
- [2] Kim JH. A Study on the Correlation between Static, Dynamic Standing Balance Symmetry and Walking Function in Stroke. *J Korean Soc Phys Ther*. 2012; 24(2):73-81.
- [3] Lanini, B, Bianchi R, Romagnoli I, et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168(1):109-13.
- [4] Kim CB, Choi JD. Comparison of Pulmonary and Gait Function in Subacute or Chronic Stroke Patients and Healthy Subjects. *J Korean Soc Phys Ther*. 2011;23(5): 23-8.
- [5] Kim YH. The Effect of Pulmonary Function with Thoracic Mobility Exercise and Deep Breathing Exercise in Stroke Patients. *Kor Acad Orthop Man Phys Ther*. 2015;21(1): 13-20.
- [6] De Menezes KKP, Nascimento LR, Polese JC, et al. Effect of high-intensity home-based respiratory muscle training on strength of respiratory muscles following a stroke: a protocol for a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2017;21(5):372-7.
- [7] Lee BK. Resistive breathing exercise using transverse abdominis strengthening and P.N.F affects pulmonary functions and static sitting posture of adult stroke patient: a case report. *PNF and Mov*. 2010;8(3):49-54.
- [8] Elshinnawy AM, Khalil NH. Trunk control in relation to ventilatory function in chronic hemorrhagic stroke patients. *Int J Ther Rehabil Res*. 2016;5(3):6-10.
- [9] Cho SH, Kim TG. Effect of Respiration Rehabilitation Program on Pulmonary Function in the Chronic Stroke Patients: Meta-Analysis. *J of RESKO*. 2018;12(4):300-13.
- [10] Kilding AE, Brown S, McConnell AK. Inspiratory muscle training improves 100 and 200 m swimming performance. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108(3):505-11.
- [11] Ramirez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Gu?ell R, et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: structural adaptation and physiologic outcomes. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166(11):1491-7.
- [12] McConnell A. *Respiratory Muscle Training E-Book: Theory and Practice*. Elsevier Health Sciences. 2013.
- [13] Kang TW, Kim BR. Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Chopping Pattern on Neglect, Balance, and Activity of Daily Living of Stroke Patients with Hemi-Spatial Neglect: A randomized clinical trial. *J Korean Soc Phys Med*. 2019;14(2):107-15.
- [14] Lee K, Park D, Lee G. Progressive respiratory muscle training for improving trunk stability in chronic stroke survivors: a pilot randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2019;28(5):1200-11.
- [15] Jeon YS, Lee SH, Goo BO. The effect of a balance on deep abdominal muscles in an acute hemiplegic patient through stabilizing reversal, chopping and lifting. *PNF and Movement*. 2009;7(4):37-43.
- [16] Adler SS, Beckers D, Buck M. *PNF in practice: an illustrated guide*. Springer Science & Business Media. 2007.
- [17] Park SJ. The effects of rib cage joint mobilization and threshold inspiratory muscle training applying respiratory function and respiratory activation of stroke patients. Master's Degree. Yong-in University Graduate School of Rehabilitation and Welfare. 2016.
- [18] Cho YH. Effects of Crocodile Breathing Exercise on

- Pain, Muscle Tone, and Muscle Stiffness in Patients with Non-specific Low Back Pain. *J Korean Soc Phys Med.* 2019;14(2):117-24.
- [19] Klusiewicz A, Borkowski L, Zdanowicz R, et al. The inspiratory muscle training in elite rowers. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008;48(3):279-84.
- [20] Jandt SR, da Sil Caballero RM, Junior LAF, et al. Correlation between trunk control, respiratory muscle strength and spirometry in patients with stroke: an observational study. *Physiother Res Int.* 2011;16(4): 218-24.
- [21] de Cordoba Lanza F, de Camargo AA, Archija LRF, et al. Chest wall mobility is related to respiratory muscle strength and lung volumes in healthy subjects. *Respir Care.* 2013;58(12):2107-12.
- [22] Ha MS. The effect of PNF chopping pattern training during Sit to Stand in hemiplegic patients. Master's Degree. Silla University Graduate School. 2015.
- [23] Jeon HJ, Lee MH. The Effects of PNF Technique Versus Trunk Exercise Program on the Pain, Disability, and Balance in Chronic LBP Patients. *Jour. Of KoCon.a.* 2009;9(12):665-73.