

호흡근 강화 훈련이 뇌졸중 환자의 호흡기능, 호흡근력과 기침능력에 미치는 영향

조명래 · 김난수[†] · 정주현

부산가톨릭대학교 일반대학원 물리치료학과, ¹부산가톨릭대학교 물리치료학과

The Effects of Respiratory Muscle Training on Respiratory Function, Respiratory Muscle Strength, and Cough Capacity in Stroke Patients

Myeong-Rae Jo, PT, BS, Nan-Soo Kim, PT, PhD[†], Ju-Hyeon Jung PT, MS

Department of Physical Therapy, Graduate School, Catholic University of Pusan

¹Department of Physical Therapy, Catholic University of Pusan

Received: September 1, 2014 / Revised: September 11, 2014 / Accepted: October 10, 2014

© 2014 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to examine the effects of respiratory muscle training on respiratory function, respiratory muscle strength, and cough capacity in stroke patients.

METHODS: This study used a nonequivalent control group pre-post test design. We recruited thirty-four stroke patients(16male, 18female), who were assigned to intervention (n=17), or control (n=17) groups. Both groups participated in a conventional stroke rehabilitation program, with the intervention groups also receiving respiratory muscle training 20 minutes a day, three times a week, for 4 weeks. Respiratory function (forced vital capacity) and respiratory muscle strength (maximal inspiratory pressure, maximal

expiratory pressure) were assessed by spirometry. Cough capacity (peak expiratory flow) was assessed using a peak flow meter. The collected data were analyzed by independent and paired t-tests.

RESULTS: The intervention group showed a significant increase in the forced vital capacity (FVC), maximal inspiratory pressure (MIP), maximal expiratory pressure (MEP) and peak expiratory flow (PEF) at the end of the program, while the control group showed no significant changes.

CONCLUSION: This study showed that respiratory muscle training increased respiratory function, respiratory muscle strength, and cough capacity in stroke patients and prevented a decrease in cough capacity. These findings suggest that respiratory muscle training effect on respiratory function, respiratory muscle strength and cough capacity for rehabilitation in patients with stroke.

Key Words: Stroke, Respiratory muscle training, Respiratory function, Respiratory muscle strength, Cough capacity

†Corresponding Author : hnskim@cup.ac.kr

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 세계적으로 가장 높은 유병률과 장기간의 장애를 발생시키는 질환 중 하나이다(Goldstein 등, 2011). 뇌졸중으로 인해 발생한 운동피질과 피라미드로의 손상은 편측마비의 증상을 나타내며, 그 결과 자세근육의 긴장도와 수의적 움직임의 비정상화로 인한 운동조절장애와 체간근육의 동시수축이 나타나게 된다(De Almeida 등, 2011). 따라서 호흡에 필요한 호흡근육의 운동조절 기능도 손상될 수 있다(Britto 등, 2011). 그러나 뇌졸중 질환과 같은 신경학적 손상을 받은 환자들은 주로 좌식생활을 하기 때문에 힘든 활동이나 흉부 감염으로 인해 갑작스럽게 산소요구량이 증가하는 상황이 발생되기 전까지는 호흡문제가 간과되기 쉽다(Sutbeyaz 등, 2010). 선행 연구에 따르면 뇌졸중 환자는 동일한 연령과 성별의 건강한 대조군과 비교해 보았을 때, 호흡기능이 대조군에 비해 50%정도 감소됨을 알 수 있고(Khedr 등, 2000). 이런 호흡기능의 감소는 심혈관계 사망률 및 유병률을 증가시킨다(van der Palen 등, 2004).

뇌졸중 환자의 호흡기능 감소는 뇌 손상으로 인한 편마비로 가로막과 갈비사이근, 배 근육 같은 호흡근육의 협동작용에 필요한 운동조절 기능이 손상되고(Jandt 등, 2011), 흉벽의 운동학적 기전이 파괴되기(Lanini 등, 2003) 때문이다. 이로 인해 호흡근육의 전체적 또는 부분적 약화가 초래되어 흡기근과 호기근의 근력이 감소한다(Teixeira-Salmela, 2005).

또한 뇌 손상은 삼킴이나 기침 관련된 수의적 조절기능도 손상시킬 수 있다. 뇌 손상 부위에 따라 증상은 다를 수 있으나, 뇌졸중 환자는 대부분 노인이므로 노화로 인한 감퇴가 동반되어 삼킴곤란 빈도가 증가한다(Martino 등, 2005). 삼킴곤란은 폐렴과 같은 흉부감염의 위험을 세 배 이상(Martino 등, 2005), 흡인했을 때에는 열 배 이상 증가시킨다(Smith Hammond 등, 2009). 기도로의 이물질의 유입과 흡인을 방지하는 기침의 기능을 고려할 때, 뇌졸중 환자에게 있어서 수의적 기침은 매우 중요한 문제라고 할 수 있다(Addington 등, 2008).

수의적 기침은 공기를 들이쉬고, 성문을 닫고 복근

과 흉부 근육을 동시에 수축하여 흉곽 내 압력을 높이고, 성문을 열면서 흉부 근육과 복근을 최대로 수축하여 폐와 기도로부터 공기를 강하게 내보내는 3단계로 구성된다(Widdicombe와 Fontana, 2006). 기침을 효율적으로 하기 위해서는 적절한 흡기근과 호기근의 근력이 필요하다. 그런데 뇌졸중 환자의 경우 호흡근의 근력이 약화되기 때문에 효율적인 기침이 어려워져 흡인과 흉부감염의 빈도가 증가한다(Lanini 등, 2003).

호흡근의 기능은 환자의 운동능력 향상과 운동에 대한 심장호흡계가 정상적으로 반응하는 것에 기여하는데, 이러한 호흡근 기능을 개선시키기 위해서는 근력의 증가가 수반되어야 한다. 따라서 호흡근이 손상되어 호흡기능에 부전이 나타나면 호흡근 훈련이 필요하다(Sutbeyaz 등, 2010). 호흡훈련은 호흡근이 약화된 환자에게 호흡근의 기능을 향상시킬 뿐만 아니라(Lee 등, 2009), 운동능력을 증가시키고 호흡곤란을 개선시키고 삶의 질을 향상시킬 수 있다(Sutbeyaz 등, 2010).

가로막을 포함한 호흡근은 형태적으로나 기능적으로 골격근이므로 다른 골격근처럼 적절한 생리적 부하를 이용한 훈련에 따라 개선된 반응을 유도할 수 있다(Enright 등, 2011). 그러므로 대다수 고령인 뇌졸중 환자에게 노화와 더불어 증가할 수 있는 흉부감염을 예방하고 기침의 효율성을 증가시킬 수 있는 호기근 및 흡기근 훈련에 관한 연구가 필요하다고 생각한다. 그러나 현재까지 뇌졸중 환자의 호흡기능 향상을 위한 중재로 흡기근 강화훈련이 강조되어 왔다.

Chiara 등(2006)은 호기근 훈련(expiratory muscle training: EMT)이 신경학적 질환인 다발성경화증 환자의 최대호기압(maximum expiratory pressure: MEP)을 증가시키고, 중등도의 장애를 갖고 있는 환자에게는 최대 수의적 기침 능력을 개선시킨다고 보고하였다. 따라서 뇌졸중 환자에게도 포괄적인 호흡기능을 개선하고 기침의 효율성을 높이기 위해서는 호기근 저항훈련을 함께 실시하여야 할 것이다.

이에 본 연구의 목적은 뇌졸중 환자의 호흡기능과 기침의 효율성을 개선시킬 수 있는 호기근 및 흡기근 훈련을 실시하여, 그 효과를 폐기능, 호기근 및 흡기근 근력, 기침능력을 측정하여 규명하는 것에 있다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 P시 소재에 000재활병원에서 실시하였다. 컴퓨터 단층화 촬영이나 자기공명영상에 의해 뇌졸중으로 진단을 받고 12개월이 경과된 편마비 환자 중 60세에서 75세 이하의 남녀 노인 38명을 대상으로 하였다. 모든 대상자는 본 연구의 취지를 이해하고 자발적으로 본 연구에 참여하기로 동의한 자로 하였다.

연구대상자의 참여기준은 강제 폐활량이 정상 예측치의 80% 미만으로 제한성 폐질환에 해당하고, 한국형 간이정신상태 판별검사(MMSE-K) 점수가 24점 이상이고, 신경계 재활을 위한 물리치료를 받고 있으나 폐기능의 향상을 위해 특별한 치료를 받고 있지 않고, 복부수술을 시행하지 않은 대상자로 하였다. 또한, 연구에서의 제외기준은 선천적 흉곽의 변형이나 늑골 골절 및 폐, 신장, 내분비계, 정형 또는 류마티스 질환으로 인해 호흡기계 훈련이 불가능하거나, 부정맥이나 협심증으로 불안정한 심혈관계 상태를 갖고 있는 자로 하였다.

연구 대상자는 총 38명이었으나 대상자 중 훈련 프로그램을 제대로 수행하지 못한 4명에 대상자를 제외하고 총 34명이 연구에 참여하였다. 대상자는 실험군 17명, 대조군 17명으로 배치하였으며, 모든 대상자의 일

반적 특성은 Table 1에 요약하였다.

2. 일반적인 물리치료

본 연구에 참여한 두 집단 모두에게 뇌졸중 환자를 위한 일반적인 물리치료를 4주간 주 5회 20~30분씩 실시하였다.

3. 호흡근 강화훈련 프로그램

뇌졸중 환자를 위한 호흡근 강화 훈련프로그램은 전문교육을 받은 치료사가 실험군에게만 추가적으로 호흡근 강화훈련 프로그램을 4주간 주 3회 실시하였다. 호흡훈련은 흡기근 저항훈련기(Threshold Inspiratory Muscle Trainer, Respironics Inc., USA)와 호기근 저항훈련기(Threshold Positive Expiratory Pressure, Respironics Inc., USA)를 사용하여 호기근 훈련과 흡기근 훈련을 각 3세트씩 실시하며, 1세트는 3회 반복하였다(Chiara 등, 2006). 또한 훈련 전 대상자의 최대흡기압(MIP)과 최대호기압(MEP)을 측정 후 개별적으로 훈련강도를 설정 하였으며, 훈련강도는 개별적인 운동반응에 따라 최대흡기압(MIP)과 최대호기압(MEP)의 40%, 60%, 80% 3단계로 저장도에서 고강도로 점증시키도록 설계 하였다. 호흡훈련의 강도는 호흡훈련을 실시한 후 Borg (1982)의 운동자각도 측정에서 11점 이하를 나타낼 경우 강도를 점증시켰으며, 대상자가 어지러움이나 혈압

Table 1. General characteristics of subjects

(Mean±SD)

Variable	Intervention group (n=17)	Control group (n=17)	t or χ^2	p
Sex (male/female)	8/9	8/9	0.00	1.00
Paretic side (left/right)	7/10	8/9	0.11	0.73
Age (years)	66.29±3.94	66.00±3.22	0.23	0.81
On set duration (months)	18.29±5.92	18.53±5.12	-0.12	0.90
Hight (cm)	160.64±7.30	161.19±7.31	-0.22	0.82
Body weight (kg)	58.72±6.19	55.37±7.94	1.37	0.18
FVC (L)	1.71±0.20	1.77±0.18	-0.83	0.40
MIP (mmHg)	20.41±3.72	18.53±2.47	1.73	0.09
MEP (mmHg)	23.94±4.98	21.71±2.73	1.62	0.11
PEF (L/min.)	261.76±19.11	268.82±22.32	0.59	0.33

FVC: forced vital capacity, MIP: maximum inspiratory pressure, MEP: maximum inspiratory pressure, PEF: peak expiratory flow

상승 등 불편감을 호소할 때는 훈련을 중단하고 강도를 조절하였다.

4. 측정방법

1) 폐기능

폐기능을 측정하기 위해 폐활량계(Pony Fx, Cosmed Srl, Italy)를 사용하였다. 정확한 폐활량 측정을 위하여 검사 대상자가 이해할 수 있도록 충분한 설명을 하고 시범을 보여준 다음 고관절을 90° 굴곡하여 앉은 자세에서 실시하였다. 제한성 폐질환의 유무를 확인하기 위해 노력성 폐활량(FVC)을 측정하였고, 폐쇄성 폐질환을 확인하기 위해 1초간 노력성 호기량(FEV₁)을 측정하였다. 또한, 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량에 대한 비를 이용하여 폐쇄성 폐질환의 유무를 판단하였고, 최대 호기속도를 측정하여 기도저항을 확인하였다(Kim, 2011); American Thoracic Society, 1991). 그리고 폐 기능 측정값은 재현성이 가장 큰 수치를 사용하였다.

2) 호흡근의 근력

압력측정기(Pony Fx, Cosmed Srl, Italy)를 사용하여 올바른 자세에서 최대흡기압(MIP)과 최대호기압(MEP)으로 측정 하였다. 정확한 측정을 위하여 검사 대상자가 이해할 수 있도록 충분한 설명을 하고 시범을 보여준 다음 고관절을 90° 굴곡하여 앉은 자세에서 실시하였다. 측정은 총 3회 측정하고 재현성 있는 가장 큰 수치를 선택하였다.

3) 기침능력

기침능력은 유럽과 미국 호흡기학회의 측정변화 기준에 맞추어 개발된 최대 호기량 측정기(Micro peak, Carefusion, UK)를 사용하여 측정하였으며, 정확한 측정을 위하여 검사 대상자가 이해할 수 있도록 충분한 설명을 하고 시범을 보여준 다음 똑바로 선 자세에서 실시하였다.

측정방법은 눈금자를 아래쪽으로 맞춘 다음, 일어서서 깊게 숨을 들이마신 후, 유속계 마우스피스를

입으로 물고 입술로 감싸게 한다. 이때 혀로 구멍을 막지 않도록 주의시키고 할 수 있는 한도 내에서 최대한 힘껏 빨리 불도록 하였다. 측정은 총 3~4회 반복 측정하였으며 측정 간에는 1분간 휴식을 취한 후 측정 하였다. 측정값은 재현성이 가장 큰 수치를 선택하였다.

5. 통계분석 및 자료처리

본 실험에서 수집된 자료는 PASW statics for Windows (version 18.0)를 이용하여 통계처리 하였다. 각 집단 간의 증재 전후의 변화는 paired t-test로 분석하고, 두 집단 간의 전후 변화량의 차이는 independent t-test로 분석하였다. 통계검정의 유의수준 $\alpha = 0.05$ 로 정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 특성은 (Table 1)과 같으며 실험 전 두 집단의 동질성을 분석한 결과 연령과 신장, 체중, 발병기간, 노력성 폐활량(FVC) 등의 대상자의 일반적 특성과 폐 기능에서 유의한 차이가 없었다.

2. 호흡기능과 호흡근력에 대한 효과

실험군에서 증재후 노력성 폐활량(FVC)은 유의하게 증가하였지만($p < .05$), 대조군에서는 유의한 변화가 없었다($p > .05$). 최대 흡기압(MIP)과 최대 호기압(MEP)도 실험군에서 유의하게 증가하였으나($p < .05$), 대조군에서는 유의한 변화가 없었다($p > .05$). 실험 전에는 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이가 없었으나, 4주 증재후 노력성 폐활량(FVC)과 최대 흡기압(MIP), 최대 호기압(MEP)에서 두 집단 간의 실험전후 변화량에서 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(Table 2).

3. 기침 능력에 대한 효과

실험군에서는 증재후 기침능력의 유의한 증가가 나타났다($p < .05$), 대조군에서는 증재후 기침능력의 유

Table 2. Comparisons of FVC, MIP, MEP, and PEF between intervention group and control group

	Group	Pre-test	Post-test	t	p	Post-Pre	t	p
		M±SD	M±SD			M±SD		
FVC (L)	Intervention (n=17)	1.71±0.20	1.80±2.24	-4.10	0.00	0.08±0.08	2.68	0.01
	Control (n=17)	1.77±0.18	1.78±0.22	-0.75	0.46	0.01±0.74		
MIP (mmHg)	Intervention (n=17)	20.41±3.72	21.76±3.73	-6.47	0.00	1.35±0.86	5.00	0.00
	Control (n=17)	18.53±2.47	18.53±2.78	0.00	1.00	0.00±0.70		
MEP (mmHg)	Intervention (n=17)	23.94±4.98	25.53±4.63	-6.52	0.00	1.58±1.00	5.86	0.00
	Control (n=17)	21.71±2.73	21.53±3.18	1.00	0.33	-0.17±0.72		
PEF (L/min.)	Intervention (n=17)	261.76±19.11	273±23.70	-4.78	0.00	11.76±10.14	0.01	0.00
	Control (n=17)	268.82±22.32	265.29±24.26	2.95	0.00	-3.52±4.92		

FVC: forced vital capacity, MIP: Maximum inspiratory pressure, MEP: Maximum expiratory pressure, PEF: peak expiratory flow

의한 감소가 나타났다($p<.05$). 또한, 두 집단 간의 실험 전후 기침능력의 변화량에는 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2).

IV. 고 찰

대다수 고령인 뇌졸중 환자는 노화와 더불어 입원 후 오랜 시간동안의 침상 생활로 신체활동 빈도가 감소되어 호흡기능 저하가 나타난다(Kashihara 등, 1994). 그리고 호흡근육의 마비로 인한 호흡근육의 약화로 수의적 기침 능력이나 객담 제거능력이 감소되며, 삼킴곤란과 흡인의 빈도가 증가됨으로써 기도 내 분비물이 축적되어 폐렴, 무기폐 등의 여러 가지 호흡기계 합병증을 일으킬 수 있다(Fugl-Meyer 등, 1983; Martino 등, 2005).

Kim (2011)은 뇌졸중 환자를 대상으로 일반적인 운동치료를 6주간 주 5회 30분간 실시한 대조군과 일반적인 운동치료와 함께 6주간 주 3회 30분씩 호흡훈련을

실시한 호흡 훈련군간의 연구에서 호흡 훈련군에서는 노력성 폐활량(FVC)이 유의한 증가를 보였지만, 대조군에서는 훈련전후 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 또, Sutbeyaz 등(2010)은 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 흡기근 훈련군과 호흡 재교육 훈련군, 대조군으로 분류하고 6주 동안 주 6회의 중재를 적용한 후에 폐 기능을 비교하였는데 흡기근 훈련군에서 노력성 폐활량(FVC)의 유의한 증가가 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서는 4주간이라는 짧은 중재기간이었지만 환자의 호흡근력에 따라 저장도에서 고강도로 개별적으로 점증시키며 호흡훈련을 실시한 결과 폐기능이 향상되었다. 이러한 결과는 호흡 훈련의 기간은 4~12주, 빈도는 주 2~5회, 훈련시간은 20~30분을 실시해야 효과가 있다는 연구(British thoracic society, 2011)를 뒷받침한다.

최대 흡기압(MIP)과 최대 호기압(MEP)은 호흡 부전 평가나 인공호흡기 이탈여부를 예측하는데 사용되기도 하지만, 신경근육질환자의 흡기 근력과 호기 근력을 간접적으로 측정하기 위해 자주 사용된다(Kim 등,

2009). Sutbeyaz 등(2010)은 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 6주간의 호흡근 훈련이 최대 흡기압을 향상시킨다고 하였다. 또 Saleem 등(2005)은 4주 동안 특별성 파킨슨 환자에게 호기 근육 강화훈련에서 호기압 능력의 향상으로 호기 근력에 미치는 효과를 제시 하였다. 그리고 Lee (2013)는 만성 뇌졸중 환자에게 6주간 주 5회 일반적인 운동치료를 실시한 대조군과 일반적인 운동치료와 함께 호흡 재교육을 주 5회 30분간 실시한 실험군 사이에 중재 전후 MIP와 MEP 변화량에서 유의한 차이가 있다고 하였다. 그리고 실험군에서 3주 중재 후보다 6주 중재 후 MIP와 MEP가 유의하게 증가하였다. 선행연구의 결과와 같이 본 연구에서도 실험군에서 중재 4주 후 MIP와 MEP가 유의하게 증가하여 중재 전후의 대조군과 MIP와 MEP의 변화량을 비교했을 때 유의한 차이가 있었다.

기침은 감기 등에 의해 분비물이 생길 때 이 분비물을 외부로 배출시켜 폐렴 등의 합병증을 발생하지 않게 하는 우리 몸의 중요한 보호기능이다(Leith 등, 1968). Kim (2011)은 뇌졸중 환자를 대상으로 일반적인 운동치료를 6주간 주 5회 30분간 실시한 대조군과 일반적인 운동치료와 함께 6주간 주 3회 30분씩 호흡훈련을 실시한 호흡 훈련군의 기침능력(PEF)을 비교하였다. 그 결과 호흡 훈련군은 중재 후 유의하게 기침능력이 증가하였으나 대조군에서는 유의한 변화가 없었다고 하였다. 또한 두 집단 간 중재 전후 기침능력의 변화량을 비교한 결과에서도 유의한 차이가 있었다. 본 연구에서도 선행연구와 유사하게 실험군에서는 4주 호흡훈련 후 기침능력이 증가하였으나, 대조군에서는 4주 후 기침능력이 감소하였다. 이러한 대조군의 기침능력의 감소는 본 연구의 대상자의 연령이 선행연구의 대상자의 평균과 비교하여 고령이기 때문으로 사료된다.

뇌졸중 환자를 대상으로 한 본 연구에서 4주라는 짧은 중재기간에도 불구하고 개별적으로 점증적인 고강도 훈련을 실시한 실험군에서 호흡 기능, 호흡근력, 기침능력이 증가하였으나, 대조군에서는 기침능력의 감소하였다. 이를 통해 노인 뇌졸중 환자의 기침능력은 짧은 기간에도 감소가 할 수 있다는 것을 확인하였고, 이러한 기침기능의 저하는 흉부감염, 폐렴, 흡인과 같

은 문제를 유발할 수 있는 위험요인이 될 수 있다.

Jung (2013)의 뇌졸중 환자를 대상으로 한 선행연구를 고찰한 결과, 뇌졸중으로 인해 발생하는 이차적 손상으로 운동수행능력과 운동내성이 감소하고 호흡근의 근력과 협응 저하로 인해 호흡기능이 감소하는 것을 알았다. 본 연구에서는 이런 문제들을 해결하고자 호흡근 강화훈련을 적용하였고, 짧은 중재기간에도 의미있는 연구 결과를 확인하였다. 본 연구결과를 바탕으로 뇌졸중 환자의 재활 프로그램에 호흡근 강화훈련이 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

앞으로의 연구에서는 더 많은 뇌졸중 환자를 대상으로 호흡근 강화 훈련의 장기간 중재에 따른 예후 변화에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구에서는 뇌졸중환자에게 4주간의 호흡근 강화훈련이 호흡기능, 호흡근력과 기침능력에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 그 결과 호흡근 강화훈련으로 실험군에서는 호흡기능, 호흡근력과 기침능력에서 모두 증가하였으나 대조군에서는 기침능력이 감소하였다.

이처럼 대부분의 고령인 뇌졸중 환자에게 호흡근 강화훈련을 하지 않을 경우 기침능력 감소와 같은 부정적 양상을 나타낼 수 있으며 이런 양상은 또 다른 이차적 문제들을 야기할 수 있다고 사료된다. 따라서 뇌졸중 환자에게 호흡근 강화훈련과 같은 중재가 필요하다고 생각된다.

References

- American Thoracic Society. Lung function testing :selection of reference values and interpretative strategies. Am Rev Respir Dis. 1991;144(5):1202-18.
- Addington WR, Stephens RE, Phelipa MM, et al. Intra-abdominal pressures during voluntary and reflex cough. Cough. 2008;4:2.

- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
- British Thoracic Society Standards of care Subcommittee on Pulmonary Rehabilitation. Pulmonary rehabilitation. *Thorax.* 2011;56(11):827-34.
- Britto RR, Rezende NR, Marinho KC et al. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors :a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(2):184-90.
- Chiara T, Martin AD, Davenport PW, et al. Expiratory muscle strength training in persons with multiple sclerosis having mild to moderate disability: effect on maximal expiratory pressure, pulmonary function, and maximal voluntary cough. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(4):468-73.
- De Almeida IC, Clementino AC, Rocha EH, et al. Effects of hemiplegy on pulmonary function and diaphragmatic dome displacement. *Respir Physiol Neurobiol.* 2011;178(2):196-201.
- Enright SJ, Unnithan VB. Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Phys Ther.* 2011;91(6):894-905.
- Fugl-Meyer AR, Linderholm H, Wilson AF. Restrictive ventilatory dysfunction in stroke: its relation to locomotor function. *Scand J Rehabil Med Suppl.* 1983;9:118-24.
- Goldstein LB, Bushnell CD, Adams RJ, et al. Guidelines for the primary prevention of stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2011;42(2):517-84.
- Jandt SR, Caballero RM, Junior, et al. Correlation between trunk control, respiratory muscle strength and spirometry in patients with stroke. *Physiother Res Int.* 2011;16(4):218-24.
- Jung JH. The effects of inspiratory muscle training and mobilization with breathing retraining on respiratory function in patients with stroke. Department of physical therapy graduate school catholic university of pusan. Master's thesis. 2013.
- Kashihara H, Haruna Y, Suzuki Y, et al. Effects of mild supine exercise during 20 days bed rest on maximal oxygen uptake rate in young humans. *Acta Physiol Scand Suppl.* 1994;616:19-26.
- Khedr EM, El Shinway O, Khedr T et al. Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. *Eur J Neurol.* 2000;7(3):323-30.
- Kim BR, Chun MH, Kang SH. Change of respiratory function following rehabilitation in acute hemiplegic stroke patients. *Korean academy of rehabilitation medicine.* 2009;33(1):21-8.
- Kim MH. The effects of respiratory function, trunk control and functional ADL following respiratory strength training in patients with stroke. Department of physical therapy graduate school sahyook university. Master's thesis. 2011.
- 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.
- Lee MH. Effects of the neck stabilizing exercise combined with the respiratory reeducation exercise on breathing function in patients with stroke. Department of rehabilitation science graduate school daegu university. Doctor's thesis. 2013.
- Lee JH, Kwon YJ, Kim k. The effect of chest expansion and pulmonary function of stroke patients after breathing exercise. *The journal Korean society of physical therapy.* 2009;21(3):25-32.
- Leith DE. Cough. *Phys Ther.* 1968;48:439-47.
- Martino R, Foley N, Bhogal S, et al. Dysphagia after stroke: incidence, diagnosis, and pulmonary complications. *Stroke.* 2005;36(12):2756-63.
- Saleem, A. F., C. M. Sapienza, et al. Respiratory muscle strength training: treat and response duration in a patient with

- early idiopathic Parkinson's disease. *Neurorehabilitation*. 2005;20(4):323-33.
- Smith Hammond CA, Goldstein LB, Homer RD et al. Predicting aspiration in patients with ischemic stroke: comparison of clinical signs and aerodynamic measures of voluntary cough. *Chest*. 2009;135(3):769-77.
- 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. *Clin Rehabil*. 2010;24(3):240-50.
- Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Archives of PMR*. 2005;86(10):1974-8.
- van der Palen J, Rea TD, Manolio TA et al. Respiratory muscle strength and the risk of incident cardiovascular events. *Thorax*. 2004;59(12):1063-67.
- Widdicombe J, Fontana G. Cough: what's in a name? *Eur Respir J*. 2006;28(1):10-5.