

2인 들기 작업시 신장 및 근력 차이에 따른 작업 능력 평가

이 관 석, 이 준 한, 고 휘 정

홍익대학교 산업공학과

Abstract

본 연구에서는 들기 작업 중 특히 2인이 행하는 들기 과업시 신장과 근력의 차이가 작업 능력에 어떠한 영향을 미치는가를 실험을 통해 심리육체적 (Psychophysical approach)/생리학적(Physiological approach)으로 분석하였다.

실험은 건설 현장 작업의 Form 들기 작업을 시뮬레이션하였다. 남자 대학생 14명을 대상으로 2인 작업팀을 신장/근력 차이가 있는 팀과 비슷한 신장/근력 팀으로 설정된 기준에 따라 나누었고 20분간 심리육체적인 실험을 통해 이 두 그룹간의 최대 허용 하중 (Maximum Acceptable Weight of Load, MAWL) 과 생리적인 부하(Load)의 차이를 측정하였다. 생리적 부하는 K4를 신장과 관계없이 근력이 약한 피실험자에게 착용케하여 심박수와 에너지 소비량을 산출하여 두 그룹을 비교하였다.

실험 결과 최대 허용 하중의 경우 다른 신장/근력 팀과 다른 신장/근력 팀에 분당 2회의 빈도의 경우 각각 16.2kg, 14.0kg, 분당 4회의 경우 각각 12.6kg, 10.6kg으로 비슷한 신장/근력 팀의 경우가 다른 신장/근력 팀의 경우보다 높은 최대 허용 하중을 보였고, 에너지 소비량은 다른 신장/근력 팀과 비슷한 신장/근력 팀에 대해 분당 2회의 경우 각각 6.01 kcal/분, 5.82 kcal/분, 분당 4회의 경우 각각 7.81 kcal/분, 7.43 kcal/분, 심박수는 분당 2회의 경우 98.62(회/분), 94.60(회/분), 분당 4회의 경우 122.00(회/분), 117.43(회/분), 으로 다른 신장/근력 팀의 경우가 비슷한 신장/근력 팀의 경우보다 높은 에너지 소비량과 심박수를 보였다.

I. 서 론

급격한 경제 성장과 과학 기술의 발전에 따라 산업 전반에 걸친 전산화와 자동화 등의 발전적 국면은 생산성 향상을 이룩하였고 이에 따라 인력에 의한 작업의 비율이 점차 감소하는 실정이다. 그러나 아직도 대부분의 사업장의 작업 중에는 인력 운반 작업 (Manual Material Handling : MMH)이 많은 비율을 차지하며(이관석외2인,1995), MMH 작업시 작업자가 다루어야 하는 하중이 작업자의 능력을 넘을 때 요통이 발생한다.

이러한 요통을 비롯한 MMH 작업 관련 근골격계 질환의 예방을 위해서는 작업자의 특성 및 물체의 특성, 작업의 특성 등의 많은 요인을 고려해야 한다.(Ayoub M.M, 1989) 이러한 요통에 관한 연구는 대부분 1인 작업에 대하여 고려하고 있고, 2인 작업에 관한 연구는 드물다. 그러나 실제 작업 현장에서는 2인으로 행해지는 작업이 많다.

2인 이상이 공동으로 행하는 MMH작업의 경우는 신장의 차이, 근력의 차이 등의 여러 요소가 작업 능력에 영향을 미치리라 기대되어진다.

특히 2인 작업시 신장의 차이에 따른 역학적인 자세의 부조화는 작업자의 작업 능력에

영향을 미치리라 기대되어지며, 근력의 차이는 생리적인 측면에서 근력이 약한 작업자에게 무리한 작업 부하를 주어질 것이라 기대되어진다.(Jiang B.C 1984) 또한 들기 빈도의 차이는 1인 작업과 마찬가지로 2인 작업에서도 작업자의 작업 능력에 영향을 미치리라 기대된다.(Karowowski, 1984)

본 연구에서는 들기 작업 중 특히 2인이 행하는 들기 과업시 신장과 근력의 차이가 작업 능력에 어떠한 영향을 미치는가를 실험을 통해 심리육체적 (Psychophysical approach)/생리학적(Physiological approach)으로 분석하였다.

II. 연구 방법

2.1 실험 방법

본 연구에서는 심리육체적인 방법을 활용한 실험을 실시하여(이관석 외1명, 1995) 2인 작업시 신장/근력 차이에 의한 최대 허용 하중(Maximum Acceptable Weight of Load, MAWL)과 생리적인 부하의 차이를 측정하였다.

특히 생리적인 부하를 측정하기 위해 K4 장비를 사용하였는데 K4장비는 실제 상황에서 Ventilation, 산소소비량, 이산화탄소 배출량과 심장 박동수값을 측정하는데 용이한 장비이며 본 실험에서는 심장 박동수와 계산에 의해 산출된 에너지 소비량으로 생리적인 피로도를 추정하였다.

14명의 홍익대학교 남학생이 실험에 참가하였고 실험에 앞서 MMH의 심리육체적/생리학적인 접근법과 실험장비 K4에 관한 교육과 훈련을 받았다.

실험은 건설업 현장에서 수행되고 있는 Form 들기 작업을 시뮬레이션하였으며 2인씩 팀을 이루어 팀원이 비슷한 신장/근력일 경우와 다른 신장/근력일 경우를 나누어 분당 2회와 4회의 빈도로 각각 20분씩 수행하였다.

다른 신장/근력 팀의 구성은 신장의 차이 5cm이상의 근력의 차이가 있는 피실험자들의 조합으로 구성하였다. 근력의 차이를 구분하기 위해서 주관적 평가법을 활용하여 본 실험 과업에 영향을 미치는 근력의 가중치를 정하였다. 그 결과 설정된 가중치는 몸통 근력(5), 다리근력(3), 팔근력(2) 순으로 나타났다. 이러한 가중치를 고려하여 팔근력은 20kg 이상, 몸통근력은 40kg 이상과 다리 근력은 30kg 이상의 차이를 기준으로 하여 다른 신장/근력의 팀으로 구분하였다. 또한 K4의 착용은 2인 중 신장과 관계없이 가중치를 고려하여 근력이 약한 피실험자 1인에게 착용시켰다.

비슷한 신장/근력 그룹의 근력 평균 데이터는 팔근력 70.13 kg, 몸통근력은 127.75kg, 다리근력은 162.63kg이며 다른 신장/근력 그룹의 근력의 평균 데이터는 팔근력 69.75kg, 몸통근력 121.86kg, 다리근력 180.75kg이다. 다른 신장/근력의 팀과 비슷한 신장/근력의 팀간의 평균 근력은 팔, 몸통 근력은 비슷한 신장/근력 팀의 근력이 다소 높게 나타나있고 다리 근력은 다른 신장/근력 팀이 다소 높게 나타나있으나, T-test 결과(유의수준 0.1) 비슷한 신장/근력 팀과 다른 신장/근력 팀, 두 집단간의 근력 차이가 없다고 나타났다. 이에 따라 두 집단의 근력의 차이는 무시하였다.

작업물의 제원으로 Form은 크기 1.2m × 0.6m, 드는 위치는 asymmetry(90°), 높이는 Knee - Shoulder로 행하여 젖고 20분간(2회/분, 4회/분)의 실험도중 Form의 수량의 조절을 통해 최대 허용 하중을 결정하게 하였다.

특히 Form에 추를 부착하여 무게의 차이를 주었는데 사전에 피실험자들이 그 무게를

예측할 수 없게 하기 위해 각 Form들의 무게를 틀리게 하였다.

2.2 실험 결과 및 분석

20분 동안의 작업 조건하에서의 최대 허용 하중과 에너지 소비량 및 심박수는 각각 다음 표1>과 표2>와 같다.

표1>과 표2>에서 보여 지듯이 비슷한 신장/근력 팀의 경우에서 결정된 최대 허용 하중이 다른 신장/근력 팀의 경우에서 결정된 최대 허용 하중 보다 높은 수치를 보이고 있으며 에너지 소비량 및 심박수는 다른 신장/근력 팀의 경우가 비슷한 신장/근력 팀의 경우보다 많은 에너지 소비량 및 심박수를 보이고 있다.

또한 4회/분의 빈도로 수행 할 시 2회/분의 빈도로 수행 할 시보다 무게를 낮게 조절하여 작업을 수행하였음에도 불구하고 심박수나 에너지 소비량이 높게 나타난 것은 피실험자의 빈도에 의한 작업 부담(Work Load)이 무게에 의해 느끼는 작업 부담보다 크게 작용하고 있음을 보이고 있다.

표1> 최대 허용 하중

구분		평균	표준 편차
비슷한 신장/근력	2회/분(kg)	16.2	3.42
	4회/분(kg)	12.6	2.79
다른 신장/근력	2회/분(kg)	14.0	2.64
	4회/분(kg)	10.6	1.34

표2> 에너지 소비량과 심박수

가. 에너지소비량

나. 심박수

구분		평균	표준 편차
다른 신장/근력	2회/분 (kcal/분)	6.01	1.07
	4회/분 (kcal/분)	7.81	1.48
비슷한 신장/근력	2회/분 (kcal/분)	5.82	1.28
	4회/분 (kcal/분)	7.43	1.29

구분		평균	표준 편차
다른 신장/근력	2회/분 (회/분)	98.62	7.57
	4회/분 (회/분)	117.43	25.01
비슷한 신장/근력	2회/분 (회/분)	94.60	14.78
	4회/분 (회/분)	122.00	9.25

결과에서 보여진 비슷한 신장/근력 팀과 다른 신장/근력 팀간의 최대 허용 하중의 차이는 신장 차이에 의한 역학적 측면에서의 자세의 부조화에 따른 다른 신장/근력 팀의 각 피실험자들의 주관적 불편도에 기인한다고 분석되어질 수 있으나, 근력 차이가 최대 허용 하중 결정에 있어 얼마만큼의 영향을 미치는지 분석할 수 없었다.

그러나 에너지 소비량과 심박수에서 보여지듯이 k4를 착용한 근력이 약한 피실험자들은 근력이 강한 같은 팀의 피실험자에 의해 비슷한 근력의 피실험자와 팀을 이루었을 때 보다 높은 수치가 나타났으며, 이는 근력의 차이가 생리적인 측면에서 영향을 미치고 있음을 보이고 있다.

III. 참고문헌

- [1] 이관석, 박희석, 서치원, 한국 작업자의 요통 예방을 위한 작업 하중 설계지침, 대한 인간공학회 춘계 학술대회 논문집, 1995
- [2] 이관석, 박희석, 직접추정법의 대칭적인 들기 작업의 최대허용하중 결정에의 적용에 관한 연구, 대한인간공학회지, Vol. No.1 June, 1995.
- [3] Mark S. Sanders and Ernest J. McCormick, Human Factors In Engineering and Design 7th Edition, McGRAW-HILL, pp 208-247, Inc. 1993.
- [4] Ayoub M.M. and Mital A., Manual Materials Handling, Taylor & Francis, 1989.
- [5] Jiang, B.C., Psychophysical capacity modeling of individual and combined manual materials handling activities, Unpublished doctoral dissertation, Texas Tech University, Lubbock, TX, 1984
- [6] Karowowski, W. and Ayoub, M.M., "Effect of frequency on the maximum acceptable weight of lift", In A. Mital (Ed.), Trends in Ergonomics/human Factors I, North-Holland Amsterdam, 1984