

호흡근훈련 유무에 따른 안정화 운동이 건강한 성인의 호흡 기능과 자세 동요에 미치는 영향

서혜리¹ · 안덕현² · 김미현² · 고민주³ · 오재섭^{2*}

¹부산대학교병원 물리치료사, ^{2*}인제대학교 물리치료학과 교수, ³인제대학교 물리치료학과 강사

Effects of Stabilization Exercise with and without Respiratory Muscle Training on Respiratory Function and Postural Sway in Healthy Adults

Hye-Ri Seo, PT, MS¹ · Duk-Hyun An, PT, Ph.D² · Mi-Hyun Kim, PT, Ph.D² · Min-Joo Ko, PT, Ph.D³ · Jae-Seop Oh, PT, Ph.D^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Pusan National University Hospital

^{2*}Dept. of Physical Therapy, Inje University, Professor

³Dept. of Physical Therapy, Inje University, Instructor

Abstract

Purpose : Stabilization exercise and respiratory muscle training are used to train trunk muscles that affect postural control and respiratory function. However, there have been no studies that combine stabilization exercise and respiratory muscle training. The purpose of this study is to investigate effects of stabilization exercise with and without respiratory muscle training on respiratory function and postural sway.

Methods : Fifteen healthy adults were recruited for this experiment. All the subjects performed stabilization exercise with and without respiratory muscle training. For stabilization exercise with respiratory muscle training, the subjects sat on a gym ball wearing a stretch sensor. The subjects inspire maximally as long as possible during lifting one foot off the ground, alternately for 30 seconds. The stretch sensor was placed on both anterior superior iliac spine (ASIS), and the stretch sensor was used to monitor inspiration. For stabilization exercise without respiratory muscle training, the subjects sat on a gym ball and lifted one foot off the ground, without respiratory muscle training. Kinovea program used to investigate postural sway tracking during exercise. The maximum inspiratory pressure (MIP) and maximum expiratory pressure (MEP) were measured using a spirometer to investigate changes of respiratory muscle strength before and after exercise. A paired t-test was used to determine significant differences postural sway tracking, MIP, and MEP between stabilization exercise with and without respiratory muscle training.

Results : There were significantly lower a distance of postural sway tracking during stabilization exercise with respiratory muscle training, compared with stabilization exercise without respiratory muscle training ($p<.05$). The MIP and MEP were significantly increased after stabilization exercise with respiratory muscle training compared with before stabilization exercise with respiratory muscle training ($p<.05$).

Conclusion : The results of this study suggest that stabilization exercise with respiratory muscle training would be recommended to improve postural control and respiratory muscle strength.

Key Words : maximum expiratory pressure, maximum inspiratory pressure, postural sway, respiratory muscle training, stabilization exercise

*교신저자 : 오재섭, ysrehab@inje.ac.kr

제출일 : 2023년 4월 24일 | 수정일 : 2023년 5월 19일 | 게재승인일 : 2023년 6월 9일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

안정화 운동의 목적은 척추의 분절 간 움직임 조절함으로써 몸통 근육의 기능과 척추, 골반의 제어 및 조정 능력을 향상하는 것이다(Hlaing 등, 2021). 주로 근육의 신경근 제어, 힘 및 지구력을 향상하는 것을 목표로 하며 척추와 몸통의 안정성 유지에 매우 핵심적인 방법으로 알려져 있다(Lee 등, 2016). 이와 같은 이유로 허리 통증과 기능 장애에 효과적인 운동 방법으로 알려져 허리 척추 재활에 널리 사용되고 있다(Pergolizzi & LeQuang, 2020). 해부학적으로 몸통 근육은 배곧은근과 배바깥빗근이 포함된 표면 근육과 배가로근과 못갈래근이 포함된 깊은 근육으로 나눌 수 있다(Larivière 등, 2023). 깊은 근육은 자세 조절하는 동안 허리 척추의 분절 안정성과 관련이 있어 척추의 안정성을 향상시키기 위해서는 깊은 근육의 활성화가 필요하다(Rowley 등, 2019; Lee 등, 2016). 이들 근육은 표면 근육과 함께 활성화하여 척추를 안정화한다(Puntumetakul 등, 2021). 그러므로 표면 근육과 깊은 근육을 동시에 활성화하기 위한 운동이 필요하고 이러한 운동을 허리 안정화 운동 또는 코어 안정화 운동이라고 한다(Puntumetakul 등, 2021). 이러한 운동을 적용하기 위해서는 사람마다 근육의 정도와 통증의 정도가 다르므로 안정화 운동 프로그램을 각 개인에게 맞는 강도와 자세로 구성해서 적용해야 한다(Kim 등, 2016).

안정화 운동 방법에는 네발 기기 자세, 플랭크, 짐볼 등을 이용한 자세 조절 훈련 등 형태가 다양하다(Mustafaoglu 등, 2019; Rasouli 등, 2020). 그 중 불안정한 지면을 사용한 안정화 운동은 자세 안정성을 유지하는데 몸통 근육을 더 많이 사용하는 이점이 있으며(Rasouli 등, 2020), 이전 연구들에 따르면 짐볼에 앉은 자세에서 한쪽 발을 드는 자세가 다른 자세와 비교해서 몸통 안정화 근육들의 활성도를 유의하게 증가시켰다고 보고하였다(Ainscough-Potts 등, 2006; Rasouli 등, 2020). 그러나 짐볼과 같이 불안정한 지지면에 앉아 운동하는 경우 자세 동요가 나타나며(O'Sullivan 등, 2006), 이러한 자세 동요는 허리-골반의 안정화 능력이 감소하였을 때 증가한다.

자세 동요는 3차원 동작 분석을 통해 측정하고 분석할 수 있는데 이 방법은 정확한 데이터를 제공하는 반면 분석이 어렵고 설치의 번거로움과 장비와 프로그램 비용이 많이 들며, 장비와 프로그램이 설치된 지정된 장소에서만 시행 가능하다는 단점이 있다(O'Sullivan 등, 2006). 반면에 영상 촬영에 기반한 사후 동작 분석 프로그램인 Kinovea는 2차원 동작 분석 프로그램으로 저비용으로 임상 현장에서 언제 어디서나 손쉽게 사용할 수 있으며 개인 핸드폰을 사용하여 촬영 후 거리, 각도, 좌표 및 공간, 시간 매개변수를 프레임별로 분석할 수 있다(Jimenez-Olmedo 등, 2021; Puig-Diví 등, 2019).

호흡 근육 또한 호흡 기능과 함께 척추 안정화와 자세 조절에 중요한 역할을 한다(Zeren 등, 2019). 들숨 시 주동근인 가로막은 자세 조절 기능을 가진 호흡근이고 날숨 시 주동근 중 하나인 깊은 배 근육은 호흡 기능을 가진 자세 조절 근육이다(Lewit, 1980). 이전 연구에 따르면 들숨을 통한 복부 브레이싱 방법(abdominal bracing)은 체중을 지지하는 자세에서 움직임이 일어나는 동안 허리 척추를 안정화하고 보호한다고 보고하였다(Kennedy, 1980). 실제로 복부 브레이싱 방법은 척추 분절의 안정성을 증진하는 것으로 나타났다(Moghadam 등, 2019). 선행 연구들과 같이 호흡근 훈련과 안정화 운동을 각각 적용하여 그 효과를 비교한 연구는 많았다. 그러나 안정화 운동과 호흡근훈련을 함께 했을 때 자세 동요에 미치는 영향, 그리고 운동 전후로 호흡근 근육에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 거의 없었다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 건강한 성인을 대상으로 호흡근훈련 유무와 함께 안정화 운동을 수행했을 때 자세 동요와 호흡근 근육에 미치는 영향을 보고자 함이다. 본 연구의 가설은 호흡근훈련과 안정화 운동을 함께 수행할 때 안정화 운동만 수행할 때보다 자세 동요 총 이동거리가 감소할 것이며, 호흡근 훈련과 함께 안정화 운동을 수행하기 전보다 후에 최대 날숨압과 최대 들숨압이 향상될 것이라고 설정하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 연구의 취지를 이해하고 자발적으로 참여에 동의한 건강한 성인 남녀 15명을 대상으로 선정하였다(Table 1). 대상자 선정 기준은 실험 당시 다리에 근육 뼈대계통 통증을 호소하지 않는 자로 하였다. 대상자 제외 기준은 시험 전 6개월 동안 허리, 골반, 다리의 골절, 뺨 등의 부상, 수술 이력이 있는 자, 심폐계 혹은 신경계 질환이나 정신적인 문제, 이해력 부족으로 인한 운동 수행 능력에 문제가 있는 자, 임신부로 선정하였다.

대상자 수 산정은 G*power 3.1 프로그램(G*Power, University of Kiel, Kiel, Germany)을 이용하였다. 호흡 근력과 안정성을 위한 중재 방법의 효과를 아는데 필요한 최소 대상자 수가 15 명임을 확인하였다($p=0.05$, 80 % statistical power). 따라서 본 연구 또한 15 명의 피실험자로 실험을 진행하였다. 본 연구는 인제대학교 생명윤리심의위원회 (승인번호: 2022-07-012-001)의 심의를 받았으며, 모든 대상자는 서면 동의를 작성한 후 본 연구에 참여하였다.

Table 1. General characteristics of the subjects

(n= 15)

	Age (y)	Height (cm)	Body weight (kg)
Characteristic	30.27±5.41	168.47±10.39	64.47±13.47

2. 평가 방법

1) 폐활량계(spirometer)

최대들숨압(maximal inspiratory pressure; MIP)과 최대날숨압(maximal expiratory pressure; MEP)은 신뢰도와 타당도가 입증된 폐활량계(Pony FX, COSMED Inc., Italy)를 사용하여 측정하였다(Finkelstein 등, 1993). 정확한 측정을 위하여 환자가 이해할 수 있도록 충분한 설명을 하고 필요할 경우 시범을 보여 측정 시 정확도를 높였다. 코마개를 사용하여 코를 막고 마우스피스에 입을 밀착시켜 입 주변 바람이 세지 않도록 하여 평가하였다. 편하게 앉은 자세에서 강한 내시기와 들이마시기를 실행하는데 MIP는 잔기량에 가깝게 최대한 날숨 한 다음 마우스피스를 입에 물고 1.5초 이상 최대한 힘껏 들숨 하여 측정하였고 MEP는 총폐활량에 가깝게 최대한 들숨 한 다음 마우스피스를 입에 물고 1.5초 이상 최대한 힘껏 날숨 하여 측정하였다. 각각 총 3회를 측정하여 재현성이 가장 큰 최댓값을 기록하였다. 측정 방법은 미국 흉부학회와 유럽 호흡기 학회에서 제시한 방법을 참고하였다(American Thoracic Society, 2002).

2) 스마트폰 동영상 및 데이터 분석

안정화 운동을 하는 동안 자세 동요를 확인하기 위해서 스마트폰을 이용해 동영상을 촬영하였다. 스마트폰을 바닥에서 약 53 cm 높이, 대상자의 발뒤꿈치에서 약 1.8 m 거리에 위치시켰으며, 대상자의 양쪽 뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine)에 반사용 마커(14-mm diameter, passive and reflective)를 부착하였다(Fig 1). 안정화 운동을 하는 동안 대상자의 뒷모습을 동영상 촬영한다(Fig 2).

안정화 운동을 하는 동안 자세 동요의 궤적을 추적하기 위해 Kinovea® 영상분석 프로그램(v.0.8.15, open source 2D motion analysis software, Bordeaux, France)을 사용하였다. 자세 동요의 총 이동거리 데이터를 수집하기 위해 대상자가 짐볼에 앉아 오른쪽 발을 들고 균형을 유지하고 있는 30초 동안 왼쪽 뒤엉덩뼈가시에 부착된 마커를 운동 추적으로 분석하여 총 이동거리(cm)를 구하였다. 이때 자세 변화로 생길 수 있는 오류를 배제하기 위해 앞뒤 10초를 제외한 중간 10초 동안의 총 이동거리를 구하였다. 좌, 우 각각 3회 시행하고 총합을 구하였으며, 총 이동거리(cm)가 짧을수록 자세 동요가 적은 것으로 보았다(Ganni 등, 2018).



Fig 1. Marker position



Fig 2. The position of the camera (A) and the subject's sitting position (B)

3. 실험 절차

본 연구의 참여에 동의하고, 선정 조건과 제외 조건을 충족시킨 15명을 대상으로 시행하였다. 호흡근 훈련 유·무와 함께 안정화 운동을 하기 전·후에 선정된 모든 대상자의 최대들숨압과 최대날숨압을 측정하였다. 각각 총 3회를 측정하였으며 최대값을 기록하였다. 각 시도 사이에 1분의 휴식이 제공되었다.

1) 호흡근훈련 없는 안정화 운동

대상자는 무릎과 발의 위치가 일직선상에 위치하도록 유지하며 짐볼(gym ball)에 앉는다. 양팔을 가슴 앞에 X자 모양으로 두고 한쪽 발을 바닥에서 10 cm 이상 들어 올린 후 30초 유지한다. 그 다음 동일한 방법으로 반대쪽 발을 들어 올린 뒤 30초 유지한다(Fig 3).

2) 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동

호흡근훈련을 실시간으로 모니터링하기 위해 대상자는 스트레치 센서(Wearable stretch sensor, StretchSense Inc., New Zealand)를 배꼽 높이에 착용한다. 스트레치 센서는 실리콘 절연체로 분리된 두 개의 접지 전극 사이에 스트레치 될 수 있는 신호 전극으로 구성되어 있으며 민감도가 높은 장비이다(Zhu & Tairych, 2021). 센서는 잘 구부러지는 두 개의 평행한 판의 축전기로 센서가 늘어나면 전도층의 두께와 길이가 변화한다. 센서가 늘어나면 전도층의 길이는 길어지고 두께는 얇아지며 이는 정

전용량을 증가시키는 요인이 된다. 이때 블루투스로 태블릿 앱에 연결해 센서가 늘어나는 정도에 따라 정전용량을 수치화하여 모니터로 확인할 수 있다. 이때, 단위값은 pF로 표시된다(Fig 4)(Lee 등, 2021). 본 연구에서는 스트레치 센서를 벨트에 연결하여 사용하였고 어떠한 장력도 가해지지 않았을 때의 기본값이 200 pF 이었다.

스트레치 센서와 태블릿에 깔린 앱을 블루투스로 연결한 뒤, 최대 날숨한 상태에서 스트레치 센서에 어떠한 장력도 가해지지 않았을 때의 값인 200 pF을 기본값으로 보고 이 기본값이 변하지 않을 만큼 스트레치 센서의 벨트 길이를 최대한 줄인다. 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동을 하기 위해, 대상자는 짐볼에 앉아서 최대한 들숨을 하면서 한쪽 발을 바닥에서 10 cm 이상 들어 올린 후 30초 유지한다. 이때 들숨의 정도는 앱을 통해 실시간으로 확인하며, 미리 측정한 평균 장력 값 이상이 되도록 한다. 그 다음 동일한 방법으로 반대쪽 발을 들어 올린 뒤 30초 유지한다(Fig 3).

각 안정화 운동은 좌우 각각 3회 시행하였으며 각 시도(trial) 사이에는 1분 그리고 각 조건(condition) 사이에는 5분의 휴식이 제공되었다. 호흡근훈련의 학습효과를 최소화하기 위해서 호흡근훈련 없는 안정화 운동이 먼저 시행되었고, 그다음 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동이 수행되었다.

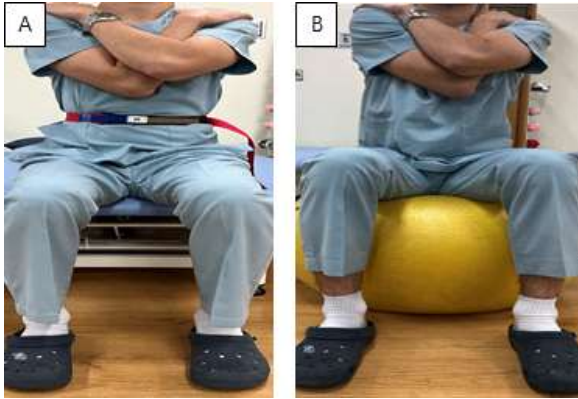


Fig 3. stabilization exercise with (A) and without (B) respiratory muscle training



Fig 4. Stretch sensor biofeedback device

4. 자료 분석

본 연구의 모든 자료 분석은 SPSS version 18.0 프로그램(SPSS Inc., Chicag, IL, USA)을 사용하였으며 측정

된 결과값을 평균과 표준편차로 산출하였다. Kolmogorov-Smimov 검정법을 이용하여 정규성 검증 후, 호흡근훈련 없는 안정화 운동과 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동의 자세 동요 총 이동거리, 최대 들숨압, 그리고 최대 날숨압을 비교하기 위하여 대응 표본 t-검정을 실시하였다. 통계학적 유의성을 검증하기 위해서 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결과

1. 자세 동요 총 이동거리

호흡근훈련과 동시에 안정화 운동을 했을 때가 호흡근훈련 없는 안정화 운동을 했을 때보다 자세 동요 총 이동거리가 유의하게 감소하였다($p<.05$)(Table 2).

2. 최대 들숨압 및 최대 날숨압

호흡근훈련과 동시에 안정화 운동을 했을 때가 호흡근훈련 없는 안정화 운동을 했을 때보다 최대 들숨압($p<.05$)과 최대 날숨압($p<.05$) 모두 유의하게 증가하였다 (Table 2).

Table 2. Comparison of total distance of postural sway, MIP, and MEP (n= 15)

	Stabilization exercise	Stabilization exercise + Respiratory muscle training	t	p
Total distance of postural sway	324.49±106.97	260.26±95.78	-3.47	.004
MIP	88.33±36.72	93.73±35.55	-2.17	.048
MEP	87.53±38.02	95.87±42.37	-2.34	.035

MIP; maximal inspiratory pressure , MEP; maximal expiratory pressure

IV. 고찰

본 연구는 건강한 성인남녀 15명을 대상으로 호흡근

훈련 없는 안정화 운동과 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동을 시행했을 때 자세 동요 총 이동거리, 최대 들숨압, 그리고 최대 날숨압에 어떠한 영향을 미치는지 알아

보았다. 그 결과 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동을 시행했을 때가 호흡근훈련 없는 안정화 운동을 했을 때보다 자세 동요 총 이동거리는 유의하게 감소하였고, 최대 들숨압 그리고 최대 날숨압은 유의하게 증가하였다.

본 연구 결과 호흡근훈련과 동시에 안정화운동을 했을 때가 호흡근훈련 없는 안정화 운동을 했을 때보다 자세 동요 총 이동거리가 유의하게 감소하였다. 그 이유는 안정화 운동에 의한 허리 골반 안정화 효과에 더해 호흡근훈련에 의한 허리 골반 안정화 효과가 더해졌을 것으로 생각되며 이는 이전 연구 결과와 일치한다. Lee 등(2019)은 뇌졸중 환자 33명을 안정화 운동만 시행하는 그룹과 안정화 운동과 호흡근훈련을 모두 시행하는 그룹으로 나뉘서 6주간 훈련한 결과, 안정화 운동과 호흡근훈련을 모두 시행한 그룹이 안정화 운동만 시행한 그룹보다 호흡근인 배가로근, 배곧은근, 가로막 근육이 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 호흡근 중 특히 깊은 복부 근육은 호흡에도 중요한 기능을 하지만 운동을 하는 동안 몸통 안정화에도 중요한 기능을 한다(Kawabata 등, 2014). 몸통 안정화 기능에는 자세를 유지하고 몸무게의 이동을 조절하는 기능도 있고, 정적 그리고 동적 자세 동안 기저면을 유지하는 데 중요한 역할도 있다(Karthikbabu 등, 2012). 이전 연구 결과를 종합해 보았을 때, 본 연구는 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동 시에 호흡근육의 기능으로서의 몸통근육 활성도가 증가하였을 것이며, 더불어 안정화 운동을 통해 활성화된 몸통근육의 기능도 작용했을 것이다. 따라서 몸통근육의 활성도는 호흡근의 기능과 몸통 안정화 기능에 의해 시너지 효과가 일어났을 것이며, 그 결과 안정화 운동만 했을 때보다 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동을 했을 때가 몸통의 안정화 능력이 더 증가했을 것으로 생각된다. 증가된 몸통 안정화 능력은 동적 운동을 하는 동안 자세조절 능력 또한 증가시켰을 것이며, 이에 따라 자세 동요 총 이동거리도 유의하게 감소되었을 것으로 사료 된다.

최대 들숨압은 호흡근 훈련과 동시에 안정화 운동을 했을 때가 호흡근훈련 없는 안정화 운동을 했을 때보다 유의하게 증가하였다. 이는 가로막이 들숨 시 주동근이면서 동시에 불안정한 지지면에서 자세를 유지하는 자세 유지 근육으로서의 기능을 했기 때문으로 생각된다. Finta 등(2020)은 안정화훈련과 들숨 훈련이 모두 포함되

어있는 훈련을 하는 그룹과 안정화 훈련만 하는 그룹으로 나뉘서 8주 동안 훈련한 결과 안정화훈련과 들숨 훈련이 모두 포함되어 있는 훈련을 한 그룹이 안정화 훈련만 한 그룹보다 최대 들숨압이 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 호흡에서 가장 중요한 주동근은 가로막이며 들숨에 75 %를 관여한다(Macklem 등, 1978). 가로막은 호흡에 필수적인 역할을 하지만 자세를 조절하는 동안 복압을 유지하고 증가시켜서 허리의 분절 안정성 유지에도 중요한 역할을 한다(Hagins & Lamberg, 2011). 따라서 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동을 했을 때 가로막은 호흡의 주동근으로서의 역할 뿐만 아니라 불안정한 지지면에서 자세를 유지하기 위한 근육으로 작용했기 때문에 최대 들숨압이 호흡근훈련 없는 안정화 운동을 했을 때보다 유의하게 증가하였을 것으로 생각된다. 더 나아가 본 연구에서 사용된 스트레치 센서는 호흡근훈련을 하는 동안 모니터를 통해 간접적으로 들숨의 정도를 피드백 받을 수 있기 때문에, 들숨근의 힘과 지구력이 저하된 만성폐쇄성 폐질환, 다발성 경화증, 파킨슨병 환자에게 들숨근 저항운동으로 추천될 수 있을 것으로 사료 된다.

최대 날숨압 또한 호흡근훈련과 동시에 안정화 운동을 했을 때가 호흡근훈련 없는 안정화 운동을 했을 때보다 유의하게 증가하였다. 이는 들숨 훈련으로 인해 가로막이 활성화되고 그 결과 노력날숨폐활량(expiratory forced volume)과 날숨폐활량(expiratory vital capacity)을 향상(Weiner 등, 2003)시켰기 때문으로 생각되며, 이는 이전연구 결과와 일치한다. Bostanci 등(2019)의 연구에서 흡연자와 비흡연자로 나뉜 두 그룹에 들숨 훈련을 했을 때, 두 그룹 모두 최대 날숨압이 향상되었다고 보고하였다. Souza 등(2014)의 연구에서는 60~80세 노년 여성을 대상으로 들숨 훈련을 했을 때, 훈련하기 전보다 후에 최대 날숨압의 유의한 증가를 보였다. 이와 같은 결과가 나타난 이유는 같은 과제를 반복 시행하여 생긴 신경조절효과(neural conditioning effect)에 의해서 신경근육의 동원 패턴이 변함에 따라 결과적으로 근력 향상이 되었다고 설명하였다. 본 연구에서는 비교적 짧은 시간 훈련을 했기 때문에 최대 날숨압의 유의한 증가가 호흡근력 향상의 결과로 보기에는 어렵다. 그러나 호흡근훈련과 동시에 안정화운동을 시행했을 때 안정화 운동만

했을 때보다 유의한 증가가 있었던 것은 호흡근훈련에 대해서 스트레치 센서를 이용한 간접적인 피드백이 실제로 적용되었다는 것을 보여 준다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫 번째, 건강한 20, 30대를 대상으로 실험했기 때문에 다른 연령대에 실험 결과를 적용하기에 제한이 있고, 일반화하기에 대상자 수가 적다. 두 번째, 운동 적용 시간이 짧아 안정화 운동 시 호흡 훈련이 적용되었는지 확인 정도는 할 수 있었지만 실제로 호흡 근력 향상의 결과로 이어지는지에 대한 부분은 알 수 없다. 세 번째, 다양한 균형 평가를 시행하지 않아 자세 안정성의 향상이 실제로 균형의 향상에도 영향을 미쳤는지 알 수 없다. 따라서 이후 연구에서는 다양한 연령대와 충분한 수의 대상자들로 일반화할 수 있는 연구가 필요하며, 충분한 시간과 기간에 호흡 운동을 적용하여 그 결과로 호흡 근력 향상에 영향을 미쳤는지에 관한 연구가 필요하다. 또한 자세 안정성 평가와 함께 다양한 균형 평가를 적용하여 자세 안정성의 향상과 균형의 상관관계를 알 수 있는 연구가 필요하다고 생각된다.

V. 결론

본 연구는 호흡근훈련 유·무와 함께 안정화 운동을 했을 때 자세동요 총 이동거리, 최대 들숨압, 그리고 최대 날숨압에 미치는 영향을 알아보았다. 연구 결과 호흡근 훈련과 동시에 안정화 운동을 했을 때 호흡근훈련 없는 안정화 운동을 했을 때 보다 자세동요 총 이동거리는 감소하였으며, 최대 들숨압과 최대 날숨압은 유의하게 증가하였다. 결론적으로 안정화 운동할 때 호흡근훈련을 동시에 한다면 몸통 안정화 기능과 호흡근 기능이 모두 향상되어 자세조절 능력뿐만 아니라 호흡근 근력도 향상시킨다는 것을 확인하였다.

참고문헌

Ainscough-Potts AM, Morrissey MC, Critchley D(2006).

The response of the transverse abdominis and internal oblique muscles to different postures. *Man Ther*, 11(1), 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.math.2005.03.007>.

American Thoracic Society(2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 166(4), 518-624. <https://doi.org/10.1164/rccm.166.4.518>.

Bostanci Ö, Mayda H, Yilmaz C, et al(2019). Inspiratory muscle training improves pulmonary functions and respiratory muscle strength in healthy male smokers. *Respir Physiol Neurobiol*, 264, 28-32. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2019.04.001>.

Finkelstein SM, Lindgren B, Prasad B, et al(1993). Reliability and validity of spirometry measurements in a paperless home monitoring diary program for lung transplantation. *Heart Lung*, 22(6), 523-533.

Finta R, Boda K, Nagy E, et al(2020). Does inspiration efficiency influence the stability limits of the trunk in patients with chronic low back pain?. *J Rehabil Med*, 52(3), Printed Online. <https://doi.org/10.2340/16501977-2645>.

Ganni S, Botden SM, Chmarra M, et al(2018). A software-based tool for video motion tracking in the surgical skills assessment landscape. *Surg Endosc*, 32(6), 2994-2999. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-6023-5>.

Hagins M, Lamberg EM(2011). Individuals with low back pain breathe differently than healthy individuals during a lifting task. *J Orthop Sport Phys Ther*, 41(3), 141-148. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3437>.

Hlaing SS, Puntumetakul R, Khine EE, et al(2021). Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*, 22(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04858-6>.

Jimenez-Olmedo JM, Penichet-Tomás A, Villalón-Gasch L, et al(2021). Validity and reliability of smartphone high-speed camera and Kinovea for velocity-based

- training measurement. *J Hum Sport Exerc*, 16(4), 878-888. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.164.11>.
- Karthikbabu S, Chakrapani M, Ganeshan S, et al(2012). A review on assessment and treatment of the trunk in stroke: a need or luxury. *Neural Regen Res*, 7(25), 1974-1977. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-5374.2012.25.008>.
- Kawabata M, Shima N, Nishizono H(2014). Regular change in spontaneous preparative behaviour on intra-abdominal pressure and breathing during dynamic lifting. *Eur J Appl Physiol*, 114(11), 2233-2239. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2944-4>.
- Kennedy B(1980). An Australian programme for management of back problems. *Physiotherapy*, 66(4), 108-111.
- Kim CR, Park DK, Lee ST, et al(2016). Electromyographic changes in trunk muscles during graded lumbar stabilization exercises. *PM R*, 8(10), 979-989. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.05.017>.
- Larivière C, Preuss R, Gagnon DH, et al(2023). The relationship between clinical examination measures and ultrasound measures of fascia thickness surrounding trunk muscles or lumbar multifidus fatty infiltrations: an exploratory study. *J Anat*, 242(4), 666-682. <https://doi.org/10.1111/joa.13807>.
- Lee HS, Kim DJ, Oh Y, et al(2016). The effect of individualized gradable stabilization exercises in patients with chronic low back pain: case-control study. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 29(3), 603-610. <https://doi.org/10.3233/BMR-160724>.
- Lee JH, Kang NG, Kim BJ, et al(2021). The effects of abdominal draw-in maneuver on hip, abdominal muscle activation pattern and trunk, pelvic displacement during one leg standing. *J Phys Perform Mov Sci*, 1(1), 35-43. <https://doi.org/10.52901/PPMS.2021.1.1.34>.
- Lee K, Park D, Lee G(2019). Progressive respiratory muscle training for improving trunk stability in chronic stroke survivors: a pilot randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 28(5), 1200-1211. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.01.008>.
- Lewit K(1980). Relation of faulty respiration to posture, with clinical implications. *J Am Osteopath Assoc*, 79(8), 525-529.
- Macklem PT, Gross D, Grassino GA, et al(1978). Partitioning of inspiratory pressure swings between diaphragm and intercostal/accessory muscles. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 44(2), 200-208. <https://doi.org/10.1152/jappl.1978.44.2.200>.
- Moghadam N, Ghaffari MS, Noormohammadpour P, et al(2019). Comparison of the recruitment of transverse abdominis through drawing-in and bracing in different core stability training positions. *J Exerc Rehabil*, 15(6), 819-825. <https://doi.org/10.12965/jer.1939064.352>.
- Mustafaoglu R, Demir R, Demirci AC, et al(2019). Effects of core stabilization exercises on pulmonary function, respiratory muscle strength, and functional capacity in adolescents with substance use disorder: randomized controlled trial. *Pediatr Pulmonol*, 54(7), 1002-1011. <https://doi.org/10.1002/ppul.24330>.
- O'Sullivan P, Dankaerts W, Burnett A, et al(2006). Lumbopelvic kinematics and trunk muscle activity during sitting on stable and unstable surfaces. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36(1), 19-25. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.36.1.19>.
- Pergolizzi JV, LeQuang JA(2020). Rehabilitation for low back pain: a narrative review for managing pain and improving function in acute and chronic conditions. *Pain Ther*, 9(1), 83-96. <https://doi.org/10.1007/s40122-020-00149-5>.
- Puig-Diví A, Escalona-Marfil C, Padullés-Riu JM, et al(2019). Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives. *PloS One*, 14(6), Printed Online. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216448>.
- Puntumetakul R, Saiklang P, Tapanya W, et al(2021). The effects of core stabilization exercise with the abdominal drawing-in maneuver technique versus general strengthening exercise on lumbar segmental motion in

- patients with clinical lumbar instability: a randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Int J Environ Res Public Health*, 18(15), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/ijerph18157811>.
- Rasouli O, Shanbehzadeh S, Arab AM, et al(2020). The effect of respiratory phase on abdominal muscle activity during stable and unstable sitting positions in individuals with and without chronic low back pain. *J Manipulative Physiol Ther*, 43(3), 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.02.013>.
- Rowley KM, Smith JA, Kulig K(2019). Reduced trunk coupling in persons with recurrent low back pain is associated with greater deep-to-superficial trunk muscle activation ratios during the balance-dexterity task. *J Orthop Sports Phys Ther*, 49(12), 887-898. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8756>.
- Souza H, Rocha T, Pessoa M, et al(2014), Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 69(12), 1545-1553. <https://doi.org/10.1093/gerona/глу182>.
- Weiner P, Magadle R, Beckerman M, et al(2003). Comparison of specific expiratory, inspiratory, and combined muscle training programs in COPD. *Chest*, 124(4), 1357-1364. <https://doi.org/10.1378/chest.124.4.1357>.
- Zeren M, Cakir E, Gurses HN(2019). Effects of inspiratory muscle training on postural stability, pulmonary function and functional capacity in children with cystic fibrosis: a randomised controlled trial. *Respir Med*, 148, 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2019.01.013>.
- Zhu Y, Tairyach A(2021). Using a flexible substrate to enhance the sensitivity of dielectric elastomer force sensors. *Sens Actuators A Phys*, 332, Printed Online. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.113167>.