

Evaluation of Muscle Activity according to Exercise Intensity during the Deadlift and Upright Row

데드리프트와 업라이트로우 시 운동강도에 따른 근활성도 평가

Won Jun Cho¹, Ju Won Song¹, Myung Soo Choi¹, Nam Yim Kim², Ryong Kim³,
Chang Min Lee⁴, Jae Heon Hong⁵, Gun Woo Kang⁵, Young Jin Moon¹

¹Department of Sport Science, Chungnam National University, Daejeon, South Korea

²Changwon National University, Changwon, South Korea

³DYETEC, Industrial Materials R&D Group, Daegu, South Korea

⁴BSG Co.,Ltd R&D Center, Daegu, South Korea

⁵IND GROUP Design Management, Daegu, South Korea

Received : 15 October 2021

Revised : 03 December 2021

Accepted : 08 December 2021

Corresponding Author

Young Jin Moon

Department of Sport Science,
Chungnam National University,
99 Daehak-ro(st), Yuseong-gu,
Daejeon, 34134, South Korea

Email : moonyj@cnu.ac.kr

Objective: The purpose of this study was to evaluate 16 muscles activity according to three exercise intensity when performing Deadlift and Upright row.

Method: To accomplish the purpose of the study, subjects (n=10) were performed Electromyography (EMG) measurement for 16 different muscles. The experimental movements were Deadlift and Upright row, measured five times for each intensity (40%, 60%, 80%) of 1RM. This study normalized the EMG values through RVC for comparative analysis.

Results: The results were summarized as follows: As a result of Deadlift, there was significant difference in the mean EMG value according to the exercise intensity in all muscles except RA, PM and BB ($p<.05$). As a result of Upright row, There was significant difference in the mean EMG value according to the exercise intensity in all muscles except BF, TA, GN, RA and UT ($p<.05$).

Conclusion: This study allowed us to know the activities of major muscles according to the exercise intensity for 16 different muscles when performing Deadlift and Upright row.

Keywords: Deadlift, Upright row, Electromyography, Muscle activity

INTRODUCTION

우리나라 산업현장에 기계화, 자동화 시스템이 점진적으로 구축되어가고 있으나 여전히 상당부분 물건을 들어 올리거나 내리는 일, 들고 이동하는 일 등의 인력운반작업으로 통칭되는 작업이 많이 요구된다(Jeong et al., 1997). 또한, 경제적인 이유로 인해 다시 노동시장으로 복귀하게 되는 인구가 점차 늘어나게 될 것이며(Choi, 2018; Park & Kim, 2017) 비교적 특별한 기술이 없이도 직무를 가능한 단순노무직 종사자의 비중이 늘어나게 될 것으로 전망된다(Lee & Shin, 2018). 이로 인해 발생하는 심각한 문제는 과거부터 현재까지 지속적으로 연구가 진행되고 있는 근골격계질환(musculoskeletal disorders)에 대한 것이다. 미국 산업안전보건국 통계를 포함한 타 선행연구들에 의하면 인력운반작업은 들기, 내리기, 밀기, 당기기, 운반 등의 반복 동작과 관련되어 근골격계질환을 발생시킨다고 보고하였다(Park & Jeong, 2009; Kim et al., 2009). 그 중, 들기(Lifting) 작업이 과도한 근력 사용으로 인

해 근골격계질환의 60%를 차지한다고 한다(Kim, 2007). 이에 대해 Kim (2008)은 제조업 종사자들에 대해 환경적 요인의 개선(작업대 및 도구 개선, 기계화, 자동화 설비 도입 등)을 통한 근골격계질환의 효과검증 연구를 진행하였으나 유의미한 효과를 도출하기 위해서는 보다 장기적인 연구가 필요하다는 한계가 있다고 밝혔으며, Han & Kim (2012)은 근골격계질환을 요부에 국한시켜 비대칭 무게중심에 따른 상체 기울임만을 고려하여 연구를 진행하였다. 이처럼 작업자들의 근골격계질환 문제를 해결하고자 지속적으로 연구가 진행되고 있으나 실질적으로 반복작업동작 시 인체 전반에 걸쳐 사용되는 근육의 활성 정도를 나타내고 있는 연구는 부족한 실정이다.

한편, 데드리프트는 바닥에서부터 선자세까지 바벨을 들어올리는 동작으로 들기, 앉기, 서기, 밀기와 같은 움직임을 기초로 하고 전신의 근육을 사용하는 운동이다(Bird & Barrington-Higgs, 2010; Edington et al., 2018; Ji & Yoon, 2020). 업라이트로우는 바벨을 엮어 쥐고 손바닥을 몸쪽으로 해서 팔꿈치를 손의 위치보다 높게 유지하여 바벨을 가

슴 상부까지 들어올리는 동작으로 주로 주관절 굴곡근, 견관절 회외근이 작용되는 운동이다(Jeon & Kyung, 2002).

본 연구는 Kim, Lee & Hong (2009)의 산업현장 인력물자 취급 작업이 바닥에서 해부학적 자세를 기준으로 손바닥 중심, 손바닥 중심에서 어깨 높이까지의 들기와 내리기 동작이라고 제시한 선행연구에 따라 이와 동작이 가장 유사한 데드리프트와 업라이트로우를 실험 동작으로 선정하였다. 실험 동작 별 운동 강도에 따라 16가지 근육에서 나타나는 근활성도의 차이를 분석하여 제시하는데 그 목적을 두었으며, 더 나아가 근력 보조용 슈트 제작, 맞춤형 운동 프로그램 개발, 데이터 비교분석 등 타 연구에 기초자료를 제공하고자 하였다.

METHOD

1. 연구 대상자

본 연구의 실험 대상자는 심혈관계 및 근골격계질환이 없는 건강한 20대 남성 10명(나이: 25.9 ± 1.6 yrs, 신장: 173.5 ± 3.6 cm, 체중: 70.4 ± 8.3 kg)을 실험 대상으로 하였으며, C대학교 생명윤리위원회에서 심의하여 승인을 받고 연구윤리에 따라 연구를 진행하였다(201911-SB-204-01).

2. 연구 내용

대체로 산업현장에서 작업자의 인력물자 취급 작업 중에 들고 내리기 작업을 수행할 때, 빈번하게 발생하는 일반적인 높이로 바닥에서 손바닥 중심까지(Floor to Knuckle: FK), 손바닥 중심에서 어깨까지(Knuckle to Shoulder: KS)라고 제시한 연구(Kim, Lee & Hong, 2009)를 바탕으로 본 실험은 데드리프트(DL)와 업라이트로우(UR)로 두 가지 동작을 선정하였다. 무게 변인은 대상자 각각의 근력 수준이 다르기 때문에 1RM 측정을 통해 최대 근력 정도를 운동강도로써 평가하고 이를 토대로 중량물 무게를 선정하였다. 1RM 도출은 다음과 같은 간접 추정식에 의해 계산하였다(O'Connor, O'Connor, Simmons & O'Shea, 1989).

$$1RM = \text{rep_wt} (1 + 0.025 * \text{reps})$$

rep_wt: 7회를 들어올릴 수 있는 무게, reps: 반복횟수

본 연구는 개인 별 측정된 1RM의 40%, 60%, 80% 무게 변인을 적용하여 각 5회씩 반복 측정을 실시하였다. 각 동작의 동적 구간(Phase)에 대한 근활성도 평균값을 데이터로 활용하였다. 또한 정규화(Normalization) 방법으로 특정 동작의 근수축을 기준 수축(RVC: Reference Voluntary Contraction)으로 하여 정규화 작업을 진행하였다. 기준 수축(RVC)은 본 실험 동작인 데드리프트, 업라이트로우로 무게를 제거하고 수행하였으며, 각 동작의 기준 수축 5회의 평균 EMG 값을 1 unit으로 환산하였고, 이를 기준으로 운동강도 별 측정된 자료를 정규화하였다. 근전도 분석은 무선 근전도 측정 시스템 WaveEMG (Cometa System, Italy)의 프로그램을 활용하였고, 본 실험에서 사용되는 근전도 전극은 Ag/AgCl (Meditrace 200, USA)이며 부착 부위는 인체 전반에 걸쳐 각 관절 움직임에 작용이 되는 근육인 1. Rectus femoris (RF), 2. Biceps

femoris (BF), 3. Tibialis anterior (TA), 4. Gastrocnemius (GN), 5. Gluteus maximus (GM), 6. Erector spinae (ES), 7. Rectus abdominis (RA), 8. Pectoralis major (PM), 9. Uppor trapezius (UT), 10. Latissimus dorsi (LD), 11. Biceps brachii (BB), 12. Triceps brachii (TB), 13. Mid deltoid (MD), 14. Brachioradialis (BR), 15. Extensor carpi ulnaris (ECU), 16. Flexor carpi ulnaris (FCU)으로 총 16가지의 근육을 선정하여 연구대상자의 주 근육(Dominant)에 부착하였다(Figure 1). 근전도의 Sampling Frequency는 2,000 Hz로 실시하였고, 데이터의 노이즈 및 오류를 차단하고자 20~500 Band pass filter처리하여 데이터를 추출하였다.

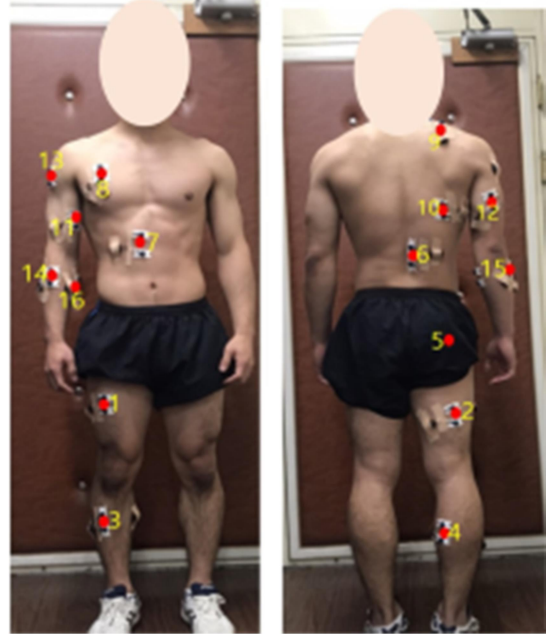


Figure 1. Electrode position on muscle for EMG measurement

3. 실험 절차

본 실험 전 데드리프트 및 업라이트로우 동작에 대한 1RM 측정을 실시하였으며, 대상자 각각의 1RM을 기준으로 설정한 세 가지 강도와 두 가지 동작 간의 근전도 측정은 2주간 주 1일로 총 2회에 걸쳐 실험을 진행하였다. 피험자와 사전에 협의한 시간대에 실험실에 방문하여 먼저 안정 시 심박수를 체크한 뒤 준비운동으로 스트레칭 5분, 트레드밀 10분을 가볍게 실시하였다. 이후 실험 동작을 설명 한 후 사전연습으로 약 3회를 실시하여 수행방법을 익히고 안정 시 심박수로 돌아올 때까지 휴식을 취하는 동안 근전도 전극을 부착한 후 본 실험을 실시했다. 표면 근전도 검사 시 실험에 영향을 주는 기술적인 오류(technical fault)를 최소화하기 위해 최대정적수축 상태에서 근육에 전극을 부착하고 전극 간 거리는 20 mm 이내로 하였고 피부저항으로 생기는 오차를 줄이기 위해 부착 전 피부의 이물질을 제거한 후 알콜솜으로 소독하였다(Kim, Lee & Youm, 2021). 또한, 실험 시 마다 동일 위치에 전극을 부착하기 위해 부착점을 사전에 마킹하여 진행하였다. 이후 정규화 작업을 위한 RVC(기준 수축)를 무게없이 본 실험 동작(DL, UR)을 측정하였다. Moon (2005)은 신발의 종류에 따라 근육의 활성

Table 1. The results of one-way repeated measures on Muscular activity according to the three intensity (40%, 60%, 80% of 1RM) in Deadlift

Muscle	40% (Mean ± SD)	60% (Mean ± SD)	80% (Mean ± SD)	F	p
RF	1.9±1.1 ^a	1.9±1 ^a	3±1.6 ^b	5.49	.032*
BF	2.6±1 ^a	3.8±1.9 ^a	4.9±2.5 ^b	10.876	.001**
TA	1.5±1.1 ^a	2.2±1.3 ^b	3.2±1.7 ^c	18.436	.000***
GN	3.3±3 ^a	4.9±3.9 ^b	8.1±7.2 ^b	7.951	.013*
GM	2.8±1.3 ^a	3.5±1.5 ^b	5.1±2.4 ^c	26.006	.000***
ES	2.7±0.8 ^a	3.3±1 ^a	3.9±1.2 ^b	10.592	.006**
RA	2.5±1.1 ^a	2.6±1.2 ^a	4±3.1 ^a	1.433	.294
PM	2.8±2.4 ^a	3.6±2.2 ^a	6.1±5.4 ^a	4.133	.059
UT	13.6±9.8 ^a	20.8±14.7 ^b	30.3±17.3 ^c	23.721	.000***
LD	3±1.1 ^a	4.4±1.6 ^b	5.9±2.2 ^c	20.329	.001**
BB	6.2±4.7 ^a	8.3±5.1 ^a	15.1±15.5 ^a	1.798	.227
TB	4.6±3 ^a	7.4±5 ^b	11.7±8.2 ^c	6.145	.024*
MD	5.9±4.4 ^a	8.4±6.1 ^b	12.1±8.7 ^b	4.816	.042*
BR	15.3±8.8 ^a	25.5±12.2 ^b	37.2±22.4 ^b	5.455	.032*
ECU	4.6±3 ^a	5.9±2.7 ^{ab}	7.4±3.5 ^b	8.550	.002**
FCU	26.3±21 ^a	42.3±32 ^b	55.6±40.8 ^c	10.332	.006**

Note. ^{a, b, c}: Classification of post hoc tests
* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

정도에 큰 영향을 미칠 수 있다는 주장에 따라 피험자는 모두 동일하게 운동화를 착용하였고 Kang, Seo, Lee & Jung (2012)은 관절가동범위에 따라 근활성도에 차이가 발생할 수 있다는 연구내용과 Peterson, Rassier & Herzog (2004)의 Force-Length relationship에 근거하여 본 실험에서는 피험자 간 동일조건 형성을 위해 DL 시 '각도측정자'를 이용하여 무릎관절각(=90°)과 엉덩관절각(=45°)의 시작 각도를 설정한 뒤 동작을 진행하였다. 데이터의 오차를 최소화하기 위해 메트로놈을 사용하여 피험자 마다 실험 동작 속도를 동일하게 맞추어 진행하였다.

4. 자료 처리

통계 처리는 통계 프로그램 SPSS 24.0을 이용하여 동작 별 세 가지 강도에 따른 근활성도 평균 EMG 값의 차이를 알아보기 위하여 일원 배치반복측정분산분석(One-way repeated ANOVA)을 실시하였고 사후 검증은 Duncan을 사용하였으며 통계적 유의 수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

RESULTS

1. 데드리프트 시 강도에 따른 근활성도 비교

데드리프트 시 3가지의 운동강도에 따라 근육 별로 나타나는 특성

Table 2. The results of one-way repeated measures on Muscular activity according to the three intensity(40%, 60%, 80% of 1RM) in Upright row

Muscle	40% (Mean ± SD)	60% (Mean ± SD)	80% (Mean ± SD)	F	p
RF	2.9±2.6 ^a	3.6±3.3 ^a	6.3±5.4 ^b	5.438	.014*
BF	6.5±8.2 ^a	8±10.8 ^a	8.6±12 ^a	1.573	.265
TA	2.2±1.3 ^a	5.2±4.2 ^a	8.2±9.5 ^a	3.612	.076
GN	2.9±2.4 ^a	3.8±2.9 ^a	5±3.8 ^a	2.068	.189
GM	3.7±2.4 ^a	5.6±4.5 ^{ab}	6.5±4.4 ^b	5.124	.037*
ES	4.5±2.9 ^a	5.8±3.9 ^b	7.2±7 ^{ab}	7.824	.013*
RA	1.7±0.7 ^a	2.1±1.1 ^a	2.1±0.7 ^a	2.139	.147
PM	1.7±1.2 ^a	1.9±1.5 ^{ab}	2±1.3 ^b	4.37	.028*
UT	2.1±1.2 ^a	2.3±1.4 ^a	2.7±1.5 ^a	2.438	.149
LD	2.4±1.1 ^a	2.9±1.5 ^b	3.7±2.1 ^c	5.73	.029*
BB	3.8±2.1 ^a	5±2.6 ^b	6.9±4 ^c	6.558	.021*
TB	4.8±4.4 ^a	5.9±5.1 ^b	9.7±9.6 ^{ab}	11.153	.005**
MD	3.2±2.3 ^a	4.2±3.5 ^b	7.4±11.3 ^{ab}	11.307	.005**
BR	10±4.6 ^a	14.7±8.1 ^b	20.6±13.5 ^c	5.733	.029*
ECU	6.4±5.9 ^{ab}	5.7±4.5 ^a	6.5±5.1 ^b	6.987	.018*
FCU	4.8±2.3 ^a	7.3±3.9 ^b	10.4±5.2 ^{ab}	4.623	.046*

Note. ^{a, b, c}: Classification of post hoc tests
* $p < .05$, ** $p < .01$

은 (Table 1)와 같다. 모든 근육에서 강도가 증가함에 따라 근활성도는 증가하였다. 세 가지 강도에서 모두 유의한 차이를 나타낸 근육은 TA, GM, UT, LD, TB, FCU이다. 40%, 60%는 동일집단이고 80%와 유의한 차이가 나타난 근육은 RF, BF, ES이며, 60%, 80%는 동일집단이고 40%와 유의한 차이가 나타난 근육은 MD, BR이다. ECU는 40%와 80%에서 차이가 있고 60%는 모두에서 동일한 집단으로 나타났다. 반면, RA, PM, BB에서는 강도가 증가할 때, 근활성도는 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없게 나타났다. 특히, 세 강도 모두에서 FCU의 근활성도가 가장 높게 나타났으며 통계적으로 가장 유의한 차이가 나타난 근육은 TA, GM, UT이다($p < .001$).

2. 업라이트로우 시 강도에 따른 근활성도 비교

업라이트로우 시 3가지의 운동강도에 따라 근육 별로 나타나는 특성은 (Table 2)와 같다. ECU를 제외한 모든 근육에서 강도가 증가함에 따라 근활성도는 증가하였다. 세 가지 강도에서 모두 유의한 차이를 나타낸 근육은 LD, BB, BR이다. 40%, 60%는 동일집단이고 80%와 차이가 나타난 근육은 RF이다. GM, PM은 40%와 80%에서 차이가 있고 60%는 모두에서 동일한 집단으로 나타났고 ES, TB, FCU는 40%와 60%에서 차이가 있고 80%는 모두에서 동일한 집단으로 나타났으며, ECU는 60%와 80%에서 차이가 있고 40%는 모두에서 동일한 집단으로 나타났다. 반면, BF, TA, GN, RA, UT에서는 강도가 증가할 때, 근활성도는

증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없게 나타났다. 특히, 세 강도 모두에서 BR의 근활성도가 가장 높게 나타났으며 통계적으로 가장 유의한 차이가 나타난 근육은 TB, MD이다($p < .01$).

DISCUSSION

본 연구는 Kim, Lee & Hong (2009)의 산업현장 인력물자 취급 작업이 바닥에서 손바닥 중심, 손바닥 중심에서 어깨 높이까지의 들기-내리기 동작이라고 제시한 선행연구에 따라 이와 가장 유사한 동작인 데드리프트와 업라이트로우를 실험 동작으로 선정하였으며 Hass, Feigenbaum & Franklin (2001)는 운동강도가 부하조절의 핵심 요인이며, 강도 별 근기능 향상에 각기 다른 영향을 미치게 된다는 주장과 Yoo, Kim & Yoo (2004)은 1RM의 60%를 중등도 운동으로 정하였으며, 이에 $\pm 20\%$ 인 40%와 80%의 강도로 실험을 진행한 연구와 같이 본 연구 또한, 데드리프트와 업라이트로우 1RM의 40%(저강도), 60%(중강도), 80%(고강도)의 세 가지 강도에서 EMG 신호의 활성도에 어떠한 차이가 있는지 주요 근육들을 대상으로 비교분석 하였다.

데드리프트를 통해 RA, PM, BB 근육을 제외한 모든 근육에서 강도가 증가함에 따라 활성도가 통계적으로 유의하게 증가함을 알 수 있다($p < .05$). 특히, 세 가지 강도 모두에서 유의한 차이가 발생한 근육은 TA, GM, UT, LD, TB, FCU이며, 이 근육은 강도와 활성도가 비례관계에 있다는 것을 의미하는데 이는 Thomasson & Comfort (2012)의 근피로도가 높을수록 근력 저하를 야기한다는 주장에 따라 무거운 하중물 운반 작업이 지속될 경우 해당 근육의 과수축, 피로도 증가로 인해 상대적으로 부상 발생 빈도가 높은 근육일 것으로 사료되며, Ji & Yoon (2020)의 연구에서 데드리프트 시 단축된 주동근은 운동효과를 감소시키며, 협력근의 과사용을 불러일으켜 상해의 원인으로 작용될 수 있다는 연구결과를 토대로 판단해 볼 때, 운동강도와 근활성도가 비례하게 증가하는 TA, GM, UT, LD, TB, FCU 근육들에게서 주의가 필요하다고 판단된다. 또한, Kim, Park & Oh (2008)의 연구에서 주동근의 피로도가 높아질수록 협력근의 근동원력이 높아지는 보상효과가 나타난다는 근거에 따라 강도에 관계없이 높은 비중을 차지하는 근육인 FCU, BR, UT에서 장시간 반복 작업 시 협력근이 받쳐주지 않으면 근피로가 빨리 유발될 수 있을 것으로 사료된다.

데드리프트 시 강도가 증가함에 따라 나타나는 근활성도의 특징을 40%, 80%로 비교할 때, 근활성도 역시 2배가 증가하는 근육은 TA, GN, PM, UT, LD, BB, TB, MD, BR, FCU로 나타났으며, 이는 강도 증가에 따라 근활성도 역시 비례하게 증가하는 근육으로 데드리프트 동작에 사용되는 주요 근육일 것으로 판단된다. 추가로 40-60% 변화율에서의 최대 근활성도는 상지의 원위(Distal) 근육인 BR으로 나타났으며, 40~80%에서는 상지의 근위(Proximal) 근육인 TB로 서로 다른 결과를 보였는데 이는 무게가 증가함에 따라 소근육보다 대근육에 비중을 둔 결과로 판단된다.

업라이트로우 결과를 통해 BF, TA, GN, RA, UT 근육을 제외한 모든 근육에서 강도가 증가함에 따라 활성도 역시 통계적으로 유의하게 증가함을 알 수 있다($p < .05$). 특히, 세 가지 강도 모두에서 유의한 차이가 발생한 근육은 LD, BB, BR이며, 이는 강도와 활성도가 비례관계에 있다는 것을 의미하기 때문에 강도 즉, 무거운 하중물의 운반 작업 시 영향을 많이 받을 수 있는 근육으로 판단된다. 또한, BR과 FCU는 강도

가 증가함에 따라 활성도 역시 증가함은 물론 가장 활성도가 높게 나타났다. Kim, Park, Nam & Lee (2019)의 연구에서 업라이트로우와의 활성 근육과 동작이 유사한 바벨로우 시 부하를 줄이기 위한 보조 도구인 스트랩을 사용하였음에도 쥐는 힘이 유의미하게 감소하지 않았다는 결과를 통해 본 연구에서 업라이트로우 시 쥐는 힘으로 작용하는 근육인 BR, FCU에서 근활성도가 높게 나타난 결과는 근육의 과사용이나 부상과도 깊은 관계가 있을 것으로 판단된다. 업라이트로우 시 강도가 증가함에 따라 나타나는 근활성도의 특징으로 2배의 무게 차이인 40%와 80%에서 근활성도 역시 2배가 증가하는 근육은 RF, TA, TB, MD, BR, FCU로 나타났으며, 이는 강도 증가에 따라 근활성도 역시 비례하게 증가하는 근육으로 업라이트로우 동작에 사용되는 주요 근육일 것으로 판단된다. 변화율이 가장 큰 근육은 TA로 나타났으며 상지에서 가장 활성도가 높게 나온 결과값과는 상이한 결과로 이는 무게가 증가함에 따라 발목관절의 더 큰 배측굴곡 작용(Dorsi flexion)을 야기한 결과로 사료된다. 또한, 업라이트로우와 데드리프트에서 강도 별 근활성도 경향성이 일부 다르게 나타난 이유는 수행 동작 자체가 다른 것을 비롯해 업라이트로우가 상대적으로 소근육 사용 빈도가 높은 동작이기 때문에 중량물을 들어 올릴 때 흔들림 발생, 무게 중심의 변화 등으로 인해 타 근육에 의존하여 동작이 수행되거나 일부 불필요한 근육의 움직임이 나타나 생긴 결과일 것으로 사료된다. 특히, 두 동작 모두에서 손목, 팔꿈치 굴곡 작용의 주동근인 FCU, BR가 상지의 원위 근육에서 가장 큰 활성도를 보였다. 이는 Seo, Lee, Jung, Lee & Yoon (1999)이 원위 근육의 근 사용이 허리에 부담을 주거나 편중된 근 사용으로 인해 상해 유발, 국소적인 근피로 가능성이 높게 나타날 수 있다는 주장에 따라 원위 근육의 근활성도를 줄이는 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 들고 내리기 동작 시 물체의 무게와 위치에 따라 작용하는 근육이 상이한 본 연구의 결과를 통해 작업자들의 취급 하중물 무게와 동작의 활동 범위를 고려하여 관련 주동근 및 협력근 강화 운동 프로그램 활용 및 적절한 위치의 보조용 수트 착용 등이 이루어진다면 근골격계질환 및 근피로 등 관련 부상을 최소화시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 RVC가 본 실험 동작에 비해 상대적으로 낮은 강도로 진행되어 본 연구의 데이터의 변동폭이 다소 크게 나타났다. 이에 따라 기준 수축인 RVC의 강도를 보다 높이는 것이 좋을 것으로 판단되며, Heo, Lee, Lee & Shin (2016)은 강도의 증가에 따른 피험자들의 숙련도에 따라 무게중심 변화, 불필요한 움직임 등 조절의 어려움이 발생하고 이는 근활성도에 미치는 영향이 크다고 주장한 내용에 따라 추후 연구에서는 보다 더 동작에 대한 이해와 충분히 숙지할 수 있도록 노력해야 할 것이다. 또한, Kim, Kim, Kang & Kim (2016)에 따라 대·소근육의 동시활성 비율과 크기가 근전도 신호에 영향을 미칠 수 있는 요인이라는 점을 토대로 보다 정밀도 높은 결과를 위해서는 비교적 근육상태가 동일한 대상자로 선정하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

CONCLUSION

운동강도에 따라 근활성도의 평균 근전도 값은 데드리프트에서는 RA, PM, BB를 제외한 모든 근육에서 유의한 차이가 나타났으며, 업라이트로우는 BF, TA, GN, RA, UT를 제외한 모든 근육에서 유의한 차이가

있었다. 각 동작 별 세 가지 강도에 따라, 데드리프트에서는 TA, GM, UT, 업라이트로우에서는 TB, MD 근육이 통계적으로 가장 유의한 차이를 나타냈다(DL: $p < .001$, UR: $p < .01$). 유의한 차이가 없는 근육들은 들고 내리기 동작에 대해 상대적으로 활성도가 낮은 근육으로 사료된다.

본 연구의 결과를 통해 중량물 들고 내리기 시 동작과 강도에 따라 근활성도, 주동근 및 부상 위험 근육 등을 판단하는 지표로 활용될 수 있고 추가로 근력 보조용 슈트 제작, 맞춤형 운동 프로그램 개발, 데이터 비교분석 등 타 연구에 기초자료로써 활용도가 높을 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This study has been supported by the Technology Innovation Program (20006732, Development of Soft Exosuit product design to assist muscle strength more than 15%) funded By the Ministry of Trade, Industry & Energy (MOTIE, Korea).

REFERENCES

- Bird, S. & Barrington-Higgs, B. (2010). Exploring the deadlift. *Strength & Conditioning Journal*, 32(2), 46-51.
- Choi, H. J. (2018). Study on precarious labor of older workers by comparison with younger workers. *Korean Journal of Gerontological Social Welfare*, 73(2), 249-272.
- Edington, C., Greening, C., Kmet, N., Philipenko, N., Purves, L., Stevens, J., Lanovaz, J. & Butcher, S. (2018). The effect of set up position on EMG amplitude, lumbar spine kinetics, and total force output during maximal isometric conventional-stance deadlifts. *Sports*, 6(3), 90.
- Han, S. J. & Kim, S. U. (2012). Comparison of Peak EMG Amplitude on Low Back Muscles according to Asymmetric Load Center of Gravity and Trunk Lateral Bending while Lifting. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 13(10), 4629-4635.
- Hass, C. J., Feigenbaum, M. S. & Franklin, B. A. (2001). Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Medicine*, 31(14), 953-964.
- Heo, J. Y., Lee, S. N., Lee, T. H. & Shin, C. H. (2016). A Comparison of Onset Time and Muscle Activation of Hip Extensors During Deadlift, Squat and Kettlebell Swing Exercises. *The Korean Journal of Growth and Development*, 24(1), 15-21.
- Jeon, I. H. & Kyung, H. S. (2002). Shoulder joint injury to weight lifter. *Journal of the Korean Shoulder and Elbow Society*, 5(2), 73-80.
- Jeong, M. G., Choi, K. I., Song, Y. W., Lee, I. S., Lee, M. S. & Lim, J. H. (1997). Biomechanical and Postural Analysis of Machine Repair Tasks with Relatively High Complaints of Low Back Pain. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 16(3), 49-60.
- Ji, Y. S. & Yoon, S. H. (2020). The Effect of Hip Flexor Flexibility on Performing the Conventional Deadlift. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 30(3), 275-283.
- Kang, H. K., Seo, H. D., Lee, K. W. & Jung, Y. C. (2012). The Effects of elliptical training, treadmill walking and overground walking on Muscle Activation of Lower Extremity. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 51(1), 253-266.
- Kim, D. D., Lee, M. G. & Youm, C. H. (2021). Effects of Consecutive whole Body Vibration Exercise using Heel Raise Posture on Neuro-muscular Response during Single-leg Stance. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 31(2), 104-112.
- Kim, G. S., Lee, H. G. & Hong, C. W. (2009). A Study on muscle fatigue according to Working Weight and Frequency when Handling heavy objects. *Journal of the Ergonomics Society of Korea - Academic Conference*, 136-140.
- Kim, H. G. (2007). Comparison of Muscle Strength for One-hand and Two-hands Lifting Activity. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(2), 35-44.
- Kim, H. H., Park, H. J., Park, K. H., Kim, W., Yoo, C. Y., Kim, J. H. & Park, J. S. (2009). An Analysis of Characteristics of Musculoskeletal Disorders Risk Factors. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28(3), 17-25.
- Kim, H. K., Kim, C. Y., Kang, J. H. & Kim, H. D. (2016). Influence of the Supplementary Ki-hap Technique and Verbal Encouragement on Abdominal Muscle Activation during Crunch Exercise in Healthy Subjects: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 11(2), 53-62.
- Kim, K. H., Park, W. Y. & Oh, Y. S. (2008). The effect of exercise Load method on agonist muscle activity, muscle fatigue, capacity of bench press. *Official Journal of the Korea Exercise Science Academy*, 17(1), 85-94.
- Kim, S. H. (2008). An Ergonomic Intervention of Paper-making Process for Preventing Musculoskeletal Disorders. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 27(1), 9-19.
- Kim, Y. H., Park, S. C., Nam, K. J. & Lee, C. H. (2019). The effect of using assist device on the Latissimus dorsi and antebrachial muscles in the back muscle training. *Korean Journal of Sports Science*, 28(5), 977-985.
- Lee, H. Y. & Shin, Y. S. (2018). Factors Affecting Disabled Workers Relative Poverty by Major Type of Occupation: with focus on administrative workers, service-sales workers, production workers, and simple labor workers. *GRI Review*, 20(1), 109-147.
- Moon, G. S. (2005). The kinematic analysis of the ankle joint and EMG analysis of the lower limbs muscle for the different walking speed. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(1), 177-195.
- O'Connor, R., O'Connor, B., Simmons, J. & O'Shea, P. (1989). *Weight training today*. Thomson Learning.
- Park, E. S. & Kim, J. B. (2017). The Effect of Older Worker's Household and Job Characteristics on Job Satisfaction: Focused on Mediating Effects of Social Capital. *Quarterly Journal of Labor Policy*, 17(2), 1-32.
- Park, K. H. & Jeong, B. Y. (2009). Characteristics and Causes of Muscu-

- loskeletal Disorders for Employees Aged 50 Years or Older. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28(4), 139-145.
- Peterson, D. R., Rassier, D. E. & Herzog, W. (2004). Force enhancement in single skeletal muscle fibres on the ascending limb of the force-length relationship. *Journal of Experimental Biology*, 207(16), 2787-2791.
- Seo, K. W., Lee, H. S., Jung, M. R., Lee, C. M. & Yoon, Y. J. (1999). The Analysis of EMG Pattern on the Arm muscles in Load Step. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 9(1), 47-58.
- Thomasson, M. L. & Comfort, P. (2012). Occurrence of fatigue during sets of static squat jumps performed at a variety of loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 677-683.
- Yoo, J. H., Kim, E. K. & Yoo, K. W. (2004). The Responses of leptin on Resistance Exercise of Various Intensities. *Official Journal of the Korea Exercise Science Academy*, 12(2), 223-232.