

이동대차의 밀기, 당기기 작업시 인간공학적 평가

Ergonomic Evaluation for 4-Wheeled Hand Carts with the Pushing & Pulling Tasks

Buhyun Kwon¹, Hyunwook Kim²

¹Gyeongin Regional Office, Korea Occupational Safety & Health Agency, Incheon, 404-803

²Graduate School of Occupational Health, Catholic University, Seoul, 137-701

ABSTRACT

Objective: The aims of this study were to ergonomically evaluate 4-wheeled hand carts and to provide the practical guidance associated with manual pushing and pulling of the carts to prevent work-related musculoskeletal disorders. **Method:** Total of 182 models of hand carts from 21 manufacturers were investigated and data were compared with previous studies and the Korea Human Dimensions Data (Size Korea). Eight(8) workplaces were visited to investigate psychophysical workloads, while objective workloads were measured in two(2) workplaces by means of a push-pull force gauge. The results were as follows. **Results:** (1) The elbow height(cm) of Korean population (20-69 years) suitable for pushing and pulling of carts with effective use of force was 103.7 ± 4.4 (cm) for men, and 95.8 ± 4.1 (cm) for women according to the Size Korea DB. The height(cm) of the handle bar was 92.3 ± 7.2 (cm). Therefore, considering the male worker's elbow height, the height of the handle bar on the carts was designed too low for manual pushing and pulling of carts. (2) Carts with adjustable table heights were used to keep neutral work postures and to minimize back strains. It was found, however, that the weights of the cart itself(self-weight) and the load weights were heavier for the carts with adjustable table heights. Therefore, workers exert more force for pushing and pulling of these carts. (3) Initial force on pushing was measured using a push-pull digital force gauge and it was found that the required force was different by the total weight of carts and the angle of slope of the work floor. The initial force on pushing required on the slope exceeded the relevant criteria. In addition, the results of psychophysical survey on 15 workers showed that 7(46.7%) responded the pushing and pulling exerted as "hard(RPE 15)" from the Borg's RPE scale. **Conclusion:** Considering the facts that the location of the handle bar and the weight of the carts were not ergonomically designed, it is desirable that the cart manufactures should design the handle height be adjustable at the design stage and should decrease the self- and load weights of the carts. And in case of selecting carts, to prevent musculoskeletal disorders, such factors as worker characteristics, handle height, weight of the cart, floor status, and load weights should be considered.

Key Words : Manual Material Handling(MMH), 4-wheeled hand carts. Musculoskeletal disorders, Pushing- Pulling task

1. Introduction

우리나라 최초의 근골격계질환과 관련된 업무상질병은 1986년 모방송국 타이피스트에 의한 질병을 시작으로 1996년 전화교환원 근로자들의 VDTs(video display terminals) 증후군이 집단적으로 발병하기 시작하였으며, 2009년도에는 6,234명의 근골격계질환자가 발생하였다(고용노동부, 2009). 2007년도에 발생한 근골격계질환자 6,570명에 대한 질환원인을 반복작업, 인력물자취급작업(manual material hand

ling, 이하 MMH), 과도한 힘, 부자연스런 작업자세, 기타요인으로 구분하여 분석한 결과에 의하면, MMH에 의한 근골격계질환자는 3,834명으로 전체 질환자의 58.3%를 차지하였다. MMH의 주요 형태는 중량물을 다루는 과정에서의 중량물의 들기와 내리기, 밀기와 당기기(push/pull), 운반작업 등을 들 수 있으며, 2007년도 MMH에 의한 근골격계질환자에 대한 취급형태별 분류에 의하면 밀기, 당기기 작업에 의한 발생현황은 216건(6.0%)을 차지하고 있으며, 이중 복합적인 원인에 의한 발생현황을 제외한 밀기, 당기기 작업에 의한 근골격계질환 점유율은 6.5%로 나타났다(김현호 등, 2009). 2006년~2008년 산재

보상보험에서 승인된 사고성 및 비사고성 요통근로자에 대한 요통유발 작업유형별 비율(N=16,183명)에서는 사고성요통(12,782명)의 4.7%, 비사고성요통(3,401명)의 3.2%는 밀기, 당기기 작업과 관련이 있었다(한국산업안전보건공단, 2009). 외국의 경우에는 영국에서는 MMH로 인한 재해자 현황 중 11%는 밀기, 당기기 작업으로 인한 것이며(HSE), 미국은 MMH 25,292건을 대상으로 분석한 결과 14.8%를 차지하는 것으로 연구결과가 있다(Ciriello et al, 1999; Ciriello and Snook, 1999). 미국 국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH, 1981)의 연구에 의하면 모든 중량물취급관련 재해의 약 20% 이상이 밀기와 당기기(push/pull) 작업에서 발생하는 것으로 나타났다. 선행연구에서도 밀기, 당기기 작업은 요통 발생위험과 연관성이 있는 것으로 드러났으며(Damkot et al, 1984; Harber et al, 1984; Hoozemans, 2001; Plouvier, 2008), 어깨높이에서의 밀기 작업수행시 갑작스런 멈춤은 요통위험과 연관성이 있는 것으로 나타났다(Plouvier, 2011). 이에 우리나라 작업현장에서 MMH시 활용하는 4바퀴를 가진 이동대차에 의한 밀기, 당기기 작업을 조사 분석하기 위한 연구를 설계하였으며, 세부적인 목적은; 첫째 작업장 내에서 밀기, 당기기 작업시 사용하고 있는 이동대차의 손잡이 위치, 두께, 형태, 바퀴 및 관련 작업장 현황에 대한 데이터베이스를 구축하고, 둘째 선행 밀기, 당기기 작업수행관련에 보고된 최대근력(힘)을 발휘할 수 있는 최적조건 및 한국인 신체치수와 비교하여 작업현장에서 사용되는 이동대차가 근골격계질환예방을 위하여 인간공학적으로 적합한지에 대한 자료를 비교, 분석하고, 셋째 밀기, 당기기 작업관련 이동대차에 대한 인간공학적인 가이드라인을 제시하여 제작단계에서 이동대차를 설계하거나 이동대차를 구입할 경우에 적합한 이동대차를 선택하는데 있어서 기초자료를 제시하여 궁극적으로 근골격계질환예방에 기여하고자 한다.

2. Method

연구대상은 2010년 6월부터 2010년 10월까지 인천, 부천 소재 사업장 및 제작업체 홈페이지, 공구상가, 할인마트 등을 대상으로 21개소 제작업체의 182개 모델에 관하여 인력으로 밀기, 당기기를 수행하는 4바퀴를 가진 이동대차에 대한 실태조사를 실시하였다. 그리고 밀기, 당기기 작업을 수행하는 8개 사업장 종사자 15명(남자 13명, 여자 2명)에 대한 작업부하를 파악하였다.

조사방법은 (1) 인구학적 특성(인체치수) 조사는 우리나라 인구학적 특성과파악을 위하여 지식경제부 기술표준원 홈페이지(Size Korea)의 제5차 한국인 인체치수조사(2004) 자료를 활용하여 키, 팔꿈치 높이,

어깨높이, 주먹높이를 조사하였다. (2)이동대차에 대한 특성조사는 국내 시중에서 유통되고 있는 Fig1과 같은 형태와 유사한 4바퀴를 가진 이동대차 데이터베이스를 구축하기 위하여 한국산업안전보건공단 홈페이지의 클린사업에서 안내하고 있는 양산업체의 인터넷 홈페이지 및 인터넷에서 이동대차 제작업체를 조회하여 파악하였다. 조사한 이동대차 제작업체는 21개소, 모델 품목 수는 182개였다.



Figure 1. (a) : Height unadjustable cart, (b) : Height adjustable cart

(3) 밀기, 당기기 작업자 및 작업부하 조사는 국내에서 시판되고 있는 이동대차에 관한 데이터베이스 구축과 병행하여 이동대차를 직접 사용하고 있는 작업현장에서 느끼는 작업부하를 파악하기 위하여 인천 및 부천에 소재한 이동대차를 사용하는 사업장 8개소를 방문하여, 이동대차를 사용하고 있는 작업자 15명에 대한 실태조사를 병행하였으며, 작업자의 주관적인 작업부하는 정신물리학적 모델로 사용되고 있는 Borg의 RPE(ratings of perceived exertion)를 활용하여 측정하였다. 밀기, 당기기 작업시 작업자가 필요로 하는 객관적인 힘을 파악하기 위하여 인천시에 소재한 사업장 2개소를 방문하여 Push-Pull Digital Force gauge(DIFS-200, CHATILLON,U.S.A.) 및 각도 레벨(수평)기(ACUANGLE,Taiwan)를 활용하여 측정하였으며, 연구 체계도는 Fig 2와 같다.

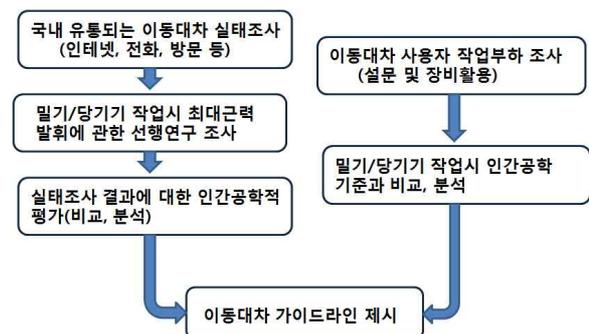


Figure 2. Design of flowchart of the Research

(4) 통계처리는 EXCEL 2007 및 SPSS 18.0 Version을 사용하였으며, 이동대차의 높낮이 조절가능여부에 따른 자체중량, 적재중량, 손잡이 높이의 상관관계를

파악하기 위하여 분산분석을 실시하였으며, 통계학적 유의성 검증을 위해 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

3. Results

3.1 인구학적 특성(인체치수)조사 결과

우리나라 인구의 인체치수를 파악하기 위하여 기술표준원의 Size Korea 홈페이지의 제 5 차 한국인 인체치수 자료(2004)를 활용하였다. 이동대차 밀기, 당기기 작업과 관련성이 있는 굽힌 팔꿈치, 어깨, 주먹, 키에 관하여 전체, 남, 여로 구분하여 조사하였으며 Table 1 과 같다.

Table 1. Data of Korean's body size(20-69 years) (unit:mm)

		N	Mean	SD	5th	25th	50th	75th	95th
Total	Stature	5100	1628.9	88.1	1492	1559.5	1626.5	1694	1776
	Elbow height	5099	997.5	57.8	906.5	954.5	995.5	1039.5	1094.5
	Acromion height	5100	1317.3	75.7	1198.5	1259.5	1314.5	1372.5	1442.5
	Fist height	5092	726.8	45.2	652.5	695.5	726.5	757.5	799.5
Males	Stature	2546	1693.1	63.5	1589.5	1649.5	1691.5	1734.5	1796
	Elbow height	2546	1036.9	44.1	962	1007.5	1036.5	1066.5	1109
	Acromion height	2546	1371.7	55.1	1282.5	1334.5	1371.5	1407.5	1464
	Fist height	2541	752.8	37.1	690	727.5	752.5	778	811.5
Females	Stature	2554	1564.8	57.2	1471.5	1524.5	1564.5	1601.5	1659.5
	Elbow height	2553	958.3	40.7	889.5	931.5	958.5	984.5	1024.5
	Acromion height	2554	1263.1	50.0	1179.5	1230.5	1261.5	1295.5	1345
	Fist height	2551	700.9	36.8	637.5	677.5	701.5	724.5	759.5

3.2 이동대차 특성조사 결과

국내에서 유통되고 있는 4 바퀴를 가진 이동대차 제작업체 21 개소, 182 개 모델에 관한 실태조사를 실시하였다. 조사한 이동대차의 손잡이 바의 높이(작업위치), 적재중량, 자체중량, 총중량, 손잡이 직경, 바퀴 직경은 Table 2 와 같다. 이동대차의 손잡이 바의 높이(작업위치)는 923.14 ± 72.48 mm, 적재중량은 370.49 ± 243.98 kg, 자체중량은 112.99 ± 64.93 kg, 총중량(자체중량+적재중량)은 494.72 ± 303.12 kg, 손잡이 직경은 28.33 ± 2.25 mm, 바퀴의 직경은 137.05 ± 25.08 mm로 나타났다. 총중량(자체중량+적재중량)이 무거울수록 바퀴의 직경이 증가하여야 밀기, 당기기 작업시 작업부하를 줄여줄 수 있는데,

총중량이 바퀴의 직경에 미치는 영향을 파악하기 위한 회귀분석을 결과 총중량이 바퀴의 직경 크기를 설명하는 정도는 33.6%($R^2=0.336$)으로 나타났다. ($P<0.01$).

Table 2. Result of dimension survey on 4-wheeled hand carts used in Korea

	Load weight (kg)	Cart self-weight (kg)	Total weight (kg)	Height of bar (mm)	Dia. of bar (mm)	Dia. of wheel (mm)
Size	370.49±243.98 (N=177)	112.99±64.93 (N=137)	494.72±303.12 (N=132)	923.14±72.48 (N=177)	28.33±2.25 (N=111)	137.05±25.06 (N=172)
Range	90~1,500	7~334	107~1,680	600~1,200	25~32	76~203
No. of Manufacturing company	19	18	16	19	13	19

Dia. : Diameter

이동대차 중량은 테이블의 높낮이 조절가능 여부에 따라 이동대차의 자체 중량 및 적재중량에서 차이가 있음을 알 수 있었으며 Table 3 과 같다. 테이블 조절이 불가능한 대차의 자체중량은 31.18 ± 35.62 kg, 적재중량은 275.56 ± 193.95 kg, 테이블 조절이 수동(족동식)으로 가능한 대차의 자체중량은 113.28 ± 46.66 kg, 적재중량은 466.49 ± 310.41 kg로 나타났다.

Table 3. Cart weights by types of hand carts (unit : kg)

	Height adjustable			p-value
	Height not adjustable (N=27)	Manual (N=57)	Automatic (N=53)	
Cart self-weight	31.18±35.62	113.28±46.66	154.36±53.17	.000
Load weight	275.56±193.95	466.49±310.41	342.45±197.78	.002

본 연구에서 파악된 높낮이 조절이 불가능한 이동대차의 재질은 대부분이 플라스틱, 철재로 되어 있었으며, 높낮이 조절이 가능한 대차의 재질은 모두 철재로 되어있었다.

높낮이 조절가능여부를 독립변수 (조절불가, 수동 조절, 전동조절)로 하여 자체중량, 적재중량, 손잡이 높이에 관하여 분산분석 실시 결과 높낮이 조절 가능여부에 따라 매우 유의한 차이를 보였다(손잡이 높이 : $p=0.007$, 자체중량 : $p=0.000$, 적재중량 : $p=0.002$). Fig 3 은 높낮이 조절가능 여부에 따른 자체중량 및 적재중량의 차이를 보여주고 있으며, 조절이 불가능한 경우보다 수동 또는 전동으로 상판

(테이블) 조절이 가능한 대차의 자체중량 및 적재중량이 증가하였음을 알 수 있다.

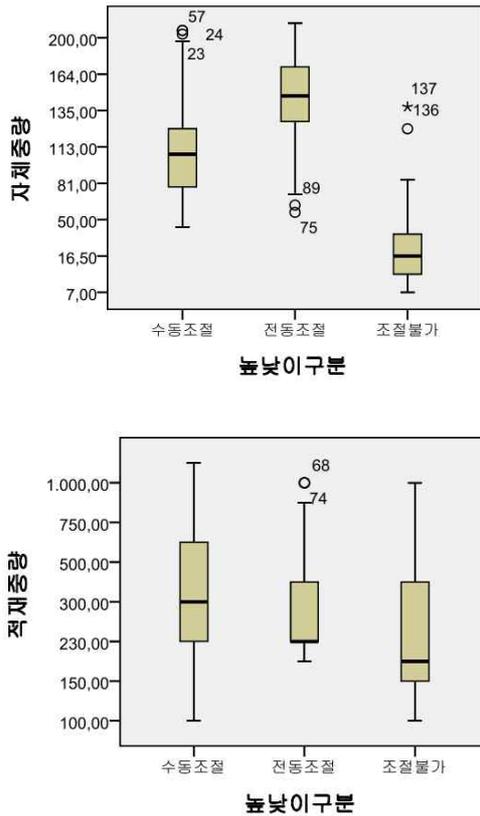


Figure 3. Distribution of cart weights by type of hand carts

3.3 작업부하 평가

3.3.1 밀기 작업시 객관적 작업부하 평가

작업장에서 밀기, 당기기 작업시 필요한 근력을 파악하고 인간공학적으로 적합한지 기준과 비교하기 위하여 인천시에 소재한 사업장 2 개소를 방문하였다. 작업장 바닥상태는 2 개소 모두 우레탄 코팅 바닥이었으며, 조사대상 대차는 중량물 취급시 허리를 구부리는 등 부자연스런 중량물 취급자세를 제거하기 위하여 사업장에서 구입한 높낮이 조절이 가능(수동 : 족동식)한 이동대차였다. 이동대차 바퀴는 우레탄 재질로 직경은 125 mm이며 제작사에서 표기한 최대 적재중량은 230 kg이며 밀기 작업 초기의 작업부하는 Table 4 와 같다. 밀기 작업 초기에 필요한 힘 측정은 정지된 상태에서 초기에 움직이는 데 소요되는 힘을 나타낸 값이며, 평탄구간에서 밀면서 오는 과정에서 측정된 값은 아니다. 경사진 작업장 바닥에서의 정지된 상태에서 밀기 작업시 초기에 사용되는 힘은 밀기, 당기기 작업관련 기준(영국

HSE의 경우 초기의 밀기 힘 : 200N) 비교할 때 초과함을 알 수 있었다.

Table 4. Results of workload measurement by worker's pushing work

Models	Ground state	Cart total weight			Initial force(Pushing) [Max.] (N)
		Cart self-weight(kg)	Actual loaded weight (kg)	Total weight (kg)	
A	A-1:Flat#1	100	100	200	130
	A-2:Slope#1 (4-6°)	100	100	200	242
B	B-1:Flat#2	85	110	195	95
	B-2:Slope#2 (5-13°)	85	110	195	280
	B-3:Flat#2	85	155	240	102
	B-4:Slope#2 (5-13°)	85	155	240	400

Flat#1 : Polyurethane floor coating and the surface of bottom was embossing
 Slope#1 : The surface of the ground floor with polyurethane coating in good condition
 Flat#2 : The surface of the ground floor with polyurethane coating in good condition
 Slope#2 : Cement floor and the surface of the bottom was worn

3.3.2 사용자의 주관적 작업부하 평가결과

작업장에서 작업현장에서 이동대차를 사용하여 밀기, 당기기 작업을 수행하는 작업자의 주관적 작업부하 평가를 위하여 인천 및 부천소재 사업장 8 개소를 방문하여 남성작업자 13 명, 여성 작업자 2 명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 평가에 사용된 이동대차 및 작업특성으로는 이동대차 자체중량을 제외한 실제 적재중량은 149.13±94.30 kg, 손잡이 높이는 97.97±10.18 cm, 손잡이 직경은 26.41±3.70 mm, 바퀴 직경은 127.73±23.95 mm 이었다. 평가결과 “힘들다”(RPE Scale “15”) 이상으로 응답한 작업자는 전체 15 명 중 7 명이나 응답하여 46.7%를 차지하였으며 Table 5 와 같다.

Table 5. Result of the worker's psychophysical workload evaluation using 4-wheeled hand carts (N=15)

	W(kg)	H(cm)	HD(mm)	WD(mm)	D(m)	T(min)	F (frequency)	RPE
Mean	149.13	97.97	26.41	127.73	70.67	18.93	4.93	11.33
SD	94.30	10.18	3.70	32.95	80.26	9.71	3.84	5.50
Range	35-350	83-123	18-30	83-123	10-300	5-40	1-15	2-18

W(Load weight), H(Bar height), HD(Dia. of bar), WD(Dia. of wheel), D(Moving distance), T(Minute, Work hour), F(Frequency per day), RPE(Borg's RPE Scale)

4. Conclusion

이동대차 실태조사 결과 177 개 제품 중에서 여성인구(20-65 세)의 팔꿈치 높이 5% 범주(89.0 cm)보다 낮게 손잡이가 위치한 제품은 55 개(31.0%)로 나타났으며, 이렇게 낮게 제작된 이동대차의 손잡이를 잡고 밀기 작업을 수행하는 경우에는 허리 구부러짐과 같은 부자연스런 작업 자세에 의한 신체부담이 가중될 수가 있으므로 인체 치수를 고려한 손잡이 높이의 설계가 필요한 것으로 드러났다. 손잡이 바의 형태로는 '||' 자형으로 제작된 손잡이 바가 '—'자형 보다 최대 근력이 팔꿈치 높이에서 약 30%이상 증가한다는 선행연구 자료(문명국과 김철홍, 2006)가 있음에도 본 연구에서 조사된 이동대차의 손잡이 형태는 모두 '—'자형으로 되어 있었으며, '||' 자형으로 되어 있는 제품은 한 개도 제작, 판매되고 있지 않은지에 대해서는 관련 연구가 필요한 것으로 판단된다. 이동대차의 바퀴는 밀기, 당기기 작업을 수행하는 바닥면의 경사를 고려하여 가능한 크게, 재질은 고무제품보다는 우레탄 제품의 사용을 권고하고 있으며, 영국 HSE(2004)에서는 화물을 적재한 총중량이 200 kg을 초과하거나 옥외에서 사용할 경우에는 최소 바퀴직경을 200 mm로 할 것을 권장하고 있으나, 조사된 이동대차의 바퀴직경은 137.05 ± 25.06 mm로서 권고 기준에는 미치지 못하고 있음을 알 수 있었으며, 이로 인하여 아주 낮은 경사각도에서도 이동대차를 사용할 수 없는 경우도 있었다.

이동대차 중량은 적정한 높이에서의 중량물 취급에 따른 요통재해예방 목적으로 테이블의 높낮이가 조절 가능한 이동대차 보급이 활성화 되었으며, 기존의 높낮이 조절이 불가능한 대차와 비교할 때 중량이 크게 늘어났음을 알 수 있었다. 이러한 이동대차 자체 중량의 증가는 사용하는 작업부하 증가와 연계 될 수 있으며, 방문한 일부 사업장의 경우 높낮이 조절가능 대차를 구매하였음에도 이러한 이유로 인하여 방치하고 있는 사업장도 확인할 수 있었다. Eastman Kodak Company(1986)에서는 4 바퀴를 가진 이동대차의 적재중량을 227 kg을 권고기준으로 제시하고 있으며, Resnick 과 Chaffin(1995)의 연구결과에서는 요추주위 압박력이 3,400N 을 초과하지 않도록 하기 위해서는 225 kg을 초과하는 이동대차 중량은 피해야 한다고 하였다. 또한, 한국산업안전보건공단의 재정 지원사업으로 지원하는 인력으로 밀기, 당기기를 수행하는 이동대차의 중량물(이동대차 자체중량은 제외) 한계치를 230 kg을 정하고 있다 (2010). 실태조사시 드러난 국내 유통되고 있는 이동대차 중량은 테이블 조절이 불가능한 대차의 자체중량은 31.18 ± 35.62 kg, 적재중량은 275.56 ± 93.95 kg, 테이블 조절이 수동(족동식)으로 조절가능한 대차의 자체중량은 113.28 ± 46.66 kg, 적재중량은 466.49 ± 310.41 kg 으로서 제작사의 적재중량만큼 적재할 경우에는 대부분이

권고기준인 230 kg 을 초과할 수 있음을 알 수 있었다.

작업현장에 이동대차를 사용하는 작업에 관하여 장비 및 설문조사를 활용하여 밀기 작업(초기)시 소요되는 힘 및 작업자가 주관적으로 느끼는 작업부하를 측정된 결과 작업장 바닥 경사도와 상태, 취급중량에 따라 차이가 소요되는 최대 힘이 차이가 있음을 알 수 있었으며, 부하평가지 실제 적재한 중량이 적재중량 권고치인 230 kg미만이었음에도 불구하고, 경사진 바닥에서의 초기 힘은 각각 242N, 280N 으로서 밀기, 당기기 작업시의 초기 힘 권고기준인 영국 HSE 의 200N(남자 기준), 100N(여자 기준), Eastman Kodak Company 의 225N, 유럽규격(EN)의 200N 을 초과하여 노출되고 있으므로 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다. 이번 연구가 4 바퀴를 가진 이동대차를 활용한 밀기, 당기기 작업을 수행하는 산업현장에서 이동대차에 대한 가이드라인 제시 및 새로운 제품개발에 도움을 주어 근골격계질환예방에 도움이 되었으면 한다.

References

- 고용노동부. 2009 년 산업재해현황분석 2010
- 고용노동부. 고시 제 2009-56 호 근골격계부담작업의 범위(2009.9.25.)
- 김현호, 박현진, 박기혁, 김욱, 유찬영, 김중호, 박정선. 산업재해 중 근골격계질환 요인 특성 분석. 대한인간공학회지 2009;28(3):17-25
- 문명국, 김철홍. 작업위치와 손잡이 형태에 따른 남녀별 최대 밀기 능력(MVC)의 측정과 활용에 관한 연구. 대한인간공학회지 춘계학술대회논문집 2006;177-180
- 영국 산업안전보건청(HSE). <http://www.hse.gov.uk/msd/pushpull/index.htm>
- 영국 산업안전보건청(HSE). Review of The Risks Associated with Pushing and Pulling Heavy Loads 2004
- 유럽 규격. Safety of machinery - Human physical performance - Part 3 : Recommended force limits for machinery operation(BS EN 1005-3) 2002
- 이동경, 김중호. 근골격계질환예방을 위한 국내외 제도. 대한인간공학회지 2010;29(4):423-433
- 지식경제부 기술표준원. Size Korea <http://sizekorea.kats.go.kr>
- 한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 급성요통 발생의 위험 요인 유형별 예방 방안 2009
- 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 근골격계질환 위험요인(힘) 평가방법 비교 및 사용지침개발 연구 2006
- Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Scand J Rehabil Med. 1970;2(2):92-8.
- Ciriello VM, and Snook SH. The Design of Manual Handling Tasks : Revised Tables of Maximum Acceptable Weights and Forces. 1991;34:1197-1213

- Ciriello VM, Snook SH, Hashemi L, Cotnam J. Distributions of Manual Materials Handling Task Parameters. *INT J IND E* 1999a; 24:379-388
- Ciriello VM, Snook SH. Survey of Manual Handling Task. *INT J IND E* 1999b;23:149-156
- Damkot DK, Pope MH, Lord J, Frymoyer JW. The relationship between work history, work environment and low-back pain in men. *Spine* 1984;9:395-399
- Eastman Kodak Company. *Ergonomic Design for People at Work*(Vol 2) 350-391
- Handbook of Industrial Handling : Technology and Operations Management 3rd Edition 2001
- Harber P, Lew M, Tashkin DP, Simmons M. Factor analysis of clinical data from asbestos workers: implications for diagnosis and screening. *Br. J. Ind. Med.* 1984;44:780-784.
- Hoozemans MJ, Pushing and pulling in relation to musculoskeletal complaints. Ph.D. Thesis. University of Amsterdam, Amsterdam. 2001
- Lawson J, Potiki J and Watson H. *Ergonomics Guidelines for Manually-Handled Trolleys in The Health Industry.* 1994; Central Sydney Health Service, Work Safe Australia.
- Lee YJ, Hoozemans MJ. Control of trunk motion following sudden stop perturbations during cart pushing. *Journal of Biomechanics.* 2011;44:121-127
- NIOSH. *Work Practices Guides for Manual Lifting* 1981;81-122
- Resnick ML, Chanffin DB. An Ergonomic Evaluation of Handle Height and Load in Maximal and Submaximal Cart Pushing. *Applied Ergonomics* 1995;26: 173-178