

일부 섬유제품제조업의 밀기-당기기 작업 평가

Assessment of push-pull forces of yarn-carrying carts at some fiber-twisting factories

이상만 · 김성환 · 김승곤 · 이채용^{1)*}

Sang-Man Lee · Sung-Whan Kim · Seung-Gon Kim · Chae-Yong Lee^{1)*}

차의과학대학부속 구미차병원 건강관리센터 산업위생팀, ¹⁾직업환경의학과

Department of Occupational Hygiene, CHA Gumi Medical Center, CHA University

¹⁾Department of Occupational and Environmental Medicine, CHA Gumi Medical Center, CHA University

ABSTRACT

Objectives: To assess the risk of pushing or pulling the yarn-carrying cart, the survey was performed in some fiber manufacturing factories.

Methods: We selected 6 fiber-twisting factories which agreed to in-site survey of their workplace. To measure both initial and sustained forces of the push-pull tasks, Chatillon CSD500 dynamometer(2004, Ametek, USA) was used. The mean of 3 tests for the same cart was adopted as the measured forces. Height and width of cart, weight of spooled yarns, and distance of movement were also measured. Inspection of cart wheel, moving path, and the actual hand position while moving was done.

Results: More than one pushing or pulling task exceeded the push-pull force limits of design goal in 5 factories. Though the cart was not loaded the heaviest weight in the factory, the measured push or pull force exceeded the limits several times. A few cart wheels were worn out and tangled with pieces of yarn. It was also observed some holes in the moving path.

Conclusions: While the push-pull task is not included in the 11 scopes of over-burdened work notified by Korean government, it should be recognized as risk factor of work-related musculoskeletal disorders. The maintenance work such as regular change and frequent cleaning of cart wheel, the use of fitting wheel, and flattening of bumpy floor through the moving path should be advised importantly in the worksite management of work-related musculoskeletal disorders.

Key words : push, pull, push-pull force, yarn, cart, work-related musculoskeletal disorder

I. 서 론

작업관련성 근골격계질환은 우리나라에서 2000년 이후 발생 건수 및 비율과 보상 규모에서 매년 증가하는 추세이며, 그 대상도 대기업에서 중소기업 사업체, 제조업에서 서비스 사업체, 생산직에서 사무직과 전문직종으로 확대되고 있으며, 질병양상에서도 다양한 질병으로 확대되고 있다(김규상 등, 2010). 이와 더불어 작업관련성 근골격계질환에 대한 연구도 다양한 관점과 직종에 따라 많이 보고되고 있다.

우리나라의 작업관련성 근골격계질환이 다양한 질병

으로 확대되고 있지만, 아직은 요통이 가장 큰 부분을 차지하고 있으며, 작업관련성 근골격계질환의 인간공학적 원인인자로는 인력물자취급작업(Manual Materials Handling Task)이 가장 큰 비중을 차지하고 있다(김현호 등, 2009; 김규상 등, 2010). 인력물자취급작업은 작업자의 직접적인 들기(Lift), 내리기(Lower), 나르기(Carry), 밀기(Push), 당기기(Pull)를 포함한다(Imrhan, 2003; Liberty Mutual, 2004).

한편, 우리나라에서 보고된 작업관련성 근골격계질환에 대한 연구들 중에서 인력물자취급작업의 하나인 밀기와 당기기(밀기-당기기)에 대한 보고는 대단히 드물게 발견된다. 밀기와 당기기가, 인력물자취급작업 중 건강에 더 큰 문제를 유발하는, 들기 및 내리기, 나르기를 해결하기 위한 하나의 방안이기 때문에(Imrhan, 2003), 좀 더 위험한 들기 작업에 비해 밀기-당기기에 대한 연구가 상대적으로 적은 것은 한편 당연한 부분이 있다.

그러나 우리나라에서 작업관련성 근골격계질환의 위험성을 내포하고 있는 유해 작업을 선별하기 위해 규정하고 있는 11개의 근골격계부담작업에 밀기-당기기가

*Corresponding author: Chae-Yong Lee
경북 구미시 형곡1동
구미차병원 건강관리센터 직업환경의학과
Tel: 054-450-9835, Fax: 054-450-9857
E-mail: ycy4@korea.com
Received: 2011. 9. 15., Revised: 2011. 11. 14.
Accepted: 2011. 12. 19.

포함되어 있지 않다는 것, 밀기-당기기 작업이 특정한 장비가 있어야만 소요되는 힘을 제대로 측정할 수 있다는 점, 그리고 실제 사업장에서 작업관련성 근골격계질환 관리를 담당하는 인력들이 작업관련성 근골격계질환의 위험요인을 포괄적으로 숙지하지 못하는 현장 작업자나 실무관리자들이란 사실을 고려하면, 밀기-당기기 작업은, 실제 작업현장에서는, 전혀 위험하지 않은 작업으로 인식될 수도 있을 것이다.

이 점은 작업관련성 근골격계질환에 대한 업무상 질병심의 과정에서 나타날 수도 있을 것이다. 비록 직접적인 작업 위험성 평가를 위한 기준은 아니지만 밀기-당기기 작업의 평가 기준이 있다는 점을 심의자가 인지하지 못한 상태에서, 밀기-당기기 작업에 소요되는 힘에 대해 현장에서 실측된 자료가 제시되지 않는 상황이라면, 대차에 실리는 중량만으로 위험성이 과대평가되거나 대차에 바퀴가 있어서 소요되는 힘이 작을 것이라는 상식에 근거해 위험성이 과소평가 될 수 있을 것이다.

밀기-당기기에 관한 우리나라의 선행 연구들은, 밀기-당기기와 관련된 작업이나 장비의 디자인을 위해, 실험을 위한 인위적 환경에서 작업 조건에 따른 몇몇 근육의 근력 측정을 근간으로 하는 연구들이 대부분이었다(이관석, 1982; 이관석과 정민근, 1989; 문명국과 김철홍, 2006; 김경아 등, 2011). 실제 작업 현장에서, 위험성 평가란 관점에서, 밀기-당기기 작업을 평가한 자료는 찾기가 쉽지 않았다.

이 연구는 대차를 이용한 밀기-당기기 작업이 상존하는 소규모 섬유제품 제조업을 대상으로 하였다. 섬유관련 산업은 크게 4가지로 구분되는데, 실을 만드는 원사제조 공정, 제조된 원사로 원단을 만드는 직물제조 공정, 원단을 가공하는 염색 및 표백 공정, 염색된 원단으로 제품을 만드는 봉제 공정으로 나눌 수 있다(한국산업안전보건공단, 2010a). 이들 공정에서는 모두 밀기-당기기 작업을 포함한 인력물자취급작업이 다양하게 존재한다. 실제 2007년도 산업재해 통계자료에 따르면, 섬유 또는 섬유제품제조업에서 발생한 작업관련성 근골격계질환의 원인인자를 분석하면 인력물자취급작업이 69%를 차지하는 것으로 나타났다(김현호 등, 2009).

한국산업안전보건공단에서 발행한 섬유 또는 섬유제품제조업에 관한 근골격계질환 예방관리 프로그램 운영 매뉴얼에서도 다양한 인력물자취급작업이 존재함을 짐작하게 하는 내용을 발견할 수 있는데, 노동부에서 고시한 근골격계부담작업을 중심으로 한 것이기 때문에 밀기-당기기 작업에 대한 내용이 구체적으로 서술된 곳은 찾아보기 어렵다. 다만, 중량물을 과도한 힘을 주어 밀거나 당기는 작업은 가능한 피하라는 내용과 운반 시 손수레, 소형운반차, 바퀴달린 기구 등을 이용하라는 내용이 발견된다(한국산업안전공단, 2007).

더구나 소규모(근로자 수가 50인 미만) 사업장은 대규모 사업장에 비해 작업환경이 열악한 경우가 많아 산업재해율이 높다고 알려져 있는데, 섬유제품제조업은 소규모사

업장수가 전체 사업장 수의 2009년에는 96.9%, 2010년에는 약 98.0%에 해당하는 것으로 나타났다(노동부, 2010; 한국산업안전보건공단, 2010b). 2007년도 산업재해 통계자료 중, 섬유 또는 섬유제품제조업은 작업관련성 근골격계질환이 발생한 59개 산업종류 중 상위 20개 안에 해당하는 것으로 나타났다(김현호 등, 2009).

일부 소규모 섬유제품제조업에서는 인력물자취급작업이 근로자들이 수행하는 작업의 대부분을 차지할 수 있고, 더구나 소규모 사업장에서는 작업관련성 질환이 발생하더라도 과소 보고되는 경향이 있다는 점과 작업관련성 근골격계질환 관리체계가 미흡할 수밖에 없음을 감안하면, 근로자나 사업주 모두, 근골격계부담작업에 포함되지도 않은, 밀기-당기기 작업에 대해서는 위험성을 제대로 인식하지 못할 가능성이 클 것이다.

이 연구는 대차를 이용한 밀기와 당기기 작업이 상시적으로 발생하는 일부 섬유제품제조업 사업장을 대상으로, 현장에서 수행되는 밀기-당기기 작업의 위험성을 평가하여, 사업장의 작업관련성 근골격계질환 관리 실무를 위한 기초자료와 섬유제품제조업에서 발생하는 근골격계질환의 업무관련성 평가과정에 도움을 줄만한 참고자료를 확보하고자 한 것이다.

II. 연구 방법

일개 시 및 인근에 위치한 섬유제품제조업 사업장을 대상으로 조사의 취지를 설명한 후 조사에 동의한 사업장에 대해서 조사를 실시하였다. 최종적으로 6개 사업장에 대해 조사가 이루어졌는데, 모두 원사제조 중 연사공정(twisting process)에 해당하는 사업장들이었다.

밀기-당기기 작업이 발생하는지 확인한 후, 대차의 높이와 너비, 손잡이 여부, 대차에 꽂는 실패의 종류별 무게, 대차의 이동경로 등을 저울과 자를 이용하여 측정하였다.

대차의 이동 빈도 및 이동 거리는 한 사업장에서도 시기에 따라 작업하는 실의 무게나 작업량이 변하는 데 따라 바뀔 수 있지만, 평가의 편의를 위해 작업빈도와 대차이동 거리를 평가기준에 맞추어 단순화하였다. 대차이동 빈도는 모든 사업장에 대해 30분에 1회 작업하는 것으로 선택하였다. 대차 이동 거리는 최장 이동거리도 조사하였지만, 현장 조사 당시 가장 빈번한 이동거리에 따라 평가기준과 가장 유사한 거리를 채택하였다. 밀기 작업에 대해서는 4개 사업장에 대해서는 7.6 m로, 두 개 사업장에 대해서는 15.2 m로 결정하였다. 당기기 작업은, 현장의 대차 이동을 관찰한 결과 대체로 밀기가 용이하지 않을 때 짧은 거리를 당긴 후 밀기 작업으로 전환하는 방식으로 작업이 진행되었던 것을 감안하여, 6개 사업장 모두에서 최단거리인 2.1 m를 택하였다.

또한 밀거나 당기는 손의 위치는 대차의 형태와 작업자의 키에 따라 다르게 나타나겠지만, 실제 조사 현장에서 가장 흔하게 관찰되는 작업 높이와 대차의 손잡이 여부에

Table 1. Employees and influencing factors of push-pull strength in 6 factories

Factory	A	B	C	D	E	F
Total Employees (persons)	55	54	44	34	13	33
Height of cart (cm)	188	128	160	154	160	175
Height of pushing or pulling (cm)	120	128	160	154	160	95
Number of yarn / cart (pieces)	72	54	128	54	72	60
Weights of all yarns /Weights of one spooled yarn (kg)	374/5.2	270/5.0		346/6.4		312/5.2
	338/4.7	216/4.0		254/4.7		270/4.5
	230/3.2	173/3.2	128/1.0	205/3.8	202/2.8	210/3.5
	158/2.2	119/2.2		173/3.2		192/3.2
	43/0.6					138/2.3
Distance of usual movement (m)	7.6	7.6	7.6	15.2	15.2	7.6
Distance of the longest movement (m)	20	15	20	40	75	16

따라, 5개 사업장에서는 밀고 당기는 위치를 어깨높이, 즉 높은 위치로 하였고, 대차에 뚜렷하게 허리높이에서 손잡이가 따로 있었던 1개 사업장에 대해서만 허리 높이, 즉 중간 위치로 하였다.

밀기 및 당기기 작업에 소요되는 힘의 평가는 Chatillon CSD500 dynamometer (2004, Ametek, USA)를 이용하였는데, 이 장비의 표본추출빈도(sampling frequency)는 1초당 2500회이며, 정밀도는 ± 0.45 kg이었다. 각각의 측정은 5초 이상 이루어졌으며, 장비에서 산출되는 결과에서 최고값(peak value)를 시작 힘(initial force)으로 하였고, 측정이 이루어진 5초 중 후반 3초간의 평균값(averaged mean value)을 유지 힘(sustained force)으로 채택하였다. 대차에 실는 실의 무게에 따라 선택된 동일한 대차에 대해 3회 측정된 결과를 평균한 값을 밀기 및 당기기 힘으로 하였다.

실측값의 평가 기준은 Liberty Mutual Manual Materials Handling Table (LMT)에 근거하여 일반적 작업 디자인 목표인 여성 인구의 75%에서 수용 가능한 값으로 하였다 (김정룡, 2004; Liberty Mutual, 2004).

III. 연구 결과

Table 1은 6개 사업장의 상시 근로자 수와 밀기 및 당기기 작업과 관련된 변수들을 정리한 것이다. 각각 55명과 54명이 근무하는 A, B 사업장을 제외하면 4개 사업장이 50인 미만 사업장이었다. Figure 1에는 6개 사업장의 대차 사진을 제시하였다.

Figure 2와 Figure 3은 가장 흔한 대차 이동거리 7.6 m, 밀거나 당기는 높이를 어깨 높이로 결정한 3개 사업장의 밀기 및 당기기 평가 결과를 제시한 것이다. 평가 당시 A 사업장은 5종류 무게의 원사를 취급하고 있었으며, B 사업장은 4종, C 사업장은 한 종류의 원사를 취급하고 있었다. 각 무게별 원사가 실린 대차의 밀기 및 당기기 힘을 시작과 유지로 나누어 제시하였다. Figure 2는 밀기 평가 결과인데, 7.6 m 이동 시 시작 힘과 유지 힘의 디자인 목표인 23 kg와 13 kg를 수평선으로 제시하였다. A 사업장의 72개의 5.2 kg 원사를 적재하여 적재중량이 374 kg인 대차 밀기에서 시작 힘과 유지 힘 모두 기준을 초과하였다. B

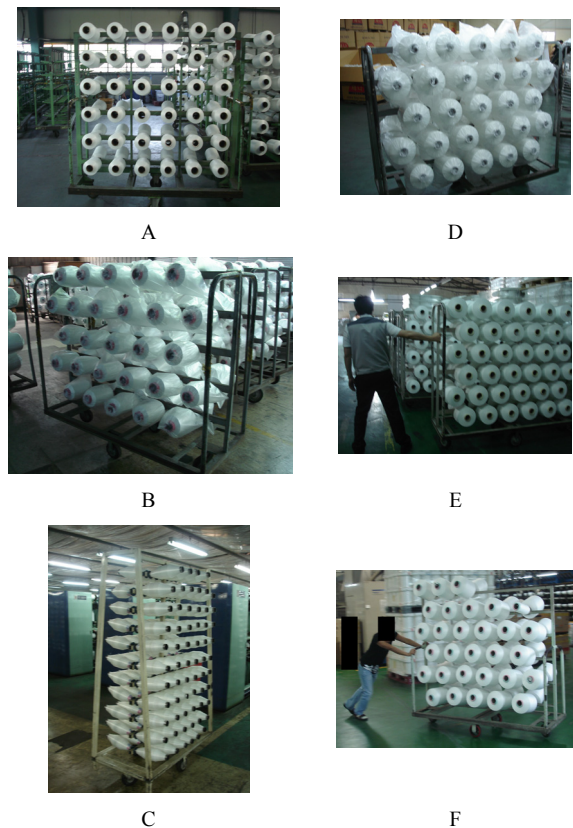


Figure 1. Yarn-carrying carts of 6 factories. A, B, C, D, E, and F indicates each factory described in Table 1.

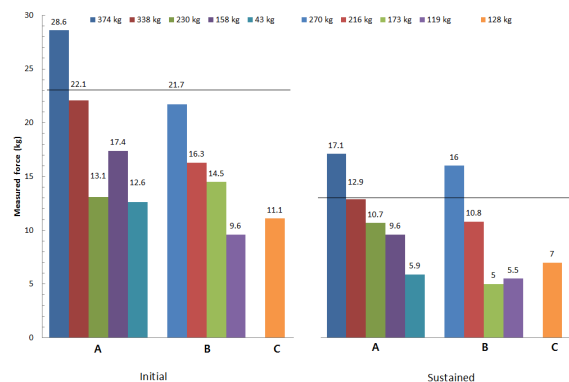


Figure 2. Measured push forces in factory A, B, and C. Horizontal lines indicate design goal of pushing in condition of 7.6 m moving at the high pushing height.

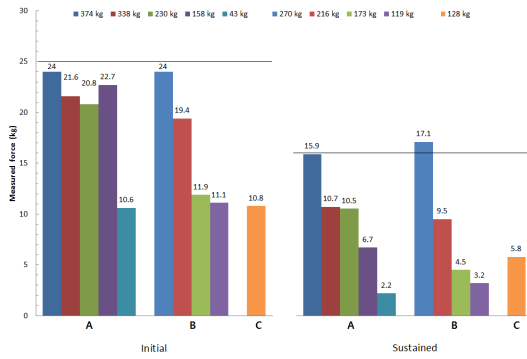


Figure 3. Measured pull forces in factory A, B, and C. Horizontal lines indicate design goal of pulling in condition of 2.1 m moving at the high pulling height.

사업장은 5 kg 원사를 실은 적재중량 270 kg의 대차 밀기의 유지 힘이 기준을 초과하였다. 1 kg 단일 중량 원사만을 취급하는 C 사업장에서는 측정값이 기준을 초과하지 않았다. Figure 3는 당기기 평가 결과를 제시한 것이다. 2.1 m 당기기 작업에서 여성 인구 75%에서 수용 가능한 값인, 시작 힘 25 kg와 유지 힘 16 kg을 수평선으로 제시하였다. 3개 사업장에서 모두 시작 힘에서는 기준을 초과하지 않았으나, B 사업장의 270 kg의 원사를 적재한 대차에서 당기기 유지 힘이 17.1 kg으로 나타나 기준을 초과하는 값을 보였다.

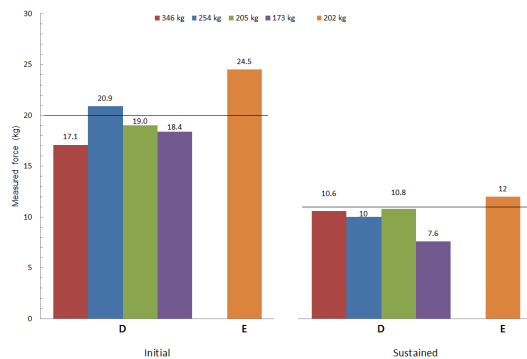


Figure 4. Measured push forces in factory D and E. Horizontal lines indicate design goal of pushing in condition of 15.2 m moving at the high pushing height.

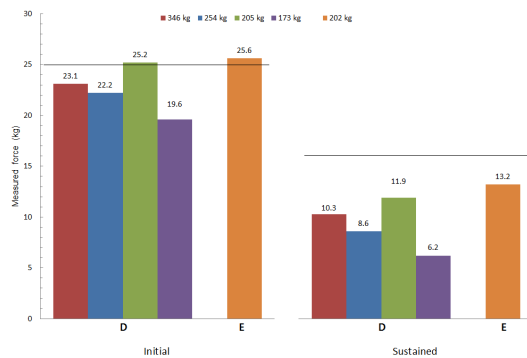


Figure 5. Measured pull forces in factory D and E. Horizontal lines indicate design goal of pulling in condition of 2.1 m moving at the high pulling height.

Figure 4는 높은 밀기 위치에서 이동거리가 15.2 m인 두 개 사업장 D와 E의 밀기 작업 평가 결과이다. 높은 위치에서 15.2 m 밀기 작업일 때 시작 힘과 유지 힘의 기준은 각각 20 kg와 11 kg이며, 그림에서 수평선으로 제시하였다. D 사업장에서는 가장 무거운 346 kg의 원사를 적재한 대차가 아닌 적재중량 254 kg의 대차 밀기에서 시작 힘이 20.9 kg으로 기준을 초과하였다. E사업장에서는 2.8 kg의 단일 중량 원사만을 취급하는데, 적재중량이 202 kg으로 D사업장에 비해 상대적으로 가벼운 무게임에도 시작 힘이 24.5 kg, 유지 힘이 12 kg으로 나타나 모두 기준을 초과하였다. Figure 5는 D와 E 사업장의 당기기 평가 결과를 제시하였다. 당기기 작업의 평가 기준인 25 kg 및 16 kg에 대해 수평선으로 그림에 제시하였다. D 사업장의 205 kg의 원사를 적재한 대차 당기기에서 시작 힘이 25.2 kg, E사업장의 202 kg 원사를 적재한 대차 당기기에서 시작 힘이 25.6 kg으로 나타나 기준을 초과하였다. 유지 힘은 기준을 초과하는 경우가 없었다.

Figure 6과 Figure 7은 이동거리는 7.6 m 이지만, 밀거나 당기는 손의 위치가 중간높이인 1개 사업장에 대한 결과이다. Figure 6에서 보듯이, 중간 높이에서 7.6 m 밀기 작업의 기준은 시작 힘 23 kg, 유지 힘 13 kg이며, 312 kg의 원사를 적재한 대차 밀기에서 유지 힘이 16.4 kg으로 나타나 기준을 초과하였다. Figure 7에 제시된 바와 같이, 중간 높이 당기기 2.1 m 작업의 시작 힘 기준은 26 kg이며, 유지 힘 기준은 16 kg 이다. F 사업장의 대차 당기기 시작 힘은 기준을 초과하지 않았으나, 312 kg을 적재한 대차 당기기에서 유지 힘이 17.4 kg으로 나타나 기준을 초과하였다.

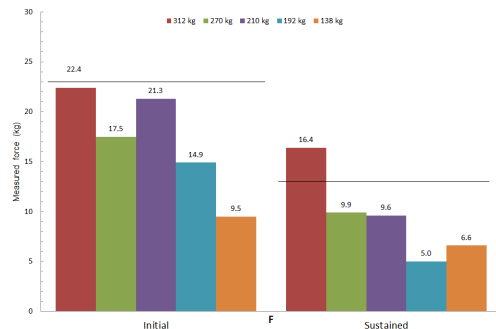


Figure 6. Measured push forces in factory F. Horizontal lines indicate design goal of pushing in condition of 7.6 m moving at the middle pushing height.

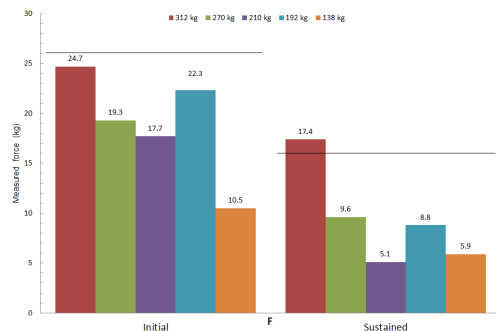


Figure 7. Measured pull forces in factory F. Horizontal lines indicate design goal of pulling in condition of 2.1 m moving at the middle pulling height.

IV. 고 찰

이 연구는 현장에서 실제 일어나는 밀기-당기기 작업이, 근골격계부담작업에 포함되지 않았지만, 작업관련성 근골격계질환의 위험성을 내포하는지 확인하고자 하는 것이었다.

섬유제품제조업 중 연사공정을 선택한 것은 밀기-당기기 작업이 많이 발생한다는 것 외에도, 대부분 소규모 사업장이어서, 전문적인 작업관련성 근골격계질환 유해요인 조사를 실시하지 못할 것이란 점과 인력물자취급작업에 의한 작업관련성 근골격계질환이 보고된 자료보다 더 많이 발생할 것이란 점 때문이었다. 조사대상인 6개 사업장 중에는 근로자수가 13명인 사업장도 있었는데, 해당 사업장은 소수의 생산인력만 근무하는 상태여서 생산관리 이외의 것에 관심을 둘 여력이 없다고 보는 편이 정확할 것이다.

조사가 이루어진 6개 사업장 중 비교적 가벼운 1 kg의 원사 한가지만을 취급하여 대차 적재중량이 128 kg인 일개 사업장에서만 밀기-당기기 작업이 LMT의 기준을 초과하지 않았으며, 나머지 5개 사업장의 밀기-당기기 작업에서는 여러 중량의 작업 중 하나 이상이 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 이것은 우리나라에서 규정하고 있는 근골격계부담작업에 밀기-당기기 작업이 포함되지 않았다고 하더라도, 우리나라의 작업현장에서 실제 일어나는 밀기-당기기 작업은 작업관련성 근골격계질환의 위험요인이라는 점을 확인시켜 주는 결과일 것이다.

이번 조사 결과는, 관점을 달리하면, 대부분의 밀기-당기기 작업이 평가기준을 초과하지 않았기 때문에 대부분은 위험성이 없는 작업이라고 볼 수도 있을 것이다. 가능한 해석이지만, 작업 위험성 평가의 편의를 위해서 LMT에 제시된 값에 맞추어 변수들을 단순화했음을 감안해서 실제 위험성을 추정해야 할 것이다. LMT는 이동경로가 직선인 상황을 전제로 하는데 실제 작업에서는 대차를 밀거나 당기면서 방향을 바꾸어야 하는 상황이 다수 존재하고 있었다. 또, 작업빈도도 30분에 1회로 통일하였지만 주문량에 따라서는 훨씬 더 자주 발생할 수도 있을 것이며, 작업 상황에 따라서는 7.6 m보다 긴 거리를 이동하는 것이 상당기간 발생할 수 있고, 여성 고령자가 다수 작업하고 있었다는 점을 감안하면 실제 위험성은 이번 결과에서 요약 제시된 것보다 더 클 수도 있다는 것을 함께 고려해야 할 것이다.

밀기-당기기 작업이 다른 인력물자취급작업인 들기 및 내리기, 나르기 작업의 위험성을 해결하기 위한 방안으로서 작업현장에서 점점 확대되는 양상이며(Imrhan, 2003), 한국산업안전보건공단의 자료에서도 위험한 인력물자취급작업을 대차를 이용한 작업으로 전환하라고 권하고 있다(한국산업안전공단, 2007). 이번 조사 결과를 보아도 밀기-당기기 작업이 다른 인력물자취급작업의 위험성을 줄여줄 수 있다는 것은 확인할 수 있다. 예를

들어, D 사업장의 적재중량 346 kg의 대차는 중량만으로는 조사된 것 중 두 번째로 무겁지만, 밀기의 시작 힘이 17.1 kg, 유지 힘이 10.6 kg으로 측정되어 기준을 초과하지 않는 작업으로 나타났다.

그렇지만, 밀기-당기기 작업도 인력물자취급작업의 하나이기 때문에 여전히 위험성을 내포하고 있다는 것은 당연한 사실일 것이다. 밀기-당기기 작업은 인력물자취급작업에 의한 허리손상의 약 20%와 인과관계를 갖는다고 한다(Imrhan, 2003). 밀기-당기기 작업에서도 밀거나 당기는 중량이 클수록 소요되는 힘이 클 것이며 따라서 위험성도 커질 것이다. 이것 역시 이번 조사 결과에서 상당 부분 사실로 확인된다. 밀기-당기기 작업이 평가 기준을 초과하지 않았던 단 하나의 사업장에서는 대차에 적재되는 원사 중량이 약 128 kg으로, 다른 한 사업장의 43 kg의 원사를 적재한 경우를 이어 두 번째로 가벼운 것으로 나타났다. 더불어 기준을 초과한 작업들은 원사 적재 중량이 374 kg, 312 kg, 270 kg, 254 kg, 205 kg, 202 kg으로 비교적 무거운 중량에서 나타났다.

그러나 인력물자취급작업이라는 이유로 대차의 적재 무게만으로 작업의 위험성을 추정한다면, 이것은 위험성을 과대평가하게 되는 것이다. Figure 4와 Figure 5에서 보듯이, 346 kg를 적재한 대차의 밀기 및 당기기가 모두 평가기준을 초과하지 않았음에도 불구하고, 202 kg을 적재한 대차에서 밀기 및 당기기가 모두 평가기준을 초과한 결과가 이런 사실을 잘 나타내 준다.

그러므로 밀기-당기기 작업은, 적재 중량에 따라 과대평가하거나 다른 인력물자취급작업의 해결방안이란 시각에서 과소평가할 가능성을 차단하기 위해, 작업관련성 질환의 심의 과정 등의 작업 위험성 평가가 필요한 상황에는 반드시 현장에서 밀기-당기기 힘을 측정한 자료가 제시되어야 할 것으로 생각된다.

이것은 또한 중량 이외에 밀기-당기기 작업에 영향을 주는 요소가 많다는 것을 나타낸다. 밀기-당기기 작업의 이동 거리, 밀거나 당기는 손의 위치, 작업 빈도가 대표적인 것이며, 밀거나 당기는 방향, 손잡이의 굽기나 위치, 발의 위치 및 바닥의 마찰계수 등이 영향을 줄 수 있는 인자들이다(Imrhan, 2003). 그 외에도 바닥의 마찰계수 뿐 아니라 이동경로의 요철같은 바닥상태와 대차 바퀴의 크기나 형태, 대차의 정비 상태도 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 비록 자료화하지는 못하였지만, 현장에서 대차 바퀴가 과도하게 마모된 것으로 보이거나 바퀴에 원사조각이 심하게 감긴 것이 다수 관찰되었기 때문이다. 이 관찰을 조사결과를 바탕으로 추정해 보면, A 사업장에서 230 kg의 원사를 적재한 대차의 경우에는 밀기 시작 힘이 13.1 kg인 것에 비해, 당기기 시작 힘은 20.8 kg으로 상당히 큰 차이를 보였으며, F 사업장에서 192 kg의 원사를 적재한 대차의 경우에도 밀기 시작 힘이 14.9 kg 인데 비해 당기기 시작 힘은 22.3 kg로 큰 차이가 나타났다. 대차 바퀴가 한쪽 방향으로만 좀 더 잘 굴러가는 상태에 있지 않

을까 하는 추정을 가능하게 하는 부분들이었다. 대차 바퀴에 원사 찌꺼기가 감긴 상태나 바퀴가 한쪽 방향으로만 더 마모되어, 특정한 한쪽 방향으로 이동하는데 힘이 더 들게 할 개연성이 있을 것으로 추측된다. 이런 내용은 작업장이나 대차의 설계단계에서 고려할 내용이기 보다는 작업관련성 근골격계질환 예방을 위한 현장의 작업관리에서 고려해야 할 내용으로 생각되며, 추후 조사과정에서 대차 바퀴 조정 전후의 밀기-당기기 평가를 통해 확인할 수 있을 것으로 기대한다.

V. 결 론

1) 밀기-당기기 작업이, 노동부에서 고시한 근골격계 부담작업에 포함되지 않았다고 하더라도, 밀기-당기기 작업 기준을 초과하는 경우가 다수 확인되었으므로 근로자, 사업주 모두에게 작업관련성 근골격계질환의 위험요소로서 인지되어야 할 것이다.

2) 적재 중량이 해당 사업장에서 가장 무거운 대차에서도 기준을 초과하지 않거나 상대적으로 가벼운 경우에도 밀기-당기기에 소요되는 힘이 기준을 초과하는 경우가 있으므로, 근골격계질환의 작업관련성 평가나 작업의 위험성 평가과정에서는 해당 작업에 대한 실측값을 제시할 필요가 있을 것으로 보인다.

3) 작업현장에서 이루어질 수 있는 관리방안으로서, 이동경로의 바닥을 편평하고 고르게 하는 것과 더불어 대차 바퀴의 주기적 교체 및 정기 정비를 포함한 유지관리가 산업보건 전문가 및 현장관리자들에게 강조되어야 할 것이다.

참고 문헌

김경아, 이호철, 송영웅. 손잡이 너비, 높이, 수평 각도가 손수레 운전 시 필요한 밀기, 들기, 회전 힘에 미치는 영향. 한국안전학회지 2011; 26 (1): 58-64.
 김규상, 박정근, 김대성, “직업성 근골격계질환의 발생 현황과 특성. Journal of the Ergonomics Society of Korea 2010; 29 (4): 405-422.
 김정룡. 작업관련성 근골격계질환 예방을 위한 인간공학: 유해요인조사방법론을 중심으로. 민영사; 2004. pp. 202-213

김현호, 박현진, 박기혁, 김욱, 유찬영, 김중호, 박정선. 산업재해 중 근골격계질환 요인 특성 분석. Journal of the Ergonomics Society of Korea 2009;28(3):17-25
 노동부. 2009년도 산업재해 분석. 2010 [cited 2011 Sep 2]. Available from: URL: [http://www.kosha.or.kr/tr/trList.jsp?menuId=5482&urlCode=T3|Y|5443|65|65|1033|5424|5443|bridge?menuId=5482|Y|&menuUrl=/bridge?menuId=5482|Y|&menuUrl=/bridge?menuId=5482&siteId=1&searchField=&searchInput=&pageNum=1&medSeq=48](http://www.kosha.or.kr/board?tc=RetrieveBoardListCmd&boardType=A&contentId=308651&pageNum=1&urlCode=T3|Y|554|6|6|46|551|554|board|N&tabId=&searchField=TITLE&searchInput=문명국, 김철홍. 작업위치와 손잡이 형태에 따른 남녀별 최대 밀기 능력(MVC)의 측정과 활용에 관한 연구. 대한인간공학회 2006년 춘계학술대회논문집 2006; 177-180

 이관석. Biomechanical Model of pushing and pulling. 대한인간공학회지 1982; 1 (2): 3-10

 이관석, 정민근. A study of electromyographic signals during isometric hand pushing and pulling in a free posture. 대한인간공학회지 1989; 8 (2): 3-18

 한국산업안전공단. 근골격계질환 예방관리 프로그램 운영 매뉴얼-섬유 또는 섬유제품제조업-. 2007 [cited 2011 Sep 2]. Available from: URL:<a href=)
 한국산업안전보건공단. 업종별 위험성평가 모델 - 직물업. 2010a [cited 2011 Sep 2]. Available from: URL: <http://www.kosha.or.kr/tr/trList.jsp?menuId=5482&urlCode=T3|Y|5443|65|65|1033|5424|5443|bridge?menuId=5482|Y|&menuUrl=/bridge?menuId=5482&siteId=1&searchField=&searchInput=&pageNum=1&medSeq=48>
 한국산업안전보건공단. 섬유제품제조업 업종현황. 2010b [cited 2011 Sep 2]. Available from: URL:<http://www.kosha.or.kr/bridge?menuId=5443>
 Imrhan SN. Push-Pull force limits. In Karwowski W, Marras WS, editors. Occupational Ergonomics, principles of work design. 1st Ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2003; 23-1~23-14
 Liberty Mutual. Manual Materials Handling Guidelines; Tables for evaluating lifting, lowering, pushing, pulling, and carrying tasks. 2004 [cited 2011 Sep 2]. Available from: URL: http://libertymmhtables.libertymutual.com/CM_LMTablesWeb/pdf/LibertyMutualTables.pdf