

## 자세에 따른 폐기능의 변화와 기립자세에서의 복횡근의 수축이 노력성 폐기능에 미치는 영향

이 병 기

대원대학교 물리치료과

### The Effect of the Forced Pulmonary Function of young female, by Changes in Lung function Related to Postures and by Transverse Abdominis Activation in Standing Position

Byung-ki Lee, PT, MD

*Department of Physical Therapy, Daewon University College*

<Abstract>

**Purpose** : The purpose of this study was to investigate characteristics of the forced pulmonary function test effect by changes in lung function related to postures and by Transverse Abdominis(TrA). Contraction in standing position during forced inspiration and expiration with young female adults.

**Methods** : 10 young female adults were recruited this study. pulmonary Function test was measured with a Master-screen Body (VIASYS Inc., CA, 미국). To check the changes in lung function with different postures, we tested pulmonary function in the standing and supine position each. In the standing position, while the transversus abdominis was activating, we compared the forced inspiration with the forced expiration. Statistical analysis was used Independent t-test to know difference between forced inspiration and expiration of activated TrA.

**Results** : According to the study, the change of pulmonary function were statistically significant difference in the standing compared to the supine position. The contraction of the transversus abdominis causes decrease in the change of forced inspiration and increase in the change of forced expiration.

**Conclusion** : These results indicate that spontaneous contraction of the TrA in standing position helps pulmonary function. And the selective contraction of the transversus abdominis at the end of forced inspiration makes increases in the forced expiration.

**Key Words :** Transversus abdominis, Standing postion, Pulmonary function test, The abdominal draw-in maneuver.

## I. 서 론

호흡훈련은 체간의 근육을 활성화시키고 신체분절의 운동량을 증가시키며 신체 골격의 바른 정렬과 이를 유지하여 요부근의 강화를 유도한다(이태현, 2008). 다양한 질환의 환자에 기능적 향상을 위해서 사용되고 있는 호흡 훈련은 전병운과 서정은(2007)의 연구에서 뇌성마비 아동의 발성 호기를 증가시켰으며, 김병조 등(2004)의 연구에서는 편마비 환자를 대상으로 노력성 호흡 운동을 실시한 결과 비대칭한 보행을 개선시키고 손원일(2010)은 고령여성들의 호흡 훈련과 복합운동을 실시한 결과 호흡능력이 개선되면서 견관절의 등속성 근력 향상에 기여하는 것으로 보고한 바 있다. 이러한 다양한 이점의 호흡 훈련은 환자의 신체적 상태에 따라 다양한 자세에서 실시되고 있으며 폐기능 검사는 호흡기능 평가에서 일반적으로 사용되고 있다. 폐기능 검사라 함은 산소를 섭취하고 탄산가스를 배출하는데 관여하는 모든 요인에 대하여 검사하는 방법을 말하며, 폐기능 검사에 사용되는 변인은 노력성 호기의 변인으로 최대한 공기를 흡입한 후 불어낸 공기의 양인 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity, FVC), 최대한 흡입 후 최대한 세고 빠르게 불어낼 때의 1초간의 공기 양인 1초간 노력성 폐활량(Forced Expiratory Volume in one second, FEV 1) 그리고 최대한 불어낼 때 한순간 공기의 최고유속인 최고호기유속(Peak Expiratory Flow, PEF)이 있으며 노력성 흡기의 변인으로는 최대로 공기를 흡입한 양인 노력성 흡기폐활량(Forced Inspiratory Vital Capacity, FIVC)이 있다(ATS/ERS, 2005). 이러한 폐기능 검사는 자세에 따라 다르게 측정될 수 있으며(Pierson 등, 1976), 자세에 따른 폐기능의 변화는 호흡근 약화를 동반한 신경근육계질환 환자에서 두드러지게 나타난다. 그러므로 다양한 치료적 효과를 갖고 있는 호흡 훈련을 어떠한 자세에서 실시하느냐에 따라 환자의 폐기능이 달라질 수 있으며 질환적으로 어떤 자세에서 호흡 훈련을 하느냐

에 따라 폐기능의 향상도 달라질 수 있다. 일레로 근위축성 측삭경화증 환자를 대상으로 한 조동희 등(2004)의 연구에서는 앉은 자세에 비해 앙와위로 누운 자세에서 실시한 폐기능 검사에서 다른 근위축 환자그룹 보다 폐활량의 변화율이 많은 차이를 보이는 것으로 나타났다.

호흡의 주기는 흡기와 호기로 구분되어 있으며 흡기 시에는 주로 횡격막이 주동근으로 사용되며 호기 시에는 복직근, 내·외 복사근, 복횡근 등이 주동근으로 사용된다(Levagie와 Norkin, 2001). 특히, 복부근육은 노력성 호기나 강한 호기를 필요로 하는 기침 시에 주로 작용하는데 복부 내압을 증가시켜 횡격막을 활성화시키며 흉곽내부의 공기를 외부로 배출하여 호기를 강화시키는 작용을 수행한다(Reid와 Dechman, 1995). 복부의 심부근인 복횡근은 요부를 안정화 시키며 자세를 유지시켜주는 역할을 수행하며, 기립자세는 복횡근(TrA)과 같은 체간의 안정성에 관여하는 근육을 중력에 대항시키고 활성을 촉진시켜 자세를 유지시킨다(Neumann과 Gill, 2002). 일반적으로 노력성 호기를 증가시키기 위해서는 복부근육을 강화시켜 기침을 유발하여 기도청결을 유지시키는 효과를 나타내고 있으나 복부근육 중 심부근육에 해당하는 복횡근이 노력성 호기와 노력성 흡기에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구는 부족한 상황이다.

복횡근을 선택적으로 수축시키기 위한 복부 당기기 방법은 요부안정화 기법으로 스포츠 손상으로 인한 근골격계의 회복을 위하여 대표적으로 사용되어 최근에는 요통환자의 증상을 호전시키는 기법으로 널리 알려져 있다(이병기 등, 2008; Macedo 등 2009). 이에 본 연구에서는 복횡근을 활성화시키는 것으로 선행논문에서 검증된 기립자세(Standing position)에서의 호흡의 효과를 알아보기 위해 바로 누운 자세(Supine position)에서의 폐기능과 비교하였으며 복횡근을 선택적으로 수축시키기 위한 하복부 당기기 방법(The abdominal draw-in maneuver)을 이용하여 기립자세에서 복횡근을 수축시키고 노력

성 호흡을 하는 것과 복횡근을 수축시키지 않고 노력성 호흡을 하는 것을 비교하여 기립자세에서 활성화되는 복횡근의 수축이 노력성 흡기와 노력성 흡기 폐기능에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 J시에 거주하는 20세 이상의 여성 대학생을 대상으로 하였다. 과거와 현재의 병력을 참고하여 호흡기 질환과 관련 복용약이 없는 경우로 한정하였으며 이들에게 연구 내용을 설명하고 충분히 이해 한 후에 최종적으로 연구 참여에 동의한 14명을 대상으로 실험을 실시하였다. 실험중 호흡기 질환으로 인한 중도 탈락자(4명)를 제외한 총 10명의 신체적 특징은 Table 1과 같다.

Table 1. Anthropometric value

Variable	Female adults(n=10)
Age(years)	20.92±.99
Height(cm)	160.80±1.06
Body weight(kg)	52.53±4.62

Mean±SD

### 2. 실험 도구

폐기능 측정을 위해 폐기능 검사 장비(Master-screen Body, VIASYS Inc., CA, 미국)를 사용하였고, 기립 자세에서 복횡근의 선택적인 수축을 위해 압력생체 피드백장치(Pressure biofeedback unit, Chattanooga group Inc., Hixson, 미국)를 이용하였다.

### 3. 실험 방법

#### 1) 폐기능 측정

폐기능 검사(Pulmonary Function Test, PFT)는 ATS/ERS(2005) 가이드라인 방법에 따라서 진행하였다. 실험 대상자들은 측정 2시간 전에 I시의 S병

원 폐기능 검사실에 대기하여 폐기능 검사에 익숙하도록 폐기능 검사 방법, 복부당기기 방법과 복횡근 측정 방법을 숙지시킨 후, 검사를 실시하였으며 폐기능 검사는 각 각 바로 누운 자세와 기립자세에서 폐기능 검사를 자세의 순서 없이 무작위로 실시하였다.

모든 연구대상자의 폐기능 측정은 단일 대상자를 반복 측정하여 바로 누운 자세와 기립자세 그리고 복횡근 수축 유무에 따라 노력성 흡기 및 호기로 나누어 3회 이상 실시하였으며 각 검사 간에는 30분의 휴식시간을 가졌다. 검사한 변인의 측정값은 평균값을 측정치로 사용하였다.

#### 2) 바로누운자세와 기립자세에서의 노력성 폐기능 측정

동일 피험자를 대상으로 바로 누운자세와 기립자세의 폐기능 검사를 실시하였으며 바로 누운자세는 대상자를 편안하게 안정시킨 후 복부근육의 이완을 위하여 양 무릎을 굴곡시키고 누운자세에서 폐기능 검사를 실시하였으며 기립자세에서는 대상자의 시선을 정면을 응시하고 허리를 곧게 펴게 하여 골반 위치를 중립 상태에서 폐기능 검사를 자세에 따라 3회 이상 실시하였다. 검사자세의 순서는 바로누운 자세와 기립자세의 순서 없이 무작위로 실시하였다.

#### 3) 복횡근 수축 상태에서의 노력성 흡기 측정

노력성 흡기 시 폐기능 검사를 실시하기 위하여 실험 대상자들에게 노력성 흡기 개시 전, 기립자세에서 배꼽 아래 하복부를 끌어당기고(Abdominal draw-in maneuver) 골반은 중립자세로 유지하고 노력성 흡기를 실시하였다. 이 때 정확한 복횡근의 수축을 위하여 압력생체피드백장치를 이용하여 기립자세에서 벽과 요추부위에 위치한 공기주머니의 압력의 눈금을 40~70mmHg를 유지한 상태에서 폐기능 검사를 실시하였다(Richardson 등, 2004). 또한 실험대상자에게 복횡근의 등척성 수축을 스스로 인지하게 하기 위하여 실험 대상자의 중지와 식지를 이용하여 복횡근과 내복사근이 표면에 위치한 전상장골극의 내측방향으로 2cm 아래 부근을 촉지하게 하였으며(Hides 등, 2000; Fig 1), 폐기능 검사는 노력성



Fig 1. Palpation during TrA activation

흡기만으로 한정하여 실시하였다.

4) 복횡근 수축 상태에서의 노력성 호기 측정

노력성 호기 시 폐기능 검사를 실시하며 실험 대상자들에게 노력성 호기 말기 시 기립자세에서 배꼽 아래 하복부를 끌어당기고 골반은 중립자세로



Fig 2. Participant positioning during PFT test

유지하며 노력성 호기를 실시하였다. 복횡근 수축방법과 측지방법은 노력성 흡기 시와 동일하게 하였으며 노력성 호기 검사만을 측정하였다(Fig 2).

4. 통계 처리

20세 이상 여성 대학생의 바로누운자세와 기립자세에서의 폐기능 검사의 변화, 노력성 흡기 시와 노력성 호기 시 복횡근의 수축 유무에 따른 폐기능 검사의 변화를 알아보기 위해 SPSS-PC (ver 12.0 SPSS ICC, Chicago, 미국)을 이용하여 평균과 표준편차로 제시하였다. 바로누운자세와 기립자세의 노력성 폐기능 비교, 복횡근의 수축에 유, 무 따른 노력성 흡기와 노력성 호기의 폐기능 검사의 변인을 비교하기 위하여 독립 t 검정으로 분석하였다. 모든 통계적 유의 수준은  $\alpha < .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 바로누운자세와 기립자세에서의 폐기능 검사 비교

20대 여성 대학생의 바로 누운 자세와 기립자세에서의 폐기능의 평균값 비교는 Table 2와 같다. 자세에 따른 폐기능 변인의 변화는 바로 누운 자세와 비교하여 기립자세에서 폐활량(FVC), 1초간 노력성

Table 2. Comparison of PFT test during supine position and standing position with different PFT variables in young female adult (n=10)

Variables	Positioning	Mean±SD	t	p
FVC (ℓ)	Supine	2.63±.25	3.156	.005
	Standing	3.00±.35		
FEV <sub>1</sub> (ℓ)	Supine	2.22±.16	5.904	.000
	Standing	2.74±.22		
PEF (ℓ/sec)	Supine	5.90±.98	4.134	.001
	Standing	7.44±.64		

Statistically significant at the level of  $p < .05$ ,  
 FVC : Forced vital capacity  
 FEV<sub>1</sub> : Forced expiratory volume in one second  
 PEF : Peak expiratory flow

폐활량(FEV1), 최고 호기 유속(PEF)에서 모두 통계적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 1초간 노력성 폐활량(FEV1)과 최고호기유속(PEF)의 증가 양상이 비교적 크게 나타났다.

### 2. 복횡근 수축 유·무에 따른 노력성 흡기량(FIVC)의 비교

20대 여성 대학생의 복횡근의 수축 유무에 따른 기립자세에서의 폐기능의 평균값 비교는 Table 3과 같다. 복횡근을 수축시키고 노력성 흡기를 실시한 결과, 노력성 흡기량(FIVC)의 평균값은 복횡근을 수축시키지 않고 실시한 노력성 흡기량(FIVC)의 평균값 보다 통계적으로 유의하게 감소하는 양상이 나타났다.

Table 3. PFT tests on FIVC during forced inspiration

Variables	TrA condition	Mean±SD	t	p
FIVC (ℓ)	AoTrA	2.37±.31	3.014	.015
	NAoTrA	2.77±.42		

Statistically significant at the level of p<.05,  
AoTrA : Activation of transeversus abdominis  
NAoTrA : No activation of transeversus abdominis

### 3. 복횡근 수축 유·무에 따른 노력성 호기변인의 비교

20대 여성 대학생의 복횡근의 수축 유무에 따른 기립자세에서의 폐기능의 평균값 비교는 Table 4와

Table 4. PFT tests during forced expiration

Variables	TrA condition	Mean±SD	t	p
FVC (ℓ)	AoTrA	3.14±.34	-3.604	.006
	NAoTrA	2.95±.26		
FEV1 (ℓ)	AoTrA	2.77±.28	-3.269	.010
	NAoTrA	2.67±.28		
PEF (ℓ/sec)	AoTrA	7.76±.77	-3.316	.009
	NAoTrA	6.94±1.13		

Statistically significant at the level of p<.005,  
AoTrA : Activation of transeversus abdominis  
NAoTrA : No activation of transeversus abdominis

같다. 노력성 호기 말기에 의도적으로 복횡근을 수축시키고 노력성 호기를 실시한 노력성 호기 폐활량의 변인의 평균값은 복횡근을 수축시키지 않고 실시한 노력성 호기 폐기능 변인의 평균값보다 통계적으로 유의하게 증가하는 양상이 나타났다.

## IV. 고 찰

본 연구는 기립자세에서 배꼽아래 하복부 끌어당기기를 실시하여 복횡근을 수축시켰을 때의 노력성 흡기와 노력성 호기의 폐기능 검사 변인을 복횡근을 수축시키지 않았을 때와 비교하여 효율적인 노력성 호흡의 자세와 복횡근의 수축이 노력성 호흡에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보았다.

연령이 증가함에 따라 여자는 20세, 남자는 25세까지 호흡능력은 현저하게 발달하며 그 후에는 연령증가에 따라 점차 저하된다고 하였다(Knudson 등, 1976). 이러한 이유로 본 연구에서는 대상자를 호흡능력에 이상이 없으며 신체 기능의 정점에 다다른 20세 초반의 여자대학생을 대상으로 하였으며 이러한 노력성 호흡은 운동 시 호흡을 통한 원활한 산소 공급의 지표와 뇌졸중, 척수손상환자와 같은 특정 질환을 갖고 있는 환자의 기도 청결을 위한 중요한 호흡의 평가 지표로서 널리 활용되고 있다.

노력성 흡기와 노력성 호기에 관여하는 주요근육들과 보조근육들은 체간에 분포하는 근육들로서 호흡뿐만 아니라 끊임없이 계속되는 정적, 동적 그리고 내적, 외적 환경에 대하여 체간의 안정을 유지하기 위하여 상호 신경근 지배에 의하여 지속적으로 상호 작용한다(Davies, 1990).

자세에 따른 호흡 능력에 대한 연구는 선행연구에서 보고된 바 있으며, 정상인의 경우 기립 자세가 앉은 자세 보다 폐활량이 크며 자세의 검사 순서에 따라 결과에 영향을 나타낼 수 있다고 하였다(Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group, 1982). 뇌졸중 환자를 대상으로 한 국내연구에서도 누운자세, 90도 앉은 자세에서 4주간 호흡운동을 실시한 결과 90도 앉은 자세에서 1초간 노력성 호기량(FEV1)과 폐활량(FVC)에 유의한 증가를 보였다(김경과 서교철, 2010). 하지만 유태원 등

(2006)의 척추손상환자를 대상으로 한 연구에서는 누운 자세가 앉은 자세보다 노력성 폐활량의 값이 유의하게 증가한 것으로 보고된바 있어 자세에 따른 노력성 폐활량은 질환의 유무에 따른 신체적 특성, 검사방법 등에 따라 다른 것으로 판단된다. 본 연구에서는 바로누운 자세와 기립자세에서의 호흡기 질환과 호흡근에 이상이 없는 20대 초반의 여성을 대상으로 노력성 폐기능 검사의 변인을 비교한 결과 기립자세에서 노력성 호흡을 실시한 폐기능 검사에서 변인의 값이 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 이는 바로누운자세 보다 기립자세가 복횡근과 같은 체간 심부근육의 활성도를 높이는 것으로 사료된다. Manshadi 등(2011)의 최근연구에서는 바로누운자세와 기립자세에서의 재활의학용 초음파 이미지를 이용한 복횡근의 두께를 측정된 결과, 기립자세가 바로누운자세 보다 복횡근의 활성도에 유의한 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 또한, 지지면이 좁거나 불안정한 면에서의 운동은 체간 근육의 활성화에 의한 코어 안정성과 자세 교정 효과가 있으며 복식호흡운동과 같은 노력성 호흡은 복부근육을 포함한 체간 근육의 활성도를 향상시킨다고 보고된 바 있다(김경 등, 2005; Lehman 등, 2005).

장희정(2011)의 연구에서는 하복부 끌어당기기 운동이 복부의 심부근육인 복횡근과 내복사근의 근활성도를 증가시키며, 지지면이 좁은 불안정한 자세에서 하복부 끌어당기기 운동을 실시한 집단에서 복횡근의 근활성도가 높아졌다고 보고 한 바 있다. 하복부 끌어당기기 기법을 이용하는 것이 일반적인 안정화 운동을 사용하였을 때 보다 복횡근의 단면적을 증가시키는데 효율적인 것으로 보고된 바 있어(Akuthota와 Nadler, 2004), 본 연구에서는 선행 연구에서 제시한 하복부의 끌어당기기와 표면으로 드러난 복횡근의 부분을 촉진하게 하여 복횡근의 선택적인 수축을 기립자세에서 유도한 후 노력성 호흡에 대한 폐기능 변인의 변화를 알아보려고 하였다. 연구에서 사용된 하복부 끌어당기기 방법은 바로 누워서 실시하는 방법을 선택하지 않고 기립 자세에서 압력생체피드백장치를 이용하는 방법을 채택하였으며 이는 바로 누운자세에서 체간의 무게

로 골반의 위치가 후방 경사(*posterior tilting*)되는 것을 방지하고 기립자세에서 골반을 중립 위치로 하여 복횡근 수축을 이끌어내어 체간의 안정성을 기할 수 있다(Richardson 등, 2004).

본 연구에서는 폐기능 검사 변인 중 대표적인 노력성 호기 변인인 노력성 폐활량(FVC) 및 1초간 노력성호기량(FEV<sub>1</sub>), 최고호기유속(PEF)의 변화를 선택하였으며, 노력성 호흡의 변인으로는 최대로 공기를 흡입한 양인 노력성 흡기폐활량(FIVC)을 채택하였다(Gardner 등, 1980). 연구의 결과 호기 말기에서 복횡근을 선택적으로 수축시키고 노력성 호기를 실시한 것에서 통계적으로 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 노력성 폐활량(FVC)과 1초간 노력성 폐활량(FEV<sub>1</sub>)은 기도저항과 높은 상관관계를 갖고 있는 폐기능 변인이며 최고호기유속(PEF)은 노력성 호기 방법으로 최대한 불어낼 때 한 순간 공기의 최고 유속 즉, 얼마나 세게 불 수 있느냐를 판단할 수 있는 수치이다(ATS/ERS, 2005). 그러므로, 본 연구의 결과로 불 때 복횡근의 수축을 통한 노력성 호기방법은 호기력을 증가시켜 기도폐쇄 시 호기의 유속을 증가시킬 수 있는 유용한 방법으로 판단된다. 이는 복횡근의 수축이 복부의 내압을 증가시켜 횡격막의 모양을 낙하산 모양으로 변형시켜 호기 시 흉곽내부의 공기를 외부로 배출되는 역할을 한다는 선행연구의 결과(De Troyer, 1984)와 일치하는 것이라고 할 수 있다.

Gibson 등(1977)의 연구에서는 노력성 호흡 시에는 횡격막과 늑간근의 수축 이외에 복근의 수축과 척추 주위 근육의 수축 및 경·흉추 부위의 보조 호흡근들이 같이 작용하게 된다고 보고 하였으나 본 연구에서는 노력성 호흡에서의 복부 심부근육인 복횡근의 수축은 오히려 노력성 호흡의 폐활량(FIVC)을 통계적으로 유의하게 감소시키는 것으로 나타나 노력성 호흡 시에는 복횡근 수축이 호흡의 주동근인 횡격막의 기능에 기여하지 못하는 것으로 판단되며 실험에 참여한 대상자들 역시 복횡근 수축과 함께 노력성 호흡을 실시할 때의 제한성을 호소하였다. 그러나 이러한 복횡근의 수축이 호흡 시의 횡격막의 활성도의 여부와 노력성 호흡 시 어느 시점에 복횡근을 수축하는 것이 노력성 호흡을 증

가시키는지에 대한 시간적 연구가 추후에 수행되어야 할 것으로 판단된다.

### V. 결 론

본 연구는 바로누운자세와 기립자세에서의 노력성 호흡에 대한 폐기능 검사 변인의 측정치를 비교하였으며 기립자세에서의 하복부 끌어당기기를 실시하여 선택적으로 복횡근을 수축시켰을 때의 노력성 흡기와 호기의 폐기능 검사 변인을 비교하여 복횡근의 수축의 노력성 호흡에 미치는 효과를 알아 보았으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째로 20대 초반의 여성 대학생을 대상으로 한 기립자세의 노력성 폐기능은 바로 누운자세 보다 복횡근의 수축을 활성화시켜 노력성 호흡 훈련 시 폐활량을 증가시키는 자세로 판단된다.

둘째로 기립자세에서의 복횡근의 선택적 수축은 노력성 호기의 폐기능 변인의 증가에 기여하는 것을 확인하였다.

이러한 결과를 토대로 할 때 노력성 호기를 증가시키기 위해서는 호흡훈련 시 누운자세 보다는 기립자세에서 실시하는 것이 효과를 증대시키며 노력성 호기 시 복횡근의 선택적으로 수축시키는 것은 노력성 호기 증가에 효과를 나타낸다.

### 참 고 문 헌

김경, 박래준, 배성수. 복식호흡 운동이 요통환자의 체간근육 활성화에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2005;17(3):311-27.

김경, 서교철. 자세변화에 따른 피드백 호흡훈련이 뇌졸중 환자의 흉곽용적과 폐기능에 미치는 영향. 특수교육재활과학연구소. 2010;49(3):57-74.

김병조, 이현옥, 안소윤. 노력성 호흡운동에 의한 편마비환자의 보행 비대칭을 개선. 대한물리치료학회지. 2004;16(4):38-58.

손원일. 고령 여성들의 복합운동 프로그램이 호흡순환기능 및 전관절 등속성 근력에 미치는 영향. 한국발육발달학회지. 2010;18(3):153-61.

유태원, 강성웅, 문재호 등. 신경근육계 질환 종류에

따른 자세와 노력성 폐활량과의 상관관계. 2006; 30(1):80-5.

이태현. 호흡훈련을 통한 요부근력 변화분석. 한국사회체육학회지. 2008;34:1247-55.

이병기, 지용석, 고일규 등. 걷기와 요부화안정화운동이 만성요통환자의 폐기능과 요부심부근에 미치는 영향. 대한임상건강증진학회지. 2008;8(3): 168-77.

장희정. 지지면 변화에 따른 curl-up 운동 시 복부 할로잉 운동이 체간 근육의 근활성도에 미치는 영향. 인제대학교 대학원. 석사학위 논문. 2011.

전병운, 서정은. 호흡 및 구강운동훈련이 경직형 뇌성마비아동의 자음정확도와 발성 호기 시간에 미치는 효과. 한국지체부자유아교육학회지. 2007;49 (1):135-60.

조동희, 강성웅, 박중현 등. 신경근육계질환에서 자세에 따른 폐활량의 변화 양상 비교. 대한재활의학학회지. 2004;28(5)454-7.

Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. Arch phys Rehabil. 2004;85(3supple1):S86-92.

Davies PM. Right in the middle: Selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia. Berlin. Springer-Verlag Telos. 1990.

De Troyer A. Action of the respiratory muscles or how the chest wall moves in upright man. Bull Eur Physiopathol Respir. 1984;20(5):409-13.

Gardner RM, Hankison JL, West BJ. Evaluating commercially available spirometers. Am Rev Respir Dis. 1980;121(1):73-82.

Gibson GJ, Pride NB, Davis JN et al. Pulmonary mechanics in patients with respiratory muscle weakness. Am Rev Respir Dis. 1977;115(3):389-95.

Hides JA, Jull GG, Richardson CA. A clinical palpation test to check the activation of the deep stabilising muscles of the spine. International Sports Medicine Journal. 2000;1(4):58-64.

Knuson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD et al. The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effect of age. Am Rev Respir Dis. 1976;113(5):587-600.

- Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swiss ball. *Chiropr Osteopat.* 2005;13:14.
- Levigne PK, Norkin CC. Joint structure and function: A comprehensive analysis. 3rd ed. FA Davis. Philadelphia. 2001.
- Macedo LG, Maher CG, Latimer J et al. Motor control exercise for persistent, nonspecific low back pain: A systematic review. *Phys Ther.* 2009;89(1):9-25.
- Manshadi FD, Parnianpour M, Sarrafzadeh J et al. Abdominal hollowing and lateral abdominal wall muscles' activity in both healthy men & women: An ultrasonic assessment in supine and standing positions. *J Bodyw Mov Ther.* 2011;15(1):108-13.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V 등(ATS/ERS Task Force). Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26(2):319-38.
- Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group. Multiple Risk Factor Intervention Trial-risk factor changes and mortality results. *JAMA.* 1982;248(12):1465-77.
- Neumann P, Gill V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2002;125-32.
- Reid WD, Dechman G. Considerations when testing and training the respiratory muscle. *Phys Ther.* 1995;75(11):971-82.
- Richardson CA, Hodges PW, Hides JA. Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain. 2nd ed. Edinburgh. Churchill Livingstone. 2004.
- Pierson DJ, Dick NP, Petty TL. A comparison of spirometric values with subjects in standing positions. *Chest.* 1976;70(1):17-20.