

Original Article

발의 과도한 회내 상태가 슬관절 근력과 보행에 미치는 영향

정상모

경인의료재활센터병원 재활센터

Effects of excessive Pronation of the Foot on Knee joint Strength and Gait

Sang-mo, Jung

Dept. of Physical, kyoung-in Rehabilitation Center

ABSTRACT

BACKGROUND: This study aimed to determine the changes in muscle strength and walking ability in patients who complained of knee instability due to excessive pronation of the foot.

METHODS: Twenty patients (ten men and ten women) who complained of instability of the knee joint due to excessive pronation of the foot participated in the experiment. In the experimental group, the internal rotation of the tibia caused by excessive adduction of the foot was maintained as external rotation, and the joint state was to recognize the movement of the joint position changed through maintenance of the muscle. This exercise was performed five times for each patient, and the muscle strength maintenance was performed for 20 seconds. In the control group, stretching and range of motion (ROM) exercises were performed. For the stretching exercise, one specific motion was performed for 20 second, and the ROM exercise was performed to confirm the change in muscle strength in the knee joint area and walking ability.

RESULTS: The knee flexion and extension strength in the patients with excessive pronation of the foot differed significantly from those in the subjects from the control group ($p<.05$). Further, the before-after comparison of the step time and length in the evaluation of walking ability, which affects overall postural movement due to knee joint instability, revealed a significant difference between the experimental and control groups ($p<.05$).

CONCLUSION: The patients that were subjected to manual therapy and ROM exercise for the knee joint showed improved knee joint muscle strength and walking ability compared to the subjects from the control group.

Key Words:

Ankle pain, Balance, Foot pronation, Gait pattern, Knee instability

I. 서론

일반적인 자세 조절(posture control)이란 정상적인 움직임의 나타내기 위한 균형 있는 움직임이며, 인체를 구성하고 있는 각 관절 부위에 역학적인 정렬 상태(alignment control) 또는 인체의 위치(orientation)를 말한다(Shumway-Cook과 Woollacoot, 2006).

정상적인 자세 조절을 잘 유지하려면 변화되는 주변 환경에 대한 위협적인 요소나 장애물들에 대해서 빠르게 대처할 수 있도록 관절과 근육을 정상적인 범위에 잘 유지하고 외부에서 예측하지 못한 환경에서 급격하게 가해지는 힘에 대해 신체 중심을 적절하게 유지하는 것이 필요하다(Daubney과 Culham, 1999).

갑작스런 변화의 외적 요소로 순간적인 자세의 균형상실로 인한 자세 손상을 방지하기 위한 균형을 잘 유지할 수 있도록 적절한 자세 능력이 필요하며, 주변 환경에 대한 변화에 대처할 수 있는 상황적 인식을 유지하고 각 관절의 움직임에 관심을 기울일 필요가 있다(Jacobs과 Horak, 2007). 이러한 자세를 안정적으로 유지하기 위한 대응 전략(postural response strategy)을 확인해야 할 필요성 있다.

신체에서 전방(anterior)-후방(posterior)의 안정성을 유지하기 위한 움직임의 전략으로는 발목관절의 전략(ankle strategy), 엉덩관절의 전략(hip strategy)으로 이루어지며, 특히 발목관절의 움직임에 따라 신체에 균형 및 움직임의 변화에 대한 영향을 많이 가져온다(Shumway-Cook과 Woollacoot, 2006). 정상적인 관절 구조 움직임을 유지해야 적절한 보행을 수행하는데 그 중에서 발의 역할이 가장 중요하며 또한, 인체의 80%는 발에 문제가 나타난다. 발의 병변에서 족관절과 직접적인 연관성이 있고, 보행에서도 밀접한 관련이 있다.

외적 요소로 인하여 비정상적인 발의 움직임으로 손상을 가져온다면 신체의 하지관절 주변에 병리적인 문제가 동반되어 발생된다(Magee, 1997). 발에서 움직임은 단일한 움직임이 아니라 경골(tibia)과 복합적인 움직임으로 구성을 하며, 전-후-양측면으로 분리된 삼면 운동을 단일축으로 일어나게 되며 회내(pronation)와 회외(supination)를 형성한다(Hamill과 Knutzen, 1995).

비체중지지 상태에서는 거골하관절(subtalar joint)에서 일어나는 운동은 종골(calcaneus)에 따라 영향을 받지만 종골이 지면에 접지되어 체중이 부하가 되면 거골(talus) 분절에 의한 영향으로 움직임이 일어난다. 비체중지지에서 거골하관절이 회외 방향으로 움직임이 일

어날 때 발에서 종골은 내전(adduction), 족저 굴곡(plantar flexor)은 내전 된다(Lattanza 등, 1988).

이에 따라 경골의 내회전(internal rotation)의 움직임은 발목관절에서 거골(talus)을 회내로 움직임을 동반하고 그로 인한 체중을 보상하기 위하여 종골(calcaneus)은 외반(eversion)이 되어 신체에 받는 하중을 분산하고 지지하는 역할을 한다(Bae 등, 1996). 주변 환경이나 자세적 습관으로 인한 발의 과도한 회내 상태는 정상적인 발의 형태로 보행을 하는 것보다 신체의 무게 중심이 과도하게 내측으로 편중되어 무릎 관절의 내측면에서 관절 부위에 과도한 압박을 가져오고, 오랜 보행을 하거나 움직임을 수행할 때 내측 관절 주변 근육의 과도한 피로도와 적절하지 못한 체중의 분산으로 무릎의 내측 통증을 동반한다(Anglietti 등, 1993).

또한, 보행 시 신체의 무게 중심이 정상적인 위치에 중심선(center line)보다 내측으로 옮겨져 동작을 수행하면 발목관절(ankle joint)에도 편중된 무게 중심으로 인한 발목의 불안정성을 가져올 수 있으며, 이로 인한 발바닥면의 근육과 인대, 건들이 정상적인 위치에서보다 과도한 긴장으로 인한 스트레스와 손상이 동반될 수 있다. 따라서 환경의 외적 요소에 적응하지 못한 발목 관절은 슬관절에 직접적인 영향을 가져오며, 동반된 슬관절의 불안정한 상태를 유지하게 된다(Grabiner과 Jahnigen, 1993).

발의 과도한 회내 상태는 슬관절 주변 근육의 근력 저하, 지연된 근육 반사, 움직임에 대한 운동능력 결여로 인한 자세 안정성의 영향을 주고 발목관절과 슬관절 사이에 연관되어 있는 근육의 역학적인 문제를 동반하여 손상을 일으킬 수 있다(Konaraden, 2009).

따라서, 이전에 선행연구 등을 바탕으로 슬관절의 불안정성을 초래하는 발의 회내 상태가 경골의 과도한 내회전을 형성하게 하고 그로 인한 슬관절 불안정성을 야기시켜 슬관절의 근력과 보행의 능력에 어떤 변화를 가져오는지에 대한 연구를 통하여 확인해 보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구대상자는 2021년 1월 5일부터 4월 5일까지 인천에 소재한 재활병원에서 발의 과도한 회내 상태로 슬관절 부위 근력과 보행에 불안정한 상태로 통증을 호소하는 환자 중 최근 1주일 이상 치료를 받으려 내원한 외

래 환자 20명을 무작위로 선별하여 남성 환자 10명과 여성 환자 10명으로 실험을 진행하였다.

모집군에서 랜덤으로 선정한 20명 중 실험군과 대조군을 각각 남자 5명 여자 5명으로 동일한 조건에 그룹으로 진행하였다. 연구대상자 선정기준은 이전 슬관절 부위 손상 후 6개월 이내에 손상이 재발한 환자나 발목에 문제가 있는 자, 슬관절 결정 병변(슬관절염, 연골파열)이 있는 환자들을 실험 전에 배제하였다.

이와 같은 조건으로 환자를 선별하였을 때 연구계획에 해당하는 환자군을 모집하는데 연구 기간이 부족으로 인한 연구에 대한 대상자를 모집하는데 어려움이 있었으며 최대한 참여 가능한 인원을 대상으로 연구에 선별하였고, 모든 대상자를 선별하여 최대한 연구에 적합한 대상자를 연구에 참여하였다. 사전에 연구를 진행하는 과정에 대하여 대상자에게 사전 연구에 관련된 설명을 통하여 동의하에 실시하였다.

2. 실험도구 및 측정방법

1) 압통 역치 측정방법

슬관절의 불안정성으로 인한 압통 역치(pressure pain threshold; PPT)를 확인하기 위하여 압력 통각계(pressure algometer, Baseline, USA)를 사용하였다.

PPT는 슬관절 부위에 환자가 느끼는 통증을 객관적이고 정량화할 수 있는 신뢰도가 높은 측정 기구이다(Ylinen 등, 2007). 본 연구에서 슬개골 면을 중심으로 3면의 점을 표시하여 삼각구도에서 슬개골의 위치를 확인한 후 통증을 가장 호소하는 슬개건 부위면에 PPT를 접촉하여 측정하였다.

측정방법은 양측의 슬개건 부위 중 손상으로 인한 통증이 나타나지 않는 부위를 시작으로 PPT를 일정한 압박을 가하면서 서서히 환자에게 나타나는 통증을 구두로 확인하며 측정하였다. 측정하면서 가장 통증을 호소하는 3회를 수치의 평균값을 적용하였으며, 연구의 중재 방법 적용 후에 동일한 조건에서 측정하여 비교하였다. 위의 내용을 바탕으로 통증을 호소하는 부위와 그렇지 않은 부위를 대조하여 기록하였다(Figure 1).

2) 근력측정

발의 과도한 회내 상태로 슬관절 불안정성으로 통증을 호소하는 환자를 대상으로 근력 변화를 확인하기 위하여 등속성 평가 장비(Biodex system SD 4, Biodex, USA)를 사용하였다. 본 측정 장비는 등속성 평가 모드를 주

로 대상자에게 적용하며, 이후 상황적 변수에 따라 등척성, 등장성 운동 등을 평가하기 위한 시스템으로 인체의 각 관절의 각도 측정과 근력 및 가속도 측정이 가능한 현존하는 근력측정 시스템 중 환자와 연구대상자에게 신뢰도가 높은 평가 장비이다(Witvrouw 등, 2000).

연구를 위한 측정방법으로 대상자를 오토 컨트롤(Auto control) 이동식 의자에 앉힌 후 대상자의 긴장 이완을 위한 측정 전 복식 호흡 동작을 5회 실시하며, 검사하고자 하는 슬관절 부위를 측정 장치에 부착하고 안전 스트랩으로 고정시킨 후 측정 비교를 위하여 정상적인 관절 부위부터 측정을 시작으로 비교분석을 한다.

등속성 모드 상태의 60°/sec는 이전 선행연구에서 근력의 변화를 평가하기 위하여 적용하던 평가 모드로 환자에게 객관적 신뢰도를 얻을 수 있는 평가 방법이다. 따라서 슬관절 굴곡근과 신전근의 변화를 보고자 하였으며, 평가 진행 방법은 1회당 30초씩 휴식시간을 제공하고 정상 관절을 먼저 평가한 후 손상 관절을 평가하여 양측을 비교 분석한다.

근력측정 시 환자를 안정상태에서 평가 준비를 하기 위해 15초 정도 의자에 앉은 상태를 유지한 후 측정 평가를 시작하였다. 측정 횟수는 1회당 5번의 설정한 프로그램에 따라 반복 측정하고 총 3회의 걸쳐 측정된 결과 값에 대한 평균을 사용하였다(Figure. 2).



Figure 1. Pressure algometer

3) 보행분석 측정

발의 과도한 회내 상태에서 슬관절의 불안정성으로 인한 보행을 평가하기 위한 장비는 동적 보행 분석기 GAITRite®(CIR system, USA, 2009)를 사용하였다.

GAITRite®는 보행의 시·공간적 변수를 분석하기 위해 길이 8.3m, 폭.89m인 전자식 보행 판으로 직경 1m의 13,824개의 센서가 1.27cm마다 보행 판에 따라 배열되어 있고, 수직과 상하 방향으로 센서가 부착되어 있다.

특히 보행을 위한 기기판 중심으로 길이 7.32m, 폭 .61m는 센서가 가장 민감한 부분으로 압력을 인지하여 활성화된 상태로 나타내는 곳이다. 실험 방법은 총 5회 왕복하여 신뢰성이 높은 보행분석을 위하여 환자에게 사전에 평가를 위한 방법에 대하여 충분한 설명을 하였고, 평소와 비슷한 환경을 제공하기 위하여 연구와 관련된 5 문항의 질문을 실시하여 긴장을 이완하도록 하였다.

평가가 끝난 후 측정된 평균값을 적용하였으며, 평가는 대상자를 2회 사전 연습을 실시한 후 진행하였다. 장비의 측정 신뢰도는 $r=.30$ 이고, 모든 측정 내의 상관 계수는(ICC)는 .96이상이다(Van와 Besser, 2004)(Figure. 3).



Figure 2. Biodex evaluation



Figure 3. GaitRite evaluation

본 연구의 치료 방법은 실험군에서 발목관절 부위의 도수치료와 관절 가동범위 운동을 적용하였고 대조군에서는 발목관절 부위의 신장 운동과 관절 가동범위 운동을 적용하였다.

실험군과 대조군에서 적용한 관절가동운동은 발의 움직임을 배측굴곡, 저측굴곡, 내회전, 외회전으로 기본적인 동작을 적용하여 발목 관절에서 확인할 수 있는 최대의 범위를 확인하면서 범위가 증가될 수 있도록 반복 적용하였다.

각 동작은 5회씩 반복하고 세트 간 휴식시간은 1분으로 총 3세트로 구성하였다(Figure 4)(Figure 5).

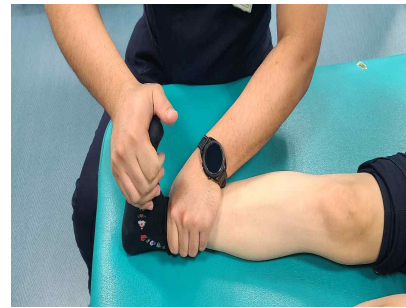


Figure 4. Ankle ROM exercise 1



Figure 5. Ankle ROM exercise 2

실험군에 적용한 발목관절 부위의 도수치료는 첫 번째로 발의 회내 상태는 경골의 내회전의 영향이 크게 작용하므로 경골의 내회전을 외회전으로 전환시키기 위하여 치료사가 수동적으로 경골을 외회전을 시키고 변화된 범위의 위치(Figure 6)에서 발목을 배측굴곡을 하여 발끝에 저항을 주어 변화된 위치를 인식하고자 하였으며, 진행되는 세트마다 경골이 수동적으로 외회전 되는 범위 만큼까지 진행하였다(Figure 7).

3. 중재 방법

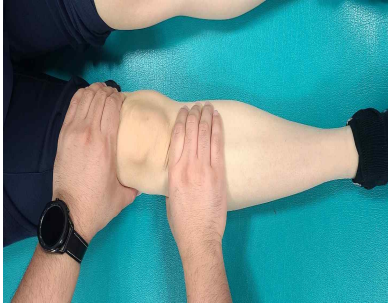


Figure 6. Tibia internal rotation



Figure 7. Navicular movement

발의 과도한 회내 상태는 주상골(navicular)의 위치가 정상범위에 위치보다 후하방으로 위치하고 있기에 상방으로 주상골의 위치를 유지하여 발목관절과 슬관절의 안정성을 가져오는데 있다(Madhavan와 Shields, 2007). 이에 따라 주상골의 위치 변화를 제공하는 방법으로 적용하였다. 관절의 보정시간이 지속될 수 있도록 마지막 단계에서 저축굴곡 동작에서 발끝에 저항을 제공하여 변화된 발의 위치가 유지될 수 있도록 실시하였다(Figure 8).

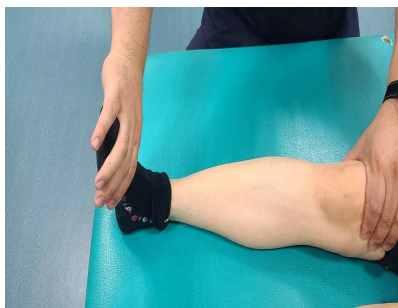


Figure 8. Ankle dorsiflexion resistance

실험군에 적용하는 도수치료 방법이 환자에게 지속적인 효과를 유지하기 위해 각 동작을 20초씩 5회 반복하여 실시하였다. 대조군에서 적용한 신장 운동은 실험군에 동일하게 적용한 발목의 관절 가동범위 운동이 먼저 진행된 후 발 주위에 있는 근육들의 균형을 유지시키기 위하여 체중 지지를 유지한 상태에서 발을 최대한 배측 굴곡과 내회전을 실시하였다.

신장을 통한 경골의 후면부에 위치하는 비복근(gastrocnemius)에 신장을 통한 적절한 근 길이와 힘을 낼 수 있는 상태로 능동적으로 내회전을 동시에 진행하면 주상골이 상방으로 위치하는 영향으로 변화를 가져올 수 있다(Figure 9). 이와 같은 신장 운동 동작을 20초 유지, 5회 반복하였으며, 관절가동운동을 진행 후 5분 정도 휴식을 유지하고 적용하였다.



Figure 9. Ankle stretching

4. 분석방법

본 연구방법에서 얻어진 자료는 SPSS WIN 20.0 통계 프로그램을 이용하였다. 모든 항목의 측정값은 평균과 표준편차로 산출하였다. 각 군 내의 중재 전-후 차이를 비교하기 위하여 대응 t 검정을 실시하고, 각 그룹 간의 운동 방법에 따른 종속 변수에 대한 차이를 확인하고 비교하기 위하여 독립 t 검정을 실시하였다. 통계적 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구의 연구대상자는 총 20명 중 각각 남성 5명, 여성 5명으로 실험군과 대조군을 편성하였다. 실험군의 평균 나이는 27.23±.41세이고 신장은 평균 168.3±4.22 cm, 몸무게는 72.4±5.2kg이었다. 대조군의 평균 나이는 28.3±2.1세이며, 신장은 평균 167.2±6.2cm, 몸무게는 73.4±3이었다. 두 그룹 간의 동질성 검사를 한 결과 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p>.05)(Table 1).

Table 1.
General characteristic of subjects

	RM Group (n=10)	RT Group (n=10)	P
Gender(M/F)	6/4	6/4	
Age(yrs)	27.23±.41 ^a	28.3±2.1	1.19
Height(cm)	168.3±4.22	167.2±6.2	.608
Weight(kg)	61.4±5.2	59.3±3	9.49

^aMean±SD, *p<.05.

RM: Range of motion+Manual therapy

RT: Range of motion+stretching exercise

2. 압통 역치 측정 변화비교

압력 통각계를 이용한 역치 변화비교에서 도수치료를 적용한 군에서 유의한 차이가 있었으며(p<.05), 두 그룹 간 중재 후 통증 감소가 유의하게 있었다(Table 2).

Table 2.
Change in pressure pain threshold

	RM Group (n=10)	RT Group (n=10)	t	p
Pre	16.4±2.2 ^a	15.32±.4	.426	3.131
Post	8.21±3.5	11.24±7.3	2.243	.042*
t	1.266	2.32		
p	.031*			

^aMean(kg/cm²)±SD, *p<.05.

RM: Range of motion+Manual therapy

RT: Range of motion+stretching exercise

3. 슬관절 불안정성으로 인한 근력 변화비교

1) 슬관절 굴곡 근력 변화비교

슬관절 굴곡 각속도를 60°/sec로 적용하며 치료 전 최대 토크 55.32±2.32Nm 값은 8.33±4.1Nm이고, 연구

이후는 31.48±2.3Nm 그룹 간 비교에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 대조군에서는 치료 전 7.86±2.14Nm에서 치료 후 25.4±3.11Nm로 유의한 차이를 보였다. 슬관절의 최대 근력 변화에서 두 그룹의 치료 방법을 전-후 비교에서는 유의한 차이를 보였다 (p<.05)(Table 3).

Table 3.
Comparison of the difference in the maximum torque of the knee flexors 60°/sec before and after intervention

		RM Group (n=10)	RT Group (n=10)
Knee flexor	Pre	8.33±4.1 ^a	7.86±2.14
	Post	31.48±2.3	25.4±3.11
	t	-18.648	-16.946
	p	.006*	.008*

^aMean(Nm)±SD, *p<.05.

RM: Range of motion+Manual therapy

RT: Range of motion+stretching exercise

2) 슬관절 신전 근력 변화비교

슬관절 신전 각속도가 60°/sec로 적용하며 치료 전 최대 토크값은 29.59±2.3Nm이고, 치료 후 59.87±1.32Nm 그룹 간 비교에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 대조군에서는 치료 전 29.88±6.11Nm에서 치료 후 47.93±5.45Nm로 유의한 차이를 보였다 (p<.05). 슬관절의 최대 근력 변화에서 두 그룹의 치료 방법을 치료 전-후 비교에서는 유의한 차이를 보였다 (p<.05)(Table 4).

Table 4.
Comparison of the difference in the maximum torque of the knee extensor 60°/sec before and after intervention

		RM Group (n=10)	RT Group (n=10)
Knee extensor	Pre	29.59±2.3 ^a	29.88±6.11
	Post	59.87±1.32	47.93±5.45
	t	-8.271	-9.506
	p	.022*	.031*

^aMean(Nm)±SD, *p<.05.

RM: Range of motion+Manual therapy

RT: Range of motion+stretching exercise

4. 슬관절 불안정성으로 인한 보행 변화 비교

1) 스텝 시간(step time)에 대한 변화 비교

스텝시간 변화 비교에서 치료전 스텝시간은 $1.32 \pm 1.11\%$ 이고, 치료 후 $.70 \pm 1.34\%$ 로 스텝 시간의 감소가 있었다. 대조군에서는 치료 전 $1.22 \pm 1.14\%$ 에서 치료 후 $.92 \pm 1.25\%$ 로 스텝 시간의 유의한 감소가 있었다($p < .05$). 두 집단 간 치료 방법 적용 후 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 5).

Table 5.
Comparison of step time tests

	RM Group (n=10)	RT Group (n=10)
Step time	Pre	1.32 ± 1.11^a
	Post	$.70 \pm 1.34$
	t	8.116
	p	.031*

^aMean(%)±SD, * $p < .05$.

RM: Range of motion+Manual therapy
RT: Range of motion+stretching exercise

2) 스텝 길이(step length) 변화 비교

스텝 길이 비교에서 연구 전은 $45.17 \pm 11.21\text{cm}$ 이고, 치료 후에는 $61.31 \pm 8.39\text{cm}$ 로 스텝 거리의 감소가 있었다. 대조군에서는 $46.28 \pm 13.07\text{cm}$ 에서 치료 후에는 $57.90 \pm 7.90\text{cm}$ 로 스텝 거리의 유의한 감소가 있었다($p < .05$), 또한 두 집단 간 치료 방법 적용 후 비교에서는 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(Table 6).

Table 6.
comparison of step length tests

	RM Group (n=10)	RT Group (n=10)
Step length	Pre	45.17 ± 11.21^a
	Post	61.31 ± 8.39
	t	-5.74
	p	.026*

^aMean(cm)±SD, * $p < .05$.

RM: Range of motion+Manual therapy
RT: Range of motion+stretching exercise

본 연구의 목적은 발의 과도한 회내 상태에 있는 환자에게 발목의 도수치료와 관절 가동범위를 적용하여 슬관절 근력의 불안정성과 보행의 변화를 살펴보기 위한 것이다. 연구대상자에게 적용한 도수치료와 관절 가동범위 운동은 발의 과도한 회내 상태와 경골(tibia)의 내회전 움직임은 정상적인 범위를 벗어난 과도한 내회전 상태를 외회전 방향으로 경골의 위치를 변화시켜주고 경골을 정상적인 범위 상태에서 관절 가동범위 운동을 적용하여 평가하고자 하였다.

이전 선행연구에서 발목 위치에 따라 경골 움직임과는 상호 보완적인 관계이기에 슬관절과의 직접적인 상관관계를 갖고 있다. 이에 따라 발목의 내회전과 외회전에 따라 슬관절 움직임도 직접적인 영향을 가져온다(Refshauge 등, 2000).

신체에서 발의 위치에 따라 체중 이동에 대한 스트레스가 골반(pelvic)을 중심으로 상위 분절보다 하위 분절에 더 많은 영향을 준다. 하위 분절에서 중요한 부위 중에 발은 자세습관에 의하여 비정렬 상태가 지속적으로 유지가 된다면 상호 연관된 슬관절에서 문제가 동반되어 이에 따른 무릎 손상의 25~30%을 통증으로 야기시킨다(Macintyre 등, 1991).

발의 위치에 따라 나타나는 슬관절의 변화는 자세 움직임에 따라 균형 있는 자세를 유지하거나 체중을 지지하는데 직접적인 상관성이 있다. 발의 불안정한 위치는 슬관절 불안정성을 가져오고 발의 과도한 회내 증가는 슬관절 내측 부위의 통증을 동반하는 원인이 되었다(Bae 등, 2000).

이와 같은 문헌들을 참고로 본 연구에서는 발의 과도한 회내 상태에서 무릎의 불안정성으로 근력과 보행의 변화를 확인하였다. 압통 역치(PPT) 비교를 통하여 발목의 도수치료와 관절 가동범위 운동으로 치료적 중재 방법을 선택하였던 그룹의 전-후 비교에서 신장 운동과 관절 가동범위 운동을 적용한 환자보다 무릎의 상당한 통증 감소와 보행의 증가가 있었다. 오래된 자세습관이나 비정상적인 근육의 불균형으로 신체 중심이 정상적인 범위보다 벗어난 상태가 되고 비정상적인 하부 근육의 안정성 감소로 인한 근골격계 문제를 동반한다고 보고하였다(Gefen 등, 2002).

위의 연구를 근거로 발의 과도한 회내 상태는 경골을 정상위치보다 과도한 내회전을 동반하고 비정렬 상태가 되어 몸의 하부 중심이 정상범위에서 벗어난 상태에서 지면에 대한 체중 지지, 신체의 움직임 수행 시 관절 주위의 근육 위치가 불안정한 상태로 변화되며, 무릎 부위

IV. 고 찰

에 통증 증가를 가져올 것으로 사료된다. 그러나 발과 슬관절 사이에 위치한 경골을 내회전에서 외회전으로 치료적 중재를 통하여 정상범위 안에 관절의 위치를 유지시켜준다면 발과 발목관절 주변의 근육을 적절히 사용하여 무릎의 안정성을 유지하고, 그에 따른 슬관절의 통증 감소도 가져올 수 있을 것이다.

본 연구방법에서 슬관절 불안정성으로 인한 근육의 변화를 확인하기 위하여 굴곡과 신전 전-후 비교에서는 두 그룹에서 중재적 방법을 시행하였던 그룹이 더 유의한 개선이 나타났음을 알 수 있었다. 일상적 활동 중 무릎의 불안정성으로 통증을 호소하는 환자들에게 다리의 저항 운동을 실시하고 평가를 진행하였다. 그에 따른 도수 근력 측정을 위해 Biodex 측정 장비를 이용하여 변화를 비교한 결과 슬관절의 굴곡과 신전근에서 근력의 개선을 확인할 수 있었다(Robert 등, 2000).

이전 문헌에 따라 슬관절 최대 굴곡과 신전의 근력 변화를 비교하였다. 연구결과는 치료적 중재 방법을 적용한 환자 그룹에서 유의한 개선이 나타났다. 그러나 굴곡근의 변화비교가 신전근보다 유의한 차이가 감소하였다. 연구를 진행한 대상자들은 무릎을 신전하는 것보다 굴곡하는 것이 더 어렵고 통증이 감소되는 시간적 변화가 부족하여 슬관절 굴곡 시 신전보다 압박으로 인한 통증이 발생하기 때문에 근력 변화 비교에서 상당한 영향을 가져오지 못하였다.

Slater와 Hart(2017)는 28명의 무릎의 손상이 없는 20대를 대상으로 슬관절 변화에 따른 근활성 패턴을 분석한 결과, 슬관절 40~45°에 최대의 근활성 변화를 가져왔고, 신전근이 굴곡근보다 우세하였으며, 무릎의 손상이 있는 환자 그룹에서는 무릎의 신전보다 굴곡 동작에서 근력의 수치가 감소되었다고 보고하였다.

보행 변화에서도 발의 과도한 회내 상태로 인한 무릎의 불안정성으로 지면에 대한 지면반발력에서 오는 에너지가 저하되고, 이로 인해 걸음 속도의 지연과 스텝 시간의 감소로 인한 전체적인 보행능력의 저하를 가져왔다고 보고하였다(Jerez-Mayorga 등, 2019). 연구결과를 통하여 보행 특성을 분석한 결과, 두 그룹 간의 유의한 차이를 보였다.

발의 과도한 회내상태를 도수치료로 정상관절범위 안에 치료적 접근을 시도하여 슬관절에 안정적인 근력을 회복시키면서 신체의 안정성이 증가하여 움직임의 수행이 원활한 것으로 사료된다. 또한, 체중 지지하는 동안 지면 반발력 증가를 통한 신체 에너지 효율의 증가로 보행 능력 증가를 가져올 수 있다는 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 첫째, 연구대상자 선정에서 발의

과도한 회내 상태의 환자를 모집하는데 어려움이 있어 모집군의 부족으로 인한 연구결과의 일반화가 어려움이 있었다. 둘째, 연구방법에 참여한 대상자의 치료적 운동을 중재할 때, 개인적인 완벽한 치료적 운동의 통제가 어려웠다.

따라서 치료적 중재를 시행하는 방법을 사전에 대상자에게 미리 고지하여 연구방법 수행 시 혼선을 최소화하는 것이 필요하다고 생각한다. 또한, 균형능력의 변화에 대해서도 평가할 수 있는 평가방법을 추가적으로 필요하다고 생각한다.

V. 결론

본 연구는 발의 과도한 회내로 슬관절의 불안정성으로 인한 근력 및 보행의 변화를 확인하고자 하였다. 연구 결과로는 발목의 도수치료와 관절 가동범위 운동을 실시한 그룹에서는 신장 운동과 관절 가동범위 운동을 실시한 그룹보다 유의한 변화를 주었다. 따라서 슬관절의 불안정한 상태를 일으키는 경골의 과도한 내회전은 치료적 중재를 통하여 정상적인 범위로 다시 회복이 되며, 그에 따른 관절 범위의 가동성 증가, 근력 및 보행 능력의 향상 등을 가져올 수 있다고 확인하였다. 이번 연구를 통하여 환자에게 도수치료를 적극적으로 적용하여 신체의 변화와 움직임의 개선 효과를 입증한 것을 중재 방법으로 제안되는 것을 기대한다.

참고문헌

- Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence I. Measurement of incongruence. Clin Orthop. 1993;176:217-224.
- Bae SS, Lee Jh, Chung HK, et al. Effect of step width and TOA on Q-angle and CTA in walking. 1996;8(1):33-47.
- Daubney ME, Culham EG. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. Phys Ther. 1999;(12):1177-1185.
- Gefen A, Megido-Ravid M, Itzchak T, et al. Analysis of muscular fatigue and foot stability during high-heeled gait. Gait & Posture. 2002;15(1):56-63. [http://doi.org/10.1016/S0966-6362\(01\)00180-1](http://doi.org/10.1016/S0966-6362(01)00180-1).

- Grabiner MD, Jahnigen DW. Kinematics of recovery from a stumble. *Journal of Gerontology*. 1993;48(3):97-102. <http://doi.org/10.1093/geronj/48.3.m97>.
- Hamill J, Knutzen KM. *Biomechanical Basis Of Human Movement*. Baltimore, William & Wilkins. 1995.
- Madhavan S, Shields R. Weight-bearing exercise accuracy influences muscle activation strategies of the knee. *J Neurol Phys Ther*. 2007;31(1):15-19.
- Jacob JV, Horak FB. External postural perturbations induce multiple anticipatory postural adjustments when subjects cannot pre-select their stepping foot. *Exp Brain res*. 2007;179(1):29-42. <http://doi.org/10.1007/s00221-006-0763-5>. Epub 2006 Nov 8.
- Jerez-Mayorga D, Silva-Pereyra V. Pendular energy transduction in the different phases of gait cycle in post-stroke subjects. *Hum Mov Sci*. 2019;66:521-528. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.06.006>
- Konradsen L. Factors contributing to chronic ankle instability. Kinaesthesia and joint position sense. *J Orthop Sports phys Ther*. 2009;37(4):381-385. <https://doi.org/10.3113/FAJ.2009.1011>
- Lattanza L, Gray GW, Kanter RM. Closed versus open kinematic chain measurement of subtalar joint eversion. Implications for clinical practice. *J Orthop Sports phys Ther*. 1988;9(9):310-314.
- Macintype JG, Taunton JE, Clement DB, et al. Running injuries. *Clin J sports Med*. 1991;1:81-87.
- Magee DJ. *Orthopedic Physical Assessment*. 3rd ed, WB saunders. 1997.
- Refshauge KM, Kilbreath SL, Raymond J. The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2000;32:10-15.
- Robert L, Adams J, Swezey AM, et al. Isometric progressive resistive exercise for osteoporosis. *J Rheumatol*. 2000;27(5):1260-1264.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Translating Research Into Clinical Practice*. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- Slater LV, Hart JM. Muscle activation patterns during different squat techniques. *J Strength Cond Res*. 2017;31(3):667-676. <http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001323>
- Bae SS, Lee JH, Jung HG, et al. The effect of walking and ankle angle on longitudinal bone angle and quadriceps muscle. *Korean Physical Therapy Journal*. 1996;8(1):33-47.
- Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, et al. Open versus closed kinetic chain exercise in patellofemoral pain. A prospective randomized study. *Am J Sports Med*. 2000;(28):687-695. <http://doi.org/10.1177/03635465000280051201>
- Van Uden CJ, Besser MP. Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system(Gait rite). *BMC Musculoskelet Disord*. 2004;30(1):21-28. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-5-13>
- Ylinen J, Kautiainen H, Wiren K, et al. Stretching exercise vs manual therapy in treatment of chronic neck pain: A randomized, controlled cross-over trial. *J Rehabil Med*. 2007;39(2):126-132. <https://doi.org/10.2340/16501977-0015>

논문접수일(Date received) : 2021년 07월 19일
논문수정일(Date revised) : 2021년 07월 22일
논문게재확정일(Date accepted) : 2021년 08월 21일