

무릎 피크하중 시점 예측 위한 족저압과 무릎관절각 비교연구 Compare Study Between Foot Pressure and Knee Angle for Prediction of the Peak Load at Knee Joint

*문상찬¹, #이순걸¹, 이채혁¹, 강이슬¹

*S. C. Moon¹, #S. G. Lee(sglee@khu.ac.kr)¹, C.H.Lee¹, L.S.Kang¹

¹경희대학교 기계공학과,

Key words : FSR sensor, Peak Load, Gait Phase, Knee angle, Foot pressure

1. 서론

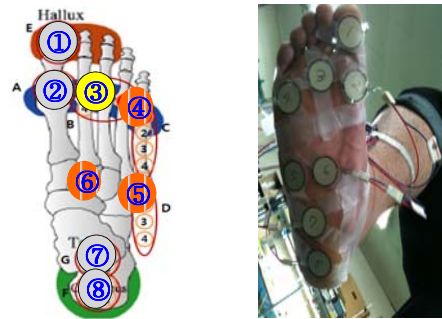
최근 고령화와 함께 노약자를 위한 운동 보조기구의 연구가 활발하다. 특히 각광받는 지능화된 보행 보조기구의 경우 보행패턴을 정량적으로 분석하고, 무릎관절 및 근육의 생체신호를 이용하고 있다.[1] 본 연구에서는 힘감지저항(FSR;force sensing register)인 Flexiforce A401을 사용, 발바닥 8개영역의 하중을 측정하고 무게중심 이동분석을 수행하였다. 또한 보행단계별 내딛는 압력과 무릎관절하중의 상관관계를 분석하여 관절하중을 예측함으로써 무릎관절에 지나친 하중과 충격을 예방하기 위한 기본 연구를 수행하였다.

2. 실험구성 및 방법

Table 1 Comparison of measured roughness data

	몸무게 (kg)	발길이 (cm)	키 (cm)	하지 (cm)	상지 (cm)	다리길이 (cm)
실험자1	68	237	176.5	50	54	104
실험자2	84	265	176	49	47.5	96.5
실험자3	128	267	183.5	51	53	104

여러 차례 반복 실험을 위해 표 1과 같이 적절한 체중분포의 건강한 성인남성 3명을 피시험자로 선정하였다. A401센서는 Fig. 1과 같이 8개의 발바



(a) FSR area of plantar

(b) FSR setup

Fig. 1 Foot location Standardization of FSR sensor

닥 주요영역과 지면의 반발력을 측정하여 족저압 데이터를 구한다.[2]

2.1 족저압 측정 실험

족저압 센서를 오른쪽 발바닥에 부착하고 2.5m 길이의 직진 평탄면을 보행하는 실험을 수행하였다. 20Hz 데이터 수신주기에 대해 지면으로의 하중이 충분히 측정하도록 분속수를 6, 보장길이를 50cm로 하였다. 또한 Fig. 2와 같이 중간보폭으로 보행단계의 6단계 중 접지기로부터 하중반응기, 중간-말기 입각기, 전유각기를 거치는 5단계 보행

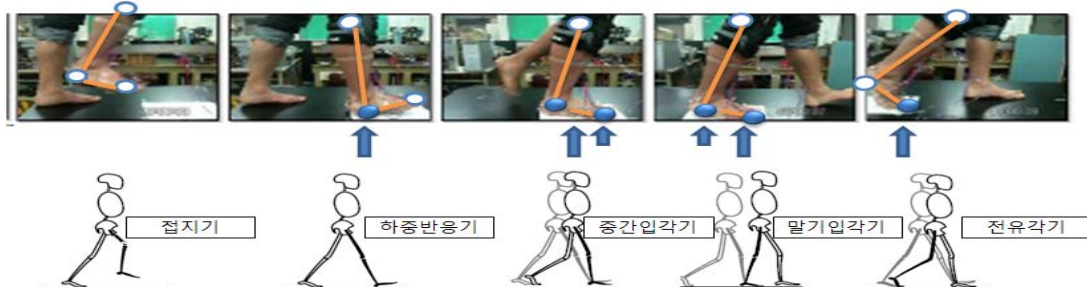


Fig. 2 A picture of the gait analysis

동작을 구성하여 보행특성을 갖도록 실험하였다.[3]

2.2 무릎관절 피크하중 예측시점 범위

입각기의 발뒤축이 지면에 닿을 때 발바닥과 지면이 이루는 각은 약 25°이며, 무릎과 고관절은 약 30°를 이룬다. 유각기에서는 슬관절이 관성력에 의해 60~65°까지 굴곡된다.[4] 이처럼 보행단계에 따른 무릎과 고관절 간의 각도를 측정하고, 발바닥과 지면의 충격량을 통한 상관관계 모식도를 Fig. 3과 같이 나타냈다. Fig. 1에서 발바닥 측정 부위 중 뒷꿈치(영역7, 8)와 앞쪽(영역1, 2)의 하중크기 변화와 무릎관절이 이루는 각도를 통해 피크하중의 예측시점 범위를 제시하였다.

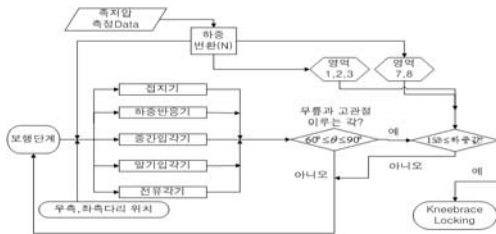


Fig. 3 Flowchart for Prediction of the peak load at knee joint

3. 실험결과

피실험자의 실험결과 공통적으로 초기 하중반응기 단계에서 발뒤꿈치부분 영역 8의 하중치가 15lb 이상 상승하고, 영역 7도 비슷한 패턴을 Fig.4와 같이 볼 수 있다. 또한 중간입각기를 거쳐 말기입각기 단계에서는 영역1,3에서 최대하중치가 20lb 이상이 측정되었다. 영역5, 6은 보행시 지면 반발하중이 상대적으로 미미하기 때문에 큰 영향력이 없는 것으로 보인다. 보행 습관을 고려한다면 영역 1,2,3 그리고 영역 7,8에서의 족저압이 영향력이 있는 것으로 보였다. 또한 보행단계의 지면과 발바닥의 접촉점과 비접촉점의 하중측정치가 Fig. 4와 같이 비교적 구분이 되어 위에 제시한 무릎각도와 상관관계 예측시점이 가능함을 보여준다.

4. 결론

본 논문에서는 저가의 센서를 사용하여 발바닥 8개영역에 대해 족저압을 측정, 비교하였고 그에 따른 보행단계 구분을 예측하였다. 또한 발바닥의 하중측정치와 무릎관절각 사이의 상관관계를 분

석하고 무릎관절의 피크하중 시점의 예측이 가능함을 알 수 있었다. 추후 부분적인 족저압 영역과 무릎관절에서의 생체신호 비교를 통해 보다 정밀한 유형별 하중 측정 및 충격량을 줄일 수 있는 방안을 제시할 수 있을 것으로 보인다.

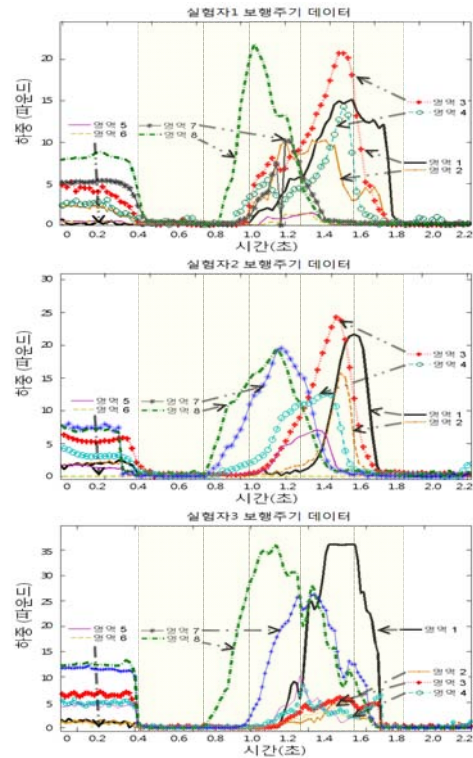


Fig. 4 Calibrated load profile when each subject walks

후기

본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 이루어진 것임. (과제고유번호:A101987)

참고문헌

1. 정임숙, 김사업, 김영호, 정도영, 권오윤 “보행시 무릎관절 내번토크에 미치는 후족젯지의 영향”, 의공학회지, 25, 289~293, 2004
2. 장재익, 채원식, 강년주, 윤창진 "롤러신발과 조깅신발 착용후 보행시 하지 분절의 운동학적 특성 비교 분석" 한국운동역학회지, 19, 399-406, 2009.
3. 장은혜, 지수영, 이재연, 조영조, 전병태, “근전도와 저항센서를 이용한 보행단계감지”, 감성과학, 13, 207~214, 2010