Journal of The Korean Society of Integrative Medicine, 2021, 9(4), 11~18
https://doi.org/10.15268/ksim.2021.9.4.011
ISSN 2288-1174(Print)
ISSN 2383-9651(Online)

가슴우리 확장운동과 교각운동이 노력성 폐활량과 1초간 노력성 날숨량에 미치는 영향

김충유[1] · 배원식[2∓]

[1]부산성모병원 재활의학과 물리치료사, [2∓]경남정보대학교 물리치료과 교수

The Effect of Chest Extension Exercise and Bridge Exercise on FVC and FEV_1

Chung-Yoo Kim, PT, MS[1] · Won-Sik Bae, PT, Ph.D[2∓]

[1]Dept. of Rehabilitation Medicine, Busan St. Mary's Hospital, Physical Therapist

[2∓]Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology, Professor

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to investigate the effect on lung capacity of healthy men and women in their twenties by performing an intervention using the chest extension exercise and the bridge exercise, which are respiratory muscle strengthening exercises.

Methods : Thirty adult men and women in their 20s participated in this study. All subjects participated in the study after hearing the explanation of the purpose and method of the study, filling out a consent form. All subjects were randomly assigned to the chest extension exercise (CEE) group and the bridge exercise (BE) group of fifteen each. Each exercise was performed twice a week for 4 weeks. Lung capacity was measured by forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in one second (FEV_1) using spirometry. Lung capacity was measured before and after exercise. The measured data were compared through the dependent t-test and the independent t-test. The statistical significance level was set at .05.

Results : After the intervention, the CEE group showed a significant increase in FVC and FEV_1 compared to before the intervention ($p<.05$). After the intervention, the BE group also had a significant increase in FVC and FEV_1 compared to before the intervention ($p<.05$). However, there was no difference in FVC and FEV_1 between groups before and after the intervention ($p>.05$).

Conclusion : There was no difference between groups in lung capacity after exercise. However, both the chest extension exercise and the bridge exercise increased FVC and FEV1, which was thought to be because both exercise methods were effective in increasing lung capacity. Therefore, both chest extension exercises and bridge exercises can be effectively applied as a way to increase lung capacity.

Key Words : bridge exercise, chest extension exercise, FEV_1, FVC, lung capacity

∓교신저자 : 배원식, f452000@naver.com

제출일 : 2021년 6월 15일 | 수정일 : 2021년 7월 12일 | 게재승인일 : 2021년 7월 30일

I. 서 론

현재 대한민국은 편안하고 풍요로운 생활을 영위할 수 있게 되면서 신체활동이 감소하고, 운동 부족에 의한 각종 질환 중 호흡계통의 문제가 대두되고 있어 심호흡계 물리치료 영역에 관심이 집중되고 있다(Lee & Lee, 2007). 호흡기계가 중요한 이유는 대기 중의 산소를 섭취하여 신체의 조직까지 운반하고, 이산화탄소를 체외로 배출시키는 호흡 및 순환계의 역할은 건강을 유지하는데 가장 기초가 되기 때문이다(Jung, 2003).

호흡에 직접 관여하는 가슴우리의 움직임은 척추와 갈비뼈의 움직임으로만 이루어지는 것이 아니라 주변의 여러 관절의 조화로운 운동이 필요하다(Shim 등, 2002). 들숨 시 가로막의 내림 운동이 일어나는 피스톤 운동과 갈비뼈가 위 방향과 바깥으로 팽창하는 움직임으로 인해서 용적이 증가하고, 가슴안 압력이 낮아짐에 따라 음압이 유지되어 허파 안으로 공기가 유입되는 과정이 일어나며, 날숨 시 근육이 이완하면 수동적으로 공기가 밖으로 배출되는 과정이 이루어진다(Reid & Samrai, 1995). 들숨에 관여하는 주요 근육들은 가로막, 바깥갈비사이근이 있으며, 부수적 근육은 목빗근, 목갈비근, 등세모근, 큰가슴근, 작은가슴근, 앞톱니근이 있다. 날숨에 관여하는 주요 근육들은 평상 시 호흡에서는 활동하지 않고, 배곧은근, 배가로근, 배속빗근, 배바깥빗근, 갈비사이근 등의 부수적 근육들은 깊고 강한 호흡에 관여한다(Wang 등, 2017).

호흡 기능이 약화되면 환기 작용의 저하를 일으키며, 이것은 최대산소섭취량(VO_{2max}), 최대심박수(HR_{max}), 1회박출량(SV), 그리고 심박출량(CO)의 감소로 나타난다(Buskirk & Hodgson, 1987). 특히 최대산소섭취량(VO_{2max})의 감소는 비만, 심폐질환, 그리고 운동 부족이 원인으로 신체적 지구력이 떨어지고 체지방이 증가하며 제지방량이 감소하여, 평소 규칙적으로 운동을 수행한다면 저하율이 작아진다(Kasch 등, 1990). 따라서 호흡 기능의 향상을 위해 운동치료를 적극적으로 권장하고 있으며, 가슴우리의 가동성을 증가시키기 위하여 약화된 몸통 근육을 강화하는 것이 중요하다고 하였다(Haas 등, 1965). 또한, 근력훈련과 지구력훈련 등 여러 가지 운동을 통하여 호흡 기능을 향상할 수 있다(Belman, 1986).

호흡근 훈련 중 가슴우리 확장 운동은 심호흡과 더불어 몸통이나 팔다리의 능동적인 움직임과 결합된 전신운동으로 갈비뼈 사이의 가동성을 증진시키고, 뻣뻣한 결합조직과 물렁조직을 이완시키는 근육뼈대계에 대한 중재 방법이다(Dean, 2006). 이전의 연구에서 만성 폐쇄성 폐질환을 가진 환자를 대상으로 가슴우리 확장 운동을 수행한 결과, 폐기능과 호흡곤란 수준, 가슴우리 확장 정도에서 유의하게 개선되었다(Leelarungrayub 등, 2009).

최근 연구들을 보면, 바로누운 자세에서 최대 날숨 시 배속빗근과 배바깥빗근 같은 깊은 배부위 근육의 동시 수축 훈련에 효과적이고(Ishida 등, 2012). 몸통 안정화 운동과 강제호흡을 병행했을 때 배부위 근육의 추가적인 동원으로 배벽 자극과 가슴우리를 안정화시킨다(Ki 등, 2016). 배속빗근, 배곧은근, 배바깥빗근과 같은 깊은 배근육을 교각운동 동안에 활성화 되도록 유도하게 되면 휴식 시 날숨에 비해 최고 날숨이 발생할 수 있다고 하였다(Ishida & Watanabe, 2015). 교각운동 시 복부 드로우-인 방법을 유지하여 운동을 수행하였을 때 배근육의 활성도가 유의하게 증가하였고(Kim 등, 2009), 복부 드로우-인 방법을 병행하는 교각운동법은 표면근육을 이완시키고 깊은 근육을 보다 선택적으로 활성화시키는데 효과적인 운동방법이다(Ha 등, 2013).

따라서 본 연구에서는 가슴우리 확장 운동과 교각운동이 노력성 폐활량과 1초간 노력성 날숨량에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였고, 나아가 가슴우리 확장 운동과 교각운동 중 어떠한 운동이 노력성 폐활량과 1초간 노력성 날숨량에 더 나은 영향을 미치는지 알아보고자 연구를 진행하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 부산시 거주 중인 20대 성인 남녀 30명(남=14, 여=16)가 참여 하였고, 가슴우리 확장 운동 집단 15명(남=7, 여=8)과 교각운동 집단 15명(남=7, 여=8)으로

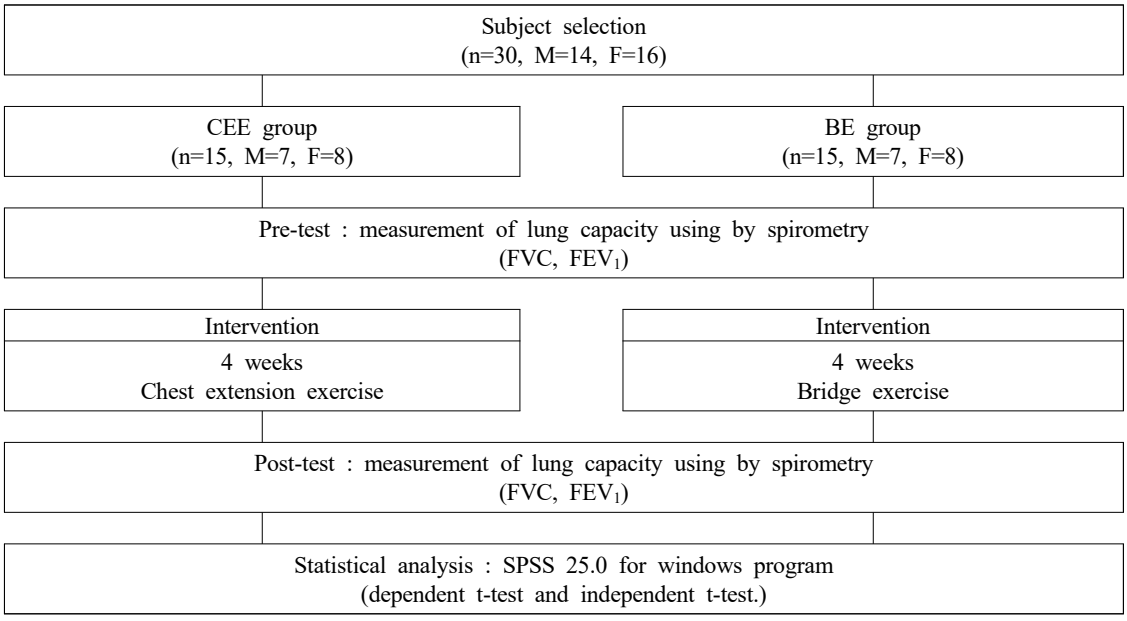
각각 무작위로 배정되었다. 본 연구의 모든 대상자는 실험과정에 대해 듣고 동의하였으며, 실험과정은 헬싱키 선언을 바탕으로 한 연구윤리를 준수하여 수행되었다.

대상자 선정기준은 다음과 같다.

1) 최근 3개월 이내 운동을 하지 않은 자
2) 특별한 폐질환의 병력이 없는 자
3) 선천성 가슴우리의 변형이나 갈비뼈 골절 등이 없는 자
4) 연구목적에 동의하고 참여를 서면으로 승낙한 자

2. 실험 설계

본 연구의 실험 설계는 다음 그림 1과 같다.



CEE; chest extension exercise, BE; bridge exercise, FVC; forced vital capacity, FEV_1; forced expiratory volume in one second

Fig 1. Study design

3. 중재 방법

1) 가슴우리 확장 운동(chest extension exercise)

주 2회, 4주 동안 총 8회를 실시하였으며, 바로 앉은 자세에서 머리 뒤로 손을 맞잡은 상태로 가슴 벌리기 운동(Fig 3)과 몸통 돌리기 운동(좌, 우)(Fig 4)을 수행하였다. 각 운동은 1세트 당 15초씩 중재 수행 후 5초간 휴식을 적용하여, 총 3세트 반복 적용하였다. 운동시간은 운동 마다 총 60초 씩 적용하여 하루 총 180초를 제공하였다(Fig 2).

1 set	rest	2 set	rest	3 set	rest
15 sec	5 sec	15 sec	5 sec	15 sec	5 sec
20 sec		40 sec		60 sec	
3 types of exercise (each 60 sec × 3 type = total 180 sec)					

Fig 2. Exercise time per day (chest extension exercise)

(1) 가슴 벌리기 운동

바로 앉은자세에서 날숨하는 동안 양 팔꿈치를 모아주면서 대상자의 몸통을 굽힘하고, 들숨하는 동안에는 양 팔꿈치를 바깥쪽으로 벌리면서 몸통을 폄 시켜 가슴우리를 확장시킨다(Nazhira 등, 2021)(Fig 3).

Fig 3. Chest extension exercise 1

(2) 몸통 돌리기 운동

가슴 벌리기 운동 준비 자세에서 날숨하는 동안 몸통을 왼쪽으로 돌려 오른쪽 팔꿈치가 반대쪽 무릎에 향하도록 만든다. 들숨하는 동안에는 몸통을 오른쪽으로 돌려 무릎과 팔꿈치가 멀어지게 스트레칭을 수행한다. 반대측도 동일하게 실시한다(Nazhira 등, 2021)(Fig 4).

Fig 4. Chest extension exercise 2

2) 교각 운동(bridge exercise)

주 2회, 4주 동안 총 8회를 실시하였으며, 운동은 바로 누운 자세에서 무릎 관절을 90° 굽힘, 어깨 관절 30° 벌림, 노자 관절 90도 엎침한 상태에서, 양 발은 어깨 넓이로 벌려 발바닥을 지면에 11자로 놓은 자세에서 실시하였다. 머리와 목은 일자로 유지하였고, 시선은 천장을 바라보게 하였다. 대상자는 지시에 따라 엉덩 관절 굽힘이 0°도가 될 때까지 들어올리고, 5초간 호흡을 내쉬게 하여 강제호흡을 유도하였다. 5초를 유지한 후 골반을 내리고 5초간 휴식을 취하여 1세트 당 10초씩 10세트를 적용하였고, 운동시간은 하루 총 100초를 적용하였다(Lee & Jeong, 2021)(Fig 5).

1 set	rest	2 set	rest	...	10 set	rest
5 sec	5 sec	5 sec	5 sec	...	5 sec	5 sec
10 sec		20 sec		...	100 sec	

Fig 5. Exercise time per day (bridge exercise)

4. 측정도구 및 측정방법

폐활량은 폐활량 측정기(SPIROVIT SP-1, SCHILLER, Switzerland)을 이용하여 측정하였으며(Fig 6), 폐활량은 대상자에게 앉은 자세에서 호흡기계를 입에 물고 최대한 숨을 들이쉰 후, 힘껏 내뱉게 하여 측정된 수치를 기록하여 측정하였다. 폐활량 측정은 3회 실시 후 평균값을 사용하였다. 본 연구에서는 측정된 수치 중 노력성 폐활량(FVC)와 1초간 노력성 날숨량(FEV_1) 수치만을 사용하였으며, FVC 값은 최대로 들이쉰 다음, 최대 노력으로 끝까지 내쉬었을 때 공기량을 말하여, FEV_1 값은 첫 1초간 얼마나 빨리 많은 숨을 내쉴 수 있는지를 측정환 값이다. 이들은 폐의 용적과 기도의 직경 및 날숨 능력에 직접적인 영향을 받는 수치이며 폐기능 검사 방법을

통해 대표적으로 적용되고 있는 수치이다.

Fig 6. Spirometry

5. 자료분석

자료는 SPSS Ver. 25.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 교각운동을 수행한 실험군, 가슴우리 확장 운동을 수행한 실험군의 연구대상자 특성은 t검정을 이용하여 동질성 검증을 하였다. 또한, 연구대상자들의 FVC 및 FEV_1의 중재 전·후 차이와 집단 간 차이를 알아보기 위해 대응표본 t검정과 독립표본 t검정을 통해 분석하였다. 모든 자료의 통계학적 유의수준은 .05로 정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구대상자의 평균 연령은 가슴우리 확장 운동 집단은 21.67±1.15세, 교각운동 집단은 20.93±1.28세이다. 그리고 대상자의 평균 신장은 가슴우리 확장 운동 집단은 170.30±7.14 ㎝, 교각운동 집단은 168.10±8.33 ㎝이며, 평균 체중은 가슴우리 확장 운동 집단은 64.80±12.89 ㎏, 교각운동 집단은 62.14±13.26 ㎏이다. 집단 간 비교 결과 평균 연령, 신장, 그리고 체중 모두 유의한 차이를 보이지 않아 동질한 집단임을 확인하였다(p>.05)(Table 1).

Table 1. General characteristics of subject (n=30)

	CEE (n=15)	BE (n=15)	t	*p*
Age (years)	21.67±1.15[a]	20.93±1.28	-1.64	.11
Height (㎝)	170.30±7.14	168.10±8.33	-.81	.43
Weight (㎏)	64.80±12.89	62.14±13.26	-.56	.58

[a]M±SD, CEE; Chest extension exercise, BE; Bridge exercise

2. 폐활량 값의 중재 전·후 비교

가슴우리 확장 운동 집단에서 중재 후 FVC 값과 FEV_1 값은 중재 전보다 증가함을 보였다(p<.05). 그리고 교각운동 집단에서도 중재 후 FVC 값과 FEV_1 값은 중재 전보다 증가함을 보였다(p<.05)(Table 2).

Table 2. Comparison of lung capacity values before and after intervention

		Pre	Post	t	*p*
CEE (n=15)	FVC	3.96±1.18	4.27±0.98	-3.10	.00
	FEV_1	3.18±1.06	3.68±0.78	-5.15	.00
BE (n=15)	FVC	3.53±0.93	3.94±1.05	-2.73	.02
	FEV_1	2.90±0.93	3.40±0.85	-4.28	.00

[a]M±SD, CEE; chest extension exercise, BE; bridge exercise, FVC; forced vital capacity, FEV_1; forced expiratory volume in one second

3. 폐활량 값의 집단 간 비교

중재 전과 후의 모든 FVC 값과 FEV_1 값은 가슴우리 확장 운동 집단과 교각운동 집단 사이 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05)(Table 3).

Table 3. Comparison of lung capacity values between groups

		CEE (n=15)	BE (n=15)	t	*p*
Pre	FVC	3.96±1.18	3.53±.93	-1.10	.28
	FEV_1	3.18±1.06	2.90±.93	-.76	.45
Post	FVC	4.27±.98	3.94±1.05	-.92	.37
	FEV_1	3.68±.78	3.40±.85	-.95	.35

[a]M±SD, CEE; chest extension exercise, BE; bridge exercise, FVC; forced vital capacity, FEV_1; forced expiratory volume in one second

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 가슴우리 확장 운동과 교각운동을 적용하였을 때 대상자의 폐활량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시 되었다. 이를 확인하기 위해 건강한 성인 대상자를 가슴우리 확장 운동 집단과 교각운동 집단으로 임의 배정하여 각 집단에 맞는 운동을 4주간 수행하였고, 그 결과를 폐활량 측정을 통해 비교하였다.

들숨과 날숨은 가슴우리의 용적에 따라 영향을 받으며, 가슴우리의 용적은 뼈대의 가동성과 주위 물렁조직의 탄력성, 호흡 근육의 강도에 의해 결정된다(Kim 등, 2014). 폐활량을 측정하기 위한 폐기능 검사에서는 폐활량, 흡기용량, 일회호흡량, 호기예비량, 일초노력성호기량, 노력성폐활량 등의 호흡지표를 측정하여 일반적인 호흡 능력을 평가하며(Choi 등, 2018), 폐 용적의 판단에 폐활량은 매우 중요한 지표로 여겨지고 있다(Haas 등, 1965).

그 결과, 본 연구에서는 가슴우리 확장 운동과 교각운동 집단 모두에서 4주간의 중재 후 유의미한 폐활량의 증진을 보였으며, FVC와 FEV_1에서 모두 증가함을 보였다.

배 근육은 전체적인 근수축에 의해 몸통 안정화를 구축하며 능동적 호흡에도 작용한다. 이때 배 근육의 능동적 수축은 날숨을 가능하게 하며, 이는 배 안의 장기를 가로막 쪽으로 강하게 끌어올려 가슴우리 안쪽 압력을 증가시킴으로 공기를 허파 밖으로 밀어내는 것을 돕는다. 이에 몸통조절과 호흡은 서로 긴밀한 관련성을 가지며 작용됨을 알 수 있다(Lee & Kim, 2018).

Song과 Kim(2016)은 몸통 안정화 훈련이 만성 뇌졸중 환자의 폐기능 및 몸통 근육 활성도에 미치는 영향을 알아보기 위해 만성 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 5주간의 몸통 안정화 훈련을 실시하였을 때, 실험군과 대조군 모두 FVC, FEV_1 FEV_1/FVC, PEF에서 통계적으로 유의하게 증가함을 보고하였고, Choi(2013)의 연구에서도 허리 안정화 운동이 만성 뇌졸중 환자의 배 깊은근육 두께 및 폐기능에 미치는 효과를 알아보기 위해 만성 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 6주 동안 간헐적 양압 호흡 기구와 몸통 안정화 운동을 실시한 실험군과 간헐적 양압 호흡 기구만 실시한 대조군의 그룹 내 FVC, FEV_1, 최대기침유량 중재 전·후 비교에서 모두 유의한 증가를 보였다. 본 연구에서도 선행연구와 동일하게 중재 후 FVC와 FEV_1 값이 증가하였고, 이에 교각운동 운동 중재가 폐활량을 증가시키는데 효과적임을 알 수 있다.

본 연구에서는 가슴우리 확장 운동 집단에서도 중재 후 FVC와 FEV_1 값이 증가함을 보였는데, 가슴우리 확장 운동 또한 폐활량 증진에 효과적임을 알 수 있다. 이러한 결과는 Kim(2013)의 연구에서도 유사한 결과를 보였는데, Kim(2013)은 가슴우리 확장 운동과 유산소운동이

뇌졸중 환자의 호흡 기능과 보행능력, 일상생활 수행능력에 미치는 효과 비교에서 만성 뇌졸중 환자 54명을 대상으로 4주 동안 가슴우리 확장 운동을 실시한 실험군과 유산소 운동을 실시한 대조군을 비교한 결과, 그룹 간 폐기능 비교에서 실험군과 대조군의 FVC 및 FEV_1에서 통계학적으로 유의한 차이가 있음을 보고하였다. 이에 가슴우리 확장 운동과 교각운동 모두 FVC와 FEV_1를 증진 시키는 것으로 보인다.

Cavaggioni 등(2015)의 연구는 건강한 성인 남성을 대상으로 6주간 중재 적용 시 호흡이나 스트레칭을 바탕으로 한 몸통 안정성 운동이 전통적인 배 근육 운동에 비해 더 FVC와 FEV_1 값의 증가에 효과적임을 보고하였는데, 본 연구에서는 동일한 증진을 보인 바 상반된 결과를 보인다. 하지만 두 연구의 결과가 차이가 있는 이유는 교각 운동 시 적용한 날숨 때문이라 생각된다. 강제호흡을 통한 안정성 운동이 운동 시 날숨량을 증가시켜, Cavaggioni 등(2015)의 연구에서 수행된 전통적인 배 근육 운동과의 차이를 보였다고 생각된다.

본 연구의 결과를 종합해보면, 가슴우리 확장 운동과 교각운동 모두 FVC와 FEV_1를 증진 시키는 것으로 나타났다. 그리고 두 집단 간 비교에서 차이가 없으므로, 두 운동 중재 모두 폐활량을 증진 시키는데 긍정적인 효과를 보이는 것으로 나타났다. 하지만 건강한 성인 남성을 대상으로 6주간 중재 적용 시 호흡이나 스트레칭을 바탕으로 한 몸통 안정성 운동이 전통적인 배 근육 운동에 비해 더 FVC와 FEV_1 값의 증가에 효과적임을 보고한 Cavaggioni 등(2015)의 연구와는 상반된 결과를 보였다. 이에 폐활량 증진을 위한 중재로 가슴우리를 확장하는 중재나 몸통 안정성을 증진 시키는 교각운동과 같은 종류의 중재를 적용하는 것은 효과적인 호흡근 강화훈련에 도움이 될 것이다.

본 연구의 제한점은 20대 성인으로 한정되었고 실험기간이 짧았기 때문에 본 실험의 결과를 일반화하기 어려움이 있다. 따라서 추후 대상자의 연령을 다양화하고 실험 기간을 충분히 고려한 연구가 시행되어야 할 것으로 생각된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 가슴우리 확장 운동과 교각운동이 노력성 폐활량과 1초간 노력성 날숨량에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 4주간 가슴우리 확장 운동과 교각운동을 실시하였으며 연구 결과 각각의 운동 모두 노력성 폐활량 및 1초간 노력성 날숨량 증진에 효과를 보였으며 운동 간에 유의한 차이는 없었다. 이에 폐활량 증진을 위한 방법으로 가슴우리 확장 운동과 교각운동이 적용되기를 기대한다.

참고문헌

Belman MJ(1986). Exercise in chronic obstructive pulmonary disease. Clin Chest Med, 7(4), 585-597. https://doi.org/10.1016/S0272-5231(21)00453-6.

Buskirk ER, Hodgson JL(1987). Age and aerobic power: the rate of change in men and women. Fed Proc, 46(5), 1824-1829.

Cavaggioni L, Ongaro L, Zannin E, et al(2015). Effects of different core exercises on respiratory parameters and abdominal strength. J Phys Ther Sci. 27(10), 3249-3253. https://doi.org/10.1589/jpts.27.3249.

Choi JY, Yoon HK, Lee JH, et al(2018). Nationwide Pulmonary Function Test rates in South Korean asthma patients. J Thorac Dis, 10(7), 4360-4367. https://doi.org/10.21037/jtd.2018.06.109.

Choi YC(2013). The effects of trunk stabilization exercise on deep abdominal muscles thickness and pulmonary function in chronic stroke patients. Graduate school of Yongin University, Republic of Korea, Master's thesis.

Haas A, Lowman EW, Bergofsky EH(1965). Impairment of respiration after spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil, 46(1), 399-405.

Ha Y, Lee GC, Bae WS, et al(2013). The Effect of abdominal muscle drawing-in exercise during bridge exercise on abdominal muscle thickness, using for

real-time ultrasound imaging. J Korean Soc Phys Med, 8(2), 231-238. https://doi.org/10.13066/kspm.2013.8.2.231.

Ishida H, Hirose R, Watanabe S(2012). Comparison of changes in the contraction of the lateral abdominal muscles between the abdominal drawing-in maneuver and breathe held at the maximum expiratory level. Man Ther, 17(5), 427-431. https://doi.org/10.1016/j.math.2012.04.006.

Ishida H, Watanabe S(2015). Maximum expiration activates the abdominal muscles during side bridge exercise. J Back Musculoskelet Rehabil, 28(1), 81-84. https://doi.org/10.3233/BMR-140494.

Jung WG(2003). The effect of rope-skipping on the health-related physical fitness and pulmonary function in children. Graduate school of Pusan National University, Republic of Korea, Master's thesis.

Kasch FW, Boyer JL, Van Camp SP, et al(1990). The effect of physical activity and inactivity on aerobic power in older men (a longitudinal study). Phys Sportsmed, 18(4), 73-83. https://doi.org/10.1080/00913847.1990.11710022.

Ki C, Heo M, Kim HY, et al(2016). The effects of forced breathing exercise on the lumbar stabilization in chronic low back pain patients. J Phys Ther Sci, 28(12), 3380-3383. https://doi.org/10.1589/jpts.28.3380.

Kim EO, Kim TH, Roh JS, et al(2009). The influence of abdominal drawing-in maneuver on lumbar lordosis and trunk and lower extremity muscle activity during bridging exercise. Phys Ther Korea, 16(1), 1-9.

Kim JH, Park JH, Yim JG(2014). Effects of respiratory muscle and endurance training using an individualized training device on pulmonary function and exercise capacity in stroke patients. Med Sci Monit, 20(1), 2543-2549. https://doi.org/10.12659/MSM.891112.

Kim SD(2013). Comparing the effects of chest expansion exercise and aerobic exercise on gait, pulmonary function, and activities of daily living in stroke patients. Graduate school of Daejeon University, Republic of Korea, Master's thesis.

Lee DK, Kim SH(2018). The effect of respiratory exercise on trunk control, pulmonary function, and trunk muscle activity in chronic stroke patients. J Phys Ther Sci, 30(5), 700-703. https://doi.org/10.1589/jpts.30.700.

Lee DW, Jeong MB(2011). Effect of the untact trunk stabilization exercise program on muscle thickness, trunk strength, maximal expiratory flow, and Static balance. J Korean Soc Phys Med, 16(1), 73-81. https://doi.org/10.13066/kspm.2021.16.1.73

Lee HC, Lee SC(2011). Changes of peak expiratory flow and respiratory muscle strength according to respiratory muscle exercises for men in their twenties. The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology, 13(4), 1-8.

Nazhira F(2021). The effectivity of addition chest mobilization or pursed lip breathing in conventional therapy in COPD patients. Sports and Fitness Journal, 9(2), 126-131. https://doi.org/10.24843/spj.2021.v09.i02.p05.

Reid WD, Samrai B(1995). Respiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease. Phys Ther, 75(11), 996-1005. https://doi.org/10.1093/ptj/75.11.996.

Shim JH, Oh DW, Lee GW(2002). The effects of thoracic flexibility exercise on vital capacity and chest expansion in patients with idiopathic scoliosis. Phys Ther Korea, 9(2), 145-156.

Song JW, Kim GD(2016). Effects of core stability training on the pulmonary function and trunk muscle activity in chronic stroke patients. AJMAHS, 6(2), 101-108. https://doi.org/10.35873/ajmahs.2016.6.2.012.

Wang JS, Cho KH, Park SJ(2017). The immediate effect of diaphragm taping with breathing exercise on muscle tone and stiffness of respiratory muscles and SpO2 in stroke patient. J Phys Ther Sci, 29(6), 970-973. https://doi.org/10.1589/jpts.29.970.