

필라테스 운동이 여중생의 요통과 체간 등속성 근력 및 평형성에 미치는 영향

정인 · 최승준†

경성대학교 스포츠건강학과

Effects of Pilates Exercises on Isokinetic Trunk Strength and Balance in Female Middle School Students with Lumbago

In Jung, M.S. · Seung-Jun Choi, Ph.D.†

Department of Sport and Health Sciences, Kyungsoong University

Received: June 5, 2021 / Revised: July 5, 2021 / Accepted: July 7, 2021

© 2021 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 research was to investigate the effects of performing Pilates exercises for eight weeks on the isokinetic trunk strength and balance of female middle school students with lumbago.

Methods: Twenty-four female students who met the test requirements were recruited and randomly divided into a control group (CG, n = 16) and a Pilates exercise group (Pilates group; PG, n = 8). The PG performed a Pilates program, which consisted of lumbar muscle strengthening exercises, for 60 minutes three times a week for eight weeks. Data analysis was conducted by two-way repeated ANOVA, and a Bonferroni test was carried out when significant differences appeared. The alpha level was set at 0.05.

Results: Following the experimental treatment, the PG showed an increased trunk flexion peak torque of 17% and 13% at angular velocities of 180°/sec and 300°/sec, respectively. The intergroup comparison showed no significant difference at pre-measurement, while the PG increased about 31% (180°/sec) and 15% (300°/sec) higher than the control group at post-measurement. Following the experimental treatment, the PG showed an increased trunk extensor peak torque of approximately 29% and 21% at angular velocities of 180°/sec and 300°/sec, respectively. The intergroup comparison showed no significant difference at pre-measurement, while the PG increased approximately 27% (180°/sec) and 15% (300°/sec) higher than the control group at post-measurement. Both the CG and the PG showed a 20% and 50% decrease in pain index after the experimental treatment, respectively. After the experimental treatment, the PG had about 50% lower pain than the CG. The average error rate of static balance in the PG reduced by 19% from 3.28±0.45 to 2.65±0.36, confirming a significant improvement.

Conclusion: Regular Pilates exercise for eight weeks improved the isokinetic trunk muscle strength of female middle school students with lumbago and relieved their pain. Pilates was also shown to be effective in improving balance.

Key Words: Adolescent, Lumbago, Trunk strength, Pilates, Balance

†Corresponding Author : Seung-Jun Choi (choisj@ks.ac.kr)

I. 서론

급속한 경제성장을 이룬 우리나라는 서구식 생활의 유행과 다양한 생활환경 요인의 변화로 과거에 비해 청소년들의 신체활동의 기회가 줄어들고 있으며 (Kim, 2009), 그 결과 청소년들의 평균 신장은 과거에 비해 성장하였지만, 자율학습, 정규수업, 보충수업, 방과 후 수업 등 장시간 책상에 앉아 공부를 지속해야 하는 환경으로 인해 올바른 자세를 오랜 시간 유지하기 어려운 실정이다. 따라서 많은 청소년들은 무의식적으로 신체 일부분만을 사용하여 바르지 못한 동작과 자세를 습득함으로써, 몸의 총체적인 균형과 함께 골반과 다리의 균형까지 무너지게 된다(Kim & Cho, 2015). 이러한 청소년들의 신체활동 부족과 자세 불안정은 체형 불균형을 가속화시켜 허리 통증 발생을 증가시킨다(Kim et al., 2007). 요통이란 근골격계 이상으로 유발되는 통증을 말하며 하루 10번 이하의 허리 부위에 통증이 3일 이상 지속되는 경우로서 전체 인구의 60~80% 이상이 일생 중 한 번은 경험하는 매우 흔한 질환이다(Park, 1994). 요통 환자의 약 20~30%가 만성 통증을 호소하고 있으며, 근골격계 질환 중에서는 가장 높은 발병률을 가진 질환이다. 이러한 요통의 원인은 다양하나 체간의 연부조직 손상이나 근력의 약화가 주된 요인으로 지목 받고 있으며 이로 인한 통증유발, 지구력 감소, 유연성 감소, 관절가동범위 제한, 보행능력 감소 등의 결과를 초래하게 된다(Cho et al., 2010). 일반적인 요통 치료방법으로는 보존적 치료인 물리치료, 수치료, 광선치료, 전기치료를 비롯하여 허리근육 신장 기법이나 자세교정 또는 운동치료와 한의학의 침치료가 보편적으로 사용되고 있으며 이외에도 통증 정도가 심할 경우 경막 외 주사 및 수술 요법이 시행되고 있다. 최근에는 보존적 치료의 일환으로 근력 강화를 위한 허리 운동과 테이핑, 이완, 아로마, 신체교정, 행동수정 등 대부분 통증완화를 위한 방법이 시행되고 있으며, 누운 자세의 휴식과 저주파 치료와 같은 가정에서의 물리치료 요법도 적용되고 있다(Robert et al., 1995). 요통 완화를 위한 운동요법은

허리 근력 강화법으로 세계 여러 나라에서 사용되고 있으며, 이는 자세유지, 척추 유연성 증진, 척추 주위의 근육과 인대의 긴장성을 유지시키는데 매우 효과적이다. 구체적으로 Kim (2000)은 자세를 바르게 유지하는 자세교정, 척추스트레칭, 근력강화 등의 수동 및 능동 운동을 하루에 수 차례 실시할 경우 척추측만 개선에 효과적이라고 하였으며, Lee와 Kim (1999)도 발육기 단계에 있는 청소년들에게 척추와 골반 주위의 근육 강화 운동을 실시하여 측만 예방과 교정에 긍정적인 결과를 보고하였다.

한편 필라테스는 몸의 바른 정렬을 바탕으로 이루어지는 운동방법으로 허리근력강화를 위해 다양한 연령층에 적용되고 있다. 특히 필라테스는 신체 정렬에 대한 피드백을 수업 중 즉각적으로 받으며 운동할 수 있고, 체형의 변화를 시각적으로 직접 확인할 수 있어 심리적으로 민감한 여중생들에게 매우 효율적인 운동이라 할 수 있다. 또한 필라테스는 신체의 바른 정렬 즉, 척추와 골반을 바로잡기 위한 복부, 허리, 엉덩이, 허벅지 근육 등 몸의 중심을 강화시키는 코어근육 트레이닝과 흥, 복식 호흡을 혼합한 몸통호흡법을 사용함으로써 신체의 협응력, 균형감각, 유연성 등을 증가시킨다(Latey, 2001; Oliveira et al., 2013). 따라서 장기간의 규칙적 필라테스 운동은 신체의 바른 정렬을 이루게 하고, 이러한 올바른 신체 정렬은 몸의 전반적인 관절과 근육의 기능을 최상으로 만들어 주는 신체기능에 대한 재교육이라 할 수 있다. 최근 필라테스는 근력 증가와 호흡기 질환의 위험을 감소시키며, 새로운 동작 패턴의 독립적 조절을 발달시켜, 재활목적으로 널리 보급되어 있다(Giudice et al., 2000)

필라테스를 중재한 요통관련 선행연구로서 Ryu 등 (2008)은 8주간 주 3회 60분간 필라테스 운동을 20대 여성에게 중재하여 허리근력강화와 신체유연성 증진 효과를 보고 하였으며, Song (2015)은 6주간 주 3회 60분간 필라테스 운동을 중년여성에게 적용시킨 결과, 허리 근력과 균형 능력 향상에 효과적이라 하였다. 또한 양궁 선수와 육상 선수들에게 8주간 주 3회 필라테스 운동을 적용시킨 결과, 신체 균형과 평형성 향상

에 탁월한 효과가 있다고 보고하였으며(Yun & Kim, 2012), 골프선수에게 재활훈련으로 필라테스 운동을 처치한 결과, 유연성, 평형성 및 균형능력 회복에 효과적이라고 보고하였다(An & Kim, 2012). 이외에도 Park 등(2013)은 필라테스 코어 강화 운동이 무용전공대학생의 신체자각능력을 유의하게 향상시키며, 무용자신감을 높이는 데도 효과적인 프로그램이라고 하였다. 아울러 필라테스는 신체구성 변화와 골반 및 척추 변형이 예상되는 발레 전공자를 포함한 다른 종목 운동 선수들에게도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상하였다(Jun & Hwang, 2012). 따라서 필라테스 운동은 허리 근력 강화와 신체자각능력 향상에 긍정적인 것으로 나타나 요통이 있는 여중생들에게 적용 시 매우 효과적일 것으로 기대된다. 그러나 대부분의 선행연구들은 성인, 중년여성, 운동선수, 무용전공자 등을 대상으로 필라테스 운동 효과를 규명하였고, 요통을 가진 청소년을 대상으로 필라테스 운동의 효과를 규명한 선행연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 요통을 진단받은 여중생을 대상으로 필라테스 운동을 중재하여 요통, 체간 등속성 근력 및 평형성에 미치는 영향을 검증하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 B광역시 H구 관내 중학교에 재학 중인 여중생 중 전문의로부터 요통진단을 받은 24명을 모집하여 대조군(control group; CG, n=16)과 필라테스 운동군(Pilates group; PG, n=8)으로 무작위 배정하였다. 본 연구에 참가한 참가자들은 요통을 진단받은

여중생 24명으로 평균연령은 14.23±0.69세, 신장과 체중은 각각 158.3±3.6, 50.8±0.8로 나타났다(Table 1). 두 집단 간 연령, 신장, 체중 그리고 체구성(body mass index)은 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않아 실험 집단의 사전 동질성을 만족하였다. 대상자의 선정 조건은 첫째, 정형 외과적 문제로 척추 수술 경험이 없는 자, 둘째, 요통 이외 척추의 질학적 문제가 없는 자, 셋째, 병원에서 요통으로 치료를 받은 경험이 있는 자, 넷째, 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 들은 후 본 실험에 참여할 것을 동의한 학생을 모집하였다. 본 연구의 모든 과정은 경성대학교 생명윤리위원회의 승인(KSU-15-08-001-1005)을 받은 후 수행되었다.

2. 측정방법 및 도구

1) 신체조성

신체조성 측정은 생체전기 저항법(Bioelectrical impedance analysis)을 이용한 체성분 분석기(Inbody720, Biospace, Korea)를 사용하였다. 측정 방법은 편하게 선 자세에서 양손은 손잡이를 잡고, 팔은 옆으로 편 상태를 유지하도록 한 후, 전극간의 전압을 이용하여 신체조성, 몸무게, 키, 근육량, 체지방량, 체지방량을 측정하였다.

2) 체간근력

체간 근력은 등속성 근력 측정 장비(Biodex System 4pro, Biodex, USA)를 사용하여 측정하였다. 측정 시 검사 부위 아닌 다른 근력이 동원되지 않도록 하기 위하여 측정 의자에 앉게 한 후 고정용 벨트로 양쪽 어깨와 골반을 고정 시키고, 허리를 45° 굽힘하여 검사

Table 1. General characteristics of study participants

Group	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m ²)
Control Group (n=16)	14.38±0.74	157.7±4.0	49.0±3.8	19.71±1.52
Pilate Group (n=8)	14.00±0.76	157.4±2.2	51.1±4.3	20.63±1.88

A values are presented as mean±standard deviation.

하였다. 근력 검사 속도는 300°/sec(저강도), 180°/sec(중강도)에서 요통이 있는 허리의 펌근력과 굴곡력을 3회 반복 측정 하여 각 부하속도에서 최대토크(peak torque)를 측정하였다.

3) 통증수준

통증 평가도구로는 시각적 통증척도(visual analog scale, VAS)를 사용하여 허리 관절운동 유형인 앞굽음(anteflexion), 뒤굽음(retroflexion), 옆굽힘(latroflexion) 시에 주관적으로 느끼는 통증 정도를 0 - 10cm의 선에 표시하도록 하여 측정한 길이(cm)를 통증의 지표로 사용하였다. 측정된 점수가 클수록 통증 정도가 높은 것으로 해석하였다.

4) 균형능력

본 연구에서는 균형능력 측정을 위하여 균형판(Platform)과 디스플레이 장치로 구성된 밸런스 측정 장비(Biodex Balance System, Biodex, USA)을 사용하였다. 측정은 불안정한 균형판 위에서 피검자가 우성다리로 외발서기를 한 후 균형을 유지하며 모니터에 표시된 무게중심의 이동을 시각적으로 관찰하도록 하였다. 무게 중심 점의 이동 거리가 측정되었으며, 사전, 사후 측정 간의 오차를 줄이기 위해 측정 시 발의 위치

를 기록하여 동일하게 적용하였다. 20초간 3회 측정하여 그 중 가장 우수한 측정값을 사용하였다. 결과 값은 0~9까지의 숫자로 기록되며 0점에 가까울수록 안정화된 상태이고 9점에 가까울수록 불안정한 상태로 평가하였다.

3. 필라테스 운동 프로그램

필라테스 운동 프로그램은 필라테스 초보운동 프로그램을 적용하였으며, 본 실험연구에서 밝히고자 하는 요통, 체간 등척성 근력 및 평형성에 효과를 줄 것으로 예상되는 동작으로 프로그램을 수정·보완하였다. 구성된 필라테스 운동 프로그램의 구체적 내용은 <Table 2>와 같다. 본 연구의 필라테스 프로그램은 동작간의 개인별 난이도의 다양성을 이용하여 실험 대상자들이 운동과 휴식이 적절히 이루어 질 수 있도록 구성하였고, 운동시간은 준비운동, 본 운동, 정리운동으로 나누어 회당 60분간 실시하였고, 주 3회 8주간 처치하였다. 운동 강도는 본 연구의 대상자들이 필라테스 운동을 처음 접해보는 10대의 여중생인 점을 고려하여 운동자각도(rating of perceived exertion, RPE)를 사용하여 1-4주에는 RPE 12-14 강도(가볍다 혹은 알맞다~약간 힘들다)로, 5-8주에는 RPE 14-16강도(약간 힘들다~힘들다)로 상향하여 실험 처치하였다.

Table 2. 8 weeks Pilates exercise program

Warming-up (10 min)	Pilates exercise (40 min)		Cool-down (10min)
	1~4 weeks	5~8 weeks	
Breathing Standing roll down Mermaid Hip flexor stretch	1. Pelvic clock	1. Shoulder bridge	Cat stretch Seal Lunge stretch Elephant
	2. Bridge	2. Roll over	
	3. Buttock stretch	3. Modify Hundred	
	4. Hamstring stretch	4. Teaser	
	5. Dead bugs	5. Swan dive	
	6. Modify hundred	6. Swimming	
	7. Roll up	7. Double leg lift	
	8. Diamond press	8. Side bend	
	9. Alterating arm & leg lift	9. Thigh stretch	
	10. Side leg lift	10. Plank	
	11. Inside leg lift	11. Rock with open leg	
	12. Arm openning		



Fig. 1. Example of 8-week pilates exercise movement.

4. 자료 분석

본 연구의 가설 검증을 위해 수집된 자료는 Sigmatat 13.0 통계 프로그램을 이용하여 기술 통계값을 산출하였고, 집단 간, 시기 간, 그리고 상호작용 효과 검증을 위해 반복 측정에 의한 이원변량 분석(2x2 two-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 유의한 차이가 나타났을 경우 사후검증(Bonferroni test)을 실시하였다. 본 연구의 통계 분석을 위한 유의수준(α)은 0.5수준으로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 통증지수 변화

측정 시기에 따른 집단 별 통증지수는 <Table 3>과

같다. 대조군과 필라테스 운동군의 실험처치 전 통증 지수는 각각 5.88 ± 0.83 과 5.75 ± 0.71 로 두 집단 간 통계적 차이가 나타나지 않았으나($t=0.31, p=0.76$), 8주간의 실험처치 후 두 집단 모두 유의한 통증 감소를 나타내었다($p<0.01$). 구체적으로 대조군의 경우 사전 5.88 ± 0.83 점에서 사후 4.75 ± 0.46 점으로 사전과 비교하여 약 20% 감소하였으며($t=4.34, p<0.01$), 필라테스 운동군은 사전 통증 지수가 5.75 ± 0.71 점에서 2.88 ± 1.13 점으로 실험 처치 후 약 50% 감소하여($t=9.43, p<0.01$), 8주간의 필라테스 운동이 통증을 약 2.5배 효과적으로 감소시키는 것으로 나타났다. 실험 처치 후 집단 간 비교 결과는 필라테스 운동군이 대조군보다 약 50% 통증 정도가 낮은 것으로 나타났으며($t=5.80, p<0.01$), 집단, 측정 시기 간 상호작용 효과 또한 유의하게 나타났다($F=24.06, p<0.01$).

Table 3. Changes of dependent variables following 8 weeks Pilates exercise

Variables	Pre-measurement		Post-measurement		
	Control group	Pilates group	Control group	Pilates group	
Pain (Scale)	5.88 ± 0.83	5.75 ± 0.70	4.75 ± 0.46*	2.88 ± 1.13**†	
Isokinetic trunk strength (Nm)	Flexion 180°/sec	16.89± 2.39	16.84 ± 3.86	18.35 ± 1.83	22.13 ± 3.12**†
	Extension 180°/sec	19.90 ± 2.93	17.93 ± 3.00	18.20 ± 1.49*	23.16 ± 2.35**†
	Flexion 300°/sec	21.30 ± 2.48	21.73 ± 3.93	20.86 ± 2.08	24.02 ± 2.61*
	Extension 300°/sec	24.54 ± 4.47	22.79 ± 1.33	23.95 ± 2.90	27.49 ± 3.47**†
Balance (Score)	3.13 ± 0.35	3.28 ± 0.45	3.05 ± 0.30	2.65 ± 0.36**†	

CG: control group, PG: Pilates exercise group, * represent significantly difference to pre ($p<0.05$),

† represent significantly difference to corresponding group

2. 체간 등속성 굽힘 근력 변화

체간 등속성 굽힘 근력은 각속도 180°/sec에서 대조군의 경우 사전 16.89±2.39Nm에서 사후 18.35±1.83Nm로 통계적 차이가 없었으나($t=1.80$, $p=0.09$)(table 3), 필라테스 운동군은 사전 16.84±3.86Nm에서 사후 22.13±3.12Nm로 약 17% 증가하며 유의한 차이를 나타내었다($t=7.51$, $p<0.01$). 실험 처치에 따른 집단 간 비교 결과는, 사전 측정에서는 유의한 차이가 나타나지 않았던 반면, 사후 측정에서는 필라테스 운동군이 대조군보다 약 31% 높은 체간 굽힘 근력을 발휘하였으며($t=2.97$, $p<0.01$), 집단, 측정 시기 간 상호작용 효과 또한 유의하게 나타났다($F=24.06$, $p<0.01$).

각속도 300°/sec에서 체간 등속성 굽힘 근력은 대조군의 경우 사전 21.30±2.48Nm에서 사후 20.86±2.08Nm로 통계적 차이가 없었으나($t=1.47$, $p=0.16$), 필라테스 운동군은 사전 21.73±3.93Nm에서 사후 24.02±2.61Nm로 약 11% 증가하며 유의한 차이를 나타내었다($t=3.56$, $p<0.01$). 실험 처치 후 집단 간 비교 결과 필라테스 운동군이 대조군보다 약 15% 높은 체간 굽힘 근력을 발휘하였으나($t=2.60$, $p<0.05$), 집단, 측정 시기 간 상호작용 효과는 나타나지 않았다($F=3.81$, $p=0.07$).

3. 체간 등속성 펴는 근력 변화

체간 등속성 펴는 근력은 각속도 180°/sec에서 대조군은 사전 19.90±2.93Nm에서 사후 18.20±1.49Nm로 약 9%의 유의한 근력 감소가 나타났으나($t=2.14$, $p<0.05$)(table 3), 필라테스 운동군은 사전 17.93±3.00Nm에서 사후 23.16±2.35Nm로 약 29% 증가하며 유의하게 증가하였다($t=7.20$, $p<0.01$). 실험 처치에 따른 집단 간 비교 결과는, 사전 측정에서는 유의한 차이가 나타나지 않았던 반면, 사후 측정에서는 필라테스 운동군이 대조군보다 약 27% 높은 체간 펴는 근력을 발휘하였으며($t=3.81$, $p<0.01$), 집단, 측정 시기 간 상호작용 효과 또한 유의하게 나타났다($F=48.81$, $p<0.01$).

각속도 300°/sec에서 체간 등속성 펴는 근력은 대조군의 경우 사전 24.54±4.47Nm에서 사후 23.95±2.90Nm로 통계적 차이가 없었으나($t=0.66$, $p=0.52$), 필라테스 운동군은 사전 22.79±1.33Nm에서 사후 27.49±3.47Nm로 약 21% 증가하며 유의한 차이를 나타내었다($t=7.01$, $p<0.01$). 실험 처치 후 집단 간 비교 결과 필라테스 운동군이 대조군보다 약 15% 높은 체간 펴는 근력을 발휘하였으며($t=2.26$, $p<0.05$), 집단, 측정 시기 간 유의한 상호작용 효과가 나타났다($F=26.98$, $p<0.01$).

4. 균형능력 변화

대조군과 필라테스 운동군의 실험처치 전, 균형성 점수는 각각 3.13 ± 0.35 점과 3.28 ± 0.45 점으로 두 집단 간 통계적 차이가 나타나지 않았다($t=0.99$, $p=0.33$). 8주 실험처치 후에는 대조군의 경우 3.13 ± 0.35 점에서 3.05 ± 0.30 점으로 사전과 비교하여 약 0.08점 감소하였지만 통계적 유의차가 나타나지 않았으나($t=0.83$, $p=0.42$), 필라테스 운동군의 경우 3.28 ± 0.45 점에서 2.65 ± 0.36 점으로 사전과 비교하여 약 0.63점 감소하며 유의한 차이를 나타내었다($t=3.24$, $p<0.01$). 측정 시기에 따른 집단 간 차이는 사전 측정에서 유의한 차이가 나타나지 않았던 반면, 사후 측정에서는 필라테스 운동군이 대조군보다 약 13.11% 향상되어 통계적으로 유의한 차이와 함께 ($t=2.22$, $p<0.05$) 상호작용 효과 ($F=4.33$, $p<0.05$)도 유의하게 나타났다.

IV. 고 찰

본 연구는 요통을 진단받은 여중생 24명을 대상으로 (Control group, $n=16$, Pilates group, $n=8$) 코어(core)강화 운동인 필라테스 운동을 처치하여, 통증지수, 체간 등속성 근력 및 평형성에 미치는 영향을 검증하였다. 그 결과 8주간 주 3회의 규칙적 필라테스 운동은 요통을 진단받은 여중생의 통증을 완화시키고, 체간 근력 증가와 평형성 향상을 초래하였다.

요통은 가장 흔한 질환이자 전체 인구의 80%가 일생 동안 한 번 이상 경험하게 된다. 현재까지 밝혀진 요통의 원인으로는 바르지 않은 자세, 허리근력 약화와 유연성감소, 운동부족, 스트레스 등의 심리적 요인 등을 꼽을 수 있으며(Cho & Lee, 2010), 최근에는 수술 요법이 아닌 운동으로 요통의 치료효과가 밝혀져 운동요법에 대한 관심이 높은 실정이다. 요통 완화를 위한 운동 요법 중 허리 안정화 운동은 척추 안정성에 관여하는 가로막(diaphragm), multifidus muscle), 배가로근(transverse abdominis muscle), 골반

기저근, 배속빗근, 배바깥빗근(internal, external oblique muscle), 허리네모근(quadratus lumborum muscle) 등을 강화하여 척추의 불안정을 감소시켜 체간의 기능적 안정성을 제공하는 운동이라 할 수 있다(Norris, 1995). 허리 안정화 운동인 필라테스는 몸의 중심인 코어근육(core muscle)을 강화하여 잘못된 자세를 바로 잡아 주고, 근육을 강화시키는 동시에 유연성을 도와주는 운동법으로 재활 프로그램 및 신체 교정운동으로 각광받고 있다(Siler, 2000). 본 연구와 선행연구의 필라테스 운동 프로그램을 분석해보면 플랭크, 누워서 골반 들어 올려 버티기 등의 동작이 본 연구와 일치하였으며, 이러한 동작은 운동 수행 시 허리를 안정화 시키는 복횡근, 내·외복사근과 다열근이 동시수축 하면서 요추부에 코르셋과 같은 보조기 역할을 하였고, 척추의 위치와 상관 없이 요추를 중립 상태로 만들어 기능적 운동을 하는 동안 체간의 안정성을 제공하는 역할을 하여(Stuge et al., 2004) 요통 감소에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다.

Choi (2007)는 여성노인 7명을 대상으로 16주간 주 3회 회당 60분간 필라테스 운동을 처치한 결과 각속도 $60^\circ/\text{sec}$, $90^\circ/\text{sec}$, $120^\circ/\text{sec}$ 에서 체간 굽힘, 폽력의 소폭 증가를 보고하였으나 유의한 차이는 없었던 반면, 통증 정도는 6.9 ± 2.2 점에서 2.6 ± 1.7 점으로 약 60% 감소하며 유의한 차이를 보고하였다. 비록 실험대상자인 여성노인에게서는 다소 낮은 각속도(고강도)로 측정하여 체간의 유의한 근력 향상을 규명하지 못했지만, 규칙적인 운동을 통해 전신 균형과 기능이 개선되어 통증 감소가 일어났다고 하였다. 한편 Park (2015)은 만성요통을 호소하는 리듬체조선수 12명을 대상으로 8주간 주 5회 회당 60분간 전통적 복근 운동과 허리 안정화 운동을 처치한 결과 전통적 복근 운동군에서는 유의한 결과가 나타나지 않았던 반면, 허리 안정화 운동군은 각속도 $60^\circ/\text{sec}$ 에서 등속성 허리 굽힘력 29% 폽력 22% 증가와 함께 통증 지수가 7.50 ± 0.54 점에서 4.50 ± 0.54 점으로 약 40%의 감소율을 보였다. 이러한 결과는 허리안정화 운동이 심부근육을 강화하여 척추에 가해지는 많은 부하로부터 척추를 보호하고 요추

의 불안정성을 제거하여 요통 완화에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 본 연구에서는 실험참여자가 성장기의 청소년임을 고려하여 각속도를 $180^\circ/\text{sec}$, $300^\circ/\text{sec}$ 로 측정하였으며, 필라테스 운동 처치 후 체간 굽힘력과 펴기력의 유의한 증가와 함께 통증 수준이 약 50% 감소하며 선행연구와 유사한 결과를 보였다.

체간 근육은 척추에 위치한 근육들로 기능적으로 척추를 움직이게 하는 동력이며 이러한 힘을 체간 근력이라 한다. 또한 체간 근육은 척추에 가해지는 부하로부터 척추를 보호하고 신체를 안정화 시키는 역할을 하며, 반복적으로 요추에 가해지는 외력을 조절해 추간판이나 척추 주위 조직들의 손상을 예방하기도 한다(Ha, 2008). 이러한 체간 근력의 약화는 정적·동적 활동 시 척추의 안정성을 저하시키며, 굽힘 근력과 펴기 근력의 불균형을 야기하여 자세 안정화를 저하시킨다(Park & Seo, 2013).

필라테스 운동이 체간 근력에 미치는 영향에 선행 연구를 살펴보면, Jang 등(2012)은 여성노인을 대상으로 12주간의 규칙적 필라테스 운동을 처치하여, 체간 굽힘 최대토크($90^\circ/\text{sec}$)가 실험처치 전 $61.41 \pm 13.05\text{Nm}$ 에서 처치 후 $75.91 \pm 16.41\text{Nm}$ 로 약 20% 증가되었다고 보고하였다($p < 0.05$). 본 연구에서도 체간 굽힘 최대토크 변화는 이와 유사한 결과를 나타내었다. 구체적으로 각속도 $180^\circ/\text{sec}$ 에서는 24%, $300^\circ/\text{sec}$ 에서는 10%의 체간 굽힘 최대 토크 증가를 보이며 필라테스 운동이 체간 굽힘 근력 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 Jang 등(2012)의 선행연구에서 체간 펴기 최대토크는 약 17% 증가되었으나, 통계적으로 유의한 차이를 나타나지 않았던 반면, 본 연구의 체간 펴기 최대토크는 각속도 $180^\circ/\text{sec}$ 에서 약 17%, 각속도 $300^\circ/\text{sec}$ 에서도 약 13% 증가하였다. 선행연구가 본 연구의 실험처치보다 4주 길었음에도 불구하고 이러한 최대 토크의 차이는 본 연구와 선행연구의 필라테스 운동프로그램 구성 때문인 것으로 생각된다. Jang 등(2012)의 12주 필라테스 운동 프로그램 구성은 체간 굽힘근 강화 운동 약 60%, 체간 펴기근 강화 운동 약 30%, 체간 측면 강화 운동 약 10%로 구성되어 있었다.

그에 비해 본 연구의 필라테스 운동 프로그램은 체간 굽힘근 강화 운동 약 40%, 체간 펴기근 강화운동 약 40%, 체간 측면 강화 운동 약 20%로 구성되어 있다. 즉, 선행연구에서는 체간 펴기근의 강화 프로그램이 30%에 불과했던 반면, 본 연구의 필라테스 운동 프로그램은 체간 펴기근(척추세움근, 넓은등근, 뭇갈래근)과 볼기근 등을 강화시키는 Bridge, Diamond press, At. arm & leg lift, Swan dive, Swimming 동작 등이 전체 프로그램의 약 40%를 차지하고 있어 체간 펴기근력의 유의한 향상을 야기한 것으로 사료된다.

Bang (2015)은 요통을 지닌 30~40대 여성에게 일반 물리치료와 허리안정화 운동 병행군으로 나누어 8주간, 주 2회, 회당 60분간 실험 처치한 결과 허리 안정화 운동 병행군의 체간 펴기 최대토크($180^\circ/\text{sec}$)가 운동 처치 전 $35.10 \pm 7.34\text{Nm}$ 에서 처치 후 $43.00 \pm 5.27\text{Nm}$ 로 약 23% 유의한 증가를 보고하였다. 본 연구에서도 각속도 $180^\circ/\text{sec}$ 에서 체간 펴기 최대토크는 29% 증가하여 선행연구와 일치하는 결과를 나타냈다. 선행 연구의 허리안정화 운동 프로그램은 9가지 동작으로 구성되었으며, 각 동작 10초, 7회 반복, 전체 2세트로 수행하는 등척성 운동이었다. 이는 본 연구의 필라테스 동작 중 선행연구와 일치하는 Plank (전신근육강화), Lifting hip & lifting one leg (척추기립근, 고관절 굽힘근, 펴기근 강화) 등의 운동이 체간 부위 안정화를 위해 작용하는 근육인 심부 안정근(local muscle)과 표면 안정근(global muscle)에 많은 자극을 주어 체간 펴기근력 강화에 기여한 것으로 생각된다. 그러나 허리안정화 운동 프로그램이 체간 펴기근력 향상에만 도움을 주었다면, 본 연구의 필라테스 운동 프로그램에는 Roll over(복직근, 복사근, 척추기립근, 고관절 굽힘근 강화)와 Teaser(복직근, 복사근, 고관절 굽힘근 강화), Roll up, Hundred, 등의 굽힘근 강화 동작들이 체간 굽힘력 향상에 기여하였다고 생각된다.

한편 Lee (2006)는 중년여성에게 8주간 주 2회 회당 140분 필라테스 운동 프로그램 중재하였고 총 33동작으로 프로그램을 구성하였다. 운동 중재 후 최대근력을 측정한 결과 굽힘력은 각속도 $60^\circ/\text{sec}$, $90^\circ/\text{sec}$, 120°

/sec 에서 모두 유의한 차이가 없었던 반면, 펌근력은 각속도 $60^\circ/\text{sec}$ 에서 약 20% 증가, $90^\circ/\text{sec}$ 에서 약 23% 증가, $120^\circ/\text{sec}$ 에서는 약 17%의 증가율을 보고하였다. 이러한 펌근력의 선택적 증가 결과는 필라테스 운동 프로그램에서 Bridge, Swimming, Swandive 등과 같은 펌근력 강화 동작을 추가 처치하여 펌근력에서만 유의한 증가를 나타낸 것이라고 하였다. 선행연구의 33 동작의 프로그램 중 굽힘력을 강화하는 동작은 40%, 펌근력 강화 동작은 50% 체간의 측면 근육 강화 동작은 10%로 이루어져 있었으며, 이 중 본 연구의 필라테스 프로그램 운동 중 6동작이 선행연구와 일치하여 본 연구에서도 체간 펌근력의 유의한 증가가 나타난 것으로 생각된다.

이러한 결과로 미루어볼 때 요통환자의 경우 정상인과 비교할 때 허리 근력이 약화되어 있으며, 특히 펌근이 굽힘근보다 유의하게 저하되어 있는 특징을 보이고 있으며, 운동 프로그램 구성에 따라 체간 굴근과 펌근의 불균형은 자세 불균형을 초래하여 다양한 임상적 문제를 야기할 수 있으므로 필라테스 운동 프로그램 구성 시 유의하여야 하겠다.

우리나라 청소년들은 입시위주의 교육으로 인해 학교와 학원에서의 장시간 좌식 생활과 스마트 폰의 보급률 증가와 컴퓨터 게임 등으로 여가활동 시간이 줄어들어 신체 활동량이 부족해져 올바른 자세를 유지시키는 체간근의 약화로 쉽게 피로감을 느끼고 무의식적으로 한 쪽을 많이 사용하게 되어 좌·우 근력의 불균형을 일으켜 몸의 균형이 무너지게 된다(Kim & Cho, 2015). 평형능력이란 어떤 공간 내에서 안정성(stability)을 유지하기 위해 신체의 위치를 의지대로 제어하는 능력으로, 평형성 향상을 위한 운동들은 대부분이 체간 안정성을 확보하는데 목적이 있다. 여러 운동들 중 필라테스는 코어 운동을 통한 체간의 안정성 근육군 강화를 강조하고 있으며(Crichley al, 2011), 인체가 평형 잡힌 자세를 유지하고 상대적 신체의 위치를 지각하는 데에는 다양한 감각 요인(체성감각, 전정감각, 시각 정보 등)이 매우 중요한 영향을 미친다(Her, 2008). 본 연구에서는 8주간의 필라테스 운동

중재 후 정적 평형성의 에러율 평균을 산출한 결과 3.28 ± 0.45 점에서 2.65 ± 0.36 점으로 19% 감소하였고, 이는 선행연구들과 일치하는 결과이다. Park 등(2011)은 대학생을 대상으로 12주간 주 2회 회당 80분 필라테스 운동을 처치하여 고유수용성 감각의 오차각도가 61.0% 감소하였으며, 평형 능력 변화는 눈 감은 상태 동요 거리가 약 71%, 눈 뜬 상태 동요 거리는 60%, 한 발 서기 동요 거리는 34% 감소하여 통계적으로 유의한 효과를 보고하였다. 또한 Park (2015)은 리듬체조 선수에게 8주간 주 5회 회당 60분간 전통적 복근운동과 허리 안정화 운동을 처치 후 평형성을 측정한 결과 눈감고 외발서기에서 전통적 복근 운동군은 유의한 향상이 없었던 반면, 허리 안정화 운동군에서는 좌, 우 눈감고 외발서기가 각각 16%, 20% 향상을 보이며 평형성이 유의하게 증가하였음을 확인하였다. 본 연구에서 평형성 향상에 영향을 주었을 것으로 예상되는 동작으로는 Hundred, Roll over, Roll up, Seal 등이 있으며 이러한 동작들은 배곧은근과, 내외복사근 강화로 체간 안정성을 제공하고, 궁극적으로 균형 능력을 향상에 기여한 것으로 생각된다.

V. 결론

요통을 진단받은 여중생을 대상으로 허리 근육 강화 및 안정화 운동 프로그램으로 구성된 규칙적인 필라테스 운동 참여는 여중생 요통 환자의 심부 근육의 증가 및 체간 굽힘 및 신력 근력 향상에 긍정적인 영향을 주어 체형 불균형으로 인해 나타날 수 있는 통증 지수와 평형성에 효과적인 것으로 나타났다.

Acknowledgement

This research was supported by Kyungsoo University Research Grants in 2020.

References

- An NY, Kim KJ. Changes of physical fitness and body balance after pilates rehabilitation training in golfers. *International Journal of Coaching Science*. 2012; 14(3):153-160.
- Bang HS. The effects of lumbar stabilization exercise on muscle activity and isokinetic muscle strength of female patients with chronic low back pain. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2015;10(2): 183-191.
- Cho JH, Lee WY. Effects of lumbar stabilization exercise on lordosis angle and muscular strength in posterior lumbar interbody fusion surgery patients. *The Korean Society of Living Environmental System*. 2010; 17(6):667-674.
- Cho MS, Choi YH, Kim K, et al. The effect of pain reduce a spinal stabilization exercise on lower back pain patients. *Journal of Rehabilitation Science*. 2010; 28(1):39-45.
- Choi BH. Effect of pilates mat exercise in old aged women with low back pain on lumbar muscular strength, pain scale and body composition. Daejeon University. Dissertation of Master's Degree. 2007.
- Crichley DJ, Pierson Z, Battersby G. Effect of pilates mat exercise and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: pilot randomised trial. *Manual Therapy*. 2011;16(2):183-189.
- Giudice E, Grossi D, Angelini R, et al. Spatial cognition in children. I. Development of drawing-related (visuospatial and constructional) abilities in preschool and early school years. *Brain and Development*. 2000;22(6):362-367.
- Ha SH. The effects of lumbar stabilization exercise and sling exercise on the lumbar flexibility, lumbar muscle strength and visual analogue scale of the lower back pain patients. Changwon University. Dissertation of Master's Degree. 2008.
- Her BH, Lee SM, Jin CW, et al. The effect of balance exercise on unstable surface on balance abilities of individuals with visual impairment. *The Korean Journal of Visual Impairment*. 2008;24(1):67-88.
- Jang JE, Yoo YK, Lee BH. The changes of the body composition and vascular flexibility according to Pilates mat exercise during 12 weeks in elderly women. *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*. 2013;8(11):1777-1784.
- Jun HI, Hwang KJ. The effects of 12 weeks of pilates exercise on body composition, pelvis and vertebra posture in ballerina dancers. *Korean Journal of Dance*. 2012;12(1):1-10.
- Kim JS. A study on the education of scoliosis in adolescents. Korea University. Dissertation of Master's Degree. 2000.
- Kim JY. A study on the factors related to perception on body image, weight control attitude, and dietary behaviors in Korean adolescents by body image satisfaction. Chungang University. Dissertation of Master's Degree. 2009.
- Kim KY, Cho OK. The effect of Yoga therapy program on scoliosis and body awareness for middle school students. *Korean Journal of Meditation*. 2015; 5(1):1-16.
- Kim SH, Kim SS, Kim MK. An influence which lumbar stabilization exercise by its exercise intensity Has on the lumbar stabilization and pain of degenerative disc disease patients. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2007;31:933-942.
- Kwon JA. The Effects of Depression and Anxiety on the Physical Education Attitudes in Middle School Girls. Kookmin University. Dissertation of Master's Degree. 2010.
- Latey P. The pilates method; History and philosophy. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2001;5(4):

- 275-282.
- Lee KH. The effect of pilates mat exercise in 8 weeks on middle-aged womens' body composition, lumbar muscle and flexibility. Daejeon University. Dissertation of Master's Degree. 2006
- Lee SH, Kim JH. A study on the actual conditions of scoliosis in fifth and sixth grade school children. *The Journal of the Korean Society of School Health*. 1999;12(1):143-148.
- Norris, CM. An exercise program to enhance lumber stabilization. *Physiotherapy*. 1995;81(3):138-145.
- Oliveira MM, Silva MF, Obara K, et al. The electromyographic activity of the multifidus muscles during the execution of two pilates exercises--swan dive and breast stroke--for healthy people. *Journal of Manipulative Physiological Therapeutics*. 2013;36(5):319-326.
- Park HR. An epidemiologic study on the low back pain and cervicobrachial disorder. Chonnam National University. Dissertation of Doctorate Degree. 1994.
- Park KD, Seo DH. The effects of sling exercise and lumbar stabilization exercise for 8 weeks on spine shape lumbar muscular strength in middle-aged women by chronic lumbar back pain. *Journal of Physical Growth and Motor Development*. 2013;21(4):279-285.
- Park SJ, Kim HN, Cho JH. The effects of the core strengthening-pilates exercise on the performer's physical self-perception and performance confidence of college students majoring in dance. *Official Journal of the Korean Society of Dance Science*. 2013;30(1):107-121.
- Park SS, Chung YJ, Kang HK. Effects of participation in pilates on muscular strength, proprioception, and balance of university students group. *The Korean Journal of Physical Education*. 2011;50(1):235-242.
- Park SY. Effect of lumbar stabilization exercise on lumbago scale, lumbar muscular strength and balance in rhythmic gymnasts. Chungbuk National University. Dissertation of Master's Degree. 2015.
- Robert JJ, Blide RW, McWhorter K et al. The effects of a work hardening program on cardiovascular fitness and muscular strength. *Spine*. 1995;20(10):1187-1193
- Ryu BK, Jung SY, Kim MN, et al. The effects of Pilates mat exercise in 8 weeks on twenty-aged women's body composition, lumbar muscle Strength and flexibility. *Archives of Orthopedic and Sports Physical Therapy*. 2008;4(1):61-66.
- Siler B. The pilates body. New York. Broadway Books. 2000.
- Song SH. The effects of the combined exercise with pilates and yoga on the lumbar muscle strengthening and balance of middle-aged women. Kyunghee University. Dissertation of Master's Degree. 2015.
- Stuge B, Lærum E, Kirkesola G, et al. The efficacy of a treatment program focusing on specific stabilizing exercises for pelvic girdle pain after pregnancy: a randomized controlled trial. *Spine*. 2004;29(4):351-359.
- Yun MJ, Kim KJ. Effects of 8 weeks Pilates for the body balance, posture and pain in players of tennis, archery, and athletics. *Health and Sports Medicine*. 2012;14(3):103-113.