8주간의 필라테스 코어 강화 훈련이 기계체조 링 L-자 버티기 동작의 안정성 및 비대칭에 미치는 효과

The Effect of an 8-week Pillates Core Training for the Stability and Symmetric on the L-sit of the Rings

Abstract

Objective: The gymnastics on rings needs high level of muscle strength with balance ability for controlling the body. A study on new balance training program is necessary for elite gymnasts. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effects of 8-weeks pilates core-muscle training for balance ability and asymmetry index of L-sit on rings in male elite gymnasts.

Method: Ten elite gymnasts(age: 20.6±0.7 years, Height: 169.9±4.9 cm, Weight: 65.4±5.6 kg, Career: 20.6±0.7 years), who are the students in K-university, participated in this study.

Results: Firstly, range of COM displayed a decrease tendency in anterior-posterior direction. Secondly, left hip joint angle was significantly increased after pilates training. In addition, knee extension and ankle dorsiflexion angle were also increased after pilates training. Thirdly, ROM showed increased range after pilates training. Fourthly, symmetry value was increased in hip angle, and symmetry index in all joint of ROM was decreased. In result, the pilates core-muscle training influence static balance ability in L-sit on rings.

Conclusion: Accordingly, it is suitable for the enhancement training of basic balance ability in gymnastics on rings.

Keywords: gymnastics, rings, L-sit, perturbation, symmetry

Introduction

기계체조 링 종목은 매트 위 260cm 높이로부터 흔들리는 두 개의 링 줄을 이용하여 개인의 표현 능력과 기술을 가리는 종목이다(Kim & Nam, 2015). 기술을 구성하는 주요 내용에는 흔들기, 힘 기술 및 버티기가 있으며 (Federation of International Gymnastics, 2013), 링을 잡고 기술을 수행하기 때문에 다른 종목에 비해 많은 근력을 필요로 하는 종목이다(Back, Park, & Lee, 2006; Bemasconi, Tordi, Parratte, & Rouillon, 2004; Dunlavy et al,. 2007).

링 종목은 경기 특성상 5가지 연기요소그룹으로 구분되는데 제 Ⅰ그룹은 차오르기와 스윙 동작(L-자 버티기 포함), 제 Ⅱ그룹은 흔들어 물구나무서기 동작(2초), 제 Ⅲ그룹은 흔들어 오르며 힘으로 버티기 동작(L-자 버티기 제외, 2초 정지), 제 Ⅳ그룹은 힘으로 버티기 동작(2초), 제 Ⅴ그룹은 내리기 동작이다. 링 종목은 반드시 위 요소그룹 중 1개 이상의 단일기술이 포함되어야 하는 특징을 가지고 있으며(FIG, 2013), 스윙 및 버티기 동작에서 볼 수 있듯이, 역동적인 동작뿐만 아니라 대부분의 기술 연계에서 힘 버터기가 시행되기 때문에, 흔들림 없는 정적 균형성이 반드시 요구되는 종목이다(Han & Jeong, 2012; Omorczyk, Kost, Dudek, Bujas, & Nosiadek, 2013). 그 중 L-자 버티기 동작(L-sit)은 정적 균형성을 평가하는 가장 기초적인 동작으로서(Sommer, 2008), 단일 수행부터 다양한 연계기술로(Straddled L-sit, Uprise fwd to L-sit, Any-cross, Backward swing to L-sit, Kip to L-sit, Uprise bwd. to straddled L-sit, From cross, press to L-sit)이어지는 힘 기술이다(FIG, 2013).

Uzunov(2012)은 L-자 버티기 기술에 대해 고난도 기술로 돌입하기 전 최초 L-sit부터 연계동작 Hand stand, Pike 등의 완벽한 수행을 위해선 반드시 훈련되어야 하는 기술로 보고하였으며, Sommer (2008)은 링 종목 L-sit 동작 시 불안정한 링 줄의 흔들림을 극복하기 위하여서는, 등(back flat), 가슴(chest up), 팔꿈치(elbow locked), 엉덩관절(hip forward), 하지(hold leg)의 복합적인 협응 능력을 향상시켜야 한다고 보고하였다.

FIG(2013)의 채점 규칙에 의하면 L-자 버티기 동작은 최고난도인 F (0.6) 구성에 비해 낮은 난도(A, B, C)에서 단독으로 평가되고 있지만, L-cross, V-sit에 이은 고난이도(D, E) 도전 시, 그 시작단계에 위치하기 때문에 다수의 균형성 평가 항목과 직접적으로 연계되어 있으며, 경기의 완성도를 결정짓는 기본 기술로서 가장 많은 시간 할애가 이루어져야 한다고 보고된 바 있다(Sommer, 2008). 따라서 링 종목의 L-sit 기술 분석은 경기의 성공적 수행을 위해 반드시 이루어져야할 과제라 할 수 있다.

그동안의 링 종목에 대한 선행연구들은 대부분 근전도 분석이 시행되어 왔다. Yoon (1977)은 근전도 분석 방법을 이용하여 효과적인 강화 훈련법을 고안할 수 있다고 제시하였으며, Kim (1985)은 링 운동 십자 버티기 동작 시 숙련자에게서 상지 근활성이 높게 나타났다고 보고하였다. 또한, 김명철 (2001)은 십자 물구나무서기 EMG 분석에서 근활성 최대치의 활성 순서는 상완 이두근, 삼각근 순서로 나타났다고 보고하였으며, Park (2004)은 Swallow 동작 시 근활성은 척주기립근, 대흉근, 장장근(긴손바닥근), 상완삼두근, 삼각근, 광배근, 승모근의 순으로 나타나지만, 개인의 근육 분포를 고려할 때, 안정된 동작을 위해선 대흉근의 활성도를 높여야 한다고 제시한 바 있다.

그러나 앞선 선행연구들은 동작 상태에 따른 근활성, 근 활성 순서, 근활성 위치 등, 힘의 양만을 측정한 단편적 연구들이 대부분이었으며, 실제 경기력 향상에 영향을 미칠 수 있는 훈련 프로그램 개발에 대한연구는 제한적으로 실시되어 왔다.

최근 Jason (2011)의 연구에 의하면, 링 종목 시 불안정하게 흔들리는 신체를 지속해서 유지하려는 방법으로서, 인체 중심부에 복합적으로 작용하는 코어(core) 근육들의 수용력(capacity)을 높이는 것이 해결책이 될 수 있다고 제시한 바 있다.

이와 관련해, 그동안 엘리트 선수들에게는 다양한 방법의 코어훈련법이 적용되고 있지만(Basset & Leach, 2011; Hibbs, Thompson, French, Wrigley, & Spears, 2008; Kim & Lee, 2010; McGil, 2010; Verschueren, Roelants, Delecluse, Swinnen, Vanderschueren, & Boonen, 2004; Wang & Li, 2007), 대부분이 선수의 경기력 향상과는 반대로 상해 후 재활에 관한 연구(Hibbs et al, 2008; Kim & Lee, 2010; McGil, 2010), 코어 훈련 시 단일 근육 강성 척도에 대한 연구(Wang & Li, 2007) 등 엘리트 선수들의 기능 향상과 관련한 새로운 적용은 미흡한 실정이다. 최근, 기구를 이용한 코어훈련 강화방법으로 필라테스(Pilates) 운동이 새롭게 주목 받고 있는데(Critchley, Pierson, & Battersby, 2011; Culligan et al., 2010; Emery, De Serres, McMillan, & Cote, 2010; Irez,, Ozdemir, Evin, Irez, & Korkusuz, 2011; Kloubec, 2010; Park & Kim, 2007), 필라테스 운동이란 척주 중립(netural spine)을 목적으로 창안된 조절 운동(controloty)으로서, 척주기립근(spinal erector muscle), 배가로근(transversus abdominis), 내 복사근(internal oblique) 등 심근(core muscle)을 발달시켜 척추 안정화와 골반, 엉덩이 조절을 위한 근력 등, 조정력에 필요한 기능적인 측면을 강조하고 있는 운동이다(Phrompaet, Paungmali, Pirunsan, & Sitilertpisan, 2011).

특히, 중심화, 집중, 자세제어, 정밀화, 호흡, 흐름과 같은 정적움직임의 기본구성을 원칙으로 하고 있어서 (Herrington & Davies, 2005; Johnson, Larsen, Ozawa, Wilson, & Kennedy, 2007; McMillan, Proteau, & Lebe, 1998; Sekendiz, Altun, Korkusuz & Akin, 2007), 힘 버티기 및 정적 균형성이 요구되는 링 종목에 효과적인 훈련법으로 제시될 수 있을 것으로 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 8주간 변형된 필라테스 코어 강화훈련법을 적용하여 기계체조 L-자 버티기 시 발생하는 운동학적 변화를 분석해, 엘리트 선수들의 균형성 향상 프로그램으로서의 필라테스 효과를 평가하고자 한다.

Method

1. 연구 대상자

본 연구는 K 대학교에 재학 중인 체조선수 10명을 대상으로 실시하였으며, 기존 훈련을 지속한 통제군(CG: control group) 5명과 기존훈련과 8주간 필라테스 강화훈련을 병행한 훈련군(TG: training group) 5명으로 실시하였다. 대상자의 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Research participants

Group (n)	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Career (years)
Control Group	21.8±0.8	167.4±4.6	63.4±4.4	11.6±1.5

(5)				
Training Group (5)	21.4±0.5	172.4±4.0	67.4±6.5	11.8±1.8

2. 운동프로그램

본 연구에서 사용된 필라테스 강화 운동프로그램의 구성은 체조선수들의 수준을 고려하기 위해 현직 필라테스 전문 지도자와 k 대학 체조 지도자의 논의를 통해 구성되었으며, 훈련 시간은 주 2회 1시간씩 규칙적으로 실시하되, 각 전문 지도자가 모두 동석한 가운데 시행되었다. 선수들에게 적용된 필라테스 운동프로그램의 항목은 <Table 2>와 같다.

Table 2. Pillates core training program

Exercise	Times
Abdominal Curls - feet on the floor - legs in the chair position - legs straight, ring between the legs	8
Oblique Abdominals - criss cross - oblique reach (abdomnals with the ring between the legs)	8
Hip Lift - head down - head up	6
Roll up	6
Roll over	6
The Hundred - knees bent - lift the upper body & lower the legs	5
Bridge - marching, bridge position lift one leg off the mat - ridge position, one leg on the ring	6
Rolling like a ball	10
Open leg rocker	6
Teaser series - Teaser #1 - Teaser #2 - Teaser #3	4
Side leg series (both sides) - leg lifts, advanced position - leg circles, advanced position - bananas, lift bottom arm & ring squeeze	8
Jackknife	6
Opposite arm and leg reach 3	4
Leg pull down	6
Leg pull up	6
Kneeling side kicks (each side)	6
Kneeling side circles (each side)	6
Side bend twist (each side)	4
Side bend mermaid (each side)	4

Figure 1. Pilates core training.

3. 실험절차

실험은 필라테스 코어 강화훈련 전·후 링 위에서 L-자 버티기 단일 항목으로 실시하였으며(L-sit), 2초간의 동작 수행 동안 나타나는 균형성을 분석하였다. 완성 동작의 유 · 무 판정은 K 대학 내 기계체조 심판원(심판자격소지자)의 평가를 통해 확인 하였다. 동작 촬영을 위해 반사 마커(reflect marker)를 각 관절 점(상지 4개, 하지 4개)과 링(각 2개)에 부착하였으며, 8대의 적외선 카메라(Oqus 500, Qualisys, Sweden)를 이용하여 자료를 수집을 실시하였다. 이때, 카메라의 샘플링률(sampling rate)은 100 Hz로 실시하였으며, 추출된 3차원 좌표의 자료처리를 위해 Buterworth 2nd order low-pass filter를 사용하여 노이즈를 감소 시켰다. 이때, 차단주파수는 6 Hz로 설정하였다.

4. 자료분석

기계체조 링 종목의 L-자 버티기 동작의 균형성을 분석하기 위하여 Qualisys Track manager software (Qualisys, Sweden)와 Matlab R2009b software (The Mathworks, USA)를 사용하였으며, 인체 모델링을 위해각 관절 점에 부착된 16개의 마커를 이용하여 운동학적 자료를 산출하였다. L-sit 버티기 완성 동작의 판단 기준은 FIG(2013) 채점규칙에 의거한 링 위에서 하지를 곧게 편(수평) L-자 형태로 2초간 움직이지 않는 것이며, 완전 동작을 벗어난 각도(15도 이내, 16-30도, 45도 이상) 및 손과 발, 또는 몸을 조정할 경우, 링 줄이 심하게 흔들릴 경우 등, 규칙 22항 미적 및 기술적으로 연출 규정을 위반하지 않은 완성된 자세를 통과기준으로하여 심판원을 통해 검수하였다<Figure 2>. 실험 환경에 대한 적응을 위하여 3회의 시기를 실시 하였으며, 이중 가장 안정적인 자세를 보이는 1 시기를 심판원을 통해 확인후 분석하였다.

Figure 2. Rule of L-sit

6. 분석 변인

엘리트 체조선수들의 링 종목 L-자 버티기에 대한 필라테스 코어 강화훈련의 효과를 알아보기 위해 다음과 같은 L-sit 동작의 운동학변인의 평균과 표준편차, 비대칭 지수(Symmetry Index)를 분석하였다.

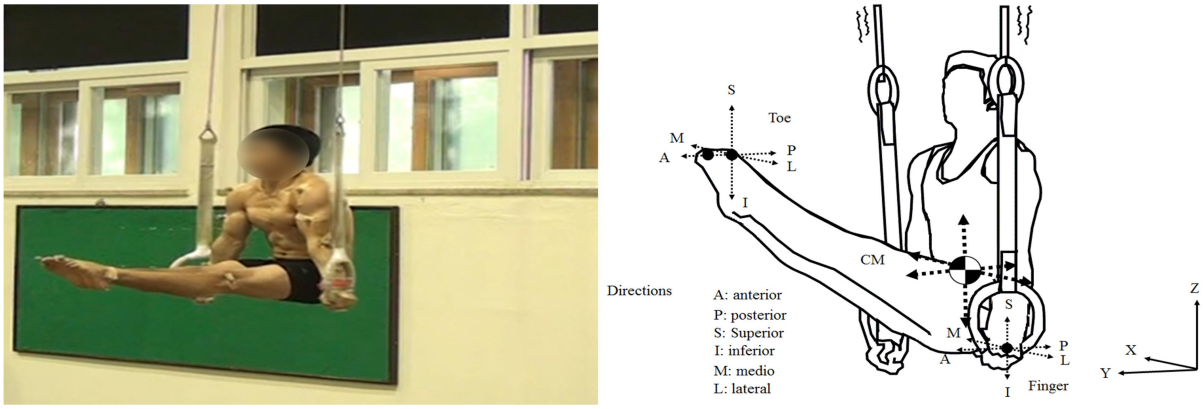

Figure 3. L-sit posture

1) 움직임범위(Displacement)

힘 버티기 시 감점 요인으로 작용하는 흔들림의 정도와 신체중심의 이동 궤적의 차이(FIG, 2003)를 확인하기 위하여, 각 요인의 변위(전후: anterior-posterior, 좌우: medio-lateral, 상하: superior-inferior)를 분석하였다.

- COM (centre of mass)
- Finger position
- Toe position

2) 관절 각도 & 관절 가동범위(Angle & ROM: range of motion)

힘 버티기 시 흔들림과 신체 이동을 억제하는 선수의 자세 변화를 분석하기 위하여, 하지 관절의 각도와 관절의 가동범위를 분석하였다.

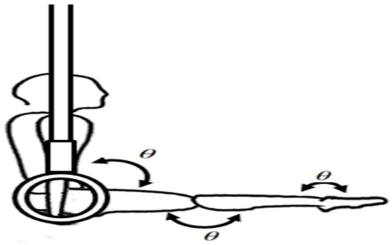

Figure 4. Define angles

- Hip joint angle
- Knee joint angle
- Ankle joint angle

3) 비대칭지수(SI: symetric Index)

좌우 비대칭 정도를 살펴볼 수 있는 분석법(Kim & Eng, 2003; Robinson, Herzog, & Nigg, 1987)으로 본 연구에서는 좌우 하지 관절각의 대칭 지수, 하지 관절각 범위의 대칭 지수를 산출 하였다. 이때, SI 지수가 0%에 가까울수록 좌우가 대칭에 가깝다고 평가할 수 있으며, 그 범위의 한도는 200%까지 나타날 수 있다(Yoo et al, 2014).

$$\mathrm{SI} = \frac{|X_R - X_L|}{\frac{1}{2}(X_R + X_L)} \times 100$$

X_R = 오른발 변인, X_L = 왼발 변인

7. 통계 처리

본 연구에서 필라테스 강화훈련 전 · 후와 집단간 차이를 살펴보기 위하여 반복측정 변량분석(two-way repeated measure analysis of variance)을 실시하였으며, 이때, 유의 수준은 α=.05로 설정하였다.

Results

8주간의 필라테스 코어 강화훈련이 링 종목 L-자 버티기 동작의 균형성에 미치는 효과를 알아보기 위하여, 동작 수행 동안 나타나는 신체중심 움직임 범위, 손끝과 발끝의 움직임 범위, 하지관절 각도와 관절 가동범위, 비대칭지수를 측정한 결과는 다음과 같다.

1. 신체 움직임 범위

신체 중심의 움직임 범위는 전·후, 좌·우, 상·하 모두에서 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 좌·우 범위에서 통제군이 평균 5.03±3.46 cm에서 6.16±3.38 cm로 움직임이 증가하는 경향을 보였고, 훈련군은 평균 4.96±3.32 cm에서 평균 3.38±0.91 cm로 감소하여 세 항목 중 유일하게 상반된 경향을 보였다〈Table 3〉. 손 끝과 발끝의 움직임 범위는 우측 손끝 상하 움직임에서 훈련전 4.39±1.08 cm 훈련후 7.17±2.77 cm를 보이면서 요인간 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 우측 · 좌측 발끝의 좌우 범위에서는 상호작용 효과만 각각 p=.03을 보이면서 훈련에 따른 효과가 있는 것으로 나타났다.

Table 3. Oscillation of motion

Variables	Group	Pre-test	Post-test	F(p)
COM range M-L	CG	5.03±3.46	6.16±3.38	0.04(0.85)
	TG	4.96±3.32	3.38±0.91	
	F(p)	0.91(0.37)		1.44(0.26)
COM range A-P	CG	7.58±3.07	3.37±2.91	3.35(0.10)
	TG	11.38±7.42	10.02±4.95	
	F(p)	3.68(0.09)		0.87(0.38)
COM range S-I	CG	0.88±0.52	1.05±0.62	4.14(0.08)
	TG	0.89±0.10	1.05±0.33	
	F(p)	0.00(0.99)		0.01(0.91)
R Finger M-L	CG	5.27±3.60	6.49±3.64	0.23(0.65)
	TG	5.96±3.84	5.94±1.88	
	F(p)	0.00(0.97)		0.24(0.64)
R Finger A-P	CG	10.61±3.24	7.09±2.26	1.67(0.23)
	TG	13.32±7.93	113.45±6.09	
	F(p)	1.78(0.22)		0.07(0.80)
R Finger S-I	CG	3.86±0.66	5.96±2.63	10.38(0.01)
	TG	4.39±1.08	7.17±2.77*	
	F(p)	0.73(0.42)		0.20(0.67)
L Finger M-L	CG	7.14±3.99	8.78±3.95	0.40(0.54)
	TG	7.51±4.10	3.90±1.71	
	F(p)	1.86(0.21)		2.85(0.13)
L Finger A-P	CG	10.05±2.53	5.22±3.25	2.51(0.15)
	TG	14.42±7.96	14.05±5.90	
	F(p)	4.93(0.06)		1.83(0.21)
L Finger S-I	CG	5.44±4.68	3.46±2.51	0.16(0.70)
	TG	4.07±2.11	6.82±4.78	

	F(p)	0.21(0.66)		6.05(0.04)
R toe M-L	CG	5.96±3.81	9.15±4.12	0.04(0.84)
	TG	7.80±4.07	5.07±3.57	
	F(p)	0.26(0.62)		7.02(0.03)
R toe A-P	CG	8.62±3.61	4.26±3.17	2.77(0.13)
	TG	11.20±8.06	9.55±5.10	
	F(p)	1.90(0.21)		0.56(0.47)
R toe S-I	CG	5.47±06.58	8.36±4.72	3.39(0.10)
	TG	5.50±1.93	6.88±08.86	
	F(p)	0.38(0.56)		0.43(0.53)
L toe M-L	CG	6.05±3.73	9.12±4.11	0.04(0.85)
	TG	7.90±4.10	5.28±3.39	
	F(p)	0.21(0.66)		6.53(0.03)
L toe A-P	CG	8.50±3.61	4.27±3.21	3.00(0.12)
	TG	11.61±8.04	10.03±5.51	
	F(p)	2.19(0.18)		0.62(0.45)
L toe S-I	CG	5.53±0.89	8.16±4.77	3.33(0.11)
	TG	5.46±1.72	7.12±0.89	
	F(p)	0.23(0.65)		0.17(0.69)

COM: center of mass, R: right, L: left M: medio, L: lateral, A: anterior, P: posterior, S: superior, I: inferior
the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at p<.05

2. 하지관절 각도

L-자 버티기 수행 동안 나타난 하지관절 각도는 좌측 엉덩관절에서 통제군이 훈련전 62.89±4.46°에서 67.50±8.97°로 증가하였으며, 훈련군이 59.16±5.62°에서 68.11±4.56로 증가하며 통계적인 차이를 보였다(p=.01). 무릎각은 우측 관절의 경우 집단간에 통계적으로 차이를 보였으며, 좌측 무릎 관절에서는 통제군이 174.97±2.31°에서 174.66±2.93°로 변화가 없었고, 훈련군은 171.98±2.76°에서 178.49±1.42°로 증가하며 통계적인 차이를 보였다(p=.01). 이때, 상호작용 효과가 있는 것으로 나타나(p=.01), 훈련에 따른 효과가 있는 것으로 나타났다<Table 4>. 발목각은 우측 관절에서 통제군이 141.61± 10.95°에서 136.86±6.45°로 감소하였으며, 훈련군은 136.06±6.12°에서 129.64±6.55°로 감소하며 통계적인 차이를 보였다(p=.01).

Table 4. Joint angle

Variables	Group	Pre-test	Post-test	F(p)
R Hip	CG	73.63±4.76	73.15±6.18	2.98(0.12)
	TG	72.93±8.15	67.66±6.31	
	F(p)	0.69(0.43)		2.08(0.19)
L hip	CG	62.89±4.46	67.50±8.97	12.60(0.01)
	TG	59.16±5.62	68.11±4.56*	
	F(p)	0.21(0.66)		1.29(0.29)
R knee	CG	176.44±1.14	177.67±1.39	1.81(0.22)
	TG	173.95±2.2	175.05±3.2	
	F(p)	6.00(0.04)		0.01(0.94)
L knee	CG	174.97±2.31	174.66±2.93	11.09(0.01)
	TG	171.98±2.76	178.49±1.42*	
	F(p)	0.12(0.74)		13.39(0.01)
R ankle	CG	141.61±10.95	136.86±6.45	10.23(0.01)
	TG	136.06±6.12	129.64±6.55*	
	F(p)	1.93(0.20)		0.23(0.65)
L ankle	CG	140.35±12.59	134.75±10.67	3.63(0.09)
	TG	133.36±6.97	131.71±8.32	
	F(p)	0.71(0.42)		1.07(0.33)

R: right, L: left
the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at p<.05

3. 하지관절의 가동범위

L-자 버티기 수행 동안 나타난 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 가동범위는 전반적으로 훈련후 증가하는 경향을 보였다<Table 5>. 특히, 우측 무릎관절의 경우 통제군이 0.74±0.28°에서 0.88±0.26로 큰 변화가 없었으나, 훈련군은 훈련 전 0.84±0.56°범위에서 훈련 후 1.98±0.91°로 증가하며 통계적인 차이를 보였다(p=.01). 또한, 훈련에따른 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다(p=.02).

Table 5. Range of motion

Variables	Group	Pre-test	Post-test	F(p)
R Hip	CG	2.81±1.34	3.01±1.94	0.53(0.49)
	TG	2.35±0.92	3.04±1.09	
	F(p)	0.12(0.74)		0.16(0.70)
L hip	CG	2.54±1.14	2.83±1.24	3.02(0.12)
	TG	2.6±0.98	4.02±1.62	
	F(p)	0.97(0.35)		1.32(0.28)
R knee	CG	0.74±0.28	0.88±0.26	12.73(0.01)
	TG	0.84±0.56	1.98±0.91*	
	F(p)	3.79(0.09)		7.81(0.02)
L knee	CG	1.22±0.56	1.90±2.19	1.07(0.33)
	TG	0.76±0.20	1.35±1.31	
	F(p)	0.81(0.39)		0.01(0.94)
R ankle	CG	1.11±0.56	1.77±0.63	4.92(0.06)
	TG	1.60±0.95	2.18±0.74	
	F(p)	1.45(0.26)		0.02(0.89)
L ankle	CG	2.05±1.92	2.74±2.45	0.01(0.92)
	TG	2.23±1.28	1.71±0.56	
	F(p)	0.45(0.52)		0.48(0.51)

the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at p<.05

4. 비대칭 지수

L-자 버티기 시 나타난 양측 하지관절의 각도와 관절 가동범위의 비대칭 지수를 살펴보면, 하지관절 각도중 엉덩관절의 경우, 통제군이 15.75±5.42%에서 11.42±7.9%로 감소하였으며<Table 6>, 훈련군이 20.69± 8.68%에서 4.24±2.68%로 비대칭률이 줄어들면서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p=.00). 이때, 훈련에 의한 상호작용효과는 있는 것으로 나타났다(p=.04).

Table 6. Symmetry index of joint angle

Variables	Group	Pre-test	Post-test	F(p)
Hip	CG	15.75±5.42	11.42±7.9	17.71(0.00)
	TG	20.69±8.68	4.24±2.68*	
	F(p)	0.11(0.75)		6.02(0.04)
Knee	CG	1.4±0.6	1.84±1.05	0.43(0.53)
	TG	1.94±1.21	2.15±1.37	
	F(p)	0.77(0.40)		0.05(0.82)
Ankle	CG	2.58±1.23	2.6±3.38	0.02(0.89)

	TG	5.53±1.97	5.81±3.23	
	F(p)	5.75(0.04)		0.02(0.90)

the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at p<.05

반면, 무릎과, 발목에서는 모든 요소에서 통계적인 차이가 나타나지 않았으며, 하지관절의 가동범위 에 대한 비대칭률 또한 모든 관절, 모든 요소에서 통계적인 차이가 나타나지 않아, 훈련에 의한 비대칭률에는 차이가 없는 것으로 나타났다<Table 7>.

Table 7. Symmetry index of ROM

Variables	Group	Pre-test	Post-test	F(p)
Hip	CG	26.04±15.56	20.64±8.34	1.38(0.27)
	TG	54.43±27.03	37.64±41.01	
	F(p)	2.81(0.13)		0.37(0.56)
Knee	CG	47.75±28.04	58.45±51.4	0.53(0.49)
	TG	58.61±29.21	69.23±37.1	
	F(p)	0.33(0.58)		0.00(1.00)
Ankle	CG	49.29±39.67	63.3±49.42	0.05(0.83)
	TG	45.89±20.21	38.85±26.77	
	F(p)	0.71(0.42)		0.46(0.52)

the * symbol indicates a significant difference between pre-training and post-training at p<.05

Discussion

본 연구는 기계체조 링 종목의 L-자버티기(L-sit) 시 나타나는 정적 균형성에 대한 필라테스의 훈련 효과를 알아보기 위해 시행되었으며, 흔들리는 링을 이용한 균형성 평가 변인으로 신체 중심의 위치변화량(displacement), 손끝과 발끝의 위치 변화량, 하지관절의 각도와 가동범위(ROM), 비대칭지수(SI)를 살펴보았다.

첫 째, 신체 중심의 움직임 범위를 살펴보면, 모든 방향에서 훈련에 의한 통계적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 두 집단의 좌·우 움직임 범위에서 통제군이 증가(훈련전: 5.03±3.46 cm, 훈련후: 6.16± 3.38cm)하고, 훈련군이 감소(훈련전: 4.96±3.32 cm, 훈련후: 3.38±0.91 cm) 하는 상이한 패턴을 고려해 볼 때, 훈련에 의한 신체 좌·우 움직임은 간접적으로 영향이 있는 것으로 판단되며, 주동 팔의 손끝 상하 움직임 범위가 훈련군에서 유의하게 증가한 결과와, 양 발끝의 좌·우 범위에서 훈련에 따른 상호작용 효과(p=.03)가 나타난 결과를 토대로, 필라테스 훈련시 손의 움직임과 발의 움직임이 신체 중심의 좌·우 움직임 변화를 감소시키는데 긍정적인 영향을 줄 수 있는 것으로 판단된다.

둘째, 하지관절 각도를 살펴보면, 좌측 엉덩관절에서 훈련군이 59.16±5.62°에서 68.11±4.56°로 증가하며 유의한 차이를 보였지만(p=.01), 평균각이 감소한 우측 엉덩 관절각과 다른 패턴을 보여, 동작 시 고관절의 양측 움직임이 서로 다르게 작용하는 것으로 나타났다. 이는, Uzunov (2012)가 제시한 L-sit 동작 시 엉덩 관절은 전방을 향하고(hip forward) 하지는 곧게 펴야 한다고 주장한 내용과 일맥상통하는 내용으로서, 코어 훈련 시 나타나는 운동제어(motore control) 기능으로 추측되며(Akuthota & Nadler, 2004), 신체 중심점의 안정화를 위한 골반 움직임(McGill, 2010)이 작용한 것으로 판단된다. 또한, 무릎 관절각에서 전반적으로 각도가 증가한 이유는, 신체 중심에 힘을 효율적으로 전달하기 위한 무릎의 폄 자세로서(Uzunov, 2012) 하지에 작용하는 무게저항을 이용하는 것으로 판단되며(Willardson, 2007), 발목 관절 각의 감소가 두 집단 모두에서 나타난 결과 역시 링 종목 L-sit 동작 시 하지의 곧은 신전을 유지하기 위한 기술 발휘가 나타난 것으로 생각된다.

특히, 하지 관절 각과 연관된 관절 가동범위(ROM)를 살펴보면, 우측 무릎각에서 훈련군이 훈련 전 0.84±0.56°에서 훈련 후 1.98±0.91°로 증가하여 통계적으로 유의한 차이가 나타났고(p=.01), 전반적으로 다른 관절에서도 각도 범위가 증가하였는데, 본 결과는 앞서 전술한 하지관절의 조절 능력에 기인한다고 생각되며, 하지관절의 비

대칭 지수에서 얻게 된 확정적인 결과로, 엉덩 관절이 훈련을 통해 좌·우 대칭성이 좋아졌다는 것과(훈련 전: 12.22 ±6.31%, 훈련 후 2.32± 1.38), 훈련에 의한 효과가 집단과 시기 내에 명확히 작용한다는 것이다(p=.05).

이는, L-sit 자세의 최종 목적인 흔들림 억제가 전제로 된 상황에서, 하지군의 불안정한 움직임을 Alternative 현상을 통해 고관절이 조정하고 있는 것으로 판단되며, 링 특유의 자유로운 움직임(all direc tions freely: Yamada, Watanabe, Kiguchi, & Izumi, 2001)때문에, 신체고정(Plessner & Schallies, 2005)이 어려운 상황에서도 하지(knee, ankle)의 의도적 변화를 통해, 고관절의 안정적 수행(handling)을 돕는 기여자 역할을 하는 것으로 판단된다.

결국, 이와같은 결과는 균형을 위한 핵심적인 요소인 평형성과 민첩성(Kim et al. 2007; Chae, Jang, & Woo, 1992)에 서 볼 수 있는 정확하고 빠른 움직임이 필라테스 훈련을 통해 증가하였음을 나타내는 것이라고 판단 된다.

Conclusion

본 연구는 8주간의 필라테스 코어 강화훈련이 링 종목 L-sit 동작의 균형성에 미치는 효과를 알아보기 위해 시행되었다. 이를 위해 기존훈련만을 실시한 통제집단 5명과 필라테스 코어 강화훈련을 병행한 훈련집단 5명을 선정하였으며, 훈련 전·후 나타나는 신체의 움직임 범위, 하지관절각도, 하지관절 가동범위, 비대칭지수를 분석하였다. 결론은 다음과 같다.

첫째, 신체움직임 범위는 좌·우 방향에서 감소되는 패턴을 보였다. 둘째, 좌측 엉덩 관절각은 훈련 후 증가하였으며, 무릎 관절각은 코어 운동 후 증가하였고, 발목 관절각은 배측굴곡 되었다. 셋째, 관절 가동범위는 코어운동 후 증가하였다. 넷째, 엉덩관절 각에서 대칭율이 증가하였고, 모든 관절 가동범위(ROM)은 증가하였다. 따라서 필라테스 코어 강화훈련은 링 종목의 L-자 버티기 동작의 정적 균형성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 링 종목의 기초 균형성 향상 프로그램으로 적절하다고 판단된다.

Reference

Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *85*, 86-92.

Back, J. H., Park, J. H., & Lee, Y. S. (2006). Longitudinal Kinematical Analysis of Kip to Swallow Motion in Rings. *Korean Society of Sports Biomechanics*, *16*(3), 173-181.

Basset, S. H., & Leach, L. L. (2011). The effect of an eight-week training programme on core stability in junior female elite gymnasts. *Afr. J. Phys. Hlth. Edu*, 9-19.

Bernasconi, S., Tordi, N., Parratte, B., Rouillon, J. D., & Monnier, G. (2004). Surface electromyography of nine shoulder muscles in two iron cross conditions in gymnastics. *Journal of sports medicine and physical fitness*, *44*(3), 240-245.

Chae, H. W., Jang, Y. S., & Woo, B. W. (1992). *Sport Physiology for Coaches*. Bogyung: Seoul.

Critchley, D. J., Pierson, Z., & Battersby, G. (2011). Effect of pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: pilot randomised trial. *Manual Therapy*, *16*(2), 183-189.

Culligan, P. J., Scherer, J., Dyer, K., Priestley, J. L., Guingon-White, G., Delvecchio, D., & Vangeli, M. (2010). A randomized clinical trial comparing pelvic floor muscle training to a Pilates exercise program for improving pelvic muscle strength. *International Urogynecology Journal*, *21*(4), 401-408.

Dunlavy, J. K., Sands, W. A., McNeal, J. R., Stone, M. H., Smith, S. L., Jemni, M., & Haff, G. G. (2007). Strength performance assessment in a simulated men's gymnastics still rings cross. *Journal of sports science & medicine*, *6*(1), 93-97.

Emery, K., De Serres, S. J., McMillan, A., & Côté, J. N. (2010). The effects of a Pilates training program on arm–trunk posture and movement. *Clinical Biomechanics*, *25*(2), 124-130.

Federation of International Gymnastics (2013). *International Code of Point-man Artistic Gymnasts*.

Han, S. H., & Jeong, I. S. (2012). Kinematic Analysis on Forward Roll in Leaning Position after Performing Floor Exercise Handstand. *The Korea Journal of Sports Science*, *21*(3), 1409-1420.

Herrington, L., & Davies, R. (2005). The influence of Pilates training on the ability to contract the transversus abdominis muscle in asymptomatic individuals. *Journal of bodywork and Movement Therapies*, *9*(1), 52-57.

Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports medicine*, *38*(12), 995-1008.

Irez, G. B., Ozdemir, R. A., Evin, R., Irez, S. G., & Korkusuz, F. (2011). Integrating Pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *Journal of Sports Science & Medicine*, *10*(1), 105-111.

Jason Shea M. S., & PICP, P. (2011). *Rethinking Core Training.* APECSl: USA.

Johnson, E. G., Larsen, A., Ozawa, H., Wilson, C. A., & Kennedy, K. L. (2007). The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *11*(3) 238-242.

Kim, C. M., & Eng, J. J. (2003). Symmetry in vertical ground reaction force is accompanied by symmetry in temporal but not distance variables of gait in persons with stroke. *Gait and Posture*, *18*(1), 23-28.

Kim, D. M., & Nam, S. K. (2015). Trend Analysis of Exercise Content on the Rings Final in the Artistic Gymnastics World Championships 2015. *The Korean Journal of Sport, 14*(2), 51-60.

Kim, K. H., Kim, K. B., Choi, M. D., Heo, J. Lee, D. S., Park, J. H. Joe, K. L., Kim, H. G., & Jung, D. S., (2007). *Measurement and Evaluation of Physical Education*. Hyungsung: Seoul.

Kim, K. H., & Lee, S. C. (2010). Dynamic Stability Effect of Applicable Core and Neuromuscular Training for 12 Weeks. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *20*(1), 101-108.

Kim, M. C. (2001). *EMG Analysis of Handstand Motion in Rings*. Unpublished master thesis, Busan University.

Kim, W. S. (1985). *EMG Analysis of the Ring Movement*. Unpublished master thesis, Yeungnam University.

Kloubec, J. A. (2010). Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(3), 661-667.

McGill, S. (2010). Core training: Evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength & Conditioning Journal*, *32*(3), 33-46.

McMillan, A., Proteau, L., & Lèbe, R. M. (1998). The effect of Pilates-based training on dancers' dynamic posture. *Journal of Dance Medicine & Science*, *2*(3), 101-107.

Omorczyk, J., Kost, M., Dudek, D., Bujas, P., & Nosiadek, L. (2013). The level of technical efficiency of youngest-category gymnasts based on the phase structure of elementary floor exercises. *ANTROPOM OTORYKA*.

Park, I. B., & Kim, J. T. (2007). The Effects of Elastic Resistance and Pilates Exercise on EMG in Baseball Pitcher. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *17*(4), 127-139.

Park, K. D. (2004). EMG Analysis of Swallow Motion in Rings. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *14*(1), 41-50.

Phrompaet, S., Paungmali, A., Pirunsan, U., & Sitilertpisan, P. (2011). Effects of pilates training on lumbo-hip stability and flexibility. *Asian Journal of Sports Medicine, 2*(1), 16-22.

Plessner, H., & Schallies, E. (2005). *Judging the cross on rings: A matter of achieving shape constancy.* Applied Cognitive Psychology, *19*(9), 1145-1156.

Robinson, R. O., Herzog, W., & Nigg, B. M. (1987). Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. *Journal of Manipulative and physiological Therapeutics*, *10*(4), 172-176.

Sekendiz, B., Altun, Ö., Korkusuz, F., & Akın, S. (2007). Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *Journal of bodywork and movement therapies*, *11*(4), 318-326.

Sommer, C. (2008). *Building the Gymnastic Body: The Science of Gymnastcis strength training*. Olympic Bodies: Canada.

Uzunov, V. (2012). Developing the Straddle Sit Press to Handstand. *Gym Coach Journal*, *5*, 1-5.

Verschueren, S. M., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004). Effect of 6-Month Whole Body Vibration Training on Hip Density, Muscle Strength, and Postural Control in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Pilot Study. *Journal of bone and mineral research*, *19*(3), 352-359.

WANG, W. X., & LI, H. X. (2007). Competitive Athletes' Core Strength Training. *Journal of Beijing Sport University*, *8*, 044.

Willardson, J. M. (2007). Core stability training: applications to sports conditioning programs. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(3), 979-985.

Yamada, T., Watanabe, K., Kiguchi, K., & Izumi, K. (2001). Acquisition of fuzzy control based exercises of a rings gymnastic robot. *In Robotics and Automation, 2001. Proceedings 2001 ICRA. IEEE International Conference on* (Vol. 3, pp. 2584-2589). IEEE.

Yoon, S. H., Gil, H. J., Kim, J. N., Ha, S. H., Ryu, J. S., Park, S. K., & Yoon, s. H. (2014). The Effects of Sports Talented Exercise Program on Single Leg Standing Balane. *The Korean Journal of Physical Education*, *53*(3), 721-730.

Yoon, Y. J. (1997). *EMG Analysis of Flex Motion with Handstand*. Unpublished master thesis, Seoul University.