

Research Article

Open Access

스태빌라이저와 짐볼을 이용한 배 안정화 운동이 호흡근 활성화도에 미치는 영향 비교

이수민[†] · 김명철¹ · 안청좌 · 문소라

을지대학교 물리치료학과 보건과학대학원, ¹을지대학교 물리치료학과

Comparison of Effects of Abdominal Stabilization Exercise with Stabilizer and GymBall on Respiratory Muscle Activation

Su-Min Lee[†] · Myung-Chul Kim¹ · Chung-Joa Ahn · So-Ra Moon

Department of Physical Therapy, Graduate School of Health Science, Eulji University

¹Department of Physical Therapy, Eulji University

Received: April 3, 2018 / Revised: April 3, 2018 / Accepted: May 27, 2018

© 2018 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to identify the effect of abdominal stabilization exercise with Stabilizer and Gymball.

METHODS: The participants were divided randomly into 2 groups each of 20 participants in the gymball exercise group and 20 participants in the exercise group. The changes of respiratory muscle activity between the two groups were measured three times a week for 4 weeks. The activity of rectus abdominis and internal oblique was measured using surface EMG to measure respiratory muscle activity. The training was repeated five sets, and one set was repeated 6 times with one 10 second exercise and 5 second rest.

RESULTS: The results of the study showed that there was a significant difference in the amount of respiratory accessory muscle activation, inspiratory pressure, respiratory minute volume at the experimental group with stabilizer and control group with gymball exercise. Between-group difference was statistically significant only for rectus abdominis muscle activation.

CONCLUSION: Both the stabilizer and the gymball exercises were effective in improving the respiratory rate but there was no difference between the two groups. Also, when comparing activity of muscle in both group, both groups were effective in improving and more effective than improvement of muscular activity of stabilizer in muscle of stabilizer.

Key Words: Gymball, Respiration, Stabilizer

[†]Corresponding Author : Su-Min Lee

minmin9436@naver.com, <https://orcid.org/0000-0002-1299-8870>

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 흉곽의 용적 변화에 따라 공기가 폐의 안과 밖으로 이동하는 것으로 호흡을 주도하는 주요근육은

횡격막, 속갈비사이근, 바깥갈비사이근, 배속빗근, 배바깥빗근, 배곧은근 그리고 여러 보조근들이 있다 (Kim, 2011).

호흡 중 들숨은 능동적 과정으로 가로막과 바깥갈비사이근 등 들숨근의 능동적 수축으로 가로막이 수축하여 가슴우리가 확장을 일으키고, 가슴 안(thoracic cavity) 용적이 증가해 공기가 폐로 들어오게 한다. 강한 날숨 시에는 배가로근의 수축이 배의 내압을 증가시켜 가로막을 변형해 위 방향으로 이완시켜 공기가 밖으로 나오게 한다(Lee, 2008; Frownfelter과 Dean, 2005).

Mier 등(1985)은 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근의 운동으로 근육 활성도를 측정하였는데, 이러한 배 근육들은 모두 강제 날숨 근육으로 작용하여 복압을 상승시킨다고 하였다. 또한, 호흡 기능을 증가시키기 위해서는 호흡근의 근력 향상이 필수적인데, 이는 호흡근 훈련을 통해 향상시킬 수 있다고 하였다.

다양한 운동 방법을 이용한 배 안정화 운동이 호흡근을 활성화시켜 호흡 능력을 향상시킨다는 점은 선행 논문을 통해 연구되고 있는데, 특히 배 안정화 운동은 체간 안정성 증진 및 요통환자의 재활을 위해 임상에서 널리 사용되는 기법 중 하나로서 연구의 관심도가 매우 높다.

배 끌어당김 조정훈련(Abdominal Draw-In Maneuver, ADIM)은 약간의 골반 후방경사를 허용하면서 복벽을 안쪽으로 당겨 복부내압을 증가시키는 방법으로 근육의 수축작용을 촉진하는 방법이다(Kisner과 Colby, 2007).

Kim (2008)의 연구에 의하면 스테빌라이저(stabilizer)를 이용한 배 끌어당김 조정훈련을 적용한 배 안정화 운동 집단은 배곧은근, 배속빗근과 배가로근, 배바깥빗근 활성화도에 유의한 증가를 보였고, 또한 짐볼(gymball)을 이용한 운동에서도 호흡 기능의 긍정적인 변화가 나타났다. 더 나아가 배 심부 근육의 근력 증진의 효과가 나타났다(Yoo, 2015).

선행 논문에서 밝혀진 것처럼 스테빌라이저와 짐볼을 이용한 배 안정화 운동이 호흡근 활성화에 기여한다는 연구는 많이 진행되고 있으며, 스테빌라이저와 짐볼뿐만 아니라 호흡근을 활성화하기 위한 다양한 운동 방법에 대해 많이 발표되고 있다. 하지만 선행 연구에

서는 한 가지 운동만을 주로 진행하여 다른 운동군과의 차이점을 볼 수 없었고, 그 여러 운동 방법 중에서 어떤 운동 방법과 운동 도구가 호흡 훈련에 더 효과적인지에 대한 비교 논문은 적은 편이며, 특히 운동 방법에 따른 운동집단 간의 호흡근 활성화에 대한 연구는 매우 미비하다.

따라서 본 연구에서는 스테빌라이저와 짐볼을 이용한 배 안정화 운동이 호흡근을 활성화하는데 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 또한, 두 운동군 간의 차이를 통해 효과적인 호흡 훈련 운동법의 근거를 제시하는 데 목적이 있다.

본 연구의 가설은 다음과 같다.

첫째, 배 안정화 운동에서 스테빌라이저를 이용한 운동군과 짐볼을 이용한 운동군의 집단 간 비교에서 호흡근 활성화도에 차이가 있을 것이다.

둘째, 배 안정화 운동에서 스테빌라이저 운동군과 짐볼 운동군의 집단 간 비교에서 차이가 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 경기도 성남 E 대학에 재학 중인 20대 남, 여 대학생들을 대상으로 연구의 목적과 방법에 대해 충분한 설명을 들은 후 실험 참여에 동의하여 실험 참가동의서를 작성하였고 연구에 영향을 줄 수 있는 정형학적, 신경학적, 기타 질환이 있는 자를 제외하였다. 본 연구는 대상자가 총 40명으로 키, 몸무게 및 나이를 고려하여 무작위로 배정하며 짐볼 운동군 20명(남자 10명, 여자 10명), 스테빌라이저 운동군 20명(남자 10명, 여자 10명)으로 나누어 4주 동안 주 3회 짐볼 운동(레그레이즈, 교각 운동)과 스테빌라이저 운동(배 끌어당김 운동, 레그레이즈)을 실시하였다. 운동을 시작하기 전에 감독자(지도교수)가 직접 운동을 보여주며 대상자가 완전히 이해할 수 있게 하였고 바르게 운동할 수 있도록 지시하였다.

2. 실험 절차

대상자들은 호흡근의 활성도를 측정하기 위해 무선



Fig. 1. Wireless surface electromyography

표면 근전도(TeleMyo DTS, Noraxon, USA)를 사용하여 배가로근과 배곧은근의 활성도를 측정하였다. 본 실험은 2017년 9월 4일부터 2017년 9월 29일까지 주 3회 4주간 총 12회 실시하였고 준비운동-본 운동-마무리운동 순으로 운동하였다.

본 실험에는 스태빌라이저(Chattanooga Stabilizer Pressure Biofeedback, Chattanooga Group, U.S.A)와 짐볼(Gymball 65cm, Thera-Band, U.S.A)을 사용했다.

3. 측정도구

1) 무선 표면 근전도기

본 연구에서는 무선 표면 근전도 시스템을 사용하여 호흡 보조 근육의 활성도를 측정하였고, MR-XP 1.08 Master edition을 이용하여 분석하였다(Fig. 1).

표면 전극의 위치는 실험자의 우세손 방향으로 배곧은근(Rectus Abdominis)은 배꼽 옆 2 cm에 부착하였고, 배가로근(Transverses Abdominis)은 위앞엉덩뼈가시(Anterior Superior Iliac Spine; ASIS)에서 옆 2 cm, 아래 2 cm 내려온 부위에 부착하였다(Kim과 Park, 2016). 피부 저항을 최소화하기 위해 전극 부착 부위에 털을 제거 후 알코올 솜으로 피부를 소독하였으며, 근전도의 잡음을 최소화하기 위해 채널을 테이프로 고정하였다.

근전도 신호 처리는 신호 획득률(sampling rate)을 1500 Hz로 하였고, 대역통과 필터(band-pass filter)는 20~250 Hz로 설정하였다. 잡음 제거를 위해 60 Hz의 노치 필터(notch filter)를 이용하고 각각 수집된 신호는 RMS (Root Mean Square)로 처리하여 정량화 하였고, 각 운동군 운동 마다 5회씩 측정하여 나온 값들을 분석

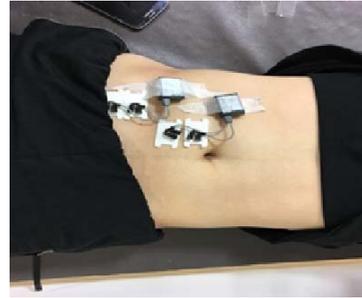


Fig. 2. Attaching position of surface electrode

하였다(Fig. 2).

4. 운동 방법

본 운동은 4주 동안, 주 3회 스태빌라이저 운동군과 짐볼 운동군으로 나누어 짐볼 운동(레그레이즈, 교각 운동)과 스태빌라이저 운동(배 끌어당김 운동, 레그레이즈)을 실시하였다. 감독자가 직접 시범을 보여 대상자가 완전히 이해하도록 한 후 바른 자세로 운동하도록 지시하였다. 본 운동은 각각 1세트 당 6회 반복하여 총 5세트 운동하였다.

1) 준비운동 및 마무리 운동

운동 효과 극대화와 부상 방지를 위하여 준비운동 및 마무리운동으로 간단한 스트레칭을 실시하였다(Choi 등, 2012).

- (1) 목 좌우로 돌리기 1회 10초 실시한다.
- (2) 목 좌우, 앞뒤로 젖힌 상태로 스트레칭을 1회 10초 실시한다.
- (3) 발목을 안쪽으로 당기고, 바깥쪽으로 젖히는 동작을 양 발 교대로 1회씩 20초 실시한다.
- (4) 다리를 모은 자세에서 무릎을 좌우로 돌리기 1회 20초 실시한다.
- (5) 다리를 어깨너비로 벌린 후, 허리 돌리기 좌우로 1회 20초 실시한다.
- (6) 다리를 어깨너비로 벌리고 앞으로 숙인 후, 뒤로 젖히기 1회 20초 실시한다.
- (7) 다리를 어깨너비로 벌리고 양쪽 팔 각각 반대쪽 머리 위로 뺏기 1회 20초 실시한다.
- (8) 다리를 어깨너비로 벌리고 머리 위로 양팔을 모



Fig. 3. Stabilizer exercise (Draw - In)

오기 1회 20초 실시한다.

- (9) 다리를 어깨너비로 벌리고 몸통 좌우로 돌리기 1회 20초 실시한다.
- (10) 제자리 걷기 2회 30초 실시한다.

2) 스테빌라이저 운동군

스테빌라이저를 이용한 배 끌어당김 방법의 훈련으로 교각 운동의 시작 자세와 같은 자세로 무릎관절을 90° 굽혀 누운 자세에서 실시하였다. 압력 생체 피드백 장치(스테빌라이저)는 연구 대상자의 허리뼈 부위에 위치시켰다. 연구 대상자는 압력 생체 피드백 장치에 연결된 압력계를 보며 40 mmHg인 상태에서 10 mmHg를 증가시킨 후 그 상태를 유지하도록 훈련하였다(Kim 등, 2009). 배 끌어당김 방법의 훈련은 10초 유지하도록 지시하였고, 1회 실시 후 5초 휴식을 하도록 하였다. 세트 간에는 30초의 휴식 시간을 적용하였다(Fig. 3).

배 끌어당김 방법의 훈련법과 같은 방법으로 시작 자세만 골반과 무릎관절을 90° 굽혀 발을 떼고 누운 자세로 변화시킨 상태에서 실시하였다. 생체 피드백 장치는 연구 대상자의 허리뼈 부위에 위치시켰다. 연구 대상자는 압력 생체 피드백 장치에 연결된 압력계를 보고 40 mmHg인 상태에서 10 mmHg를 증가시켜 배 끌어당김 상태를 만든 후 다리를 내리는 동안에도 그 상태를 유지하도록 훈련하였다. 배 끌어당김(레그레이즈) 방법의 훈련은 10초 유지하도록 지시하였고, 1회 실시 후 5초 휴식을 하도록 하였다. 세트 간에는 30초의 휴식 시간을 적용하였다(Fig. 4).

3) 짐볼 운동군

배 부위 근육 강화 운동 방법의 훈련으로 누운 자세



Fig. 4. Stabilizer exercise (Leg-Raise)

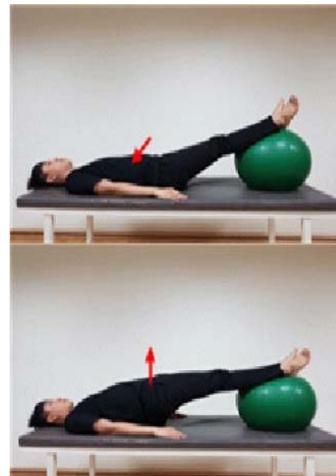


Fig. 5. Gymball exercise (Bride exercise)

에서 연구 대상자는 양 발을 짐볼 위에 편안하게 올리고 뒤꿈치, 종아리도 짐볼에 닿게 올린 후 배 끌어당김 상태에서 약화-고리(weak-link) 전까지 천천히 배 부위를 들어 올린다(Seo 등, 2011). 1회 운동 시 들어 올리는 시간 2초 유지 시간 6초 내리는 시간 2초 총 10초간 실시하였다. 운동 1회 실시 후 5초간 휴식을 하였고 세트 간에는 30초의 휴식 시간을 적용하였다(Fig. 5).

배 부위 근육 강화 운동 방법의 훈련은 누운 자세에서 연구 대상자의 양 발 사이에 짐볼을 위치시켜 무릎을 편 채로 엉덩관절과 무릎관절이 90°가 될 때까지 짐볼을 서서히 들어 올린다. 이후 다리를 아래쪽으로 밀어

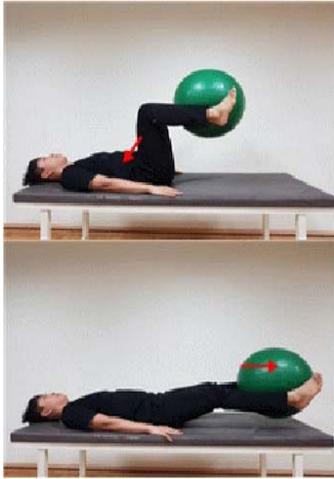


Fig. 6. Gymball exercise (Leg-Raise)

엉덩관절의 각도를 낮추고 무릎관절을 완전히 편다. 연구 1회 운동 시 미는 시간 2초, 유지 시간 6초 당기는 시간 2초 총 10초간 실시하였다. 운동 1회 실시 후 5초간 휴식을 하였고 세트 간에는 30초의 휴식 시간을 적용하였다(Fig. 6).

5. 자료처리

본 연구에서 통계분석 프로그램 IBM SPSS Statistics

ver 25를 이용하여 대상자들의 훈련 전·후 차이를 분석하기 위해서 대응표본 t 검정으로 분석하고, 집단 간 분석을 위해서는 독립표본 t 검정으로 분석하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자 스태빌라이저 군 20명, 짐볼 군 20명 총 40명의 성별, 평균연령, 신장, 체중, 우세손은 다음과 같으며 실험 자간의 유의한 차이는 없다 (Table 1).

2. 근 활성화 비교

스태빌라이저 운동과 짐볼 운동의 증재 전·후 호흡근 변화를 비교하기 위하여 두 실험군으로 나누어 운동 시 호흡근인 배곧은근과 배가로근의 활성도를 비교한 결과는 다음과 같다(Table 2).

스태빌라이저 군에서의 배곧은근은 사전값 17.90±25.62%MVIC에서 사후값 38.97±39.2%MVIC으로 증가하였으며, 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 배가로근은 사전값 60.79±42.82%MVIC에서 사후값 115.54±102.44

Table 1. Physical Characteristics of Subjects

	Stabilizer	Gymball	Significance level (<i>p</i>)
Sex (person)	Male (10), Female (10)	Male (10), Female (10)	
Age (year)	21±1.5 ^a	21.6±1.8	.27
Height (cm)	166.15±8.3	168.44±8.7	.40
Weight (kg)	57.85±9.1	62.00±12.4	.24
Major hand (person)	Right (18), Left (2)	Right (18), Left (2)	

^aaverage±standard deviation

Table 2. Comparison of muscle activation between Rectus Abdominis and Transverse Abdominis (%MVIC)

		Before training	After training	After-Before	<i>p</i>
Rectus Abdominis	Stabilizer Group	17.90±25.62 ^a	38.97±39.24	21.06±19.54	.00*
	Gymball Group	9.46±3.37	16.15±10.98	6.69±9.53	.00*
	<i>p</i>	.50	.00*	.00*	
Transverse Abdominis	Stabilizer Group	60.79±42.82	115.54±102.44	54.75±73.79	.00*
	Gymball Group	50.24±31.74	101.46±75.97	51.22±64.06	.00*
	<i>p</i>	.55	.93	.78	

^aaverage±standard deviation

(* $p<.05$)

%MVIC으로 증가하였으며, 유의한 차이가 있었다 ($p<.05$). 짐볼 군에서의 배곧은근은 사전값 $9.46\pm 3.37\%$ MVIC에서 사후값 $16.15\pm 10.98\%$ MVIC로 증가하였으며 유의한 차이가 있었다 ($p<.05$). 배가로근에서는 사전값 $50.24\pm 31.74\%$ MVIC에서 사후값 $101.46\pm 75.97\%$ MVIC로 증가하였으며 유의한 차이가 있었다 ($p<.05$). 하지만 그룹 간의 비교에서 배곧은근에 대하여 스테빌라이저 군은 $21.06\pm 19.54\%$ MVIC이고 짐볼 군은 $6.69\pm 9.53\%$ MVIC로 유의한 차이가 나타났지만, 배가로근에 대하여 스테빌라이저 군은 $54.75\pm 73.79\%$ MVIC이고 짐볼 군은 $51.22\pm 64.06\%$ MVIC으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 ($p>.05$).

IV. 고 찰

우리나라의 전체 사망자 중 호흡기 질환자는 인구 10만 명당 2006년에는 29.1명, 2015년에는 54.6명, 2016년에는 57.5명으로 점차 증가하였다(Statistics Korea, 2016). 이처럼 호흡기 질환자의 수가 증가함에 따라 사회적인 관심이 높아지고 호흡기 질환자를 대상으로 한 관련 연구들이 많이 시행되고 있다. Kim (2008)의 연구에 의하면 스테빌라이저(stabilizer)를 이용한 배 끌어당김 조정훈련(Abdominal Draw-In Maneuver; ADIM)을 적용한 배 안정화 운동 집단은 배곧은근, 배가로근에 유의한 증가를 보였고, 또한 짐볼(gymball)을 이용한 운동에서도 호흡 기능의 긍정적인 변화가 나타났다. 더 나아가 배 심부 근육의 근력 증진의 효과가 나타났다는 건 이미 증명되었다(Yun et al., 2013). 그러나 한가지 운동만을 진행하여 두 운동군의 차이를 비교할 수 없어서 두 운동군 간의 차이를 통해 효과적인 호흡 훈련 운동법의 근거를 제시하는 데 목적으로 실험을 실시하였다.

따라서 본 연구는 호흡근의 운동을 통해 호흡 능력과 호흡근의 기능이 좋아진다는 선행연구를 바탕으로 스테빌라이저를 이용한 운동군과 짐볼을 이용한 운동군의 집단 간 비교에서 호흡근의 근 활성화도에 유의한 차이가 있을 거라는 가설을 설정하여, 짐볼 운동군과 스테빌라이저 운동군으로 분류하여 4주간 실험하였다.

스테빌라이저와 짐볼을 이용한 운동이 두 군에서 근 활성화도의 유의한 증가를 보였지만, 두 군끼리의 비교에서는 스테빌라이저 운동에서 배곧은근의 근 활성화도 향상이 짐볼 운동에서 보다 유의한 증가를 보인 것을 제외하면 두 운동간 유의한 차이는 없었다.

스테빌라이저를 이용한 운동군과 짐볼을 이용한 운동군에서 배곧은근의 근 활성화도에 직접적인 영향을 준 운동 방법은 레그레이즈 운동이다. 레그레이즈 운동을 포함한 본 연구의 모든 운동 방법은 등척성 운동으로 시행하였는데, 짐볼을 이용한 레그레이즈 운동 방법에서 대상자는 본인의 다리 무게와 더불어 짐볼의 무게를 유지해야 했고 그 결과 스테빌라이저를 이용한 운동 방법보다 효율적인 등척성 운동을 시행하지 못한 반면, 스테빌라이저를 이용한 운동군의 레그레이즈 운동 방법에선 다리 무게만을 이용하였기에 짐볼을 이용한 운동군보다 효율적인 등척성 운동을 시행하였다고 판단된다.

선행 연구에서 밝혀진 것처럼 등척성 운동은 저항의 양과 수행된 힘의 양이 같아서 결과는 서서히 나타나고 역학적인 일의 발달을 증진 시킬 수 있는 장점을 가지고 있다(Rosaeta, 2012). 따라서 스테빌라이저를 이용한 운동군의 배곧은근의 근 활성화도 증가가 짐볼을 이용한 운동군의 배곧은근의 근 활성화도 증가보다 효과적이고 군간 비교에서 유의한 차이를 보였다고 생각된다.

하지만 배가로근의 경우 배곧은근과 달리 스테빌라이저의 배 끌어당김 운동과 짐볼 운동의 교각 운동이 모두 배 끌어당김 운동을 기반으로 하였으며(Yun 등, 2013), 두 운동 모두 추가적인 배가로근에 대한 저항 운동이 없었기에 그룹간에 별다른 차이가 발생되지 않은 것으로 사료 된다.

본 연구에서는 배곧은근과 배가로근의 근 활성화도를 표면 근전도를 이용하여 측정하였기 때문에 순수한 배곧은근, 배가로근의 근 활성화도를 측정하지 못한 제한점을 가지고 있다.

또한, 대상을 20대 젊은 남녀로 한 결과이기 때문에 일반화에 어려움이 있으며, 자세나 일상생활 등을 고려한 프로그램 개선이 이루어지지 않았고 대상자 수가 적었다는 점에서 한계성이 있다. 앞으로 다양하고 많은

연구 대상자를 대상으로 허리 안정화 프로그램의 효과에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 배 안정화 운동에서 스태빌라이저 운동군과 짐볼 운동군에 있어 호흡근 활성도를 알아보기 위해 실험하였다.

측정은 운동 전과, 운동 후 2회 실시하였으며 근전도 시스템을 사용하였다. 그 결과 군내에서 운동 전후 호흡근의 근 활성도가 증가하였다. 군간 비교에선 스태빌라이저 운동군의 배곧은근 근 활성도가 짐볼 운동군의 근 활성도 보다 유의한 증가가 있었으며, 배가로근의 근 활성도에는 유의한 차이가 없었다.

결과적으로 스태빌라이저와 짐볼 모두 호흡근 증가에 효과가 있었지만, 배곧은근의 근 활성도 증가에서는 스태빌라이저를 이용한 운동이 더 효율적이라고 사료된다.

References

A Mier, C Brophy, M Estenne et al. Action of abdominal muscles on rib cage in humans. *J Appl Physiol.* 1985;58(5):1438-43.

Choi SH, Lim JH, Cho HY, et al. The Effects of Trunk Stabilization Exercise Using Swiss Ball and Core Stabilization Exercise on Balance and Gait in Elderly Women. *J Korean Soc Phys Med.* 2012;7(1):49-58.

Donald A. Neumann: *KINESIOLOGY*, (2nd).KOREA. Panmeuneducation.2011.

Frownfelter D, Dean E. *Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy* (4th). Philadelphia.Mosby.2005.

Kim EO, Kim TH, Roh JS, et al. The influence of abdominal drawing-in maneuver on lumbar lordosis and trunk and lower extremity muscle activity during bridging

exercise. *Phys Ther Korea.* 2009;16(1):1-9.

Kim EO. The influence of abdominal drawing-in maneuver on lumbar lordosis and trunk and lower extremity muscle activity during bridging exercise. Master's Degree. Hanseo University. 2008.

Kim MH. The effects of respiratory function, trunk control and functional adl following respiratory strength training in patients with stroke. Master's Degree. Sahmyook University. 2011.

Kim TH, Park HK. Effect of the balance exercise on the unstable surfaces for the vital capacity in healthy adults: a preliminary study. *KSIM.* 2016;4(3):17-25.

Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: foundations and techniques* (4th). Philadelphia, PA, F.A. Davis. 2002.

Lee BK. Effects of combined exercises of walking and lumber stabilization on pulmonary function and lumbar deep muscle of chronic low-back pained patients. Master's Degree. Korea University. 2008.

Lee MS, Kim MC, Ahn CJ. Impact of concurrent inspiratory muscle training and tape on inspiratory muscle strength, endurance and pulmonary function. *KSIM.* 2014;2(3):65-73.

Seo HK, Kim JW, Hwang BJ. The effect of 3D NEWTON exercise on lumbar strength and endurance. *KAOMPT.* 2011;17(2):33-9.

Statistics Korea. *The cause of death statistics.* 2016.

Yoo JS. A study on change of the forward head posture, muscle activity and respiratory function by gymball and bosu exercise. Master's Degree. Dankook University. 2015.

Yun JH, Kim TS, Lee BK. Research article : the effects of combined complex exercise with abdominal drawing-in maneuver on expiratory abdominal muscles activation and forced pulmonary function for post stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2013;8(4):513-25.