

농작업을 위한 체간 작업복 착용 전후의 근력 특성

Characteristics of Muscular Activities according to Assist of Trunk Activities for Agricultural Work

차은혜¹, 김민주¹, 오승용¹, 김 경², 유 미³, 홍철운³, 권대규^{3, #}
Eun-Hye Cha¹, Min-Joo Kim¹, Seung-Yong Oh¹, Kyong Kim², Mi Yu³, Chul-Un Hong³, and Tae-Kyu Kwon^{3, #}

¹ 전북대학교 대학원 헬스케어공학과 (Department of Healthcare Engineering, Graduate School, Jeonbuk National University)

² 대구한의대학교 재활치료학부 (School of Rehabilitation Medical Engineering, Daegu Hanny University)

³ 전북대학교 바이오메디컬공학부 (Division of Biomedical Engineering, Jeonbuk National University)

Corresponding Author / E-mail: kwon10@jbnu.ac.kr, TEL: +82-36-270-4066

ORCID: 0000-0002-2755-2062

KEYWORDS: Power trunk suit (작업복), Lifting posture (들어올리기 자세), Muscular activities (근력), Musculoskeletal disease (근골격계 질환)

Farming is a typical task that includes repetitive tasks, incomplete working positions, and weight work, along with exposure to a number of musculoskeletal diseases and harmful factors. Therefore, in this study, work clothes were developed for older agricultural workers exposed to musculoskeletal diseases and alienated from the medical system. Work clothes can help in repetitive cropping and support the load on the work, preventing and mitigating farmers' diseases. To verify the effectiveness of the developed clothing, six men in their 20s were evaluated for muscle usage before and after wearing the clothing in two ways: stoop lifting and squat lifting. The results of this study showed that the mass of most muscles, except the gastrocnemius muscle, was reduced during lifting operations by stoop lifting after wearing work clothes. The reason why the gastrocnemius was more activated was that the ankle joint was greatly activated by dorsal flexion. For squatting and lifting, most of the muscle usage was reduced. In future research, we want to analyze the muscle characteristics of actual agricultural workers on wearing work clothes.

Manuscript received: April 16, 2020 / Revised: October 21, 2020 / Accepted: October 29, 2020

1. 서론

농작업 관련 종사자의 근골격계 질환은 꾸준히 발생한다. 2018년 농촌진흥청에서는 질병 종류별 농작업 관련 질병자 수를 조사하였다. 조사 결과 근골격계 질환이 가장 많은 질병으로 나타났으며, 다음으로는 순환 기계, 기타 등이 있었다. 또한 근골격계 부위별, 증상 여부별 경험자 수는 허리 통증이 가장 많았으며, 다음으로는 무릎, 어깨 등이 있었다.^{1,2}

WMSD (Work-Related Musculoskeletal Disorders)는 작업 관련 근골격계 질환을 뜻하며 작업 중 부적절한 자세나 반복 작업, 과도한 힘을 사용하여 근육의 힘줄, 인대, 관절 및 신경과 혈관에 병리학적 변화를 가져오거나, 근통증과 같은 병리학적 변화를 일으키지 않는 상태를 모두 포함하는 개념이다.³

요통은 하루 작업시간의 10% 이상을 15 kg 이상의 물건을 다루거나 허리를 30° 정도 숙이거나 트는 동작을 할 때 발생 가능성이 2배 증가한다.⁴ 오랫동안 같은 자세로 농작업을 수행하면 특징적인 요추 변형이 발생하기도 한다. 일본 여자 농업인의 요부변성 후만증이 대표적이며 이는 서구에서는 드물고, 쪼그려 앉아 일하는 특성을 지닌 우리나라나 일본의 여자 농업인에게 주로 나타난다.⁵ 또한 남성의 경우는 중량물 작업을 반복적으로 실시하거나 불안정한 작업 자세로 작업할 때 요통이 발생하거나 근골격계 질환이 발생한다. 따라서 Neumann⁶은 농업 종사자들과 보건산업 분야에서 농업 종사자들의 근골격계 부상 및 질환에 대한 위험성을 이해하고 위험 요인을 줄이기 위한 대책 마련이 필요하다고 하였다.

Ishii⁷ 등은 공기를 이용한 인공 근육을 사용하여 간병인의

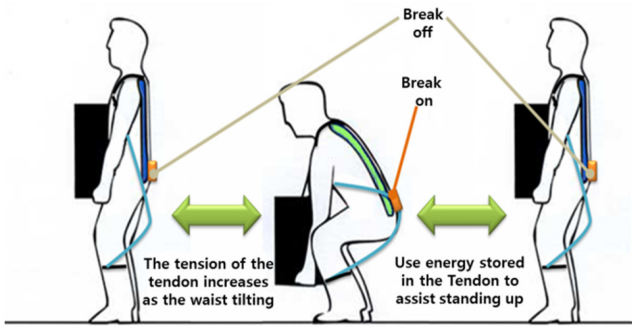


Fig. 1 Tendon control system of the suit

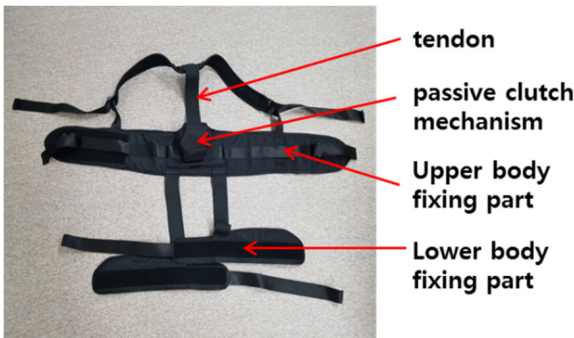


Fig. 2 Suit figuration

환자 이송 작업을 위한 작업복을 개발하고, 근전도 평가를 통하여 보조 효과를 검증하였다. Imamura⁸ 등은 간병인을 위해 탄성 벨트를 이용한 작업복을 개발하였고, 테스트를 통해 90%의 사용자가 간호 작업 중 요통의 부하 감소를 보고했다. Nara⁹ 등은 2개의 구동기(Actuator)에서 어깨의 탄성 물질까지 연결되는 벨트로 뒷면에 배치된 천의 고정점을 제어하는 방식의 작업복을 개발하였다. 실제 착용 종사자의 동작 특성인 걷기 및 스퀴트 자세로 착용 중 근력을 측정하여 개발된 보조 작업복의 착용 후 근력을 측정한다. 그 결과 척추보조와 대퇴사두근의 근력이 많이 감소하는 결과를 보였다. Shanhai Jin¹⁰ 등은 고령자의 걷기 동작의 신진대사 비용을 절감할 수 있는 보행보조 장치로, 일일 활동에서 에너지의 효율적인 보행에 고관절 굴절을 지원하는 부드러운 로봇 슈트를 개발하여 최대보조력이 신진대사 비용 절감에 미치는 영향을 분석하였다. Heaton¹¹ 등은 고령 농민을 대상으로 농업 관련 상해에 대해 객관적인 건강관리 진단을 이용하여 농장 작업의 부상 위험 지수에 대한 부상 예측의 유효성, 신뢰성을 분석하고 고령 농가의 부상 위험과 심각성을 대두하였다.

요통 부상을 예방하기 위한 다양한 형태의 작업복이 연구되고 있지만, 농업 근로자를 위한 농작업 보조에 대한 연구는 미비한 상황이다.¹²

본 연구에서는 근골격계 질환에 많이 노출되어 있고, 의료시스템에 소외되고 있는 농촌 고령자를 위한 체간 작업복을 개발하고, 개발된 작업복 착용 전후의 근력을 측정하여 작업복의 보조 정도를 정량적으로 분석하고자 하였다.

2. 시스템 구성

본 연구에서는 개발된 작업복을 이용하여 작업복 착용 전·후 체간 및 하지 근육의 근사용량을 측정하였다.

Fig. 1과 같은 일정 무게의 농작물을 들어올리는 작업은 작업자의 요통 등 근골격계 질환의 주요 원인이다. 이를 위하여, Fig. 2와 같은 건(Tendon) 조절 기능을 갖는 체간 보조용 작업복의 시작품을 제작하였다.

본 장치의 건 기능을 가지는 탄성벨트는 작업자가 중량물 보조를 하지 않은 서있는 상태에서 장력을 유지하지 않고 늘어져 있다. 반면에 작업자가 허리를 숙이며 농작업을 수행할 때, 구동부에 있는 질량을 가진 추가 앞으로 쏠리면서 건 기능을 가지며 탄성벨트의 길이를 일정하게 유지시키고 힘을 유지할 수 있도록 설계되었다. 작업복의 무게는 1.81 kg로 신축성 네오프렌과 경량 에어매쉬 소재를 이용하였으며, 버클 및 벨크로를 이용하여 사용자의 체형에 맞게 상지부의 어깨 및 체간과 하지 대퇴부의 크기를 조절할 수 있다.

3. 연구 방법

3.1 피험자 구성

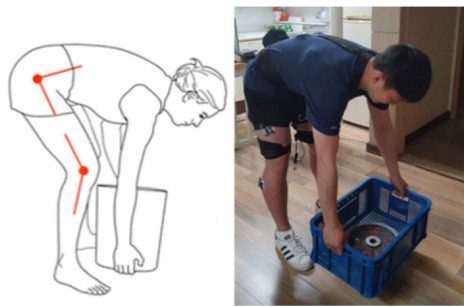
참가자들은 20대 남성 6명(키: 171.7 cm ±5.6, 몸무게: 76.5 kg ±7.7, 나이: 25±1.2세)으로 구성되었다. 실험 전, 실험에 대한 내용을 피험자들에게 충분히 설명하였으며, 자발적인 동의로 실험이 진행되었고 피험자들은 모두 건강한 성인들로 구성되었다. 본 연구에서는 근골격계 질환으로 인하여 병원에 입원 및 통원 중인 사람은 모집 대상에서 제외하였다.

3.2 실험 및 분석 방법

본 실험은 농작업 시 근골격계 질환 발생 빈도수가 높은 물건을 들어올리는 작업을 수행할 때의 작업자의 근력 특성을 분석하였다. 본 논문에서는 농산물을 들어서 옮기는 작업에서 대부분의 농업 근로자가 사용하고 있는 2가지 동작을 선정하였다. Fig. 3은 무게를 들어올리는 작업에 관한 2가지 동작으로 Fig. 3(a)는 상체를 굽혀서 들어올리기 동작(Stoop Lift Activity)이고, Fig. 3(b)는 쪼그려 앉아 들어올리기 동작(Squat Lift Activity)을 나타내고 있다.

본 실험은 Fig. 4와 같은 순서로 진행하였으며, 상체를 굽혀서 들어올리기(Stoop Lift) 동작과 쪼그려 앉아서 들어올리기(Squat Lift) 동작 2가지 동작에 대하여, 작업복 착용에 따른 보조를 받지 않았을 때와 보조를 받았을 때의 2가지 조건을 비교하였다. 또한, 실험에 참여한 피험자는 Fig. 3과 같은 들어올리기 동작의 중량물은 각각 10, 20, 30 kg으로 나누어 각 중량마다 3회씩 수행하였다.

피험자가 2가지 들어올리기 동작을 수행할 때, 체간의 근육과 하지 근육의 활성화 정도를 수집하였다. 측정 근육은 Fig. 5와



(a) Stoop lift



(b) Squat lift

Fig. 3 Lifting posture (a) Stoop lift and (b) Squat lift

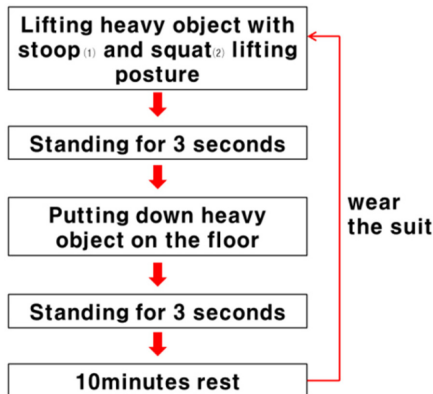


Fig. 4 Experimental method

같이 체간의 뒤쪽 근육인 좌우 광배근(Latissimus Dorsi, LD) 및 척추기립근(Erector Spinae, ES)과 하지의 좌우 대퇴직근(Rectus Femoris, RF)과 비복근(Gastrocnemius, Gn)이다. 각 근육 표면에 근전도 전극을 통하여 근육 활성도를 측정하였다.

모든 실험 과정은 실험 중간에 근육의 피로를 줄이기 위하여 10분의 휴식 시간이 주어졌다.

근전도 측정은 무선 근전도 측정시스템(Noraxon 16ch)을 이용하였으며, Wireless EMG Sensor, EMG Sensor Leads, Probes, Desktop DTS Receiver, A to Mini-B Cable로 구성되어 있다. 근전도 분석은 Noraxon사의 MR3 프로그램을 이용하였다. 근전도 분석을 위한 필터링에서 대역밴드필터(Bandpass)의 주파수 범위는 50-500 Hz, RMS 알고리즘에서 Window 100 ms를 적용하였다.

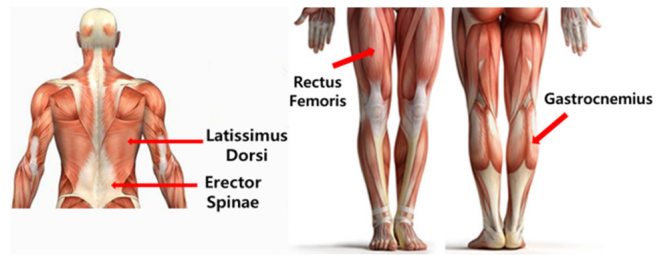


Fig. 5 EMG sensor attachment position

통계적 분석은 IBM SPSS Statistics ver12.0 프로그램을 이용하였으며 Wilcoxon 검정을 통해 정규성 검정을 실시하여 표포 제시하였으며, 통계학적 유의수준은 $*p < 0.05$ 로 하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

본 연구에서는 상체를 굽혀서 들어올리기와 쪼그려 앉아서 들어올리기 동작을 실시할 때의 작업복 착용에 따른 보조 유무와 중량물 변화에 따른 근력 특성을 분석하였다.

4.1 Stoop Lift

개발된 작업복 착용 유무에 따라 상체를 굽혀서 들어올리기 동작을 실시할 때 중량물 무게에 따른 좌·우 체간 및 하지 근전도 분석 결과를 고찰하였다. Figs. 6부터 8의 X축은 측정 근육을 나타내며, Y축은 측정된 EMG 값을 근사용량 데이터로 변환시킨 값이다. Table 1은 상체를 굽혀서 들어올리기 동작의 작업복을 이용한 체간 보조 유무에 따른 좌우 근육의 보조 효율을 나타내고 있다.

Fig. 6은 작업복 착용 유무에 따른 10 kg 중량물 작업 시 좌·우측 체간 및 하지 근육 사용량을 나타낸 것이다. 척추기립근과 대퇴직근의 근육 사용량은 작업복 착용 시 왼쪽과 오른쪽 모두 감소하는 경향을 보였다. 특히, 척추기립근은 통계적으로 유의하게 감소된 것으로 분석되었다($*: p < 0.05$). 이는 피험자가 상체를 굽혀서 들어올리는 동작을 수행할 때, 작업복 건에 의하여 힘을 보조받았기 때문에 척추기립근과 대퇴직근의 근육 사용량이 감소된 것으로 판단된다. 광배근과 비복근의 근육 사용량은 작업복 착용 시 미세하게 증가된 것으로 분석되었으나, 큰 차이는 보이지 않았다.

광배근은 들어올리기 동작 시 사용되는 전완근, 삼각근, 상완이두근 등 광배근 외 다른 근육이 사용되어 광배근 측정만으로 작업복 착용 시 근육 사용량이 보조되었다고 판단하기 어렵다. 비복근의 경우, 몸의 균형을 잡기 위해 지면과 가장 가까운 비복근의 사용량이 많은 것으로 판단한다.

Fig. 7은 작업복 착용 유무에 따른 20 kg 중량물 작업 시 좌·우측 체간 및 하지 근육 사용량을 나타낸 것이다. 광배근, 대퇴직근, 척추기립근의 근육 사용량은 작업복 착용 시 왼쪽과 오른쪽 모두 감소하는 경향을 보였다. 특히 좌측 광배근과 우측

Table 1 Muscle assist rate on stoop lift

	Assisting rate in left muscles [%]				Assisting rate in right muscles [%]			
	LD	ES	Gn	RF	LD	ES	Gn	RF
10 kg	-2.87	11.94	-7.39	11.75	-1.33	7.03	-5.38	22.35
20 kg	19.34	1.13	-1.62	27.76	8.72	2.58	-3.48	35.24
30 kg	-2.82	2.39	-5.03	22.33	-5.65	0.36	-9.8	23.81

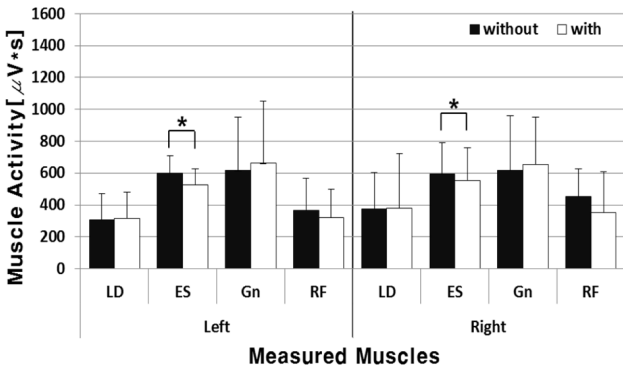


Fig. 6 Comparison of muscle usage before and after wearing work clothes when working with 10 kg weight

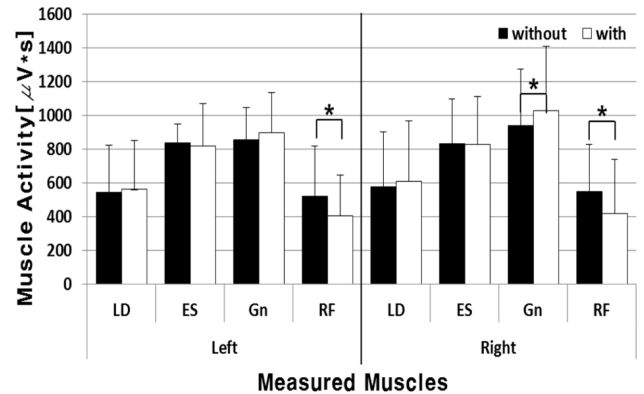


Fig. 8 Comparison of muscle usage before and after wearing work clothes when working with 30 kg weight

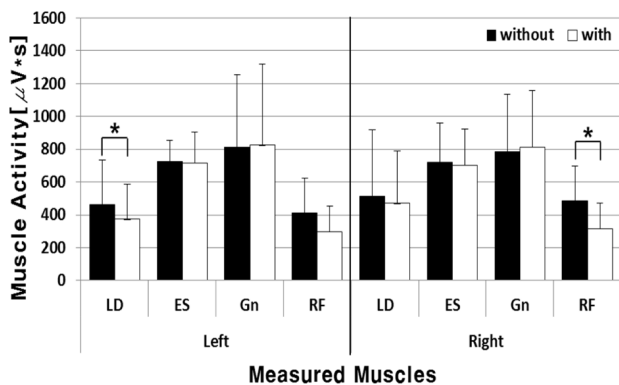


Fig. 7 Comparison of muscle usage before and after wearing work clothes when working with 20 kg weight

대퇴직근이 유의하게 감소된 것으로 분석되었다(*: $p < 0.05$). 광배근은 들어올리기 동작 시 사용되는 전완근, 삼각근, 상완이두근 등 광배근 외 다른 근육이 사용되어 광배근 측정만으로 작업복 착용 시 근육 사용량이 보조되었다고 판단하기 어렵다. 대퇴직근과 척추기립근은 작업복의 견 기능으로 인하여 작업복 착용 시 근육 사용량이 감소하였다고 판단하였지만, 유의한 결과를 보이지 않았다. 비복근의 경우 몸의 균형을 잡기 위해 지면과 가장 가까운 비복근의 사용량이 많은 것으로 판단한다.

Fig. 8은 작업복 착용 유무에 따른 30 kg 중량물 작업 시 좌·우측 체간 및 하지 근육 사용량을 나타낸 것이다. 대퇴직근과 척추기립근은 작업복 착용 시 근육 사용량이 감소하였다. 특히 좌우 대퇴직근은 작업복의 견 기능으로 인하여 왼쪽과 오른쪽이 모두 감소하였으며 통계적으로 유의하게 감소된 것으로 분석

되었다(*: $p < 0.05$). 척추기립근은 작업복 착용 시 근육 사용량이 미세하게 감소하였으나, 유의하지 않았다. 광배근과 비복근은 작업복 착용 시 근육 사용량이 증가하였다. 광배근은 들어올리기 동작 시 사용되는 전완근, 삼각근, 상완이두근 등 광배근 외 다른 근육이 사용되어 광배근 측정만으로 작업복 착용 후 근육 사용량이 보조되었다고 판단하기 어렵다. 비복근의 경우 몸의 균형을 잡기 위해 지면과 가장 가까운 비복근의 사용량이 많은 것으로 판단한다.

상체를 굽혀서 들어올리기 데이터 분석 결과 10, 30 kg 작업 시 좌·우 광배근은 작업복 착용 후에 근사용량이 증가하였으나, 20 kg 작업 시 좌·우 광배근은 작업복 착용 후 근사용량이 감소하였다. 이는 들어올리기 동작 시 광배근 외에 중량물을 들 때 사용되는 전완근, 삼각근, 상완이두근 등 광배근 외 다른 근육이 사용되어 광배근 측정만으로 작업복 착용 시 근육 사용량이 감소하거나 증가했다고 판단하기 어렵다. 척추기립근과 대퇴직근은 모든 중량물 작업에서 작업복 착용 시 작업복 견의 기능에 의해 근육 사용량이 감소하였다. 특히, 대퇴직근에서 크게 감소하였다.

비복근은 모든 무게의 중량물 작업에서 가장 많이 활성화되었으며, 작업복 착용 시 근육 사용량이 증가하는 경향을 보였다. 이는 중량물이 증가함에 따라 무게 중심이 앞으로 이동하면서 신체의 균형을 잡기 위해 지면과 가장 가까운 비복근의 사용량이 증가한 것으로 판단한다.

4.2 Squat Lift

개발된 작업복 착용 유무에 따라 쪼그려 앉아서 들어올리기

Table 2 Muscle assist rate on squat lift

	Left				Right			
	LD	ES	Gn	RF	LD	ES	Gn	RF
10 kg	10.21	1.18	11.35	17.42	4.97	10.87	10.09	30.75
20 kg	17.68	2.99	7.18	14.84	-3.03	2.16	7.17	19.87
30 kg	-1.2	13.61	-3.36	9.89	0.39	5.86	12.44	28.21

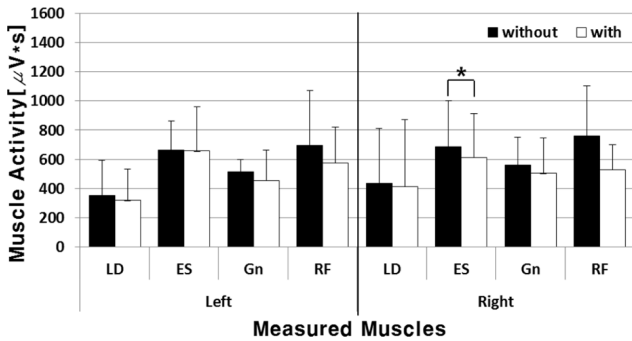


Fig. 9 Comparison of muscle usage before and after wearing work clothes when working with 10 kg weight

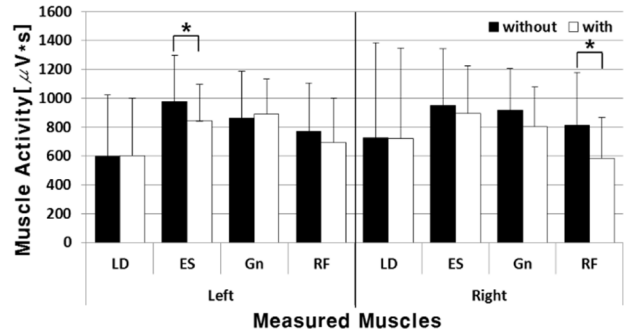


Fig. 11 Comparison of muscle usage before and after wearing work clothes when working with 30 kg weight

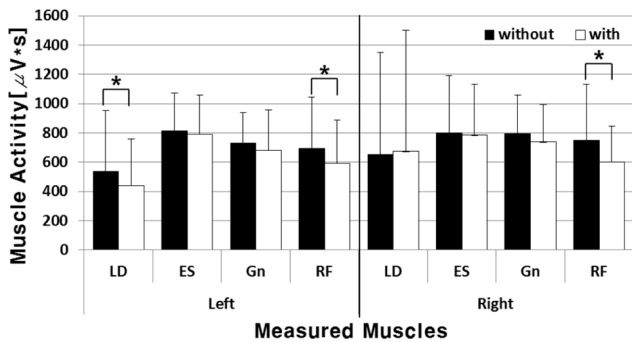


Fig. 10 Comparison of muscle usage before and after wearing work clothes when working with 20 kg weight

동작을 실시할 때 중량물 무게에 따른 좌·우 체간 및 하지 근전도 분석 결과를 고찰하였다. Figs. 9부터 11의 X축은 측정 근육을 나타내며, Y축은 측정된 EMG 값을 근사용량 데이터로 변환시킨 값이다. Table 2는 쪼그려 앉아서 들어올리기 동작의 작업복을 이용한 체간 보조 유무에 따른 좌우 근육의 보조 효율을 나타내고 있다.

Fig. 9는 작업복 착용 유무에 따른 10 kg 중량물 작업 시 좌·우측 체간 및 하지 근육 사용량을 나타낸 것이다. 작업복 착용 시 건의 기능으로 인하여 좌우 모든 근육의 근육 사용량이 감소하였다. 특히 오른쪽 척추기립근은 통계적으로 유의하게 감소된 것으로 분석되었다(*: $p < 0.05$).

Fig. 10은 작업복 착용 유무에 따른 20 kg 중량물 작업 시 좌·우 체간 및 하지 근육 사용량을 나타낸 것이다. 좌·우 대퇴직근, 척추기립근, 비복근은 작업복 착용 시 근사용량이 감소하였다. 대퇴직근은 통계적으로 유의하게 감소된 것으로 분석되었다(*:

$p < 0.05$). 척추기립근과 비복근은 작업복 착용 시 건의 기능으로 인하여 좌우 근사용량이 미세하게 감소되는 경향을 보였다. 왼쪽 광배근은 작업복 착용 후에 감소하였으며 통계적으로 유의하게 감소된 것으로 분석되었다(*: $p < 0.05$). 오른쪽의 경우 미세하게 증가됨을 보였다. 이는 중량물 들어올리기 동작 시 광배근 외에 중량물을 들 때 사용되는 전완근, 삼각근, 상완이두근 등 다른 근육이 사용되어 광배근 측정만으로 작업복 착용 시 근육 사용량이 보조되었다고 판단하기 어렵다.

Fig. 11은 작업복 착용 유무에 따른 30 kg 중량물 작업 시 좌·우측 체간 및 하지 근육 사용량을 나타낸 것이다. 좌·우 척추기립근, 대퇴직근이 작업복 착용 시 건 기능으로 인하여 근사용량이 감소하였다. 특히 왼쪽 척추기립근과 오른쪽 대퇴직근은 통계적으로 유의하게 감소된 것으로 분석되었다(*: $p < 0.05$). 광배근은 좌측은 작업복 착용 시 감소하였지만, 우측의 경우 미세하게 증가됨을 보였지만 큰 차이는 없었다. 이는 중량물 들어올리기 동작 시 광배근 외에 중량물을 들 때 사용되는 전완근, 삼각근, 상완이두근 등 다른 근육이 사용되어 광배근 측정만으로 작업복 착용 후 근육 사용량이 보조되었다고 판단하기 어렵다.

본 연구에서는 상체를 굽혀서 들어올리기와 쪼그려 앉아서 들어올리기 동작 시 작업복 착용 유무에 따른 근사용량을 비교하였다. 상체를 굽혀서 들어올리기 동작 시 광배근은 감소하는 경향과 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 이는 들어올리기 동작 시 광배근 외에 사용되는 전완근, 삼각근, 상완이두근 등 다른 근육도 사용되어 광배근 측정만으로 작업복 착용 시 근육 사용량이 보조되었다고 판단하기 어렵다. 척추기립근과 대퇴직근은 모든 근육 사용량이 감소하는 경향을 보였다. 이는 작업복의 건 기능으로 인하여 작업 시 보조를 받아 근육 사용량이 낮아졌다고

판단한다.

쪼그려 앉아 들어올리기 동작 시 광배근은 감소하는 경향과 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 이는 들어올리기 동작 시 광배근 외에 사용되는 전완근, 삼각근, 상완이두근 등 다른 근육도 사용되어 광배근 측정만으로 작업복 착용 시 근육 사용량이 보조되었다고 판단하기 어렵다. 척추기립근과 대퇴직근은 작업복 착용 시 건 기능으로 인하여 모든 근육 사용량이 감소하는 경향을 보였다. 특히 대퇴직근에서 근육 사용량이 크게 감소하였다. 비복근은 대부분의 근육 사용량이 감소하는 경향을 보였지만, 30 kg 중량물 작업 시 왼쪽 비복근은 근육 사용량이 증가하는 경향을 보였다. 이는 중량물이 증가함에 따라 무게 중심이 앞으로 이동하면서 신체의 균형을 잡기 위해 지면과 가장 가까운 비복근의 사용량이 증가한 것으로 판단한다

본 실험 결과는 상체를 굽혀서 10, 20, 30 kg의 중량물 들어올리기 작업 시 작업복 유무에 따른 좌·우 근사용량 그래프와 쪼그려 앉아서 들어올리기 동작 10, 20, 30 kg 중량물 작업 시 작업복 유무에 따른 좌·우 근사용량 그래프로 나누어 나타냈다.

5. 결론

본 연구에서는 체간 근력 보조 작업복을 이용하여 중량물 작업 시 근사용량을 측정하였다. 연구 결과 상체를 굽혀서 들어올리기 동작에서 작업복 착용 시 척추기립근과 대퇴직근은 작업복 건 기능으로 인해 근육 사용량이 감소하는 경향을 보였다. 광배근의 경우 감소하는 경향과 증가하는 경향을 모두 볼 수 있었다. 이는 들어올리기 동작 특성상 물체를 들어올릴 때 쓰이는 근육이 다양하기 때문에 광배근 측정만으로 판단할 수 없다는 한계점이 존재한다. 비복근은 작업복 착용 시 근육 사용량이 증가하는 경향을 보였다. 이는 중량이 증가함에 따라 무게 중심이 앞으로 이동하면서 신체의 균형을 잡기 위해 지면과 가장 가까운 비복근의 사용량이 증가한 것으로 판단한다.

쪼그려 앉아서 들어올리기에서 대부분의 근사용량이 감소하였다. 광배근의 경우 감소하는 경향과 증가하는 경향을 모두 볼 수 있었다. 이는 들어올리기 동작 특성상 물체를 들어올릴 때 쓰이는 근육이 다양하기 때문에 광배근 측정만으로 판단할 수 없다는 한계점이 존재한다. 대퇴직근은 쪼그려 앉아서 들어올리기 동작에서 가장 큰 보조율이 나타났다.

개발된 작업복 착용 후 중량물 작업 시 근력을 보조한다는 것을 확인하였으며, 향후에는 대퇴직근보다 보조율이 낮은 광배근, 척추기립근, 비복근의 보조 한계점을 해결하여 보조율을 높일 수 있는 시스템을 적용하고자 한다. 또한, 개발된 근력 보조 작업복을 실제로 중량물 작업, 반복 농작업을 실시하는 농업 종사자에게 착용시켜 근골격계 질환이나 부상을 유발하는 잘못된 자세 교정에 대한 연구와 작업복 착용 전후의 근력 특성을 분석하고자 한다

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 전북테크노파크의 지원(No. REDE2018 JB 001)을 받아 수행하였음.

REFERENCES

1. Korea Rural Development Administration, "Occupational Disease and Damage Survey of Farmers," http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=143&tblId=DT_14303_E1534 (Accessed 16 DECEMBER 2020)
2. Tonelli, S., Culp, K., and Donham, K., "Work-Related Musculoskeletal Disorders in Senior Farmers: Safety and Health Considerations," *Workplace Health & Safety*, Vol. 62, No. 8, pp. 333-341, 2014.
3. Punnett, L. and Wegman, D. H., "Work-Related Musculoskeletal Disorders: The Epidemiologic Evidence and the Debate," *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Vol. 14, No. 1, pp. 13-23, 2004.
4. Lötters, F., Burdorf, A., Kuiper, J., and Miedema, H., "Model for the Work-Relatedness of Low-Back Pain," *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Vol. 29, No. 6, pp. 431-440, 2003.
5. Lee, C. S., Kim, Y. T., and Kim, E., "Clinical Study of Lumbar Degenerative Kyphosis," *Journal of Korean Society of Spine Surgery*, Vol. 4, No. 1, pp. 27-35, 1997.
6. Neumann, D. A., "Kinesiology of the Musculoskeletal System," MOSBY, 3rd Ed., 2016.
7. Ishii, C., Yamamoto, H., and Takigawa, D., "Development of a New Type of Lightweight Power Assist Suit for Transfer Work," *Proc. of the Asia-Pacific Conference on Computer Aided System Engineering*, pp. 208-213, 2015.
8. Imamura, Y., Tanaka, T., Suzuki, Y., Takizawa, K., and Yamanaka, M., "Motion-Based Design of Elastic Belts for Passive Assistive Device Using Musculoskeletal Model," *Proc. of the IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics*, pp. 1343-1348, 2011.
9. Nara, H., Kusaka, T., Tanaka, T., Yamagishi, T., and Ogura, S., "Development on Smart Suit for Dairy Work Assistance," *Proc. of the 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp. 2840-2843, 2013.
10. Jin, S., Guo, S., Hashimoto, K., and Yamamoto, M., "Influence of Maximum Assistive Force of a Soft Wearable Robotic Suit on Metabolic Cost Reduction," *Proc. of the IEEE International Conference on Cybernetics and Intelligent Systems and IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics*, pp. 146-150, 2017.

11. Heaton, K., Azuero, A., Phillips, J. A., Pickens, H., and Reed, D., "The Effects of Arthritis, Mobility, and Farm Task on Injury among Older Farmers," *Nursing: Research and Reviews*, Vol. 2, pp. 9-16, 2012.
12. Davis, K. G and Kotowski, S. E., "Understanding the Ergonomic Risk for Musculoskeletal Disorders in the United States Agricultural Sector," *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 50, No. 7, pp. 501-511, 2007.



Eun-Hye Cha

M.S. candidate in the Department of Healthcare Engineering, Jeonbuk National University. Her research interest is healthcare engineering.
E-mail: ck5165@naver.com



Min-Joo Kim

M.S. candidate in the Department of Healthcare Engineering, Jeonbuk National University. Her research interest is healthcare engineering.
E-mail: kimminju94@nate.com



Seung-Yong Oh

Ph.D. candidate in the Department of Healthcare Engineering, Jeonbuk National University. His research interest is biomechanics, rehabilitation.
E-mail: nn8054@naver.com



Kyong Kim

Assistant Professor in Department of Rehabilitation Medical Engineering, Daegu Hanny University. His research interest is rehabilitation and healthcare engineering.
E-mail: kkruddy@dhu.ac.kr



Mi Yu

Research Professor in the Division of Biomedical Engineering, Jeonbuk National University. Her research interest is rehabilitation, biomechanics and healthcare engineering.
E-mail: yumi@jbnu.ac.kr



Chul-Un Hong

Professor in the Division of Biomedical Engineering, Jeonbuk National University. His research interest is rehabilitation, biophysics, sensor engineering.
E-mail: cuhong@jbnu.ac.kr



Tae-Kyu Kwon

Professor in the Division of Biomedical Engineering, Jeonbuk National University. His research interest is biomechanics, rehabilitation, sports science.
E-mail: kwon10@jbnu.ac.kr