

필라테스 리포머 운동이 비대칭 골반 돌림을 가진 대상자의 보행 개선에 미치는 효과

문옥곤¹ · 한송이²

¹군장대학교 물리치료과, ²본사랑정형외과 물리치료실

Effect of Pilates Reformer Training on Gait Improvement of Subjects with Asymmetric Pelvic Rotation

Ok-Kon Moon¹ · Song-E Han²

¹Department of Physical Therapy, Kunjang University College, Gunsan, Korea

²Department of Physical Therapy, Bonesarang Orthopedic Clinic, Icheon, Korea

Received 31 July 2013; Received in revised form 6 September 2013; Accepted 13 September 2013

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of Pilates Reformer training on gait improvement of subjects with asymmetric pelvic rotation. The seven subjects with greater pelvic rotation in right swing were assessed twice, 4 weeks apart, during which there was submitted to a Pilates Reformer training (three 40 min session per week). The kinematic data consisted of pelvic rotation and flexion angle of hip and knee joint was measured during gait. In comparison between both leg swings, max, min and range values of pelvic rotation was not significantly difference. After training, range of pelvic rotation in right swing was significantly decreased, but in left swing was not. In comparison between both leg swings, the values of max of hip and knee joint angle was significantly difference. After training, max values of angle of knee joint in right swing was significantly increased, but in left swing was not. The result of this study revealed that Pilates Reformer training was effective in improving gait to symmetric pelvic rotation.

Keywords : Pilates Reformer Training, Gait, Pelvic Rotation

I. 서 론

골반(pelvis)은 몸통의 바닥을 형성함과 동시에 척추와 다리를 연결하는 지점으로 생체역학적으로 중요하다(Kapanji, 1974). 특히 골반은 볼기뼈절구(acetabulum)를 통해 다리와 연결되어 있기 때문에 골반의 위치는 보행에 영향을 미치게 된다(Veneman, Menger, van Asseldonk, van der Helm, & van der Kooij, 2008). Karandikar와

Vargas(2011)은 골반을 포함한 다리의 여러 관절들은 보행 시 에너지 효율 측면에서 서로 간의 긴밀한 상관관계를 가지고 있어 한 관절의 비정상적 운동 패턴은 타 관절의 보상작용을 유발하거나 비정상적 운동 패턴을 유발할 수 있다고 하였다.

정상 보행 주기 동안 골반은 시상면(sagittal plane)에서 앞/뒤 경사 4°, 이마면(frontal plane)에서 한쪽 올림/내림 4°, 수평면(transverse plane)에서 앞/뒤 기울임(anterior/posterior tilt) 8°의 움직임이 나타난다(Perry & Burnfield, 1990). 골반과 넙다리뼈(femur)는 동시에 돌림이 나타나는데, 오른쪽 다리로 디딤 하는동안 왼쪽 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine [ASIS])가 앞쪽으로 움직임에 따라 오른쪽 엉덩관절(hip joint)에서는 안쪽돌림

(internal rotation)이 나타나 골반의 움직임에 보강한다 (Schache & Baker, 2007). Veneman 등 (2008)은 보행 재활 로봇을 이용하여 골반을 고정된 상태에서 보행을 실시한 결과, 두 발 사이의 너비(step width)가 감소되고 한 발짝 길이(step length)는 증가되며 시상면과 이마면에서 몸통 운동은 각각 68% 증가, 54% 감소되었다고 하였으며, 수평면에서 나타나는 골반의 돌림 변화가 보행에 영향을 줄 수 있다고 하였다.

골반의 변위는 다리 꼬기와 같은 잘못된 자세, 반복된 단순노동, 스트레스 등으로 발생한다. 특히, 잘못된 자세를 장시간 지속하면 관절과 근육에 긴장을 일으키고 유연성 감소, 운동 제한 및 통증이 나타날 수 있다(Jin & Kang, 2010). Jin과 Kang (2010)은 골반의 변위는 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절의 변위를 일으킬 수 있으며 결국엔 고질 병으로 진행하게 된다고 하였다.

골반은 보행 패턴의 조절에 큰 영향을 미치는 곳(key point of control) 중 하나이다(Choei, Kim, & Kwon, 1997). 그동안 골반 변위를 치료하기 위해 도수교정(Park, 2005), 카이로프랙틱(Kim & Khil, 2010), 관절가동기법(kaltenborn, 1993; Greenman, 1996), 짐볼(Ju & Park, 2007), 골반교정과 swiss-ball (Park, 2007) 등과 같은 다양한 수동, 능동 치료방법들이 사용되어 왔다. 최근에 와서는 신체 정렬을 바로 잡아주는 운동으로 필라테스 운동이 사용되고 있다(Curnow, Cobbin, Wyndham, & Boris Choy, 2009). 필라테스 운동 중 대표적인 기구인 필라테스 리포머는 지지대에 연결된 스프링을 밀고 당기는 동작을 통해 200여 가지 이상의 다양한 운동을 능동적으로 할 수 있도록 고안된 장비로, 연결된 스프링의 흔들림을 조절하는 능력을 훈련시켜 신체운동을 통해 불균형을 맞추고 유연성을 증가시켜 근육을 올바르게 사용할 수 있도록 도와주는 운동이다(Herman, 2007). 필라테스 리포머 운동의 가장 큰 특징은 몸의 중심이 되는 척추와 골반을 바로잡기 위하여 배, 등허리, 엉덩이, 넓다리 안쪽 근육 등 신체 중심을 강화시킨다는 것이다(Menacho et al., 2013). 선행연구에서 필라테스 리포머 운동은 척추와 골반의 평형상태 및 조절 능력을 향상시켰으며(Lee, 2004), 성인여성의 체지방율의 유의한 감소와 다리근력 및 균형 조절을 향상시켰고(Lee, Kim, & Kim, 2008), 또한 여성노인의 정적 균형능력 향상에도 효과적이었다(Siqueira Rodrigues, Ali Cader, Bento Torres, Oliveira, & Martin Dantas, 2010). 그러나 필라테스 리포머 운동이 보행에 미치는 효과에 대해서는 관련 연구가 미비한 실정이다. 따라서 본 연구는 골반 변위가 있으면서 수평면에서 한쪽 골반의 돌림 각도가 6° 이상인 비대칭 골반 돌림을 보이는 대상자를 선정하여 필라테스 리포머 운동을 통한 골반 교정 운동이 보행 개선에 미치는 효과에 대한 기초 자료를 제공하는데 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 전라북도 소재 K 대학에 재학 중인 남녀 대학생 중 공개 지원을 받아 실시하였다. 사전 설문조사를 실시하여 다리 길이 차이, 골반 기울기, 보행 중 비정상 골반 돌림 경향이 있다고 대답한 대상자 20명을 선정하였다. 그중 신체적으로 근육뼈대계 질환 병력이 없고 신체 체질량 검사를 통해 정상범위($18.5 \text{ kg/m}^2 \sim 23 \text{ kg/m}^2$)에 속하며 동작분석시스템(LUKOtronic AS202, Lutz Kovacs Electronics, Austria)을 통해 보행 중 수평면상 오른쪽으로의 최대 골반 돌림 각도가 6° 이상인 7명(남자4명, 여자3명)을 최종 선발하였다. 대상자의 평균 연령은 $21 \pm 0.71 \text{ yrs}$, 평균 신장은 $167 \pm 3.27 \text{ cm}$, 평균체중은 $58 \pm 2.35 \text{ kg}$ 이었다. 대상자는 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 참여하기로 동의하였다. 본 연구는 K 대학 생명 윤리 위원회의 승인을 받았다.

2. 측정

(1) 실험 절차

필라테스 리포머 운동 전후 보행 동안 골반의 돌림과 엉덩관절과 무릎관절의 각도는 전북 소재 K 대학의 운동분석실에서 측정하였다. 보행 시에 신체의 움직임을 촬영하기 위해서 적외선 카메라를 트레드밀의 뒤쪽 1.5 m 지점에 약 1 m 높이로 대상자와 같은 선상에 설치하였으며, 컴퓨터와 연결하여 실시간으로 확인 할 수 있도록 하였다.

마커를 부착한 대상자들은 트레드밀에서 운동화를 신고 편안한 느낌이 들 때 까지 3~5분 정도 걷게 한 후, 1분씩 3번 걷게 하여 데이터를 수집하였으며, 트레드밀의 보행 속도는 2.6 km/h로 하였다.

(2) 측정

보행분석은 동작분석시스템을 사용하여 보행 시 골반과 다리관절의 움직임 각도를 측정하였다. 이 시스템은 3개의 적외선 카메라와 동적 적외선 피부 마커로 구성된다. 보행 분석을 위해서 환자의 뼈의 경계점(landmark)에 적외선 피부 마커를 부착하였다.

마커는 대상자의 좌우 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine [PSIS]), 좌우 넓다리뼈큰돌기(greater trochanter), 좌우 무릎의 가쪽위관절용기(lateral epicondyle of femoral), 좌우 가쪽 복사뼈(lateral malleus), 좌우 5번째 발허리뼈의 머리(head of metatarsal bones)에 부착 하도록 하였다(Wu et al., 2002; An, Lee, & Kim, 2007; Figure 1).

마커의 움직임은 100 Hz로 수집하였다. 본 연구에서 X축



Figure 1. Measurement setting

은 뒤쪽에서 앞쪽으로 지나는 축, Y축은 꼬리쪽에서 머리 쪽으로 나는 축, Z축은 안쪽에서 가쪽으로 지나는 축으로 정의하였다. 골반의 돌림은 수평면(XZ면)에서 좌우 위뒤엉덩가시뼈(posterior superior iliac spine [PSIS])를 잇는 선과 Z축과의 각도로 정의하였다(Vogt, Portscher, Brettmann, Pfeifer, & Banzer, 2003; Figure 2).

엉덩관절의 굽힘 각도는 넓다리뼈큰돌기와 무릎의 가쪽 위관절융기를 잇는 선과 Y축 사이의 각도를 엉덩관절 각도로, 무릎 관절 굽힘 각도는 넓다리뼈큰돌기와 무릎의 가쪽위관절융기 및 가쪽복사뼈를 잇는 선사이의 각도로 정의하였다. 필라테스 리포머 운동 전후 및 좌우 골반의 돌림과 다리 관절 각도를 비교하기 위해 보행 동안 양쪽 다리의 각 흔들기(swing phase) 동안 골반의 돌림과 다리 관절 각도의 가동범위와 최대값 및 최소값을 계산하였다(Kennedy, Lamontagne, & Beaul, 2009).

(3) 필라테스 리포머 운동 프로그램

필라테스 운동의 움직임 원칙 중 골반과 관계된 요소는 호흡, 코어 활성화, 골반 중립, 허리 골반 안정성, 척추 운동성 증진 및 강화이다. 본 운동 프로그램은 위의 움직임 요소에 초점을 맞추어 설계되었다. 본 연구는 4주, 주 3회, 1회 40분씩 실시하였고, 운동 순서는 준비운동 5분, 본 운동 30분, 정리운동 5분의 세 단계로 분류하여 실시하였다. 운동 강도는 필라테스 리포머에 장착된 스프링을 이용하여 조절할 수 있으며 주관적 강도 지표인 운동 자각도 눈금 중에서 알맞음과 약간 힘들 사이에서 개인의 체력상태

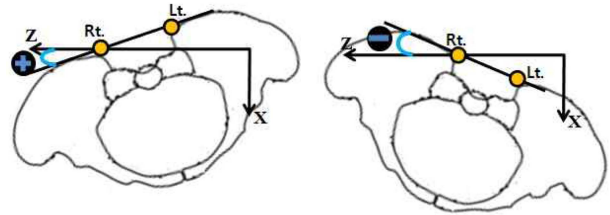


Figure 2. Pelvic rotation

에 맞게 실시하였다. 필라테스 리포머에 장착된 스프링 장력은 4가지 색깔로 구별되며 노란색 - 아주 가벼운 장력, 청색 - 가벼운 장력, 적색 - 중등도의 장력, 검은색 - 무거운 장력을 의미한다. 필라테스 리포머 운동 프로그램은 Balanced Body 사의 필라테스 리포머 과정을 모두 이수한 연구자의 지도하에 실시하였다. 자세한 운동프로그램은 <Table 1> 제시하였다.

4. 자료분석

본 연구의 자료처리는 Window 용 SPSS 16.0을 이용하였다. 측정 항목의 모든 자료는 평균과 표준편차로 나타내었다. 4주 동안 필라테스 리포머 운동이 오른쪽과 왼쪽 흔들기 간의 골반 돌림과 다리 관절 각도(엉덩관절, 무릎관절)에 미치는 영향을 비교하기 위해 공분산 분석(analysis of covariance [ANCOVA])을 사용하였다. 또한 4주 동안 필라테스 리포머 운동이 각 흔들기 내의 골반 돌림과 다리 관절 각도의 변화량을 비교하기 위해 짝 비교 t-검정(paired t-test)을 사용하였다. 유의수준은 .05로 설정하였다.

III. 결 과

1. 골반 돌림

(1) 중재 전후 오른쪽과 왼쪽 흔들기 간에 변화량의 비교
필라테스 리포머 훈련 전후 양 다리 흔들기 간에 골반 돌림의 변화량의 비교에서, 최대값, 최소값 및 범위 모두에서 유의한 차이는 없었다(각각 $p=.068$, $p=.071$, $p=.872$).

(2) 각 흔들기 내에 중재 전후 골반 돌림 변화 비교
오른쪽 흔들기 동안 전체 골반 돌림의 움직임 범위는 $6.14 \pm 1.15^\circ$ 에서 $5.64 \pm 1.01^\circ$ 로 통계적으로 유의하게 감소하였다($p<.05$). 반면 왼쪽 흔들기 동안 전체 골반 돌림의 움직임 범위는 $3.83 \pm 1.30^\circ$ 에서 $3.90 \pm 1.60^\circ$ 로 거의 변화가 나타나지 않았다. 최대값과 최소값은 오른쪽과 왼쪽 흔들기 모두에서 중재 전후 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다(<Table 2>).

Table 1. Exercise program of pilates reformer

Condition	Program	Tension	Repetition
Warm-up (5 min)	Standing Roll-down		3 repetitions
	Breathing		8 repetitions
	Bridging for back flexibility and stability	All spring	8 repetitions
	Pelvic clock	All spring	8 repetitions
Main Exercise (30 min)			
Footwork series	Heels in parallel	2 red & 1 blue	8 repetitions 3 sets
	Toes in parallel	2 red & 1 blue	8 repetitions 3 sets
	V Feet position	2 red & 1 blue	8 repetitions 3 sets
	Wide Feet position	2 red & 1 blue	
	Single leg on toe	2 red	8 repetitions 3 sets
	Single leg on heel	2 red	9 repetitions 3 sets
	Alternate calves	2 red & 1 blue	8 repetitions 3 sets
	calf stretch	2 red & 1 blue	8 repetitions 3 sets
	Bridging & Pelvic lift (with pelvic clock)	2 red & 1 blue	8 repetitions 3 sets
Abdominal Work 1	100's	2 red	50 repetitions 2 sets
Leg work	Circles	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
	Scissors	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
	Leg lowers	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
	Hamstring stretch	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
	Adductor stretch	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
Arm work	supine on carage (Triceps, Deltoid, lateral pull)	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
Abdominal Work 2	Short box abdominals	All spring	8 repetitions
Prone Work	Pulling straps	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
	Knee stretch	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
	Elephant	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
	Long stretch	1 red & 1 blue	Right/Left 8 repetitions 2 sets
Splits series	Side splits	1 yellow	Right/Left 8 repetitions 2 sets
Knee stretch	Lunge	1 red	Right/Left 8 repetitions 2 sets
Side stretch	Mermail	1 red	Right/Left 8 repetitions 2 sets
Cool-down (5 min)	Standing Roll-down		3 repetitions

2. 엉덩관절과 무릎관절 굽힘 각도

(1) 중재 전후 오른쪽과 왼쪽 흔들기 간에 변화량의 비교
 엉덩관절 각도의 최대값은 오른쪽 흔들기에서는 21.48±2.07°에서 26.78±2.48°로, 왼쪽 흔들기에서는 22.77±6.87°에서 21.22±1.97°로 필라테스 리포머 훈련 전후 양 다리 흔들기 간에 변화량에 유의한 차이가 있었다($p=0.017$). 그러나 범위에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=0.240$).
 무릎관절 각도의 최대값은 오른쪽 흔들기에서는 57.18±3.97°에서 66.63±3.17°로, 왼쪽 흔들기에서는 58.96±

9.74°에서 58.58±6.35°로 필라테스 리포머 훈련 전후 양 다리 흔들기 간의 변화량에 유의한 차이가 있었다($p=0.016$). 그러나 범위에서는 양 다리 흔들기 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다($p=0.282$)<Table 3>.

(2) 각 흔들기 내에 중재 전후 엉덩관절, 무릎관절 굽힘 각도 변화 비교

엉덩관절 각도의 각 오른쪽과 왼쪽 흔들기 내의 중재 전후 비교에서, 최대값 및 범위 모두에서 유의한 차이는 나타나지 않았다(각각 $p=0.082$, $p=0.115$). 반면 무릎관절 각도

Table 2. Comparisons of flexion angle of hip and knee joint before & after Pilates reformer training (unit: °)

	Rt. swing phase				Lt. swing phase				F	p"
	pre-test (mean±SD)	post-test (mean±SD)	t	p'	pre-test (mean±SD)	post-test (mean±SD)	t	p'		
Hip										
Max	21.48±2.07	26.78±2.48	-2.583	.082	22.77±6.87	21.22±1.97	.574	.606	12.211	.017*
Range	16.16±1.84	20.02±1.94	-2.202	.115	19.55±6.81	18.29±2.69	.464	.674	1.781	.240
Knee										
Max	57.18±3.97	66.63±3.17	-9.663	.002*	58.96±9.74	58.58±6.35	.119	.913	12.392	.016*
Range	45.98±6.61	49.97±4.66	-2.541	.085	47.10±8.87	46.12±7.65	.248	.820	1.450	.282

' Paired t-test

" Analysis of Covariance (ANCOVA)

Increased values in pelvic rotation : rotation to right

Increased values in pelvic elevation : elevation of left innominate bone relative to right innominate bone

*p<.05

Table 3. Comparisons of pelvic motion before & after Pilates reformer training (unit: °)

	Rt. swing phase				Lt. swing phase				F	p"
	pre-test (mean±SD)	post-test (mean±SD)	t	p'	pre-test (mean±SD)	post-test (mean±SD)	t	p'		
Rotation										
Max	7.38±2.75	4.12±1.43	1.853	.161	9.18±1.94	6.02±1.58	1.895	.154	5.395	.068
Min	1.25±1.69	0.13±1.78	.742	.512	3.53±1.58	2.23±2.12	.779	.493	5.216	.071
Range	6.14±1.15	5.64±1.01	11.848	.001*	3.83±1.30	3.90±1.60	1.525	.225	.029	.872

' Paired t-test

" Analysis of Covariance (ANCOVA)

Increased values in pelvic rotation : rotation to right

Increased values in pelvic elevation : elevation of left innominate bone relative to right innominate bone

*p<.05

의 각 오른쪽과 왼쪽 흔들기 내의 중재 전후 비교에서, 오른쪽 흔들기의 최대값이 57.18±3.97°에서 66.63±3.17°로 유의하게 감소하였으나(p=.002), 왼쪽 흔들기 단계에서는 58.96±9.74°에서 58.58±6.35°로 유의한 변화가 나타나지 않았다(p=.913). 범위는 오른쪽과 왼쪽 흔들기 모두에서 중재 전후 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다<Table 3>.

IV. 논 의

본 연구는 수평면상 한쪽의 골반 돌림이 6° 이상인 비대칭적 골반 돌림 패턴을 보이는 대상자에게 필라테스 리포머 운동을 4주간 주 3회 40분씩 적용 후 보행시 좌우측 골반 및 엉덩관절, 무릎관절의 보행 기능 개선 효과를 알아보았다.

생체역학적으로 수평면상 대칭적인 골반 움직임이 나타나기 위해선 오른쪽 흔들기 시작(toe off)시 골반은 수직 y축을

중심으로 수평선에 비해 오른쪽(시계방향)으로 돌림된 상태에 놓이고 돌림 최대값은 4°정도의 값과 최소값이 0°에 가깝거나 음의 값이 나와야 하고, 왼쪽 흔들기 시작(toe off)시 골반은 수평선에 비해 왼쪽(반시계방향)으로 돌림된 상태에 놓이고 최소값이 -4°에 가까운 값이 나오고 최대값이 0°에 가깝거나 양의 값이 나와야 한다. 본 연구에서는 필라테스 리포머 적용 전 두 값이 모두 양의 값이 나왔으므로, 오른쪽과 왼쪽 흔들기 동안 모두 골반은 수평면에서 오른쪽으로 돌림된 상태로 있었음을 의미한다. 그러나 운동 후에 최대값과 최소값이 모두 감소하였는데 이는 양 다리 흔들기 동안 오른쪽 및 왼쪽으로의 돌림이 모두 감소하였다고 볼 수 있다. 이는 필라테스 리포머 운동이 대칭적인 움직임에 초점을 맞추어 행해지기 때문에 단순히 한쪽만의 개선이 아니라 골반 양쪽 모두에게 움직임 개선이 나타났을 것이라 판단된다. Lee 등(2008)은 유니버설 리포머를 이용한 필라테스 운동은 부분적인 운동이 아닌

대칭적인 운동으로서 전체적인 균형을 발달시키는데 좋은 효과가 있다고 하여 본 연구결과를 뒷받침해주고 있다. 하지만 여전히 오른쪽으로 돌림된 상태에서 보행을 하고 있는 것으로 나타나 수평선(Z축)과 평행하게 존재하는 완전한 바른 골반의 자세를 만드는 데는 한계가 있었음을 확인할 수 있었다. Lee (2009)는 한쪽이건 양쪽이건 골반의 움직임이 지나친 경우는 배 근육(abdominal muscle), 작은 볼기근(gluteus minimus), 중간볼기근(gluteus medius), 엉덩관절 바깥돌림근(external rotator of hip joint)의 근력 약화와 유연성 부족, 엉덩관절 안쪽돌림근(internal rotator of hip joint)의 단축이 있을 때라고 하였다. 따라서 골반의 변위를 교정하는 치료는 엉덩허리근(iliopsoas), 넓다리곧은근(rectus femoris), 뒤넓다리근(hamstring), 엉덩관절 모음근(adductor of hip joint) 등 해당 근육을 스트레칭 시켜 서로 마주 보고 있는 근육들 사이의 불균형을 해소하여 엉덩관절과 골반 움직임을 조절할 능력을 갖도록 하는데 주안점을 두어야 한다고 하였다(Lee, 2009). Lee (2009)의 연구를 참고하여 본 연구에서는 대상자가 운동하는 동안 수의적인 운동조절을 통해 골반이 최대한으로 중립된 자세를 유지하도록 연구자가 지속적으로 말로 명령을 주면서 주의를 상기시켰다. 이 과정이 골반의 돌림 범위를 감소시키는데 1차적으로 기여했을 것으로 판단된다. 2차적으로는 준비단계에서의 골반 시계(pelvic clock) 운동, 본 운동에서의 업도미널 워크(abdominal work), 풋 워크(foot work) 등이 골반의 돌림 움직임을 감소시키는데 긍정적인 영향을 주었을 것으로 판단된다. 세부적으로 골반 시계 운동은 골반 위로 시계를 투영하여 위쪽은 12시 골반의 왼쪽은 3시, 골반 바닥은 6시, 골반의 오른쪽은 9시로 대상자에게 인식 시킨 후 연구자의 시간 지시에 따라 대상자가 해당되는 시계 방향으로 골반을 움직이는 운동으로 골반의 유연성 증대 및 위치감각 회복에 기여했을 것으로 판단되며, 업도미널 워크는 신장되어 약해진 근육을 동심 수축(concentric contraction)을 통해 정상 길이로 회복시켜 배꼽을 중심으로 양쪽의 배빗근 근육들(oblique abdominis muscles)이 균형을 잡는데 기여했을 것으로 판단된다. 풋 워크는 허리와 골반의 안정성을 증가시키고, 다리의 정렬을 바로잡는데 기여하였을 것으로 판단된다. Lee (2009)는 코어는 파워하우스(power house)라고도 하며 이 부위의 강화는 배가로근(transverse abdominalis), 배안쪽빗근(oblique internus abdominis), 배바깥빗근(oblique externus abdominis), 배곧은근(rectus abdominis) 등을 균형적으로 강화한다고 하여 본 연구결과를 뒷받침하고 있다.

왼쪽 다리의 엉덩관절 안쪽돌림근(넓다리근막긴장근, 작은볼기근, 중간볼기근, 긴모음근)은 개방 사슬에서는 왼쪽 엉덩관절을 안쪽돌림 시키는 작용을 하지만 반대로 폐쇄 사슬에서는 고정된 넓다리를 축으로 오른쪽 골반을 왼쪽

(반시계방향)으로 돌림시키는 작용을 하며 걸음주기의 첫 30%에서 나타난다. 따라서 왼쪽 안쪽돌림 근육들은 오른쪽 흔들기 다리가 나아갈 수 있게 작용한다(Neuman, 2010). 이들 근육이 단축된 경우에는 수평면상에서 골반을 왼쪽으로 더 많이 돌림시킬 수 있을 것이다. 그러나 본 연구에서는 이들 근육의 단축 유무가 수평면상 골반 돌림을 더 많이 유도하는지에 대해서는 과학적으로 확인하지 못하였다. Lee (2009)는 골반의 앞 뒤쪽과 가쪽에 있는 근육들은 전체적인 바른 정렬 상태를 유지하는데 있어 가장 중요한 역할을 한다고 하였다. 따라서 엉덩관절 안쪽돌림 근육의 유연성 운동 및 바깥돌림근의 강화는 골반의 불균형적 돌림을 감소시킬 수 있다고 하였다. 풋 워크(foot work), 렉 워크(leg work), 스피릿 시리즈(split series), 니 스트레치(knee stretch) 동작은 운동 조절 상태에서 근육의 동심성(concentric), 편심성(eccentric) 수축을 통해 유연성 및 근육을 증가시켜, 골반의 비대칭적 돌림을 감소시키는데 기여했다고 판단할 수 있다. 본 연구결과는 좌우 대칭적이고 규칙적이며 율동적인 교정 체조가 신체를 균형적으로 발달시킨다는 Kim, C. G., Kim, S. D.와 Kim, Y. S. (1995)의 보고와 유사한 결과를 보여주었다.

본 연구에서 흔들기 동안 오른쪽 엉덩관절의 굽힘 각도는 운동전 $21.48 \pm 2.07^\circ$ 에서 운동 후 $26.78 \pm 2.48^\circ$ 로 증가하였다. 반면 왼쪽 엉덩관절의 굽힘 각도는 운동 전 $22.77 \pm 6.87^\circ$ 에서 운동 후 $21.22 \pm 1.97^\circ$ 로 감소하였지만 감소 범위가 매우 미약하였다. 굽힘 가동 범위는 오른쪽 엉덩관절이 $16.16 \pm 1.84^\circ$ 에서 $20.02 \pm 1.94^\circ$ 로 증가한 반면 왼쪽 엉덩관절이 운동 전 $19.55 \pm 6.81^\circ$ 에서 운동 후 $18.29 \pm 2.69^\circ$ 로 감소하였다. 본 결과로 볼 때 오른쪽 골반의 돌림 범위 감소가 상대적으로 엉덩관절의 굽힘 각도를 증가시켰을 것으로 사료된다. 왼쪽 골반의 돌림 범위 변화는 거의 없었기 때문에 엉덩관절 굽힘 각도에는 거의 영향을 주지 못했을 것으로 사료된다.

엉덩관절과 달리 오른쪽 무릎관절은 $57.18 \pm 3.97^\circ$ 에서 $66.63 \pm 3.17^\circ$ 로 통계적으로 유의하게 굽힘 각도가 증가하였다($p < .05$). 반면 왼쪽 무릎관절 굽힘 각도는 $58.96 \pm 9.74^\circ$ 에서 $58.58 \pm 6.35^\circ$ 로 감소하였지만 그 차이는 매우 미비하였다. 움직임 범위는 왼쪽 무릎관절은 $45.98 \pm 6.61^\circ$ 에서 $49.97 \pm 4.66^\circ$ 로 증가하였고, 왼쪽 무릎관절은 $46.12 \pm 7.65^\circ$ 에서 $46.12 \pm 7.65^\circ$ 로 거의 차이가 나타나지 않았다. 인체는 단일 관절의 움직임이 아니라 전체가 여러 개의 체인처럼 이어져 있다(Smith, Weiss, & Lehmkuhl, 1996). 엉덩관절의 굽힘 증가는 체인처럼 작용하는 무릎관절에도 영향을 주었을 것이 분명하다. 특히 골반의 오른쪽 돌림 가동 범위 감소가 오른쪽 엉덩관절의 굽힘 각도를 증가시켰고, 연쇄적으로 무릎관절의 굽힘 각도 및 범위를 증가시킨 것으로 추측해 볼 수 있다. 반면 왼쪽 무릎관절의 가동 범위

는 운동 전후 차이가 거의 나타나지 않았다. Lim, Choi와 Kim(2011)은 앉은 자세에서 일어서기 동작시 시상면 골반 기울임이 엉덩관절과 무릎관절의 굽힘 각도에 영향을 준다고 하여 본 연구 결과를 뒷받침하였다.

본 연구에서는 오른쪽 골반 돌림의 범위가 줄어들면서 오른쪽 엉덩관절과 무릎관절의 굽힘 각도 및 범위는 증가하였지만, 양쪽 다리의 굽힘 각도 범위를 대칭적으로 만드는 데는 성공하지 못했다. 양쪽 다리의 대칭적인 움직임을 만들기 위해서는 더 많은 시간이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 표면 근전도를 통한 배 근육과 다리 근육의 근활성도를 평가하지 못했다. 향후 운동 전후 다리근육의 근활성도 변화에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 둘째, 골반의 움직임을 시상면과 이마면에서 확인하지 못하였다. 향후 이 부분에 대한 추가 관찰이 필요할 것으로 사료된다. 셋째, 실험기간이 4주간으로 장기간의 관찰은 하지 못하였다. 향후 3개월 이상 장기간 동안의 추적 검사가 필요할 것으로 사료된다. 넷째, 대상자의 수가 적어 시간과 단계 간에 상호작용 효과를 확인하지 못하였다. 향후 보다 많은 대상자를 통해 일반화 작업이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 보행 시 수평면에서 오른쪽 골반이 비대칭적으로 돌아가는 대상자에게 필라테스 리포머 운동을 적용한 결과, 대상자의 오른쪽 골반의 돌림 범위는 유효하게 감소하였고, 무릎관절 굽힘 각도는 유의하게 증가하였다. 본 연구를 통해 필라테스 리포머 운동이 보행 개선에 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- An, S. Y., Lee, K. K., & Kim, S. B. (2007). A study of kinematic coordination in knee and ankle joint during treadmill gait in negative heel rocker. *The Korean Journal of Physical Education: Natural Science*, 46(3), 529-539.
- Choei, J. H., Kim, Y. R., & Kwon, H. C. (1997). Effects of Pelvic and Lower Extremity Exercise on the Gait in Patients with Hemiplegia. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, 4(1), 20-29.
- Curnow, D., Cobbin, D., Wyndham, J., & Boris Choy, S. T. (2009). Altered motor control, posture and the Pilates method of exercise prescription. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 13(1), 104-111.
- Greenman, P. E. (1996). Principles of manual medicine. 2nd ed. Philadelphia: Williams & Wilkins.
- Herman, E. (2007). Pilates reformer. 2nd ed. Material.
- Jin, H. M. & Kang, H. S. (2010). Restoration effect of chiropractic manipulation on sciatica due to pelvis subluxation. *Journal of Korean Physical Education Association for Women*, 24(4), 105-115.
- Ju, S. B., & Park, G. D. (2007). Comparison of therapeutic effectiveness between sacroiliac-joint adjustment and gymnastic-ball training on women of pelvic misalignment. *The Korean Journal of Physical Education: Natural Science*, 46(4), 571-577.
- Kaltenborn F. M. (1993). The spine; Basic Evaluation and Mobilization Techniques. 2nd ed. Norway: Olaf Norlis Bokhandel.
- Kapanji, I. A. (1974). Physiology of the joints. 2nd ed. Churchill livingstone.
- Karandikar, N., & Vargas, O. O. (2011). Kinetic chains: a reievw of the concept and its clinical applications. *PM&R*, 3(8), 739-745.
- Kennedy, M. J., Lamontagne, M., & Beaul, P. E. (2009). Femoroacetabular impingement alters hip and pelvic biomechanics during gait Walking biomechanics of FAI. *Gait & Posture*, 30(1), 41-44.
- Kim, C. G., Kim, S. D., & Kim, Y. S. (1995). Exercise & Health, daehanmedia.
- Kim, Y. H., & Khil, J. H. (2010). Effects of chiropractic treatment and Low back exercise on Lumbar Lordotic angle, MVAS and Lumbar strength in Low back pain patients. *Exercise Science*, 19(3), 258-266.
- Lee, J. Y. (2009). *Effect of pilates exercise on physical balance in a traditional korean dance movement, modumbal twimtje*. Unpublished Doctor's Thesis. Graduate School of Dankook University.
- Lee, E. S., Kim, B. W., & Kim C. H. (2008). The effects of 8 week pilates' universal reformer training on body composition, strength of lower extremity & balance control ability of adult women. *Korea Sport Research*, 19(4), 217-228.
- Lee, M. J. (2004). *Study of the exercise program for the strengthening dancer's pelvic using pilates method*. Unpublished Master's Thesis. Graduate School of Hanyang University.
- Lee, S. U. (2009). Biomechanics of sports injury. *Hanyang Journal of Medicine*, 29(1), 4-19.
- Lim, I. H., Choi, B. R., & Kim, H. S. (2011). Effect of sagittal pelvic tilt on kinematic changes of hip and knee joint during sit-to-stand. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists*, 18(3), 26-37.
- Menacho, M. O., Silva, M. f., Obara, K., Mostaqi, F. Q., Dias, J. M., Lima, T. B., Abras, T., & Cardoso, J. R. (2013). The electromyographic activity of the multifidus during the execution of two pilates exercises-Swan dive and breast stroke for healthy people. *Journal of Manipulative and physiological Therapeutics*, 36(5), 319-326.
- Neuman, D. A. (2010). Kinesiology of the musculoskeletal system. 2nd ed. Seoul: Jungdam Media.
- Park, G. D. (2005). The effect of plvic manipulation to primary school students balance, flexibility, and LLI. *Korean Society of Growth and Development*, 13(2), 13-22.
- Park, G. D. (2007). The effect of pelvic correction and swiss-ball exercise on pelvic tilt and pelvic torsion in the pelvis deformation of female university students. *The Korean Journal of Physical Education: Natural Science*, 46(6), 573-580.
- Perry, J. & Burnfield, J.(1990). Gait analysis: Normal and pathologi-

- cal function. 2nd ed. New Jersey: SLACK.
- Schache, A. G., Baker, R.(2007). On the expression of joint moments during gait. *Gait Posture*, 25(3), 440-452.
- Siqueira Rodrigues, B. G., Ali Cader, S., Bento Torres, N. V., Oliveira, E. M., & Martin Dantas, E. H.(2010). Pilates method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 14(2), 195-202.
- Smith, L. K., Weiss, E. L., & Lehmkuhl, L. D. (1996). *Clinical kinesiology*. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis.
- Veneman, J. F., Menger, J., van Asseldonk, E. H., van der Helm, F. C., & van der Kooij, H. (2008). Fixating the pelvis in the horizontal plane affects gait characteristics. *Gait and Posture*, 28(1), 157-163.
- Vogt, L., Portscher, M., Brettmann, K., Pfeifer, K., & Banzer, W. (2003). Cross-validation of marker configurations to measure pelvic kinematics in gait. *Gait and Posture*, 18(3), 178-184.
- Wu, G., Siegler, S., Allard, P., Kirtley, C., Leardini, A., Rosenbaum, D., Whittle, M., D'Lima, D. D., Cristofolini, L., Witte, H., Schmid, O., & Stokes, I. (2002). ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion^{OTM}part I: ankle, hip, and spine. *Journal of Biomechanics*, 35(4), 543-548.