

## 근골격계질환과 인간공학



김 유 창  
동의대학교 공과대학  
산업공학과

### 1. 서론

현대 사회는 과학기술의 발전에 힘입어 많은 생산 시설이 자동화되어 가고 있지만, 아직도 많은 생산 현장에서는 사람이 직접 물건을 들고, 옮기고, 조립해야 하는 생산 활동이 활발하게 수행되고 있다. 특히, 우리나라에서는 지금까지의 산업발전이 신발, 섬유, 자동차, 조선, 철강업 등 노동집약형 산업에 많이 의존해 왔는데, 이러한 유형의 산업발전의 결과로 급속한 경제 성장을 가져온 반면, 부정적인 측면으로는 다양한 원인에 의한 높은 산업 재해를 들 수 있다. 산업재해는 작업자의 실수나 생산 설비의 오작동 등에 의한 순간적인 사고에 기인하는 경우도 많지만, 최근에 와서는 잘

못된 작업 환경 및 작업방법으로 인한 과도한 작업부하가 작업자에게 누적되어 발생하는 요통, MDT 증후군과 같은 근골격계질환으로 인한 요양 신청이 급격히 증가하고 있다. 이 질환은 특정한 신체 부위의 반복 작업과 불편하고 부자연스러운 작업 자세, 강한 노동 강도, 과도한 힘, 불충분한 휴식, 추운 작업 환경, 진동 등이 원인이 되어 목, 어깨, 팔꿈치, 손목, 손가락, 허리, 다리 등 주로 관절 부위를 중심으로 근육과 혈관, 신경 등에 미세한 손상이 생겨 결국 통증과 감각 이상을 호소하는 근골격계의 만성적인 건강장해다.

선진국에서는 [표 1]과 같이 이러한 근골격계질환이 이미 직업병의 상위를 차지하고 있다. 미국의 경우 2000년 241,800건으로 전체 직업병의 67%를 차지

[표 1] 한국과 미국의 근골격계질환의 발생 현황 비교

연 도	한 국		미 국	
	총 직업병 건수	근골격계질환 발생 건수(%) - 요통포함	총 직업병 건수	근골격계질환 발생 건수(%) - 요통포함
1996	1,529	506(33.1%)	439,000	281,100(64.0%)
1997	1,424	221(15.5%)	429,800	276,600(64.0%)
1998	1,288	123(9.5%)	391,900	253,300(65.0%)
1999	1,521	190(12.5%)	372,300	246,700(66.0%)
2000	2,459	814(33.1%)	362,500	241,800(67.0%)

하고 있고, 150~200억불의 보상비용을 포함하여 연간 전체 손실비용이 450~540억불 이상인 것으로 알려져 있다.

또한 유럽의 경우는 유럽 근로자의 약 4천만 명 이상 노동력의 30%가 근골격계질환에 노출되어 있다고 한다.

국내의 경우 MF이후 높은 증가세를 보이고 있으며, 요통을 포함한 직업성 근골격계질환으로 산재 처리된 노동자는 99년 190명, 2000년 814명, 2001년 1598명 매년 급증하고 있다. 특히 현대자동차 5공장의 경우 41명의 근로자가 요양신청 승인을 받았다. 또한 15명의 근로자가 특수 검진 후 추가로 9명의 근로자가 요양신청 승인을 받았으며 이런 과정에서 현대자동차는 이런 근골격계질환 비용으로 30억원 이상을 지출한 것으로 추정하였다. 최근에는 대우조선해양주식회사에서 근골격계질환 소견자 248명중 87명이 요양신청을 하였다. 이밖에 대우 자동차는 80% 이상, 미포조선 60% 이상의 작업자가 근골격계질환 호소하고 있고, 경남지역 금속산업 17개 사업장은 73.1% 근골격계질환을 호소하고 있다. 환자로 처리되지 않은 유사환자를 고려하면, 국내에서 근골격계질환을 앓고 있는 노동자는 연간 3만~4만명 정도로 추정된다.

미국은 이미 근골격계질환의 심각성을 인식하고 대기업과 일부 주에서 작업자들의 각종 근골격계질환 관리 기준 등을 마련하여 예방활동을 하고 있다. 특히 미국은 근골격계질환을 예방하기 위해 인간공학을 접목시키고 있다. 인간공학적 접근은 근골격계질환의 원인을 다양한 분석기법을 통하여 찾고, 이들 원인을 제거하기 위한 개선책을 제시함으로써 근골격계질환을 최소화한다. 또한 우리 나라도 근골격계질환의 예방을 위해 인간공학의 중요성을 인식하고 사업

장의 안전보건관리자와 작업을 수행하는 작업자들에게 인간공학 관련 교육을 충분히 시켜 근골격계질환을 줄여야 할 것이다.

## 2 근골격계질환

### 2.1 근골격계질환 정의와 위험작업



근골격계질환을 예방하기 위하여, 근골격계질환을 앓고 있는 노동자는 연간 3만~4만명 정도로 추정된다. 환자로 처리되지 않은 유사환자를 고려하면, 국내에서 근골격계질환을 앓고 있는 노동자는 연간 3만~4만명 정도로 추정된다. 환자로 처리되지 않은 유사환자를 고려하면, 국내에서 근골격계질환을 앓고 있는 노동자는 연간 3만~4만명 정도로 추정된다. 환자로 처리되지 않은 유사환자를 고려하면, 국내에서 근골격계질환을 앓고 있는 노동자는 연간 3만~4만명 정도로 추정된다.

### 2.2 근골격계질환 발생원인

근골격계질환은 단순반복 및 작업강도의 강화, 공구사용의 증대 등과 같은 새로운 작업환경의 변화와 함께 작업자의 개인적 특성과 여러 가지 작업조건 특

성들이 상호 복합적인 위험요인으로 작용하여 결국 근육, 관절, 혈관, 신경 등에 미세한 손상을 일으키게 된다.

1) 부자연스러운 자세

지속적으로 불안정한 작업자세를 취할 경우 근골격계질환의 빈도가 증가하는데, 부위별로 보면 목을 과도하게 구부릴 경우(45도 이상) 또는 옆으로 비트는 자세 등이 질병 발생위험도가 증가하는 대표적인 부자연스러운 작업자세라 할 수 있다.

2) 과도한 힘

과도한 힘을 요구하는 일은 근육, 건, 인대, 관절에 더 큰 부담을 주게 된다. 힘이 들수록 증가된 힘을 유지하는데 필요한 다른 심리적 요구와 더 많은 근육의 힘과 같은 신체적 요구가 증가하게 된다. 이러한 형태의 경험이 지속되고, 또한 회복에 필요한 시간이 확보되지 않았을 때는 피로감뿐만 아니라 근골격계질환을 유발할 수 있다.

3) 반복

유사한 동작이 8시간 작업기간 동안 빈번하게 반복된다면(예 : 매 몇 초마다) 피로와 근육-건에 대한 부하가 축적될 수 있다. 오랜 휴식을 취하는 것보다는 작업 중 잠시 잠시 쉬는 것이 건과 근육의 피로를 더 빨리 회복할 수 있다. 같은 작업을 수행하는데 반복적인 동작은 부자연스러운 자세와 힘이 동반될 경우에는 근골격계질환의 위험이 더욱 증대된다.

4) 작업의 지속시간

이것은 위험요인에 노출되는 시간을 의미한다. 단순 반복작업인 경우 근육 조직에는 극히 미세한 손상만이 발생하며, 이러한 미세 손상은 평상시 동작에서는 전혀 문제가 되지 않는다. 그러나 장기간의 연속 작업이나 부족한 휴식은 회복에 필요한 충분한 시간을 가질 수 없기 때문에, 이러한 미세 손상이 경우에 따

라서는 복원이 불가능한 상태까지 갈 수도 있다. 따라서 작업중간에 규칙적인 휴식시간이 작업자에게 주어져야 한다.

5) 진동

인체의 인식 진동범위는 1~400cps이며 피부 진동 인식의 최대치는 1,500cps이다. 이 범위내에서 연속적 또는 장시간 노출되면 진동 장애의 위험을 가지게 된다. 해머연마기, 그라인더, 임팩트 렌치 등 비교적 작업자의 손작업으로 이루어지는 기계 사용자에게서 많이 일어나는 장애이다.

6) 기타 요인들

근골격계 질환에 대한 위험 인자들의 형태와 크기에 영향을 줄 수 있는 작업환경에는 다음과 같은 것이 있다.

- ① 저온
- ② 날카로운 면과의 반복적인 신체 접촉
- ③ 불충분한 휴식
- ④ 체격과 체력 등 개인적 요인
- ⑤ 류마티스 관절염이나 전신성 루프스 등의 개인 질환
- ⑥ 정신 심리적 요인 및 사회적 요인

2.3 근골격계질환의 병태

누적외상성 질환의 증세는 매우 다양하며 구분하기가 애매한 경우가 많으나, 특히 통증, 민감함, 쇠약함, 부어 오름, 무감각함 등의 증세를 보이게 되는데, 이러한 증세는 일반적으로 그림 2와 같이 세 단계로 분류할 수 있다.

3 인간공학적 해결방안

3.1 인간공학의 정의

오늘날 많은 일들을 기계가 하고 있다. 이와 같은 기계화와 자동화의 증가는 일의 속도를 향상시킬 뿐만 아니라 때때로 일을 흥미없게 하고 있다. 반면에 과도한 육체적 격무를 포함해 여전히 손으로 해야 하는 많은 일들이 있다. 수작업의 결과중에 하나가 많은 작업자들이 척추의 통증, 목의 통증, 손목이나 팔다리 통증, 눈의 피로를 겪고 있다. 인간공학은 작업자들이 사용하는 물건이 작업자들의 능력과 한계, 그리고 그들의 필요에 좀더 잘 맞도록 물건 자체나 그것이 사용되는 작업환경을 변화시키고자 시도하는 학문이다. 또한 인간공학은 작업자를 위하여 작업장이 어떻게 설계될 수 있는가 또는 많은 건강상의 문제를 예방하고 효율을 증가시키기 위해서 작업자들에게 어떻게 적용될 수 있는가를 결정하는데 사용된다. 즉, 작업자들이 작업에 맞추어지는 것이 아니라 그 작업을 작업자들에게 맞게 하기 위해서인 것이다. 한가지 단순한 예로 작업대의 높이를 높여서 작업자가 자신의 작업구역에 닿기 위해서 몸을 구부리지 않아도 된다는 것이다.

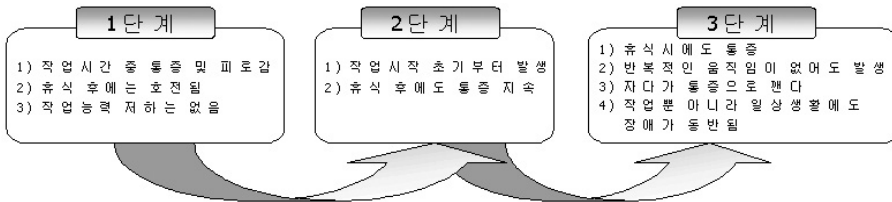
### 3.2 인간공학적 작업평가

NLE(NIOSH Lifting Equation), OWAS, RULA, REBA 등 이런 인간공학적 작업평가기법들은 이미 많은 문헌과 현장에서 근골격계질환을 판단하고 예방하기 위한 기법으로 사용되고 있다. 그중 많이 사용되는

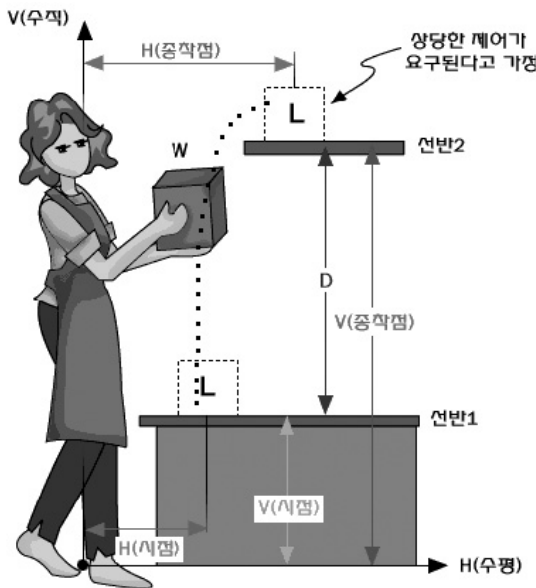
기법 몇 가지만 소개한다.

#### 1) NLE (NIOSH Lifting Equation)

1991년 미국의 국립산업안전보건원 (National Institute for Occupational Safety and Health : NIOSH)에서는 주어진 작업조건에서 인력운반 작업시, 특히 들기작업시 안전하게 작업할 수 있는 작업물의 중량을 계산하기 위한 지침을 제시하였다. 이 평가 기법은 인체역학적 작업부하, 작업자세로 인한 부하, 생리적 측면의 작업부하를 모두 고려한 것이다. 그러나, 이 기법은 들기작업에만 적절하게 쓰일 수 있기 때문에, 반복적인 작업자세, 밀기, 당기기 등과 같은 작업들에 대한 평가에는 어려움이 있다.



[그림 2] 근골격계질환 증세



항상 작업은 노숙된 자세 없이 반팔에 커서만 작업자세를 평가할 수 있도록 하였다. 이 기법은 현장 적용이 용이한 장점 때문에 철강공장, 기계공장, 정비공장, 간호사, 어업, 건축업 등 많은 작업장에서 작업자세를 평가하기 위한 방법으로 이용되었다. 그러나, 이 기법은 분석 결과가 구체적이지 못하고, 세밀한 분석이 어려운 단점이 있어 이를 개선하려는 연구가 필요하다. 실제로 OWAS와 유사한 작업자세 평가기법들이 많이 개발되고 있다.

### 3) RULA

영국의 노팅햄대학(Univ. of Nottingham)에서 1993년에 어깨, 팔목, 손목, 목 등 상지에 초점을 맞추어 작업자세로 인한 작업부하를 평가하기 위해 개발한 기법이다. RULA는 OWAS와 마찬가지로 분석자가 관찰을 통해 작업자세를 분석할 수 있도록 고안된 것이다. OWAS 계통의 작업자세 평가기법과는 다르게 작업자세 분류체계에 부하 수준을 정의하고 이를 근거로 작업부하를 분석하는 방법을 이용하고 있어

접근방식이 보다 합리적이라 할 수 있다. 그러나, 이 기법도 세밀한 분석 결과를 제시하지는 못하며, 상지의 분석에 초점을 두고 있기 때문에 전신의 작업자세 분석에는 한계가 있다.

### 4) ANSI Z-365

1996년 미국표준연구원에서 개발한 것으로 상지에서 발생하는 근골격계관련 질환 예방을 위한 구체적인 지침을 정해 놓고 있다. 위험요인 평가를 위해 점검표를 활용하도록 되어 있고 평가 결과 10점 이상이면 저위험성을 초과하는 것으로 판정하여 구체적인 작업 분석을 하도록 되어 있다.

이런 평가기법들은 미국이나 유럽에서 개발되었고, 서양인의 체형과 생리적 특성치를 포함하고 있는 것들이기 때문에 우리나라 사업장에 적용하기에는 무리가 있는 것으로 평가되는 것들도 있음에 유의해야 한다. 또한 이런 기법들을 다루기 위해서는 어느 정도 교육을 받아야 하며 어떤 평가기법들은 약간의 계산도 해야 하는 번거로움이 있다. 그러나 외국에서는 이런 문제점들을 해결하기 위해 웹 상에 많은 인간공학적 기법들을 프로그램화하여 인간공학 전문가가 아니더라도 웹 상에서 누구나 쉽게 분석할 수 있도록 하였다. 또한 우리나라에도 많지는 않지만 그런 인간공학적 기법들을 프로그램화하여 웹 상에서 쉽게 분석할 수 있는 사이트가 있다 (<http://www.safetyweb.co.kr>)

[그림 4] SafetyWeb 홈페이지



### 3.3 인간공학적 해결방안

근골격계질환에 대한 인간공학적 해결방안은 많지

영역, 작업공구 또는 작업대를 작업자에게 적합하게 맞추어 주는 것이 필요하다.

#### 2) 인력운반작업

지속적인 기계화로 전환에도 불구하고 아직도 작업장에는 인력운반작업이 행해지고 있다. 그러나 작업의 성질과 취급물에 따라 인력 또는 기계운반작업에 의한 구분을 따로 할 필요가 있다. 또한 단순하고 반복적인 작업, 지속적이고 표준화되어 있는 운반량이 많은 작업, 취급물이 무거운 작업과 같은 경우에는 반드시 기계운반으로 해야 한다.

#### 3) 수공구

수공구의 부적절한 사용과 부적절하게 설계된 수공구의 사용은 근골격계질환을 유발시킨다. 따라서 사용되는 수공구는 진동이 없어야 하고, 작동하는데 큰 힘을 요하지 않아야 한다. 또한 수공구를 다루는 작업은 작업 중간중간에 짧게 자주 쉬는 것이 좋다.

#### 4) VDT(Visual Display Terminal) 작업

선진국에서 권고하고 있는 작업조건, 즉 작업시간,

작업량, 중간휴식시간에 대한 지침을 마련하여 작업 강도를 줄여 주도록 한다. 또한 장시간의 연속작업을 피하고 탄력적인 휴식을 도입하고, 오래 일하고 한번에 몰아 쉬는 것보다 짧게 여러 번 쉬도록 하는 것이 VDT병을 예방하고, 피로의 진행 및 누적 막는데 도움이 준다.

#### 5) 관리적 방법

인간공학적 해결방안(작업자세 및 방법, 인력운반 작업, 수공구, 환경조건 등)으로 해결하지 못하였을 경우 작업확대, 작업자교대, 작업휴식 반복주기, 교육 등과 같은 관리적 방법을 통하여 근골격계질환을 최소화하도록 한다.

### 3.4 인간공학 프로그램

선진국에서는 이미 오래 전부터 위에서 설명한 인간공학 해결방안을 포함한 인간공학 프로그램을 만들어 정부의 적극적인 홍보와 대기업의 참여로 인간공학 프로그램을 운영하고 있다. 미국의 많은 보고서에서는 인간공학 프로그램이 근골격계질환과 근골격계질환자에 대한 비용을 감소시키고 또한 생산성 향상과 작업자 사기 진작을 유도하며 작업자의 이직률과 결근률을 감소시킨다고 하였다.

최근 미국의 GAO(General Accounting Office)에서도 인간공학 프로그램들이 근골격계질환과 근골격계질환자에 대한 비용을 감소시킨다고 보고하고 있다. 다음은 인간공학 프로그램을 운영하여 성공한 몇몇 기업의 예이다.

#### ① Red Wing Shoes (미네소타주 신발 공장)

두 개의 새로운 공장을 가동 후에도 작업자의 보상 비용이 75% 감소

#### ② Fieldcrest-Cannon (조지아주 방직 공장)

3년만에 근골격계질환자를 121명에서 21명까지

감소

③ Fresno Bee (캘리포니아주 신문사)

의료비용과 일시적인 장애비용이 80% 감소

④ Woodpro Cabinetry (미주리주 캐비닛 공장)

근골격계질환이 감소함으로써 작업자 보상비용 \$42,000를 절약

현재 우리나라 기업에서 인간공학 프로그램을 운영하고 있는 곳은 한 곳도 없고, 대우조선해양과 현대자동차에서 추진 중에 있다. 최근 들어 근골격계질환의 심각성을 인식하고 미국과 마찬가지로 정부차원에서 인간공학 프로그램을 법제화하려고 추진 중에 있으며 초안을 공청회등을 통하여 의견 수렴 중에 있다. 우리나라도 선진국의 인간공학 프로그램을 도입하거나 우리나라 실정에 맞게 인간공학 프로그램을 개발하여 근골격계질환을 예방할 수 있도록 정부, 경영자, 작업자 모두가 노력해야 할 것이다.

#### 4. 결론

작업관련 근골격계질환은 일정기간의 잠재기간을 거쳐 유해요인 영향의 누적된 결과에 의한 자각증상으로 나타나며, 이때에는 본인의 증상의 호소 외에 특별한 진단방법이 없어 객관적인 임상검사에 의한 조기진단이 불가능하다. 또한 일단 증상이 나타나고도 아무런 조치를 취하지 않을 경우 근육장해, 관절부위 조직의 장해, 신경장해 및 혈관장해 중 단일형태 내지는 복합적인 질병의 형태로 급속히 진전되는 경향이 있어 기업주에게는 치료 및 기타 관리비용의 부담을 가중시키게 된다. 따라서 근골격계질환을 최소화하기 위해서는 치료도 중요하겠지만 무엇보다 근골격계질환이 걸리지 않도록 일상적이고 지속적인 예방관리가

더 중요하다. 미국에서는 이미 근골격계질환의 심각성을 인식하여 이들 질환을 예방하기 위한 인간공학 기준을 산업안전보건법으로 제정할 것을 2000년 4월 27일에 제안하였다. 우리나라에서도 근골격계질환을 사업주의 책임으로 미루지 말고 우리 모두의 문제라는 것을 인식하고 미국의 제도를 기초로 하여 사업장에서 자율적으로 인간공학 프로그램을 적용할 수 있도록 정부차원에서 관련 제도를 정비하고 각종 지침을 개발 보급함으로써 작업자의 근골격계질환 예방을 위한 쾌적한 작업환경을 조성해야 할 것이다. 