

Original Article

Open Access

성인여성에게 필라테스 호흡을 동반한 운동이 몸통의 근활성도 및 균형에 미치는 영향

이문정¹ · 이수경^{2†} · 김병조² · 안수홍³

¹동의대학교 보건학과대학원, ²동의대학교 물리치료학과, ³인모션재활트레이닝센터

The Effects of Pilates Breathing on Trunk Muscle Activity and Balance in Adult Females

Moon-Jung Lee, P.T., M.Sc.¹ · Su -Kyong Lee, P.T., Ph.D.^{2†} ·
Byeong-Jo Kim, P.T., Ph.D.² · Su-Hong Ahn, P.T., Ph.D.³

¹Department of Biomedical Health Science, Graduate School, Dong-Eui University

²Department of Physical Therapy, College of Nursing and Healthcare Sciences, Dong-Eui University

³Inmotion Rehabilitation Training Center

Received: July 28, 2024 / Revised: August 16, 2024 / Accepted: August 19, 2024

© 2024 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

| Abstract |

Purpose: The purpose of this study was to assess the effects of breathing techniques on trunk muscle activity and balance during Pilates reformer footwork exercises, comparing results both within and between groups before and after the intervention.

Methods: Thirty-one adult women over the age of 20 were selected as subjects for this study. They were divided into a Pilates breathing group (n = 15) and a general breathing group (n = 16) using a randomized control group study design. A surface electromyogram was used to measure muscle activity within and between the groups before and after the reformer footwork exercise. Static balance measurements were taken while standing on two legs, and dynamic balance measurements were taken while standing on one leg. All measurements were taken three times, and the average values were used for analysis.

Results: The results of the study showed that muscle activity increased with significant differences in the external oblique and transverse abdominal muscles after exercise in the pre-post comparison within the Pilates breathing group ($p < 0.05$). In the between-group comparison, there was a significant difference in the increase in muscle activity of the external oblique and transverse abdominal muscles in the Pilates breathing group ($p < 0.05$).

In the pre-post comparison of static and dynamic balance within the Pilates breathing group, there was a significant increase ($p < 0.05$) after exercise. The Pilates breathing group also showed a significant increase even in the between-group comparison ($p < 0.05$).

†Corresponding Author : Su -Kyong Lee (ptlsk@deu.ac.kr)

Conclusion: This study confirmed that reformer footwork exercise accompanied by Pilates breathing has positive effects on muscle activity and static balance ability of trunk muscles in adult women. Therefore, reformer footwork exercise accompanied by Pilates breathing can be presented as an effective exercise method to increase trunk stability and balance ability through the simultaneous activity of the trunk muscles.

Key Words: Pilates breathing, Reformer, Trunk muscle activity, Static balance, Dynamic balance

I. 서론

필라테스는 척추의 중립 상태를 유지하고 호흡을 동반하여 근력과 유연성을 효과적으로 향상시키는 운동이다. 반복적인 호흡과 동작을 통해 몸속 깊은 근육들을 동원시켜 몸의 중심을 강화하는 동시에 몸통과 골반 주변의 안정성을 높여준다(Choi, 2015; Lee, 2017; Kim, 2017b). 또한, 올바른 자세와 감각인지 능력을 향상시켜 주어 신체 균형을 발달시키고(Kolar et al., 2010), 척추의 중립(Neutral) 상태를 유지하여 근력과 유연성을 향상시킨다(Yoon, 2009).

필라테스는 집중, 조절, 중심화, 유동적 움직임, 정확성, 호흡의 6가지 기본 원리를 바탕으로 이루어져 있으며(Latey, 2002), 그 중 호흡은 다른 5가지 원리 사용을 효율적으로 도와주고 근육의 동원 순서를 조절한다(Barbosa et al., 2015). 필라테스 호흡(Pilates breathing)은 운동의 동작과 결합하여 효과를 극대화시키며, 배와 가슴의 사용을 결합한 ‘몸통 호흡’ 방식으로 몸통 전체를 이용하여 최대 들숨과 최대 날숨이 일어난다(Kim, 2017b). 이러한 호흡은 자세 안정성과 호흡 기능에 중요한 역할을 하는 가로막을 활성화시킬 뿐만 아니라(Hodges et al., 2007; Kalpakcioglu et al., 2009), 허리와 골반의 안정성을 증가시키는 배가로근도 동시에 활성화시킨다(Kim, 2017a). 또한, 배가로근의 수축은 선행적 자세 조절을 통해, 배속 압력을 증가시켜 허리 부위의 안정성을 제공하므로 부하를 감소시킨다(Neumann & Gill, 2002; Sapsford, 2004). 이는 신체 정렬의 개선과 자세 인지능력을 증진시켜(Latey, 2001) 근육뼈대계를 회복시키며 몸통의 안정성과 균형능력에도 긍정적인 영향을 미친다(Paul,

2009; Yoon, 2009).

몸통의 안정성은 균형능력과 보행, 기능적 움직임 향상을 위한 중요한 요소이며, 동시에 자세 조절을 위한 핵심적인 역할을 한다. 또한, 중력에 대항하여 신체를 바로 서게 하므로 외부환경 변화에 빠르게 반응할 수 있도록 도와준다(Raine et al., 2009). 따라서 몸통근력강화를 통해 안정성을 확보하는 것은 일상생활의 기본적인 움직임 및 기능적 움직임을 원활하게 해주며 특히, 균형능력 향상에 필수적인 요소라고 할 수 있다(Kwon, 2008). 몸통의 안정성을 판단하는 균형능력은 일반적으로 정적균형과 동적균형으로 나누어진다(Kim, 2012). 정적균형은 움직이지 않는 기저면 내에서 중력에 대항하여 안정적으로 몸의 중심을 유지시키고, 동적균형은 빠르게 변화하고 복잡한 외부 환경에 인체가 적절하게 적응하는 것으로, 신체의 모든 근육과 관절의 움직임을 동시에 사용하는 것이다(Ju, 2019). 최근 균형능력에 대한 중요성이 커짐에 따라 균형능력을 향상시킬 수 있는 다양한 접근 방법들이 제시되고 있는데 특히, 몸통을 이용한 방법의 중요성이 강조되고 있다(Kim, 2016).

필라테스 기구를 사용하는 운동은 몸통의 근육을 강화시킬 수 있는 효과적인 방법 중 하나이며, 기구 종류로는 리포머(Reformer), 캐딜락(Cadillac), 운다체어(Wunda chair) 등이 있다. 그 중 리포머는 몸통근육을 활성화시키고, 신체의 균형능력 향상에 효과적이며(Yoon, 2009), 캐리지의 위치 조절과 스프링을 이용하여 운동 강도와 범위를 조절할 수 있는 장점이 있다. 특히, 리포머를 이용한 풋워크(Foot work) 운동은 닫힌 사슬운동으로써 근력과 지구력을 발달시키고 관절 주변의 들신경수용체를 자극하여 고유수용성 감각을 제

공한다. 또한, 관절의 동적 안정성과 자세 유지에 효과적이며, 더 나아가 발목, 무릎, 엉덩관절에 이어 호흡을 통해 몸통 근육까지 연결시킬 수 있기 때문에 몸통의 안정성과 균형능력까지 모두 발달시킬 수 있는 운동이다(Isacowitz, 2007).

이처럼 몸통근육 활성화와 균형능력에 효과적인 리포머 운동은 필라테스 호흡과 서로 상관관계가 있기 때문에(Lee, 2021) 호흡 방법에 따른 필라테스 운동의 효과성에 대한 다양한 자료를 제시할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 리포머 풋워크 운동 시 필라테스 호흡의 사용이 몸통의 활성도와 균형능력에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 자발적으로 연구 참여에 동의한 31명의 성인여성을 대상으로 부산시에 소재한 M 필라테스 센터에서 진행되었으며, 연구 대상자의 권리 및 안전을 보호하고, 생명윤리 및 안전에 관한 법률을 준수하기 위하여 D대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았다(DIRB-201908-HR-E-22). 연구 대상자의 표본 수는 Cohen (1988)의 파워검정 공식에 근거한 G-Power 3.1 프로그램(Universität of Dusseldorf, Germany)을 이용하여 필라테스 호흡근과 일반적인 호흡근 간의 측정변수 차이를 독립표본 t-검정(independent t-test)으로 실시하여 산출하였다. 대상자 표본 수에 대한 매개변수는 본 연구의 통계학적 유의성을 고려하여 유의수준 0.05, 검정력 0.8, 효과 크기 1.0로 설정한 결과 12명을 산출하였다. 이에 본 연구에서는 연구 진행 시 탈락율을 고려하여 각 집단의 최소 표본수를 16명으로 선정하여 필라테스 호흡집단 16명, 일반적인 호흡집단 16명씩 총 32명을 선정하였으나, 실험도중 일반적인 호흡집단 중 대상자 한 명이 건강상의 이유로 탈락하여 총 31명으로 연구를 진행하였다.

연구 대상자 선정 기준은 1) 만 20세 이상의 성인 여성, 2) 연구 참여에 자발적으로 동의한 자, 3) 최근 3개월 동안 근육뼈대계 질환, 정형외과적 구축 및 통증이 없는 자로 하였다. 연구 대상자의 제외 기준은 1) 호흡기 질환이 있는 자, 2) 한 달 이내 허리질환 관련 증재를 받은 적이 있는 자, 3) 연구과제 수행을 방해하는 기타 질환이 있는 자로 선정하였다.

2. 중재 방법

1) 필라테스 호흡

본 연구는 필라테스 호흡과 일반적인 호흡 두 집단으로 나누었으며, 필라테스 호흡 집단은 숙련된 강사에게 필라테스 호흡에 대해 충분한 설명을 듣고 10분의 연습 후 리포머 풋워크 운동을 실시하였다.

필라테스 호흡 방법은 코로 들어 마시는 들숨에 가로막이 배속 내 장기를 밀어 내며 내려가도록 하고 가슴우리는 올라가고 확장되어지며 골반바닥까지 공기를 밀어 넣는 느낌으로 최대 들숨을 한다. 또한, 입으로 내쉬는 날숨 시에는 살짝 벌린 입으로 턱, 목의 긴장을 감소시키고, 가슴우리는 내려오며 수축한다. 배 바깥빗근과 배속빗근 및 배가로근은 날숨(Exhalation) 시에 동심성 수축을 하고 배곧은근은 들숨(Inhalation) 시에 편심성 수축을 하도록 유도하여 배속 내압이 증가하고 가로막이 상승할 때 골반바닥근들의 동시 수축을 유도한다(Kim, 2017b). 운동 중에는 최대한의 들숨과 날숨을 이용하여 연속적인 호흡이 이루어지게 하며, 모든 운동범위에 호흡의 연결이 있어야 한다(Park, 2006). 또한, 충분히 숙지되지 않은 상태에서 동작에만 집중하여 수행될 경우 필라테스 운동의 효과를 제대로 보지 못하며, 동작 시 숨을 참게 되면 신체에 산소를 제대로 공급받지 못하는 경우도 발생하기 때문에 정확한 호흡을 실시하여야 한다(Hwang, 2006). 필라테스 호흡에 대한 핵심 내용은 Table 1과 같다.

일반적인 호흡 집단은 호흡에 대한 중재 없이 평소

Table 1. Pilates breathing

Type of Breathing	Related muscles	Role of Breathing
Pilates Exhalation Breathing	Transversus Abdominis, Internal Oblique, External Oblique	Increases abdominal pressure during exhalation, enhancing the stability of the spine
Pilates Inhalation Breathing	Diaphragm	Maintains the stability of the torso during inhalation and preserves the alignment of the spine

본인의 호흡방법을 유지하며 리포머 풋 워크 운동을 실시하였다.

2) 리포머(Reformer)

리포머는 케어필라테스의 클래식 우드 리포머 (Reformer, Carepilates, Gangnam gu, Republic of Korea) 를 사용하였다(Fig. 1). 침대 모양의 기구로 나무로 된 프레임, 움직이는 캐리지, 스프링, 풋 바, 스트랩으로 구성되어 있으며, 스프링의 저항을 이용하여 필라테스 동작을 수행할 때 저항을 주거나 보조를 받으며 전신을 운동할 수 있는 기구이다. 스프링은 색깔별로 다른 장력을 가지고 있으며 노란색 1개, 파란색 1개, 빨간색 3개의 스프링으로 구성되어 있다. 스프링 강도는 스프링을 늘린 길이에 따라 결정되며 노란색 무게는 8.3kgf/m이며 1inch 2.26cm당 2.25lb (=1.13kg), 파란색 무게는 10kgf/m이며 1inch (2.26cm)당 3lb (=1.30kg), 빨간색은 24kgf/m이며 1inch (2.26cm)당 5lb (=2.26kg) 이다.

3) 리포머 풋 워크운동(Reformer footwork exercise)

본 연구의 리포머 풋 워크 운동프로그램은 호주 APMA(Australian pilates method association)의 모던필라테스 리포머 운동을 수정하여 실시하였다.

대상자들에게 양발과 한발 운동을 실시하였으며 양발은 빨간색 1개, 파란색 1개, 노란색 1개 스프링으로 10회 1set 총 4회를 적용하였고, 한발은 빨간색 1개 스프링으로 10회 1set 총 2회를 동일하게 적용하였다 (Table 2).

동작 시 발의 위치는 엉덩관절과 무릎관절이 90° 굽힘 되는 지점에 위치하였고, 발의 너비는 대상자의 골반 너비로 하였다. 발가락부터 발뒤꿈치까지 점핑 보드에서 떨어지지 않도록 접촉하였으며 운동시간은 30분으로 진행하였다(Fig. 2). 호흡의 경우에는 발을 밀어내면서 무릎을 펴는 동작을 할 때 날숨(Exhalation)을 실시하였고, 발과 무릎을 구부리면서 시작 자세로 돌아오는 동작을 할 때 들숨(Inhalation)을 실시하였다.

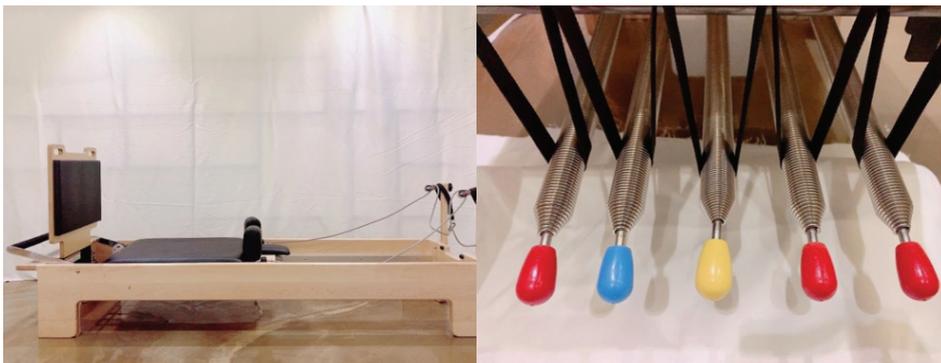


Fig. 1. Reformer structure.

Table 2. Reformer footwork exercise

Contents	Exercise	Resistance	Time/Set
Foot work	Two foot on board	Red 1, Blue 1, Yellow 1	10/4
	One foot on board (L)	Red 1	10/2
	One foot on board (R)	Red 1	10/2

L: left, R: right

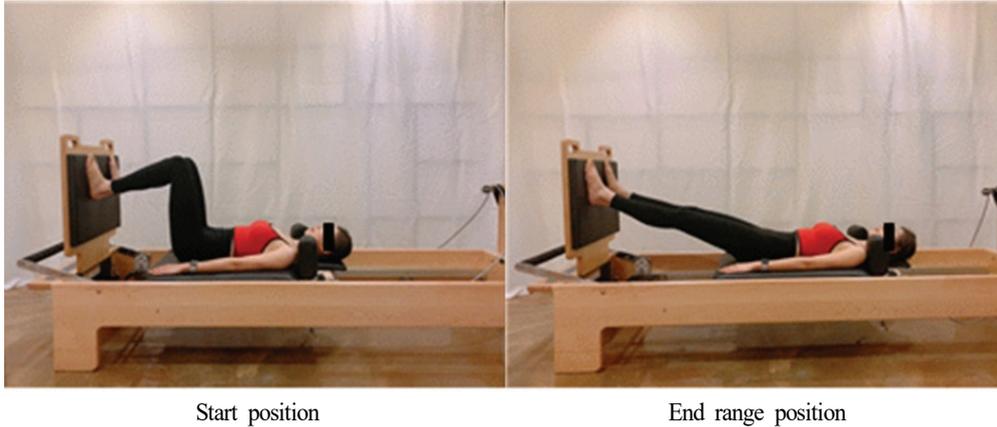


Fig. 2. Reformer footwork exercise motion.

3. 측정 도구 및 방법

1) 근활성도 검사(Electromyogram)

본 연구에서는 리포머 풋워크 운동 시 몸통과 다리 근육의 활성도를 측정하기 위해 표면 근전도 Noraxon telemyo 2400 system (Noraxon, USA)을 사용하였다(Fig. 3). 전극부착부위는 배가로근(Transverse abdominis), 배속빗근(Internal oblique), 배바깥빗근(External oblique), 배곧은근(Rectus abdominis)에 부착하였으며(Fig. 4), 부착부위는 Table 3와 같다(Cram et al., 1998).

전극을 부착하기 전 알코올솜으로 피부를 닦아주어 각질제거와 피부저항을 최소화시켰다. 근전도 신호의 표본 추출률(Sampling rate)은 3,000Hz로 설정하였고, 측정된 근전도 자료는 20-450Hz 주파수 대역을 이용해 잡음을 제거한 후 평균제곱근(Root mean square, RMS) 값을 산출하였다.

근활성도는 호흡방법에 따른 리포머 풋 워크 운동

시 점핑보드를 밀어내고 돌아오는 동안 측정하였다. 각각 3회 측정하였으며 3회 측정된 값들은 평균화하여 사용하였다. 데이터의 정량화를 위하여 해부학적인 자세를 5초간 유지하여 기준 수축 값을 제시하였고 근전도 신호는 %RVC (Reference voluntary contraction)로 표준화하여 산출하였다. %RVC로 근활성도를 측정하는 이유는 일정한 기준 자세에서의 근활성도를 측정하여 피험자 간의 변동성을 줄이고 일관된 데이터를 확보할 수 있기 때문에 %RVC를 사용함으로써 연구 결과의 비교 가능성과 재현성을 높이고자 하였다. 또한, 해부학적 자세를 %RVC 자세로 선택한 이유는 해부학적 자세는 모든 대상자가 동일한 신체 정렬을 유지할 수 있도록 해주며, 이로 인해 근활성도의 기준 값을 설정하는 데 가장 적합한 자세이기 때문이다. 해부학적 자세는 근육의 길이나 관절의 위치가 일정하게 유지되므로, 근활성도 측정 시 변동을 최소화할 수 있기 때문에 다양한 근전도 연구에서 표준 자세로 널리 사용되고 있으며, 이는 근전도 신호의 표준화된



Fig. 3. Noraxon telemyo 2400 system.

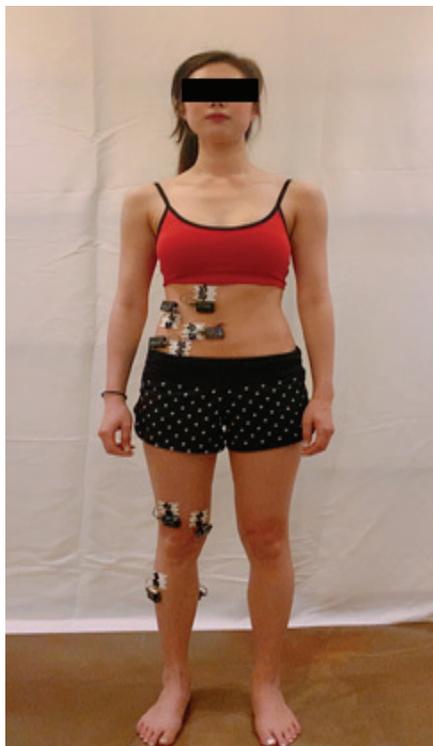


Fig. 4. Adhesive positions of surface EMG electrodes.

Table 3. The placement of surface EMG electrodes

Muscle	Placement
Rectus abdominis	between the umbilicus and pubis, midway muscle belly
External oblique	15cm lateral to the umbilicus
Internal oblique	midway between the anterior superior iliac spine and symphysis pubis, above the inguinal ligament
Transvers abdominis	2cm medial and caudal to the anterior superior iliac spine

비교를 가능하게 하기 때문이다(Soderberg & Knutson, 2000).

2) 정적 및 동적 균형 검사

정적 및 동적균형능력은 신체중심 이동면적을 알아보기 위하여 압력중심으로 자세의 동요를 측정하는 압력분포측정기(Pressure distribution measurement platforms, Zebris, Germany)를 이용하였다(Fig. 5). 호흡 방법에 따른 신체중심 이동면적의 변화를 알아보기

위하여 정적균형의 경우 두 다리를 압력분포측정기 위에 올라가게 한 후 정면을 응시하고 움직이지 않은 상태에서 30초동안 신체중심 이동면적을 각각 3번 측정하였다(Fig. 6). 동적균형은 신체의 무게 중심이 이동하여 신경근육계의 조절을 통해 균형을 유지해야 하는 한발서기를 실시하였으며(Buckley et al., 2024), 실험방법은 압력분포측정기 위에 두 다리로 선 자세에서 한 다리를 엉덩관절과 무릎관절을 90° 굽힘 시켜 15초 동안 3회 측정하였다(Fig. 5).

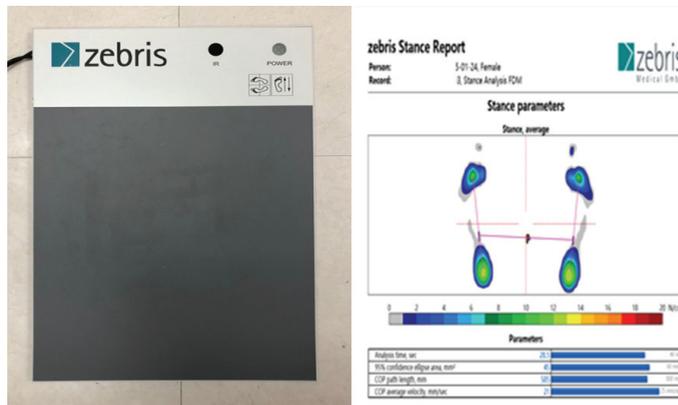


Fig. 5. Pressure distribution measurement platforms, Zebris.

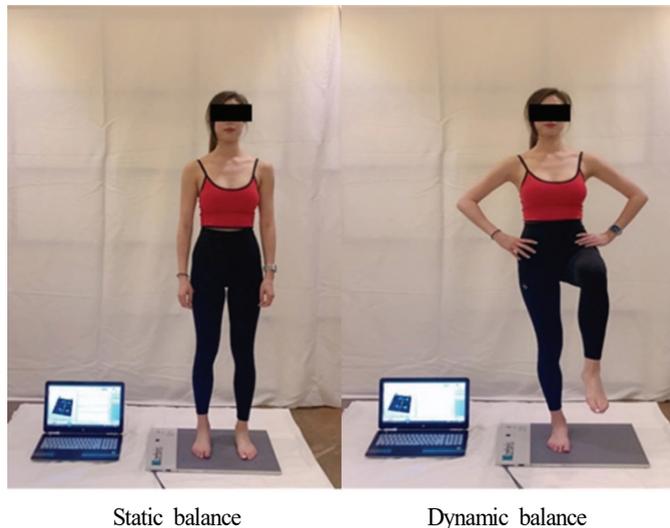


Fig. 6. Measurement of static and dynamic balance.

4. 실험 절차

본 연구는 무작위-대조군 연구 설계(Randomized-controlled study design)를 통해 성인여성 31명을 대상으로 필라테스 호흡 집단(n=15)과 일반적인 호흡 집단(n=16) 두 집단으로 나누어 실험을 진행하였다. 필라테스 호흡은 숙련된 필라테스 강사에게 호흡 방법에 대한 설명을 충분히 듣고 숙지한 후에 리포머 풋워크 운동을 진행하였고, 일반적인 호흡은 평소 본인의 호흡방식을 사용하여 리포머 풋워크 운동을 진행하였다. 근활성도, 정적 및 동적균형의 측정은 리포머 풋워크 운동 전에 실시하였고, 운동 후 근피로를 방지하기 위해 30분 휴식시간을 가진 뒤 재측정 하였다. 모두 3회 반복 측정하였으며, 평균값을 사용하였다.

5. 자료 분석

본 연구는 필라테스 호흡 집단과 일반적인 호흡 집단의 몸통 근활성도, 정적 및 동적 균형능력의 차이를 알아보기 위하여 통계프로그램 SPSS 18.0(Version 18.0 for Windows, IBM, USA)을 사용하였고, 유의수준(α)은 0.05로 하였다.

필라테스 호흡과 일반적인 호흡의 집단 내 운동 전·후의 근활성도와 균형능력의 차이를 알아보기 위하여 대응표본 t-검정(Paired t-test)를 사용하였고, 두 집단 간 근활성도와 균형능력의 운동 전·후 변화량을 알아보기 위하여 독립표본 t-검정(Independent t-test)을 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 필라테스 호흡 집단 15명, 일반적인 호흡 집단 16명으로 총 31명 여성을 대상으로 연구를 진행하였다. 필라테스 호흡 집단의 일반적 특성은 평균 연령 31.87 ± 6.36 세, 키 162.23 ± 4.15 cm, 몸무게 51.06 ± 5.02 kg이었으며, 일반적인 호흡 집단의 일반적 특성은 평균 연령 31.88 ± 8.11 세, 키 162.17 ± 4.17 cm, 몸무게 52.83 ± 5.05 kg이었다(Table 4).

2. 호흡방법에 따른 리포머 풋워크 운동 전·후 집단 내 및 집단 간 몸통근육 활성화도 비교

필라테스 호흡 집단 내 운동 전·후 비교에서 리포머 풋워크 운동 중재 후 배곧은근과 배속빗근의 활성화도는 유의한 증가가 없었지만($p>0.05$), 배바깥빗근, 배가로근의 활성화도는 리포머 풋워크 운동 중재 후 유의하게 증가하였다($p<0.05$)(Table 5).

일반적인 호흡 집단 내 운동 전·후 비교에서는 리포머 풋워크 운동 중재 후 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근 및 배가로근의 활성화도 모두 유의한 증가가 없었다($p>0.05$)(Table 6).

운동 전·후 두 집단 간 변화량 비교에서 리포머 풋워크 운동 중재 후 필라테스 호흡 집단에서 배곧은근과 배속빗근은 유의한 증가는 없었지만($p>0.05$), 배바깥빗근과 배가로근은 리포머 풋워크 운동 중재 후 유의하게 증가하였다($p<0.05$)(Table 7).

Table 4. General characteristics of each group

(n=31)

	PB (n=15)	GB (n=16)
Gender(male/female)	0/15(0%/100%)	0/16(0%/100%)
Age (years)	$31.87\pm 6.36^\dagger$	$31.88\pm 8.11^\dagger$
Height (cm)	162.23 ± 4.15	162.17 ± 4.17
Weight (kg)	51.06 ± 5.02	52.83 ± 5.05

PB: pilates breathing, GB: general breathing

† Mean \pm SD,

Table 5. Comparison of trunk muscle activity prior to and after exercise within the pilates breathing group (unit: %RVC)

Variables	Muscle	Pre Exercise	Post Exercise	t	p
PB	RA	410.79±48.72 [†]	563.69±92.95 [†]	-1.96	0.70
	EO	1227.64±149.08	1657.22±200.29	-3.17	0.01*
	IO	485.70±77.44	757.00±137.97	-2.01	0.44
	TRA	1493.21±285.17	1954.79±262.41	-2.66	0.08*

PB: pilates breathing, RA: rectus abdominis muscle, EO: external oblique muscle, IO: internal oblique muscle, TRA: transverse abdominis muscle

*p<0.05, [†]Mean±SE

Table 6. Comparison of trunk muscle activity prior to and after exercise within the general breathing group (unit: %RVC)

Variables	Muscle	Pre Exercise	Post Exercise	t	p
GB	RA	171.41±24.65 [†]	190.09±44.67 [†]	-0.62	0.54
	EO	281.22±304.15	348.68±370.62	-1.56	0.14
	IO	167.90±19.43	196.53±35.56	-1.42	0.17
	TRA	280.96±39.79	312.98±42.00	-1.46	0.16

GB: general breathing, RA: rectus abdominis muscle, EO: external oblique muscle, IO: internal oblique muscle, TRA: transverse abdominis muscle

*p<0.05, [†]Mean±SE

Table 7. Comparison of quantity of changes in the trunk muscle activity prior to and after exercise between the two groups (unit: %RVC)

Muscle	PB	GB	t	p
RA	152.90±77.98 [†]	18.69±29.74 [†]	1.64	0.11
EO	429.57±135.53	67.45±43.32	2.61	0.01*
IO	271.29±122.89	28.62±20.19	2.01	0.54
TRA	461.58±173.18	32.02±21.84	2.54	0.02*

PB: pilates breathing, GB: general breathing, RA: rectus abdominis muscle, EO: external oblique muscle, IO: internal oblique muscle, TRA: transverse abdominis muscle

*p<0.05, [†]Mean±SE

3. 호흡방법에 따른 리포머 풋워크 운동 전·후 집단 내 및 집단 간 정적 및 동적균형 비교

필라테스 호흡 집단 내 운동 전·후 비교에서 리포머 풋 워크 운동 중재 후 정적균형 측정인 두발서기와 동적균형 측정인 한발서기 시 신체중심 이동면적이 유의하게 감소하여 정적 및 동적 균형능력이 향상되었다(p<0.05)(Table 8). 일반적인 호흡 집단 내 운동 전·후 비교에서는 리포머 풋 워크 운동 중재 후 정적

및 동적균형측정 모두 신체중심 이동면적이 감소는 했지만 균형능력 향상에는 유의한 차이가 없었다 (p>0.05)(Table 8).

운동 전·후 두 집단 간 변화량 비교에서는 정적균형 측정인 두발서기와 동적균형 측정인 한발서기에 대한 신체중심 이동면적은 리포머 풋 워크 운동 중재 후 필라테스 호흡 집단에서 유의하게 감소하였다 (p<0.05)(Table 9).

Table 8. Comparison of the static and dynamic balance surface area ellipse prior to and after exercise within the group for the pilates breathing and general breathing groups (unit: mm²)

	Variables	Pre Exercise	Post Exercise	<i>t</i>	<i>p</i>
TLS(SB)	PB	112.51±12.14 [†]	65.44±10.80 [†]	3.46	0.00 [*]
	GB	120.35±11.12	113.20±16.28	0.83	0.41
OLS(DB)	PB	515.29±35.18	332.71±45.33	4.32	0.00 [*]
	GB	504.21±26.25	454.56±32.69	1.75	0.10

TLS: two leg standing, OLS: one leg standing, SB: static balance, DB: dynamic balance, PB: pilates breathing,

GB: general breathing

**p*<0.05, [†]Mean±SE

Table 9. Comparison of the quantity of changes in the static and dynamic balance surface area ellipse between the two groups (unit: mm²)

	Variables	PB	GB	<i>t</i>	<i>p</i>
TLS(SB)	Post - Pre	-47.07±13.57 [†]	-7.15±8.54 [†]	-2.52	0.02 [*]
OLS(DB)	Post - Pre	-182.57±42.22	-49.64±28.37	-2.64	0.01 [*]

TLS: two leg standing, OLS: one leg standing, SB: static balance, DB: dynamic balance, PB: pilates breathing,

GB: general breathing

**p*<0.05, [†]Mean±SE

IV. 고찰

몸통안정화근육은 가로막, 배근육 및 골반바닥근 등을 포함하고(Richardson et al., 1999), 신체의 움직임 시 안정성과 협응능력을 유지하며 일상생활을 영위하는데 중요한 역할을 한다(Bouisset, 1991). 이러한 몸통안정화 근육을 활성화시키는 필라테스 호흡은 몸통근육의 중심화를 강조하고, 신체 모든 관절을 이용하는 운동범위에 호흡이 적용된다(Latey, 2001). 따라서 본 연구는 성인여성을 대상으로 필라테스 호흡 방법과 일반적인 호흡 방법을 동반한 리포머 풋워크 운동이 몸통근육의 활성화도와 정적 및 동적 균형에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

연구의 결과, 필라테스 호흡 집단과 일반적인 호흡 집단의 리포머 풋 워크 운동 후 집단 간 배근육의 활성화도 비교에서 배바깥빗근과 배가로근이 필라테스 호흡 집단에서 활성화도가 유의하게 증가하였다. 집단 내 운동 전·후 비교에서는 필라테스 호흡 집단에서만 배바깥빗근, 배가로근의 활성화도가 유의하게 증가하였다. 이는 12주간 필라테스 호흡을 적용하여 안정화

훈련을 하였을 때 배가로근과 배바깥빗근의 활성화도가 유의하게 증가 Kim(2017a)의 연구와 필라테스 호흡을 동반한 리포머 운동이 배가로근과 배빗근의 활성화도를 증가시킨다는 Lee(2021)의 연구 결과와 일치하였다. 또한, Cristobal 등(2016)도 필라테스 호흡을 통한 리포머 운동이 배가로근과 배바깥빗근을 활성화시켜 몸통의 안정성과 근력을 개선하는데 하여 본 연구의 결과와 일치한다. 이는 필라테스 호흡이 수동적인 날숨으로 인해 가로막과 배근육들을 활성화시켜 배속 압력을 증가시키고, 골반바닥근의 동시수축을 통해 더 강한 배근육의 활성화를 이끌어 내었기 때문이다(Neumann & Gill, 2002). 또한, 리포머 풋 워크 운동 시 장비의 스프링은 저항을 제공하여 배근육에 지속적인 활성화를 요구하기 때문에 이는 필라테스 호흡과 결합될 때 배속 압력을 더 효과적으로 증가시켜 척추 안정화에 기여하게 된다(Cristobal et al., 2016; Hodges & Gandevia, 2000; Kolar et al., 2010). 이처럼 필라테스 호흡과 리포머 풋 워크 운동은 가로막, 배근육 및 골반바닥근 등을 활성화시켜 움직임 동안에 자세와 몸통의 안정성을 증가시켜 허리 주변의 안정성

을 높여준다(Hodges et al., 1997; Neumann, 2010). 따라서 필라테스 호흡을 동반한 리포머 풋워크 운동은 배바깥빗근과 배가로근의 배근육을 활성화시킴으로 몸통의 안정성 및 근육의 불필요한 움직임을 감소시키고 근수행 능력을 원활하게 하는 방법임을 확인할 수 있었다(Kisner & Colby, 2002; Latey, 2002; Lee & McGill, 2015).

정적균형측정인 두발서기의 경우 집단 간 비교에서 리포머 풋워크 운동 후 필라테스 집단에서 신체중심 이동면적이 유의하게 감소하였다. 집단 내 운동 전·후 비교에서는 운동 후 필라테스 호흡 집단에서만 신체중심 이동면적이 유의하게 감소하였다. 균형은 몸통과 다리 근수축의 협응을 통한 신체의 안정화와 시각, 안뜰감각 및 고유수용성감각의 세 가지에 의해 유지된다(Shumway Cook, 2001). 또한 일상적인 동작수행과 보행뿐만 아니라 기능적인 움직임과도 밀접한 관련이 있다(Berg et al., 1989). 이러한 이유로 운동선수, 환자, 남녀노소 모두에게 일상생활을 수행함에 있어 매우 중요한 능력이다(Lee, 2018b). Jeon(2018)은 뇌졸중 환자를 대상으로 호흡을 이용한 필라테스 운동과 일반적인 몸통안정화 운동에서 필라테스 호흡을 이용한 운동이 신체중심 이동면적이 유의하게 감소한다고 하였다. Kang 등(2014)은 노인 여성에게 12주간 필라테스를 적용했을 때, 필라테스 호흡 집단에서 정적 균형능력이 향상된다고 하였다. 또한, Hwang 등(2016)은 노인여성에게 12주간 주 3회 탄력밴드를 이용한 필라테스 호흡 운동이 두발서기 균형능력의 향상에 도움이 된다고 하였다. 두발서기 균형에 있어 외부 동요에 대한 일차적 방어는 근육의 뻣뻣함(Muscle stiffness)에 의해 제공되며(Rietdyk et al., 1999), 배가로근의 활성이 척추 근육의 뻣뻣함을 증가시킬 수 있다고 하였다(Lee & McGill, 2015). 배가로근은 균형의 불안정성과 관련하여 몸 전체의 안정성을 유지하고 선행적 자세조절을 통해 운동 기능을 수행하는데 있어 가장 먼저 활성화가 일어나는 근육이다(Hodges & Gandevia, 2000). 또한, 자세를 유지하는 하는 몸속 깊은 근육을 사용하여 평소와 사용하지

않는 근육까지 운동시킴으로써 신체근육의 균형적인 발달로 인해 균형능력이 향상된다고 하였다(Hwang, 2012). 따라서 필라테스 호흡은 척추의 중립을 인지시켜 유지할 수 있게 하고 동시에 몸속 깊은 근육을 자극시켜 몸 전체의 안정성을 증가시킨다. 이러한 신체 균형 조절능력 향상은 올바른 자세를 유지할 수 있도록 상호작용함으로써 정적 균형에 영향을 준 것으로 생각된다.

동적균형측정인 한발서기 시 신체중심 이동면적을 측정할 결과 집단 간 비교에서는 리포머 풋워크 운동 후 필라테스 호흡 집단에서 신체중심 이동면적이 유의하게 감소하였다. 집단 내 운동 전·후 비교에서도 필라테스 호흡 집단에서만 신체중심 이동면적이 유의하게 감소하였다. 이혜리(Lee, 2019)는 발목불안정성을 가진 무용전공자들에게 필라테스 리포머 풋워크 운동 후 동적균형인 한발서기 균형능력이 향상되었다고 하였으며, Lee 등(2016)은 젊은 성인여성을 대상으로 실시한 필라테스 운동프로그램이 한발서기 균형이 증가한다고 하였다. 또한, 필라테스 호흡을 동반한 매트 운동을 8주간 주 3회 적용하였을 때 한발서기 균형은 운동 후에 유의한 증가가 있었다고 하였으며(Lee, 2018a), Park과 Hyun(2016)은 양궁선수에게 필라테스 호흡을 동반한 운동이 안정화 근육을 강화시킬 수 있기 때문에 동적균형 능력의 향상에 도움이 된다고 하였다.

이는 필라테스 호흡을 동반한 운동이 몸통과 골반 주변의 근육들이 안정성을 유지시켜 몸통의 안정성과 평형성을 증가시켰기 때문이며(Kim et al., 2011), 더 나아가 고유수용성감각을 조절하여 신체의 유연성과 근력을 향상시켜 무게의 중심이 이동하는 것을 감소시켰기 때문이다(Noh, 2019). 따라서 필라테스 호흡을 동반한 리포머 풋워크 운동은 허리와 골반의 안정성을 바탕으로 고유수용성감각과 몸통근육이 동시에 활성화되어 신체의 안정성을 유지하게 함으로써 동적균형인 한발서기 균형능력 향상에 도움을 준 것으로 판단된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 대상자 수가

적었고 성인여성만을 대상으로 연구를 진행하여 일반화하기 어렵다. 둘째, 중재기간이 짧아 운동의 학습에 따른 운동효과성을 규명하기에 다소 어려움이 있다. 셋째, 대상자의 기초 운동능력의 차이를 통제하지 못하였다. 넷째, 본 연구에서는 %MVIC가 아닌 %RVC로 근활성도를 측정하여 이로 인해 천장효과가 발생하여 집단 간 비교에서 유의미한 차이가 나타나지 않은 경우도 있을거라 생각된다. 향후 본 연구의 제한점을 보완하여 필라테스 호흡을 동반한 운동으로 다양한 연구가 이루어지길 기대한다.

V. 결론

본 연구는 성인여성에게 필라테스 호흡을 동반한 리포머 풋워크 운동이 몸통의 근활성도와 정적 및 동적균형능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구의 결과 필라테스 호흡이 일반적인 호흡보다 리포머 풋워크 운동을 실시하였을 때 몸통 및 정적균형과 동적균형 능력을 향상시키는데 효과적임을 알 수 있었다. 필라테스 호흡은 수동적인 날숨을 통해 배근육을 수축시키고 몸통과 골반의 안정성을 증가시켜 보상작용이 일어나지 않도록 한다. 따라서 필라테스 호흡을 동반한 리포머 풋 워크 운동은 몸통의 안정성을 높이는데 효과가 있으며 동시에 균형능력 향상에 효과적인 운동 방법으로 제시될 수 있다.

References

- Barbosa AW, Guedes CA, Bonifacio DN, et al. The pilates breathing technique increases the electromyographic amplitude level of the deep abdominal muscles in untrained people. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2015;9(1):57-61.
- Berg K, Wood DS, Williams JL, et al. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. 1989;41(6):304-311.
- Bouisset S. Relationship between postural support and intentional movement: biomechanical approach. *Archives Internationales de Physiologie, de Biochimie et de Biophysique*. 1991;99(5):77-92.
- Buckley JG, Frost SS, Hartley S, et al. Moving from stable standing to single-limb stance or an up-on-the-toes position: the importance of vision to dynamic balance control. *PLoS One*. 2024;19(7):1-13.
- Choi HJ, Kang HJ. Systematic Review of plantar pressure change in varied exercises. *The Asian Journal of Kinesiology*. 2015;17(4):31-37.
- Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences, 2nd ed. Hillsdale. Lawrence Erlbaum Associates. 1988.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyography. Gaithersburg. Aspen Publishers. 1998.
- Cristobal RV, Alacid F, Esparza RF, et al. The effects of a reformer pilates program on body composition and morphological characteristics in active women after a detraining period. *Women & Health*. 2016;56(7): 784-806.
- Hodges PW, Gandevia SC, Richardson CA. Contractions of specific abdominal muscles in postural tasks are affected by respiratory maneuvers. *Journal of Applied Physiology*. 1997;83(3):753-760.
- Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of Physiology*. 2000;522(1):165-175.
- Hodges PW, Sapsford R, Pengel LH. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *Neurourology and Urodynamics*. 2007;26(3):362-371.
- Hwang HH. The effect of pilates exercise program on health related physical fitness in salaried women. Korean National Sport University. Dissertation of Master's Degree. 2006.

- Hwang SK. The effects of pilates mat exercises on physical posture and foot balance in male adults. Myongji University. Dissertation of Master's Degree. 2012.
- Hwang YY, Park JH, Lim KW. The effect of pilates exercise elastic band on maximum muscle strength and balance of elderly women. *The Korean Society of Sports Science*. 2016;25(5):1099-1108.
- Isacowitz R. Pilates, 2th ed. champaign IL. Human Kinetics. 2007.
- Jeon CK. Effects of respiratory stabilization exercise on transverse abdominis thickness and balance in stroke patients. Daegu University. Dissertation of Master's Degree. 2018.
- Ju SR. The difference between the balance and ankle instability of the exercise program for the patient. Ewha Womans University. Dissertation of Master's Degree. 2019.
- Kalpakioglu B, Altinbilek T, Senel K. Determination of spondylolisthesis in low back pain by clinical evaluation. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2009;22(1):27-32.
- Kang HS, Jon JH. Effects of pilates exercise on isokinetic muscular strength of knee, proprioception, and static balance in older women. *The Korean Society of Living Environmental System*. 2014;21(2):205-213.
- Kim BT. Analysis of balance ability, anaerobic exercise ability and ankle isokinetic muscular function on tennis players. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2016;1(66)733-742.
- Kim HJ, Nam SN, Kim JH. The effect of 8 weeks props pilates stability exercise(PPSE) on body stability and sensorimotor control ability for farmers. *The Korean Society of Living Environmental System*. 2011;18(1): 1-10.
- Kim KL. Effects of ankle motion on postural sway in healthy adult. Sahmyook University. Dissertation of Master's Degree. 2012.
- Kim MJ. The effects of pilates stabilization training on cervix location and PGF2 α , ADH in women with primary dysmenorrhea. Pusan Catholic University. Dissertation of Doctorate Degree. 2017.
- Kim WK. The effect of pilates reformer exercise on body composition electromyogram of abdominal muscles and blood free oxygen radical in middle age women. Chosun University. Dissertation of Doctorate Degree. 2017.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: foundations and techniques, 5th ed. Philadelphia. FA Davis Company. 2002.
- Kolar P, Sulc J, Kyncl M, et al. Stabilizing function of the diaphragm dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *Journal of Applied Physiology*. 2010; 109(4):1064-1071.
- Kwon BY. Effects of core stability and mobility training with aero equipment on biomechanical balance, posture, strength and agility for rhythmic gymnasts. Ewha Womans University. Dissertation of Doctorate Degree. 2008.
- Latey P. The Pilates method: history and philosophy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2001;5(4): 275-282.
- Latey P. Updating the principles of the pilates Method: part2. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2002;6(2):94-101.
- Lee BC, McGill SM. Effect of long-term isometric training on core/torso stiffness. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(6):1515-1526.
- Lee HL, Lee SK, Kim MK. The effects of pilates for lumbar stabilization on the lumbar muscle strength and muscle activity of menopausal women. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2017;1(69):355-363.
- Lee HR. Pilates reformer foot work with elastic band the effect of resistance exercise on ankle instability of dancers. Chungnam National University. Dissertation of Master's Degree. 2019.

- Lee JH. The effect of additional pilates breathing session on the activation of abdominal muscles during pilates group exercise in healthy subjects. Korea University. Dissertation of Master's Degree. 2017.
- Lee KJ. The relationship of trunk muscle activation and core stability: a biomechanical analysis of pilates-based stabilization exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(23):1-11.
- Lee NR, Yun SJ, Choi KS. The effect of pilates exercises on isokinetic muscular strength and balance in lower limb's for young aged women. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*. 2016;17(11): 691-700.
- Lee SB. The effect of 8-weeks pilates exercise on body composition, basic physical fitness and balance of elderly women. Donsin University. Dissertation of Master's Degree. 2018.
- Lee WY. The effects of 12 weeks core balance training on muscle tone and balance ability in adults. Soonchunhyang University. Dissertation of Doctorate Degree. 2018.
- Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system foundations for rehabilitation, 2nd ed. St. Louis. Elsevier Mosby. 2010.
- Neumann P, Gill V. Pelvic floor and abdominal muscle interaction: EMG activity and intra-abdominal pressure. *International Urogynecology Journal*. 2002; 13(2):125-132.
- Noh YE. The effects of pilates exercise program on autonomic nervous system activity and dynamic balance ability in middle aged women. Hanyang University. Dissertation of Master's Degree. 2019.
- Park JM, Hyun GS. The effects of Respiratory muscles training with core stability exercises on the pulmonary function and static balance abilities of archers. *The Korean Society of Sports Science*. 2016;25(5):1149-1159.
- Park MY. Influence of pilates exercise on muscular strength on lumbar region and physical composition. Nambu University. Dissertation of Master's Degree. 2006.
- Paul M. The anatomy of pilates. California. North Atlantic Books Company. 2009.
- Raine S, Meadows L, Lynch EM. Bobath concept. Theory and clinical practise in neurological rehabilitation. London. Blackwell Publishing. 2009.
- Richardson CA, Jull GA, Hodges PW, et al. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain. Scientific basis and clinical Approach. London. Churchill Livingstone Company. 1999.
- Rietdyk S, Patla AE, Winter DA, et al. Balance recovery from medio-lateral perturbations of the upper body during standing. *Journal of Biomechanics*. 1999;32(11): 1149-1158.
- Sapsford R. Rehabilitation of pelvic floor muscles utilizing trunk stabilization. *Manual Therapy*. 2004;9(1):3-12.
- Shumway Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications, 2nd ed. Baltimore. Williams & Wilkins Company. 2001.
- Soderberg GL, Knutson LM. A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. *Physical Therapy*. 2000;80(5):485-498.
- Yoon SH. The effect of pilates program for the development of posture and balance. Myongji University. Dissertation of Doctorate Degree. 2009.