

## 지지면에 따른 골반 바닥 근육 운동이 20대 여대생들의 최대 들숨 압력, 최대 날숨 압력 그리고 배 근육 두께에 미치는 영향

박한규<sup>1\*</sup> · 김윤희<sup>2</sup> · 이시윤<sup>2</sup> · 이정인<sup>2</sup> · 오수진<sup>2</sup> · 황지영<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>부산보건대학교 물리치료과 교수, <sup>2</sup>부산보건대학교 물리치료과 학생

### Effects of Pelvic Floor Muscle Exercise According to Support Surface on Maximum Inspiratory Pressure and Maximum Expiratory Pressure and Abdominal Muscle Thickness in Female College Students in Their 20s

Han-Kyu Park, PT, PhD<sup>1\*</sup> · Yun-Hui Kim<sup>2</sup> · Si-Yun Lee<sup>2</sup> · Jeong-In Lee<sup>2</sup> · Su-Jin Oh<sup>2</sup> · Ji-Young Hwang<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>*Dept. of Physical Therapy, Busan Health University, Professor*

<sup>2</sup>*Dept. of Physical Therapy, Busan Health University, Student*

#### Abstract

**Purpose** : The purpose of this study was to determine the effect of pelvic floor muscle exercise (PFME) on an unstable support surface on maximal inspiratory pressure (MIP), maximum expiratory pressure (MEP), and abdominal muscle thickness as a method for effective PFME.

**Methods** : This study was performed on 22 subjects. They were matched and divided into two groups based on body mass index; the experimental group (EG) performed PFME on a foam roller (n= 11), the control group (CG) performed PFME on a stable support surface (n= 11). Kegel exercise was performed with 10 seconds of contraction, 10 seconds of relaxation, and 4 sets of 10 reps per set. Both of group executed the exercise 3 times a week for 2 weeks. MIP and MEP was measured using a spirometer. Abdominal muscle thickness was measured using ultrasound. The paired t-test was used to compare difference on each group and the comparison between groups was analyzed using the independent t-test. A significance level of  $\alpha = .05$  was used to verify statistical significance.

**Results** : The EG showed a significant increase in the MEP ( $p < .05$ ). The CG showed a significant increase in the MEP ( $p < .05$ ). There was no significant difference in the two groups ( $p > .05$ ). The EG showed a significant increase in the external oblique, internal oblique and transverse abdominis ( $p < .05$ ). The CG showed a significant increase in the internal oblique ( $p < .05$ ). There was no significant difference in the two groups ( $p > .05$ ).

**Conclusion** : Based on the results of this study, additional research should be conducted to correct the limitations of this study to confirm that PFME performed on a foam roller has a positive effect on respiratory muscle strength and abdominal muscle thickness.

---

**Key Words** : abdominal muscle thickness, MIP, MEP, pelvic floor muscle exercise

\*교신저자 : 박한규, phk8947@naver.com

제출일 : 2023년 9월 6일 | 수정일 : 2023년 10월 5일 | 게재승인일 : 2023년 10월 20일

# I. 서론

## 1. 연구의 배경 및 필요성

골반 바닥 근육(pelvic floor muscle; PFM)은 엉덩꼬리근, 두덩꼬리근, 두덩곧창자근 등으로 구성된 골반 전체를 감싸는 3층 구조로 이루어진 근육을 말하는데, 두덩뼈와 꼬리뼈 사이에 근육과 근막, 인대와 같은 결합조직으로 구성되며 요도, 질, 직장이 통과하는 골반 바닥의 구조물 중 하나이다(Kang 등, 2016; Moon & Lee, 2008). 특히, PFM의 수축과 이완을 통해 배 안의 압력을 조절하며 배-골반 안(abdominopelvis cavity)을 아래에서 폐쇄해 골반 내장 기관들을 안쪽으로 들어 올리고 비뇨생식기와 직장의 여닫는 조절(조임근 조절)(Moon & Lee, 2008), 골반 내 장기들을 보호한다(Morgan 등, 2005). 또한, PFM은 깊은 부위에 위치한 배바깥빗근, 배속빗근, 배가로근, 배곧은근, 가로막 그리고 뭇갈래근과 함께 상호작용하여 허리와 골반 그리고 몸통의 안정성을 제공할 뿐 아니라(Park 등, 2022; Sapsford 등, 2001; Szczygiel 등, 2018), 심호흡, 기침, 말하기 등과 같은 상황의 호흡에도 공통적으로 작용하는 근육이다(Hodges 등, 2007; Talasz 등, 2010).

Moon과 Lee(2008)는 PFM의 약화는 요실금과 같은 비뇨기계 질병뿐만 아니라 몸통 안정성에 영향을 미칠 수 있다고 하였다. PFM의 기능장애는 허리와 엉덩이 부분의 기능장애를 가진 환자에서 주로 발병한다고 하였으며(O'sullivan 등, 2003), Waddell(1996)은 허리와 엉덩이 부위가 아픈 허리통증은 요실금과의 경험적인 연관성이 있다는 것을 발견하였다. Norris(2008)는 PFM이 몸통 주위의 근육들과 서로 연관되어 배 내 압력을 발생시켜 요실금 뿐 아니라 척추의 불안정에도 영향을 미친다고 하였다. 또한, PFM 수축이 폐기능과 가로막 및 호흡근에 영향을 미친다는 것을 확인하였으며(Park, 2014; Park & Han, 2015), 앉은 자세와 무릎을 90° 굽히고 바로 누운 자세에서 실행한 골반 바닥 근육 운동(pelvic floor muscle exercise; PFME)이 최대 자발적 환기량과 배 근육 두께의 효과를 비교한 연구(Park, 2020), 2주 동안 압력 생체 되먹임 기구를 이용하여 PFME를 하였을 때 최대 자발적 환기량과 배 근육 두께의 효과를 비교한 연

구(Park 등, 2022) 등을 통해 호흡과 PFM의 상호관계를 확인하였다.

예측할 수 없는 불안정한 지지면을 활용하여 자신의 신체를 안정적으로 유지하려는 노력이 배 근육을 강화시키고 몸통의 안정성과 가동성을 향상시키는데 효과적이라고 하였다(Marshall & Murphy, 2005; Verhagen 등, 2004). Moon 등(2020)은 불안정한 지지면에서의 코어 운동은 근육과 신경간의 신호 전달체계를 자극하여 신체의 균형능력과 가동성을 향상시켜 운동 효과를 증진할 수 있다고 하였고, Kim 등(2017)은 짐볼을 이용한 불안정한 지지면에서의 교각운동이 배속빗근의 활성도가 증가하고, 배속빗근과 배가로근의 근육 두께에서 유의한 차이가 있었다고 보고하였다. 불안정한 지지면에서의 균형운동은 자세 조절에 필요한 몸통근육을 활성화 시키며 이런 근육들은 호흡에도 영향을 미친다고 하였다(Kim & Park, 2016). Kim 등(2017)의 선행 연구에 따르면 불안정한 지지면에서의 배 드로잉-인 호흡을 함께한 교각운동은 배 근육 두께와 활성도가 증가한다고 하였다. 불안정한 지지면을 활용한 운동은 고유감각을 증진시킬 뿐만 아니라 몸통 안정화 근육들의 동원을 증가시켜 수행력 향상에 도움을 주어 임상에서 흔히 사용되는 치료법 중 하나이다. 임상에서는 몸통의 안정성 향상을 위한 운동시 운동 강도를 높이기 위한 목적으로 폼롤러 또는 치료용 볼과 같은 소도구를 사용하여 불안정한 지지면을 이용한 운동을 적용하여 사용하고 있다(Rasouli 등, 2020). 따라서 불안정한 지지면에서 PFME가 일반적인 지지면에서 PFME 보다 호흡 기능 및 배 근육에 얼마나 효과적인 방법인지 확인하기 위하여 Kim과 Park(2016)의 선행 연구를 바탕으로 본 연구를 설계하게 되었다.

## 2. 연구의 목적

본 연구는 지지면에 따른 PFME가 호흡 기능과 배 근육 두께에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위하여 진행하였다.

# II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 부산 사하구에 위치한 B 대학교 재학 중인 20~30대 건강한 여대생 22명을 대상으로 BMI 평균을 기준으로 실험군과 대조군으로 각각 11명씩 매칭하여 두 그룹으로 배정하였다(Park, 2017). 대상자의 선정 기준은 최근 3개월간 규칙적으로 운동하지 않는 자, 심호흡계, 신경계, 심장 질환이 없는 자 그리고 연구자의 지시에 따라 수행할 수 있는 자로 선정하였다. 본 연구에 참여한 대상자들은 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 듣고 자발적으로 동의한 자들로 헬싱키 선언의

윤리강령을 준수하여 연구를 진행하였다. 선행 연구에서 흡연 기간이 10년에서 15년 이상인 경우 흡연자의 폐활량이 감소한다고 하였으며 (Ross 등, 1967), 담배와 폐활량과의 증장기 효과를 비교한 연구에서 비흡연자와 차이가 없다는 것을 확인한 선행연구를 바탕으로(Polosa, 2017) 본 연구에 참여한 대상자중 흡연자는 5년 이하의 흡연경력을 가지고 있어 흡연에 따른 폐활량 차이를 보이지 않을 것으로 추측되어 대상자에 포함시켰다. 본 연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of participants

Variables	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI
Experimental group (n= 11)	23.18±3.37	162.82±6.40	60.64±15.55	22.88±5.99
Control group (n= 11)	26.00±5.83	161.45±5.05	56.72±7.47	21.76±2.65

### 2. 측정방법

#### 1) 배 근육 두께

본 연구에서 PFME에 따른 배가로근(transverse abdominis), 배속빗근(internal oblique), 배바깥빗근(external oblique)의

배 근육 두께를 측정하기 위하여 초음파(Venue 50, GE healthcare, England)를 사용하였으며(Fig 1), 설정값은 Gain 55, Depth 5 cm로 설정하였다. 측정의 신뢰도를 향상시키기 위해 한 명의 연구자가 측정을 담당하여 진행하였다.



Fig 1. Venue 50

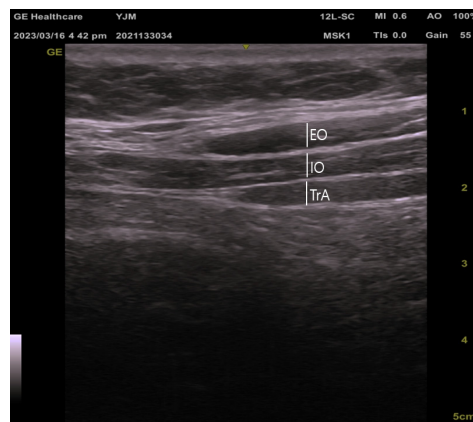


Fig 2. Ultrasound image

대상자들에게 초음파 촬영 전 방향을 비우도록 안내하고 대상자가 편안한 상태에서 촬영을 진행하였다. 측

정 자세는 침대에 바로 누운 뒤 무릎 아래에 폼롤러를 두어 배의 긴장감을 풀 수 있도록 편안하게 하였고, 팔

은 자연스럽게 몸통 옆에 위치하게 하였다. 대상자별 우세손의 방향을 기준으로 갈비뼈 12번과 위앞엉덩뼈가시를 찾아 가상의 선과 배꼽위치의 교차지점으로부터 안쪽으로 2 cm 되는 부위에 젤을 충분히 바른 뒤 초음파 탐촉자를 촉지하였다. 보다 정확한 근육의 수축 상태를 측정하기 위하여 대상자에게 코로 2초간 숨을 깊게 마시고 3초간 입으로 천천히 내쉬게 한 뒤 배 근육이 뚜렷하게 확인이 되었을 때 호흡을 멈추게 하여 초음파 사진을 저장하였다(Fig 2). 위와 같은 방법으로 3회 배 근육 두께를 측정하였으며, 매 1회 측정마다 휴식 시간 30초를 제공하였다(Lee 등, 2022; Park, 2020). 프리웨어 프로그램인 Image J를 이용하여 각 근육 두께 결과값은 배 근육의 이음 부위에서 안쪽으로 2 cm 부위의 두께를 측정하였고, 3회 산출한 값의 평균값을 최종 결과값으로 사용하였다(Park, 2020). 배 근육 두께 측정 전 충분한 연습 시간을 제공하였다. 대조군과 실험군은 모두 같은 방법으로 재측정하여 비교 분석하였다.

- 2) 최대 들숨 압력(maximum inspiratory pressure; MIP), 최대 날숨 압력(maximum expiratory pressure; MEP)

본 연구에서는 호흡 근육의 상태 및 호흡 운동 능력을

평가하기 위하여 폐활량계(Pony FX, COSMED s.r.l, Italia)를 이용하여 MIP, MEP를 측정하였다(Fig 3, 4). 최대 정적 압력(maximal static pressure)은 MIP와 MEP로 나타내며, 기류가 멈춘 상태에서 주어진 폐 용적 내에서 생성되는 최대 호흡 압력으로 일반 폐활량 측정기로 측정되는 폐활량보다 호흡근 약화를 민감하게 반영한다고 알려져 있다(Lynn 등, 1994). 대상자들은 의자에 편하게 걸터앉은 자세에서 코를 코마개로 막고 폐활량 측정기의 일회용 마우스피스를 입술로 반 정도 물게 하였다(Fig 5). 연구자의 신호에 따라 측정기의 신호음이 들릴 때까지 최대한 날숨한 상태에서 최대한 들숨하는 방법으로 MIP를 측정하였고, MEP 측정 역시 측정기의 신호음이 들릴 때까지 최대한 들숨한 상태에서 최대한 날숨하는 방법으로 1초간 최대 압력이 측정되고 최소 1.5 초 이상 최대로 유지할 수 있도록 하였으며(Aymerich 등, 2021), 재현성이 가장 높은 값을 최종 결과값으로 채택하였다(Seo 등, 2023). 더 정확한 측정값과 대상자의 피로도를 고려하여 매회 30초씩 휴식 시간을 제공하였다. 본 실험 측정 전 대상자들에게 연구자들이 촬영한 측정 방법 영상을 시청하게 하고 충분한 연습시간을 제공하였다. 대조군과 실험군은 모두 같은 방법으로 재측정하여 비교 분석하였다.



Fig 3. Pony FX

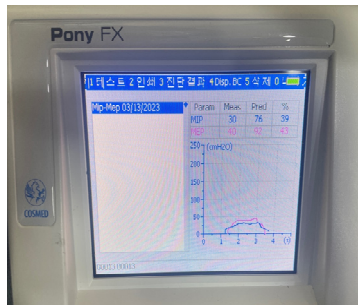


Fig 4. MIP/MEP screen



Fig 5. Posture

### 3. 운동방법

본 연구에서 대상자 22명을 BMI 평균을 기준으로 실험군과 대조군으로 각각 11명씩 매칭하여 두 그룹으로 배정하였다(Park, 2017). 실험군은 폼롤러 위에서 PFME를 실시하였으며, 대조군은 안정 지지면에서 PFME를 실

시하였다. 실험군은 폼롤러 위에 머리에서 엉덩이까지 지지가 되도록 등을 대고 누운 자세로 무릎을 땅에 편안하게 위치시킨 상태에서 운동을 실시하였고, 대조군은 바닥에 누워 무릎을 90°로 굽힌 자세(hook lying)로 운동을 실시하였다(Fig 6, 7).



Fig 6. PFME on a foam roller



Fig 7. PFME on a floor

PFME 시간은 대상자의 개인 일정을 고려하여 본인이 원하는 시간대에 운동을 진행하였다. 운동 전 미리 배뇨하도록 안내하였으며 편안한 복장으로 준비할 수 있도록 사전에 공지하였다. 운동 시작 전 깊게 숨을 들이마시고 내쉬는 호흡을 1~2회 실시하였다. 그리고 PFME에 대해 충분히 설명하였으며, 연습 시간을 제공하였다. 대상자들의 PFME 정확도를 돕기 위해 PFM 해부학 사진

을 보여줌으로써 시각적으로 인지하게 하였다. PFME는 천천히 깊은 호흡을 하면서 질-항문 부위(vagina-anus area)에 집중하고 소변을 참는 듯한 느낌으로 PFM을 안쪽으로 모아 올려 수축을 유도하였다. 대상자가 수축시 골반의 기울임 또는 허리의 불필요한 움직임이 일어나지 않도록 지시하였다. 이때 수축 시간은 10초 수축, 10초 이완을 1회로 하여, 10회를 1세트, 총 4세트를 진행하였고, 세트마다 1분간 휴식 시간을 갖도록 하였다. 총 운동 시간은 휴식 시간 포함 16분 20초, 주 3회씩 2주간 총 6회 시행하였다.

#### 4. 자료분석

본 연구에 사용된 자료는 SPSS 22.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 연구대상자의 일반적 특성을 확인하기 위하여 기술통계를 사용하였으며, 모든 변수는 평균과 표준편차를 사용하였다. 정규분포를 확인하기 위하여 Shapiro-Wilk test로 정규성 검정을 확인하였다( $p>.05$ ). 운동 전과 후 그룹 내 변화를 비교하기 위하여 대응표본 t 검정을 사용하였다. 운동 전과 후 그룹 간 변화를 비교하기 위하여 독립표본 t 검정을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 .05로 설정하였다.

### III. 결 과

Table 2. Comparison between groups for maximum inspiratory/expiratory pressure (unit: cmH<sub>2</sub>O)

	Experimental group (n= 11)	Control group (n= 11)	t	p	
MIP <sup>a</sup>	Pre	49.73±28.51	48.55±16.00		
	Post	53.64±33.39	54.55±14.78		
	Post-Pre	3.91±7.80	6.00±10.69	.52	.606
	t	-1.66	-1.86		
	p	.128	.092		
MEP <sup>b</sup>	Pre	41.55±19.90	42.27±11.61		
	Post	52.27±29.03	52.00±14.83		
	Post-Pre	10.73±13.70	9.73±10.68	-.19	.851
	t	-2.60	-3.02		
	p	.027	.013		

<sup>a</sup>maximum inspiratory pressure, <sup>b</sup>maximum expiratory pressure

1. 최대 들숨 압력, 최대 날숨 압력 비교

실험군 최대 날숨 압력에서 유의한 증가를 확인하였다( $p<.05$ ). 대조군 최대 날숨 압력에서 유의한 증가를 확인하였다( $p<.05$ ). 그룹 간의 차이에서는 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ )(Table 2).

2. 배 근육 두께 비교

실험군 배 근육 두께에서 배바깥빗근, 배속빗근과 배가로근에서 유의한 증가를 확인하였다( $p<.05$ ). 대조군 배 근육 두께에서 배속빗근에서 유의한 증가를 확인하였다( $p<.05$ ). 그룹 간의 차이에서는 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ )(Table 3).

Table 3. Comparison between groups for abdominal muscle thickness (unit: mm)

	Experimental group (n= 11)	Control group (n= 11)	t	p	
External oblique	Pre	2.33±.70			
	Post	2.61±.62			
	Post-Pre	.29±.30	.16±.46	-.78	.444
	t	-3.16	-1.11		
	p	.010	.292		
Internal oblique	Pre	2.65±.49			
	Post	3.07±.59			
	Post-Pre	.42±.51	.35±.50	-.36	.727
	t	-2.74	-2.30		
	p	.021	.044		
Transverse abdominis	Pre	2.20±1.10			
	Post	2.58±1.05			
	Post-Pre	.38±.48	.13±.54	-1.15	.263
	t	-2.61	-.77		
	p	.026	.458		

IV. 고찰

본 연구는 젊은 여대생 22명을 지지면에 따른 PFME 즉, 폼롤러 위에서 PFME를 실시한 실험군과 안정 지지면에서 PFME를 실시한 대조군으로 나누어 최대 들숨 압력, 최대 날숨 압력 그리고 배 근육 두께에 어떠한 영향을 미치는지 확인하기 위하여 진행하였다.

호흡 근육을 평가하는 MIP와 MEP는 부작용없이 비침습적이고 간단하게 수행이 가능하며, 어떤 폐 질환을 진단내리거나 호흡근의 약화를 평가하기 위하여 주로 사용되는 방법이다(Choi 등, 2017). MIP는 들숨시 발생하는 음압(negative pressure)의 최대치로 가슴(rib cage)의 용적

을 확장시켜 증가하는 폐 용적에 관여하는 가로막과 갈비사이근의 최대 수축을 의미한다(Aymerich 등, 2021). MEP는 양압(positive pressure)의 최대치로 날숨시 배 근육들이 수축하여 가로막과 갈비사이근을 밀어 올리면서 가슴과 폐 용적이 줄어드는 것을 의미한다(Aymerich 등, 2021).

먼저, MIP에서 유의한 증가나 차이는 없었지만, 그룹 내에서 수치상의 증가를 확인하였다. 즉, MIP는 가로막과 갈비사이근의 최대 수축을 확인하는 지표로 MIP의 증가는 가로막과 갈비사이근의 최대 수축 증가를 의미한다(Aymerich 등, 2021). PFM과 가로막의 관계를 확인한 Park(2014), Park과 Han(2015)의 선행 연구에서 PFM



의 수축은 증가하는 배 내압에 의하여 가로막의 움직임에 영향을 주어 최종적으로 폐활량의 증가를 확인한 연구 결과와 비슷하다고 생각한다. 나아가 배 근육의 증가 역시 MIP에 영향을 준다고 하였다(Kim, 2023). 선행 연구에서 일상 호흡 운동, 교각 운동 그리고 데드버그 운동에서 배 근육이 가장 크게 증가한 데드버그 운동에서 MIP의 유의한 증가와 차이를 확인하였으며(Kim, 2023), 젊은 성인을 대상으로 실시한 브레이싱 운동후 MIP에서 유의한 증가를 확인하였다(Jang 등, 2019). 배 근육의 두께 증가나 근 활성도가 증가하면 최대 호흡 압력과의 상관관계가 나타나는 연구 결과와 유사하다고 할 수 있으며(Han, 2018), 결과적으로, PFME시 증가하는 배 내압을 유지 조절하기 위하여 가로막에 직·간접적인 영향을 주어 MIP가 증가한 것으로 생각된다. 하지만, 본 연구 결과 대조군에서 수치상의 증가가 크게 나타난 것으로 보이는 이유는 그룹 배정을 BMI 기준으로 매칭 방법을 사용하였지만, 실험군의 편차가 크게 나타난 것으로 보아 호흡근육을 고려하지 못한점이 존재하며, 실험군과 대조군의 실제 평균값의 차이는 2.09 cmH<sub>2</sub>O 차이로 본 연구의 대상자 수가 적다는 제한점에 입각한 부분으로 생각된다.

배 근육들의 최대 수축을 평가하는 지표 MEP에서 실험군과 대조군 모두 유의한 증가를 확인하였다. 하지만, 그룹 간 유의한 차이는 없었다. PFM의 역할은 배 내압을 유지하기 위하여 가로막 그리고 배 근육과 협력 수축한다고 하였다(Zachovajeviene 등, 2019). 이러한 이유는 배는 풍선과도 같은 형태로 배안에 뱃물(seroperitoneum)이 존재하여 말하기, 기침 그리고 호흡시 발생하는 배 내압은 모든 방향으로 압력을 전달하여 가로막, 배 근육들에 영향을 주기 때문에 특히, 호흡과 배 근육에 영향을 미친다고 하였다(Siff 등, 2020). 젊은 성인 45명을 일상 호흡 운동군, 교각 운동군, 데드버그 운동군으로 나누어 배 근육의 강화가 MEP에 미치는 영향을 확인한 결과 배 근육이 가장 크게 자극되는 데드버그 운동군(McGill & Karpowicz, 2009)에서 MEP의 변화가 32.27±10.97 cm H<sub>2</sub>O로 가장 크게 나타났다(Kim, 2023). 요실금이 있는 31명 그룹과 정상 그룹 29명 그룹 사이 신체 기능, 요실금 상태 그리고 호흡 근력을 비교한 연구에서 정상 그룹의 비뇨생식기 장애 목록(urogenital distress inventory), timed

up and go 검사, 배 근력 그리고 MIP, MEP가 모두 유의한 차이를 확인하였다(Abidi 등, 2022). 본 연구 결과의 MEP 증가는 PFME를 실시할 때 몸통 안정성을 이루고 배 내압을 조절하는 배와 허리골반 주위의 근육과 협력 수축하고 증가하는 배 내압을 유지 및 조절한 결과라고 생각한다(Leitner 등, 2015).

본 연구 결과 배 근육 두께 비교에서는 실험군에서 배 바깥빗근, 배속빗근 그리고 배가로근에서 유의한 증가를 확인하였고, 대조군에서는 배속빗근에서 유의한 증가를 확인하였다. 하지만 그룹 간 유의한 차이는 없었다. 배 근육, PFM 그리고 가로막으로 이루어진 몸통 안정성 근육은 다양한 일상생활 동작에서 발생하는 배 내압에 대하여 배와 허리-골반의 안정성을 제공하기 위하여 동시에 수축한다고 하였다(Park 등, 2023). 따라서 배 근육들과 PFM의 근력은 골반과 배의 역동성(pelvic and abdominal dynamics)에 필수적인 역할을 한다. 만약 배 근육의 분리가 있는 환자들은 PFM의 약화를 초래하고, 그 결과 요실금이나 골반 장기의 탈출을 야기한다(Fei 등, 2021). 나아가, 요실금이나 골반 장기의 탈출을 해결하고자 PFME를 실시한다. 케겔 운동이라고 하는 PFME의 목표는 가로무늬근인 PFM의 근력과 지구력을 증가시키는 효과가 있다고 하였다(Anderson 등, 2015). Kegel(1948)은 요실금과 관련된 여성들의 비뇨기계 질병을 해결하기 위해 오래전부터 PFME인 케겔 운동을 강조하였다. 또한 PFM은 해부학적 구조상 골반 장기들을 수용하는 구조들 중 유일한 근육구조이며 3층의 근육으로 각각 다른 섬유 방향으로 이어져 깊은 배 근육들과의 협력 수축을 통하여 배 근육의 두께나 활성도를 증가시킨다(Kim 등, 2014b; Park, 2014; Talasz 등, 2010).

MEP 증가와 같은 맥락으로 PFM의 정확한 수축은 배 바깥빗근, 배속빗근 그리고 배가로근의 두께를 증가시키며(Kim 등, 2014a), 누운 자세와 앉은 자세에서 PFME에 의한 배 근육 두께를 확인한 연구에서도 배가로근과 배속빗근에서 유의한 증가를 확인하였다(Park, 2020). PFM을 수축한 상태에서 역동적 환기시 나타나는 배 근육의 활성도를 확인한 연구에서도 배가로근과 배속빗근에서 유의한 증가를 확인하였다(Park 등, 2015). 또한, 본 연구 결과와 비슷하게 선행적 자세 조절의 개념으로 압력 생체피드백 기구를 이용한 PFME 군에서 배속빗근과 배가

로근의 유의한 증가가 나타났으며, 일반적인 PFME 군에서 배속빋근의 유의한 증가가 나타났다. 이는 본 연구 대조군의 안정 지지면에서 PFM의 독립적인 수축보다는 배근육의 선택적 활성화 및 고유감각 자극, 신경 정보의 변화를 강조하는 실험군의 불안정한 지지면의 효과라고 생각된다(Park 등, 2022).

하지만, 본 연구의 가설인 불안정한 지지면에서의 PFME가 최대 들숨 압력, 최대 날숨 압력 그리고 배근육 두께가 안정 지지면에서의 PFME 보다 효과적일 것 이란 가설과는 차이가 존재하는 이유는 본 연구에 참여한 대상자의 수가 적어 연구 결과를 일반화 하기 어렵고, PFME의 중재기간이 짧았다고 생각된다. 무엇보다 Park 등(2023)의 연구에서 PFM의 지속적인 수축을 얼마나 효과적으로 유지할 수 있는 시간 제약(time constraints)(Barnes 등, 2019)이 부족하였던 것으로 생각한다. 따라서 본 연구의 제한점 등을 바탕으로 추가적인 연구가 이루어져야 하겠다.

## V. 결론

본 연구 결과를 바탕으로 최대 들숨 압력과 최대 날숨 압력 그리고 배근육 두께에 보다 효과적인 운동 방법으로 불안정한 지지면에서의 PFME가 효과적인 운동 방법임을 입증하기 위하여 대상자 수, 중재 기간, PFM의 정량적 수축 강도를 수정 보완한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

## 참고문헌

Abidi S, Ghram A, Ghroubi S, et al(2022). Impact of urinary incontinence on physical function and respiratory muscle strength in incontinent women: a comparative study between urinary incontinent and apparently healthy women. *J Clin Med*, 11(24), Printed Online. <https://doi.org/10.3390/jcm11247344>.  
Anderson CA, Omar MI, Campbell SE, et al(2015).

Conservative management for postprostatectomy urinary incontinence. *Cochrane Database Syst Rev*, 1(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001843.pub5>.  
Aymerich C, Rodríguez-Lázaro M, Solana G, et al(2021). Low-cost open-source device to measure maximal inspiratory and expiratory pressures. *Front Physiol*, 12, Printed Online. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.719372>.  
Barnes KL, Dunivan G, Jaramillo-Huff A, et al(2019). Evaluation of smartphone pelvic floor exercise applications using standardized scoring system. *Female Pelvic Med Reconstr Surg*, 25(4), 328-335. <https://doi.org/10.1097/SPV.0000000000000563>.  
Choi WH, Shin MJ, Jang MH, et al(2017). Maximal inspiratory pressure and maximal expiratory pressure in healthy Korean children. *Ann Rehabil Med*, 41(2), 299-305. <https://doi.org/10.5535/arm.2017.41.2.299>.  
Fei H, Liu Y, Li M, et al(2021). The relationship of severity in diastasis recti abdominis and pelvic floor dysfunction: a retrospective cohort study. *BMC Women's Health*, 21(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1186/s12905-021-01194-8>.  
Han JW(2018). The effects of elastic-band resistance exercises on the respiratory functions and muscle thicknesses of female seniors. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.  
Hodges PW, Sapsford R, Pengel LHM(2007). Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *NeuroUrol Urodyn*, 26(3), 362-371. <https://doi.org/10.1002/nau.20232>.  
Jang HR, Hwang BG, Lee DY(2019). A preliminary study on effect of abdominal bracing exercise on respiratory function of normal adults. *J Korea Academia-Industrial Cooper Soc*, 20(7), 236-241. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.7.236>.  
Kang SE, Shim JH, Choung SD(2016). The convergence study on the effects of three pelvic floor muscle exercise on thickness of pelvic floor muscle and abdominal muscles. *J Korea Conver Soc*, 7(1), 105-111. <https://doi.org/10.15207/JKCS.2016.7.1.105>.



- Kegel AH(1948). Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *Am J Obstet Gynecol*, 56(2), 238-248. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(48\)90266-x](https://doi.org/10.1016/0002-9378(48)90266-x).
- Kim HS, Bae WS, Lee KC(2017). Comparison of the abdominal muscle thickness and activity by using tool and unstable surface which is accompanied bridge exercise doing abdominal drawing-in breath. *J Korean Soc Integr Med*, 5(1), 25-34. <https://doi.org/10.15268/KSIM.2017.5.1.025>.
- Kim JH, Cho SH, Jang JH(2014a). The effects of precise contraction of the pelvic floor muscle using visual feedback on the stabilization of the lumbar region. *J Phys Ther Sci*, 26(4), 605-607. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.605>.
- Kim KM, Shin JJ, Park HM, et al(2014b). The effect of thigh muscle activity for stair walking and stepper strengthening exercise in university students. *J Korea Academia-Industrial Cooper Soc*, 15(2), 936-938.
- Kim TH, Park HK(2016). Effect of the balance exercise on the unstable surfaces for the vital capacity in healthy adults: a preliminary study. *J Korean Soc Integr Med*, 4(3), 17-25. <https://doi.org/10.15268/KSIM.2016.4.3.017>.
- Kim WH(2023). Effects of various core exercises on respiratory function in young adults. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Lee KS, Park KH, Park HK(2022). A preliminary study of the of Kegel exercise using a pressure biofeedback unit on maximum voluntary ventilation and abdominal muscle thickness. *J Korean Soc Integr Med*, 10(1), 81-89. <http://doi.org/10.15268/ksim.2022.10.1.081>.
- Leitner M, Moser H, Taeymans J, et al(2015). Pelvic floor muscle displacement during voluntary and involuntary activation in continent and incontinent women: a systematic review. *Int Urogynecol J*, 26(11), 1587-1598. <https://doi.org/10.1007/s00192-015-2700-2>.
- Lynn DJ, Woda RP, Mendell JR(1994). Respiratory dysfunction in muscular dystrophy and other myopathies. *Clin Chest Med*, 15(4), 661-674.
- Marshall PW, Murphy BA(2005). Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(2), 242-249. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.05.004>.
- McGill SM, Karpowicz A(2009). Exercises for spine stabilization: motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(1), 118-126. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.026>.
- Moon HS, Chae WS, Jung JH(2020). The effects of togu-jumper use on core muscle activity during plank exercise. *Korean J Sport Sci*, 31(4), 672-679. <https://doi.org/10.24985/kjss.2020.31.4.672>.
- Moon OK, Lee SB(2008). A study of the relationship between pelvic floor muscles and lumbar stabilization. *J Korean Phys Ther Sci*, 15(1), 87-95.
- Morgan DM, Kaur G, Hsu Y, et al(2005). Does vaginal closure force differ in the supine and standing positions?. *Am J Obstet Gynecol*, 192(5), 1722-1728. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2004.11.050>.
- Norris CM(2008). Back stability: integrating science and therapy. 2nd ed, Human Kinetics, Illinois Champaign, pp.62-63.
- O'Sullivan PB, Burnett A, Floyd AN, et al(2003). Lumbar repositioning deficit in a specific low back pain population. *Spine*, 28(10), 1074-1079, <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000061990.56113.6F>.
- Park HK(2014). Effects of pelvic floor muscle contraction on pulmonary function and diaphragm activity. Graduate school of Silla University, Republic of Korea, Master's thesis.
- Park HK(2017). The effects of balance training and breathing control training on balance, respiration, muscle activity, and shooting record of adolescent air rifle athletes. Graduate school of Daegu University, Republic of Korea, Doctoral dissertation.
- Park HK(2020). A comparative study on the effects of maximum voluntary ventilation and abdominal muscle thickness through two Kegel exercise postures. *J Korean Soc Integr Med*, 8(4), 39-47. <https://doi.org/10.15268/>

- ksim.2020.8.4.039.
- Park HK, Han DW(2015). The effect of the correlation between the contraction of the pelvic floor muscles and diaphragmatic motion during breathing. *J Phys Ther Sci*, 27(7), 2113-2115. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2113>.
- Park HK, Hwang BH, Kim YS(2015). The impact of the pelvic floor muscles on dynamic ventilation maneuvers. *J Phys Ther Sci*, 27(10), 3155-3157. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3155>.
- Park HK, Lee DK, Park JC(2023). The effect of pelvic floor muscle exercise using a smartphone application on abdominal muscle thickness and maximum voluntary ventilation. *J Korean Soc Integr Med*, 11(3), 1-10, <https://doi.org/10.15268/ksim.2023.11.3.001>.
- Park HK, Lee JH, Kim CH, et al(2022). Effect of Kegel exercise using pressure biofeedback unit for 2 weeks on maximum voluntary ventilation and abdominal muscle thickness. *J Korean Soc Integr Med*, 10(4), 175-185, <https://doi.org/10.15268/ksim.2022.10.4.175>.
- Polosa R, Cibella F, Caponnetto P, et al(2017). Health impact of E-cigarettes: a prospective 3.5-year study of regular daily users who have never smoked. *Sci Rep*, 7(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14043-2>.
- 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>.
- Ross JC, Ley GD, Krumholz RA, et al(1967). A technique for evaluation of gas mixing in the lung: studies in cigarette smokers and nonsmokers. *Am Rev Respir Dis*, 95(3), 447-453. <https://doi.org/10.1164/arrd.1967.95.3.447>.
- Sapsford RR, Hodges PW, Richardson CA, et al(2001). Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscles during voluntary exercises. *NeuroUrol Urodyn*, 20(1), 31-42. [https://doi.org/10.1002/1520-6777\(2001\)20:1<31::aid-nau5>3.0.co;2-p](https://doi.org/10.1002/1520-6777(2001)20:1<31::aid-nau5>3.0.co;2-p).
- Seo HR, An DH, Kim MH, et al(2023). Effects of stabilization exercise with and without respiratory muscle training on respiratory function and postural sway in healthy adults. *J Korean Soc Integr Med*, 11(3), 25-33, <https://doi.org/10.15268/ksim.2023.11.3.025>.
- Siff LN, Hill AJ, Walters SJ, et al(2020). The effect of commonly performed exercises on the levator hiatus area and the length and strength of pelvic floor muscles in postpartum women. *Female Pelvic Med Reconstr Surg*, 26(1), 61-66. <https://doi.org/10.1097/spv.0000000000000590>.
- Szczygieł E, Blaut J, Zielonka-Pycka K, et al(2018). The impact of deep muscle training on the quality of posture and breathing. *J Mot Behav*, 50(2), 219-227. <https://doi.org/10.1080/00222895.2017.1327413>.
- Talasz H, Kofler M, Kalchschmid E, et al(2010). Breathing with the pelvic floor? correlation of pelvic floor muscle function and expiratory flows in healthy young nulliparous women. *Int Urogynecol J*, 21(4), 475-481. <https://doi.org/10.1007/s00192-009-1060-1>.
- Verhagen E, Van Der Beek A, Twisk J, et al(2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med*, 32(6), 1385-1393. <https://doi.org/10.1177/0363546503262177>.
- Waddell G(1996). Low back pain: a twentieth century health care enigma. *Spine*, 21(24), 2820-2825. <https://doi.org/10.1097/00007632-199612150-00002>.
- Zachovajeviene B, Siupsinskas L, Zachovajevus P, et al(2019). Effect of diaphragm and abdominal muscle training on pelvic floor strength and endurance: results of a prospective randomized trial. *Sci Rep*, 9(1), Printed Online. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55724-4>.