

인력운반용 대차의 인간공학적 평가

김해진*·김동하*·고병인*·장통일*·류길섭*·김호영*·임현교**

* 충북대학교 대학원 · ** 충북대학교 안전공학과**

I. 서론

자재나 반제품의 이동시에 자주 사용되는 대차는, 동력이 필요없으면서도 협소하고 복잡한 통로를 신속하고 손쉽게 왕래할 수 있다는 장점 때문에 작업현장에서 빈번히 행해지고 있지만, 여러 공급업체에서 납품된 형태 그대로 이용되고 있어 그 규격이나 형태도 제 각각이다.

작업자들의 신체조건이 고려되지 않은 대차는 작업자들로 하여금 무리한 작업자세나 동작을 유발시키거나, 심한 경우 요통채해를 발생시킬 수도 있다. 또한 시야가 확보되지 못할 정도로 큰 대차와 부적합한 통로로 인하여 충돌사고의 위험성도 있다.

이에 본 연구는 운반대상물의 중량과 부피, 그리고 생체역학적 특성에 근거한 대차의 인간공학적인 설계기준을 개발함으로써, 인력물자운반으로 인한 위험요인과 생산성 저해요인을 제거하는 데 기여하고자 수행되었다.

II. 연구배경이론

밀기/당기기는 물자운반작업의 많은 부분을 차지한다.

Ayoub 등^[1]은, 밀기/당기기의 힘이 발의 위치와 힘을 발휘하는 손잡이 높이에 의해서 영향을 받으며, 손잡이의 높이가 높고 발의 위치가 멀 때 미는 힘을 크게 발휘할 수 있고, 발의 위치가 가깝고 손잡이의 높이가 낮을 때 당기는 힘을 크게 발휘할 수 있다고 발표하였다.

한편, Kroemer^[2]는 인간이 최대의 힘을 발휘할 때 이용할 수 있는 신체 지지물의 영향에 대해 연구하였는데, 미는 힘과 당기는 힘은 마찰력이 강할수록 증가하며 신체적으로 긴장한 피실험자라 하더라도 신체를 지지할 수가 없으면 강한 힘을 발휘할 수 없다고 하였다.

Snook 와 Ciriello 등은 이동거리가 증가함에 따라 밀기/당기기의 능력이 감소하며, 주변온도가 증가함에 따라 미는 능력은 감소하고 심박수는 증가한다고 하였다^[3].

III. 실험방법

대차의 손잡이 높이를 생리학적인 방법에 의해 직접적으로 평가하기 위하여 근력발휘 실험을 실시하였다. 실험에는 신체 건강한 20 대의 남성 3 명이 참가하였으며, 전극은 밀기/당기기에 주로 활동하는 근육 중 요통과 관계가 있는 척추기립근 (erector spinae) 과 복직근 (rectus abdominis) 에 부착하였다 [4, 5].

실험순서는, 각각의 손잡이 높이에서 약 10 초쯤 밀거나 당기기를 실시하였고, 이 때 손잡이의 높이는 각각 140 cm, 100 cm, 60 cm 이었다. 또한 밀기와 당기기의 실험 후에는 주관적 평가를 5 점 척도로 측정하여 객관적인 *NEMG* 값과 비교하였다.

분석은, 각각 척추기립근과 복직근에 대한 근전도의 RMS (root mean square) 값을 정규화시켜 *EMG* (normalized *EMG* ; *NEMG*) 값을 비교하였다. 또 이 값을 이용하여, 각 작업 조건별로 4 개의 관측대상 근육 중 활동한 근육의 *NEMG* 값을 모두 더한 각 시간에서의 *total NEMG* 값을 구하였다.

IV. 실험 결과

4.1 밀기

먼저 *total NEMG* 값의 결과를 보면 그림 1 과 같이, 발휘근력에 의한 *total NEMG* 값의 변화는 크지 않았고, 손잡이 높이 100 cm 에서 가장 낮은 *total NEMG* 값이 관측되었다.

주관적 평가에 대한 분석결과는 그림 2 와 같이 근전도의 결과와는 조금 다른 결과를 보였다. 밀기에서 발휘근력의 크기에 따른 차이를 살펴보면, 발휘근력 10 kgf 의 경우 손잡이 높이 140 cm 에서 가장 낮은 난이도를 나타내었고, 발휘근력 20 kgf 에서는 손잡이 높이 100 cm 에서 가장 낮은 난이도가 관측되었다.

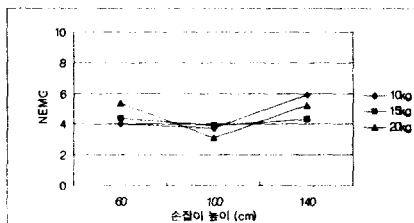


그림 1 손잡이 높이와 *NEMG* 값의 변화 (밀기)

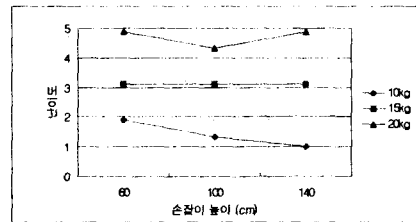


그림 2 손잡이 높이와 주관적 평가 (밀기)

4.2 당기기

total NEMG 의 결과는 그림 3 과 같았다. 당기기도 밀기와 같이 손잡이 높이 100 cm 에서 가장 낮은 *total NEMG* 값이 관측되었으며, 특히 손잡이 높이 140 cm 에서는 발휘근력에 따른 각 *total NEMG* 값들의 변동이 크게 관측되었다.

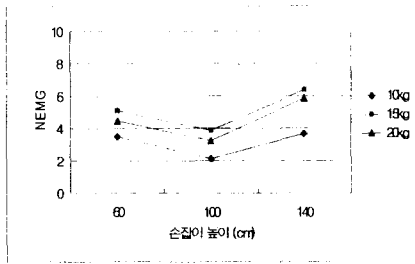


그림 3 손잡이 높이와 NEMG 값의 변화 (당기기)

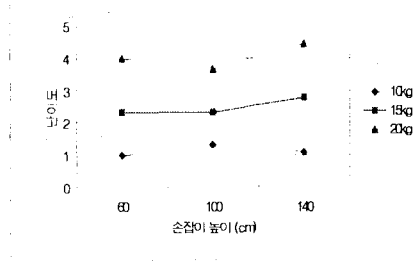


그림 4 손잡이 높이와 주관적 평가 (당기기)

주관적 평가에 대한 분석결과는 그림 4 와 같이 발휘근력이 10 kgf 일 때에 손잡이 높이 60 cm 에서 가장 낮은 값을 나타냈고, 나머지 발휘근력의 값에서는 손잡이 높이 100 cm 에서 낮은 값을 나타냈다.

V. 결론

이상의 실험결과에 따르면, 손잡이 높이 100 cm 수준에서 NEMG 값과, 주관적 평가에서 가장 우수하게 나타나므로 대차의 손잡이 높이를 대략 이 부근으로 결정하여도 큰 무리는 없을 것으로 판단되었다. 그러나 신체크기에는 차이가 있으므로, 실제적으로는, 손잡이를 세로 막대의 형태로 만드는 것이 효과적이다.

또한, 대차의 높이는 원칙적으로 작업자의 시야를 가리지 않는 높이가 바람직하고 판단되고, 불가피하게 대차의 높이가 시야를 가린다면, 적어도 적재물 사이로 건너편의 사물이나 기둥의 존재유무를 확인할 수 있도록 밀폐형인 부품의 일정 부위를 투명한 아크릴이나 비닐로 대체하여, 시야를 확보하여야한다. 그리고, 어떠한 방법으로든 시야를 확보할 방법이 없을 경우에는, 당기는 방법을 강구하는 것도 해결책이 될 수 있다.

한편, 조사된 바에 의하면, 대차 운반 중량은 바퀴의 수에 관계없이 1 회에 약 230 kg 이상을 적재해서는 안 되며, 1 일 취급빈도는 200 회 이하로 제한하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

그러나 이상은 매우 표준적인 상태에서의 연구결과이므로, 실제 현장에

적용하기 위해서는 밀기/당기기의 좀더 다양한 조건에서의 실험을 계속하여야 한다고 판단되었다.

참고문헌

- [1] Ayoub,M.M. and McDaniel,J.W., "Effects of operator stance on pushing and pulling tasks", *Transactions of the American Institute of Industrial Engineers*, Vol.6, pp.185-195, 1974.
- [2] Martin,J.B. and Chaffin,D.B., "Biomechanical computerized simulation of human strength in sagittal plane activities", *Transactions of the American Institute of Industrial Engineers*, Vol.4, pp.19-28, 1972.
- [3] Snook,S.H. and Ciriello,V.M., "The effect of heat stress on manual handling tasks. work capacity", *American Industrial Hygiene Association Journal*, Vol.35, pp.681-685, 1974.
- [4] Yates,J.W., and Karwowski,W., "An electromyographic analysis of seated and standing lifting tasks", *Ergonomics*, Vol.35, pp.49-54, 1992.
- [5] 盧旻熹, 李東明, 李漢基, 鄭榮泰 編著, 人體解剖學, 高文社, 1991.