

발목 염좌 방지를 위한 보행보조기구의 설계 Design of Walking Assistance Device for Anti-Ankle Sprain

*강오현¹, 허근섭¹, #이춘영¹, 이상룡¹

*O. H. Kang¹, G. S. Heo¹, #C.Y.Lee(cylee@knu.ac.kr)¹, S. R. Lee¹

¹경북대학교 기계공학과

Key words : ankle, sprain, walking assistance device, mr fluid

1. 서론

족관절 염좌의 상해는 등산 및 레저스포츠 활동 증가로 발생빈도가 높아지고, 족관절 염좌의 80% 이상이 내반 염좌(Inversion Sprain)로, 전거비 인대와 종비인대로 구성되는 외측 측부 인대의 손상이 발생한다. 이러한 내반 염좌를 방지하기 위해서 발목 보조기구들의 연구가 진행되고 있다. 발목은 기본적으로 위아래, 좌우 방향으로 2개의 회전자유도를 가지고 있다. 그러나 기존의 발목 보조기구^{1,2}는 발목의 2자유도를 1자유도로 변경하여 설계하였다. 이렇게 내반의 자유도를 적용하지 않고 설계하면 등산 시나 노면의 불규칙한 상태에서 신발의 접지력이 저하 된다. 본 연구에서는 발목부에 2자유도를 가지는 보행 보조 기구를 설계하였으며, 내반 염좌 방지 및 접지력을 향상하기 위해 MR유체를 이용한 발목 보행 보조기구의 설계를 진행하였다.



Fig.1 ProtoType Ankle Foot Orthosis

2. 발목 염좌

발목이 심하게 꼬이거나 발을 헛디뎠을 때 발목 관절을 지탱하는 인대들이 정상적인 발목관절의 운동범위를 벗어나게 되는데, 외부에서 가해진 힘이 발목 근육 섬유에 탄성 한계를 초과할 경우

비가역적 손상이 발생한다. 근육의 부분적인 손상 및 전체 파열이 나타나는데 이것을 염좌라고 한다. 스포츠 활동 도중에 흔하게 발생하나 평평하지 않은 바닥을 걷거나 계단을 내려오는 등의 일상 동작 중에도 발을 헛디뎠을 쉽게 발생할 수 있다.

발목 인대의 최대 가동 범위를 벗어나면 발목 염좌가 발생 할 수 있다. 따라서 발목이 가동 범위 이상으로 움직이지 않도록 하고, 넘어 경우 충격을 방지하기 위해 최대 관절 가동범위를 지정하여야 한다. 따라서 관절의 가동범위는 Gerhardt³가 제시한 각도로 외측 인대들의 경우 내반 20°, 내측 인대들의 경우 외반 10°로 정하였다.

3. MR Fluid

MR (MagnetoRheological)유체는 자기장 부하 시 유체 흐름의 저항이 증가하는 MR 효과를 가진 유체로 Jacob Rabinow가 최초로 발견하였으며 Winslow의 ER 효과와 유사한 현상을 보이는 물질이다. ER Fluid는 비전도성 용매에 강한 전도성 입자를 분산시킨 콜로이드 용액으로 인가하는 전기장에 따라 가역 변화하는 유체이다. ER Fluid의 경우는 상대적으로 낮은 항복강도를 갖기 때문에 감쇠력에 제한이 있고, 오염물질에 의해 감쇠력이 쉽게 저하되며, 강한 전기장이 필요하므로 고전압 전력 공급에 의한 위험성과 고비용의 단점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위한 진동 감쇠용 기능성 유체로 MR Fluid가 사용되고 있다. MR Fluid는 자기장을 응용함으로써 정확하게 유체의 항복 응력을 조절할 수 있다.우리는 이러한 특성을 가진 MR 유체를 이용하여 발목에 손상을 입을 수 있는 상황에 대응하도록 하는 보행 보조 장치를 설계하였다.

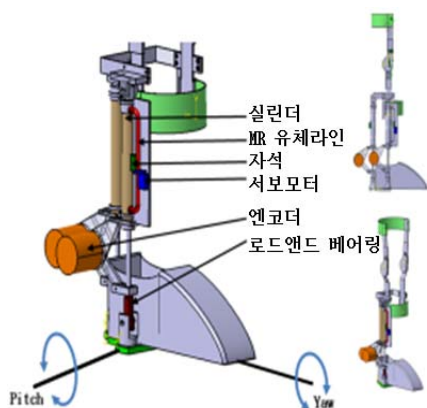


Fig.2 Whole Structure of Device

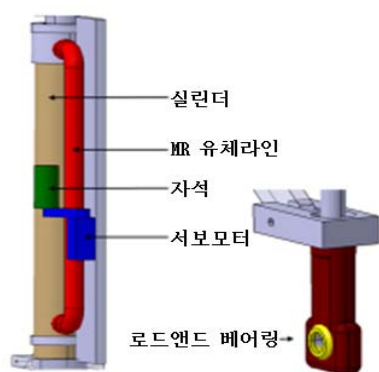


Fig.3 Rotation Resistance Mechanism and Rod-end Bearing

4. 메카니즘의 설계

Fig.2 는 현재 설계된 발목 염좌 방지를 위한 보행 보조 장치의 전체적인 형태를 보여주고 있다. 로드엔드베어링은 2개의 회전 자유도를 가지고 있어 실제 보행 시 Yaw회전과 Pitch회전이 발생할 때 진행 방향에서 서로의 움직임에 방해가 되지 않게 하여 준다. 실린더 로드에는 앰슬루트 엔코더를 링크를 통해 연결하여 피스톤의 이동량을 측정하여 Yaw회전과 Pitch회전 시 각도를 산출 할 수 있다. 실린더 내부에는 MR유체를 충전하였다. MR유체는 자기장에 반응하여 그 점도 특성 및 밀도가 변하므로 이를 이용하여 발목 관절 부위에 저항으로 작용하도록 하여 발목의 비정상적인 꺾임을 방지하도록 하고자 하였다. MR유체에 의한 저항의 변화는 자석(네오디뮴)과 MR유체의 라인

의 간격 조절을 통하여 가능하다.

Fig3은 실린더 부의 구성을 나타내고 있다. 디지털 서보 모터를 이용하여 자석과 MR유체 라인과의 높이를 조절할 수 있도록 하였다. Yaw와 Pitch의 2방향의 회전 저항을 실린더를 부착하여 조절 할 수 있도록 하였다.

5. 결론

2자유도 보조기를 설계하면서 기존의 1자유도 보조기는 Yaw의 회전 자유도를 적용 하지 않고 설계하여 노면의 불규칙한 곳에서 신발의 접지력 저하로 2차 골절 및 상해가 발생 할 가능성이 높아진다. 본 연구에서는 이러한 위험을 방지하기 위해서 발목부에 2자유도를 가지는 보행 보조 기구를 설계하였으며, 내반 염좌 방지 및 접지력을 향상하기 위해 MR유체를 이용한 발목 보행 보조기구의 설계를 진행하였다. 또한 실린더부분에 유압라인 증설 하여 향후 액츄에이터로 사용 할 수 있으며 본 2자유도 보조기의 MR유체를 활용하여 재활 훈련과 다리운동에 적용 할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

후기

이 논문은 2010년 교육과학기술부로부터 지원 받아 수행된 연구임 (지역거점연구단 육성사업/노화극복·웰빙을 위한 융합의료기술개발사업단)

참고문헌

1. Furusho, J.;Kikuchi, T. , "Development of Shear Type Compact MR Brake for the Intelligent Ankle-Foot Orthosis and Its control", IEEE Rehabilitation Robotics, 2007. ICORR 2007. IEEE , 89 - 94 , 2007.
2. Hisashi NAITO, Yasushi AKAZAWA, "An Ankle-Foot Orthosis with a Variable-Resistance Ankle Joint Using a Magnetorheological-Fluid Rotary Damper", Journal of Biomechanical Science and Engineering, Vol.4, no.2, 182-191, 2009
3. Gerhardt J. J., Rippstein J., "Measuring and recording of jointmotion : instrumentation and techniques", Hogrefe & Huber, 1990.
4. Garrick JG. "The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains.", Am J Sports Med 1977; 5: 241-242.