

외골격로봇(UTRCEXO)을 통한 군장무게의 지지 및 보행자세 안정화 Walking Posture Stabilization and Weight Support by UTRCEXO

강대원* 차도완* 오성남** 김갑일** 김경수* 김수현*
Daewon Kang Dowan Cha Sung Nam Oh Kab Il Kim Kyung-Soo Kim Soohyun Kim
* 한국과학기술원
** 명지대학교
(kaist08@kaist.ac.kr)

Abstract

An Unmanned Technology Research Center Exoskeleton (UTRCEXO) is designed to help soldiers who should march in full gear for long distances. The UTRCEXO is lower limb exoskeleton and it supports heavy weight and assists walking. Muscles activity is measured in two cases to verify effect of UTRCEXO. A 20kg of gear is carried by soldier in the first case and the same gear is supported by UTRCEXO. Muscles activity is reduced by wearing UTRCEXO and walking posture is stabilized.

Keywords : UTRCEXO, Lower limb exoskeleton, Weight supporting, Walking posture stabilization

1. 서론

외골격로봇(Exoskeleton)은 안정적인 움직임을 위해 도움을 주는 근력보조 형태와 더 큰 힘을 내기 위한 근력증강 형태로 나눌 수 있다. 근력증강 외골격로봇은 주로 군용을 목적으로 국내외에서 활발히 연구 및 개발되고 있다. 대표적인 군용 외골격로봇에는 미국 DARPA(Defence Advanced Research Project Agency)의 지원을 받아 버클리에서 개발된 BLEEX(Berkeley Lower Extremity Exoskeleton)와 한양대에서 개발된 HEXAR(Hanyang Exoskeleton Assistive Robot) 등이 있다. 또한 미국에서는 병사들의 전투력을 향상을 목표로 TALOS(Tactical Assault Light Operator Suit) 프로젝트를 진행 중이고, 한국국방과학연구소에서도 2026년 전락화를 예정으로 육군 슈퍼 갑옷에 대한 연구를 진행하고 있다.

군용 외골격로봇의 주요 기능은 하지의 근력증강으로, 군장 등의 무거운 하중을 지지하여 자세를 안정화시키고 장거리 보행을 돕는 것을 목표로 한다.

본 논문에서는 복직근의 근전도 신호 측정을 통해 UTRCEXO에 의한 군장무게의 지지를 확인하고, 이를 통한 보행자세의 안정화에 대해 알아보려고 한다.

2. 군장무게 지지에 대한 UTRCEXO 착용 전후의 근전도 측정 및 결과분석

	자유도	근력지원 자유도	모터용량 [W]
골반	3 DOF × 2	1 DOF × 2	90
무릎	1 DOF × 2	1 DOF × 2	150
발목	2 DOF × 2	1 DOF × 2	120

표 1. UTRCEXO의 상세 사양

UTRCEXO는 복합임무를 위한 착용형 근력지원 로봇으로 설계되었고, 길이 900mm, 무게 18kg의 사양을 가지고 있다. 표 1은 각 부분에 대한 상세 사양이다 [1].

가. UTRCEXO 착용전후 복직근의 근전도 신호 측정 20kg 군장을 짊어지고 바로 섰을 경우 군장 무게에 의해 뒤로 넘어가는 방향으로 토크가 발생하게 되고 이를 지지하기 위해 복직근에 부하가 걸리게 된다. 그림 1은 UTRCEXO를 착용하고 군장을 짊어진 상태로 좌측은 근력이 지원되지 않는 상황, 우측은 근력이 지원되는 상황에서 복직근에 부하가 걸리지 않도록 자세를 취한 것이다.



그림 1. UTRCEXO를 통한 근력지원 전과 후

좌측의 경우 상체에 걸리는 토크를 최소화하기 위해

상체를 앞으로 숙이는 자세를 취해야하는 것을 확인할 수 있고, 우측의 경우 UTRCEXO에 의해 군장의 무게가 지지되어 복직근에 걸리는 부하 없이 비교적 바른 자세가 유지되는 것을 확인할 수 있다.

본 실험에 사용된 근전도 센서는 LAXTHA社의 AM530으로 8-500Hz 주파수대역과 2-3.3V의 구동전압의 사양을 가진다. 측정에 사용된 전극은 3M社의 1회용 전극으로 1.75inch 지름의 원형의 Ag/AgCl 전극이다. EMG 센서에서 출력되는 아날로그 전압신호를 NI(National Instrument) DAQ(Data-Acquisition) 디바이스를 통해 1000Hz의 sampling time으로 저장하였다. 이후 저장된 EMG(Electromyography) 신호는 MATLAB의 SPTool(Signal Processing Tool)을 이용하여 10-400Hz의 band-pass 필터를 설계하여 신호처리를 한 후 full-wave rectification하여 그 변화를 확인하였다 [2].

나. 근력지원에 유무에 따른 복직근의 활성화도 변화

그림 2는 UTRCEXO의 근력지원 유무에 따른 복직근의 활성화도변화를 나타낸 그래프이다. UTRCEXO를 착용하고 20kg의 군장을 짊어진 상태에서 EMG 신호 측정을 시작하여 일정 시간 뒤 UTRCEXO의 근력지원을 받도록 하여 측정한 결과이다. 그래프의 1.2초에서 근력지원이 시작되었고 복직근의 활성화도가 감소함을 확인할 수 있었다.

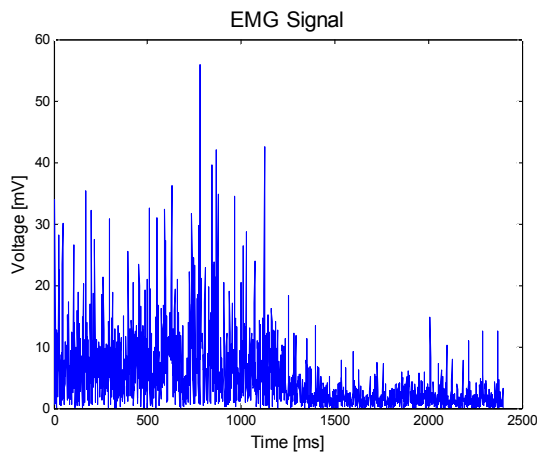


그림 2. 근력지원 유무에 따른 EMG 신호의 변화

UTRCEXO와 군장 모두를 제거한 상태에서 측정한 바른 자세에서의 EMG 신호와 비교한 결과 근력지원 시에 복직근에 걸리는 부하를 군장을 짊어지지 않았을 경우와 유사한 정도로 낮출 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

3. 결론

군장을 짊어지고 바른 자세로 서게 될 경우 발생하는

토크를 지지하기 위해 복직근에 부하가 걸리게 된다. UTRCEXO를 착용할 경우 근력을 지원받음으로써 복직근에 큰 부하 없이 무거운 하중을 바른 자세로 짊어질 수 있다는 것을 확인하였다.

향후 UTRCEXO를 통해 지지가 가능한 최대 무게를 측정하고, 군장의 무게를 지지하기 위해 소비되는 전력과의 관계에 대한 고찰이 필요할 것이다. 또한 짊어진 무게에 상관없이 보행보조가 원활하게 이뤄질 수 있도록 제어기를 설계하는 후속 연구가 필요할 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학기술원 국방무인화기특화연구센터를 통한 방위사업청과 국방과학연구소 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Do Wan Cha et al. (2013), "Design and Evaluation of the Unmanned Technology Research Centre Exoskeleton (UTRCEXO)", Applied Mechanics and Materials, 436, 345.
- [2] Dr. Roberto Merletti, "Standards for Reporting EMG Data", International Society of Electrophysiology and Kineology.