

신발이 외발착지시 경골의 전방 변위에 미치는 영향

Effect of shoes on anterior tibial translation during landing

*이승훈¹, #신충수¹

*S. H. Lee¹, #C. S. Shin(cshin@sogang.ac.kr)¹

¹서강대학교 기계공학과

Key words : Kinematics, Shoes, Anterior Tibial Translation (ATT), Single-leg landing

1. 서론

스포츠 및 일상 활동 중 무릎 부위의 부상은 빈번하게 발생하며 그 중 전방십자인대 (Anterior Cruciate Ligament, ACL)의 부상은 약 40% 이상을 차지한다. 전방십자인대의 부상은 슬관절의 동적 안정성 (Dynamic stability)을 저하시킬 뿐만 아니라 치료적 방법인 전방십자인대 재건술 후에도 슬관절 연골의 퇴화와 퇴행성 골관절염을 야기하여 개인적, 사회적 손실을 초래한다.

외발착지(Single-leg landing) 동작은 전방십자인대의 부상을 야기하는 동작으로 알려져 있으며, 전방십자인대 부상 중 약 70%는 착지운동, 커팅과 같은 비접촉(Noncontact)적 방법에 의해 발생된다. 이러한 운동은 질량중심의 급격한 감속운동 (Sudden deceleration)을 동반하며 경골의 과도한 전방 변위(Anterior Tibial Translation, ATT)를 제한하는 전방십자인대의 부상을 유발할 수 있다[1].

신발의 착용은 지면과의 마찰력을 증가시켜 급격한 방향전환이나 감속을 가능하게 할 수 있지만 신발의 착용에 의해 높아진 마찰력은 전방십자인대 부상의 위험을 높일 수 있다고 알려져 있다. 하지만 외발착지 동작을 수행하는 동안 경골의 전방 변위가 어떻게 변화하는지는 알려져 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 신발의 착용이 착지동작 시 경골의 전방변위에 어떻게 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

2. 방법

근골격계 질병의 병력이 없으며 실험의 내용을 충분히 숙지하고 자원한 10 명의 건강한 성

인 남성(age: 23.5 ± 1.6 years, mass: 67.8 ± 4.8 kg, and height: 1.76 ± 0.04 m)을 대상으로 실험을 수행하였다. 피실험자의 하지에 마커(Marker)를 부착하여 5 대의 초고속 적외선 카메라(Motion Analysis Corp. Santa Rosa, CA, USA)를 샘플링 주파수 400Hz 로 하여 무릎의 6 자유도 운동을 측정하였다. 이 때 대퇴골과 경골에 해부학적 좌표계를 형성하여 대퇴골에 대한 경골의 상대적 움직임을 표현하였다. 바닥에 고정된 샘플링 주파수 1200Hz 의 지면반력기(Kistler, Winterthur, Switzerland)를 사용하여 지면반력을 측정하였다.

피실험자는 예비실험 단계에서 충분한 연습 후에 외발착지 실험을 수행하였다. 피실험자는 30cm 높이의 상자 위에서 두발로 점프하여 지면반력기의 측정 중심에 피실험자의 오른쪽 하지로 착지한다. 이때, 피실험자는 양손을 허리에 붙여 팔의 움직임을 제한하도록 하였다. 피실험자가 착지 후 중심을 잡은 후 약 1 초간 머물러 있도록 하였고 각 실험 사이에는 약 3 분간의 휴식시간을 제공하였다. 맨발과 신발을 신은 상태에서 각각 3 번의 실험을 수행하였다.

피실험자의 외발착지 동작에 대하여 지면과의 접촉이 일어난 지점 이후의 데이터를 수집하였으며 수직방향 지면반력이 20N 이상일 경우를 초기접촉이 일어난 지점으로 택하였다. 운동학 및 운동역학 데이터는 버터워스 저역통과 필터(Butterworth low-pass filter)를 차단주파수(cutoff frequency)를 15Hz 로 사용하여 노이즈(Noise)를 제거하였다.

대응표본 양측 t 검정(Paired two-tailed Student's *t* test)을 이용하여 모든 피실험자들에 대하여 신발의 착용 유무에 따른 차이를 비교하였다. 피실험자 1 명당 수행한 3 번의 실험

결과를 평균하였으며 10 명의 실험결과를 유의 수준을 0.05 로 하여 비교하였다.

3. 결과

신발을 신은 경우와 맨발에서 외발착지 실험을 수행함으로써 무릎의 운동학은 다음과 같이 변화하였다. 신발을 신은 경우 최대 무릎 굽힘각(shod: $56.7 \pm 6.69^\circ$, barefoot: $52.8 \pm 7.24^\circ$, $p < 0.05$, Fig. 1)과 경골의 최대 전방 변위(shod: $17.8 \pm 3.70\text{mm}$, barefoot: $16.0 \pm 3.70\text{mm}$, $p < 0.05$, Fig. 2)가 맨발에 비하여 유의하게 높은 값을 보였다.

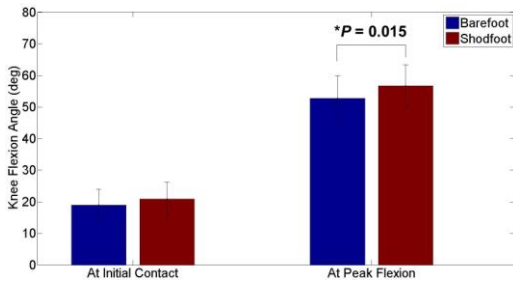


Fig. 1 Comparison of knee flexion angles between shod and barefoot conditions. Values are the mean with standard deviations of all participants. *Significant difference ($p < 0.05$) compared to barefoot landing.

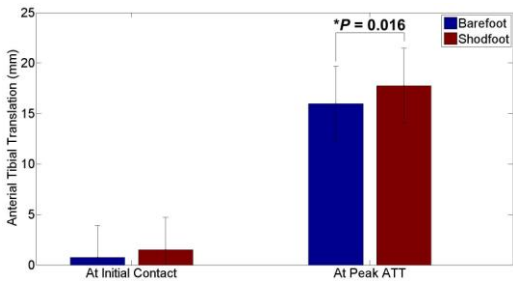


Fig. 2 Comparison of anterior tibial translation between shod and barefoot conditions. Values are the mean with standard deviations of all participants. *Significant difference ($p < 0.05$) compared to barefoot landing.

4. 토의 및 결론

이 연구에서 최대 무릎 굽힘각이 맨발에 비하여 신발을 착용함으로써 유의하게 증가하였다. Yeow 외 (2009)는 이러한 최대 굽힘각의 증가는 무릎관절에서의 충격력을 줄여주기 위함 입을 인체실험을 통해 밝힌 바 있다[2]. 따라서 신발의 착용은 무릎관절의 굽힘각을 증가시키는 방향으로 착지 전략을 변화시켜 무릎관절의 충격력을 줄여주는 역할을 할 수 있다.

맨발에 비하여 신발을 착용한 경우 경골의 최대 전방 변위 또한 유의하게 증가하였다. 이는 신발을 착용함으로써 증가된 마찰력에 의한 것으로 예상되며, 이전의 연구에서 지면과 높은 마찰력이 작용하는 경우 전방십자인대의 부상위험이 높아질 수 있다고 보고하였다[1]. 전방십자인대의 주된 역할이 과도한 경골의 전방 변위를 제한하는 것이라는 점에서 신발의 착용으로 인한 경골의 전방 변위의 증가는 전방십자인대의 부상위험을 높일 수 있다.

후기

본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행한 기초연구사업임 (No. 2010-005704).

참고문헌

1. Dowling, A. V., Corazza, S., Chaudhari, A. M., and Andriacchi, T. P., "Shoe-surface friction influences movement strategies during a sidestep cutting task: implications for anterior cruciate ligament injury risk," *Am J Sports Med* **38**, 478-485, 2010.
2. Yeow, C. H., Lee, P. V., and Goh, J. C., "Effect of landing height on frontal plane kinematics, kinetics and energy dissipation at lower extremity joints," *J Biomec* **42**, 1967-1973, 2009.