Korean Journal of Sport Science 2025, 36(2), 170-182
https://doi.org/10.24985/kjss.2025.36.2.170

Original Article

Effects of an 8-week Unstable Surface Pilates Training on Pain and Related Variables in Women Aged 30-40s with Low Back Pain

Na-Young Choi, Kyou-Min Lee and Man-Gyoon Lee*

Kyung Hee University

Article Info
Received 2025. 01. 20.
Revised 2025. 05. 02.
Accepted 2025. 06. 30.

Correspondence*
Man-Gyoon Lee
mlee@khu.ac.kr

Key Words
Pilates, Back pain, Abdominal muscle, Isokinetic muscle function, Pain

PURPOSE This study aimed to investigate the effects of an 8-week unstable surface Pilates training on physical fitness, abdominal muscle thickness, lumbar isokinetic muscle function, and pain in women aged 30–40 who are living a sedentary lifestyle and experiencing nonspecific low back pain. **METHODS** The training group (TR, n = 15) performed Pilates using small apparatuses on an unstable surface for 50 min/session, three sessions per week for 8 weeks, whereas the control group (n = 13) maintained their usual living pattern during the same intervention period. **RESULTS** 1) The body weight, body mass index, percent body fat, and fat mass decreased significantly in the TR, 2) whereas the hand grip strength, trunk extension, sit-and-reach, and modified Schober test scores improved significantly. 3) The thickness of the external oblique, internal oblique, and transversus abdominis increased significantly in the TR. 4) Lumbar isokinetic flexor strength per body weight increased significantly in the TR. The endurance and endurance per body weight of the lumbar isokinetic extensor and lumbar isokinetic flexor also significantly increased in the TR. 5) The Korean Oswestry disability index (KODI) and the visual analog scale (VAS) score decreased significantly in the TR. 6) Significant negative correlations were found between the change rates in the KODI and nondominant hand grip strength, external oblique thickness, transversus abdominis thickness, and lumbar isokinetic extensor endurance. A significant negative correlation was found between the change rates in the VAS score and external oblique thickness. **CONCLUSIONS** The results revealed that the 8-week unstable surface Pilates training was beneficial in improving physical fitness, abdominal muscle thickness, lumbar isokinetic muscle function, disability index, and pain levels in women aged 30–40 years who were having a sedentary lifestyle and experiencing nonspecific low back pain.

서론

요통은 하부 늑골과 장골능 위쪽에 발생하는 통증으로 원인을 특정할 수 없는 비특이적 요통(nonspecific low back pain)이 약 90%를 차지하며(Manek & MacGregor, 2005), 인구의 80%가 일생 중 한번 이상 경험하는 발병률이 매우 높은 질병이다(O'Sullivan, 2000). 특히, 요통은 좌식생활을 하는 여성에게서 자주 발생하는데 이는 사무직 여성이 남성에 비하여 신체활동량이 더 적다고 보고한 Barranco-Ruiz & Villa-González(2020)와 사무직 근로자의 경우 다양한 관절 통증 중 요통(44.9%)을 겪고 있는 근로자가 가장 많다는 Zyga(2022)의 연구 결과를 바탕으로 좌식생활을 하는 사무직 여성이 요통에 흔하게 노출된다는 것을 알 수 있다.

이와 같은 비특이적인 요통을 개선하기 위한 운동요법으로 코어(core) 안정화 운동이 가장 적극적으로 권장되고 있다(Shamsi et al., 2015). 이는 요통으로 인하여 코어가 약화되면 심부 근육의 위축이 진행되어 자세를 안정시키는 기능이 상실되고(Kline et al., 2013), 복횡근의 수축 지연으로 인하여 기능적인 움직임 시 적절한 체간의 안정성을 제공하지 못하게 되어(Selkow et al., 2017) 요통이 악화되

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는 악순환으로 이어지기 때문이다.

코어 안정화 운동은 안정적 지지면 운동과 불안정 지지면 운동으로 구분할 수 있다. 이 중 불안정 지지면 운동은 신체의 균형과 운동 시 근육의 활성도를 증가시키고(Marshall & Murphy, 2005), 근신경계 자극을 통해 주동근과 협력근을 동시에 수축하여 근력, 균형능력 및 안정성을 발달시켜(Verhagen et al., 2004) 코어 안정화 운동을 위한 효과적인 방법으로 주목받고 있으며, 요통 관리의 효과적인 중재로 고려되어야 한다고 보고되었다(Pandya & Shukla, 2021). 이와 관련하여 요통환자를 대상으로 불안정 지지면 운동을 처치한 결과 Stevens et al.(2006)은 외복사근 활성도가 유의하게 증가되었다고 보고하였고, Chung et al.(2013)은 요추4번과 5번 다열근의 단면적이 유의하게 증가된 것을 확인하였다.

필라테스는 불안정 지지면에서 이루어지는 코어 안정화 운동을 진행할 수 있는 대표적인 운동방법으로서 전기 치료, 항염제, 진통제, 기타 치료법 및 기타 운동 유형과 비교하여 요통 완화를 위한 임상적 효과가 더 큰 것으로 나타났으며(Hayden et al., 2021), 통증이 있는 척추를 직접적으로 안전하게 움직여 요통에 대한 인식에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Patti et al., 2023). 또한 만성 요통환자에게 필라테스를 처치한 Batibay et al.(2021)은 요통장애지수(oswestry disability index: ODI)와 통증자각도(visual analogue scale: VAS)의 감소, 요추 유연성과 복부 근력의 증가, 그리고 다열근, 복횡근 및 내·외복사근 두께의 유의한 증가를 보고하여 필라테스가 요통 완화를 위한 코어 안정화 운동으로서 적합함을 증명하였다.

전술한 내용을 종합하면, 코어 안정화 운동과 불안정 지지면 운동의 특성을 모두 내포하고 있는 불안정 지지면 필라테스 트레이닝을 요통환자에게 적용하면 코어의 기능을 향상시켜 요통을 완화시킬 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 최근까지 수행된 대부분의 요통관련 선행 연구에서는 안정적 지지면에서 코어 안정화 운동을 실시하였고, 불안정 지지면에서 실시한 코어 안정화 운동이 요통 및 요통관련 변인에 미치는 영향을 규명한 연구는 매우 부족한 실정이다. 또한 국내·외에서 수행된 요통관련 선행 연구는 대부분 고령의 대상자에게 초점이 맞추어져 있어 30~40대 요통 여성을 대상으로 한 연구가 필요하다.

따라서 이 연구에서는 8주간의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 30~40대 좌식생활 비특이적 요통 여성의 체력, 복근 두께, 요부(low back) 등속성 근기능 및 통증도에 미치는 영향을 규명하고자 하였으며, 이를 통하여 좌식생활 여성의 비특이적 요통관련 변인을 개선하기 위한 효과적인 방법을 제공하고자 하였다.

연구 방법

연구 대상자

이 연구의 대상자로 좌식생활을 하는 30~40대 비특이적 요통 여성 30명을 모집하여 운동집단과 통제집단에 15명씩 무선 할당하였으나, 통제집단에서 2명이 탈락하여 총 28명의 데이터를 최종 분석하였다. 대상자수는 G*Power 3.1(Faul et al., 2009)을 사용하여 산출하였다. 선행 연구(Ali et al., 2020)를 참고하여 효과크기 .30, 검정력 .80, 그리고 유의수준 .05를 적용한 결과 25명이 산출되었으며, 탈락률을 고려하여 총 30명의 대상자를 모집하였다.

Table 1. Characteristics of participants (mean±SD)

Variables \ Groups	TR (n=15)	CON (n=13)	p
Age (yrs)	38.93±1.36	39.77±1.59	.691
Height (cm)	163.60±1.40	162.18±1.10	.444
Weight (kg)	61.23±9.81	62.70±10.90	.710
BMI (kg/m^2)	22.79±2.73	23.89±4.40	.428
%BF (%)	30.58±3.18	30.15±5.69	.813
Fat mass (kg)	18.98±4.98	19.45±7.11	.838
FFM (kg)	42.25±5.02	43.25±3.96	.568

TR: Training group; CON: Control group; BMI: Body mass index; %BF: Percent body fat, FFM: Fat free mass.

연구 대상자의 포함 기준은 1) 디스크나 신경쪽 병변이 없고, 관련된 수술의 이력이 없는 비특이적 요통을 가진 자, 2) 하루 평균 8시간 이상 좌식생활을 하며, 중강도 운동을 주당 30분 미만으로 하는 자(Park et al., 2017), 3) 한국어판 요통장애지수(Korean oswestry disability index: KODI) 10~18점인 자, 그리고 4) 최근 6개월간 체계적인 운동 트레이닝에 참여한 바 없는 자로 하였다. 연구 대상자의 제외 기준은 1) 요통 외 각종 질환으로 인하여 검사와 처치에 참여하기 어려운 자와 2) 운동 프로그램의 참석률이 90% 미만인 자로 하였다.

연구를 진행하기 전에 K대학교 생명윤리위원회의 승인(KHGIRB-24-300)을 받았다. 모든 대상자에게 연구의 목적과 절차에 대하여 충분히 설명한 후 이를 이해하고 동의하는 자로부터 검사동의서를 받고 연구에 참여하도록 하였다. 대상자의 신체적 특성은 〈Table 1〉에 제시된 바와 같다.

측정 항목과 방법

모든 대상자는 S시 소재 의원에 방문하여 신체구성, 체력, 복근 두께, 요부 등속성 근기능 및 통증도 측정에 참여하였다. 대상자는 48시간 이전부터 음주 및 과격한 운동을 피하고, 7시간 이상 숙면을 취한 상태에서 검사 장소에 방문하였다. 검사자는 건강운동관리사 3명, 물리치료사 1명, 그리고 초음파 검사자 1명으로 구성되었으며, 사전검사와 사후검사는 동일한 방법으로 진행되었다.

1) 신체구성

신장은 신장계(BSM330, ㈜인바디, 한국)로 측정하였다. 체중, 체지방량, 체지방률, 그리고 제지방량은 생체전기저항분석법 장비(X-scan Plus-Ⅱ, 자원메디칼, 한국)로 측정하였다. 체중(kg)을 신장의 제곱(m^2)으로 나누어 체질량지수를 산출하였다.

2) 체력

근력을 평가하기 위하여 악력계(T.K.K. 5401, TAKEI, 일본)로 악력을 측정하였다. 좌·우 교대로 2회씩 측정하여 높은 값을 0.1 kg 단위로 기록하였다.

요부의 유연성을 평가하기 위하여 체후굴, 좌전굴 및 수정된쇼버검사(modified schober's test)를 실시하였다. 체후굴은 체후굴검사기

(T.K.K, 5404, TAKEI, 일본)로 측정하였으며, 총 2회 실시하여 높은 값을 0.1 cm 단위로 기록하였다. 좌전굴은 좌전굴 측정기(THP2, ㈜누리텍아이엔씨, 한국)로 측정하였으며, 총 2회 실시하여 높은 값을 0.1 cm 단위로 기록하였다. 수정된쇼버검사도 총 2회 실시하여 높은 값을 0.1 cm 단위로 기록하였다.

3) 복근 두께

복근의 두께를 측정하기 위하여 범용 초음파 영상 진단장치(HS70A, ㈜삼성메디슨, 한국)를 사용하였으며, 복횡근(transversus abdominis), 외복사근(external oblique), 그리고 내복사근(internal oblique)의 두께를 측정하였다. Doppler Ultrasound를 4~12 Hz 선형 변환기와 함께 사용하여 4.0 MHz의 영상 주파수 및 4.0~10.0 MHz의 가변 도플러 주파수에서 동작하였다. 복근 두께 측정 시 Teyhen et al.(2005)이 설명한 요통환자의 복부 끌어당기기 동작(hollowing)에 대한 초음파 영상 측정 프로토콜을 적용하였다. 실시간 초음파 영상을 이용한 복근 두께 측정은 환자의 횡단면에서 액와(axilla)의 중간 라인을 따라 우측 장골능 위쪽으로 탐촉자(linear transducer)를 평행하게 놓고, 호흡 효과 제어를 위하여 정상적인 호기가 끝날 때 이미지를 촬영하였으며, 복근 두께를 0.01 cm 단위로 기록하였다. 이와 같은 방법은 Teyhen et al.(2005)에 의하여 신뢰도가 검증되었고, Abdelwahab et al.(2024)에 의하여 타당도가 검증되었다.

4) 요부 등속성 근기능

등속성 근기능 측정 장비(Biodex System 3, Biodex Medical System, 미국)를 이용하여 요부의 굴곡(flexion)과 신전(extension)에서 근력과 근지구력을 측정하였다. Reyes-Ferrada et al.(2023)의 메타-분석을 바탕으로 요통환자에게 안전하게 수행할 수 있는 등속성 근기능 각속도로 설정하였다. 요부 등속성 근력은 60°/sec에서 5회 측정하였다. 최대근력을 0.01 Nm 단위로 측정하여 등속성 신근력과 등속성 굴근력으로 제시하였고, 이를 체중으로 나누어 체중당 등속성 신근력과 체중당 등속성 굴근력으로 제시하였다. 요부 등속성 근지구력은 120°/sec에서 15회 측정하였다. 최대일량을 0.01 Nm 단위로 측정하여 등속성 신근지구력과 등속성 굴근지구력으로 제시하였고, 이를 체중으로 나누어 체중당 등속성 신근지구력과 체중당 등속성 굴근지구력으로 제시하였다. 이와 같은 방법은 Guilhem et al.(2014)에 의하여 신뢰도와 타당도가 검증되었다.

5) 통증도

(1) 요통장애지수

요통으로 인한 장애 정도는 성생활에 대한 항목을 제외하고 개작한 KODI를 사용하여 평가하였다. KODI의 Cronbach's α는 .916이고, 검사-재검사 신뢰도 계수는 .933으로 요통 측정 도구로서 신뢰도가 높은 것으로 확인되었다(Jeon et al., 2006). 통증의 평가 영역은 통증 정도, 개인위생, 물건 들기, 걷기, 앉기, 서 있기, 잠자기, 사회생활 및 여행이 포함된다. 총점은 45점, 각 항목은 0~5점이며, 0점은 장애가 없는 경우, 5점은 심한 장애가 있는 경우를 나타낸다. 총점에 따라 0~9점은 경증 장애, 10~18점은 중등도 장애, 19~27점은 중증 장애, 그리고 28점 이상은 정상적인 생활이 불가능한 정도로 평가할 수 있다(Jeon et al., 2006).

(2) 통증자각도(VAS)

요통 정도를 평가하기 위하여 VAS 평가지를 사용하였다. VAS의 범위는 0~10으로서 통증이 없는 경우 0으로 표시하며, 극도의 통증일 경우 10으로 표시하도록 하였다. 요통환자에게 있어서 VAS가 KODI와 높은 상관관계(r=.677)를 나타내는 것으로 보고되었다(Kim & Lee, 2013).

처치 방법

이 연구에서 처치한 운동은 소도구를 활용한 불안정 지지면 필라테스 트레이닝으로, Herman(2004)이 제안한 불안정 지지면 필라테스 트레이닝을 기반으로 한 Chung et al.(2013)을 이 연구의 목적에 맞게 수정·보완하였다. 이는 기존 연구의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝은 복근, 척추 기립근, 대둔근 및 햄스트링 등 시상면 운동에 초점이 맞추어져 있기 때문이며, 이 연구에서는 보다 척추의 다양한 움직임을 포함하기 위하여 척추를 회전하는 횡단면 운동을 추가하였다. 또한 운동강도를 주차별로 증가하여 트레이닝의 원리인 과부하와 점진성의 원리를 반영하였다. 운동은 S시 소재 필라테스 트레이닝 센터에서 전문 트레이너의 지도에 따라 진행되었다.

8주간 주 3회, 준비운동 5분, 본운동 40분, 그리고 정리운동 5분으로 총 50분간 실시하였으며, 소도구는 재활 훈련 프로그램에 유익한 밸런스패드(TPE 밸런스패드, 동화스포츠, 한국)를 이용하여 불안정 지지면을 구현하였다(Saeterbakken & Fimland, 2012). 운동강도는 운동자각도(ratings of perceived exertion)로 제시하였으며, 주차에 따라 운동강도를 점차 증가시켰다(Williams, 2017). 이 연구에서 처치한 필라테스 프로그램의 주요 내용은 〈Table 2〉에 제시된 바와 같다.

Table 2. Unstable surface Pilates training program

Exercise (Duration)		Program	Intensity
Warm up (5 min)		Pelvic tilt, Single & double leg toe tap, Transversus abdominis activation	1^{st}~2^{nd} wk: RPE 11~12 8 reps, 2 sets
Main exercise (40 min)	Abdominal	Single leg stretch, Double leg stretch, Criss cross, Roll up	
	Back	Bridge, Shoulder bridge, Swimming	3^{rd}~5^{th} wk: RPE 13~14 8 reps, 2 sets
	Side	Side kick, Side plank	
	Rotation	Spine twist, Saw	
	Whole body	Leg pull, Squat, Lunge	6^{th}~8^{th} wk: RPE 15 10 reps, 2 sets
Cool down (5 min)		Active stretch, Self-myofascial release	

RPE: Ratings of perceived exertion.

한편, 통제집단 대상자는 동일한 처치 기간 동안 특별한 처치 없이 평소의 생활 습관을 그대로 유지하도록 하였다.

자료처리 방법

이 연구에서 수집한 모든 자료를 SPSS PC+ for Windows(version 28.0)로 분석하였다. 기술통계량을 평균(mean)과 표준편차(standard deviation: SD)로 제시하였다. 데이터의 정규성을 확인하기 위하여 Shapiro-Wilks test를 실시하였다. 두 집단 간 및 두 시기 간 평균 차이를 동시에 분석하기 위하여 반복 이원분산분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 집단과 시기의 상호작용이 유의한 경우 각 집단 내 두 검사 간의 차이는 종속 t-검증으로, 그리고 각 시기 내 두 집단 간의 차이는 독립 t-검증으로 분석하였다. 주효과 및 상호작용의 효과크기는 Partial η^2로 제시하였다. 종속변인의 변화율 간 상관관계를 분석하기 위하여 상관분석을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준(α)은 .05로 설정하였다.

연구 결과

신체구성

체지방률과 체지방량에서 시기의 주효과가 유의하게 나타났고, 체중, 체질량지수, 체지방률 및 체지방량에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 운동집단의 체중, 체질량지수, 체지방률 및 체지방량이 유의하게 감소되었다〈Table 3〉.

체력

체후굴에서 집단의 주효과가 유의하게 나타났고, 주측 악력, 체후굴 및 좌전굴에서 시기의 주효과가 유의하게 나타났으며, 비주측 악력, 체후굴, 좌전굴 및 수정된 쇼버검사에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 운동집단의 비주측 악력, 체후굴, 좌전굴 및 수정된쇼버검사가 유의하게 향상되었다. 사후검사 시점에서 운동집단의 체후굴이 통제집단보다 유의하게 높은 것으로 나타났다〈Table 4〉.

복근 두께

복횡근에서 시기의 주효과가 유의하게 나타났고, 외복사근, 내복사근 및 복횡근에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 운동집단의 외복사근, 내복사근 및 복횡근이 유의하게 향상되었으며, 통제집단의 외복사근이 유의하게 감소되었다〈Table 5〉.

요부 등속성 근기능

요부 등속성 근력과 관련하여 등속성 신근력, 등속성 굴근력, 체중당 등속성 신근력 및 체중당 등속성 굴근력에서 시기의 주효과가 유의하게 나타났고, 체중당 등속성 굴근력에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 운동집단과 통제집단에서 체중당 등속성 굴근력이 유의하게 향상되었으며, 사후검사 시점에서 운동집단의 체중당 등속성 굴근력이 통제집단보다 유의하게 높은 것으로 나타났다〈Table 6〉.

요부 등속성 근지구력과 관련하여 등속성 신근지구력, 등속성 굴근지구력 및 체중당 등속성 신근지구력에서 집단의 주효과가 유의하게 나타났고, 등속성 신근지구력, 등속성 굴근지구력, 체중당 등속성 신근지구력 및 체중당 등속성 굴근지구력에서 시기의 주효과가 유의하게 나타났으며, 등속성 신근지구력, 등속성 굴근지구력, 체중당 등속성 신근지구력 및 체중당 등속성 굴근지구력에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 운동집단의 등속성 신근지구력, 등속성 굴근지구력, 체중당 등속성 신근지구력 및 체중당 등속성 굴근지구력이 유의하게 향상되었으며, 통제집단의 등속성 굴근지구력과 체중당 등속성 굴근지구력이 유의하게 향상되었다. 사후검사 시점에서 운동집단의 등속성 신근지구력, 등속성 굴근지구력, 체중당 등속성 신근

Table 3. Changes in body composition in two groups (mean±SD)

Variables	Groups	Time			Δ%		F		Partial η^2
		Pre	Post						
Weight (kg)	TR	61.23±9.81	59.96±9.89	**	-2.07	Group	0.331		0.013
						Time	3.646		0.123
	CON	62.70±10.90	63.04±11.34		0.54	Group×Time	11.022	++	0.298
Body mass index (kg/m^2)	TR	22.79±2.73	22.30±2.87	**	-2.15	Group	1.044		0.039
						Time	3.412		0.116
	CON	23.89±4.40	24.05±4.63		0.67	Group×Time	13.316	++	0.339
Percent body fat (%)	TR	30.58±3.18	29.42±3.55	**	-3.79	Group	0.018		0.001
						Time	7.295	+	0.219
	CON	30.15±5.69	30.31±5.74		0.53	Group×Time	12.481	++	0.324
Fat mass (kg)	TR	18.98±4.98	17.92±5.12	**	-5.59	Group	0.231		0.009
						Time	6.456	+	0.199
	CON	19.45±7.11	19.68±7.29		1.18	Group×Time	15.290	+++	0.370
Fat free mass (kg)	TR	42.25±5.02	42.03±4.99		-0.52	Group	0.450		0.017
						Time	0.128		0.005
	CON	43.25±3.96	43.36±4.18		0.25	Group×Time	1.505		0.055

TR: Training group; CON: Control group; +p<.05, ++p<.01, +++p<.001: Significant main effect and/or interaction;
**p<.01: Significant difference between pre- and post-test.

Table 4. Changes in body composition in two groups (mean±SD)

Variables	Groups	Time			Δ%		F		Partial η^2
		Pre	Post						
Dominant hand grip strength (kg)	TR	23.19±3.65	24.59±4.46		6.04	Group	0.163		0.006
	CON	23.04±3.75	23.47±4.95		1.87	Time	4.296	+	0.147
						Group×Time	1.199		0.046
Nondominant hand grip strength (kg)	TR	21.48±3.71	23.64±4.22	***	10.06	Group	0.059		0.002
	CON	22.68±3.27	21.77±3.73		-4.01	Time	2.096		0.077
						Group×Time	12.498	++	0.333
Trunk extension (cm)	TR	32.08±9.05	41.69±8.20#	***	29.96	Group	4.314	+	0.147
	CON	31.20±8.11	29.30±9.12		-6.09	Time	9.190	++	0.269
						Group×Time	15.856	+++	0.388
Sit-and-reach (cm)	TR	3.66±11.45	9.10±11.36	**	148.63	Group	0.947		0.040
	CON	9.82±7.02	10.45±5.78		6.42	Time	9.301	++	0.288
						Group×Time	5.822	+	0.202
Modified Schober test (cm)	TR	20.27±1.50	21.13±1.59	*	4.24	Group	0.984		0.038
	CON	20.28±1.07	20.12±1.37		-0.79	Time	2.678		0.097
						Group×Time	5.647	+	0.184

TR: Training group; CON: Control group; +p<.05, ++p<.01, +++p<.001: Significant main effect and/or interaction;
*p<.05, **p<.01, ***p<.001: Significant difference between pre- and post-test;
Significant difference between two groups within a test.

Table 5. Changes in thickness of abdominal muscle in two groups (mean±SD)

Variables	Groups	Time			Δ%		F		Partial η^2
		Pre	Post						
Thickness of external oblique (cm)	TR	0.30±0.06	0.37±0.08	***	23.33	Group	1.905		0.071
	CON	0.40±0.12	0.35±0.09	*	-12.50	Time	0.809		0.031
						Group×Time	23.204	+++	0.481
Thickness of internal oblique (cm)	TR	0.46±0.10	0.52±0.08	*	13.04	Group	0.450		0.018
	CON	0.51±0.07	0.51±0.08		0.00	Time	3.863		0.134
						Group×Time	4.364	+	0.149
Thickness of transversus abdominis (cm)	TR	0.28±0.06	0.41±0.09	***	46.43	Group	0.612		0.026
	CON	0.32±0.05	0.33±0.07		3.13	Time	20.405	+++	0.470
						Group×Time	15.211	+++	0.398

TR: Training group; CON: Control group; +p<.05, +++p<.001: Significant main effect and/or interaction;
*p<.05, ***p<.001: Significant difference between pre- and post-test.

지구력 및 체중당 등속성 굴근지구력이 통제집단보다 유의하게 높은 것으로 나타났다〈Table 7〉.

통증도

VAS에서 집단의 주효과가 유의하게 나타났고, KODI와 VAS에서 시기의 주효과가 유의하게 나타났으며, KODI와 VAS에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 운동집단의 KODI와 VAS가 유의하게 감소되었으며, 사후검사 시점에서 운동집단의 KODI와 VAS가 통제집단에 비하여 유의하게 높은 것으로 나타났다〈Table 8〉.

종속변인의 변화율 간 상관관계

비주측 악력의 변화율과 KODI의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났다(r=-.525). 모든 체력관련 변인의 변화율과 VAS의 변화율 간에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다〈Table 9〉.

외복사근(r=-.488)의 변화율 및 복횡근 두께(r=-.394)의 변화율과 KODI의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났다. 외복사근 두께의 변화율과 VAS의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계(r=-.555)가 나타났다〈Table 10〉.

등속성 신근지구력의 변화율과 KODI의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났다(r=-.421). 모든 요부 등속성 근기능관련 변인의

Table 6. Changes in lumbar isokinetic muscular strength in two groups (mean±SD)

Variables	Groups	Time			Δ%		F		Partial η^2
		Pre	Post						
Isokinetic extensor strength (Nm)	TR	125.81±53.91	192.94±68.73		53.36	Group	1.739		0.065
	CON	107.90±42.77	155.70±60.22		44.30	Time	52.242	+++	0.676
						Group×Time	1.478		0.056
Isokinetic flexor strength (Nm)	TR	62.20±29.80	88.86±26.70		42.86	Group	0.130		0.005
	CON	63.77±20.45	80.66±23.01		26.49	Time	24.758	+++	0.545
						Group×Time	1.447		0.057
Isokinetic extensor strength per body weight (%BW)	TR	198.80±84.86	319.55±98.10		60.74	Group	3.160		0.112
	CON	167.82±54.64	244.58±86.03		45.74	Time	60.480	+++	0.708
						Group×Time	2.999		0.107
Isokinetic flexor strength per body weight (%BW)	TR	102.00±38.03	164.01±19.98#	***	60.79	Group	3.763		0.136
	CON	99.49±26.80	126.92±32.55	*	27.57	Time	50.309	+++	0.677
						Group×Time	7.523	+	0.239

TR: Training group; CON: Control group; +p<.05, +++p<.001: Significant main effect and/or interaction;
*p<.05, ***p<.001: Significant difference between pre- and post-test; # Significant difference between two groups within a test.

Table 7. Changes in lumbar isokinetic muscular endurance in two groups (mean±SD)

Variables	Groups	Time			Δ%		F		Partial η^2
		Pre	Post						
Isokinetic extensor endurance (Nm)	TR	887.19±679.55	1621.82±1208.65#	**	82.80	Group	5.146	+	0.171
	CON	608.78±349.01	647.31±414.54		6.33	Time	10.545	++	0.297
						Group×Time	8.547	++	0.255
Isokinetic flexor endurance (Nm)	TR	387.20±289.43	900.08±424.52#	***	132.46	Group	4.832	+	0.162
	CON	284.19±161.42	519.66±312.48	**	82.86	Time	45.464	+++	0.645
						Group×Time	6.247	+	0.200
Isokinetic extensor endurance per body weight (%BW)	TR	133.87±90.85	222.95±127.04#	**	66.54	Group	6.098	+	0.196
	CON	98.62±51.05	102.09±64.55		3.52	Time	8.604	++	0.256
						Group×Time	7.361	+	0.227
Isokinetic flexor endurance per body weight (%BW)	TR	58.89±37.93	120.34±52.71#	***	104.35	Group	2.976		0.106
	CON	48.86±25.03	79.10±45.23	**	61.89	Time	47.308	+++	0.654
						Group×Time	5.481	+	0.180

TR: Training group; CON: Control group; +p<.05, ++p<.01, +++p<.001: Significant main effect and/or interaction;
**p<.01, ***p<.001: Significant difference between pre- and post-test; # Significant difference between two groups within a test.

Table 8. Changes in pain in two groups (mean±SD)

Variables	Groups	Time			Δ%		F		Partial η^2
		Pre	Post						
KODI (points)	TR	13.87±3.02	6.60±3.64#	***	-64.42	Group	3.776		0.131
	CON	12.67±1.83	12.42±5.66		-9.23	Time	20.243	+++	0.447
						Group×Time	17.640	+++	0.414
VAS (points)	TR	5.20±1.66	1.85±0.96#	***	-52.42	Group	9.479	++	0.914
	CON	5.42±1.73	4.92±2.11		-1.97	Time	32.441	+++	0.565
						Group×Time	17.792	+++	0.416

KODI: Korean oswestry disability index; VAS: Visual analogue scale; TR: Training group; CON: Control group;
++p<.01, +++p<.001: Significant main effect and/or interaction; ***p<.001: Significant difference between pre- and post-test;
Significant difference between two groups within a test.

Table 9. Correlation between change rate in physical fitness and change rate in pain

Variables	1	2	3	4	5
KODI	-.263	-.525**	-.343	-.203	-.354
VAS	.040	-.378	-.286	-.158	-.257

1: Dominant hand grip strength, 2: Nondominant hand grip strength, 3: Trunk extension, 4: Sit-and-reach, 5: Modified Schober test; **p<.01.

Table 10. Correlation between change rate in abdominal muscle thickness and change rate in pain

Variables	1	2	3
KODI	-.488**	-.235	-.394*
VAS	-.555**	-.244	-.302

1: Thickness of external oblique, 2: Thickness of internal oblique, 3: Thickness of transversus abdominis; *p<.05, **p<.01.

Table 11. Correlation between change rate of lumbar isokinetic muscle function and change rate of pain

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8
KODI	-.070	-.114	-.103	-.206	-.421*	-.305	-.317	-.243
VAS	-.032	.256	-.107	.149	-.270	-.006	-.204	-.084

1: Isokinetic extensor strength, 2: Isokinetic flexor strength, 3: Isokinetic extensor strength per body weight, 4: Isokinetic flexor strength per body weight, 5: Isokinetic extensor endurance, 6: Isokinetic flexor endurance, 7: Isokinetic extensor endurance per body weight, 8: Isokinetic flexor endurance per body weight; *p<.05.

변화율과 VAS의 변화율 간에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다 〈Table 11〉.

논 의

신체구성의 변화

신체구성 변인 중 체중은 요통과 밀접한 관련이 있는데, Shiri et al.(2010)은 체중이 증가되면 요부 근육과 관절에 가해지는 압력이 증가되어 요통이 유발 및 악화될 수 있다고 보고하였으며, Heuch et al.(2024)은 요통환자의 체질량지수가 높을수록 만성 요통이 지속될 가능성이 증가되며, 특히 여성의 경우 그 위험성이 더 높다고 보고하였다.

이 연구에서는 8주간의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝을 통하여 운동집단의 체중, 체질량지수, 체지방률, 그리고 체지방량이 유의하게 감소되었다. 이와 같은 결과는 체계적으로 구성된 필라테스가 지방 대사를 활성화시키고 대사율을 상승시킴으로써 신체구성을 개선할 수 있다고 보고한 Pereira et al.(2022)을 통하여 해석될 수 있으며, 이 연구에서 활용된 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 요통환자의 안전한 체중 감량을 위한 좋은 대안책이 될 수 있음을 시사한다. 그러나 이 연구와 같은 불안정 지지면 필라테스를 이용하여 신체구성의 변화를 직접적으로 규명한 연구는 매우 부족한 실정이기 때문에 향후 후속 연구를 통하여 불안정 지지면 필라테스 트레이닝의 신체구성 개선 효과의 추가적인 규명이 요청된다.

체력의 변화

악력은 근력을 측정하기 위한 가장 보편적인 방법으로서(Zhou et al., 2020), 50세 이상 성인 5,607명을 대상으로 한 연구에서 신체활동량이 적은 여성의 경우 악력과 요통 VAS 간에 유의한 부적 상관관계가 나타나(Park et al., 2018) 임상적인 가치를 인정받고 있다.

이 연구의 결과 운동집단의 비주측 악력이 유의하게 향상되었고, 통계적으로 유의하지는 않았지만 주측 악력도 통제집단보다 운동집단이 더 크게 향상되었다. 악력은 복부 끌어당기기 기능을 통해 측정된 코어 근력과 유의한 상관관계가 보고되었으며(Solanki & Soni, 2021), 이 연구의 불안정 지지면 필라테스 운동 트레이닝에서도 모든 동작을 수행하면서 복부 끌어당기기를 유지하였기 때문에 악력 발달에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

유연성은 요통의 개선과 큰 관련이 있는 것으로 알려져 왔다. Radwan et al.(2015)은 햄스트링과 요부근육의 유연성 회복이 요통의 완화에 기여한다고 보고하였고, Neves et al.(2023)은 고관절 굴곡근의 유연성 향상이 요통 예방에 도움이 된다고 보고하였다.

이 연구에서는 유연성을 측정하기 위하여 체후굴, 좌전굴 및 수정된쇼버검사를 실시하였다. 그 결과 체후굴의 경우 운동집단에서 유의하게 증가되었다(29.96% 증가). 이는 처치한 운동동작 중 bridge, shoulder bridge 및 swimming로 인하여 고관절 굴곡근의 유연성과 요부의 신전능력이 개선되었기 때문이라고 해석되며, 비특이적 요통환자에게 이 연구와 유사한 운동동작을 처치한 Purepong et al.(2012)의 연구 결과와 유사하다. 좌전굴도 운동집단에서 유의하게 증가되었다(148.63% 증가). 이는 처치한 운동동작 중 criss cross, spine twist, 그리고 saw가 햄스트링의 유연성을 회복시켰기 때문

이라고 해석되며, 만성 요통환자에게 필라테스를 처치하여 좌전굴의 유의한 개선을 보고한 Wajswelner et al.(2012)의 연구 결과와 일치한다. 수정된쇼버검사 또한 운동집단에서 유의하게 증가되었다(4.24% 증가). 이는 처치한 운동 동작 중 single leg stretch, double leg stretch 및 roll up이 요부의 굴곡능력을 향상시켰기 때문이라고 해석되며, 만성 비특이적 요통환자에게 8주간 필라테스를 처치한 Valenza et al.(2017)의 연구 결과와 일치한다.

이 연구의 결과와 전술한 선행 연구를 통하여 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 근력의 향상과 같은 본연의 운동 효과에 더하여 유연성 향상에 긍정적인 영향을 가지는 방법임을 알 수 있다.

복근 두께의 변화

복근은 복직근, 외복사근, 내복사근, 그리고 복횡근으로 이루어져 있으며, 요추의 안정화에 핵심적인 역할을 하는 복횡근, 외복사근 및 내복사근의 두께 측정은 요통환자를 대상으로 한 다양한 연구에서 변인으로 활용되고 있다(Ehsani et al., 2016). 요통환자는 근수축 시 복근 두께가 정상인에 비하여 유의하게 낮다고 보고되어(Morelhão et al., 2024) 복근 두께와 요통이 밀접하게 연관되어 있다고 할 수 있다. 또한 Chang et al.(2015)은 모든 코어 근력 운동 전략은 비특이적 만성 요통 완화에 도움이 되지만, 효과적인 완화를 위해서는 심부 체간 근육인 복횡근, 외복사근 및 내복사근 훈련에 집중할 것을 권장하였다.

이 연구에서는 운동집단의 외복사근, 내복사근, 그리고 복횡근의 두께가 유의하게 증가되었으며, 이는 60명의 요통환자에게 필라테스를 처치한 Batibay et al.(2021)의 연구 결과와 일치한다. 그러나 선행 연구에서는 통제집단에 해당하는 home exercise group에서도 복근 두께의 유의한 향상이 확인되었으며, 반복 이원분산분석을 실시하지 않아 필라테스의 효과를 명확하게 규명하기 어렵다. 반면, 이 연구에서는 집단과 시기의 상호작용이 명확하게 나타나 불안정 지지면 필라테스 트레이닝의 효과를 입증하였다. 또한 선행 연구에 비하여 이 연구에서는 spine twist 등과 같이 다양한 면을 활용한 운동이 다수 포함되어 복근 두께에 더욱 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

이와 더불어 복근 두께 증가의 이유를 상세하게 분석하면 첫째, 처치한 운동동작 중 single leg stretch, double leg stretch, criss cross 및 roll up이 필라테스의 기본 원칙인 센터링(골반기저근과 늑골 사이에 위치한 파워하우스를 강화시키는 것)을 충족하여 복근 두께 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 둘째, 필라테스 중 최대 호기가 복근의 근활성도를 유의하게 증가시킨다는 Barbosa et al.(2015)의 주장을 고려할 때 이 연구의 처치 중 모든 대상자로 하여금 최대 호기와 함께 복부의 수축을 강조한 점이 복근 두께 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 셋째, 필라테스의 숙련도가 증가될수록 운동 시 복부 근활성도가 증가된다는 Ko et al.(2024)의 주장을 바탕으로 이 연구의 처치가 진행되면서 대상자의 필라테스 숙련도가 향상된 것이 복근 두께의 증가에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석된다. 이 연구는 기존의 안정적 지지면 필라테스와 유사한 흐름을 보이지만, 불안정 지지면에서의 훈련으로 복근에 집중된 자극을 유도하고 다면적 운동 구성 및 호흡 제어의 통합적 적용을 통해 복근 두께의 증가를 확인하였다는 점에서 기존 연구와 차별성을 지닌다.

요부 등속성 근기능의 변화

등속성 근기능은 등속성 근력과 등속성 근지구력으로 구분되며, 본 연구에서는 척추의 굴곡과 신전을 통하여 요부의 등속성 근기능을 측정하였다. 그 결과 등속성 근력의 경우 운동집단의 체중당 등속성 굴근력에서 유의한 증가가 나타났으며, 등속성 근지구력의 경우 운동집단의 모든 변인에서 유의한 증가가 나타났다. 이는 필라테스 수련자의 등속성 굴근지구력과 등속성 신근지구력이 비수련자에 비하여 유의하게 높다고 보고한 Panhan et al.(2022)의 연구 결과와 유사하다.

이와 관련하여 복부의 근지구력 향상이 요통 관리의 기능적 성과를 효과적으로 개선시키며(Ramana et al., 2023), 요부 신전근의 약화가 요통의 원인 중 하나로 지목된 점(Gouteron et al., 2022)을 미루어보아 이 연구의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝으로 인하여 향상된 요부 등속성 근기능이 요통 감소에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

또한, 이 연구에서는 선행 연구와 비교하면 다소 짧은 8주의 트레이닝 만으로 등속성 근기능의 긍정적인 변화가 나타났다. 이는 이 연구에서 abdominal, back, side, rotation, 그리고 whole body 운동 등 선행 연구보다 척추의 다양한 움직임에 집중한 동작을 근지구력 향상에 효과적인 원심성 수축(Kelly et al., 2014)을 기반으로 처치했기 때문이라고 해석된다. 이와 더불어 등속성 굴근지구력의 경우 앞서 논의한 복부 두께 향상에 대한 필라테스의 효과의 기전인 파워하우스 강화, 최대 호기, 그리고 필라테스 숙련도 향상으로 인한 복부 근활성도 증가로 인하여 복근 두께 증가와 함께 향상된 것으로 판단되며, 등속성 신근지구력의 경우 요부의 신전근을 사용하는 이 연구의 bridge, shoulder bridge 및 swimming에 기인하여 향상되었을 것으로 해석된다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 이 연구의 운동집단의 체중당 등속성 굴근력 및 등속성 근지구력의 유의한 향상이 나타났다. 이를 통하여 필라테스 트레이닝이 만성 비특이적 요통환자의 요통 개선에 매우 효과적인 방안이 될 수 있음을 알 수 있다.

한편, 이 연구에서는 통제집단에서도 등속성 굴근지구력과 체중당 등속성 굴근지구력이 유의하게 증가되었으며, 그 이유는 측정장비에 대한 적응 효과로 설명할 수 있다. Urzica et al.(2007)은 요통환자를 대상으로 4주간 운동 처치를 진행하면서 사전검사, 2일 후, 그리고 3주 후 총 세 번에 걸쳐 요부의 등속성 근기능을 측정하였다. 그 결과 처치 2일만에 대상자 대부분이 33~35% 향상되었다고 보고하면서, 이는 등속성 근기능 측정장비에 익숙해지면서 나타난 결과라고 설명하였다. 이와 관련하여 Nugent et al.(2015)은 등속성 근력의 초기 측정 시 대상자가 장비에 익숙하지 않아 근력이 낮게 측정되는 경향을 보일 수 있으며, 이후 장비에 대한 적응 후 측정의 신뢰도가 향상되었다고 보고한 바 있다. 이는 장비 적응 효과의 성과만으로 근력 및 근지구력의 향상을 과대평가하지 않도록 주의해야 함을 시사한다.

통증도의 변화

국제통증학회(International Association for the Study of Pain)가 2020년 개정한 통증의 최신 정의는 실제 또는 잠재적인 조직 손상과 관련되거나 이와 유사한 불쾌한 감각적·정서적 경험으로(Raja et al., 2020), 이 연구에서는 KODI와 VAS를 통하여 요통 정도를 평가하였다. 그 결과 운동집단의 KODI와 VAS가 유의하게 감소되어 요통

이 완화되는 결과를 보였다.

이는 연구에서 처치한 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 앞서 논의한 체력, 복근 두께, 그리고 요부 등속성 근기능을 유의하게 개선시켜 요통 완화에 긍정적인 영향을 미쳤기 때문으로 판단된다. 이와 관련하여 요통환자에게 이 연구와 유사한 척추 안정화 운동을 처치한 Sipaviciene & Kliziene(2020)은 ODI와 VAS가 유의하게 감소되었다고 보고하였고, Romão et al.(2022)은 필라테스 트레이닝이 코어 근육을 강화하고 체간 안정성을 증진시켜 요통 개선에 기여했다고 보고하여 이 연구의 결과와 일치하였다.

이에 더하여 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 운동성 진통 효과(exercise-induced hypoalgesia: EIH)를 유도하여 통증도 개선에 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로도 사료된다. EIH는 운동을 통하여 내인성 오피오이드(endogenous opioids)가 분비되어 중추 신경계의 내인성 진통 시스템이 활성화되며 통증 민감도가 감소하는 생리학적인 효과이다(Guindon & Hohmann, 2009). 이와 관련하여 Lima et al.(2017)은 중·고강도의 저항성운동이 엔돌핀(endorphins)과 엔케팔린(enkephalins) 등을 분비하여 신경세포 사이에서 통각신호를 차단함으로써 진통 효과를 발휘한다고 보고하였다. 비록 이 연구에서 직접적으로 내인성 오피오이드를 측정하지는 않았지만 EIH가 신체활동 전반에 걸쳐 광범위하게 발생할 수 있는 생리학적 기전이기 때문에 이 연구의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝에서도 복부와 요부근육에 저항성운동 형태로 부하가 들어가면서 통증도의 개선 효과가 있었을 것으로 판단된다. 이와 같이 본 연구에서 적용한 불안정 지지면 필라테스 트레이닝은 다양한 측면에서 요통 환자의 통증을 완화하고 일상생활 수행 능력을 개선하는데 효과적일 것으로 기대되며, 재활 운동 방법으로 임상 환경에서 활용될 가능성이 크다.

종속변인의 변화율 간 상관관계

이 연구에서는 통증도의 변화율과 체력, 복근 두께, 그리고 등속성 근기능의 변화율 간의 상관관계를 분석하여 각 종속변인의 변화가 통증도의 변화에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 그 결과 KODI의 변화율과 비주측 악력의 변화율, 외복사근 두께의 변화율, 복횡근 두께의 변화율 및 등속성 신근지구력의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났으며, VAS의 변화율과 외복사근 두께의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났다. 이는 요통 정도의 완화가 1) 악력의 증가, 2) 외복사근과 복횡근 두께의 증가, 그리고 3) 등속성 신근지구력의 증가가 관련이 있다는 것을 시사한다.

이상의 결과와 관련하여, 첫째로 악력의 증가와 요통의 감소에 관련된 연구를 살펴보면 Park et al.(2018), Pasdar et al.(2020), 그리고 Hong & Kim(2021)이 악력과 요통 정도 간에 유의한 부적 상관관계가 있다고 보고하였다. 둘째로 외복사근 및 복횡근 두께와 요통 정도 간의 관계를 분석한 연구에서 Morelhão et al.(2024)은 복근 두께의 감소와 요통 정도의 증가 간에 밀접한 상관관계가 있다고 보고하였고, Park & Yu(2013)는 운동처치 결과 요통환자의 외복사근과 복횡근 두께가 유의하게 증가되면서 동시에 요통이 개선되었다고 보고하였다. 셋째로 등속성 신근지구력과 요통 정도 간의 관계를 분석한 연구에서 Moussa et al.(2020)은 등속성 신근지구력이 요통환자의 장애 및 통증 수준을 평가하는데 의미가 크며, 신근지구력이 높을수록 ODI 점수가 낮아진다고 보고하였다. 아울러 8주간의 요추 강화 운동을 처치한 Shin et al.(2018)은 운동집단에서 등속성 신근지구력이 유의하게 증가되면서 동시에 요통이 개선되었다고 보고하였다.

이 연구의 결과와 전술한 선행 연구를 통하여 불안정 지지면을 활용한 8주간의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝으로 인하여 향상된 악력, 외복사근 두께, 복횡근 두께 및 등속성 신근지구력이 요통 정도의 완화에 긍정적인 영향을 미친 것으로 종합 정리할 수 있다.

결 론

이 연구에서는 30~40대 좌식생활 비특이적 요통 여성을 대상으로 8주간의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 체력, 복근 두께, 요부 등속성 근기능 및 통증도에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 운동집단과 통제집단을 대상으로 사전검사와 사후검사에서 얻은 값을 비교·분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 운동집단의 신체구성이 개선되었다(체중, 체질량지수, 체지방률 및 체지방량 감소).
2) 운동집단의 체력이 향상되었다(주측 악력, 비주측 악력, 체후굴, 좌전굴 및 수정된쇼버검사 증가).
3) 운동집단의 복근 두께가 증가되었다(외복사근, 내복사근 및 복횡근 두께 증가).
4) 운동집단의 요부 체중당 등속성 굴근력이 증가되었고, 요부 등속성 근지구력(등속성 신근지구력, 등속성 굴근지구력, 체중당 등속성 신근지구력, 그리고 체중당 등속성 굴근지구력)이 증가되었다.
5) 운동집단의 KODI와 VAS가 감소되었다.
6) KODI의 변화율과 비주측 악력의 변화율, 외복사근 두께, 복횡근 두께 및 등속성 신근지구력의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났다. VAS의 변화율과 외복사근 두께의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났다.

이상의 결과를 종합하면, 8주간의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 30~40대 좌식생활 요통 여성의 체력, 복근 두께, 요부 등속성 근기능, 요통장애 정도, 그리고 요통 정도를 개선시키는 것으로 결론지을 수 있다. 아울러 요통장애 정도의 개선은 악력, 외복사근 두께 및 등속성 신근지구력의 증가와 관련이 있고, 요통 정도의 개선은 외복사근 두께의 증가와 관련이 있는 것으로 나타났다.

CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: NY Choi & MG Lee, Data curation: NY Choi & KM Lee, Formal analysis: NY Choi & KM Lee, Methodology: NY Choi & KM Lee, Project administration: MG Lee, Visualization: NY Choi & KM Lee, Writing - original draft: NY Choi & KM Lee, Writing-review & editing: MG Lee

참고문헌

Abdelwahab, A. A., Nashed, G. A., & Elkafas, K. H. (2024). Validation of abdominal ultrasound examination for assessment of abdominal wall thickness and size of left lobe of liver in morbidly obese patients in comparison with CT and operative findings. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine, 55*(1), 1-9.

Ali, N., Almeshari, O. M., & Alsada, B. A. M. (2020). Comparative study of physiotherapy modalities and exercise in low back pain. *International Journal of Recent Innovations in Medicine and Clinical Research, 4*(1), 22-28.

Barbosa, A. W. C., Guedes, C. A., Bonifácio, D. N., de Fátima Silva, A., Martins, F. L. M., & Barbosa, M. C. S. A. (2015). The Pilates breathing technique increases the electromyographic amplitude level of the deep abdominal muscles in untrained people. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 19*(1), 57-61.

Barranco-Ruiz, Y., & Villa-González, E. (2020). Health-related physical fitness benefits in sedentary women employees after an exercise intervention with zumba fitness. *International Journal of Environmental Research and Public Health (Online), 17*(8), 1-16.

Batibay, S., Kulcu, D. G., & Kaleoglu. O. (2021). Effect of Pilates mat exercise and home exercise programs on pain, functional level, and core muscle thickness in women with chronic low back pain. *Journal of Orthopaedic Science, 26*(6), 979-985.

Chang, W., Lin, H., & Lai, P. (2015). Core strength training for patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science, 27*(3), 619-622.

Chung, S., Lee, J., & Yoon, J. (2013). Effects of stabilization exercise using a ball on mutifidus cross-sectional area in patients with chronic low back pain. *Journal of Sports Science and Medicine, 12*(3), 533-541.

Ehsani, F., Arab, A. M., Jaberzadeh, S., & Salavati, M. (2016). Ultrasound measurement of deep and superficial abdominal muscles thickness during standing postural tasks in participants with and without chronic low back pain. *Manual Therapy, 23*(1), 98-105.

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods, 41*(4), 1149-1160.

Gouteron, A., Tabard-Fougere, A., Bourredjem, A., Casillas, J., Armand, S., & Genevay, S. (2022). The flexion relaxation phenomenon in nonspecific chronic low back pain: Prevalence, reproducibility and flexion−extension ratios. A systematic review and meta-analysis. *European Spine Journal, 31*(1), 136-151.

Guilhem, G., Giroux, C., Couturier, A., & Maffiuletti, N. A. (2014). Validity of trunk extensor and flexor torque measurements using isokinetic dynamometry. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 24*(6), 986-993.

Guindon, J., & Hohmann, A. G. (2009). The endocannabinoid system and pain. *CNS and Neurological Disorders-Drug Targets, 8*(6), 403-421.

Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Stewart, S., Bagg, M. K., Stanojevic, S., Yamato, T. P., & Saragiotto, B. T. (2021). Some types of exercise are more effective than others in people with chronic low back pain: A network meta-analysis. *Journal of Physiotherapy, 67*(4), 252-262.

Herman, E. (2004). *Ellie Herman's Pilates Props Workbook: Illustrated Step-by-Step Guide*. Berkeley, CA: Ulysses Press.

Heuch, I., Heuch, I., Hagen, K., & Zwart, J. (2024). Overweight and obesity as risk factors for chronic low back pain: A new follow-up in the HUNT Study. *BMC Public Health, 24*(1), 1-13.

Hong, Y. S., & Kim, H. (2021). Hand grip strength and health-related quality of life in postmenopausal women: A national population-based study. *Menopause, 28*(12), 1330-1339.

Jeon, C. H., Kim, D. J., Kim, D. J., Lee, H. M., & Park, H. J. (2006). Cross-cultural adaptation of the Korean version of the Oswestry Disability Index (ODI). *Journal of Korean Society of Spine Surgery, 12*(2), 146-152.

Kelly, C., Al-Uzri, M., & O'Neill, S. (2014). Effect of eccentric training on isokinetic endurance of calf with reliability testing. *British Journal of Sports Medicine, 48*(2), 123-129.

Kim, J., W., & Lee, M., Y. (2013). Validity evidences of VAS pain scale utilizing objective physical activity measures in middle-aged females with low-back pain. *Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Science, 15*(2), 29-39.

Kline, J. B., Krauss. J. R., Maher. S. F., & Xianggui Qu. (2013). Core strength training using a combination of home exercises and a dynamic sling system for the management of low back pain in pre-professional ballet dancers: A case series. *Journal of Dance Medicine and Science, 17*(1), 24-33.

Ko, H. S., Jung, H. U., Park, T. Y., Song, J. K., Wang, J., & Jung, H. C. (2024). Comparisons of functional movements and core muscle activity in women according to Pilates proficiency. *Frontiers in Physiology, 15*(1), 1-14.

Lima, L. V., Abner, T. S., & Sluka, K. A. (2017). Does exercise increase or decrease pain? Central mechanisms underlying these two phenomena. *The Journal of Physiology, 595*(13), 4141-4150.

Manek, N. J., & MacGregor, A. J. (2005). Epidemiology of back disorders: Prevalence, risk factors, and prognosis. *Journal of Current Opinion in Rheumatology, 17*(2), 134-140.

Marshall, P. W., & Murphy, B. A. (2005). Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 86*(2), 242-249.

Morelhão, P. K., Kakazu, V. A., Luciano, Y. M., Oliveira, C. B. S., Pinto, R. Z., Gobbi, C., Pires, P. F., & Jassi, F. J. (2024). Evaluation of the thickness of the transverse muscles of the abdomen and the internal oblique muscles using ultrasound imaging in women with back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 40*(1), 339-344.

Moussa, A. Z. B., Zouita, S., Salah, F. B., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2020). Isokinetic trunk strength, validity, reliability, normative data and relation to physical performance and low back pain: A review of the literature. *International Journal of Sports Physical Therapy, 15*(1), 160-174.

Neves, R. P., Oliveira, D., Fanasca, M. A., & Vechin, F. C. (2023). Shortening of hip flexor muscles and chronic low-back pain among resistance training practitioners: Applications of the modified Thomas test. *Sport Sciences for Health, 19*(3), 841-847.

Nugent, E. P., Snodgrass, S. J., & Callister, R. (2015). The effect of velocity and familiarisation on the reproducibility of isokinetic dynamometry. *Isokinetics and Exercise Science, 23*(3), 205-214.

O'Sullivan, P. B. (2000). Lumbar segmental 'Instability': Clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy, 5*(1), 2-12.

Pandya, R. P., & Shukla, Y. U. (2021). Effect of lumbar stabilization exercises on stable versus unstable surface on pain and function in mechanical low back pain: An evidence-based study. *International Journal of Science and Healthcare Research, 6*(2), 1-7.

Panhan, A. C., Gonçalves, M., Cirino, C., Eltz, G. D., Villalba, M. M., Cardozo, A. C., & Bérzin, F. (2022). Power and total work of flexion and extension trunk in women Pilates practitioners. *Science and Sports, 37*(5-6), 508-512.

Park, S. H., Yoon, E. S., & Jae, S. Y. (2017). Seven days breaking up prolonged sitting improves systemic endothelial function in sedentary men. *Exercise Science, 26*(1), 61-68.

Park, S., & Yu, S. (2013). The effects of abdominal draw-in maneuver and core exercise on abdominal muscle thickness and Oswestry disability index in subjects with chronic low back pain. *Journal of Exercise Rehabilitation, 9*(2), 1-6.

Park, S., Kim, G., Kim, H., Kim, H., Chang, B., Lee, C., & Yeom, J. S. (2018). Low handgrip strength is closely associated with chronic low back pain among women aged 50 years or older: A cross-sectional study using a national health survey. *Public Library of Science One, 13*(11), 1-11.

Pasdar, Y., Hamzeh, B., Moradi, S., Cheshmeh, S., Najafi, F., Moradinazar, M., Shamsi, M. B., & Shakiba, E. (2020). Better muscle strength can decrease the risk of arthralgia and back and joint stiffness in Kurdish men: A cross-sectional study using data from RaNCD cohort study. *Journal of BMC Musculoskeletal Disorders, 21*(1), 1-8.

Patti, A., Thornton, J. S., Giustino, V., Drid, P., Paoli, A., Schulz, J. M., Palma, A., & Bianco, A. (2023). Effectiveness of Pilates exercise on low back pain: A systematic review with meta-analysis. *Disability and Rehabilitation, 46*(16), 3535-3548.

Pereira, M. J., Dias, G., Mendes, R., Mendes, R. S., Martins, F., Gomes, R., & Vaz, V. (2022). Efficacy of Pilates in functional body composition: A systematic review. *Applied Sciences, 12*(15), 7523.

Purepong, N., Jitvimonrat, A., Boonyong, S., Thaveeratitham, P., & Pensri, P. (2012). Effect of flexibility exercise on lumbar angle: A study among non-specific low back pain patients. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 16*(2), 236-243.

Radwan, A., Bigney, K. A., Buonomo, H. N., Jarmak, M. W., Moats, S. M., Ross, J. K., Tatarevic, E., & Tomko, M. A. (2015). Evaluation of intra-subject difference in hamstring flexibility in patients with low back pain: An exploratory study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 28*(1), 61-66.

Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., & Sluka, K. A. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: Concepts, challenges, and compromises. *Pain, 161*(9), 1976-1982.

Ramana, K., Kumaresan, A., Prathap Suganthirababu, S. V., & Deepa, S. (2023). Effect of trunk muscle endurance training in pain management and function in sub-acute low back pain: A quasi experimental study. *Biomedicine, 43*(3), 1036-1039.

Reyes-Ferrada, W., Chirosa-Rios, L., Martinez-Garcia, D., Rodríguez-Perea, A., & Jerez-Mayorga, D. (2023). Isokinetic trunk training on pain, disability, and strength in non-specific low back pain patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 36*(6), 1237-1250.

Romão, C. I. G., Mercê, C. I. A., Cordeiro, J. F. C., Brito, A. M. V. V. d., & Branco, M. A. C. (2022). The effect of pilates exercises on muscle electrical activation in adults with chronic low back pain: A systematic review. *Coluna, 21*(3), 1808-1851.

Saeterbakken, A. H., & Fimland, M. S. (2012). Muscle force output and electromyographic activity in squats with various unstable surfaces. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 27*(1), 130-136.

Selkow, N. M., Eck, M. R., & Rivas, S. (2017). Transversus abdominis activation and timing improves following core stability training: A randomized trial. *International Journal of Sports Physical Therapy, 12*(7), 1048-1056.

Shamsi, M. B., Sarrafzadeh. J., & Jamshidi. A. (2015). Comparing core stability and traditional trunk exercise on chronic low back pain patients using three functional lumbopelvic stability tests. *Physiotherapy Theory and Practice, 31*(2), 89-98.

Shin, M. K., Yang, H. S., Yang, H., Kim, D. H., Ahn, B. R., Kwon, H., Lee, J. H., Jung, S., Choi, H. C., & Yun, S. K. (2018). Effects of lumbar strengthening exercise in lower-limb amputees with chronic low back pain. *Annals of Rehabilitation Medicine, 42*(1), 59-66.

Shiri, R., Karppinen, J., Leino-Arjas, P., Solovieva, S., & Viikari-Juntura, E. (2010). The association between obesity and low back pain: A meta-analysis. *American Journal of Epidemiology, 171*(2), 135-154.

Sipaviciene, S., & Kliziene, I. (2020). Effect of different exercise programs on non-specific chronic low back pain and disability in people who perform sedentary work. *Clinical Biomechanics, 73*(1), 17-27.

Solanki, D. V., & Soni, N. (2021). Correlation between hand grip strength and core muscle activation in physical therapists of Gujarat. *International Journal of Health Sciences and Research, 11*(5), 82-87.

Stevens, V., Bouche, K., Mahieu, N., Coorevits, P., Vanderstraeten, G., & Danneels, L. (2006). Trunk muscle activity in healthy subjects during bridging stabilization exercises. *Juornal of BMC Musculoskeletal Disorders, 7*(75), 1-8.

Teyhen, D. S., Miltenberger, C. E., Deiters, H. M., Del Toro, Y. M., Pulliam, J. N., Childs, J. D., Boyles, R. E., & Flynn, T. W. (2005). The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 35*(6), 346-355.

Urzica, I., Tiffreau, V., Popielarz, S., Duquesnoy, B., & Thevenon, A. (2007). Isokinetic evaluation in patients with low back pain: The respective role of familiarization and rehabilitation in performance progression. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine, 50*(5), 271-274.

Valenza, M. C., Rodríguez-Torres, J., Cabrera-Martos, I., Díaz-Pelegrina, A., Aguilar-Ferrándiz, M. E., & Castellote-Caballero, Y. (2017). Results of a Pilates exercise program in patients with chronic non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation, 31*(6), 753-760.

Verhagen, E., Van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., & van Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: A prospective controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine, 32*(6), 1385-1393.

Wajswelner, H., Metcalf, B., & Bennell, K. (2012). Clinical Pilates versus general exercise for chronic low back pain: Randomized trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 44*(7), 1197-1205.

Williams, N. (2017). The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Journal of Occupational Medicine, 67*(5), 404-405.

Zhou, W., Ma, X., Pan, L., Wang, Y., & Zhou, C. (2020). Application of conventional ultrasound coupled with virtual touch tissue imaging and quantification in the assessment of muscle strength. *Annals of Palliative Medicine, 9*(5), 3402-3409.

Zyga, J. (2022). Musculoskeletal symptoms related to work environment: A report based on survey conducted among computer professionals. *Journal of Education, Health and Sport, 12*(7), 639-648.

8주간의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 30~40대 요통 여성의 통증과 관련변인에 미치는 영향

최나영[1], 이규민[2], 이만균[3]

[1]경희대학교, 석사과정
[2]경희대학교, 연구원
[3]경희대학교, 교수

[목적] 이 연구의 목적은 8주간의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 30~40대 좌식생활 비특이적 요통 여성의 체력, 복근 두께, 요부 등속성 근기능 및 통증도에 미치는 영향을 규명하는 것이다.
[방법] 운동집단의 대상자(n=15)는 8주간, 주 3회, 회당 50분 소도구를 이용한 불안정 지지면 필라테스 트레이닝을 실시한 반면, 통제집단의 대상자(n=13)는 동일한 처치 기간 동안 특별한 처치를 받지 않고 평소의 생활습관을 그대로 유지하도록 하였다. 신체구성, 체력, 복근 두께, 요부 등속성 근기능 및 통증도에 관련된 종속변인을 측정한 후, 반복 이원분산분석을 실시하여 두 집단 간에, 그리고 두 시기(사전검사, 사후검사) 간에 비교하였다.
[결과] 이 연구에서 얻은 주요 결과는 다음과 같다. 1) 신체구성과 관련하여 운동집단의 체중, 체질량지수, 체지방률, 그리고 체지방량이 유의하게 감소되었다. 2) 체력과 관련하여 운동집단의 주측 악력, 비주측 악력, 체후굴, 좌전굴, 그리고 수정된쇼버검사가 유의하게 증가되었다. 3) 복근 두께와 관련하여 운동집단의 외복사근 두께, 내복사근 두께, 그리고 복횡근 두께가 유의하게 증가되었고, 통제집단의 외복사근 두께가 유의하게 감소되었다. 4) 요부 등속성 근력과 관련하여 운동집단의 체중당 등속성 굴근력이 유의하게 증가되었다. 요부 등속성 근지구력과 관련하여 운동집단의 등속성 신근지구력, 등속성 굴근지구력, 체중당 등속성 신근지구력, 그리고 체중당 등속성 굴근지구력이 유의하게 증가되었고, 통제집단의 등속성 굴근지구력과 체중당 등속성 굴근지구력이 유의하게 증가되었다. 5) 통증도와 관련하여 운동집단의 KODI와 VAS가 유의하게 감소되었다. 6) KODI의 변화율과 비주측 악력의 변화율, 외복사근 두께, 복횡근 두께 및 등속성 신근지구력의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났다. VAS의 변화율과 외복사근 두께의 변화율 간에 유의한 부적 상관관계가 나타났다.
[결론] 이상의 결과를 종합하면, 8주간의 불안정 지지면 필라테스 트레이닝이 30~40대 좌식생활 비특이적 요통 여성의 체력, 복근 두께, 요부 등속성 근기능, 요통장애 정도, 그리고 요통 정도를 개선시키는 것으로 결론지을 수 있다. 아울러 요통장애 정도의 개선은 악력, 외복사근 두께 및 등속성 신근지구력의 증가와 관련이 있고, 요통 정도의 개선은 외복사근 두께의 증가와 관련이 있는 것으로 나타났다.

주요어
필라테스, 요통, 복근, 등속성 근기능, 통증