

## 노인의 무릎관절 전치환술에서 보행분석 비교

■ 조운수, 김상영<sup>1</sup>, 황태연<sup>2</sup>

남부대학교 물리치료학과, <sup>1</sup>광주여자대학교 일반대학원 물리치료학과, <sup>2</sup>전남과학대학교 물리치료과

### The Comparison of Gait Analysis in Elderly Patients Before and After Total Knee Arthroplasty

Woon-Su Cho, PT, PhD; Sang-Yeong Kim, PT<sup>1</sup>; Tae-Yeon Hwang, PT, PhD<sup>2</sup>

Department of Physical Therapy, Nambu University; <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School, Kwangju Women's University; <sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Chunnam Techno University

**Purpose :** The purpose of this study was to investigate the effect of kinematic variables by analysis of a gait in older.

**Methods :** This study selected nine in older adults with osteoarthritis. The Kinematic variables during walk were compared analyzed using motion analysis.

**Results :** The findings of this study are as follows. Stance time showed significant difference within-subject groups and interaction within-subjects and time. The swing and stride time showed a no significant interaction within-subjects and time. Swing time showed a no significant difference according to time and within-subjects. Stride time showed a significant difference according to time. But, stride time showed a no significant difference according to within-subjects.

**Conclusion :** These findings of this study indicate that when the patients with total knee arthroplasty decreased stability. Therefore, stance and stride time showed increase when walking, because to decrease the weight bearing that is delivered to knee. And swing time showed decrease.

**Key words :** Knee osteoarthritis, Stance time, Swing time, Stride time

논문접수일 : 2012년 11월 27일

수정접수일 : 2012년 12월 7일

게재승인일 : 2012년 12월 20일

교신저자 : 황태연, delta21kr@yahoo.co.kr

## 1. 서론

관절염의 가장 흔한 형태인 뼈관절염(osteoarthritis)은 만성통증, 강직, 그리고 장애를 일으키는 퇴행성 관절 질환이며,<sup>1</sup> 55세 이상의 80%에서 주로 침범하고, 남성에 비해 여성에게서 유병률이 높다.<sup>2</sup> 또한 뼈관절염은 체중부하를 많이 받는 무릎관절에서 많이 발생된다.<sup>3</sup>

무릎관절염은 통증을 야기시킬 뿐만 아니라 삶의 질을 감소시키고 일상생활동작 및 보행 장애의 주된 원인이 된다.<sup>4</sup> 무릎관절에 심한 뼈관절염을 겪는 사람들은 대부분 슬관절 전치환술을 받게된다.<sup>5</sup>

무릎관절 전치환술 환자는 무릎에 인공관절을 삽입함으로써 전방으로 나가는 힘 추진이 저하되고 기계적인 역학적 스트레스를 동반하게 되어,<sup>6</sup> 결과적으로 무릎관절의 생체 역학적인 변화가 일어나게 된다.<sup>7</sup>

보행은 일상생활에서 반복적으로 행해지는 가장 기능적인 활동이다.<sup>8</sup> 또한 보행은 골관절염이 많이 호발하는 무릎관절에서 체중부하를 가장 크게 받게 되는 활동이다.<sup>3</sup> 노인들의 보행 형태도 슬관절 전치환술 환자와 비슷한 보행 형태를 가지고 몸을 앞으로 이동하는 능력이 감소하게 된다.<sup>9</sup> 노인의 보행 시간에는 큰 변화가 나타나지 않지만 보폭의 길이는 짧아지고, 양발 지지기(double

support phase) 시간은 길어지며, 단하지 지지기(single support phase)시간은 짧아지는 보행 형태를 갖는다.<sup>9</sup> Walsh 등<sup>10</sup>은 무릎관절 전치환술 환자의 보행 속도 대한 연구에서 무릎관절 전치환술 환자가 수술을 받지 않은 정상인보다 보행 속도가 16~22% 감소한다고 하였다.

무릎관절 전치환술 환자의 보행주기(gait cycle), 보행속도(gait velocity), 활보길이(stride length) 등과 같은 보행과 관련된 연구는 많이 진행되고 있지만 무릎관절 전치환술 환자의 활보시간(stride time), 입각기 시간(stride time), 유각기 시간(swing time)과 같은 보행의 시간변인에 대한 연구는 아직까지 부족한 실정이다. 또한 지금까지 무릎관절 전치환술 환자의 연구에 있어서 6개월 이상 경과된 환자들의 연구가 많이 진행되고 있으나 초기평가에 대한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 골관절염을 가지고 있는 노인이 무릎관절 전치환술을 받음으로써 보행 매개변수 중 시간변인이 어떻게 변화하는가를 살펴보고, 임상적용에 있어 기초자료로 제공하는데 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 경북 S병원에서 무릎관절 전치환술을 시행할 골관절염을 가진 노인 9명을 선정하였다. 선정기준은 다른 신체적, 정신적 질환이 없는 자, 정신질환이나 다른 복합적인 질환이 없는 자, 최근 2개월 이내 다른 부위 수술을 받지 않은 자로 본 연구의 목적과 내용을 충분히 이해하고, 실험에 동의한 자들을 대상으로 진행하였다. 연구대상자의 일반적 특징은 다음과 같다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

	연령(세)	신장(cm)	체중(kg)
연령(세)	20.9±0.8	159.5±3.9	54.3±5.6

평균±표준편차

### 2. 실험도구

운동학적 변인 측정을 위해 디지털 동작분석 장비인 SMART-D (BTS Bioengineering, 이탈리아)를 사용하였으며, 보행이 이루어질 공간에 동작의 범위를 완전히 포함할 수 있도록 6대의 디지털 적외선카메라를 설치하였다.

### 3. 실험절차

보행은 총 길이 5m, 폭 0.8m의 보행 주행로로 대상자가 평소 걷는 걸음대로 이루어질 수 있도록 편안한 상태에서 걷도록 하였다. 보행 시 보행 패턴의 운동학적 분석을 위해 6대의 적외선카메라가 인식할 수 있도록 17개의 마커를 대상자의 하지에 부착하였다. 마커 부착 시 오차를 줄이기 위하여 한 사람이 부착하도록 하였다. 부착부위는 엉치뼈(sacrum), 왼쪽 위앞엉덩뼈가시(left ASIS), 오른쪽 위앞엉덩뼈가시(right ASIS), 왼쪽 넓다리뼈의 큰돌기(left reater trochanter of the femur), 오른쪽 넓다리뼈의 큰돌기(right greater trochanter of the femur), 왼쪽 넓적다리 1/2 지점(1/2 of left thigh), 오른쪽 넓적다리 1/2지점(1/2 of right thigh), 왼쪽 가쪽 위관절융기(left lateral epicondyle), 오른쪽 가쪽 위관절융기(right lateral epicondyle), 왼쪽 종아리뼈 머리(left fibula head), 오른쪽 종아리뼈 머리(right fibula head), 왼쪽 정강이1/2지점(1/2 of left shank), 오른쪽 정강이 1/2지점(1/2 of right shank), 왼쪽 가쪽 복사뼈(left lateral malleolus), 오른쪽 가쪽 복사뼈(right lateral malleolus), 왼쪽 5번째 발허리뼈(left 5th matatarsal), 오른쪽 5번째 발허리뼈(right 5th matatarsal), 왼쪽 발뒤꿈치(left heel), 오른쪽 발뒤꿈치(right heel)이다.

보행이 이루어질 공간좌표의 설정을 위해 대상자의 보행 패턴을 완전히 포함할 수 있도록 통제점 막대를 보행 주행로의 중앙에 놓고 촬영하였으며, 움직임의 공간에 상· 좌우로 90초간 영역을 촬영한 후 제거하였다. 보행 시 분석방법에 따라 보행의 운동면 중앙에 바로 선 자세(standing position)를 먼저 10초간 촬영하고 실제 보행을 측정하였다. 보행 전 신체 각 부분에 마커가 잘 부착되었는지 확인하고 편안하게 보행을 하도록 하였다.

바로 선 자세와 실제 보행 측정에서 얻어진 자료를 SMART-D Tracker (BTS Bioengineering, 이탈리아)를 통해 3차원 움직임으로 전환하여 2차 분석을 하였다. 마지막으로 SMART-D Analyzer (BTS Bioengineering, 이탈리아)를 이용하여 동작구간의 이벤트를 설정하였고, 보행주기를 고려하여 입각기와 유각기의 기간을 분석 구간으로 설정하였다.

### 4. 자료분석

본 연구의 모든 통계적 분석은 SPSS 12.0을 이용하였다. 보행 시 무릎관절 전치환술 시행여부에 따른 시간변인을 비교하기 위해 이요인 반복분산분석(two-way with repeated measures)을 사용하였다. 자료의 모든 통계학적 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 하였다.

### III. 결과

#### 1. 입각기시간(stance time) 변화

본 연구에서 무릎관절 전치환술을 시행여부에 따라 입각기 시간은 다음과 같다(표 2). 무릎관절 전치환술 시행여부에 따라 입각기 시간의 반복분산분석 한 결과, 시간과 무릎관절 전치환술 시행 여부에 대해 교호작용이 나타났다( $F=7.852$ ,  $p<0.05$ ). 무릎관절 전치환술 시행여부에 따른 입각기 시간 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 있었으나( $F=4.369$ ,  $p<0.05$ ), 시간에 따른 입각기 시간 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

표 2. 입각기 시간 변화

(단위:ms)

	시기			p		
	pre	1week	2week	시간	수술여부	시간X수술여부
수술한 쪽	98.17±30.74	137.44±59.37	111.39±32.12	0.059	0.042	0.004
수술하지 않은 쪽	97.89±26.62	159.33±64.55	114.61±35.01			

평균±표준편차

#### 2. 유각기 시간(swing time) 변화

무릎관절 전치환술을 시행여부에 따라 유각기 시간은 다음과 같다(표 3). 무릎관절 전치환술 시행여부에 따라 유각기 시간의 반복분산분석 한 결과, 시간과 무릎관절 전치환술 시행여부에 대해 교호작용이 없었으며, 시간에 따른 유각기 시간 변화에서도 통계학적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 무릎관절 전치환술 시행여부에 따른 유각기 시간 변화에서도 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

표 3. 유각기 시간 변화

(단위:ms)

	시기			p		
	pre	1week	2week	시간	수술여부	시간X수술여부
수술한 쪽	53.67±9.11	65.56±11.36	59.33±13.41	0.172	0.134	0.813
수술하지 않은 쪽	51.59±6.60	51.89±23.48	54.50±8.10			

평균±표준편차

#### 3. 보행시간(stride time) 변화

무릎관절 전치환술을 시행여부에 따라 활보시간은 다음과 같다(표 4). 무릎관절 전치환술 시행여부에 따라 활보시간의 반복분산분석 한 결과, 시간과 무릎관절 전치환술 시행여부에 대해 교호작용이

있었다( $F=4.008$ ,  $p<0.05$ ). 시간에 따른 활보시간 변인의 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나( $F=5.361$ ,  $p<0.05$ ), 무릎관절 전치환술 시행여부에 따른 활보시간의 변화는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

표 4. 보행시간 변화

(단위:ms)

	시기			p		
	pre	1week	2week	시간	수술여부	시간X수술여부
수술한 쪽	151.83±32.95	203.00±55.42	170.72±34.66	0.017	0.317	0.039
수술하지 않은 쪽	149.78±31.87	218.22±66.23	169.11±39.29			

평균±표준편차

### IV. 고찰

골관절염은 노인이 경험하는 만성질환 중 1위를 차지하고 있고, 인구의 고령화가 진행됨에 따라 골관절염에 의한 신체장애로 야기 되는 삶의 질 저하와 사회적인 비용 문제가 증가하고 있다.<sup>11</sup> 무릎관절염을 가진 사람은 질환의 진행 정도나 하지 변형 유무, 통증의 정도에 따라 다양한 보행 형태를 나타낸다. 그래서 무릎관절염을 가진 사람은 시공간적 보행요소를 수정하고 걷는 동안 통증과 슬관절에 가해지는 모멘트를 줄이기 위해 보행패턴을 변화시킨다.<sup>12</sup> 보행은 하지에 체중을 부하하면서 신체를 이동하는 방법으로 입각기의 안정성을 유지하면서 신체를 앞으로 전진시키는 하지의 반복 진행을 유지한다.<sup>13</sup> 보행은 근골격계의 모든 부분이 조화롭게 조절될 때 정상적으로 이루어질 수 있기 때문에 운동계 중 어느 한 부분이라도 변화하면 비정상 보행이 된다.<sup>14</sup>

정상보행의 특징은 입각기 동안의 인체 안정성, 유각기 동안의 동측 하지 진행, 유각기와 입각기 간의 효과적인 전환, 보행 주기 동안 에너지 효율의 극대화 등을 특징으로 한다. 그러나 병적보행(pathologic gait)은 정상보행에 필요한 에너지 소모가 증가되는 비효율적인 상태이다. 이러한 파행은 구체적으로 평지 보행 거리의 단축, 계단이나 경사로 보행의 제한, 통증 등으로 인간의 기능에 제한을 초래한다. 그러나 무릎관절의 기능적 장애는 아무리 가벼운 것이라 하더라도 일상적인 생활에 큰 영향을 줄 수 있고, 골관절염을 가진 노인에게 기능적 재활을 위해 올바른 평가를 통하여 정상적인 보행을 함으로써 삶의 질을 높여야 한다.<sup>15</sup>

본 연구에서 무릎관절 전치환술을 시행여부에 따라 입각기의 시간은 수술 전보다 수술 후 증가하는 양상을 보였다. 그러나 수술 후

시간이 지날수록 입각기 시간은 점차 감소하는 경향을 보였다. 무릎관절 전치환술 시행여부에 따라 입각기 시간의 반복분산분석 한 결과, 시간과 무릎관절 전치환술 시행여부에 대해 교호작용이 나타났다. 이는 무릎관절 전치환술을 시행한 부위에 체중부하를 줄이기 위해 무릎관절 전치환술을 시행하기 전보다 입각기 시간이 증가되는 것으로 생각된다.

무릎관절 전치환술을 시행여부에 따라 유각기의 시간은 수술 전보다 수술 후 증가하는 양상을 보였으나, 수술 후 시간이 지날수록 유각기 시간은 점차 감소하는 경향을 보였다. 그러나 무릎관절 전치환술을 하지 않은 부위에서 유각기 시간은 수술 전과 수술 후 비슷한 양상을 보였다. 무릎관절 전치환술 시행여부에 따라 유각기 시간의 반복분산분석 한 결과, 시간과 무릎관절 전치환술 시행여부에 대해 교호작용이 없었으며, 시간에 따른 변화에서도 통계학적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 그리고 무릎관절 전치환술 시행여부에 관계없이 유각기 시간인의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. Lee<sup>15</sup>는 퇴행성 슬관절염에서 보행 시 운동학적 변인에 대해 연구한 결과 긴 입각기와 짧은 유각기 양상을 보인다는 것을 알 수 있었다. 이처럼 본 연구에서도 시간에 따라 모두 긴 입각기와 짧은 유각기 양상을 보이는 것으로 나타났다.

무릎관절 전치환술의 시행여부에 따라 활보시간은 수술 전보다 수술 후 증가하는 양상을 보였다. 그러나 수술 후 시간이 지날수록 활보시간은 점차 감소하는 경향을 보였다. 무릎관절 전치환술 시행여부에 따라 활보시간의 반복분산분석 한 결과, 시간과 무릎관절 전치환술 시행여부에 대해 교호작용이 없었다. 시간에 따라 활보시간의 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나 무릎관절 전치환술 시행여부에 따라 활보시간의 변화 양상은 비슷하면서 시간에 따라 변화되는 것으로 나타났다. 이는 입각기 시간과 마찬가지로 무릎관절 전치환술 후 무릎관절에 전해지는 체중부하를 줄이기 위해 천천히 움직임으로써 활보시간 또한 증가되는 것으로 생각된다.

이 연구는 연구대상자가 적고 단일 병원에서 이루어졌기 때문에, 무릎관절 전치환술 환자들의 전 후에 관련한 보행능력에 대해 확대해석하기에는 어려운 점이 있다. 따라서 향후에는 더 많은 연구대상자를 상대로 많은 병원에서 이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결론

본 연구는 골관절염을 가지고 있는 노인이 무릎관절 전치환술을 받음으로써 보행 시 입각기 시간, 유각기 시간, 활보시간이 어떻

게 변화하는지 알아보았다. 본 연구의 결과에 따르면 입각기 시간 변인에서 무릎관절 전치환술을 시행한 부위보다 시행하지 않은 부위에 따라 입각기 시간이 좀 더 긴 것을 알 수 있었다. 그리고 무릎관절 전치환술을 시행한 부위와 시행하지 않은 부위 모두 긴 입각기와 짧은 유각기를 가진다는 것을 알 수 있었다. 그 후 시간이 지나면서 입각기 시간, 유각기 시간, 활보시간 변인 모두 감소하는 경향을 보였다. 이는 수술 초기에 수술한 쪽의 안정성이 떨어져 무릎관절에 체중부하를 줄이고자 수술하지 않은 쪽에 좀 더 많은 체중부하가 이루어지는 것을 알 수 있었다. 본 연구를 바탕으로 무릎관절 전치환술 환자의 효율적인 초기 물리치료 계획에 있어 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Hinton R, Moody RL, Davis AW et al. Osteoarthritis: Diagnosis and therapeutic considerations. *Am Fam Physician*. 2002;65(5):841-8.
2. Farquhar SJ, Reisman DS, Snyder-Mackler L. Persistence of altered movement patterns during a sit-to-stand task 1 year following unilateral total knee arthroplasty. *Phys Ther*. 2008;88(5):567-79.
3. Felson DT, Zhang Y. An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention. *Arthritis Rheum*. 1998;41(8):1343-55.
4. Sims EL, Carland JM, Keefe FJ et al. Sex differences in biomechanics associated with knee osteoarthritis. *J Women Aging*. 2009;21(3):159-70.
5. Gidwani S, Tauro B, Whitehouse S et al. Do patients need to earn total knee arthroplasty? *J Arthroplasty*. 2003;18(2):199-203.
6. Lin CW, March L, Crosbie J et al. Maximum recovery after knee replacement the marker study rationale and protocol. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009;10:69.
7. Benedetti MG, Catani F, Bilotta TW et al. Muscle activation pattern and gait biomechanics after total knee replacement. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003;18(9):871-6.

8. Felson DT, Naimark A, Anderson J et al. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The framingham osteoarthritis study. *Arthritis Rheum.* 1987;30(8):914-8.
9. Cromwell RL, Newton RA, Forrest G. Influence of vision on head stabilization strategies in older adults during walking. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(7):M442-8.
10. Walsh M, Woodhouse LJ, Thomas SG et al. Physical impairments and functional limitations: A comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects. *Phys Ther.* 1998;78(3):248-58.
11. Badley EM. The effect of osteoarthritis on disability and health care use in canada. *J Rheumatol Suppl.* 1995;43:19-22.
12. Park HS. The effect of out-toeing gait on the change of biomechanical characteristics in subjects with knee degenerative arthritis. Korea University. Dissertation of Master's Degree. 2011.
13. Perry J, Bleck EE. Gait analysis: Normal and pathological function. *Developmental Medicine and Child Neurology.* 1993;35(12):1122.
14. Choe MA, Jeon MY, Choi JA. Effect of walk training on physical fitness for prevention in a home bound elderly. *Journal of Korean Academy of Nursing.* 2000;30(5):1318-32.
15. Lee HK. The effect of exercise therapy on degenerative arthritis in the knee joints, using biomechanical analysis. Chosun University. Dissertation of Doctorate's Degree. 2008.