

## 아킬레스 건염 환자의 보행 시 고관절, 슬관절 및 족관절 모멘트의 변화에 대한 연구

유재호<sup>1</sup>, 이규창<sup>2\*</sup>, 이동엽<sup>3</sup>

<sup>1</sup>삼육대학교 물리치료학과, <sup>2</sup>경남대학교 물리치료학과, <sup>3</sup>선문대학교 물리치료학과

## A Study on the Change of Gait Temporal Parameter and Ankle Joint Moment in Patients with Achilles Tendinitis

Jae-Ho Yu<sup>1</sup>, Gyu-Chang Lee<sup>2\*</sup> and Dong-Yeop Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Sahmyook University

<sup>2</sup>Dept. of Physical Therapy, Kyungnam University

<sup>3</sup>Dept. of Physical Therapy, Sunmoon University

**요 약** 본 연구는 아킬레스 건염 환자와 정상인들을 대상으로 보행 선형지표와 고관절, 슬관절, 그리고 족관절의 모멘트 변화를 조사하여 아킬레스 건염에 의한 보행의 역학적 변화를 구명하고 아킬레스 건염을 예방하기 위한 예측 인자들을 찾고자 실시되었다. 연구의 대상자는 아킬레스 건염 환자 20명과 비슷한 신체조건을 가진 건강한 정상인 20 명이며, 대상자가 맨발 상태에서 힘판의 중앙 부분을 밟고 지나가도록 13 m의 거리를 편안한 속도로 5회 왕복하도록 하였다. 또한 대상자가 보행하는 동안 3차원 동작분석 장비를 이용하여 고관절, 슬관절, 그리고 족관절 모멘트를 산출 하였다. 수집된 자료들을 SPSS 12.0 소프트웨어를 사용하여 분석하였다. 연구의 결과 아킬레스 건염 환자들의 고관절 은 입각기 초기에 신전 모멘트가 감소하였고, 중후반에는 굴곡 모멘트가 감소하였다. 또한 슬관절에서는 입각기 초기 부터 지속적인 굴곡 모멘트의 감소가 나타났으며 후기에는 신전 모멘트의 감소를 보였다. 그리고 족관절은 입각기 중 반에 저축굴곡 모멘트가 감소하였으며 말기에는 배측 굴곡 모멘트가 감소하였다. 정상인과 비교해 아킬레스 건염 환 자들에게서 보행의 역학적인 변화가 두드러지게 나타났으며, 임상에서는 아킬레스 건염 환자의 보행에 대한 변화를 세밀하게 파악하여 치료적 접근을 시도해야 할 것으로 보인다. 그리고 앞으로의 연구에서는 아킬레스 건염 환자에게서 나타나는 역학적인 변화에 대한 조사가 더 이루어져야 할 것이다.

**Abstract** This study was to investigate the change of gait temporal parameter and ankle joint moment between patients with achilles tendinitis and healthy people. Thus, the purpose of this study is to clarify biomechanical change of gait in patients with achilles tendinitis and to find risk factor for prevention of achilles tendinitis. We recruited 20 patients with an achilles tendinitis and 20 healthy people. While subjects shuttled 5 times on 13 m distance with comfortable pace, we examined gait function marker with three-dimensional gait analysis system. All subject outstepped center of forceplate during gait and calculated ankle joint moment using software. Obtained data was analyzed using SPSS 12.0 software. In results, we confirmed that patients with achilles tendinitis showed reduction of extension moment in early initial phase and reduction of flexion moment in mid-stance on hip joint. and reduction of flexion moment in early initial phase and reduction of extension moment in late phase on knee joint. And we identified that patients with achilles tendinitis showed reduction of dorsiflexion moment in early stance phase, maximal plantarflexion moment in mid stance phase, and dorsiflexion moment in late stance phase. Thus, there are biomechanical changes on gait in patients with achilles tendinitis compared to healthy people. And, in clinical settings, they should focus on changes of gait in patients with achilles tendinitis. Further study will be undertaken for the biomechanical changes of patietns with achilles tendinitis.

**Key Words** : Achilles tendinitis, Gait, Joint moment, Motion analysis

이 연구결과물은 2011학년도 경남대학교 학술연구장려금 지원에 의한 것임.

\*교신저자 : 이규창(leejc76@kyungnam.ac.kr)

접수일 11년 11월 14일

수정일 11년 11월 28일

게재확정일 11년 12월 13일

## 1. 서론

보행은 일정한 방향으로 속도를 유지하면서 신체를 단계적으로 이동시키는 움직임으로써 인간에게 있어 가장 기본적인 동작이며 일상생활을 수행함에 있어 극히 자연스러운 현상이다. Galley와 Foster는 보행이란 상지와 하지의 여러 관절에서 100여개의 골격근이 협응을 이루어 수행되는 복합적 동작이라 하였고, 체중 부하 구조 속에서 머리, 체간, 상지, 그리고 하지가 상호 연관성을 통해 안정성과 균형을 유지하며 신체를 전방으로 추진시킨다고 하였다[1].

보행은 신체 이동에 있어 단순한 과정이지만 개개인의 성격, 태도 및 생활습관에 따라 패턴이 다양하게 나타난다. 잘못된 보행 패턴은 체간의 불안정성을 초래하며 근골격계와 심호흡계에도 영향을 미쳐 과도한 에너지 소비의 원인이 되기도 한다. 또한 비효율적 보행 패턴은 체중 분배의 변화를 가져와 여러 관절에 피로를 주며 근골격계와 신경계 질환의 직접적인 원인이 될 수도 있다[2]. 보행 시 발생할 수 있는 거골하 관절의 과도한 회내는 병인학적으로 아킬레스 건 손상에 있어 중요한 인자로 작용해 왔다. 또한 중간 입각기에 나타나는 외번은 아킬레스 건의 중간 섬유에 염좌를 발생시킬 수 있다. 이와 같이 보행 시 발생하는 여러 가지 요인들은 아킬레스 건염의 유발 인자로서 기여해 왔다[3, 4].

최근 아킬레스 건염 환자들의 보행 시 운동학적 변화에 관한 연구들에 따르면 Ryan 등은 중간 입각기에 거골하 관절의 외번 이동이 증가하고 배측굴곡 속도는 감소한다고 하였다[5], 또한 Azevedo 등은 발뒤꿈치 입각기에서 중간 입각기까지 슬관절 가동 범위의 감소가 관찰되며 발뒤꿈치 입각기 이후 대퇴직근과 비복근의 근전도 활동이 감소된다고 보고한 바 있다[6]. 아킬레스 건염 환자들의 보행 패턴에 대한 연구들이 많아짐에 따라 이를 예방하기 위한 위험 인자들의 분석들이 이루어지고 있다. Van Ginckel 등은 회귀분석을 이용한 연구에서 족저압력의 전·후방 전위와 외측편위 감소를 감소시키는 것이 아킬레스 건염 발병을 낮추는데 도움이 된다고 하였고, Mian 등은 연령에 따른 보행 시 슬관절근의 근육과 건 사이의 관계에 대한 연구에서 발뒤꿈치 입각기 동작 시 노인에서 건 조직의 길이는 증가하고 건 다발의 길이는 감소한다고 하였다[7, 8].

최근 달리기나 스포츠 활동에 참여하는 인구가 증가함에 따라 아킬레스 건염의 유병율 역시 증가하는 추세이고, 발병 시 운동 참여를 저해하는 요소로 크게 작용하고 있다[9]. 이에 따라 기존의 연구들은 전향적 연구 방법을 통해 장기간 행해지는 지구성 운동들이 아킬레스

건염의 유병율을 증가시킨다고 보고해왔다[10]. 지구성이 부각되는 규칙적인 운동들은 심폐기능 증진, 비만 및 성인병 예방 등의 많은 이점들을 가지고 있음에도 불구하고, 과사용으로 인해 근골격계 질환을 유발하게 된다는 부정적인 결과들을 나타남에 따라 규칙적인 운동에 참여하면서도 아킬레스 건염을 예방할 수 있는 방법들을 모색하는 것은 필요하다[11, 12]. 이를 위해서는 아킬레스 건염 환자들의 보행 시 나타나는 움직임의 특성들을 정량적인 평가도구를 통해 분석하여 정상인들과의 차이를 구별해야 한다. 그러나 아킬레스 환자들의 보행 시 나타나는 움직임 또는 자세의 변화에 대한 분석한 연구들은 아직 부족한 실정이다.

관절 모멘트는 움직임을 일으키는 근육 등 내적인 힘과 외부적인 힘 등의 총합으로 설명할 수 있다. 보행 시 하지 관절에 미치는 영향을 역학적으로 명확하게 밝혀내기 위해서는 관절 모멘트를 살펴보는 것이 중요하다[13]. 또한 하지를 이루는 고관절, 슬관절, 그리고 족관절은 상호 연관성을 가지고 있기 때문에 하나의 관절에 손상이 발생되었을 때 다른 관절들의 평가도 함께 이루어져야 한다[14]. 이전에 여러 연구들에서 하지의 근골격계 손상과 관련된 관절 모멘트에 대해 보고하였다. 전방십자 인대가 손상된 환자는 슬관절의 굴곡 모멘트가 감소한다고 보고되었고, 관절염 환자는 고관절 내전 및 슬관절 굴곡 모멘트가 감소한다고 보고되기도 하였다[15, 16]. 이와같이 하지 손상에 대해 관절 모멘트의 변화가 나타난다고 보고되어져 왔지만 아킬레스 건염 환자에 있어 보행 시 자세 변화에 따른 관절 모멘트를 분석한 연구는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 아킬레스 건염 환자들과 비슷한 연령과 신체조건을 가진 정상군을 대상으로 보행 선형지표와 고관절, 슬관절 및 족관절 모멘트를 측정하여 비교 분석함으로써 아킬레스 건염에 의한 보행의 역학적 변화를 구명하고 아킬레스 건염을 예방하기 위한 예측 인자들을 찾고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 서울에 위치한 K 재활병원 연구 센터에 모집된 아킬레스 건염 환자 20명과 비슷한 연령과 신체 조건을 가진 정상군 20명으로 하였다. 환자군의 선정기준은 초음파 검사 상 편측에만 구조적 비정상이 발견되어 아킬레스 건염 진단을 받은 환자, 최초 아킬레

스 건염이 발생한 지 적어도 6개월 이상 지난 환자, 외래 추적 검사가 가능하며 보조도구 없이 독립적 보행이 가능한 환자로 하였다. 그리고 족부관절에 관절가동범위의 제한이 심한 환자, 이전에 하지의 근골격계 손상과 관련된 수술을 받은 환자, 현재 발보조기를 사용하고 있는 환자, 후족부에 골관절염, 류마티스성 관절염, 골다공증 등 다른 질환이 동반된 환자, 그리고 선정 대상 질환 이외에 다른 신경학적 손상이나 병변이 있는 환자는 제외하였다. 실험 전 그 목적과 절차에 관하여 연구자가 피험자들에게 충분히 설명하였으며, 모든 대상자는 연구 참여에 동의하였다. 본 연구 대상자의 특성은 표 1과 같다.

**[표 1]** 연구 대상자의 일반적 특성  
**[Table 1]** General characteristics of subjects and levene test

(N=40)				
	환자군(n=20)	정상군(n=20)	t	P
성별(남/여)	10/10	10/10		
환측 (우측/좌측)	14/6			
연령(세)	27.00 ± 4.63	27.25 ± 4.33	-.176	.861
신장(cm)	166.45 ± 9.10	166.50 ± 8.05	-.018	.985
체중(kg)	62.85 ± 11.99	64.50 ± 11.01	-.453	.653

## 2.2 실험방법

### 2.2.1 실험절차

연구센터에 모집된 아킬레스 건염 환자들과 건강한 정상인들에게 연구의 목적과 측정 절차에 대해 충분히 설명한 뒤 사전검사로 대상자의 일반적 특성인 성별, 나이, 몸무게, 키, 체지방률을 조사하였으며 아킬레스 건염 환자들은 임상의학적 특성인 유병기간을 추가로 조사하였다. 그 후 대상자들에게 동작분석 마커(marker)를 부착한 뒤 Ryan 등이 연구에서 제시한 방법에 따라 평소 보행 속도로 13 m거리를 5회 반복하여 걷게 하였다[5]. 바닥 밑에는 힘판을 위치시켜 이에 따른 고관절, 슬관절 및 족관절의 모멘트를 구하였다. 그리고 Choi 등의 연구 방법에 따라 환자들에서는 환측의 모멘트와 정상인들에서는 우세한 쪽의 모멘트를 비교하고 분석하였다[17].

### 2.2.2 관절 모멘트 분석

아킬레스 건염 환자와 정상인들의 관절 모멘트를 구하기 위하여 60 cm x 90 cm 크기의 dual AMTI force platform(Advanced Mechanical Technology INC, MA, USA)을 사용하였다. 이 힘판은 플랫폼의 4군데에 각각 스트레인게이지가 배열, 부착되어 로드셀에 접촉된 후

로드셀의 길이에 변화가 발생하였을 때 게이지 안에 있는 선의 직경이 변함으로써 그 선에 흐르는 전류의 저항 값이 변하도록 설계되었다. 이 전류는 증폭기와 AD변환기를 통하여 Nexus 1.7 software에서 디지털 값으로 변화된다. 이러한 값은 일차적 정보로 수집되고, 이 후 물리의 기초적인 원리를 이용한 Polygon software를 통해 고관절, 슬관절 및 족관절 모멘트 데이터로 추출되었다. 대상자에게 맨발로 편안하게 13 m 거리를 자신의 보행속도로 걷게 하였으며, 보행 도중 힘판의 중앙 부분을 반드시 밟을 수 있도록 자신의 보폭에 맞게 힘판의 중앙에서 5보 떨어진 곳에서부터 걸어오도록 연습시켰다. 중앙 부분을 벗어나 힘판을 제대로 밟지 못한 경우 1분간 휴식한 뒤 다시 걷게 하였다. 모든 대상자를 왕복 5회 반복하여 걷게 하였다.

## 2.3 자료분석

통계적 분석을 위해 SPSS ver 12.0(SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하였다. 보행 시 시간에 따른 X축(관상면), Y축(시상면), Z축(수평면)으로 이루어진 마커들의 위치 자료와 힘판의 자료가 수집되었고, Flanagan과 Salem이 사용한 모멘트 방정식을 이용하여 관절 모멘트를 계산하였다[18].

아킬레스 건염 환자들과 정상인들의 일반적 특성과 보행 시 보행 선형지표, 그리고 고관절, 슬관절 및 족관절의 모멘트 변화를 비교하기 위해 기술통계량을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 그리고 환자군과 정상군의 보행 시 하지 보행 선형지표와 고관절, 슬관절 및 족관절 모멘트의 차이를 비교하기 위하여 독립 t 검정을 이용하였다. 모든 통계의 유의수준( $\alpha$ )은 .05 이하로 하였다.

## 3. 결과

### 3.1 환자군과 정상군의 입각기 고관절 모멘트의 차이

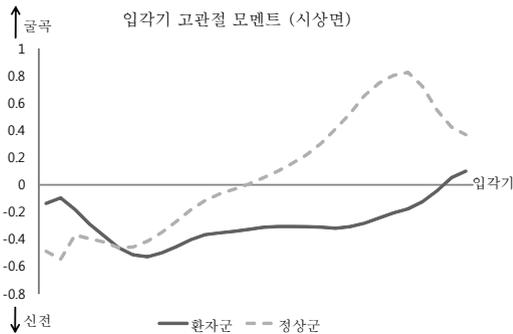
환자군과 정상군의 입각기 고관절 모멘트의 차이는 다음과 같다(표 2)(그림 1). 입각기 0%에서 환자군의 고관절 모멘트는 -14 Nm/kg, 정상군은 -49 Nm/kg로 통계적으로 유의한 차이가 나타났고( $p < .05$ ), 입각기 25%에서 환자군은 -53 Nm/kg, 정상군은 -41 Nm/kg로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 입각기 50%에서 환자군은 -33 Nm/kg, 정상군은 .01 Nm/kg로 통계적으로 유의한 차이가 나타났고( $p < .05$ ). 입각기 75%에서 환자군의 고

관절 모멘트는  $-0.28 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $-0.66 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며( $p < .05$ ), 입각기 100%에서도 환자군은  $.10 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $.37 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ).

**[표 2]** 환자군과 정상군의 입각기 고관절 모멘트의 차이  
**[Table 2]** Difference of hip joint moment between patient group and control group in stance phase  
 (N=40)

	환자군 (n=20)	정상군 (n=20)	t
입각기0%(Nm/kg)	$-0.14 \pm .31$	$-0.49 \pm .42$	2.995**
입각기25%(Nm/kg)	$-0.53 \pm .24$	$-0.41 \pm .34$	-1.217
입각기50%(Nm/kg)	$-0.33 \pm .32$	$0.01 \pm .24$	-3.721**
입각기75%(Nm/kg)	$-0.28 \pm .64$	$0.66 \pm .60$	-4.780***
입각기100%(Nm/kg)	$0.10 \pm .25$	$0.37 \pm .21$	-3.663**

\*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$



**[그림 1]** 환자군과 정상군의 입각기 고관절 모멘트의 차이  
**[Fig. 1]** Difference of hip joint moment between patient group and control group in stance phase

### 3.2 환자군과 정상군의 입각기 슬관절 모멘트의 차이

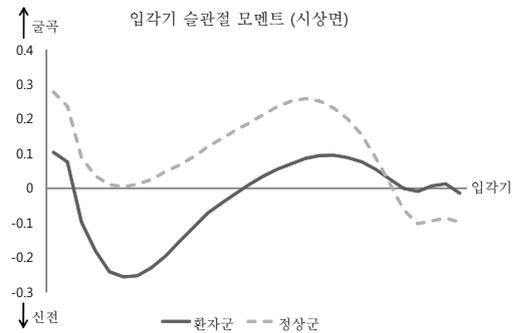
환자군과 정상군의 입각기 슬관절 모멘트의 차이는 다음과 같다(표 3)(그림 2). 입각기 0%에서 환자군의 고관절 모멘트는  $.10 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $.28 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났고( $p < .05$ ), 입각기 25%에서 환자군은  $-0.23 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $.03 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 입각기 50%에서 환자군은  $.01 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $.19 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 입각기 75%에서 환자군의 고관절 모멘트는  $.08 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $.15 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 입각기 100%에서 환자군은  $-0.01 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $-0.10 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로

유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ).

**[표 3]** 환자군과 정상군의 입각기 슬관절 모멘트의 차이  
**[Table 3]** Difference of knee joint moment between patient group and control group in stance phase  
 (N=40)

	환자군(n=20)	정상군(n=20)	t
입각기0%(Nm/kg)	$.10 \pm .31$	$.28 \pm .42$	-2.741**
입각기25%(Nm/kg)	$-.23 \pm .24$	$.03 \pm .34$	-1.950
입각기50%(Nm/kg)	$.01 \pm .32$	$.19 \pm .24$	-1.658
입각기75%(Nm/kg)	$.08 \pm .64$	$.15 \pm .60$	-0.640
입각기100%(Nm/kg)	$-.01 \pm .25$	$-.10 \pm .21$	3.134**

\*\* $p < 0.01$



**[그림 2]** 환자군과 정상군의 입각기 슬관절 모멘트의 차이  
**[Fig. 2]** Difference of knee joint moment between patient group and control group in stance phase

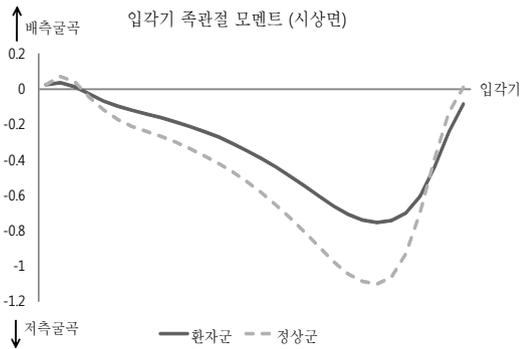
### 3.3 환자군과 정상군의 입각기 족관절 모멘트의 차이

환자군과 정상군의 입각기 족관절 모멘트의 차이는 다음과 같다(표 4)(그림 3). 입각기 0%에서 환자군의 고관절 모멘트는  $.02 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $.03 \text{ Nm/kg}$  입각기 25%에서 환자군은  $-0.14 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $-0.24 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 입각기 50%에서도 환자군은  $-0.35 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $-0.52 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 입각기 75%에서 환자군의 고관절 모멘트는  $-0.74 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $-1.09 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 역시 나타나지 않았으나, 입각기 100%에서 환자군은  $-0.08 \text{ Nm/kg}$ , 정상군은  $-0.08 \text{ Nm/kg}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p < .05$ ).

[표 4] 환자군과 정상군의 입각기 족관절 모멘트의 차이  
 [Table 4] Difference of ankle joint moment between patient group and control group in stance phase (N=40)

	환자군 (n=20)	정상군 (n=20)	t
입각기0%(Nm/kg)	.02 ± .04	.03 ± .03	-.006
입각기25%(Nm/kg)	-.14 ± .15	-.24 ± .24	1.562
입각기50%(Nm/kg)	-.35 ± .29	-.52 ± .37	1.646
입각기75%(Nm/kg)	-.74 ± .59	-1.09 ± .58	1.875
입각기100%(Nm/kg)	-.08 ± .18	-.08 ± .07	-2.183*

\*p<0.05



[그림 3] 환자군과 정상군의 입각기 슬관절 모멘트의 차이  
 [Fig. 3] Difference of knee joint moment between patient group and control group in stance phase

#### 4. 고찰

본 연구에서는 아킬레스 건염 환자들과 건강한 정상인들의 보행 시 고관절, 슬관절 및 족관절 모멘트의 변화를 비교하였고, 연구 결과에 따라 논의하고자 한다.

정상적인 입각기 시상면에서 하지 관절들의 모멘트를 분석해보면 고관절은 입각기 초기에 체간의 수용, 체간의 조절, 그리고 고관절의 신전을 위해 신전 모멘트를 발생시키고, 입각기 중반에서 고관절 신전을 감속시키기 위해 굴곡 모멘트를 발생시킨다. 이러한 굴곡 모멘트는 고관절 전관절낭(anterior capsule)에서 발생한 수동적인 힘과 고관절 굴곡근 활성의 결과로 발생된다. 이후 유각기에 신전근 모멘트가 고관절 굴곡 움직임의 감소를 위해 발생된다. 시상면에서 슬관절 모멘트는 초기에 굴곡 모멘트를 통해 충격 흡수와 적절한 슬관절 정렬을 제공하고, 이후 바로 슬관절 신전 모멘트를 가지며 이는 입각기 20-50%까지 지속되다가 말기 유각기에서 다시 굴

곡 모멘트로 변환된다. 족관절은 중간 입각기까지 저축 굴곡 모멘트를 보이고 이후 감소되다가 유각기에서는 일정하게 유지된다[19]. 이러한 정상적인 하지 관절 모멘트의 양상은 본 연구에서 정상군의 입각기 동안 발생된 평균 모멘트의 변화와 일치하였다.

정상적인 족관절의 모멘트는 입각기의 시작인 보행주기 0%부터 급격하게 증가하여 입각기 50%지점에서 최대 저축굴곡력이 나타나고 이후 급격하게 감소하며 유각기에서는 거의 일정하게 유지된다. 이러한 족관절의 최대 저축굴곡 모멘트는 보행 속도가 증가함에 따라 비례하여 증가하는 양상을 보인다[13]. 이와 반대로 근골격계 문제나 통증으로 인해 보행 속도가 느려지는 환자들은 최대 저축굴곡 모멘트가 감소하게 된다[20]. 본 연구의 조사에서 아킬레스 건염 환자들의 입각기 50% 지점 저축굴곡 모멘트는 정상군과 비교하여 감소된 것으로 나타났다. 또한 유각기 직전 단계인 100% 지점에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 아킬레스 건염 환자의 경우 정상인에 비해 보행 속도가 느려지는 것과 관련되어 족관절의 저축굴곡 모멘트가 감소된 것을 의미하고, 이는 아킬레스 건의 손상으로 인한 구조적 변형이 저축굴곡에 영향을 미쳤기 때문인 것으로 보인다. 또한 환자군은 정상군과 비교하여 고관절 모멘트의 입각기 0%, 50%, 75%, 100%에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 정상적으로 입각기 초기에서 발생되어야 하는 신전 모멘트와 입각기 중반부터 나타나야 하는 굴곡 모멘트가 환자군에서는 감소되어 나타난 것이다. 그리고 환자군의 슬관절에서도 초기 충격 흡수에 필요한 입각기 0%에서 발생하는 굴곡 모멘트와 입각기 100%에 해당하는 입각기 말 신전 모멘트가 대조군에 비해 감소되었다. 이는 고관절과 슬관절에서 발생하는 회전력이 환자군에서 감소되었음을 의미한다. Novak과 Brouwer는 노인들의 하지 모멘트를 분석한 결과 보행 속도와 활보장이 상대적으로 감소되어 있어 고관절, 슬관절, 그리고 족관절에서 최대 모멘트가 나타나야 하는 입각기 시점에 20대 성인에 비해 감소되는 양상을 보인다고 하였다[21]. Bulgheroni, Bulgheroni, Ronga과 Manelli는 슬관절 수술 후 하지 관절의 모멘트는 슬관절 뿐만 아니라 족관절과 고관절에서도 입각기의 여러 최대 모멘트 발생 시점에서 정상인보다 감소된 모멘트를 발생시킨다고 하였다. 이러한 선행 연구의 결과와 비슷하게 본 연구의 환자군에서도 고관절, 슬관절 모멘트가 최대 모멘트 발생 시점에서 정상군보다 낮게 나타났다[22]. 또한 Lewis와 Ferris는 입각기 동안 족관절 모멘트의 변화는 고관절 모멘트에 영향을 미친다고 하였고, McCrory 등은 아킬레스 건염 환자들의 입각기 족저굴곡 관절 가동 범위는 감소하고 이

로 인해 하지의 운동학적 변화가 나타나게 된다고 하였는데, 본 연구 에서도 보행 속도의 감소에 영향을 받은 족관절 모멘트의 감소가 고관절 모멘트의 형성에 간접적으로 영향을 끼친 것으로 보인다[23, 24]. 이전의 하지 관절간의 상호 관련성에 대한 연구에서 Shimokochi 등은 전방십자 인대 환자들의 경우 슬관절의 모멘트가 다른 하지의 관절들에 유의한 영향을 미쳐 보행 시 고관절과 족관절의 모멘트 변화를 가져온다고 보고하였다[14].

이러한 하지 관절들의 모멘트 변화는 각 관절들의 에너지 효율적인 모멘트 형성을 방해하게 되고, 관절들의 역학적인 변화도 초래할 수 있다[22]. 또한 입각기 모멘트의 감소는 하지의 전반적인 관절가동범위를 감소시키고 파행(claudication)을 일으키는 원인이 된다[25].

본 연구의 결과를 통해 아킬레스 건염 환자들에게서 고관절, 슬관절 및 족관절 모멘트의 변화가 나타나는 것을 확인할 수 있었고, 임상가들은 아킬레스 건염 환자들의 보행 변화에 대한 특성을 세밀하게 파악하여 치료적 접근을 해야 할 것으로 보인다. 그리고 앞으로도 아킬레스 건염 환자들의 역학적인 변화에 대한 연구가 더 많이 필요할 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 아킬레스 건염 환자와 건강한 정상인의 보행 선형지표와 고관절, 슬관절 및 족관절 모멘트를 측정하여 역학적인 차이를 확인하고자 시행되었고, 다음과 같은 결과를 얻었다.

환자군은 정상군에 비해 고관절 입각기 0%에서 신전 모멘트의 유의한 감소가 나타났고( $p < .05$ ), 입각기 50%, 75%, 100%에서도 굴곡 모멘트의 감소가 나타났다( $p < .05$ ). 슬관절 입각기 0%에서 굴곡 모멘트의 유의한 감소가 나타났고( $p < .05$ ), 입각기 100%에서도 신전 모멘트의 유의한 감소가 나타났다( $p < .05$ ). 족관절 입각기 100%에서는 배측굴곡 모멘트의 유의한 감소가 나타났다( $p < .05$ ).

보행 시 아킬레스 건염 환자의 고관절에서는 입각기 초기의 신전 모멘트와 중후반 굴곡 모멘트의 감소가 나타나며, 슬관절은 입각기 초기부터 지속적인 굴곡 모멘트가 감소하며 후기 신전 모멘트도 감소하는 것으로 나타났다. 또한 족관절에서는 입각기 중반 저축굴곡 모멘트의 감소가 나타났고 말기 배측 굴곡 모멘트의 감소도 나타남을 알 수 있었다. 따라서 임상에서는 아킬레스 건염의 치료에 있어 보행 변화의 특성을 파악하는 것이 중요할 것이며, 앞으로 이에 대한 더 많은 연구들이 필요할

것으로 사료된다.

## References

- [1] P. M. Galley, and A. L. Foster, "Human movement. Churchill Livingstone", pp.228-237, 1987.
- [2] S. H. Scot, and D. A Winter, "Internal forces of chronic running injury sites", *Med Sci Sports Exerc*, Vol.22, No.3, pp.357-369, 1990.
- [3] N. Maffulli, J. Wong, and L. C. Almekinders, "Types and epidemiology of tendinopathy", *Clin Sports Med*, Vol.22, No.4, pp.675-692 .2003.
- [4] R. P. Wilder. and S. Sethi, "Overuse injuries: tendinopathies, stress fractures, compartment syndrome, and shin splints", *Clin Sports Med*, Vol. 23, No.1, pp.55-81, vi. 2004.
- [5] M. Ryan, S. Grau, I. Krauss, C. Maiwald,, J. Taunton, and T. Horstman.. "Kinematic analysis of runners with achilles mid-portion tendinopathy", *Foot Ankle Int*, Vol.30, No.12, pp.1190-1195, 2009.
- [6] L. B. Azevedo. M, I. Lambert. C. L. Vaughan, C. M. O'Connor, and M. P. Schweltnus, "Biomechanical variables associated with Achilles tendinopathy in runners", *Br J Sports Med*, Vol.43, No.4, pp.288-292. 2009.
- [7] A. Van Ginckel, Y. Thijs. N. G. Hesar. N. Mahieu. D. De Clercq, P. Roosen. et al. "Intrinsic gait-related risk factors for Achilles tendinopathy in novice runners: a prospective study", *Gait Posture*, Vol.29, No.3, pp.387-391. 2009.
- [8] O. S. Mian, J. M. Thom, L. P. Ardigo, A, E. Minetti, and M. V. Narici, "Gastrocnemius muscle-tendon behaviour during walking in young and older adults", *Acta Physiol (Oxf)*, Vol.189., No.1, pp.57-65. 2007.
- [9] L. C. Junior, A. C. Carvalho, L. O. Costa, and A. D. Lopes, "The prevalence of musculoskeletal injuries in runners", *Br J Sports Med*. Vol.45, No.4, pp.351-352. 2011.
- [10] D. D. Cosca, and F. Navazio, "Common problems in endurance athletes", *Am Fam Physician*, Vol.76, No.2, pp.237-244, 2007.
- [11] J. H. Yu, and S. M. Lee, "The effects of regular resistive exercise on cardiopulmonary ability and cerebral blood flow velocity", *J Kor Soc Phy Med*, Vol. 5, No. 2, pp.255-264, 2010.
- [12] ACSM., ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, seventh edition. Lippincott Williams and

Wilkins, pp.216-223. 2006.

[13] G. Stoquart, C. Detrembleur, and T. Lejeune, "Effect of speed on kinematic, kinetic, electromyographic and energetic reference values during treadmill walking", *Neurophysiol Clin*, Vol.38, No.2, pp.105-116. 2008.

[14] Y. Shimokochi, S. Yong Lee, S. J. Shultz, and R. J. Schmitz, "The relationships among sagittal-plane lower extremity moments: implications for landing strategy in anterior cruciate ligament injury prevention", *J Athl Train*, Vol.44, No.1, pp.33-38. 2009.

[15] C. O. Kean, T. B. Birmingham, J. S. Garland, T. R. Jenkyn, T. D. Ivanova, I. C. Jones, et al, "Moments and muscle activity after high tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction", *Med Sci Sports Exerc*, Vol.41, No.3, pp.612-619. 2009.

[16] K. Briem, and L. Snyder-Mackler, "Proximal gait adaptations in medial knee OA", *J Orthop Res*, Vol.27, No.1, pp.78-83. 2009.

[17] S. J. Choi, C. Y. Chung, K. M. Lee, D. G. Kwon, S. H. Lee, and M. S. Park, "Validity of gait parameters for hip flexor contracture in patients with cerebral pals", *J Neuroeng Rehabil*, 8, 4. 2011.

[18] S. P. Flanagan, and G. P. Salem, "The validity of summing lower extremity individual joint kinetic measures", *J Appl Biomech*, Vol.21. No.2, pp.181-188. 2005.

[19] D. A. Neumann, "Kinesiology of musculoskeletal system", Elsevier, pp.519-521. 2002.

[20] J. L. Lelas, G. J. Merriman, P. O. Riley, and D. C. Kerrigan, "Predicting peak kinematic and kinetic parameters from gait speed", *Gait Posture*. Vol.17, No.2, pp.106-112. 2003.

[21] A. C. Novak, and B. Brouwer, "Sagittal and frontal lower limb joint moments during stair ascent and descent in young and older adults", *Gait Posture*, Vol.33, No.1, pp.54-60. 2010.

[22] P. Bulgheroni, M. V. Bulgheroni, M. Ronga, and A. Manelli, "Gait analysis of pre- and post-menisectomy knee: a prospective study", *Knee*, Vol.14, No.6, pp.472-477. 2007.

[23] C. L. Lewis, and D. P. Ferris, "Walking with increased ankle pushoff decreases hip muscle moments", *J Biomech*, Vol.41, No.10, pp.2082-2089. 2008.

[24] J. L. McCrory, D. F. Martin, R. B. Lowery, D. W. Cannon, W. W. Curl, H. M. Read, Jr., et al, "Etiologic factors associated with Achilles tendinitis in runners", *Med Sci Sports Exerc*, Vol.31, No.10, pp.1374-1381. 1999.

[25] J. Jonsdottir, M. Recalcati, M. Rabuffetti, A. Casiraghi, S. Boccardi, and M. Ferrarin, "Functional resources to increase gait speed in people with stroke: strategies adopted compared to healthy controls", *Gait Posture*, Vol.29, No.3, pp.355-359. 2009.

**유 재 호(Jae-Ho Yu)**

[정회원]



- 2007년 2월 : 고려대학교 대학원 운동과학과(이학석사)
- 2011년 8월 : 삼육대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 물리치료학과 외래강사

<관심분야>  
신경계 물리치료, 근골격계 물리치료

**이 규 창(Gyu-Chang Lee)**

[정회원]



- 2006년 2월 : 삼육대학교 대학원 물리치료학과(이학석사)
- 2010년 2월 : 삼육대학교 대학원 물리치료학과(이학박사)
- 2011년 9월 ~ 현재 : 경남대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>  
신경계 물리치료, 근골격계 물리치료

**이 동 엽(Dong-Yeop Lee)**

[정회원]



- 2005년 2월 : 건양대학교 보건복지대학원(보건학 석사)
- 2008년 8월 : 삼육대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 학과장

<관심분야>  
신경계 물리치료, 임상해부학, 운동치료학