

복부근 강화운동과 흉추가동성 운동이 폐기능에 미치는 효과

김은영¹⁾, 김연주¹⁾, 이승병²⁾

구미대학교¹⁾, 우리 NPT운동센터²⁾

The Effect of Exercise to Deep Abdominal Muscle and Thoracic Mobility on Pulmonary Function

Eun-Young Kim¹⁾, Yeon-Ju Kim¹⁾, Sung-Byiung Lee²⁾

Dept. of Physical Therapy, Gumil University¹⁾
Woori Natural Posture Training Center²⁾

Key Words:

Deep abdominal muscle exercise, Pulmonary function, Thoracic mobility exercise

ABSTRACT

Background: This study was aimed to determine the effects of deep abdominal muscle exercises (DAME) and thoracic mobility exercises (TME) on pulmonary function. **Methods:** This study was conducted with 22 college students who are in their 20s and have no problem carrying out activities of daily living. All subjects were randomly assigned to either the DAME group (11) or the TME group (11) to undertake the exercises for 2 weeks. To measure pulmonary function of subjects, forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 second (FEV1) and peak expiratory flow (PEF) were measured using chest graph. Chest expansion of subjects was also measured with tape ruler. These measurements were performed on the first day before the exercise program started and on the next day after the 2-week exercise program was completed. A paired-t test was performed to compare the differences in pulmonary function before and after the exercise program, and an independent t-test was performed to compare the two groups. **Results:** The results of this study were as follows: 1) In comparison of pre- and post-exercise changes in the DAME and TME groups, both groups showed significant increase in chest expansion and PEF after the exercise program, compared with the baseline data ($p < .05$). Both groups also demonstrated improvements in FVC and FEV1 after the exercise program, compared with the baseline data. However, the differences were not statistically significant ($p > .05$). 2) The comparison of the DAME and TME groups revealed no significant differences in chest expansion, FVC, FEV1 and PEF ($p > .05$). **Conclusion:** It is therefore concluded that both DAME and TME were effective in improving pulmonary function.

I 서론

호흡이란 생체가 산소를 섭취하고 이산화탄소를 배출하는 과정으로 공기를 폐 속으로 도입하는 흡기와 폐 속의 공기를 외부로 배출하는 호기가 주기적으로 일어나는 것을 말한다(김은정, 2006). 해부학적으로 호흡에 관여하는 근육들로는, 흡기에 관여하는 것으로 외늑간근, 전체 흡기에서의 약 2/3를 담당하는 횡격막 등이

주된 근육이지만, 흉곽을 뒤로 신장할 수 있는 근육들인 대흉근, 소흉근, 사각근, 광배근, 전거근 등 경수부 신경지배를 받고 있는 호흡 보조근들이 부수적으로 작용할 수 있다. 호기근은 안쪽 늑간근이 주된 근육이며, 흉수 6번에서 12번까지의 신경지배를 받고 있는 복부근들처럼 등을 굽히게 할 수 있는 근육들이 부수적으로 호기에 작용할 수 있게 된다(제갈훈중, 2007, 재인용). 호기시에는 횡격막의 수축과 늑골이 측방으로 팽팽하게 늘어난 후, 상부 늑골이 상방으로 팽팽해지면서 가슴이 넓어지게 된다. 최대 호흡시에는 그 외에 주로 복근의 수축과 척추 주위근육의 수축, 목가슴 부위의 보조 호

교신저자: 김연주(구미대학교, sajapt1@naver.com)
논문접수일: 2014.03.17, 논문수정일: 2014.04.03,
게재확정일: 2014.04.17

흡근들이 같이 작용하게 된다. 호기는 흡기 후의 수동적 과정으로서 횡격막과 늑간근이 이완되며, 최대 호기 시에는 복근의 수축이 크게 작용하게 된다(유태원, 2005, 재인용). 특히 노력성 호기 동안 근육의 수축은 체간을 굽히고 늑골과 흉골을 내리며 가슴속 용적을 빠르고 강하게 감소시킬 수 있고 이때 복횡근의 수축은 배속의 압력을 증가시켜 횡격막을 흉곽 쪽으로 밀어 활처럼 휘게 하여 가슴 안으로부터 공기배출에 도움이 되게 한다. 복부근육들은 횡격막의 다음 들숨의 강력한 수축을 위한 최적의 신장위치를 제공하고 노력성 호기 동안 갈비뼈의 움직임은 흉추의 굴곡과 동반되어 일어난다(Neuman, 2010).

흉곽확장운동은 심호흡과 더불어 체간이나 사지의 능동적인 움직임과 결합된 전신운동으로 흡기의 깊이나 호기를 보강 또는 강조하는 운동으로 늑골 간의 가동성을 증진시키고 뻣뻣한 결합조직을 이완시키며 대흉근이나 늑간근, 척추기립근 등의 연부조직을 이완시키는 근골격계에 대한 중재 방법이다(Dean, 2006)

Pryor와 Prasad(2008)는 흉벽의 가동성과 환기증진을 위한 흉부가동성 운동이 전통적 호흡 물리치료 중에서 매우 중요한 기법 중 하나라고 하였으며, Rodrigues와 Watchie(2010)은 흉부와 흉추 가동기법이 흉부의 펌프 기능 장애로 인한 비효율적 환기 문제를 해결해 줄 수 있다고 하였다. 수동적 방법과 능동적 방법으로 분류되는 흉부가동성 운동은 흉벽의 가동성 증진과 유연성, 흉추의 운동성 증진에 도움을 주고, 늑간근 길이를 증가시킬 뿐만 아니라 협력근들의 길이를 증가시킨다(Ong, 2012).

양영애 등(2004)은 흉추운동프로그램으로 흉추 신전 운동을 통하여 추체 사이의 추간판 및 주위 조직의 긴장을 감소시키며, 척추 신전근의 신장과 지구력 향상, 호흡량 증대를 가져올 수 있다고 하였고, 척추 유연성 증진을 통하여 호흡기능의 변화를 연구한 논문에는 김정욱 등(2009)이 척추측만증 환자를 대상으로 하여 척추 유연성 운동과 견인치료를 실시하여 폐활량과 흉곽 확장에서 유의한 상관관계가 있다고 보고하였고, 심재훈 등(2002)은 척추측만증 환자에게 적용한 흉부 유연성 운동이 실시하지 않은 대조군에 비해 폐활량과 흉곽 확장 정도에서 유의한 차이를 보였다고 하였다. 또한 최근 호흡과 관련된 운동요법 연구에서 변동욱 등(2010)은 호흡근과 심부근 통합 훈련 모두 폐기능의 향상에 도움이 될 것이며, 김기송 등(2009)은 복부심부근 강화 운동이 폐기능을 향상시킨다고 하였다.

이와 같이 복부심부근 훈련 효과와 폐기능 향상과 관련된 연구, 흉추 유연성을 통한 흉곽확장 정도의 차

이와 폐기능에 관련된 각각의 연구들은 많으나 둘 사이의 관계 연구는 거의 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 복부 심부근 훈련과 흉추 가동성 훈련을 통한 호흡 운동이 폐기능 향상에 미치는 효과를 확인하고 좀 더 효과적인 중재방법의 기초자료를 제공하고자하는데 연구목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 경북 구미소재 G대학에 재학 중인 일상생활을 하는데 제한이 없는 20대 학생을 대상으로 하였으며, 2013년 10월 2일부터 10월 20일까지 2주간 실시하였다. 대상자는 폐질환 과거력이 있거나 현재 흡연자는 제외하였다. 실험군으로는 복부 심부근 강화 운동군 11명, 흉추 운동군 11명을 무작위로 배정하였다. 실험을 수행하기 전, 모든 대상자들에게 본 연구에 대해 충분히 설명하였으며 대상자들의 실험 참여에 동의를 받고 실험을 진행하였다.

2. 운동방법

1) 복부 심부근 강화 운동

복부 심부근 훈련 방법은 다음과 같다. 대상자는 엎드린 자세로 공기 압력 측정기가 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)에 닿지 않게 주의 하며 복부와 위앞엉덩뼈가시(ASIS) 바로 아래에 수평으로 위치시킨다. 압력기를 70 mmHg까지 팽창시킨 후 대상자가 복부 심부근 수축 훈련을 시행하여 압력기의 압력이 6~10 mmHg정도 떨어진 상태로 10초간 유지하도록 하였다. 10초간 유지 후 2~3초간 휴식을 하는 방법으로 반복하였다. 이러한 훈련 10회를 1세트로 하여 총 5세트의 훈련을 실시하였다. 각 세트마다 1분간의 휴식시간을 주었다(변동욱 등, 2010).

훈련을 시작하기 전에 복부 심부근의 기능을 설명하였고 훈련에 앞서 대상자에게 훈련이 맞게 실시되고 있는지에 대한 되먹임과 강화를 주면서 예비 연습을 시켰다.



Fig 1. Deep abdominal muscle exercise

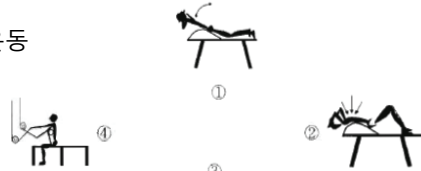
2) 흉추운동프로그램

허진강(2005)의 논문에서 제시하고 있는 흉추 강화 훈련 방법을 수행하였다. 준비운동과 정리 운동을 실시하였으며 본 운동에서는 흉추의 운동성 증가를 위한 운동으로 30분 동안 트레드밀, 짐볼, 풀리(pulley)를 사용하였고 운동강도는 최대근력의 60%, 반복 횟수는 10회 5세트, 각 세트 당 3분의 휴식시간, 속도는 천천히 하였다.

1. 준비운동



2. 본운동



3. 정리운동



Fig 5. Thoracic exercise program

3. 측정도구 및 측정방법

1) 폐활량 측정

폐기능 측정은 폐활량측정계(CHESTGRAPH HI-101, CHEST MIINC, JAPAN)를 사용하였으며, 폐활량 측정기를 통해 노력성 호기방법에 의해 측정되며, 노력성 폐활량(forced vital capacity), 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in 1 second), 최대호기속도(peak expiratory flow)를 측정하였다.

2) 흉곽용적 변화

호흡을 하는데 있어서 흉곽이 확장되는 정도를 측정하기 위하여 줄자(Rollfix, Hoechsmass, Germany)를 사용하여 흉위를 측정하였다. 해부학적 자세로 머리와 체간이 일직선이 되도록 유지하였다. 흉위 부분이 노출 되도록 한 다음, 줄자를 이용하여 칼돌기와 복장뼈의 연결부를 수평으로 지나도록 하여 안정된 호흡을 하는 휴식시, 흡기시, 호기시 흉위를 측정하였다. 흉곽의 확장 정도는 최대 흡기시의 측정값에서 최대 호기시의 측정값을 뺀 값으로 하였다.

4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료의 통계분석은 SPSS ver 12.0프로그램을 이용하였다. 연구대상자들의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하였고, 그룹 내 비교를 위해 대응표본 t-검정, 그룹 간 비교를 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 복부심부근 운동군 11명중 남자 3명, 여자 7명, 흉추가동성 운동군 11명중 남자 2명, 여자 9명 구성되었으며 연령은 19~25세로 복부심부근 운동군의 평균연령은 22.55세, 흉추가동성 운동군은 23.18세였다(Table 1). 신장은 복부심부근 운동군 166.27 cm, 흉추가동성 운동군 163.00 cm 이었고 체중은 실험군 58.47 kg, 대조군 57.53 kg 이었으며, 몸무게는 55.64 kg, 53.64 kg으로 두 군의 일반적 특성에 대한 동질성 검증결과 차이가 없었다(p>.05)(Table 1).

Table 1. General characteristic of subjects

	DAMEG ^b (n=11)	TMEG ^c (n=11)	t	p
Age(yr)	22.55±5.75 ^a	23.18±5.06	-2.11	.834
Height(cm)	164.27±8.65	163.00±5.42	-.400	.692
Weight(kg)	55.64±13.60	53.64±8.95	.284	.779

^aMean±SD,

^bDeep abdominal muscle exercise group,

^cThoracic mobility exercise group

2. 운동방법에 따른 폐기능 비교

1) 운동방법에 따른 흉곽확장 비교

운동 전과 후의 흉곽확장 정도를 비교한 결과, 복부심부근 운동군과 흉추가동성 운동군에서 모두 유의한 증가를 보였다(p<.05)(Table 2). 하지만 그룹 간 비교에서는 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 3).

2) 운동방법에 따른 노력성폐활량 비교

운동 전과 후의 노력성 폐활량을 비교한 결과 복부심부근 운동군 흉추가동성 운동군 모두 유의한 증가를 보이지 않았다(p>.05)(Table 2). 하지만 운동 전에 비해 운동 후 증가한 것을 볼 수 있었다. 그리고 그룹 간 비교결과 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 3).

3) 운동방법에 따른 1초간 노력성 호기량 비교

훈련 전과 후의 1초간 노력성 호기량을 비교한 결과 복부심부근 운동군, 흉추가동성 운동군 모두 유의한 증가를 보이지 않았지만($p>.05$)(Table 2), 운동 전에 비해 운동 후 1초간 노력성 호기량이 증가한 것을 볼 수 있었다. 또한 그룹 간 비교결과 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 3).

4) 운동방법에 따른 최대호기속도 비교

운동 전과 후의 최대호기속도를 비교하였을 때, 복부심부근 운동군과 흉추가동성 운동군에서 유의한 증가를 보였다($p<.05$)(Table 2). 하지만 그룹 간 비교에서는 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(Table 3).

Table 2. Comparison of the pulmonary function of between pre-test and post-test

		DAMEG (n=11)	TMEG (n=11)
CE	pre-test	5.30±2.24 ^a	4.93±2.31
	post-test	7.09±2.39	7.18±1.58
	t	-3.04	-4.72
	p	.01*	.00*
FVC	pre-test	2.72±0.95	2.54±0.72
	post-test	2.90±0.97	2.36±0.59
	t	.81	1.22
	p	.27	.13
FEV1	pre-test	2.42±0.61	2.35±0.59
	post-test	2.56±0.70	2.41±0.63
	t	-.54	.40
	p	.30	.25
PEF	pre-test	255.00±62.55	246.55±51.19
	post-test	419.64±126.54	385.00±108.95
	t	-3.25	-3.48
	p	.00*	.00*

^aMean±SD, $p<.05$
 DAMEG: deep abdominal muscle exercise group,
 TMEG: thoracic mobility exercise group,
 CE: chest expansion, FVC: forced vital capacity,
 FEV1: forced expiratory volume in 1 second,
 PEF: peak expiratory flow

Table 3. Comparison of the pulmonary function of between DAMEG and TMEG

	DAMEG (n=11)	TMEG (n=11)	t	p
CE	-1.80±0.61 ^a	-2.25±0.48	.60	.28
FVC	-.18±0.22	-.18±0.49	.01	.50
FEV1	-.15±0.90	.05±0.45	-.67	.25
PEF	-164.63±50.73	-138.45±39.74	-.41	2.34

^aMean±SD,
 DAMEG: deep abdominal muscle exercise group,
 TMEG: thoracic mobility exercise group,
 CE: chest expansion, FVC: forced vital capacity,
 FEV1: forced expiratory volume in 1 second,
 PEF: peak expiratory flow

IV. 고 찰

본 연구는 복부심부근 훈련과 흉추가동성 훈련이 폐기능 향상에 미치는 효과를 알아보려고 하였다. 최근 연구에서 복부 심부근 강화운동이 폐기능에도 유의한 향상을 보여주었고(김기승 등, 2009), 또한 호흡근과 복부심부근의 통합훈련이 폐기능 향상에 효과가 있음(변동욱 등, 2010)을 관찰할 수 있었다. 또한 척추 유연성 증진을 통하여 폐활량과 흉곽확장에서 유의한 상관관계를 보여준 연구결과도 관찰할 수 있었다(김정욱 등, 2009; 심재훈 등, 2002). 하지만 복부심부근과 흉추가동성 증진을 통한 폐기능 향상과 관계되는 연구는 아직 미흡한 상태이다.

폐활량은 최대 호기 후에 들여 마시거나 최대 흡기 후 내실 수 있는 최대의 공기 양으로 정의되며, 노력성 폐활량은 최대한도로 공기를 흡입하도록 지시한 다음에 가능한 빨리, 힘껏 그리고 끝까지 공기를 배출하도록 하여 측정된 호흡의 양으로 정의된다. 또한 폐활량 검사를 해석할 때는 기본적인 변수로 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량과 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량에 대한 비(FEV1/FVC)와 같은 세 가지 변수를 사용하고 있다. 이를 이용하여 폐쇄성 환기장애 유무를 판단하게 된다. 또한 최대호기속도(PEF)를 측정하여 기도 저항을 측정한다(American Thoracic Society, 1991). 임상적으로 많이 사용하는 평가지표이며 다른 호흡지표들보다 변이성이 적기 때문에 예후의 판정 및 경과 관찰 등에 주로 많이 사용된다(Harber 등, 1985).

정주현(2013)은 흡기근훈련과 흉부가동성운동이 뇌졸중 환자의 호흡기능에 미치는 영향을 연구한 결과 중재 전, 후 흉곽 용적의 변화에 있어 흉부가동성 호흡운동

군이 흡기근훈련군보다 유의한 증가를 보였고, Minoguchi 등(2002)은 만성폐쇄성폐질환 환자를 대상으로 흡기근 훈련과 호흡근육 신장운동군으로 분류하여 흉곽 용적 변화를 비교한 결과 호흡근육 신장운동군에서 유의한 증가가 나타났다는 연구결과를 볼 수 있었다. 하지만 본 연구에서는 복부심부근 훈련군과 흉추가동성 훈련군 모두 훈련 적용 후 흉곽확장 측정값이 유의하게 향상되었음을 볼 수 있었다. 기철(2013)은 노력성 호흡운동과 체간안정화 운동을 통한 흉추부 유연성 변화에 대한 효과 검사에서 유의한 변화를 볼 수 있었는데 특히 노력성호흡 운동과 체간안정화 운동을 실시한 실험군에서 더 유의한 결과를 얻었다. 노력성호흡 동안 흉곽 변화와 척추의 움직임을 위해 흉늑관절과 늑횡돌관절, 늑골척추관절들의 움직임은 흉추관절의 동작과 결합되어 나타난다. 흉추부의 여러 관절들의 움직임을 노력성호흡 운동이 만들어냄으로써 결국 실험군에서 통계적으로 유의한 움직임 증진의 결과를 가져온 것으로 볼 수 있었다. 따라서 본 실험에서도 호기근을 강화하는 복부심부근 훈련군의 유의한 증가를 볼 수 있었던 것으로 사료된다.

또한 복부심부근 훈련군과 흉추가동성 훈련군에서 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량은 훈련 전에 비해 훈련 후 증가된 것을 볼 수 있었으나 유의한 차이는 볼 수 없었다, 하지만 최대호기속도에서는 유의한 증가를 보였다. 김재현(2000)은 흉곽가동운동, 고유수용성 신경근 촉진법을 통한 흉곽저항운동, 횡격막 호흡운동을 이용한 호흡운동을 4주간 한 후, 폐활량, 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호흡량, 최대 자발성 호흡량에 유의한 변화가 있었다고 보고하였다. 또한 Lima 등(2011)의 연구에서 정상인을 대상으로 목과 체간근육의 가동기법을 적용한 후 폐기능을 분석한 결과 1초간 노력성 호기량과 최대 호기속도의 유의한 증가를 보였다. 하지만 정주현(2013)의 6주간의 연구에서는 흉부가동성 호흡운동군은 1초간 노력성 호기량과 최대 호기속도의 증가는 보였지만, 통계학적 유의한 증가는 보이지 않았다고 하였다. 본 연구에서도 폐 기능의 결과 값은 증가하였지만 통계학적으로 유의한 증가를 보이지 못한 것은 대상자의 폐기능을 향상시키기에는 중재 기간이 2주간이라는 짧은 기간 때문으로 사료된다. 이를 통해 향후 6주 이상의 중재를 적용한다면 더욱 효과적으로 폐기능을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 정상인 대학생을 대상으로 복부심부근 훈련과 흉추가동성 훈련을 통하여 폐기능에 미치는 효과에 대해 알아보았다. 본 연구는 많지 않은 20대 젊은 대학생을 대상으로 실시되었고, 2주 동안 적용하였기

때문에 본 연구 결과를 일반화시켜서 적용하기에는 많은 제한점이 따른다. 그러므로 향후에는 정상인이 아닌 보다 많은 환자들을 대상으로 다양한 변수들을 포함시켜 장시간 추적 관찰하는 연구들이 계속 이어져야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 복부심부근 운동과 흉추가동성 운동이 폐기능 향상에 미치는 효과에 대해 알아보려고 20대 성인 남녀를 대상으로 흉곽확장, 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량, 최대호기속도를 알아보았다. 연구결과는 다음과 같다

1. 복부심부근 운동군과 흉추가동성 운동군의 운동 전, 후 비교결과 흉곽확장과 최대호기속도에서 두 그룹 모두 유의한 증가를 보였다($p < .05$). 또한 노력성 폐활량과 1초간 노력성 호기량에서는 운동 전에 비해 운동 후에 증가한 것을 볼 수 있었지만 유의한 증가는 없었다($p > .05$).
2. 복부심부근 운동군과 흉추가동성 운동군의 그룹 간 비교에서는 흉곽확장, 노력성 폐활량, 1초간 노력성 호기량, 최대호기속도에서 유의한 차이가 없었다 ($p > .05$).

따라서 복부심부근 운동군과 흉추가동성 운동군을 한 호흡훈련은 흉곽확장과 최대호기속도에 대해 효과가 있었고, 복부심부근 운동과 흉추가동성 운동 비교에서는 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 본 연구는 20대 건강한 성인을 대상으로 실시된 것이기 때문에 앞으로 호흡기능에 제한이 있는 대상자들을 대상으로 좀 더 연구가 필요할 것이라 사료된다.

참고문헌

- 기철. 노력성호흡운동이 만성요통환자의 척추체간 기능에 미치는 영향. 대구대학교 대학원. 석사학위논문. 2013.
- 김기승, 권오윤, 이충휘. 만성요통환자에서 복부심부근 강화운동이 노력성 호기 폐기능 검사 동안 최대 호기유량 및 1초간 노력성호기량과 요통에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지. 2009;16(1):10-17.
- 김은정. 한국 무용 동작에서 호흡기본 훈련이 하지 관절에 미치는 영향. 단국대학교 대학원. 박사학위논문. 2006.

- 김재현. 호흡기계 물리치료가 뇌졸중환자의 폐기능 증진에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원. 석사학위논문. 2000.
- 김정욱. 흉부유연성 운동과 견인치료가 척추측만증 환자의 폐활량, 흉곽확장, Cobb's angle에 미치는 영향. 국민대학교 스포츠산업대학원. 석사학위논문. 2009.
- 변동욱, 김진석, 이지열. 호흡근과 복부심부근의 통합훈련이 폐기능에 미치는 영향. 대전대학교 물리치료과 학술지. 2010;2(1):27-34.
- 심재훈, 오덕원, 이규완. 흉부 유연성 운동이 척추측만증환자의 폐활량과 흉곽확장에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2002;9(2):145-156.
- 양영애, 김영희, 김용권 등. VDT 작업자에 대한 흉추운동프로그램의 통증감소 및 유연성 증가 효과에 관한 연구. 대한작업환경의학회지. 2004;16(3):250-261.
- 정주현. 흡기근 훈련과 흉부가동성 호흡운동이 뇌졸중환자의 호흡기능에 미치는 효과. 부산가톨릭대학교 대학원. 석사학위논문. 2013.
- 제갈훈중. 중학생들의 생활습관 차이가 신체 형태에 미치는 영향. 상지대학교 대학원. 석사학위논문. 2007. 재인용.
- 허진강. 만성 요통근로자의 흉추운동프로그램 효과. 한국전문물리치료학회지. 2005;12(2):44-57.
- American Thoracic Society. Lung function testing :selection of reference values and interpretative strategies. Am Rev Respir Dis. 1991;144(5):1202-1218.
- Dean E. Mobilization and Exercise. In Frownfeltr D & Dean E (eds): Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy. 4ed, St Louis. Mosby. 2006: 263-306.
- Gibson GS, Pride NB, Davis JN, et al. Pulmonary mechanics in patients with respiratory muscle weakness. Am Rev Respir Dis. 1977;115(3):389-395/유태원. 신경근육계 질환에서 자세에 따른 노력성 폐활량의 변화 양상 비교. 연세대학교 대학원. 석사학위논문. 2005. 재인용.
- Grigg RC, Donohoe KM, Utell MJ, et al. Evaluation of pulmonary function in neuromuscular disease. Arch Neurol. 1981;38(1):9-12.
- Harber B, SooHoo K, Tashkin DP. Is the MVV:FEV1 ratio useful for assessing spirometer validity? Chest. 1985;88(1):52-57.
- Lima IS, Florencio de Moura Filho O, Cunha FV, et al. Chest and neck mobilization effects on spirometric responses in healthy subjects. J Manipulative Physiol Ther. 2011;34(9):622-626.
- Minoguchi H, Shibuya M, Miyagawa T, et al. Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. Intern Med. 2002;41(10):805-812.
- Neuman DA. Kinesiology of the Musculoskeletal System. 2nd ed, Elsevier. 2010:453-464.
- Ong KC. Chronic obstructive pulmonary disease-current comcepts and practice. In Tech. Published. 2012:399-422.
- Pryor JA, Prasad AS. Physiotherapy for respiratory and cardiac problems 4th ed. Churchill Livingstone. 2008:188-190.
- Rodrigues J, Watchie J. Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy Treatment. Cardiovascular and Pulmonary, Physical Therapy; A Clinical Manual 2nd ed, St Louis: Saunders/Elsevier. 2010:298-341.