

The Effects of Pilates Mat Exercise on Trunk Muscle Thickness and Balance

Jung-Soo Han¹, Woon-Su Cho², Jae-Heon Lim³

¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Nambu University, Gwangju; ²Department of Physical Therapy, Nambu University, Gwangju;

³President, The Lab Cooperative, Gwangju, Korea

Purpose: The aim of this study was to identify the effects of Pilates mat exercise may improve trunk muscle thickness and balance in healthy adults.

Methods: Eighteen healthy adults participated in this study. They were randomly assigned to one of two groups: Pilates mat exercise group (n=9) and the control group (n=9). Subjects in Pilates mat exercise group performed the exercises three days per week for 6 weeks, which consisted of warm up, main workout, and cool down. Trunk muscle thickness of the rectus abdominis (RA), internal oblique (IO), external oblique (EO), transverse abdominis (TrA), multifidus (MF), and erector spine (ES) were measured using an ultrasonography. Balance ability was evaluated using Romberg test and limits of stability (LOS). Measurements were performed before training, 3 weeks after training, and 6 weeks after training.

Results: There was a significant difference of RA, EO, IO, MF, and ES according to the main effect of time ($p < 0.05$). There was a significant difference of EO, MF, ES, Romberg, and LOS according to interaction effect between the time and group ($p < 0.05$). There was a significant difference only for LOS according to the main effect of the group ($p < 0.05$).

Conclusion: Pilates mat exercise did increase trunk muscle thickness and balance. However, the effect with respect to trunk thickness was limited. Pilates mat exercise appears to be more effective in improving muscles related to trunk extension and balance.

Keywords: Pilates exercise, Ultrasonography, Balance, Muscle thickness

서론

몸통은 자세를 유지하는 골격이며 활동 시 힘을 발휘하도록 하는 핵심 부위이다. 몸통 근력이 저하되면 자세가 불안하게 되고 근육의 불균형으로 인해 허리 부위의 불안정성을 증가시킨다.¹ 몸통 근력과 회전하는 힘은 허리 안정성에 중요하며 Lin 등²은 몸통 근력이 균형과 기능 향상과 연관성이 있으며 조화로운 팔다리 움직임을 수행하는데 필요한 요인이라고 하였다.³ 몸통 근력 저하로 불안정성이 증가하면 균형능력이 상실될 수 있으며 이를 예방하기 위해서는 몸통 근육을 강화하는 것이 필요하다.⁴ 특히 몸통의 다양한 근육들 중에서 국소근육들이 몸통 안정성에 직접적으로 관여한다. 정상 성인들이라 하더라도 오랜 기간 자세가 바르지 못하게 되면 몸통의 좌우 근육이 비대칭적이 되어 몸의 전반적 균형이 무너진다. 그래서 몸통 근력과 균형은 임상에서도 환자의 기능적인 일상생활 동작을 위하여 중요한

문제로 인식된다.⁴

척추의 불안정성은 허리 부위의 구조적인 원인보다 물렁조직의 약화가 주요 요인으로 작용한다. 배속빗근과 배바깥빗근, 배가로근, 뭇갈래근과 같은 몸통 근육의 위축은 허리와 골반을 불안정하게 만든다.⁵ 이 근육 중에서 특히 허리를 안정화 시키기 위해서는 배속빗근, 배가로근, 뭇갈래근과 같이 심부에 위치한 근육을 강화해야 한다.⁶

몸통의 근력과 안정성이 향상되면 척추구조에 역학적으로 가해지는 스트레스를 최대한 감소시키고, 신경근육의 조절과 협응력이 증가되어 균형능력이 향상된다.⁷ 허리 부위의 근력과 안정성을 향상시키는 중재방법으로는 요가 프로그램,⁸ 필라테스 운동프로그램,⁹ 집볼,¹⁰ 태극권¹¹ 등이 있다.

이 중에서 필라테스 운동은 몸통 심부근육을 강화하는 근력 훈련이나 자세 안정성을 증가하는데 효과적이며, 특히 코어 근육을 조절하고 일상생활을 하는데 필요한 적절한 허리골반 안정화에 도움을

Received Jul 6, 2017 Revised Aug 22, 2017

Accepted Aug 29, 2017

Corresponding author Jae-Heon Lim

E-mail limjaecheon@gmail.com

Copyright ©2017 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute 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.

준다.¹² Herrington과 Davies¹³는 정상 성인을 대상으로 필라테스 훈련을 받은 사람들이 정기적인 윗몸 일으키기를 한 대상자들보다 허리 안정성과 배가로근 수축 능력이 더 뛰어나다고 보고하였다. 이는 필라테스가 허리 부위의 안정성에 중요한 역할을 하는 심부근육을 활성화시켜 몸통 안정성 및 근력을 향상시키는데 도움을 주었기 때문으로 생각된다.¹⁴ 필라테스는 허리부위 근력강화와 운동조절 훈련으로 신체의 균형을 유지하기 위한 운동프로그램이며, 허벅지 안쪽, 등허리, 복부, 엉덩근육을 강화시켜 몸의 중심인 척추와 골반을 바로잡아 허리 안정화에 도움이 된다.¹⁵

필라테스 운동은 매트와 기구운동으로 나누어지며, 매트운동은 복부를 중심으로 한 근력을 강화하고 척추의 유연성 향상에 도움을 주며, 특히 심호흡과 결합하면 동작의 효과를 더 극대화시킨다. 기구운동은 체중과 탄력을 이용한 저항운동으로 스프링을 이용한 플렉스 밴드, 캐딜락(cadillac), 짐볼, 배럴(barrel), 리포머(reformer) 등의 기구들이 사용되고 있다. 기구를 이용한 운동과는 달리 초보자들도 쉽게 따라할 수 있으며 기구가 없으므로 저렴한 비용으로 적용할 수 있다.¹⁶ 또한, 몸통과 골반 주위의 근육을 강화하는 운동들로 이루어져 있어서 척추 안정성과 자세유지근육을 강화할 수 있는 장점이 있다.

최근 운동수행 능력의 증진이나 부상예방 및 허리의 통증 치유를 위한 프로그램으로 필라테스를 이용하여 허리의 근력과 안정화에 대한 효과 연구도 활발히 진행되고 있다.¹⁷ 특히 필라테스 매트운동은 신체의 균형을 유지하기 위해 재활의 주요 운동 프로그램으로 자리매김하고 있다.¹⁸

매트와 도구를 결합한 필라테스가 복부의 심부와 표면 근육 활성화 미치는 효과¹⁹를 알아본 연구나 기구 필라테스를 이용하여 여성 노인의 복부근 두께를 파악한 연구²⁰는 도구를 사용한 필라테스의 운동 효과를 몸통근 두께나 활성도로 알아보았다. 하지만 필라테스 매트 운동을 이용하여 몸통 근육의 근 두께와 균형에 미치는 효과를 통합적으로 한 연구는 미흡한 실정이다. 그래서 본 연구는 필라테스 매트 운동이 정상 성인의 몸통근 두께와 균형에 미치는 영향을 규명하여 임상 중재에 활용할 가능성에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 건강한 성인 남녀 18명을 대상으로 진행하였다. 모든 대상자들에게 내용을 충분히 이해할 수 있도록 이 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 설명하였고, 실험에 부득이하게 불참하거나 중단하는 경우에 어떠한 불이익도 받지 않는다는 사실을 공지하고 자발적인 동의를 얻은 후 참가동의서에 서명을 한 뒤에 실험을 진행하였다. 실험기간은 총 6주 동안 필라테스 매트운동군 9명, 대조군 9명으

로 무작위로 선정하여 진행하였다. 이는 G power (3.1 version) 프로그램에서 효과 크기를 0.5, 유의수준을 0.05, 검정력을 0.95, 집단개수를 2, 측정횟수를 3으로 설정하고 F-test를 실시했을 때 필요한 표본크기가 16명으로 나왔으며 탈락률 10%로 정했을 때 최소 표본수가 18명이었다. 대상자 중에서 허리통증이나 척추관련 질환이 있거나 최근 3개월간 규칙적인 운동에 참가한 대상자는 제외하고 선발하였다.

2. 실험방법

본 연구의 대상자 18명은 필라테스 매트운동군 9명, 대조군 9명으로 무작위 배치하였다. 필라테스 매트운동군은 신체적응을 고려하여 1-3주간의 저강도 운동과 4-6주간의 고강도 운동으로 나누어 총 6주간 실시하였으며, 주 3회, 회당 30분씩 필라테스 매트운동에 참가하여 총 18회 동안 참가하였다. 대조군은 어떤 운동도 받지 않은 집단으로 두 집단 모두 몸통 근육의 두께와 균형 평가는 훈련 전과 훈련 3주 후와 6주 후에 측정하여 그 변화를 비교할 수 있도록 설계하였다.

1) 측정도구

(1) 초음파 영상측정

몸통 근육의 영상학적 측정은 초음파 영상장치인 LOGIQ 3 Expert (GE Healthcare, USA)를 이용하여 근육의 두께를 측정하였다. 측정은 숙련된 검사자 한 명이 측정하였으며, 피험자는 모니터를 통한 시각적 피드백을 받지 않도록 하였다. 피부의 압박을 줄이기 위해 겔을 변환기와 피부 사이에 도포하였으며, 측정의 일관성을 위해 변환기를 측정부위와 수직으로 유지하였다. 두께측정 시 근육별 경계선은 어두운 부위의 가장자리로 하였다.²¹

배곧은근의 측정은 B (brightness)-mode의 5 MHz 직선배열(linear array) 변환기를 사용하였으며, 피험자의 측정자세는 누운 자세이고, 측정부위는 배꼽에서 바깥쪽 4 cm에서 측정하였으며 오른쪽 부위 근육만 측정하였다. 배바깥근, 배속근, 배가로근의 측정은 B-mode의 5 MHz 직선배열 변환기를 사용하였으며, 피험자의 측정자세는 무릎을 90°, 엉덩관절은 50° 구부린 누운 자세이다. 날숨의 시작과 함께 배가로근이 동원되기 때문에 이를 제한하기 위해, 날숨을 마친 시점의 영상을 수집하였다.

측정위치는 겨드랑이 선에서 몸통 가쪽을 따라 아래로 그은 선과 배꼽이 만나는 지점에서 앞쪽으로 2.5 cm 떨어진 지점을 측정하였다.²² 초음파 영상의 가장 바깥층부터 배바깥근, 배속근, 배가로근 순으로 내측 모서리로부터 수평선상에 수직선을 그어 선상에 해당되는 근육의 두께를 측정하였다. 척추세움근, 못갈래근의 측정은 피험자의 측정자세는 엎드린 자세이고, 어깨관절은 약 120° 벌림, 팔꿈관절은 약 90°로 굽힘을 이루게 하였다. 허리뼈앞굽이를 최소화시키기 위해 배개 두 개를 준비하여, 발목관절과 엉덩관절 아래에 하나

씩 두었다.²³ 못갈래근의 측정은 B-mode의 5 MHz 곡선배열(curved-linear array) 변환기를 사용하였으며, 측정 방법은 L4-5의 척추 가시돌기를 촉진하고 엉덩뼈능선 높이에서 L5의 가시돌기 위치를 촉진하여 확인하였다. 허리뼈 중앙선상에 변환기를 수직으로 세로로 위치시킨 후, 모니터 화면에 가시돌기의 모양을 확인하고 척추돌기 관절이 보일 때까지 내측으로 경사를 주면서 조정하였다. 척추세움근의 측정은 허리뼈 3번 가시돌기에서 바깥쪽 3 cm 떨어진 지점에서 측정하였다.

(2) 균형측정

균형능력을 측정하기 위하여 Bio Rescue (RM INGENIERIE, France) 장비를 이용하였다. 이 장비는 특정 움직임 동안, 압력중심의 이동경로선을 관찰하여 이동길이 및 면적 그리고 평균속도를 측정할 수 있다. 정적균형을 알아보기 위하여 눈감고 롬버그 검사를 시행하였으며 시행하는 동안 이동거리를 측정하였다. 안정성한계 측정자세는 맨발로 Bio Rescue 장비 중 바닥에 있는 플랫폼 위로 올라가 30°정도 다리를 벌리고 전방을 주시하게 했으며, 측정방법을 모니터를 통해 설명한 뒤 시범을 보인 다음 실시하였다. 두 발을 모은 채로 양손은 겨드랑이에 낀 다음 눈을 감은 후 30초 동안 압력중심의 이동거리를 측

정하였다. 동적균형을 알아보기 위한 안정성한계 검사는 전방에 위치한 모니터를 이용하여 수행 장면이 담긴 영상을 보여 준 다음 시범을 통해 압력중심의 이동방법을 설명하였다. 균형을 잃지 않고 8개의 방향으로 최대한 움직인 다음 압력중심의 이동면적을 이용하여 측정하였다.

3. 훈련방법

필라테스 매트운동은 고정된 지면에서 허리 부위와 몸통 안정화를 위한 동작 12가지로 구성하였으며, 운동 기간은 총 6주였으며, 운동 빈도는 주 3회, 한 동작 당 20 set 실시하였다. 준비운동과 마무리운동은 가벼운 신장운동과 호흡과 이완을 위주로 하였으며 본 운동은 Table 1에 제시하였다.

4. 통계방법

모든 자료는 SPSS 12.0 버전을 이용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 기술통계를 사용하여 평균과 표준편차로 제시하였고, 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilks 검정을 시행한 결과 정규분포를 충족하여 집단 간 동질성 검정을 위해 독립 t-검정을 이용하였다. 각 집단의 기간별 비교는 반복측정분산분석(repeated ANOVA)을 이용하여 분석하였으며, 사후검정은 Bonferroni 검정을 이용하였다. 모든 통계학적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

Table 1. Pilates mat program (main workout)

Exercise	Picture (1-3 week)	Exercise	Picture (4-6 week)
One leg circle		Bridging	
Alternative arm and leg slide		Saw	
Arm lift		Spine twist	
Swimming		Curl-up	
Side push up		Jack knife	
4 point kneeling		Corkscrew	

결 과

1. 대상자의 일반적인 특성

이 연구의 참가자는 성인 남녀 18명을 대상으로 진행하였다. 본 연구의 대상자는 필라테스 매트운동군 9명과 대조군 9명 이었으며, 두 집단의 일반적인 특성 항목에 대한 동질성 검증 결과 두 군 모두 동일한 군으로 처리되었다. 연구대상자의 일반적인 특성은 Table 2와 같다.

2. 몸통 근두께 변화

모든 몸통근 두께에 대한 집단간 변화는 유의한 차이를 보이지 않았으며 시간에 대한 변화는 배가로근을 제외한 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 못갈래근, 척추세움근에서 유의한 차이를 나타냈다 ($p < 0.05$). 배바깥빗근, 못갈래근, 척추세움근은 집단과 시기에 따른

Table 2. The general characteristics of subjects

Characteristics	Pilates mat group (n=9)	Control group (n=9)	t	p
Age (year)	20.7±1.3	21.4±1.2	-1.289	0.216
Height (cm)	165.4±7.1	169.2±9.1	-0.904	0.340
Weight (kg)	56.3±3.9	66.5±13.5	-2.181	0.060

Table 3. Comparison between groups for duration of intervention application on trunk muscle thickness (unit:cm)

	Groups	Pre	After 3 weeks	After 6 weeks		F	p
RA	Pilates mat	0.84±0.17	0.91±0.15	1.01±0.19	time	20.704	<0.001*
					group	0.627	0.440
	Control	0.81±0.02	1.05±0.20	1.06±0.21	time*group	3.062	0.060
EO	Pilates mat	0.39±0.54	0.47±0.17	0.57±0.12	time	15.013	<0.001*
					group	0.097	0.759
	Control	0.43±0.40	0.53±0.06	0.50±0.06	time*group	4.159	0.025*
IO	Pilates mat	0.63±0.08	0.66±0.28	0.82±0.19	time	3.387	0.046*
					group	1.147	0.300
	Control	0.58±0.02	0.67±0.14	0.67±0.20	time*group	1.030	0.361
TrA	Pilates mat	0.29±0.11	0.31±0.08	0.32±0.11	time	0.948	0.398
					group	0.357	0.558
	Control	0.29±0.04	0.30±0.04	0.30±0.03	time*group	0.295	0.746
MF	Pilates mat	2.12±0.30	2.40±0.21	2.78±0.26	time	35.028	<0.001*
					group	0.410	0.536
	Control	2.09±0.05	2.50±0.31	2.54±0.30	time*group	3.299	0.050*
ES	Pilates mat	1.92±0.27	2.36±0.40	2.60±0.27	time	29.617	<0.001*
					group	0.548	0.470
	Control	1.87±0.05	2.47±0.37	2.29±0.38	time*group	3.562	0.040*

Values are presented as mean±SD.

RA: rectus abdominis, EO: external oblique, IO: internal oblique, TrA: transverse abdominis, MF: multifidus, ES: erector spine.

*p<0.05.

Table 4. Comparison between groups for duration of intervention application on balance

	Groups	Pre	After 3 weeks	After 6 weeks		F	p
Romberg (cm)	Pilates mat	60.80±23.44	42.81±9.56	40.36±9.14	time	2.25	0.137
					group	0.35	0.558
	Control	54.73±5.66	49.65±13.47	63.06±37.75	time*group	3.50	0.041*
LOS (cm ²)	Pilates mat	91.58±20.55	85.72±27.41	101.59±24.66	time	2.40	0.107
					group	5.47	0.033*
	Control	85.78±19.21	65.21±32.22	57.59±29.79	time*group	4.88	0.014*

Values are presented as mean±SD.

LOS: limits of stability.

*p<0.05.

상호작용에서 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05) (Table 3).

3. 균형능력 변화

롬버그 검사를 통한 압력중심의 이동거리와 안정성한계에서 시간과 집단에 따른 상호작용을 나타냈으며 집단 간 변화는 안정성한계에 서만 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05) (Table 4).

고찰

척추 주변의 안정성과 근력 및 지구력 향상을 위해 최근 제안되고 있는 필라테스 매트운동은 몸통 근육들을 집중적으로 강화하고 균형 증가에 효과적이다.²⁴ 본 연구는 정상 성인을 대상으로 6주간의 필라테스를 이용한 매트운동이 몸통 근육의 두께와 균형에 미치는 영향

을 비교하여 몸통 근력강화와 균형능력을 향상시키기 위한 임상적 도구로서 활용 가능성에 대한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

표면근전도는 허리부위에 중요한 심부근육을 측정하는 데에 어려움이 있기 때문에 최근 연구에서는 초음파영상으로 근 두께를 측정하는 방법이 사용되고 있다.²⁵⁻²⁷ 정량적 측정 부분에서 초음파는 신뢰할 만하므로, 본 연구에서는 몸통 근육들의 형태학적인 부분을 확인하면서 표면근육과 심부근육의 두께를 측정하고 비교하였다.

6주간의 필라테스 매트운동 후 몸통 근육 두께를 비교한 결과, 필라테스 집단에서 배곧은근, 배바깥빗근, 배속빗근, 못갈래근, 척추세움근에서 시기에 따른 유의한 증가를 나타내어 근 두께의 향상을 나타내었지만, 집단 간 차이는 유의한 차이를 보이지 않았다. 필라테스의 curl-up 운동을 안정된 바닥에서 실행할 때 배곧은근의 수축비율이 높다고 하였다.²⁸ 필라테스 운동 중 머리나 어깨를 바닥에서 들어

올리는 동작들이 몸통 전면부에 위치한 근육들의 강화에 도움을 주는 것으로 나타났다. 특히 배바깥빗근은 상호작용을 나타내어 기간에 따른 집단 간 차이가 있음을 나타내었다. 본 연구에서 사용된 필라테스 프로그램 중 Saw와 Spine-Twist 동작은 몸통의 회전을 많이 요구하여 배바깥빗근의 요구도를 증가시킨 것으로 생각된다.

척추관절 주변의 다양한 근육들이 정상적인 기능을 할 수 있을 때 척추가 안정된 지지를 하게 되고 이를 바탕으로 신체의 원활한 움직임 수행 등이 가능해지는데 특히, 요부 허리뼈근 강화를 위한 근육운동을 강조하고 있다. 불안정 지지면과 안정된 지지면에서 6주간 허리 안정화운동을 시켰을 때 두 군 모두 척추세움근 두께의 증가가 있었다고 보고하였다.²⁹ 본 연구 결과에서도 못갈래근과 척추세움근의 근 두께가 향상을 보여 필라테스 매트운동이 몸통을 바로 세우는데 도움을 주는 근육의 두께를 향상시켰다. 10명의 정상 성인을 대상으로 필라테스 훈련 후 어깨 굽힘 과제를 시행하는 동안 자세정렬의 향상에 도움을 준다고 하였으며,³⁰ 필라테스 매트훈련 후 몸통 펌근의 지구력을 증가시켰다고 하였다.³¹

심부근육인 못갈래근의 근 두께에서는 필라테스 군에서 기간에 따른 유의한 증가를 보여 필라테스 운동이 심부근육을 강화하는데 도움이 되는 것으로 나타났다. 심부근육 강화는 동적 안정성 확보에 기여하고, 기능적인 활동 시 척추 분절에 안정성을 제공하는 것으로 알려져 있다.³² Danneels 등³³은 만성요통환자들을 대상으로 안정화 훈련과 동적 저항훈련을 포함한 안정화 훈련을 비교했을 때 대표적인 심부근육인 못갈래근의 크기에는 두 훈련 방법 모두 효과적이지만 차이는 없다고 하여 자세를 유지하는 안정화 훈련만으로도 못갈래근의 크기 회복에 도움을 주는 것이라고 보고하였다. 본 연구에서 수행한 필라테스 매트운동은 피험자 자신의 체중을 이용하여 자세를 유지하는 등척성 운동들로 구성되어 있는 안정화 훈련이었으므로 못갈래근 두께 증가에 긍정적인 영향을 준 것으로 생각된다.

하지만 배가로근의 경우 유의한 차이를 나타내지 않았다. 정상 성인 36명을 대상으로 필라테스 운동을 전문적으로 최소 6개월 이상 수행해 온 집단과 훈련을 받지 않은 성인의 배가로근 수축능력을 비교한 결과 필라테스 집단에서는 83%가 배가로근 수축 검사를 통과했으며 훈련을 받지 않은 집단은 모두 실패하였다.¹³ 배가로근 수축 검사는 엎드려 누운 자세에서 압력계를 복부 밑에 두고 70 mmHg까지 팽창시키고 배꼽 끌어당기기를 시행한 후 6-10 mmHg 이하로 떨어진다면 배가로근의 국소 수축능력을 성공적으로 반영하는 것이지만 그 이상의 변화는 독립적인 배가로근의 수축을 의미하지 않는다. 허리골반 안정성 검사에서도 필라테스 집단에서 42%가 검사에 통과하였지만 대조군의 모든 대상자는 모두 실패하였다.¹³ 허리골반 안정성 검사는 갈고리 자세로 누운 다음 엉치뼈 1번과 허리뼈 1번 사이에 압력계를 위치시킨 다음 40 mmHg까지 팽창시켰다. 검사하고자 하는

다리를 임의로 선정한 후 다리를 70도에서 90도까지 굽힘하도록 하고 다시 70도로 되돌아가도록 하였다. 이때 압력계가 38-42 mmHg를 유지하지 못하면 실패한 것으로 간주하는 검사이다. 이로 볼 때 배가로근의 수축능력의 발현은 적어도 6개월 정도 훈련을 받은 사람들이 그 효과가 나타난 것으로 볼 수 있다. 본 연구의 기간은 단기간이었으므로 충분한 배가로근 수축을 나타내기에는 시간이 충분치 않은 것으로 판단된다.

균형능력의 변화를 알아보기 위해 정적균형은 롬버그 검사와 동적균형은 안정성한계를 측정하였다. 두 측정항목 모두 상호작용을 나타내어 기간에 따른 집단 간 유의한 차이를 내어 정적, 동적균형능력 모두 필라테스 매트운동이 시간에 따라 더 효과가 큰 것으로 나타났다. 8주간의 필라테스 운동을 무용수에게 적용하여 눈감고 외발서기를 통해 균형을 알아본 연구에서 안정성 지수가 향상되어 본 연구와 일치된 결과를 보였다.³⁴ 건강 성인에게 12주간의 필라테스, 짐볼 운동을 적용하여 복부 및 상지의 근지구력, 자세 안정성, 균형 능력을 측정하고 실험군의 복부 및 몸통의 근지구력에 유의한 효과를 증명했을 뿐만 아니라 균형 능력과 자세 안정성 향상을 입증한⁹ 것은 필라테스 운동이 신체의 균형을 향상시켜 자세조절 능력을 향상시키는 중재방법으로 사용될 수 있음을 의미하는 것이다. 특히 동적균형을 알아본 안정성한계는 인체의 압력중심을 모니터에 제시된 화살표로 최대한 움직이게 해야 하는데 이때 몸통 근육들이 보다 더 많이 수축되어 안정화에 기여했으리라 생각된다. 본 연구의 몸통근 두께의 향상이 균형능력에 영향을 준 것으로 판단된다. 몸통 근육은 균형과 기능을 향상시키는데 중요한 역할을 하고, 팔다리의 움직임을 위한 자세조절과 과제수행을 위한 능력이라고 보고하였다.⁷ 사고로 발생한 부위가 아닌 곳을 휴식없이 반복적으로 사용했을 때 나타나는 근골격계 질환을 누적외상병이라고 하는데, 누적외상병 여성 농업인에게 12주간 필라테스 운동을 적용한 후 신체균형 효과를 알아본 연구에서 신체 안정성과 감각운동신경에 긍정적인 효과를 나타냈다고 하였다.³⁵ 본 연구에서는 근 두께와 균형을 측정하여 효과검증을 하였지만, 향후 연구에서는 근육의 수축 속도, 동원 양상 등의 분석 및 필라테스 매트 훈련의 각 자세들을 임상에서 몸통 안정화나 균형 훈련의 방법으로 사용할 수 있도록 자세별 근 활성도 연구나 요통이나 다른 질환을 가지고 있는 환자나 신경계 환자의 건강체력 유지 목적으로 사용될 수 있는 연구가 진행되기를 제안한다.

본 연구의 제한점은 근골격계 및 신경계에 문제가 없는 정상인을 대상으로 했기 때문에 각 질환에 따른 척추 변형이나 균형능력이 저하된 환자들을 대상으로 일반화시키기는 어려울 것으로 생각된다. 또한 대상자가 일반 성인이다 보니 다양한 신체활동이나 생활습관을 통제할 수 없었으며, 6주간의 훈련에 영향을 줄 수 있는 요인을 완전히 배제할 수 없었다.

참고문헌

1. Stanton R, Reaburn PR, Humphries B. The effect of short-term swiss ball training on core stability and running economy. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):522-8.
2. Lin JH, Hsu MJ, Hsu HW et al. Psychometric comparisons of 3 functional ambulation measures for patients with stroke. *Stroke.* 2010; 41(9):2021-5.
3. Yoon JS. Effects of trunk muscle isokinetic exercise on trunk muscle power, balance, and gait changes of hemiplegic patients. *Exercise Science.* 2009;18(4):567-76.
4. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control : Translating research into clinical practice. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
5. Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T et al. Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. *Gerontology.* 2013; 59(2):105-13.
6. Richardson C, Jull G, Toppenberg R et al. Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: a pilot study. *Aust J Physiother.* 1992; 38(2):105-12.
7. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: Core concepts and current literature, part 1. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(6):473-80.
8. Tuzun S, Aktas I, Akarirmak U et al. Yoga might be an alternative training for the quality of life and balance in postmenopausal osteoporosis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010;46(1):69-72.
9. Kloubec JA. Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *J Strength Cond Res.* 2010;24(3):661-7.
10. Carpes FP, Reinehr FB, Mota CB. Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther.* 2008;12(1):22-30.
11. Qin L, Choy W, Leung K et al. Beneficial effects of regular tai chi exercise on musculoskeletal system. *J Bone Miner Metab.* 2005;23(2):186-90.
12. Bird ML, Hill KD, Fell JW. A randomized controlled study investigating static and dynamic balance in older adults after training with pilates. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;93(1):43-9.
13. Herrington L, Davies R. The influence of pilates training on the ability to contract the transversus abdominis muscle in asymptomatic individuals. *J Bodyw Mov Ther.* 2005;9(1):52-7.
14. von Sperling de Souza M, Brum Vieira C. Who are the people looking for the pilates method? *J Bodyw Mov Ther.* 2006;10(4):328-34.
15. Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA et al. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(1):9-16.
16. Siler B. The pilates body: The ultimate at-home guide to strengthening, lengthening, and toning your body-without machines. New York, Broadway Books, 2000.
17. Yu JH, Lee GC. Influence of pilates on physical factors related to exercise performance. *J Kor Phys Ther* 2011;23(3):57-63.
18. HwangBo PN. Psychological and physical effects of schroth and pilates exercise on female high school students with idiopathic scoliosis. *J Kor Phys Ther* 2016;28(6):364-8.
19. Moon JH. The effects of pilates exercise on activation and thickness of abdominal superficial and deep muscles. Dankook University. Dissertation of Master's Degree. 2012.
20. Vaquero-Cristobal R, Alacid F, Esparza-Ros F 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.
21. Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: Ultrasound measurement of muscle activity. *Spine.* 2004;29(22):2560-6.
22. Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM et al. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(6):346-55.
23. Hides JA, Stanton WR, McMahon S et al. Effect of stabilization training on multifidus muscle cross-sectional area among young elite cricketers with low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(3):101-8.
24. Rydeard R, Leger A, Smith D. Pilates-based therapeutic exercise: Effect on subjects with nonspecific chronic low back pain and functional disability: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36(7):472-84.
25. Yu JY, Park JC, Jeong JG. Influence of multi-directional dynamic stabilization exercise on thickness of abdominal muscles. *J Kor Phys Ther.* 2016;28(4):249-53.
26. Park JC, Kim YN. Impact of waist stabilization exercise with blood flow restriction on white area index of trunk muscle thickness density. *J Kor Phys Ther.* 2016;28(2):136-41.
27. Han SW, Lee JW. Effects of isokinetic exercise on muscular performance and thickness of the quadriceps muscle. *J Kor Phys Ther.* 2010;22(4):49-55.
28. Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Phys Ther.* 2000; 80(6):564-9.
29. Park JC, Han JM, Kim YS. The effects of stabilization exercise on muscle performance according to bearing surface. *KACE.* 2012;10(1):39-44.
30. Emery K, De Serres SJ, McMillan A et al. The effects of a pilates training program on arm-trunk posture and movement. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2010;25(2):124-30.
31. Donahoe-Fillmore B, Hanahan NM, Mescher ML et al. The effects of a home pilates program on muscle performance and posture in healthy females: a pilot study. *J of Womens Health Phys Ther.* 2007;31(2):6-11.
32. Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. *Spine.* 2002;27(2):29-36.
33. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC et al. Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *Br J Sports Med.* 2001;35(3):186-91.
34. Won MJ, Jo CO. The effect of pilates exercise on body composition, physical fitness and isokinetic leg strength in person majoring modern dance. *The Korean Journal of Dance.* 2009;60:135-52.
35. Yun MJ, Byon JY, Kim HJ et al. Effects of 12-week pilates and complex exercises on female farm workers of cumulative trauma disorders. *The Official Journal of the Korean Association of Certified Exercise Professionals.* 2011;13(3):13-22.