

# 인간공학

실행지침서

2판

미국 국립안전협회

편집자: Patricia M. Laing  
기술 자문: Barbra Jean Dembski  
Jill Niland  
그림지 제작: Bob Sunyog  
구성 및 내부디자인: Publishing Solutions

## 최초 판매의 판권, 기권 증서

미국 국립안전협회의 자료는 미국 관련 법에 의해 완전히 보호되며 구입자의 비상업적, 내부용으로만 쓰일 수 있다. 미국 국립안전협회의 사전 서면 동의 없이는 구입자는 자료를 (미국 국립안전협회의 지점이나 가입자가 아닌 경우에 대해) 대여할 수 없으며, 판매, 양도, 특정 매체에 의한 방송, 구입자 조직 외의 공공 전시 또는 사용, 또는 복제, 검색 시스템에 저장, 전자, 기계적, 사진복제, 기록 또는 어떤 형태, 방법으로의 전송을 일체 금하는 것에 대해 동의해야 한다. 미국 국립안전협회의 서면 허가가 없이는 보상을 받는 것을 목적으로 하는 본 자료 등의 교육은 일체 금지되어 있다.

## 기권

본 출간물에 포함된 정보나 권장사항이 신뢰성 있는 자료로부터 나온 것이 라도 미국 국립안전협회는 본 정보나 권장사항의 정확성, 충족성 또는 완전 성에 대한 보장, 책임을 지지 않는다. 기타 또는 추가 측정이 특정한 상황 에서 요구되는 것일 수 있다.

국회 도서관, 출판 자료 점검표  
미국 국립안전협회  
인간공학: 실행지침서  
국제 그림준 서적 번호: 0-87912-168-8  
국회 도서관, 카드 점검표 번호: 92-085026  
5C795                                  생사번호: 12218-0000

# 목차

## 서문

### 1장: 작업장에서의 인간공학 1

인간공학이란? 2

인간공학전문가의 인증 7

### 2장: 인간공학의 문제 인식 9

문제 장소의 인식 9

인간공학 문제의 징후 11

인간공학 필요성의 인식 시점 16

시설의 평가 18

### 3장: 인간공학 작업의 분석 19

인간공학 작업 분석의 실행 20

자료 분석과 바람직한 변화 24

### 4장: 인체 측정학과 작업장의 스트레스 요인 26

인체 측정학 26

스트레스 요인 29

### 5장: 앉아서 그리고 서서하는 작업 36

앉아서 하는 작업 36

서서하는 작업 38

앉아서하는 작업과 서서하는 작업의 결합 39

### 6장: 중량물 운반작업 40

요통 장애의 유발요인 40

들어올리는데 영향을 주는 요인 42

작업 변수와 NIOSH의 중량물 취급 방정식 46

중량물 취급의 3가지 범위 48

중량물 취급 작업 프로그램에 대한 지침서 51

밀기, 끌기 및 운반 작업의 재디자인 54

중량물 취급 기술 55

### 7장: 작업관련 상지의 장애 59

일반적인 위험요소 59

누적외상성 장애의 일반적 형태 62

**8장: 작업도구, 제어장치 및 표시장치 74**

부적절한 손과 손목의 위치 74

요구되는 힘 75

그립과 핸들 디자인 76

토크(Torque) 77

진동 77

무동력 수공구 79

제어장치와 표시장치 79

**9장: 인간공학 프로그램을 이행하는 방법 82**

최고 경영층의 위임 82

작업자의 참여 83

인간공학 프로그램의 설정 84

문제의 인지 85

위험 방지와 관리 85

훈련 86

**부록 1 : 전반적인 설비 점검표 87**

**부록 2 : 워크스테이션 점검표 90**

**부록 3 : 의자 평가를 위한 질문사례 95**

**부록 4 : 수공구 상해 감소를 위한 점검표 96**

**부록 5 : 인간공학 프로그램 개발 98**

**부록 6 : 인간공학 자문위원 선택 100**

문제점 100

실행 101

결과 101

공정 102

직원 102

가격 103

교육 1103

경력 1104

**용어 해설 105**

# 서문

인간공학은 인간 능력, 인간 한계 그리고 신체구조와 관련된 다른 인간의 특징에 관한 지식을 총칭한다. 인간공학은 작업장에서 이용될 경우, 도구, 기계, 시스템, 작업과 안전하고 편안한 환경, 효율적인 인간 활용을 계획하는데 이러한 지식을 적용하는 것이다. 다시 말하면, 인간공학은 산업 재해나 질병을 예방하고 피로, 실수, 불안정한 행동의 가능성을 감소시키기 위해 작업을 작업자에게 적합하도록 만드는 것이다.

**인간공학:** 실행지침서는 작업장에서의 인간공학적 문제들을 확인하고 정정하는데 있어 안전보건전문가에게 도움을 주기위한 교재이다. 이 설명서는 작업 방법 및 워크스테이션을 분석하는 방법과 인간공학적 문제들을 확인, 해결하고, 우선 순위를 설정하며, 인간공학 프로그램을 이행하는 것에 대해 언급한다. 이 설명서는 사용자에게 유용한 안내서이다.

미국 국립안전협회는 검사와 교정에 참여한 다음의 인간공학 전문가들에게 깊은 감사를 그림한다.

: Thomas Armstrong, Kenneth A. Drew, Christopher Dockery, Dieter Jahns, Marilyn Joyce, Gary Lovested, Babak Naderi, Richard Niemeier, Donald Olsen, Larry Reed, Steven E. Snelling & Denise Yanko  
특히 오랜 시간 동안 여러 단계의 원고를 검사해 준 협회 간부들에게 감사한다.: Barbra Jean, Dembski & Jill Niland

# 1 작업장에서의 인간공학

작업장에서의 인간공학적 개선은 많은 이익을 가져온다. 인간공학은 작업자의 위험을 제거하기 위한 응용공학이기 때문에 위험 요소를 제거하고, 사고 발생을 예방한다. 이 같은 문제 해결을 위한 프로그램은 매우 긍정적인 효과를 낸다. 작업을 분석하고 이에 인간공학을 접목시킴으로써 산업 재해와 질병에 대한 기업의 관심을 근로자들에게 표명할 수 있으며, 그들을 배려한다는 것을 나타내게 된다. 과로로 인한 척추 손상이나, 누적외상성 장애와 같이 인간공학과 관련된 문제를 감소 또는 제거함으로써 작업 능력을 개선시킬 수 있다. 작업장에서 인간공학적 환경을 개선했을 시에 다음과 같은 결과를 가져온다.

- 사기 증진
- 작업의 질 개선
- 능력 향상
- 생산성 향상
- 결근율 감소
- 불량 제품 반품 감소
- 요통재해 감소
- 반복외상성장해 감소

작업장에서의 인간 공학적 개선은 많은 비용을 들이거나, 고도로 복잡한 것이 아니다. 문제에 대한 객관적인 접근, 작업 방법에 대한 철저한 분석 및 기본적인 인간공학 원칙에 대한 해박한 지식을 통해 중대한 변화가 일어날 수 있다.

본 안내서는 이러한 변화를 성취하기 위한 정보와 지식을 제공하기 위해 제작되었다. 인간공학의 기본적인 원칙을 소개하고, 작업 방법과 작업장을 분석하는 방법이 제시될 것이다. 본 안내서는 인간공학적 문제를 인식하고 해결하며, 우선 순위를 설정하는 방법을 제시한다.

본 안내서는 인간공학 문제를 인식하고, 정정하도록 하며, 인간공학 프로그램을 설정하고 관리하는데 도움이 되는 신속한 참고 자료(quick-reference)가 된다. 다른 자료를 원하면 본 안내서의 후반에 있는 참고 문헌을 참조하기 바란다.

## 인간공학이란?

인간공학이란 단어는 두 그리스어에서 파생한다.: *ergon*은 “작업”이란 의미이고, *nomos*는 “법”을 의미한다. 인간공학은 문자 그대로 “작업의 방법”을 의미한다. 인간공학은 시스템과 그것을 조작하고 유지하는 사람의 상호작용과 관련된 과학, 공학적 원리이다. 따라서, 인간이 시스템을 조작하는 일부분에 참여하게 되면 인간공학은 당연히 고려되어야 한다. 시스템은(전력을 발생하는 핵발전소와 같은), 가장 일반적인 의미로, 주어진 목그림을 성취하기 위해 관련 요소를 조직한 결합체이다.

1990년에 설립된 인간공학전문가 인증 위원회에서는 인간공학을 인간의 능력, 한계 및 디자인과 관련된 기타 인간의 특성에 관한 지식의 총체로 정의한다. 인간공학 디자인은 이같은 지식의 총체를 도구, 기계, 시스템, 직무와 안전하고 편안한 환경과 효율적인 인간의 활용을 디자인하는데 적용된다.

산업안전보건청(OSHA)는 인간공학을 인간의 신체적, 심리적 능력과 한계와 관련해서 작업의 요구 사항을 프로그램하는 연구로 정의하였다. 즉, 인간공학은 작업에 인간을 맞추는 것이 아니라, 인간에게 적절한 형태로 작업을 맞추는 방법을 추구한다. 이 원리의 목적은 설비, 환경, 직무, 도구, 장비, 공정, 그리고 훈련방법을 평가하고 디자인하여 특정한 작업자의 능력에 접목시키므로써, 직업성 장애를 예방하고 피로, 실수, 불안정한 행동의 가능성을 감소시키는 것이다. (연방 기록, 57권, no.149, 1992. 8.3)

인간공학의 분야는 광범위하고, 근육 피로를 최소화하도록 제어장치를 디자인하는 것 외에, 두뇌의 정보-공정 기능과 신체 부위 그리고 몸의 긴장을 적응시키는데 초점을 맞춰 연구한다. 이러한 전문분야는 현대에 이르러서야 전 세계적으로 “인간공학(ergonomics)”으로 지칭되지만, 미국에서는 이미 1940년대부터 “인간 인자 공학(human factors engineering)”으로 널리 알려졌다. 그림 1-1 은 인간 공학의 개관을 제시하고 있다.

인간공학은 몇 가지 분야로 구성되어있다.: 공학, 생리학, 의학, 인체측정학 그리고 행동 과학. 인간공학 프로그램을 설정할 때는 이 모든 것이 고려되어야 한다. 다른 고려 사항도 있다.:

- 심리적 요소 - 태도, 동기
- 신체적 요소 - 연령, 성별, 보건 상태, 신장
- 생리학적 요소 - 음식 (섭취, 저장), 산소 (폐, 심장)
- 학습 요소 - 훈련, 지식, 적응력

- 작업의 성질 - 강도, 지속성, 율동성, 기술력, 위치
- 환경 - 냉·난방, 소음 정도, 고도, 오염도

위의 요소는 본 교재의 후반에 다루어진다.

인간공학은 인간의 능력과 한계가 양립할 수 있도록 집중적으로 시스템을 디자인하는데 이용된다. 따라서, 인간공학의 목적은 작업장의 모든 환경 요소를 포함한 시스템을 디자인하여 최상의능률을 올리는 것이다.

인간공학자는 인간의 특징과 행동에 대한 정보의 체계적인 응용을 인간이 사용하는 장비, 설비 및 환경의 프로그램과 평가에 접목하도록 시도한다. 체계적인 접근을 위해 인간공학자는, 몇 가지 예를 들자면, 인사 결정, 훈련과 훈련 방법론, 작동 방법과 과정 및 하드웨어와 소프트웨어의 설계도 염두해야 한다. (참조, “체계적인 접근”에 관한 OSHA의 정의 요약)

체계적인 접근은 이론적으로 서로 다른 두 분야로 적용되어 두 가지 형태의 인간공학이 된다.:

1. **사후 행동의 인간공학.** 사후의 교정 작용은 성과가 나타난 후에 시도될 수 있다. 예를 들어, 설계 및 배치의 오류는 산업 재해 또는 질병이 발생한 후에 정정된다.
2. **사전 행동의 인간공학.** 본 분야는, 교정 작용이 산업 재해나 질병이 발생하기전에 취해지므로 진정한 사고 예방법이다. 예를 들어, 장비 설계, 작업 배치와 작업 환경이 작업상의 위험을 감소하기 위해 분석되고, 누가 상해를 입기 전에 예측 가능한 위험을 제거한다.

물론, 목표는 모든 사후 교정 작용이 사전 교정 작용으로 전환하는 것이다.

인간 공학의 개관	
먼 과거:	작업에 맞게 사람을 적용시킨다. - 인간공학적이지 않은 접근
과거:	사람에 맞게 작업을 적용시킨다.
현재:	조정하는 사람과의 융합을 위해 작업, 장비, 도구 및 환경을 설계한다. - 인간공학적 디자인에 접근
미래:	인간의 기본적인 능력과 한계, 가치, 그리고 필요조건들을 생산 작업 환경과 융합시키는데 초점을 맞춘다. - 인간공학적 접근 노동력과 작업장의 보건과 안전을 증진시키고, 고품질의 작업과 작업 생활을 가져온다.

그림1-1.



## 인간공학의 역할

인간과 작업 환경 간에는 다방면에서 상호 작용이 이루어진다. 인간공학 프로그램을 조직할 때의 문제는 적절한 질문의 제기와 인간공학 프로그램이 적용되어야 할 문제영역을 정하는 것이다. 그림 1-2에서는 고려해야 할 몇 가지 주요한 질문과 문제들을 다루었다.

그림 1-3에서는 작업장과 환경에 관한 논의점을 나열하였다. 본 점검표가 완전하지는 않지만 발생 가능한 인간공학적 문제요소를 설명하고 있다. 이같은 인간 공학적 문제는 하부 척추의 손상, 누적외상성 장애, 그리고 다른 인간공학 관련 사고와 같은 재해나 질병을 낳게 된다. 재해/질병을 감소시키기 위해서는 이러한 문제들과 연관될 수 있는 인간공학적 원리를 이해하여 그 원인이 신속히 인식, 교정되어야 한다.

조직체에 대한 인간 공학의 공헌은 방대하며, 산업재해와 질병의 감소에 기여하였다. 그림 1-4는 이윤면에서 보는 인간공학의 영향에 대한 설명 및 그 영향을 측정할 수 있는 기준을 제시하고 있다.

## 인간 공학적 원리의 적용

인간공학의 목적은, 작업장을 그 작업장에서 일하는 작업자에게 가장 안락하도록 만드는 것이다. 이 세상에 같은 사람은 아무도 없다.

### 인간공학에 대한 기본적인 질문과 문제

#### 질문과 대답

- 어디서부터 시작해야 하는가?
- 인간공학 위원회를 설립하는 방법은?
- 대가는 무엇인가?
- 어떻게 그 효과를 평가할 것인가?
- 어떤 문제를 해결할 것인가?

#### 해결해야 할 문제점

- 도구/생산품의 디자인
- 작업장 디자인
- 신 기술과의 융합
- 작업 환경
- 자재 취급
- 작업 디자인
- 워크스테이션 디자인

그림1-2

## 인간공학 논의점

### 워크스테이션

- 제어장치와 표시장치 디자인
- 작업면의 위치와 방향
- 자세/작업 높이 및 미치는 범위
- 동작/반복
- 진동
- 접근도
- 라벨과 위치 찾기
- 보호와 경고
- 수공구
- 기계류 및 장비의 디자인
- 작업 대상 물체의 크기와 형태
- 작업 장비와 대상 물체의 무게

### 환경 요소

- 조도/소음도
- 온도/습도
- 워크스테이션관리
- 유해 물질

그림 1-3

아무도 없다. 키가 같은 사람이라도 팔이 닿는 범위는 다르다. 몸무게가 같은 사람이라도 발휘하는 에너지는 상당히 다르다. 좋은 작업장은 최소한 근로자의 90%정도는 수용해야 한다. (참조, 4장 인체측정학) 이 일을 수행하기 위한 한가지 방법은 작업자의 신체적 특징을 잘 조절하는 것이다. 작업장이나 개인적인 작업 수행 있어서 기본적으로 신체적 스트레스가 확인되어야 하고, 스트레스를 줄이기 위한 방향으로 전환되어야 한다.

어떤 일이든지 일련의 행동을 필요로 하고, 그에 따른 스트레스의 정도도 다르다. 신체적인 스트레스의 양은 다음의 몇 가지 요소에 의해 결정된다.:

1. 취급하는 힘이나 무게
2. 부하가 가해지는 위치나 자세
3. 작업의 반복
4. 작업의 지속 시간

신체적인 스트레스는 잘 디자인되지 못한 작업장에서 기인한다. 예를 들어, 작업 활동면이 높은 곳에서 반복적인 작업을 하면 어깨에 스트레스가 쌓이게 된다. 작업자체의 성질상 오는 스트레스도 있다.-

예를 들면, 극도로 춥거나 더운 환경에서 작업이 행해지는 경우. 작업자 개인마다 특정한 스트레스에 달리 반응한다는 것을 기억해야 한다. 한 작업자에게 심한 스트레스를 주는 한랭한 환경이 다른 작업자에게는 적절할 수 있다.

다음에 제시된 질문은 주어진 작업에서 스트레스를 유발할 수 있는 요소를 발견할 수 있도록 한다.:

- 작업을 할 때 서서하는가? 앉아서 하는가? 아니면 서서하기도 하고 앉아서 하기도 하는가?(참조, 5장 앉아서 그리고 서서하는 작업의 결합)
- 정지 자세에서 하는 작업인가, 이동이 가능한 작업인가?(참조, 40쪽 동적인 활동과 정적인 근육 활동)
- 많은 힘이나 노력을 필요로 하는 작업인가?
- 필요한 위치까지 뻗는 활동이 대부분의 작업자에게 편안한가? 아니면 과도하게 뻗거나, 굽혀야 하는가?
- 작업 높이가 편안한 정도인가? 아니면 작업자가 어색한 자세로 작업을 해야 하는가?(예를 들어, 작업대위로 굽혀서 작업하는 것은 너무 낮다.)
- 작업이 반복을 많이 하는 작업인가?
- 작업자가 작업하는 속도를 조절할 수 있는가?
- 작업자는 적당히 맞는 용구를 사용하는가?
- 규격에 맞는 개인 보호 장비(personal protective equipment, PPE)를 사용하는가?
- 불편하게 느끼는 작업 환경 요소가 있는가?(높은 실내온도, 오염물, 부적당한 조도 등등)
- 작업자에게 작업이 지루한가?

이러한 요소가 여러 방법으로 결합되어 있음을 알아야 한다. 예를 들어, 작업자가 먼지가 많은 환경에서 작업해야 할 뿐만 아니라, 손을 뻗는데 어려움을 겪을 수도 있다. 이 같은 요소에 대해서는 3장에서 더 언급된다. 본 교재는 이 요소들이 앉아서 그리고 서서하는 작업, 중량물 취급작업, 팔의 누적외상성 장해, 그리고 수공구를 이용하는 작업에 적용될 때 다르다.

그런데 신체적 스트레스를 덜 주는 작업 환경으로 작업장을 바꾸기 전에 작업자의 신체적 특징을 살펴야 한다. 그러한 작업은 인체측정학이라는 과학을 적용함으로써 가능하다.

인체측정학은 다양한 인간 신체 부분의 치수와 관련된 학문이다.(예를 들어, 사이즈, 폭, 몸통 둘레 및 활동 반경) 이러한 치수는 작업자 백분위수를 결정한다.(예를 들면, 5퍼센트의 남성은 팔꿈치부터 손가락 끝까지의 길이가 17.6 in이다.- 95%의 남성은 그보다 길이가 짧다.) 이러한 치수는 작업형태, 작업자 개인의 워크스테이션과 작업자나 사용자가 이용할 제품을 설계하는데 이용된다.

일단 인체 측정 기록 정보를 가지면, 정확히 이용해야 한다.

## 인간 공학의 공헌

이점	제조 측정
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운영자의 승인 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상해/질병의 발생 빈도 및 관련 비용</li> <li>• 작업자 보상</li> <li>• 작업자 양도</li> <li>• 근로자 결근율</li> <li>• 안전에 대한 경각심</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 의존도와 신뢰도 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 불량율</li> <li>• 유지 비용</li> <li>• 물자 지원</li> <li>• 안전에 대한 경각심</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 변화에 대한 유연성 및 적응력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 재프로그램에 걸리는 시간 및 비용</li> <li>• 변경 용이성</li> <li>• 부분 변경</li> <li>• 안전에 대한 경각심</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 효율성 또는 생산성 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부분/시간(교대)</li> <li>• 불량율</li> <li>• 안전에 대한 경각심</li> </ul>

그림 1-4

정보를 적용할 사람과 정보의 기준이 누구인가를 확실히 염두해야 한다. 예를 들어, 탁월한 남성노동 인력이 무겁고, 큰 일을 다룰 수 있는 효과적인 작업 높이를 결정해야 한다. 가벼운 조립 작업을 하는 여성노동 인력에 대한 연구는 적절한 정보가 될 수 없다. 인체측정학적 정보가 작업 환경에 적용되지 않는다면 신체적 스트레스가 생길 수 있다. 자세한 인체측정학에 대한 논의와 인체측정치에 대한 표는 4장에서 다뤄진다.

## 인간공학 전문가의 인증

1992년 전까지, 인간공학자나 인간 요소에 관한 전문가들은 공학이나 심리학과 같은 인간공학과 관련된 전문 분야의 다양한 주정부 공인 면허로 간접적으로만 자격이 인정되었다. 인간공학전문가 인증위원회(The Board of Certification in Professional Ergonomics; BCPE)는 인간 공학에 종사하는 전문가들의 능력을 시험하고 자격을 갖춘 사람을 인증하는 공식적인 조직과 절차를 제공하기 위해 1990년도에 설립된 비영리 단체이다. 위원회는 인간공

학을 인간요소와 동일시하고 인간공학 디자인을 인간요소공학과 동일시하기 때문에 자격을 갖춘 지원자들은 인간공학전문가 인증(Certified Professional Ergonomics; CPE)이나 인간요소전문가 인증(Certified Human Factors Professionals; CHFP) 중의 하나로부터 인정받도록 선택할 수 있다.

위원회는 인간공학 연구자나 이론가들을 인정하는 것이 아니라, 인간 공학에 종사하는 사람을 인정한다. 인간공학 종사자는 (1)이용 가능한 인간 공학적 정보에 대한 해박한 지식이 있고, (2) 생산품, 조직체, 작업이나 환경 등의 디자인에 적용하는 인간 공학 지식의 방법론에 대한 제어력이 있으며, (3)분석, 설계, 검사, 그리고 제품, 조직체나 환경의 평가에 전문가의 지식을 적용할 수 있는 능력이 있는 사람이다. 인간 공학자의 자격으로는 인간공학이나 그와 유사한 분야에 대한 최소한 석사학위와 7년간의 실질적인 근무 경험이 있어야 한다. 인증은 국제적인 기준으로 인간공학자들에게 적용된다.

## 2 인간공학 문제의 인식

인간공학적 개선이 이루어지기 위해선 우선 인간공학적 문제가 어디에 존재하는지를 인식해야 한다. 문제 인식 부분에서 예를 들어, 산업안전 보건 관리 공사(OSHA)의 200공정 서식, 내부 사고 조사 보고 그리고 의학 보고서, 근로자 불만 사항과 같은 문서의 조사가 선행되어야 한다. 현장 조사를 통한 조사도 문제 인식에 도움이 된다. 그림 2-1에는 직접 면담 동안에 고려해야 할 점들을 나열하였다.

### 문제 장소의 인식

문제의 작업장을 인식하는데는 두 가지 좋은 방법이 있다. 첫 번째는 문제 지역을 인식하기 위해 배치한 관리-인력 그룹로부터 정보를 분석하는 것이다. 두 번째 방법은 작업자의 보상에 관련된 문서, 의학 보고서 그리고 OSHA나 다른 정부의 보고서의 정보를 분석하는 것이다.

인력 배치에 세부적인 정돈이 필요 없는 작업일 때는 첫 번째 방법이 적당하나, 주관적이고 효과에 대한 평가도 다양할 수 있다. 두 번째 방법이 더 객관적이다.

자료 분석을 할 때 사건 발생도, OSHA-보고 가능 사고의 중요성, 사건 경위에 대한 설명, 작업일 손실 그리고 보험금이나 작업자의 보상금을 고려해야 한다. 이 같은 조사는 두 단계로 나눌 수 있다. 기록 조사와 작업장의 위험 분석.

### 기록 조사

누적외상성 장애와 과로로 인한 척추 손상의 입증을 위해 상해 및 질병 보고서(예를들면 OSHA 200공정 일지)를 분석한다. 작업 분류, 부서, 공정이나 다른 작업 부문에서 발견된 유형이나 경향을 분석하고 확인한다. 작업에 대한 보다 심도 깊은 이해가 요구되는 요소를 확인하기 위해 조사를 실시한다.

팔의 상해와 척추 손상에 대해 200,000시간당 재해율을 계산하여 공장의 전체 재해율과 비교한다. 작업에 대한 심도 깊은 연구가 필요한 작업, 부서, 작업 공정 등을 인식하기 위해 근로자의 증상 조사 같은 조사를 실시해야 한다.

기록 조사는 작업장에서의 인간공학적 문제에 기여하는 요소에 초점이 맞추어져야 한다. 자료를 분석하는 방법은 여러 가지이나, 목적은 언제나 문제 장소를 지목하고 작업 연구에 우선 순위를 두는데 있다.

## 작업 장소의 위험 분석

인간공학 프로그램에는 문제 장소를 발견한 뒤 작업 장소의 위험을 분석할 준비 작업도 포함된다. 위험에 관한 분석은 작업에서의 위험 요소의 정도를 인식한다. 이 부분에서 작업 위험의 인식, 정도의 측정, 평가가 이루어진다. 이는 자격을 갖춘 사람에 의해 이루어져야 한다.

종종 비디오 촬영을 통해 작업이 재생될 수 있고 위험 요소를 자세히 인식하고, 정도를 측정하여 인간 공학 문제의 실질적인 요인들을 발견하기도 한다.(즉, 반복적으로 손목을 굽혀 쓰는 도구 작업, 또는 상체를 90도이상 굽힌 채 물체를 반복적으로 드는 작업)

조사는 사고를 유발시킬 수 있고 작업장 요소에 초점이 맞추어져야 하며, 인간공학적 문제영역이 지목되어야 한다. 이들 장소가 관리상이나 공학상의 기능과 관련될 수 있다.

아래에 분석에 유용한 몇 가지 항목이 있다.

- 부서
- 작업 분류
- 교체와 근무 시간
- 상해의 유형
- 신체 부분
- 사고의 유형
- 상해 도구(도구 상자, 기계 용구, 생산품 등)
- 작업 경력
- 요일
- 작업자의 연령
- 작업자의 성별
- 감독자
- 기계 이름이나 번호

분석 방법의 모형은 OSHA의 공정 일지(200번 서식)나 보험 자료와 대조를 이루어 이 정보의 전후 참조를 인정한다. 시간이 걸리지만 결과는 그만한 가치가 있다. 이 방법을 통해 생산 손실이나 사고를 유발하는 요인으로 짐작하던 것을 발견하기 때문에 비용이나 이에 걸리는 시간 손실은 중요하지 않다.

**개괄적 조사를 하는 동안 고려해야 할  
주요한 인간공학적 요소**

- 워크스테이션이나, 작업장 디자인의 특징
- 앉은 자세
- 자세 요건
- 신체 요건-운반작업, 에너지 그리고 체력 요구량
- 인식할 수 있는 하중
- 제어장치와 판넬 디자인의 특징
- 기계류와 장비 디자인의 특징
- 정보 처리 부하
- 수공구와 용구 디자인의 특징
- 작업 조직과 작업 디자인
- 작업 환경과 기후
- 보조를 맞추는 작업과 교체 작업 요건
- 기계적인 위험
- 워크스테이션관리와 유지
- 훈련

**그림 2-1**

시중에는 이러한 유형의 분석을 짧은 시간 안에 개인용 컴퓨터를 이용해 할 수 있도록 제작해 놓은 소프트 웨어가 많이 있다. 자료를 분석하는 방법 또한 여러 가지이다. 그러나 최종적인 목표는 인간 공학적 관리를 통해 가장 많은 성과를 올릴 수 있는 영역을 부각하는 것이다.(3장 참조.)

**인간공학적 문제의 징후**

작업중 사고는 인간공학적 문제를 지적할 수 있으나, 명확하게 나타나지 않는 다음과 같은 징후가 있다. :

- 명확한 사고나 상해의 경향
- 누적외상성 장애의 발생
- 결근율, 불량율, 일시적 또는 계절적 고용 유형
- 근로자 불만 사항
- 작업장내 근로자의 변화(예를 들어, 도구 변경)
- 장려 임금 제도
- 과다한 연장근무 및 작업량 증가
- 결함있는 제품의 질
- 중량물 운반작업 및 반복 동작 작업
- 장애자나 능력이 저하된 작업자를 위해 적절한 작업장의 미설계



인간공학적 문제를 나타내는 상황은 단지 이것만 있는 것이 아니다. 그러나 이것은 전형적인 제조업 환경의 가장 일반적인 상황이다.

### **사고와 상해의 명확한 경향**

중량물 운반작업이나 누적외상성 장애와 관련된 문제는 사고율과 근로자의 상해/질병 경향을 분석함으로써 확인할 수 있다. OSHA 200 공정 일지(공정 일지와 산업 재해와 질병에 관한 요약)나 기타 정부 양식, 응급 조치 일지 그리고 보험의 손해청구 사항서를 조사한다. 이러한 문서들과 다른 내부 보고서를 정기적으로 조사해야 한다.

### **누적외상성 장애의 발생**

누적외상성 장애에 노출되는 근로자는 분별되어야 한다. 이러한 장애는 OSHA 200 공정 일지 7(f)란에 기록된다. 사고 기록의 조사, 위험 노출이 잠재된 작업장의 조사 그리고 세부적인 작업 분석은 필요한 정보가 된다.

건염, 수근관 증후군, 팔꿈치 관절염(테니스 엘보우)은 몇 가지 일반적인 누적외상성 장애이다. 어떤 누적외상성 장애는 오랜 시간의 노출이나 힘이 많이 드는 동작 후에 나타나기 때문에 사고 자료 자체만으로는 실제 위험에 노출되는 유형을 찾기 어렵다. 따라서 누적외상성 장애의 보고에 필요한 질병 발생에 관한 분석이 필요하다.

### **결근율, 불량율, 계절적 고용 유형**

신체적, 정신적인 스트레스를 과도하게 주는 작업 상황은 높은 결근율과 불량율을 유발한다. 도전이 전혀 없는 단조로운 작업 또한 스트레스를 주기 때문에 보통 보다 높은 결근율이나 불량율이 나타난다. 두 유형의 작업은 인간 공학적으로 평가되어야 한다.

어떤 산업은 작업자들이 짧은 기간동안 고용되어 많은 훈련이 필요없고, 반복적인 조립 작업만 한다. 이러한 단기 작업은 그러한 활동에 익숙하지 않은 작업자들로 하여금 여러 형태의 누적외상성 장애에 노출시킨다. 공학적 변화를 통한 문제 해결이 안될 때에는 다른 해결 방법을 찾을 수 있다.(7장과 8장에 나온 작업 전환이나 쉬운 일에서 어려운 일로의 점차적인 전환과 같은 해결 방법에 관한 논의를 참조)

## 근로자 불만 사항

작업자들의 불만이 있을 경우 그들의 의견을 수렴해야 한다. 작업자들은 문제 해결에 관한 실질적인 해결책뿐만 아니라 작업장에서의 인간공학적 문제에 관한 가치 있는 정보를 제공해 줄 수 있다.

## 투입 근로자의 작업 장소 변경

작업자들이 자신에 일에 대해 인식하고 있으면 인간공학 프로그램의 수립 필요성을 인식할 수 있다. 작업자들에 의한 작업장의 변화를 살펴야 한다.- 특히, 새로운 장비나 생산공정이 도입되었을 때. 이것은 작업자가 작업에 어려움을 겪고 있다는 징후이다. 몇 가지 살펴봐야 할 주의 사항이 있다.:

- 작업자가 수공구에 패드를 덧붙이거나 장비나 작업 면의 가장자리에 패드를 덧붙이는지.
- 의자가 변경되었는지.
- 딛고 서기 위해 임시적으로 사용하는 단이 있는지.
- 작업을 수행하기 위해 외부의 도움이 이용되는지.
- 작업자가 직접 개인 보호 장비를 설계, 수정했는지.
- 작업자가 직접 작업 흐름의 설계에 변경을 가했는지.
- 조명(또는 환기 장치)이 수정되었는지.
- 도구, 고정 장치나 활동 장소가 재편성되었는지.

작업자가 자주 휴식을 취하거나 작업 전환을 하는 것은 잠재적 문제 영역을 나타내는 징후이다. 작업자의 몸과 지속적인 접촉을 통해 번들거리는 작업 면은 또 다른 잠재적인 문제의 그림시이다.

이러한 표시는 특정한 작업이나 작업 환경으로 인해 스트레스가 유발된다는 경고, 또는 증후이다. 이러한 종류의 스트레스는 상해/질병의 증가나 생산성의 저하를 가져온다.

## 장려 임금 제도

작업 할당제에 근거를 둔 장려 임금은 작업자에게는 고소득을, 그리고 기업에는 품질 향상을 가져온다. 그러나, 적절한 인간 공학적 통제가 없다면, 이러한 제도는 장해 발생율을 증가시키는 결과를 가져온다.

예를 들어, 무리하게 작업량을 늘리는 작업자는 몸에 과도한 스트레스를 받는다. 작업자는 누적외상성 장애의 징후를 무시하며 일을 계속하다가 결국은 상해나 질병을 입는다. 일찍 발견된다면 누적외상성 장애는 신중하게 그리고 효과적으로 해결될 수 있다. 치료가 연기된다면, 근로자는 작업 시간을 잃거나 심하게는 수술을 받을 필요마저 생길 수 있다.

장려 임금제와 관련된 이러한 문제들은 작업 확대, 작업자 순환, 그리고 작업 과정에 노역 수당을 포함시킴으로써 해결할 수 있다.

## **작업시간 초과 및 작업량의 증가**

작업자가 노동 시간을 초과하거나 작업량을 증가하는 상황에 놓이게 되면, 피로로 인해 작업 수행에 영향을 미치게 된다. 피로는 작업자에게 요구하는 신체적, 생리적 에너지가 증가하는 데서 온다.(4장 참조) 작업자가 피곤하게 되면 작업 오류나 사고의 가능성이 높아진다. 이성적인 결정을 할 수 있는 능력이 손상된다. 이러한 상황이 되면 인간공학적 평가가 이루어져야 한다.

## **결함 있는 제품의 질**

제품의 질이 좋지 못할 경우, 또는 품질 관리방법이 부적절하면 인간공학적 조정이 필요하다. 소비자 불만, 검사한 제품의 감사, 그리고 작업 건본 감사의 필요성은 인간 공학적 문제가 있다는 표시이다.

제품이 실제로 만들어지는 시점은 잠재적인 인간공학적 문제장소이지만, 발생 가능한 유일한 시점이 아니다. 품질 관리영역의 빈약한 인간공학적 상황은 검사 작업에 영향을 줄 수 있다. 이는 그림준 이하의 제품 검사나, 적합한 생산품을 반환하는 차질을 가져온다. 품질 관리 검사원의 활동에 영향을 줄 수 있는 상황은, 워크스테이션 디자인, 작업 경로의 설계, 속도, 조명, 소음 정도, 그리고 배경색이 포함된다.

## **중량물 운반작업과 반복 동작 작업**

작업자가 들고, 굽히고, 밀고, 당기고, 운반하는 작업을 하면 요통이나 척추 손상을 가져올 수 있다. 미국 국립직업안전보건연구소(NIOSH)는 1981년에 다음의 네 가지 요소가 하나 또는 그 이상 있을 때 근골격계장해가 발생한다고 결론 내렸다.:

- 드는 물건이 크거나 다루기가 어렵다.
- 드는 물건의 부피가 크다.
- 바닥에서부터 든다.
- 드는 빈도가 많다.

NIOSH는 안전하게 드는 작업에 영향을 줄 수 있는 요소를 크게 두 항목으로 분류했다.:작업 위험 요소와 개인 위험 요소

중량물 운반작업을 수행할 시에 상해 발생 가능성에 영향을 미칠 작업 위험 요소는:

- **무게**-물건의 무게가 얼마이며, 그것을 움직이는데 얼마나 많은 힘이 요구되는가?
- **위치**-들기 시작하는 지점과 작업자의 수평적, 수직적 거리가 어떻게 되는가?
- **빈도/지속 기간**-작업 기간 동안이나 작업 교대 시간동안 작업이 몇 번 반복되는가?
- **안정성**-짐의 부피가 큰가? 아니면 중력이 중심으로 쏠리도록 밀집되어 있는가?
- **손잡이**-짐을 잡고 있는데 얼마나 어려운가, 또는 쉬운가? 짐에 손잡이가 있으면 직물이나, 크기, 모양이 어떠한가?
- **작업장의 기하학**-작업장의 설계가 드는 거리, 자세, 그리고 작업을 하는 동안에 비틀어야 하는 몸의 정도에 어떤 영향을 주는가?
- **환경**-얼마나 덥고 추운가? 소음이나 진동 또는 마찰이 있는가?

중량물 운반작업 동안 발생 가능한 사고에 영향을 주는 개인 위험 요소는:

- **성별**-평균 여성의 들 수 있는 힘은 평균 남성의 약 65%이다.
- **힘**-같은 성별의 사람이라고 해도 모두 같은 정도의 근육 골격 에너지를 가진 것은 아니다. 그리고 이는 드는 일을 하는 작업을 하는 능력에 영향을 준다.
- **연령**-근력은 나이와 함께 서서히 감소한다. 55세인 평균적인 사람은 최대 로 25세 때 근력의 약 15%를 상실하게 된다.
- **보건 상태의 양호도**-사람이 가진 힘과 관련 없이 그가 가진 유연성, 인내성, 그리고 몸 전체의 근육의 건강도도 사고 가능성에 영향을 준다.
- **인체측정학**(인체크기 및 비율)-체중과 신장의 차이는 드는 능력에 영향을 준다.

- 드는 기술과 훈련-작업자가 드는 기술을 훈련받으면 생화학적인 이득을 얻는다.

## 장애인을 위한 작업장

장애인은 손상되어 주요 생활 활동을 제한하는 신체적, 정신적 손상을 입은 사람이다. 미국장애인 법은 작업장이나 주위환경에 장애인이 적응, 접근하도록 알맞은 인간 공학적 적용을 요구한다. 그러기 위해서는 설계나 구매 또는 장치를 필요로 한다.

## 인간공학적 필요성의 인식 시점

예전의 인간공학적 요구는 보다 개선되는 것을 다루었다. 이는 새로운 공정의 설계 단계에서, 그리고 도입된 새로운 장비가 최초로 검수되는 시점에서 필요 사항이 고려되어야 함을 의미한다. 새로운 공정이 도입되거나 새로운 장비가 설치된 후에 바꾸는 것은 시간과 자금의 낭비이다. 대부분의 경우와 마찬가지로 그 결과도 만족스럽지 못하다.

인간공학적 검토가 이루어지지 않은 채 새로운 장비나 공정을 도입하는 것은 문제를 유발시킬 수 있다. 어떤 문제점은 즉시 나타나겠지만 어떤 것은 오랜 시간이 경과해도 발견되지 않는다. 이는 손이나 손목의 누적외상성 장애에 특히 두드러진다. 이러한 것은 오랜 시간 잘못된 자세에서 반복 작업이나 과도한 힘의 사용에 노출될 때 생기는 질병이다.

장비나 공정이 새롭기 때문에 시일이 지나면 인간공학적으로 교정될 것이라고 예상하면 절대 안된다. 설비 기술자는 기계와 대면하여 일하는 작업자의 작업장에는 인간공학적 요소를 고려할 필요가 없다고 느낄 수 있다. 작업장에서의 인간공학적 원칙이나 인간 요소에 대해 일반 산업 또는 기계공학 과정에서 과소 평가되고 있다.

일반적으로, 모든 새로운 제조 공정, 설계, 그리고 주요 장비구입시 보건과 안전에 관련된 것을 조사하는 것이 가장 좋은 방법이다. 구매부서, 공학부서, 관리부서 그리고 공무실 간부들은 공정이나 설계 그리고 주요 장비에 대해 조사하는데 협조해야 한다. 새로운 생산 라인이나 장비가 도입될 때 다음의 사항으로 설계를 평가한다.:

- 작업자의 신체적 능력
- 작업간의 취급 방법
- 작업을 하는 동안의 실질적인 동작

## 인간 공학 원칙

### 작업장의 디자인과 배치

머리 높이 고려 사항:

- 가장 큰 사람에게 알맞다.
- 자연스러운 자세는 약간 아래를 내려다보는 정도다.
- 좁은 각도로 보는것을 피한다.

어깨 높이 고려 사항:

- 부품을 어깨와 허리높이 사이에 둔다.
- 어깨 높이를 벗어나는 높이까지 닿도록 하지 않는다.

팔꿈치 높이 고려 사항:

- 일반적인 작업- 팔꿈치 바로 아래높이까지 작업면을 높인다.
- 매우 정교한 작업- 작업면을 팔꿈치 위까지 올린다. 그리고 팔걸이를 배치한다.
- 힘든 작업- 팔꿈치보다 8in 정도 아래에 작업면을 위치한다.

팔 도달 위치 고려 사항:

- 위로 뻗거나 밖으로 뻗을 때는 가장 신장이 작은 사람을 고려한다.
- 아래로 뻗을 때는 가장 신장이 큰 사람을 고려한다.
- 자주 하는 작업일 경우 팔 앞 거리에 둔다.

### 조절성을 위한 디자인 지침의 요소

작업자와 작업간의 훌륭한 조화는 작업장의 조절에 의해 얻어질 수 있다.:

- 작업 면을 높이거나 낮출 수 있다.
- 작업자의 자리를 바꿀 수 있다.
- 도구를 이용해 닿는 거리를 늘릴 수 있다.
- 모양을 조정할 수 있다.
- 위치를 조정할 수 있다.
- 방향을 조정할 수 있다.
- 의자를 조정할 수 있다.
- 지지대나 진동받침대, 그리고 다른 버팀대를 사용한다.
- 플랫폼, 디딤대, 그리고 기계 리프트를 이용한다.

손가락 관절 높이 고려 사항:

- 작업을 손가락 관절과 어깨 높이 사이에 둔다.

다리 길이 고려 사항:

- 긴 다리를 둘 공간을 둔다.
- 짧은 다리를 위해 조절형이나 발받침대를 마련한다.

손 크기 고려 사항:

- 작은 손도 잡을 수 있도록 한다.
- 작은 손도 위험한 것을 열 수 있게 한다.
- 큰손이 닿을 수 있도록 한다.

몸 부피 고려 사항:

- 가장 큰 사람에게도 알맞아야 한다.
- 옷 부피도 고려한다.

검사해야 할 다른 사항:

- 수평 도달 범위
- 수직 도달 범위
- 다리 공간, 꼬기, 상체 자세
- 적절한 작업장 설계와 배치는 불필요한 스트레스를 줄인다.

- 발 받침대를 이용한다.

- 팔 받침대를 이용한다.

- 도구의 설계나 위치를 조정할 수 있게 한다.

생산물이나 생상품 컨테이너 조절:

- 생상품이나 작업 물건의 위치 또는 방향을 바꾼다.
- 지그, 깎쇠, 바이스를 이용한다.
- 부품 상자를 이용한다.
- 리프트대, 승강대, 및 그와 비슷한 것을 이용한다.

### 부분의 교묘한 조종시 고려 사항

동작범위:

- 신체의 활동 범위를 충분히 확보한다.
- 신체의 관절을 과도하게 펴지 않는다.
- 에너지를 줄 때는 팔꿈치를 알맞은 각도로 놓는다.
- 손목을 빠르게 놓는다.

반복속도:

- 작업 교대를 자주 하도록 한다.
- 자신에 속도에 맞게 하도록 한다. (새로운 근로자는 느린 속도에 하도록 한다.)
- 최소한의 속도로 한다.
- 휴식 시간을 자주 갖는다.
- 특정 근육 부위의 피로를 점검한다.

수축된 상태의 시간:

- 팔꿈치를 옆에 둔다.
- 수축된 근육(긴장한근육)을 최소한으로 한다.
- 근육 수축 시간을 최소화한다.
- 근육 수축하는데 드는 힘을 최소화 한다.

힘의 투입:

- 길거나 반복적인 작업 자세 상태에서는 작업자의 최대 발휘 에너지의 20%를 초과하지 않도록 한다. : 잦은 충격을 피한다.
- 다리, 무릎, 둔부, 그리고 어깨가 유사한 스트레스를 받을 수 있음을 유념한다.

그림 2-2

- 작업을 위해 필요한 도구
- 작업자에게 적당한 작업 높이나 도달 범위 같은 것을 포함한 신체적 작업 환경의 면적은 앉은 상태 또는 선 상태에서 이루어져야 한다.
- 장비 소음이나 실내 온도, 조명 같은 환경에 관한 논의가 필요하다.

그림 2-2를 참조하여 보다 세부적인 인간공학적 원리를 고려한다.

이러한 요소를 고려하면서 작업장이나 장비 설계에 이용하여 효과적이고, 정확, 안전한 작업을 실행한다. 작업은 정확한 자세를 촉진하도록 설계되어야 한다. 조정 가능한 형태를 이용으로써 작업자들로 하여금 작업장에서 주어진 임무 수행을 보다 증진시킨다. 작업장과 작업 환경을 작업자의 능력(신체적 및 정신적으로 동시에)에 적응시키는 것이 가능해야 한다.

새 장비의 디자인을 평가하는데 더하여, 같이 쓸 수 있는 다음과 같은 보조 장비를 고려한다.:

- 의자 디자인
- 저장품 컨테이너의 높이와 위치
- 작업하는데 사용하는 도구
- 필요할지도 모르는 기계적 조치

## 시설 평가

전체적인 설비의 평가에 대한 점검표는 본 교재의 후반 부록 1에 있다. 이 평가는 보다 더 분석되어야할 문제영역을 파악하고, 정밀분석을 수행하는 우선순위를 정하는데 도움을 준다. “예”라는 대답을 할 때마다 작업에서의 문제점을 알게 된다.

### 3 인간공학적 작업 분석

작업에서의 문제점이 인식된 후에는 인간공학 문제의 원인을 인식한다. 문제의 복잡 정도에 따라 간단한 인간공학적 작업 분석이 필요할 수도, 또는 세부적인 것이 필요한지 결정된다. 본 작업에서 좋은 경험을 얻을 수 있고 거의 매번 새로운 것을 배운다. 게다가, 치밀한 인간공학 연구는 기업의 제조 과정, 공학적 방법, 그리고 작업을 수행하는 사람들에 관해 알 수 있는 가장 좋은 방법이다.

작업 분석 프로그램을 시작하기 전에 그와 관련된 사람과 좋은 대화 라인을 만든다. 이는 외부에서 카메라와 공책, 그리고 많은 질문을 가져온 사람에 대한 자연적인 의심의 감정을 조금 누그러뜨린다. 프로그램을 적당히 밝히는 것 또한 작업인들의 관심을 끌 수 있는 이점을 가져온다.

작업 분석 프로그램이 시작되기 전에 관련된 사람들에게 다음의 질문을 묻고 시작한다. :

- 인간 공학 분석을 하는 목표, 의도가 무엇인가?
- 누가 참여할 것인가?
- 정확히 무엇이 이루어지는 것인가?

작업장에서 사람들에게 알려줄 수 있는 가장 좋은 방법을 결정한다. 소모임, 게시판 공고, 사보, 그리고 메모가 사람들에게 널리 알리는데 모두 좋은 방법이다.

작업 분석은 모든 작업 환경에 있는 근로자들에 대해 연구하는 방법이다. 적절히 시행되면, 작업자들이 지고 있는 제한과 작업장의 비효율성을 발견할 수 있다.

작업 분석은 다음의 문제나 요구를 끌어낸다.:

- 역동작을 포함하는 작업
- 과도하게 드는 작업
- 행동이나 힘의 낭비
- 잘못된 작업 흐름
- 잠재하는 정신적 스트레스를 동반하지 않는 작업
- 피로 요소
- 자동화의 필요성
- 품질 관리 문제



## 인간공학 작업 분석의 실행

작업 분석의 목표는 인간공학 관련 문제의 원인을 인식하는데 이용될수 있는 자료를 수집하는 것이다. 자료는 다음 방법의 하나 또는 그 이상의 방법으로 수집될 수 있다.:

- 일반적인 관찰
- 설문지
- 면담
- 비디오 분석
- 사진
- 도안
- 작업자의 능력 평가
- 인간 공학문제와 관련된 여러 위험 요소(반복, 힘, 자세 등과 같은)의 측정

### 일반적인 관찰

작업자, 작업 그리고 작업 환경에 대한 직접적인 관찰은 작업 분석 자료를 얻는데 일반적이고 실용적의 방법이다. 직접 관찰은 특히 낮은 수준의 기술 작업이나 짧고 반복적으로 순환하는 작업을 연구할 때 실용적이다. 본 작업은 일에 직접 참여하고 있는 작업자들을 면담함으로써 연구할 수 있다.

중량물 취급작업중의 누적외상성 장해를 일으키는 작업이나 상황을 알아본다.(6장과 7장 참조) 몇 가지 특별한 예:

#### 누적외상성 장해

- 부적절한 자세
- 반복을 많이 하는 작업
- 힘이 많이 드는 작업
- 기계적인 스트레스 문제점
- 낮은 온도
- 작업용 장갑의 크기
- 불량한 작업장 디자인
- 손에 맞는 손도구
- 진동원

#### 중량물 운반작업

- 바닥으로부터 들어올림
- 꼬면서 들어올림
- 무거운 물건을 들어올림
- 부피가 큰 물체를 들어올림
- 반복적으로 들어올림
- 어깨 높이 위로 들어올림
- 앉은 상태에서 무거운 물건을 들어올림
- 짐을 밀거나 당김
- 손잡이의 성질
- 저장 방법
- 부분 수행
- 작업 환경의 바닥 상태
- 워크스테이션 배치
- 충돌이 가해지는 동작
- 불량한 자세
- 굽힘

발견되든 안되든 간에 이러한 작업에서의 과무나 상황에서는 수행되는 작업, 취급하는 무게와 힘, 그리고 작업 시간 동안에 작업의 반복 회수와 같은 다양한 요소에 의해 사고가 일어난다.(보다 세부적인 논의를 위해서는 6장과 7장을 참조)

본 안내서의 후반에 있는 부록 2는 작업 수행을 관찰하는데 사용되는 워크스테이션 점검표이다. 각 질문들은 주의가 필요한 부분에 관해 논하고 있다. 점검표의 항목은 광범위하고 일반적인 영역에서부터 매우 특별한 세부 사항까지 범위로 둔다. 이 범위에서 관찰하는 작업의 분석을 다양한 단계로 할 수 있다.

점검표를 통해 인식된 일부 문제들은 관리 부서에서 교정하고, 나머지는 인사 부서에서 인력 배치의 요건으로 이용되어 고려한다. 그 외의 것들은 오랜 기간에 걸쳐하는 교정 작업으로 인식한다.

작업이 관찰된 뒤에는 작업자를 투입해 보는 것이 좋다. 작업자가 다른 사람보다 작업에 대해 보다 잘 알아야 한다.

#### 설문지와 면담

작업자들을 설문지나 면담을 통해 조사할 수 있다. 설문지는 결과를 표으로

만드는데 용이하지만, 작업자들과의 면담없이 모든 상황을 인지 못할 수 있다. 자료를 분석하는 사람은 주어진 작업에 대해 최적으로 접근, 평가해야 한다.

설문지를 이용하면, 분석가로 하여금 작업자가 질문에 대한 대답을 설문지의 의도와 일관되게 하도록 안내할 수 있다. 그러한 접근은 결과에 대한 타당성을 최대화 확립해 준다.

부록 3은 근로자 면담에 사용할 수 있는 설문지의 표본이다. 그것은 매우 특별한 문제를 다룰 수 있도록 디자인되었다.

또 다른 형태는 작업자의 증상을 나타내는 설문지로서 작업자가 몸의 부분에 'X'그림을 하여 부적절한 부위를 그림시한다.(그림 3-1) 동시에 통증의 정도를 근로자에게 질문한다.(예를 들어, 정도를 다섯 단계로 설정해 다섯 번째 단계를 심한 통증과 부적절한 정도로 둔다.) 이러한 형태의 설문지는 감독관에 의해 용이하게 관리될 수 있으며, 응답이 신속히 수집될 수 있다. 설문지에 대한 일관적으로 부정적인 응답은 보다 집중적인 조사를 필요로 하는 인간공학적 문제의 유형을 나타낸다.

어떤 종류의 설문지나 면담도 근로자들과 함께 나누도록 한다. 조사된 정보가 교정 작업과 연결되지 않을 경우에는 근로자들의 참여나 앞으로의 조사에 좋은 응답을 받지 못한다.

사실상 점검표를 이용하여 조사한 모든 영역은 근로자들과 직접 상의할 수 있다. 우선 우선영역을 정하고, 그곳에 대해 특별한 질문들을 한다.

## 비디오 분석

비디오 테이프는 작업 자료를 수집하고 분석하는데 좋은 도구이다. 비디오 테이프를 통해서 나중에 재생할 수 있고, 문제 부분은 반복해서 또는 느린 동작으로 또는 정지 상태에서 세밀한 분석을 하며 볼 수 있다. 내부 시간 측정계와 주제나 라벨을 표시할 수 있는 카메라는 분석시 시간이나 라벨을 표시할 수 있어 유용하다.

인간공학 분석에 이용할 비디오 카메라나 녹화/재생기를 선택할 때는 어두운 조명으로도 사용할 수 있는 것을 선택한다. 가볍고 이동 가능하면 더욱 좋으며, 음성 녹음이 가능해야 한다.

이름 \_\_\_\_\_ 부서.번호. \_\_\_\_\_ 작업 그룹 \_\_\_\_\_  
 작업 \_\_\_\_\_ 기계번호(만약 가능하다면) \_\_\_\_\_ 교대 \_\_\_\_\_  
 작업을 하면서 일반적인 통증이나 부적절한 문제가 없음

	목
어깨	
	상부 척추
윗팔	
아래팔	팔꿈치 하부 척추 손목
손	손가락
둔부	
허벅지	
	무릎
종아리	
	발목 및 발
	후측 관점

그림 3-1 통증 또는 부적절한 부위

## 사진

비디오, 35mm 사진, 그리고 슬라이드는 작업 상황을 분석하는데 유용하다. 비디오테이프는 모든 작업 동작과 자세를 포착할 수 있는 쉬운 방법이다. 문제가 되는 작업의 특별한 위험 요소를 인식하기 위하여 분석될 수 있다 (그리고 시간도 측정될 수 있다.).

## 도안

작업장과 작업 공정에 관한 단순한 도안으로 후에 작업 과정을 평가할 수 있다. 작업 과정이나 작업장의 묘사가 정확한지 확인하기 위해 근로자에게 그려보도록 부탁하거나 최소한 완성된 도안을 정확한지 검토하도록 한다.

## 작업자 능력 평가

측정은 작업장과 워크스테이션의 인간공학적 분석의 중요한 일부분이다. 도달 범위, 작업 높이, 작업 빈도, 그리고 힘의 소모와 같은 측정요소는 작업의 특징을 말해준다. 특정 작업이 “들기에 너무 무겁다.” 또는 “밀기에 힘이 너무 든다.”라고 말하는 것은 작업의 측정 정도에 따른 것이다. 측정은 잘 알고, 잘 훈련된 사람이 해야 한다.

생체역학적 측정은 NIOSH 리프팅 작업 분석과 같은 계산에 필요하다. 많은 작업인들은 에너지를 작업의 중요한 기준이라고 생각한다. 그러나, 과도한 반복 작업에서는 작업자의 힘이 아니라 작업에 소모되는 에너지가 제한적인 요소가 된다. 에너지 소모는 측정될 수 있으나 보통 복잡한 장비와 특별한 기술이 필요하기 때문에 작업 환경에서는 되게 측정되지 않는다. 일반적으로, 사람은 자신의 능력의 1/3정도를 사용할 경우 오랜 시간 동안 피로없이 작업을 할 수 있다. 6장에서는 측정 방법과 그 중요성을 평가하는 특별한 작업의 측정에 관한 보다 세부적인 내용을 논의한다. 그림 6-5에서는 작업 측량의 변화를 보여준다.

## 자료 분석과 바람직한 변화

작업 측정(예를 들어, 취급하는 무게와 힘, 작업의 빈도)후 및 다른 변수

(예를 들어, 근로자 제안, 환경의 관찰)의 정보를 결합하고 평가하여 인간 공학적 문제가 있는지, 그리고 있다면 어느 정도 되는지를 결정한다. 자료의 평가와 특별한 원인이 인식된 후에는 그 문제를 교정한다.

## 4 인체측정학과 작업장

### 스트레스 요인

작업장 스트레스는 작업자와 작업장과의 육체적, 생리적, 인체 역학적 관계 그리고 심리학적 측면에 의해 유발될 수 있다. 단지 작업자 개인의 육체적인 중요도와 능력만을 고려하는 작업장은 부분적으로 인간 공학적인 면에 있어 불완전하다. 피곤함과 심리적, 정신적인 스트레스의 영향 또한 고려되어야 한다.

### 인체측정학

인체측정학은 문자 그대로 “인체를 측정하는 것”이다. 효과적인 인간 공학 프로그램을 발전시키기 위해 작업장에서의 인체 측정학의 적용은 필수적인 과제이다. 인체는 전통적으로 키, 넓이, 깊이 그리고 공간적인 측면에서 측정된다. 이런 모든 것들은 인체의 특정 부위와 또는 관련된 그림면 사이의 일직선 상의, 한 지점에서 다른 지점까지의 치수이다. 인체를 따라서 나 있는 곡선과 둘레 또한 측정된다.

그러나, “전형적인” 사람이라는 것은 없다. 모든 신체적인 차원들에서 항상 평균적일 수 있는 작업자는 없다. 더 나아가서 한 작업장의 인구는 다른 작업장의 인구 수와 다를 수도 있다. 90%의 작업자에게 인간 공학적으로 적합한 작업장을 만들 수는 있지만 그것은 또한 5%의 큰 사람들과 5%의 작은 사람들은 이 작업 공간에 맞지 않는다는 것을 뜻한다.

작업 높이와 거리라는 측면에 있어서 많은 퍼센트의 사람들에게 적합한 워크스테이션과 직무를 설계하는데에 표 4-1과 표 4-2의 인체 측정학적인 데이터가 도움이 될 것이다. 이들 표에 적용된 인체 측정학 데이터는 ‘1988 미육군 대원들에 대한 인체 측정학적인 조사 : ‘방법과 통계’로부터 얻어진 것이다. 그 데이터가 젊은 인구들에 한한 것임에 반하여, 연관된 조사들은 여성 민간인들의 키와 몸무게를 제외하고는 민간인과 군복무자들과의 밀접한 상관관계를 나타내었다.

숙련된 해석, 평가를 통해 이 데이터는 민간인들을 대상으로 쓰여질 수 있다.

표 4-1 인치로 잴 남자/여자 인구의 백분위수에 대한 정선된 인체 치수(신발을 신지 않은)

높이	인구의 백분위수			
	5번째 백분위수	50번째 백분위수	98번째 백분위수	그림준 편차
<b>직립 시:</b>				
신장	64.8/60.2	69.1/64.1	74.4/68.4	2.63/2.51
눈 높이	60.2/55.7	64.5/59.6	68.6/63.8	2.59/2.46
어깨 (아크로미엄)	52.8/48.8	56.8/52.4	60.8/56.4	2.44/2.28
팔꿈치에서 바닥까지	39.2/36.5	42.2/39.2	45.4/45.3	1.89/1.76
발길이	9.8/8.8	10.6/9.6	11.5/10.4	0.52/0.48
무게 (lb)	135.8/109.4	171.3/135.0	216.2/169.7	24.6/18.4
<b>앉았을 때 :</b>				
앉은 키	33.6/31.3	36.0/33.5	38.3/35.8	1.40/1.37
눈 높이(의자까지)	28.9/27.0	31.2/29.1	33.4/31.3	1.35/1.31
어깨(의자까지)	21.6/20.0	23.5/21.8	25.4/23.8	1.16/1.13
무릎 꼭대기에서 바닥까지	20.2/18.7	22.0/20.2	23.8/22.0	1.10/1.04
슬와*	15.5/13.8	17.1/15.3	18.8/16.9	0.98/0.93
<b>길이</b>				
팔꿈치에서 손끝까지	17.6/16.0	19.0/17.4	20.6/19.0	0.92/0.92
엉덩이에서 무릎까지의 길이 (앉았을 때)	22.4/21.3	24.2/23.1	26.3/25.2	1.18/1.17
손목에서 손아귀의 중심까지	2.4/2.3	2.7/2.6	3.1/3.0	0.19/0.19
기능상의 손아귀 뺨침(뒤로/앞으로)	27.3/24.9	30.0/27.0	32.0/29.3	1.45/1.33
팔꿈치에서 손아 귀의 중심까지	13.1/11.8	14.1/12.9	15.4/14.1	0.70/0.70
* 좌석에 앉았을 때 오른쪽 무릎 뒤의 접힌 곳에서 바닥의 그림면까지의 수직 거리				

‘1988 미육군 대원들에 대한 인체 측정학적인 조사 : 방법과 통계’로부터 개작한 것 , NATICK/TR-89/044,  
미 육군, 나틱 RD & E 센터, 나틱, 매사추세츠, 1989



표 4-2. 센티로 잰 정선된 남자/여자의 인체 치수(신발을 신지 않고)

인구 백분위수				
높이	5번째 백분위수	50번째 백분위수	95번째 백분위수	그림준 편차
<u>직립 시 :</u>				
신장	164.7/152.8	175.5/162.7	186.6/173.7	6.68/6.36
눈 높이	152.8/141.5	163.3/151.4	174.3/162.1	6.57/6.25
어깨 (아크로미엄)	134.2/124.1	144.2/133.2	154.6/143.2	6.20/5.79
팔꿈치에서 바닥 까지	99.5/92.6	107.1/99.7	115.3/107.4	4.81/4.48
발길이	24.9/22.4	26.9/24.4	29.2/26.5	1.31/1.22
무게 (kg)	61.6/49.6	77.7/61.2	98.1/77.0	11.1/8.35
<u>좌석시:</u>				
앉은 키(의자까지)	85.4/79.5	91.4/85.1	97.2/9.0	3.56/3.49
눈 높이(의자까지)	73.5/68.5	79.2/73.8	84.8/79.4	3.42/3.32
어깨(의자까지)	54.8/50.9	59.8/55.5	64.6/60.4	2.96/2.86
무릎 꼭대기에서 바닥까지	51.4/47.4	55.8/51.4	60.6/56.0	2.79/2.63
슬와*	39.5/35.1	43.3/38.9	47.6/42.9	2.49/2.37
<u>길이</u>				
팔꿈치에서 손끝까지	44.8/40.6	48.3/44.2	52.4/48.2	2.33/2.34
엉덩이에서 무릎까지				
의 길이(앉았을 때)	56.9/54.2	61.5/58.8	66.7/64.0	2.99/2.96
손목에서 손아귀의 중심까지	6.2/5.9	6.9/6.6	7.8/7.5	0.49/0.49
기능상의 손아귀의 뻗침(뒤로/앞으로)	69.3/63.2	75.0/68.5	81.3/74.4	3.68/3.39
팔꿈치에서 손아귀의 중심까지	33.2/30.0	35.9/32.8	39.1/35.8	1.79/1.77
* 좌석에 앉았을 때 오른쪽 무릎 뒤의 접힌 곳에서 바닥의 그림면까지의 수직 거리				

‘1988 미육군 대원들에 대한 인체 측정학적인 설문 조사 : 방법과 통계’로부터 개작한 것 ,  
NATICK/TR-89/044, 미 육군, 나틱 RD & E 센터, 나틱, 매사추세츠, 1989

단지 몇몇의 신체 치수만이 나타나 있다. 부가적인 치수들과 더 깊이 있는 정보를 위해 독자는 표 아래에 적혀 있는 연구를 참고하라고 지시되어 있다.

인체 측정학이 디자인에 미치는 방법에 다른 요인들이 영향을 줄 수 있다. 이러한 것들에는 주어진 작업장의 특유한 요소들을 포함하는데, 예를 들면 추운 곳에서의 두꺼운 의복 또는 개인 보호 장비 등을 들 수 있다.

만약 기존의 워크스테이션이 작업자에게 멀게 뻗치게 하고 뒤틀게 하고 부적절한 자세를 취하게 하는 등 편히 일할 수 없게끔 한다면 작업장은 재디자인되고 개조되어야 한다.

인체측정학 자료는 몇 개의 출처로부터 얻어 낼 수 있고 워크스테이션이나 작업도구의 한 부분을 디자인 또는 개조하는 데에 참조되어야 한다. 워크스테이션 작업자 개개인의 다양한 사이즈들과 뻗칠 수 있는 거리에 알맞게 적용되게끔 디자인되어야 한다고 강조하는 것을 제외하고는 세부적인 주제까지 다루는 것은 이 교재의 범위를 벗어난다. 한가지로 고정된 치수의 작업장 디자인이 작업장에 있는 모든 작업자들에게 맞을 수는 없으므로 핵심은 디자인의 조절 가능성에 달려있다. 인체측정학적인 자료의 요소들과 그것을 워크스테이션 디자인에 어떻게 적용하는 지는 이 교재의 끝에 있는 참고 서적 점검표를 보시오.

## 스트레스 요인

스트레스는 인내할 수 있는 한도 이상의 외부적인 힘이 가해질 때 생기며 사람에게 육체적, 정신적 긴장감을 가져다준다. 스트레스는 사실상으로 생리적이고, 생체역학적이고, 정신적일 수 있다. 그림 4-3은 생리적인(또는 환경적인) 스트레스와 정신적인 스트레스의 예들을 모두 보여주고 있다. 많은 상황들에서, 스트레스는 스트레스를 발생시키는 생리적인, 정신적인, 그리고 생체역학적인 요인들의 복합적인 상호 작용이다.

## 피로

피로에 대한 정확한 정의는 없다. 이 단어는 때로 일반적인 피곤함을 얘기할 때 쓰여지고, 때로는 업무 수행도의 감소와 상관하는 의미를 지니며, 계속적인 업무로 인해 야기되는 생리적인 상태라고도 언급된다. 피로에 대한 정의는 : 지루함, 무리한 에너지의 소모, 신체의 생리적인 변화, 또는 심한 생체역학적인 강압 등으로 인해 야기되는 상태를 말한다.

피로를 나타내는 징후들은 다음 증상들을 포함하여 다양한 형태들로 나타난다.

- 근육의 통증
- 쑤심
- 졸리움
- 정신적 혼돈
- 근육의 긴장
- 만성적 권태감

피로에 대한 개념을 보다 확실히 이해하고 싶다면 그것들을 종류별로 구분하는 것이 도움이 된다. 피로의 종류를 구분하는 한가지 방법은 그것이 주관적인 것인식 아니면 객관적인 것인식 밝혀내는 것이다. 주관적인 피로는 권태감이 있을 때 나타나는 것이다. 만성적인 권태감은 주관적인 피로임을 암시하기에 충분한 증거이다. 객관적인 피로는 신체 내의 에너지를 생성하는 물질(예를 들면 당)이 고갈되었거나 노폐물(예를 들면 이산화탄소와 젖산)이 축적되었을 때 생겨난다.

주관적인 것과 객관적인 피로는 항상 같이 나타나는 것은 아니다.

---

**표 4-3 피로와 스트레스의 요인들**

---

<u>환경적인 것들</u> <u>(생리적인/생체역학적인)</u>	<u>정신적인 것들</u>
동적인 스트레스	위험
청각적인 소음	두려움
진동	지루함
부하	토르크
온도	작업 속도
대기압	작업량
화학 약품	감각 중추의 손실
방사선	주의 산만
과중한 업무(육체적인)	실패의 위협
눈부신 빛	무사 안일의 경계
수면 부족	신체 리듬 주기

---

왜냐하면 주관적인 피로 단계는 작업 조건의 특수한 변화에 의해 감소될 수도 있기 때문이다.

우리는 주로 피로를 육체적으로 영향을 받는 것으로 생각하지만 어떤 이는 정신적인 피로도 참작할 수 있다. 정신적인 피로는 육체적인 일보다는 정신적인 일로 지쳤을 때 생겨난다. 어려운 정신 노동은 지치게 할 수 있으며, 특히 만약 그가 또는 그녀가 인식적으로, 능동적으로 느끼는 과정에서 어떤 좌절감과 충동을 부딪히게 될 때 그러하다. 정신적인 피로는 대체로 과로와 노력의 인식으로 구성되어 있다. 지루함, 나른함, 졸음 등은 그에 수반되는 증상들이라 할 수 있다.

또한 피로는 급성적 또는 만성적인 것으로 설명되어질 수 있다. 급성적인 피로는 업무를 수행하는 일과 중에 나타나는 피로라고 할 수 있다. 급성적인 피로의 간단한 예로는 사무실 주변이나 작업 현장을 걸어나가면서 생겨나는 불편함을 들 수 있다. 이런 종류의 피로는 보통의 수면이나 휴식으로 치유된다. 가장 현저한 급성적인 피로의 결과는 일의 생산성의 감소 또는 능률의 저하이다. 만성적인 피로는 업무 주기나 수면, 또는 휴식 등에 의해 좌우되지 않는, 낮은 동기와 빈약한 업무 생산성이라는 특성을 나타내는 상태이다. 그것은 약물적인 또는 중독성의 상태에 의해 초래되기도 한다.

연장된 업무 주기의 연속에 의해 생기는 축적된 피로도 있다. 일반적으로 업무 주기에는 휴식과 회복을 위한 기회는 거의 없다. 급성적인 상태에 비해 생산도나 능률면에서 그다지 많이 차이하지 않는다. 여하한 작업자들은 숙달된 단계를 유지하기 위해서는 그들 스스로의 더 많은 노력이 요구된다는 것을 숙지하고 있으며 그들의 인내력의 한계를 의심한다.

조정자가 필요한 긴급한 상황에서는, 예를 들자면 연장된 작업 교대를 유지하는 것은 축적된 피로가 생기게끔 한다. 이런 상황들 속에서는 특정한 몇 명의 작업자들, 조정자들, 기술자들은 몇 일 동안 긴급한 문제에 전념해야 한다. 일에 대하여 전력을 다하는 것을 연장하면서도 정상적인 휴식을 취할 시간은 거의 가지지 못하는 것은 어느 정도의 축적된 피로를 가져온다.

## 생리적인 스트레스 요인들

동적인 스트레스는 차량의 기동 연습에서 그렇듯이 신체에 빠른 가속도가 가해질 때 생겨난다. 이것은 혈액 순환의 변화를 야기시키고 말초 시각의 손실, 동작의 착각, 뛰어난 운동신경의 상실, 시력의 완전한 상실을 일으키고 결국에는 무의식 상태가 된다. 그런 상황들은 조정자를 속수무책이게끔 한다. 진동들과 소음들은 함께 고려될 수 있는데 그것은 둘 다 역학적인 진동이기 때문이다. 20-20,000 헤르츠의 범위 내의 발진은 소리로써 들려진다. 20 헤르츠 이하의 발진은 진동으로 인식된다. 진동과 소음은 다른 감각적인

기능들과 충돌하여 운동신경의 공동작용과 현재의 피드백을 혼란시킬 수 있다. 사람은 반응에 대한 정보로써 전달되는 자극의 형태로 소음과 진동에 반응한다. 끊임없는 소음은 그것의 정도가 약할지라도 불안과 자극을 유발한다. 심한 종류의 진동과 소음은 내부 기관들과 중추 신경계를 방해하는데, 이것은 장애, 무의식 또는 죽음까지 이르게도 한다.

온도의 스트레스는 열기와 냉기로 생기는 스트레스를 말한다. 지나친 열기는 열사병을 유발할 수 있다. 열사병의 증후로는 심장 박동의 빨라짐과 심장의 부정맥이다. 이것에 영향을 끼치는 요인들로는 온도, 습도, 에너지 소비량, 그리고 신진 대사 기능들이 포함된다. 인간은 적응에 의해 열에 대한 내성을 발달시킬 수 있고 그 때문에 열에 의한 스트레스의 영향을 감소시킬 수 있다. 냉기에 대한 노출이 감각 기능(촉감을 제외하고)에 영향을 미치지 않는다 할지라도 그것은 근육 운동의 공동 작용과 운동 신경에 손쉽게 영향을 끼친다. 혈관의 수축과 혈류 속도의 감소로 인해서 손의 에너지가 약해진다. 사지의 혈액 순환의 늦춰짐은 운동 근육의 힘과 노력의 지속성을 제한한다.

기압의 스트레스는 인간이 바다나 우주 탐험에서 다른 조건의 대기에 지배받을 때 생겨난다. 이렇게 할 때 인간은 다른 조성과 비정상적인 기압의 기체를 들이마신다. 물론 이것은 생물학적인 영향이 있다. 생리적인 스트레스는 혈액 속의 비정상적인 기체의 성분도에 작용한다. 감압에 의한 메스꺼움 현상과 산소 결핍증은 이런 대기의 변화에 따른 반응의 예들이다. 가장 먼저 고려할 사항은 산소 부족 상태인 산소 결핍증을 방지하는 것이다. 혈관 내에서의 질소, 이산화탄소, 그 밖의 기체들의 변화들 또한 많은 생리적인 작용들의 조절에 영향을 미친다.

화학적 스트레스들은 공기로 운반되는 또한 섭취되는 화학약품 등을 포함한다. 눈의 염증은 공기로 운반되는 화학약품의 영향 중 한가지이다. 스모그는 눈의 염증의 한 원인이고 그것이 시각적인 예민함을 방해하지 않는다 하더라도 눈의 피로나 긴장을 유발시킬 수 있다. 알코올과 같이 섭취된 화학약품 또한 스트레스 요인으로 작용할 수 있다. 예를 들자면 알코올은 근육의 조절을 방해하고 시각적인 탐지와 추적 능력을 감소시킨다.

방사선 스트레스는 인간이 X선, 감마선, 우주의 광자를 포함하는 전자기의 스펙트럼의 일부분인 이온화 방사선에 노출되었을 때 발생한다. 어떤 노출이나 감지된 노출이라도 사람으로 하여금 피로, 무관심, 무기력, 그리고 메스꺼움 등의 증상을 동반하는 정신적인 스트레스를 받게끔 한다.

여하한 거대한 양(500-1000렘)의 방사선은 신경조직을 파괴할 수 있다. 경련을 일으키고 피해자는 쇼크 상태에 빠진 후 얼마 지나고 나서 사망하게 된다. 더 정도가 낮은 방사선은 암환자(200-300 rad 정도)를 위한 치료에 쓰여진다. 방사선 치료에 대한 이러한 환자들의 반응은 메스꺼움, 두통, 그리고 피로 등의 형태로 나타난다.

방사선 노출이 모두 불수로 만들지는 않지만 정도가 높을 때는 이렇게 되는 것이 확실하다.

육체적 노동의 과중에는 극도의 근육의 소모와 다른 신체에의 무리들이 있다. 과격한 근육의 소모는 근육 운동의 공동 작용과 체력에 영향을 미친다. 사람이 계속해서, 여자건 남자건 간에 무리한 노력을 하면 혈액중의 산소와 당도가 현저히 떨어진다. 근육 경련과 쇠약은 무리한 노력의 최후의 결과이다.

눈부신 빛은 시각기능에 영향을 미치는 환경적인 스트레스 요인의 한 예이다. 눈부신 빛은 시야에서 광도가 실제로 정상보다 높은 밝기를 말한다. 이것은 성가심, 불쾌, 그리고 시각기능의 저하를 초래한다. 눈부신 빛은 광학의 대조도를 허용하지 않으므로, 시각적인 탐지력에 영향을 미친다. 그것은 또한 눈의 긴장과 피로를 일으킨다.

수면 부족은 활동에 많은 지장을 주는 스트레스 요인이다. 전에 언급되었듯이 수면은 급성적 피로의 증후들을 완화시키는데 필수적이다. 수면 부족은 권태, 체력의 저하, 초조, 운동 신경 작용의 문제, 시각기능의 저하 그리고 환각 상태마저도 일으킨다. 결정 능력은 수면 부족일 때에 확연히 저하된다. 정신의 움직임은 적당한 휴식을 취하지 않으면 더 늦어지고 힘들어진다. 휴식없이 계속 활동할 수 있는 능력의 차이는 사람에 따라 매우 다르지만, 수면 부족의 영향을 전혀 받지 않는 사람은 아무도 없다.

## 심리적인 스트레스 요인들

심리적인 스트레스 요인들은 심적인 긴장을 일으키는 스트레스의 요소들이다. 궁극적으로 긴장은 생리적인 장애를 낳기 때문에, 가끔씩은 생리적인 것과 심리적인 스트레스의 요인들을 구분하기가 어렵다. 몇 가지의 특수한 심리적인 스트레스 요인들은 이전의 표 4-3에 나타나 있다.

모든 스트레스의 요인들을 제거하는 것이 인간 공학자들의 목표는 아니다. 왜냐하면 모든 정도의 스트레스가 파괴적이지는 않기 때문이다. 실제로 어느 정도의 스트레스는 작업자의 동기 유발에 기여하기 때문에 바람직하다. 핵발전소의 기사가 자주 호출 표시기와 선택된 표시장치들의 그룹들을 정밀 조사하게끔 하는 것은 모두 안전에 대한 염려 때문이다. 지나친 걱정 또는 불안은 기사로 하여금 너무 많은 시간을 그 표시장치들에 주목하게 해서 자기의 다른 일들을 돌보지 못하게 할 수 있다. 이것은 전체적인 작업 운영의 저하를 가져온다. 그러므로 스트레스는 그 정도에 따라 파괴적일 수도 있고 더 용이하게 해 줄 수도 있다는 것이 명백해진다.

공포와 위협은 인간에게 스트레스 적인 영향을 준다고 알려져 있는데 그

것은 사람에게 끊임없는 불안 상태에 있게 하기 때문이다. 이러한 불안 상태의 지속은 정신적으로나 육체적으로 지치게 한다. 자율 신경계의 기능은 단계적으로 높아져서 심장 박동과 혈압이 높아지고 호흡은 알아지고 빨라진다. 정신은 심적인 긴장으로 인해 휴식과 회복을 거의 못하게끔 하는 경계의 상태를 유지한다. 공포와 위협을 겪는 사람들(예를 들어 전투 병사들)의 심장 박동과 화학 수치를 측정하여, 연구자들은 이런 스트레스 요인들의 생리적인 결과들을 알아내었다. 어떤 화학 물질, 예를 들어 부신 피질 호르몬은 다량으로 생성된다. 이러한 종류의 화학적 불균형은 심적인 수점의 화학적 변화로 초래되는 궤양과도 같은 식으로 내부 기관에 심각한 손상을 가져올 수 있다.

공포와 위협은 또한 정신의 진행을 방해할 수 있다. 집중과 인식력있는 기능 수행이 파괴될 수 있다. 사람들은 공포로 인해 당황하고 부적합한 행동을 할 수 있다. 극도의 위협은 사람에게 그의 또는 그녀의 업무들을 모두 할 수 없게끔 한다. 위협한 상황에 대한 일반적인 한가지 반응은 그것의 존재 자체를 모두 부인하는 것이다. 이 사실은 예를 들면 왜 운전자들이 비상 사태일 경우에 경보가 갑자기 울리면 그 경보 장치가 고장났다고 확신하는지에 대한 설명을 제공한다.

단조로움은 무활동성, 지루함, 또는 같은 업무의 반복 등으로 인해 일어난다. 단조로움은 측정하기 어렵지만 심리적인 스트레스 요인으로서의 잠재력은 이미 명백하다. 단조로움이 주는 정신적인 침체는 활동성을 심각하게 저하시킨다.

아무런 사건 없는 불침번 업무는 단조로움에 의하여 스트레스를 주는 업무의 가장 좋은 예이다. 단조로움과 가까운 것은 감각 기능 저하 상태이다. 감각 기능 저하는 사람이 지각력 있는 어떤 정보와도 고립되어 있을 때 발생한다. 감각 기능 저하에 대한 경험적인 연구는 지각력의 고립은 감각근의 예민함의 저하와 환각마저도 일으킨다고 나타내고 있다. 단조로움과 감각 기능 저하의 경험은 의심할 바 없는 스트레스를 준다. 단조로움과 감각 기능 저하로 인해 생겨나는 경계의 늦춤과 빈약한 감각적 능력은 활동성의 저하의 명백한 원인이 된다.

무리한 업무 속도와 업무량의 요구는 육체적인 스트레스 못지 않게 심리적인 스트레스도 일으킨다. 이 스트레스는 업무가 지정된 시간 내에 성공적으로 끝나쳐져야 한다는 걱정과 관련이 있다. 만약 다른 사람의 안전을 기하기 위해 업무의 성공적인 완수가 요구된다면 스트레스는 아마도 엄청난 것이다. 실패와 실직의 위협이 이 스트레스를 가중시킬 것이다.

신체 리듬 주기의 혼란은 심리적인 그리고 정신적인 스트레스 요인으로 작용할 수 있다. 주야의 24시간 주기, 또는 생활 주기는, 먹는 것, 자는 것,

일하는 것, 사회적 활동 등에 대한 규칙의 토대이다. 신체 리듬 주기의 조절은 외부적인 온도 변화, 태양의 복사, 그리고 주위의 소음도의 패턴 조절을 뜻한다. 이런 주기(예를 들어 교대 작업의 변화)의 혼란은 스트레스를 주는 자율 신경계의 변화와 신경 내분비의 변화를 가져온다.

그런 스트레스는 정신 운동의 작용과 정신적 안정성을 저해할 수 있다. 신체 리듬 주기의 혼란은 또한 인내력을 저하시키고 화를 돋굴 수도 있다. 사람이 일주일 내에 새로운 순환의 형식에 순응할 수 있다고 하더라도 그의 또는 그녀의 순환은 또 다른 혼란을 일으키면서 곧바로 또 변할 수 있다.

다소의 피로와 스트레스는 모든 업무 상황에서 원래부터 존재하는 것이고, 그것이 항상 부정적인 형태로만 업무 실행에 영향을 미치는 것만은 아니다. 앞에서 언급했듯이 어느 정도의 스트레스는 동기 유발원으로 작용한다. 어쨌든지 간에 피로와 스트레스를 극도의 상태까지 받을 경우 작업자의 생산성에의 영향력은 해롭다. 업무수행도의 질은 저하되고 업무 수행 속도도 떨어질 수 있다. 스트레스와 피로의 작용으로 오류와 사고의 빈도가 높아질 수 있다. 작업자의 업무 수행의 변이성도 증대될 수 있다. 작업자의 수행에서의 변화들은 위험한 일들의 수행에서 심각한 결과를 초래하는데 예를 들면 항공기를 착륙시키거나, 원자핵 사고를 막는 것, 또는 제조 과정에서 부분들을 제대로 조립하는 것들이 그것이다. 극도의 피로와 스트레스 상태로 이끈 상황들을 인식하고 이런 상황들을 피하는 방법에 대해 충고하는 것은 인간 공학자들의 과제이다. 그의 또는 그녀의 인간과 기계, 두 가지 모두에 대한 지식으로 인하여 인간 공학자들은 이것을 수행할 수 있는 자질을 갖추고 있다.

결국 스트레스는 작업자의 작업 환경의 외부적인 생활 조건의 결과일지도 모른다. 인간 공학의 연구는 그러한 스트레스가 업무수행에 부정적인 영향을 끼칠 수도 있어서, 당분간은 그 작업자가 도움이 되는 관심을 요할 수 있다는 것을 관리자들이 알아야 한다고 지적했다.



## 5 앉아서 그리고 서서하는 작업

대부분의 작업자들은 그들 시간의 대부분을 작은 작업 공간에서 보낸다. 이 작업 공간 또는 “작업 걸모양”이 잘 디자인되어야 하는 것은 중요하다. 작업자와 이 공간과의 물리적인 관계는 생산성과 육체적, 인식적인 행복과 직접적인 영향이 있다. 업무는 앉아서나 서서, 또는 아마도 둘 다의 복합적인 형태로 수행되어진다.

### 앉아서 하는 작업

앉아서 하는 업무를 위해 잘 설계된 워크스테이션은 몇 가지의 공통점을 가지고 있다:

- 작업자가 업무를 수행하기 위한 모든 것들을 앉아있는 작업 공간 내에서 이용할 수 있고 다루기 쉽게 되어 있다.
- 앉아서 하는 작업은 큰 에너지(예를 들어 10lb 또는 4.5kg 이상의 무게가 나가는 물건을 다루는 것들)을 요하지 않고 가끔 그럴 때라도 기계적인 보조 도구가 앉아서도 이런 무거운 것들을 이용할 수 있게끔 한다.
- 좋은 의자가 공급되고 바닥에서 들어 올려져야 할 것들이 아무것도 없다.

작업을 수행할 때에 이용하는 의자는 수행되는 작업과 관련하여, 또한 작업자의 견지에서 선택되어야 한다. 의자는 업무를 위해 요구되는 행동 범위를 모두 수용할 수 있어서 작업자가 앉은 상태에서 움직이고 앞으로 기대고, 그리고 일어나고 앉는 것을 쉽게 할 수 있도록 해야 한다.

등의 스트레스는 앉아서 하는 작업의 주된 문제인데 의자 등받이가 이것을 완화시키는데 주요한 역할을 한다. 등받이는 수평과 수직으로 모두 조절 가능해야 하고, 각(보통 95내지 100도로)을 이루어야 한다. 의자의 높이는 수직적으로 조절 가능해야 한다. 어떤 업무들을 위해서는 의자에 팔걸이가 필요할 수도 있다.

의자를 평가할 때 고려되어야 할 사항들이 몇 가지 나열되어 있다.

- 등받이가 수직과 수평으로 조절 가능한가?
- 작업자에게 의자가 맞춰졌을 때 등받이가 엉덩이뼈의 윗부분과 떨어져 있는가?

- 의자 다리가 몇 개인가?(다리 5개짜리가 4개짜리보다 안정하다)
- 의자 다리에 바퀴가 있는가? 바퀴가 이 작업 상황에 맞는가?(어떤 상황에서는 다리 바퀴가 유해요인이 될 수도 있다.)
- 발판이 있는가?
- 팔걸이가 있는가? 그것들이 필요한가?
- 조정 장치들은 손을 내밀어 뻗히거나 조작하기 쉬운가?
- 의자 높이 조정이 가능한가?
- 의자 높이가 작업공간에 알맞은가?(작업대 밑으로 무릎을 넣고 편안하게 앉을 수 있게끔 의자가 용이한가?)
- 의자에 두루말이 모양 처리된 앞 언저리가 있는가?
- 의자 조정이 가능해서 무릎 뒷부분의 접히는 부분이 의자의 좌석 높이와 같거나 2인치 더 높이 떨어져 있을 수 있게끔 되는가?

앞아서 하는 작업이 수행되어지는 워크스테이션은 키가 큰 작업자이든지 작은 작업자이든지 앞으로 조금 숙이면서 작업 공간의 모든 것을 집을 수 있게끔 디자인되어야 한다. 신체로부터의 거리가 집어 올릴 수 있는 여부에 영향을 끼치기 때문에 이상적인 작업 공간은 작업자의 주위로 반원형을 이루어야 한다.

앞아서 하는 작업은 때로 사물을 집어 올리는 것을 포함한다. 들어 올려질 사물들의 배치에 주의해야 한다. 팔이 닿는 거리에 비교적 가벼운 사물을 들어 올렸을지라도 등 아랫부위를 다치게 할 정도가 될 수 있다.

좋은 등받이를 지닌 의자에 편히 앉아서 일을 하는 작업자는 손을 외향으로 향하게 하는 것보다 내향으로 향하게 하고서 거의 두 배의 손 힘을 낼 수 있다. 작업자가 회전시키는 힘(예를 들면 손수레 바퀴를 돌리는 경우)을 요하는 작업을 할 경우 몸 앞으로 12in(30.5센티)정도의 거리를 두고 잡았을 때 가장 큰 힘이 생긴다.

손은 위로 끌어올리는 것보다 아래로 끌어내릴 때 더 강력하고, 당기는 것보다 밀 때 더 힘이 세다. 미는 힘은 몸앞으로 20in(50.8센티)정도의 거리를 둘 때 가장 큰 힘을 낸다. 당기는 힘은 사물이 몸 앞으로 28in(71.1센티)정도 거리로 잡았을 때 가장 잘 끌어진다.

작업한 작업자의 팔은 편안한 자세로 그 또는 그녀의 쪽에 자연스레 놓여져야 한다. 작업대의 면은 팔꿈치 높이 또는 약간 아래에 있도록 한다. 이때 아랫팔은 수평이거나 약간 아래로 기울어지게 한다.

쓰는 것을 위한 또는 가벼운 조립을 위한 최적의 작업 면의 높이는 바닥

위로 27.5에서 31인치 내(69.9 내지 78.7센티)의 범위이어야 한다. 보다 무거운 수작업(예를 들면 포장하는 일)을 위해서는, 작업 높이는 바닥으로부터 26 내지 28.5 in(66내지 72.4 센티)정도 위에 있어야 한다. 최적의 높이는 작업자 개개인마다 다를 수 있기 때문에 작업 높이는 조정 가능해야 한다.

## 서서하는 작업

서서 하는 작업은 많은 산업장에서 일반적이다. 많은 일들이 작업자가 서서 했을 때 더 적은 진력으로 수행된다. 어떤든 간에 한가지 자세로 오랫동안 서 있는 것은 갖가지의 스트레스를 낳는다.

서서 하는 작업들의 난점들은 다음 열거된 사항들을 고려할 시에 완화될 수 있다.

- 만약 작업자가 쇠격자나 콘크리트와 같이 딱딱한 그림면 위에서 오랫동안 서 있을 때는 피로 방지용 매트가 제공되어야 한다. 쿠션 창을 댄 신발 등의 특별한 신발들도 도움이 될 수 있다.
- 작업 높이의 일반 규칙은(손으로 일을 할 때) 팔꿈치에서 2 내지 6인치(5.0에서 15.2센티)아래이다. 팔꿈치 높이는 아랫팔뚝이 윗팔뚝과 90도 각으로 굽힌 채로 팔꿈치는 몸의 측면을 따라 놓여져 있는 상태로 정의된다. 이것은 지나치게 높은 작업대로 인해 어깨와 목에 일어날 수 있는 문제들을 완화시켜줄 것이고, 만약 작업 높이가 너무 낮을 때 상체의 굽혀짐과 등의 통증을 방지해 준다. 만약 작업 높이가 조정 가능한 것이 아니라면 원칙적으로 키 큰 작업자에게 알맞게 디자인하고 안전의 위험이 되지 않는 한, 더 작은 작업자로 하여금 위에 올라 서 있을 수 있는 무엇을 제공하라.
- 실행되는 업무에 따라서 작업 면의 최적 높이는 달라질 수 있다. 가벼운 조립작업, 글을 쓰는 업무, 또는 부품의 정밀 조사등을 위한 최적의 높이는 아래로 깊이 숙이거나 옆으로 숙여야하는 일을 요하는 일들보다 높아야 할 것을 요한다. 아래로 향한 큰 힘을 쓸 때 작업 높이는 가장 낮을 것이다. 낮은 작업 높이는 위로 향한 큰 힘을 요하는 일에도 편리하다.
- 도구들, 물품들, 그리고 다른 사물들을 집기 위한 수평거리는 그것의 이용 빈도에 따라 우선 순위가 매겨져야 한다. 자주 뺏어 집어야 하는 품목들은 몸앞에서 14내지 16인치 정도(35.6 내지 40.6센티) 떨어진 거리에 반원의 영역 내에 놓아져야 한다. 보다 덜 빈번하게 집는 품목들을 보다 몸에서 멀리 떨어진 곳에 배치하라. 하지만 일반적으로 몸에서 24내지 26인치(61내지 66센티)정도보다 더 떨어져 있지는 않게 하라.
- 서 있는 동안 한쪽 발을 들어올리는 것은 등아랫부위의 스트레스를 완화시키는데 도움을 준다. 막대기, 난간, 또는 특별히 부착된 발판은 발을 교대로 받쳐 놓을 수 있게 한다.
- 작업은 그의 또는 그녀의 머리를 자주 움직일 수 있도록 구성되어 있어

야 한다. 시야의 구역과 조작 구역은 지나치게 머리를 움직일 필요가 없게끔 제한되어 있어야 하지만 움직일 수도 없을 정도로 제한되어 있지는 말아야 한다.

- 서서 일하는 작업자가 섬세한 일을 할 때에는 등을 아프게 하지 않기 위하여 팔꿈치가 받쳐져야 한다. 이런 종류의 일을 위해 적당한 높이는 팔꿈치 높이보다 2내지 4인치(5.0에서 10.2센티 정도) 높은 것이 좋다.

## 앉아서하는 작업과 서서하는 작업의 결합

어떤 일들은 앉아서 하는 것과 서서 하는 것 모두를 요구하는 것이 있는데 그것은 가끔 손으로 집을 수 없는 위치에 있는 어떤 것을 찾아서 가져와야 하기 때문이거나, 또는 몇가지는 앉아서 했을 때 가장 좋고 다른 것은 서서 하는 것이 좋은 서로 다른 일들을 수행하여야 하기 때문이기도 하다.

앉은 자세와 선 자세를 번갈아 가며 일할 수 있는 작업자는 행운이다. 변하지 않는 자세로 인한 피로들 덜 겪고 두 가지 자세를 모두 수용할 수 있도록 디자인되어 있는 워크스테이션은 업무 조건을 훨씬 더 향상시킬 수 있다. 만일 가능하다면 그런 워크스테이션은 작업대의 높이가 조절 가능하도록 만들어 져야한다. 또다른 선택사항은 받침 도구를 사용하는 것이다. 그것은 반기립 상태와 앉은 자세 모두 취할 수 있게끔 한다.

모든 업무에 있어서 또다른 고려할 사항은 작업의 동적인 또는 정적인 특성이다. 전체적으로 더 많은 움직임을 요하는 업무들이 적게 또는 전혀 움직일 필요 없는 업무보다 더 적은 스트레스를 낳는다. 업무를 수행하기 위해 구부려야 하거나 어떤 것을 오랫동안 들고 있어야 하는 작업은 후자의 예이다.

정적인 업무의 상황은 작업자가 앉아 있든, 서 있든 간에 업무의 난점에 중요한 요소이다. 동적인 근육의 활동은 영양소가 근육 세포로 들어가게 도와주고 노폐물들을 세포 밖으로 소모시킬 수 있도록 해준다. 정적인 근육 활동에서는 근육을 수축시키고 영양소의 움직임과 노폐물들의 움직임은 제한된다. 근육 세포에 노폐물이 축적되면, 우리가 피로라고 말하는 상태가 된다. 업무에 더 많은 운동성을 허용하게끔 조정하는 것은 유용하다.

## 6 중량물 운반작업

들어올리는 일은 많은 다양한 일들에서 이루어진다 . 가끔씩 가벼운 것을 들어올리는 일에서부터 많이 들어올리는 것까지도 포함해서 말이다. 들어올리는 것은 작업 중에 일어나는 사고의 주된 요인이기도 하다.

### 요통 장애의 유발요인

무엇이 요통을 유발하는가? 아래의 사항들은 가장 빈번한 것에서 덜 빈번한 것의 순으로 나열된 가장 일반적인 요인들이다.

1. 부적절한 서 있는 자세 또는 앉은 자세로 인한 것, 혹은 열악한 워크스테이션 디자인으로 인한 것
2. 갑작스런 또는 빈번하게 등을 뒤틀는 행위 또는 구부리는 것
3. 일반적으로 이용되지 않는 근육의 갑작스런 수축 또는 사물을 갑자기 잡아당기는 것
4. 근육의 힘과 유연성, 그리고 길이를 잃게 하는 운동 부족
5. 수동으로 도구들을 다루는 작업들, 예를 들면 들어올리는 것, 내리는 것, 끌어당기는 것, 미는 것, 그리고 나르는 것등.
6. 스트레스
7. 신경의 반대 방향으로 몸의 중심이 밀려났거나 “미끄러진” 또는 탈장된 디스크
8. 흡연(악화시키는 요소)
9. 많은 다른 종류의 질병들

### 등의 구조

등뼈(spine)는 인대(ligament) 옆에 있는 척추(vertebrae)라고 불리는 뼈의 구조로 이루어져있다.(그림 6-1) 그것은 유연하기 때문에 다양한 동작들을 취할 수 있게끔 한다. 등뼈의 기능은 머리를 지탱해주고 척추의 인대(spine cord)를 보호하고, 몇몇의 내부 기관을 지지해주고, 갈비뼈(ribs)에 연결을 해주는 것이다.

척수(spinal cord)는 척추의 중심 아래쪽으로 지나간다. 척수(cord)로부터 뻗은 척추 신경은 몸의 모든 부분으로 간다. 등을 함부로 쓰면 이러한 신경들이 찢르는 듯이 아프고, 자극받고, 또는 상할 수 있다.

연골 조직(cartilage)으로 이루어진 디스크는 척추 사이에서 쿠션 또는 “충격 흡수제”로 작용한다. 디스크는 오래되고, 헐고, 찢어질 수 있기 때문에 미세한 골절(microfractures)이 되어 등뼈의 충격을 흡수할 수 있는 기능을 잃게 할 수 있다. 디스크가 신경에 부딪치는 것은 인체의 통증의 중요한 요인이다. 등의 근육들은 지지를 위한 것이지 들어올리기 위한 것이 아니다. 이러한 근육들은 부적절한 사용이나 과도의 사용으로 피로해지고 스트레스를 받을 수 있다.

## 자세의 지침

등뼈에는 3가지의 중요한 굽힘이 있다: 경부의(cervical)-목; 흉부의(thoracic)-등; 그리고 허리의(lumbar)-등 아랫부분(대부분의 피로, 고통, 그리고 통증이 일어나는 곳). 올바른 자세를 위해서는 골반(pelvis)의 자세가 약간 앞으로 기울어져 있어야 한다. 이것은 뒤통치를 댄 채로 벽을 의지하여 서고, 벽에 붙어 기대어 봄으로써 체크할 수 있다. 만약 골반이 앞으로 기울어져 있지 않다면, 등 아랫부위의 구부러짐이 증가할 것이다.

만약 당신이 무릎을 맞부딪히고 서 있을 때도, 등의 아랫부위의 구부러짐은 증가된다. 오랜 시간동안 계속 서 있으려면 한쪽 다리는 발판이나 난간에 올려져야 한다. 엉덩이와 무릎을 구부리거나 수축하면 등 아랫부위의 구부러짐은 줄어든다. 이것을 증명하기 위해서 무릎을 구부린 채로 등을 대고 누워라. 등 아랫부위의 밑으로 한쪽 손을 넣고 무릎과 엉덩이를 펴라. 당신은 굽힘이 커지는 것을 느낄 것이다.

**앉아 있는 자세.** 적절한 요추(등 아랫부위) 받침대가 있는 적절한 의자를 이용하라. 무릎은 요추의 부담을 줄이기 위해서 엉덩이보다 높이 있어야 한다.

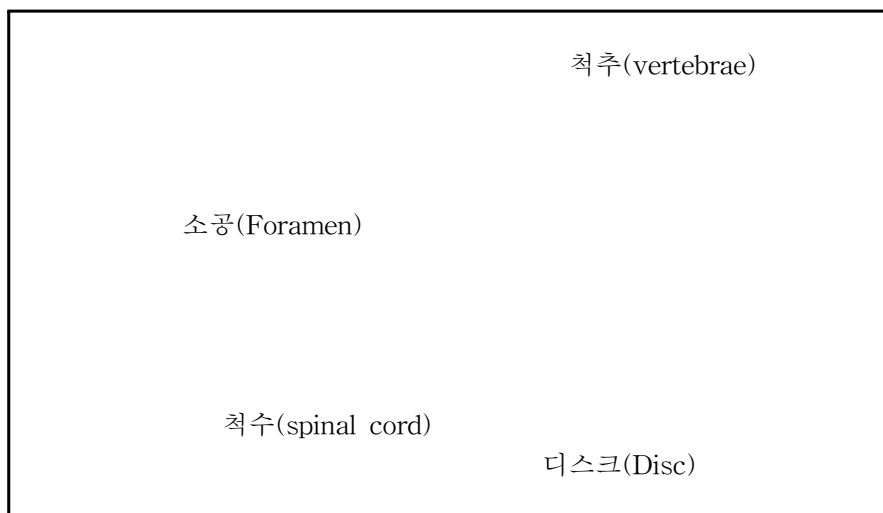


그림 6-1. 척수(spine)의 구조 (코티시 조이스 연구소: Courtesy Joyce Institute)

낮은 상자나 발판을 발밑에 놓을 수 있다. 좋은 의자는 빈번하게 움직이고 구부리는 것이 용이하게끔 되어 있다.

운전하는 자세. 페달 가까이에 좌석을 위치시킨다(팔로 뻗거나 다리로 뻗히는 것은 등을 결리게 한다). 또한 좌석이 가까우면 엉덩이와 무릎 굽히기를 더 많이 할 것이다. 엉덩이보다 무릎을 더 높게 유지하라. 언제든지 가능하다면 문의 팔걸이를 이용하라. 주기적인 휴식 없이 오랫동안 운전하는 것을 피하라. 만약 오랜 시간 운전하는 동안 요추의 받침대가 부적합하다면 타올을 말아서 좌석과 등아랫부분의 사이에 놓아라.

## 들어올리는데 영향을 주는 요인

들어올리는 일이 생기는 어느 곳에서든 인간공학적 접근의 초점은 가장 안전한 방법으로 가장 편리하게 들 수 있도록 디자인하는(또는 재디자인하는) 일이다. 아래의 요인들은 들어올리는 일을 할 때에 쉽게 또는 안전하도록 영향을 주는 것들이다:

- 힘과 들어올려질 짐의 무게
- 신체와 관련하여 짐이 놓여 있는 위치
- 짐의 크기
- 들어올리는 빈도
- 짐의 안정성
- 손잡이 또는 붙잡는 곳
- 작업장의 기하학
- 환경적인 요인들
- 개인적인 요인들.

이러한 요인들을 하나씩 살펴볼 것이다.

### 힘과 들어올려질 짐의 무게

수동으로 들어올림으로 일어나는 사고를 제거하는 가장 좋은 방법은 들어올리는 행위를 할 필요를 없애는 것이다. 만약 들어올리기를 없앨 수 없다면 다음 단계는 짐의 무게를 안전한 정도로 유지하는 것이다.

안전한 무게의 정도에 대한 정의는 작업 각각마다 그리고 작업자 각각마다 달라질 수 있다. 국립 직업안전보건연구소(NIOSH)는 용인할 수 있는 그리고 용인할 수 없는 들어올리는 작업을 결정하는 것에 대한 대수 방정식을 개발했다. 방정식은 몇 가지 변수를 고려하였다. 이러한 변수들과 어떻게 측정하는가에 대한 요약은 이 장의 뒷부분에 나타난다.

## 짐이 놓여져 있는 위치

수동으로 들어올리는 것은 신체와 가장 가까울 때에 가장 안전히 수행될 수 있다. 짐이 신체와 멀리 있을수록 등 아랫부위에 압박이 더 가해진다.

직무는 들어올리는 것이 한 손으로 들어올리거나, 또는 신체의 옆으로 들어올릴 필요가 없도록 구성되어야 한다. 작업자가 상체를 뒤틀지 않고도 들어올릴 수 있어야 한다.

들어올리는 작업이 가장 효과적으로 수행될 수 있는 수직의 범위는 대략 30인치(76.2센티) 또는 손가락 마디에서 어깨까지의 범위이다. 만약 작업이 더 낮거나 더 높은 곳에서 들어올릴 것을 요할 때는 작업장을 재디자인하거나 또는 짐이 기계장치로 올려질 수 있도록 가능한 모든 수단을 동원해야 한다.

## 짐의 크기

사물의 크기와 부피는 그것의 무게만큼이나 중요하다. 부피가 큰 20lb 짜리 (9kg)를 드는 것이, 작고 손잡이가 편리하게 달린 40lb(18.1kg)짜리의 물건을 드는 것보다 어려울 수 있다. 만약 짐의 물리적인 크기가 제한될 수 없다면, 크고 부피가 큰 사물들은 한사람 이상이나 또는 기계적인 보조 장치로 다루어져야 한다.

## 들어올리는 빈도

수동으로 들어올리는 것의 빈도는 에너지 소모와 직접적인 관련이 있다. 작업자가 주어진 시간 내에 더 많이 들어올려야 한다면 더 많은 근육의 피로가 일어날 것이다. 만약 자주 들어올려야 한다면 가벼운 짐일지라도 큰 스트레스를 일으킬 것이다. 신체는 들어올리는 동안 막간의 회복할 시간이 필요하다; 피로와 더불어 사고가 날 가능성이 증가된다.

## 짐의 안정성

만약 짐의 무게 중심이 바뀌면, 미끄러워진 짐이 무리하게 힘줌으로 인해 상해를 입게 할 수 있다. 만약 모든 게 가능하다면 들어 올려질 품목들은 짐이 움직이지 않도록 포장 또는 정돈되어 있어야 한다. 만약 이것이 가능하지 않다면 수동으로 들어올리기 위한 다른 방안을 찾아야 한다.

## 손잡이 또는 붙잡는 곳

손잡이 또는 붙잡는 곳은 움직여지는 사물과 그것을 움직이는 사람 사이를 연결하는 것이다. 작업은 작업자의 손을 염두해 두고 디자인되어야 한다. 만약



사물이 들어올려질 것이면, 그것을 드는 사람의 편의를 도모해야 한다. 사용되어지는 손잡이 또는 붙잡는 곳의 종류는 들어올리는 데에 필요한 힘의 양과 직접적인 영향이 있다.

본질적으로 잡는 방법은 3가지가 있다:

1. 갈고리 그립(hook grip) - 손가락을 물체 주위로 구부리고 엄지손가락은 사용되지 않는다.
2. 파워 그립 - 물체는, 엄지손가락을 손바닥의 평면을 따라 손잡이를 마주본 채로 약간 굽혀진 손가락과 손바닥 사이에 놓여진다.
3. 핀치그립(pinch grip) - 물체는 엄지 손가락과 다른 손가락 사이로 끼워진다.

파워 그립이 이용될 수 있게끔 하는 손잡이나 붙잡는 곳은 최대한의 역학적 편리를 제공한다. 파워 그립은 또한 물체를 잡을 때에 최소한의 근력을 요한다. 손잡이 또는 붙잡는 것의 크기와 형태는 일을 수행할 때에 요구되는 힘과 직접적인 영향이 있다는 것을 기억하라. 그림 6- 2는 일할 때의 힘 요구도가 손잡이의 크기와 형태의 영향을 어떻게 받는지에 대해 보여주고 있다.

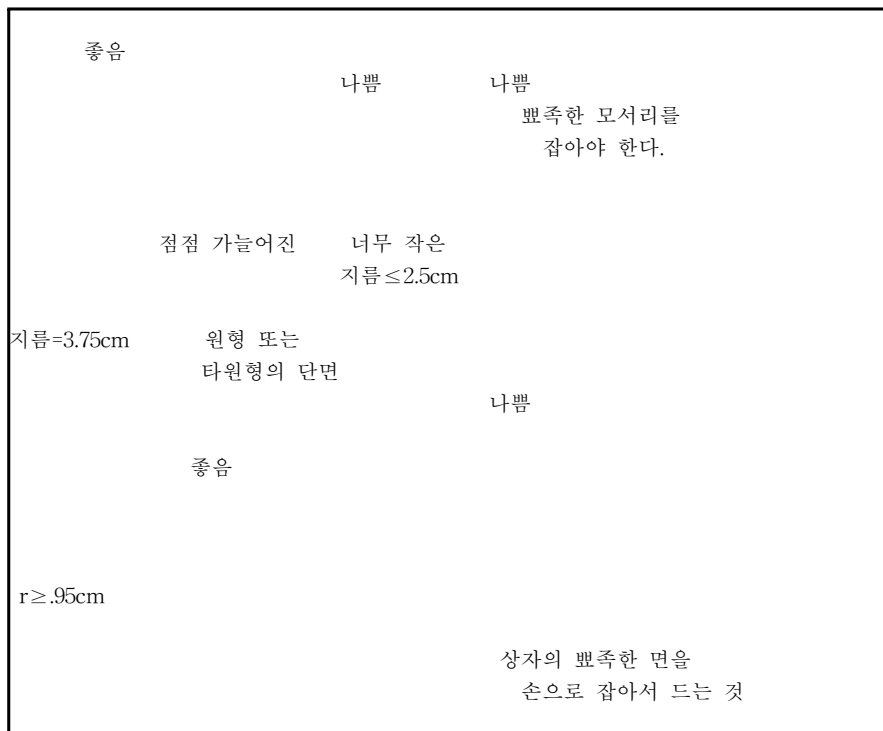


그림 6-2. 손잡이의 형태들

## 작업장의 기하학

작업장의 디자인과 배치는 들어올리는 것을 안전하고 원활하게 수행할 수 있도록 고려되어야 한다. 작업장의 형태는 들어올리는 것과 관련된 거의 모든 요인들을 결정한다(신체와의 거리, 들어올리는 방향, 자세의 어색함)

작업장은 다음의 요소들을 염두하고 디자인되어야 한다:

- 바닥으로부터 들어올리는 것은 삼가되어야 한다.
- 짐을 다루는 동안에 상체는 뒤틀려지지 않아야 한다.
- 비대칭의 또는 불균형한 한 손으로 들어올리는 행위는 삼가되어야 한다.
- 짐은 장애물 위로 들어올려져서는 안된다.
- 짐은 멀리 뻗어서 들어올려져서는 안된다.
- 짐은 갑자기 또는 급작스러운 동작으로 들어올려져서는 안된다.
- 작업 주기 내내 부적절한 자세를 취할 필요가 없어야 한다. 예를 들면 작업자가 바닥에서 물체를 올려서 매우 낮은 곳으로 놓는 일을 반복적으로 하게끔 일을 배치하는 것은 안 좋은 디자인이다. 이것은 바닥 위로 올리는 그 자체만으로도 위험한 것을 포함하는 것뿐 아니라 작업자가 작업 주기동안 어느 때든지 똑바로 서 있을 수 없게 한다.

## 환경적인 요인들

온도, 습도, 조명, 소음, 진동, 그리고 바닥 위에서의 발의 안정성 등은 들어올리는 일의 안전에 기여하는 모든 요소들이다.

더운 환경에서 육체적인 노력을 들이는 작업자들은 보다 적은 일을 수행하고 무리한 노동의 위험과 열과 관련된 병의 위험을 무릅쓰고 있다. 추운 환경은 그것과 거의 같은 문제를 제기하지는 않지만 손의 민첩성을 감퇴시킬 수 있고 만약 진동과 합해지면 누적외상성 장애의 위험을 증가시킬 수 있다. 더군다나 매우 추운 환경에서의 습도는 너무 낮아서 마찰과 쥐는 힘의 효과를 증가시키는 습기를 제거한다.

조명은 모든 작업 상황에서 중요하다. 들어올리는 일을 하는 작업자는 작업영역과 다룰 물체를 볼 수 있고 적절한 깊이와 대비를 인식할 수 있을 정도의 밝기가 필요하다. 또한 작업자가 물체 자체의 세부적인 구조를 보고서 아니면 그것에 대한 표지를 읽음으로써 작업자가 짐의 무게와 무게중심을 인지하는 것도 필요하다.

작업자의 발과 바닥 표면 사이에 마찰적인 안정성이 있어야 한다. 이것은 바닥이 너무 미끄럽지 않을지 너무 거칠지 않을지, 작업자가 바닥 상태

에 알맞는 신발을 신었는지를 확인함으로써 알 수 있다. 바닥의 표면은 또한 깨끗하고 장애물이 없어야 한다.

### 개인적인 요인들

성과 나이 모두 중량물 운반작업을 포함하여 작업을 수행하는 작업자의 능력에 영향을 끼칠 수 있다. 표준 여자의 팔과 몸통의 들어올리는 힘은 표준 남자의 힘의 60% 정도이다. 힘은 가장 정력적인 때의 75% 힘을 가지는 65세까지 나이가 들에 따라 점점 감퇴된다. 감퇴되는 것은 점진적이기 때문에 눈치 채지 못할 것이다. 들어올리는 일을 하는 데에 가장 위험한 사람들은 30에서 50세 사이의 사람들이다.

이러한 기초적인 힘의 저하에도 불구하고 계속적으로 일을 할 수 있는 능력은 정상적인 환경에서 대략 60세까지 감소하지 않는다. 이러한 능력을 지닌 작업자들을 작업에 유용하게 동원하기 위해서는 그 당시의 작업자의 능력에 맞춰 주어진 직무를 주의 깊게 평가해야 한다.

### 작업변수와

#### NIOSH의 중량물 취급 방정식

각각의 중량물 운반작업에는 어떤 일에 대한 변수가 각각 있다. 이러한 일의 변수들은 중량물 운반작업에 문제점이 있는지의 여부를 결정하는 데에 쓰이고, 업무에 대해 설명해 준다.

들어올리는 것에 있어서의 주된 일의 변수들은:

- **수평 거리(H)** - 짐 덩어리의 무게중심이 몸으로부터 수평형으로 점점 멀리 이동함에 따라, 비례적으로 등 아랫부위에 생기는 압축력이 증가한다. 이와 같이 짐이 몸으로부터 멀리 떨어질수록 스트레스는 증가한다.
- **수직 거리(V)** - 일을 개시할 때 바닥과 가까운 낮은 곳일수록 작업자는 더 많이 굽혀야 하고, 등 아랫부위는 큰 스트레스를 받는다.
- **수직 이동 거리(D)** - 들것을 들 때에 수직 이동 거리가 클수록 더 많은 에너지가 소모된다. 또한 어깨 위로는 들어올릴 수 있는 힘은 더 약하다는 것을 염두에 두라.
- **직무의 빈도(F)** - 직무의 빈도가 높을수록 육체적인 에너지가 더 많이 소모된다. 빈도는 신체에 축적적인 영향을 미친다. 일정한 정도 이상이 되면, 빈도는 피로, 땀, 그리고 결림을 초래할 수 있다.
- **직무의 지속성(기간)** - 들어올리는 일이 직무 교대 기간동안 드물게 일

어나는지 아니면 계속적으로 일어나는지에 대해 설명하는 것이다. 만일 들어올리는 일이 직무 기간동안 드물게 행해진다면 다른 직무들이 육체적인 노력을 무리하게 요하는 일이 아니라는 가정 하에 신체는 그의 비축 에너지를 회복할 수 있다.

- **짐의 무게(W)** - 무게는 일반적으로 들어올리는 것과 관련이 있다. 무게가 무거울수록 등 아랫부위 상해의 위험은 커진다. 다루어지는 무게의 위치는 무게의 정도만큼이나 중요하다.

이러한 직무에 있어서의 각각의 변수들은 매우 상호적이다. 말하자면, 짐의 무게의 수용도는 짐이 어디에 위치하고 있는지(수평적으로, 수직적으로 모두), 얼마나 멀리로 들려 옮겨지는지, 그리고 얼마나 빈도가 빈번한지에 의해 좌우된다. 이러한 모든 변수들은 주어진 조건에서 안전의 여부에 대해 말하기 전에 먼저 고려되어야 한다.

그러한 변수들을 측정하기 위해서는, 6내지 8피트 정도의 줄자(1.8내지 2.4미터), 눈금이 있는 용수철 저울, 시계와 같은 것, 손목 시계 또는 스톱워치 따위의 것들이 필요하다. 여기 측정해야 할 들어올리는 직무의 변수와 어떻게 그것을 측정하는지에 대해 나와 있다.(그림 6-3) 측정은 미터법으로 해도 되고(미터와 킬로미터) 또는 미국 통례의 단위(피트와 lb)로 해도 된다.

- 수평 거리(H)는 발목뼈 사이의 중심에서 손아귀의 중심점까지 수평으로 잰다.
- 수직 거리(V)는 바닥에서부터 짐을 들어올리기 시작할 때 손아귀의 중심까지 수직으로 잰다.
- 수직 운반 거리(D)는 수직으로 들어올리는 것의 거리는 들어올리기 시작할 때의 손아귀에서부터 들어 올려놓는 목적 지점의 손아귀까지의 거리로 측정된다.

이러한 거리들을 잴 때, 근로자로 하여금 측정을 위해서 짐을 들고 있게

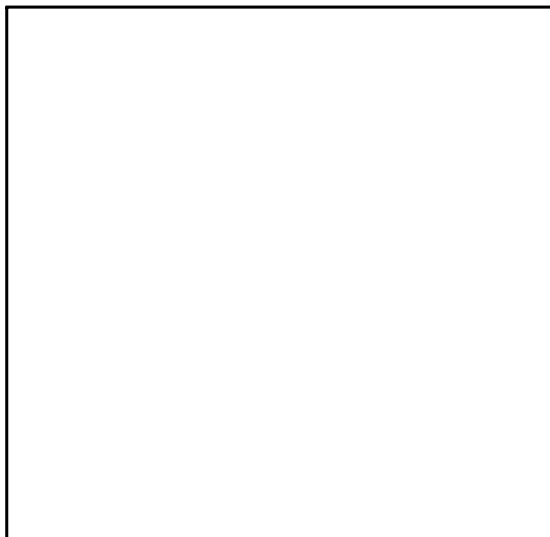


그림 6-3 들어올리는 일에서의 변수들

하고 위험한 자세를 지탱하고 있게끔 하지 말아야 한다.

이것은 무리한 노동으로 인한 상해를 일으킬 수 있다.

- 들어올려질 물체의 무게를 재어라. 만약 무게가 차이가 나면, 평균과 최대 무게를 기록하라.
- 직무의 빈도는 1분당 몇 번 들어올리는 지로 측정하라.
- 들어올리는 일의 지속성은 들어올리는 것을 한시간, 혹은 그 이하 동안 가끔씩 하거나 또는 드물게 하는지 아니면 들어올리는 일을 8시간 주기 동안 계속되는 지로 정하라.

모든 거리와 무게들은 완전한 단위와 가장 가깝게 어렵수로 나타낼 수 있다. 측정의 정확도는 중요하지만 변수들을 어렵수로 나타내는 것은 상대적으로 크기로 환산하여 결과에 지장을 주지 않을 것이다.

### 들어올림에서의 3가지 범위

국립직업안전보건연구소(NIOSH)는 수동으로 들어올리는 것에서의 작업실행 지침서에서 들어올림에서의 3가지 범위를 정의하였다(그림 6-4). 그것들은:

1. 최대한으로 허용되는 한도(MPL) 이상. 이는 기술상의 관리를 요하는 용인될 수 없는 짐을 말한다. 이 정도의 수준에서는 건장한 산업 근로 남자들의 25% 정도와 보건의 산업 근로 여성의 1% 이하 정도의 사람들만이 적당한 안전성 속에서 이 일을 수행할 수 있다.
2. 실행 한도(AL)와 최대한으로 허용되는 한도(MPL) 사이. 이는 관리상, 기술상의 관리를 요하는 용인될 수 없는 짐을 말한다. 관리상의 조정은 근로자 훈련, 근로자 배치, 근로자의 체력 시험, 그리고 그 외의 다른 보조 프로그램들 같은 것들이 포함된다.
3. 실행 한도 이하. 이러한 들어올리는 직무들은 대부분의 작업자들에게 거의 위험을 주지 않는다. 이 정도에서는 99%이상의 건강한 남성 산업 근로자들과 약 75%의 건강한 산업 근로 여성들이 적당한 안전 속에서 들어올리는 직무를 할 수 있다.

이것의 목적은 어떠한 단계에 특정한 들어올림이 속하는지를 측정하는 것이다. 이것을 하기 위해서는 다음의 대수학 방정식(NIOSH에서 개발한 것)이 이용될 수 있다.이 드는 것에 대한 방정식은 단지 두 손으로 몸을 트는 행위 없이 몸 앞으로 들어올리는 것에, 30인치(75센티미터) 또는 그 이하의 너비에, 들어올리는 사람들, 바닥, 그리고 짐 사이의 훌륭한 연결로 인한 자유로운 들어올리는 자세로, 그리고 적합한 주변 환경들에만 적용된다. (NIOSH는 최근에 이 방정식과 수동으로 들어올리는 직무에 대한 실행지침서를 재검토하고 있다. 그러나 개정이 본 교재를 출판할 당시에 채 준비되어 있지 않았었다.)

lb      kg

신체 방해 한계

위험한, 들어올리는 조건

들  
것  
의

기능적인 도달 한도

무      관리상의  
게  
최대한 허용 한도

실행 한도(A2)

수용  
실행 한도

가능한,

들어올리는

조건

짐의 수평 위치

**그림 6-4.** 이것은 적은 빈도로 들고(5분에 한 번 드는 것보다도 더 드물게) 바닥 위에서 6내지 24인치(15에서 60센티) 떨어진 짐이라는 한정 하에서 들어올리는 것의 3가지 범위에 대해 설명하고 있다. 수평적인 손의 위치에 따라서 들어올릴 수 있는 (AL과 MPL은 한도를 위한) 최대한의 무게가 결정될 수 있다. 신체에서 짐이 멀리 떨어지면 떨어질수록 무게를 덜 들 수밖에 없게 된다는 것을 기억하라. (NIOSH, 수동으로 드는 직무의 작업실행지침서)

미국 단위로의(lb과 in) 방정식은:

실행 한도(lb) =  $90(6/H)(1-.01/V-301).(7+3/v)(1-F/F_{\max})$

미터법 단위로의 방정식은:

실행 한도(kg)= $40(15/H)(1-.004|V-75|)(.7+7.5/D)(1-F/F_{\max})$

최대한 수용 가능 한도(MPL)=3(AL)

H = 수평 거리(Horizontal Distance)

V = 수직 거리(Vertical Distance)

D = 수직 이동 거리(Vertical Travel Distance)

F = 들어올리는 횟수(Frequency of Lift)

F<sub>max</sub> = 최대한의 빈도(Maximum Frequency)

최대한의 빈도는 들어올리기 시작할 때의 수직 거리에 들어올리는 빈도의 최대치를 나타낸다.

짐을 들어올리기 시작했을 때( $V \leq 30\text{in}$  또는  $76.2\text{ cm}$ )부터 구부린 자세를 취한 작업자는 서서 들어올리는( $V \geq 30\text{in}$ ) 사람보다 덜 빈번하게 들어올릴 수 있다. 표 6-1로부터 알맞는 최대치의 값을 드는 것을 하는데의 지속도와 짐을 들어올리기 시작할 때의 수직 거리에 따라 선택하라.

아래의 것은 NIOSH의 들어올리는 것에 대한 방정식을 어떻게 사용하는 지에 대한 예이다:

한 작업자가 계속적으로 깊숙한 화물 수송용 용기에서 50lb(22.7kg)의 부분품들을 8시간 동안 1분당 하나를 드는 정도의 빈도로 들어올리고 있다. 이것은 용인할 수 있는 들어올리는 작업인가?

직무 변수들을 위해 치수가 사용되었다. 그것은:

20in = 수평 거리                      12in = 수직 거리  
 18in = 짐의 거리                      50lb = 들어올려진 무게  
 1분당 한 번 들어올리는 횟수 = 들어올리는 일의 빈도  
 8시간 연속적으로 = 들어올리는 직무의 지속성(기간)  
 12 = 빈도의 최대치(표로부터)

직무 변수들이 방정식에 삽입되어서 풀어졌다:

$$AL(lb) = 90(6/H)(1-.01|V-30|)(.7+3/D)(1-F/F_{\max})$$

$$AL(lb) = 90(6/20)(1-.01|12-30|)(.7+3/18)(1-1/12)$$

$$90 \quad (.30) \quad (.82) \quad (.87) \quad (.92)$$

실행 한도(AL)=18 lb

최대한으로 용인될 수 있는 한도(MPL)=54 lb

표 6-1.  $F_{\max}$  표

		Fmax 표(빈도의 최대치)	
		$V \leq 30\text{ in.}$	$V > 30\text{ in.}$
		(상체를 굽힌) ( 서 있는 )	
드문 경우	1 시간	15	18
들어올리는 일의 지속성(기간)			
계속적인 경우	8 시간	12	15

## 그림 6-5

들어올려진 짐(50 lb 또는 22.7 kg)은 그 짐을 들어올리기 위해 정해진 실행 한도(AL)와 최대한으로 용인될 수 있는 한도(MPL) 사이에 있게 된다. NIOSH의 들어올리는 것에 대한 가이드에 의하면 이것은 관리상의 그리고/또는 기술상의 조정을 요하는, 허용할 수 없는 짐이다. 50lb은 MPL에 근접하기 때문에 대다수의 남성과 여성들은 안전하게 이 짐을 들어올릴 수 없다.

각기 다른 사람들이 들어올리는 것에 대해 각각 다른 포용력을 가지고 있기 때문에 이 들어올리는 것에 대한 방정식은 어떤 한 사람이 정확하게 어느 정도의 무게의 짐을 들 수 있는지를 결정할 수는 없다. 그 대신 초점은 들어올리는 작업에 맞춰져야 한다. 만약 들어올리는 작업이 AL의 이상이라면 작업자 중 몇은 짐을 들어올리면서 요통재해를 경험할 수도 있겠지만 그러나 다친 사람이 누구인식은 알 수 없을 것이다.

## 중량물 취급작업 프로그램에 대한 지침서

일반적으로 작업중 들어올리는 일이 생길 경우 작업은 다음의 요소들이 적용된 방식으로 디자인되어야 한다:

- 들어올리는 작업에 종사하는 작업자는 들어올리는 기술과 인간 공학적인 원칙에 대한 훈련이 되어 있어야 한다.
- 들어올리는 것은 서서히, 말하자면 천천히 그리고 갑작스럽지 않게 수행되어야 한다.
- 들어올리는 것은 두손으로 정확히 몸의 앞쪽에서 이루어져야 한다.



들어올리는 동안 몸을 뒤트는 일이 없어야 한다.

- 짐의 폭이 너무 넓어서는 안된다(30 in 이상 또는 76.2 cm 이상을 넘지 말아야 한다.)
- 작업 환경이 들어올리는 작업을 하는 작업자의 자세를 제한해서는 안된다.
- 작업환경이 쾌적해야 한다.(예를 들면 너무 덥거나 너무 시끄럽지 말아야 한다)
- 연결이 순조로워야 하는데, 손과 손잡이와의 연결 관계 그리고 신발과 바닥 그림면과의 접촉 같은 것들 말이다.
- 정기적으로 들어올리는 일을 하는 작업자들은 보통 다른 일은 최소한으로 하도록 요구된다. 예를 들면 잡고 있는 것, 운반하는 것, 미는 것, 끄는 것, 또는 내리는 것 등이다.
- 들어올리는 일이 맡겨진 작업자들은 신체적으로 보건해야 하고, 육체적인 노동에 익숙해야 한다.

다음 사항들은 중량물 운반작업에서 일어날 수 있는 문제들을 제거하고 완화시키는데 도움이 될 수 있는 인간 공학적인 접근의 광대한 범위이다. 이 점검표들은 완전하지 않지만 어떻게 이러한 그리고 다른 인간 공학적인 접근들이 당신의 작업장에 적용될 수 있는지에 대한 생각을 자극하기 위한 것이다.

- 수동으로 들어올리는 그리고 내리는 일들을 없애라.
- 짐을 옮기기 위해 필요한 힘을 최소화하라.
- 뺨는 그리고 들어올리는 거리를 가능한 한 최소한으로 유지시켜라.
- 시간을 최소화하라.

각각의 접근들은 아래에 더 상세히 설명되어 있다.

### **들어올리고 내리는 작업을 없애라.**

가장 이상적인 것은 자동화 또는 기계적인 보조를 통해 수동으로 물체를 다루는 일을 없애는 것이다. 이것은 몇 가지 방법으로 실행될 수 있다. 들어올리는 널빤지, 들어올리는 트럭, 올리는 컨베이어, 호이스트, 그리고 로봇들이 이용될 수 있고 또한 자동적인 급송 또는 공기 폐기 장치, 중력 덤프, 활강 사면로 또는 컨베이어등이 이용될 수도 있다.(그림 6-6 과 6-7)

만약 수동으로 드는 일이 피할 수 없는 경우라면, 짐의 높이를 올려서 작업자가 그것을 들기 위해 구부려야 할 필요가 없게끔 하라. 짐을 대 위, 경사진 수레, 또는 특별히 제작된 층뒤판에 올려 놓으라. 나중에 들어야 할 짐을 바닥에 놓지 말아라. 그것은 안전하지 않을 뿐만 아니라, 생산 관점에서 볼 때 불충분하다.

다소 어렵게 들어질 정도로 물체가 무겁다면, 들어올리는 것이 수동적으로 이루어질 수 없어서 기계적으로 할 수밖에 없을 정도로까지 무게를 늘려서 수동으로 드는 것을 저지하거나 시도를 못하게끔 하라.

### 요구되는 에너지의 최소화.

짐이 무겁거나 부피가 크다면, 기계장치를 이용한다. 컨베이어를 사용하여 물건을 들어올리지 않고 표면 사이를 움직일 수 있다.

좀더 쉽게 짐을 이동하기 위해 작업면을 고치거나, 짐을 안정화하도록 컨테이너 내용물의 밸런스를 맞추거나, 밀고 당기는데 필요한 힘을 최소화하기 위해 짐차에 커다란 바퀴를 사용하거나 짝 짝 수 있도록 핸들이나 후크를 사용함으로써 업무를 변화시킨다.

몸체에 가까이서 다룰수 있도록 컨테이너의 모양을 바꾸거나, 가벼운 재료의 컨테이너를 만드는 것이 가능하다. 컨테이너를 사용하면 짐이 분산된다. 쉽게 움직일 수 있도록 두개나 그 이상의 컨테이너로 분리한다. 그래도 짐이 한사람이 들기에 너무 무겁다면, 두사람 이상이 할 수 있도록 작업을 디자인한다.

**그림 6-6** . 파워 리프트 테이블은 들어올리는 거리를 단축시키고 편안한 작업 높이로 부품들을 올려준다.

**그림 6-7**. 파워 파트 덤퍼는 바닥면으로부터 재료를 올려 작업테이블로 미끄러지게함으로써 컨테이너로 굵히거나 들어올리는 것을 감소시킨다.

작업의 성질을 바꾸도록 한다. 올리는 것을 내리는 것으로 변경하거나, 내리는 것을 운반으로, 운반을 당기는 것으로, 당기는 것을 미는 것으로 변경한다. 이러한 변경은 손수레, 운반차, 컨베이어등을 이용함으로써 가능하다.

### 뺨는 거리와 들어올리는 거리를 작게함

거리를 작게 유지하는 최선책은 업무를 재배치하는 것이다. 가능하면 몸에 가깝게 들어올리는 것부터 시작한다. 무거운 종류는 허리보다 낮거나 어깨보다 높은 위치에 놓지 않도록 한다.

꺼내기 쉽게 짐을 쌓는다. 팔이 쉽게 닿는 곳에 짐을 놓아둔다. 이것은 작업면을 낮추거나 작업대를 높임으로써 가능해진다. 깊은 선반은 피하도록 하는데 이것은 짐을 재배치하는데 있어 당기 위해 길게 뺨어야 하고 당기는 힘이 많이 요구되기 때문이다. 쉽게 뺨어서 짐을 가져오도록 무게 상자나 저장상자를 위해 스프링 로드 바텀을 사용한다.

핸들이나 손잡이를 공급하거나 이미 공급된 핸들의 위치나 모양을 바꾼다. 물체나 컨테이너의 형상을 변경시키도록 한다.

### 시간의 최소화

덧붙여서 들어올리는 업무를 수행하는 시간의 양을 감소시킬 수 있다. 이것은 정상적인 간격에서 스트레스적인 업무를 감소하도록 작업을 순환하거나, 들어올림의 빈도를 감소시키거나 업무를 수행해온 기존의 방법을 변경함을 의미한다.

휴식시간은 힘이 요구되는 업무를 수행하는 작업자에게는 필수적이다. 이것은 작업자가 육체적인 힘의 균형을 유지하도록 작업 사이클의 규칙적인 부분이 되어야 한다.

온도와 습도가 극심한 환경에서는 무거운 일을 수행하기 전에 작업자에게 환경에 적응할 수 있는 시간이 주어져야 한다. 높은 열이 작업장에 있다면, 열스트레스가 중요한 위험요소로 간주되어야 한다. 이러한 환경에 맞도록 작업 디자인을 확실히 한다.

### 밀기, 끌기 운반 작업의 재디자인

밀고 당기는 작업을 개선시키는 원칙은 들어올리는 작업의 것들과 유사하다.

- 가능하면, 컨베이어나 슬라이드 또는 활강로를 이용하여 밀거나 당겨야 하는 필요성을 없앤다.

- 밀고 당기고 운송하는 거리를 최소화할 수 있도록 업무 흐름을 재디자인 하거나 재배치한다.
- 밀거나 당겨야 할 때는 가능하면 밀도록 한다. 작업을 쉽게 하도록 커다란 바퀴를 사용한다.
- 경사로는 기울기가 10도 이상 되지 않도록 제한한다.
- 핸들이나 손잡이는 단단하고 편리해야 하며, 바닥으로부터 35에서 50 in(88.9에서 127cm) 사이의 높이에 위치해야 한다.
- 짐을 운송할 때는 시야가 가리지 않도록 짐이 충분히 낮아야 하며 걸어야 할 바닥은 적당히 관리되어야 한다.

가능하다면 짐 운반을 컨베이어나 손수레, 운반차등으로 대체한다. 거리를 감소시키거나 운반의 필요성을 없애기 위해 워크스테이션 사이에 테이블이나 슬라이드를 이용한다. 운반할 필요성을 없애도록 작업장을 재배치한다.

물건을 이송해야 한다면, 컨테이너의 크기나 용량, 컨테이너의 무게, 그 안에 있는 짐을 감소시켜서 가능한한 그것들의 무게를 줄인다.

## 중량물 취급 기술

작업장에서 들어올리는 작업을 할 때는 작업자들이 왜, 그리고, 어떻게 좋은 리프팅 기술을 사용해야 하는가를 훈련받아야 한다. 만일 작업자가 어려운 리프트(들어올리기)를 시도할 때 리프팅의 원칙을 이해하지 않고 수행한다면 최고의 작업장 디자인도 작업자를 부상으로부터 보호할 수 없다.

어떠한 훈련 프로그램도 작업자가 업무를 적절히 수행하는 것을 보장하지는 않는다. 하지만 그들이 그렇게 하도록 확신하도록 시도할 수 있다. 훈련의 목적은 작업자가 중량물 운반작업을 수행시 위험을 인식하도록 하고 어떻게 필요없는 스트레스를 피하는지 보여주며 그들 스스로 안전하게 취급할 수 있다는 것을 인식하도록 가르치는 것이다.

좋은 훈련 프로그램은 기본적인 물리적, 기능적 분석을 포함해야 하며, 어떻게 그들이 몸과 함께 움직이며, 짐을 과도한 노력없이 취급할 수 있다는 것을 어떻게 인식하는가를 배우는 것이다. 손으로 물건을 움직일 때 쉽고 안전한 기술을 습득하도록 실습하는 것이다.

## 드는 작업에 관한 제언

“안전”리프팅에 관하여 이해하기 쉽고, 확실한 법칙이란 없다.

중량물 운반작업은 몸의 일부를 움직이고, 관절의 각도를 변화시키고, 근육에 힘을 주며, 척수부위에 에너지를 가하는 등의 매우 복잡한 결함이다. 하지만 다음의 권고 사항들이 있다.

- 업무와 작업장에서 손으로 들어올리고 내리는 것이 없도록 디자인한다. 작업자에 의해 어쩔 수 없이 수행되어야 한다면 들어올림은 무릎과 어깨 높이 사이에서 수행될 수 있도록 워크스테이션을 디자인한다.
- 수작업의 들어올리는 일을 수행할 작업자가 충분한 육체적 힘이 있는가를 확인한다. 만일 작업자가 들어올림이나 격렬한 운동에 익숙치 않다면, 어렵게 들어올리거나 내려놓는 일을 주지 않는다.
- 손쉽게 잡을 수 있는 곳에 짐을 놓는다. 유용한 취급 원칙을 지킨다. 충분한 공간이 확보되었는가 확인한다.
- 작업자가 짐을 운반하기 전에 무게를 측정하고 짐을 확실히 잡도록 훈련시킨다. 너무 크거나 무겁다면 기계적 리프팅의 도움이나 보조자 또는 둘 다의 도움을 받도록 한다.
- 물건을 몸에 밀착시켜 발을 물건의 가까이 위치시키고 움직일 방향으로 발을 놓은 후에 안정된 위치에서 일하며, 그리고 다리를 곧게 펴서 들어올리도록 작업자를 훈련한다.
- 뒤로 비틀거나 측면으로 구부리지 않는다.
- 서투르게 들어올리거나 내려놓지 않는다.
- 기계적 도움이나 다른 사람의 도움을 구하는 것을 주저하지 않는다.
- 팔을 편 채로 들거나 내려놓지 않는다.
- 물건이 너무 무거울 때 계속해서 들어올리지 않는다.

이러한 제언은 다음 부분에 서술된 두가지 방법과 같은 어떠한 리프팅 방법에도 적용될 수 있다.

#### **투 핸드 스쿼트 리프트 방법.(Two-Hand Squat Lift Method)**

- 이 방법은 몸 가까이 무릎 사이에 가져올 수 있는 작고 밀집된 물건을 들어올리는데 사용할 수 있다. 만일 물건을 무릎사이로 가져올 수 없거나 반복되는 리프팅 작업일 때는 이것은 좋은 리프팅 기술이 아니다.

#### **어시스티드 원 핸드 리프트 방법(Assisted One-Hand Lift Method)**

- 커다란 컨테이너에서 물건을 손으로 들어올리는 것은 제조업체나 창고형 산업에서 일반적인 작업이다. 박스 팔레트와 터브와 같은 많은 컨테이너에서 투 핸드 스쿼트 리프트 방법을 사용할 수 없기 때문에 허리 아래부분을 다칠 수 있는 리프팅 문제를 가지고 있다.

대부분, 컨테이너에서 물건을 들어올리는 작업자는 두손으로 들어올리려는 경향이 있다. 컨테이너 안에 있는 제품의 위치가 낮을 때는 작업자가 허리를 굽혀 뺀어서 물건을 들어올려야 한다. 물건들이 놓여있는 위치가 낮을수록 상체를 더욱더 굽혀야만 물건에 닿을 수 있다.

이러한 극심한 굽힘은 허리 아랫 부분의 디스크 압박이 매우 높으며, 반복 작업이 되는 곳에는 특히 위험하다.

투 핸드 스쿼터 리프트의 좋은 대체안은 어시스트 원 핸드 리프트 방법이다. 이러한 방법은 상체받기 쉬운 허리 아래 부분의 근육 대신 들어 올림을 수행하는데 어깨 근육과 긴팔을 사용하도록 한다.

어시스트 원 핸드 리프트 방법에서, 작업자는 한 손을 컨테이너 상부에 놓고, 컨테이너 안에 있는 물건을 잡기 위해 구부린 후, 컨테이너 상부에 있는 손에 힘을 가하여 상체를 수직 방향으로 일으키게 한다. 물건을 들어 올리지 않는 손을 사용하여 상체를 들어 올림으로써, 스트레스는 어깨와 팔로 분산되어 허리 아래 부분의 스트레스를 줄여 준다. (그림 6-8)

어시스트 원 핸드 리프트 방법은 다음 사항에서 제한을 받는다.

- 물건의 중량 - 30 lb(13.6Kg) 이하를 들어 올려야 하며 20 lb(9.1Kg) 이하가 이상적이다.
- 잡는 지역 - 이 방법은 한 손으로 안전하게 잡을 수 있는 물체에 적용된다.
- 물건의 길이 - 18에서 20 in(45.7에서 50.8cm) 이상의 길이를 가진 물건은 한 손으로 잡는데 불안정하고, 계속 반복해서 들어 올리면 손목에 스트레스를 준다.

그림 6-8

어시스트 원 핸드 리프트는 그것을 수행할 수 있을 때 투 핸드 스쿼트 리프트에 대한 실행할 수 있는 대체 리프트 방법이다. 하지만, 수작업의 리프팅 문제점에 대한 좋은 해결책은 인간공학적 디자인에 의해 이루어진다. 공학적 시도가 실행 될 수 없다면, 리프팅 방법에 중점을 둘 수 있다.

미국안전협회는 적절한 리프팅 방법에 대한 자세한 정보는 물론, 손으로 물건을 취급하는데에 관한 완벽한 훈련 프로그램에 관한 정보를 가지고 있다.

## 7 직업 관련 상지의 장애

손, 손목 그리고 상지의 상해는 산업에서 반복동작 업무와 업무 스트레스로 인해 기인하며, “누적외상성 장애 (CTD)”로 언급된다. 이 장에서는 현재 우리가 이해하고 있는 이러한 장애의 공통된 원인과 어떻게 하면 그것을 예방하고 없앨 수 있는가에 대해 논의할 것이다.

### 일반적인 위험 요소

CTD와 연관된 위험 요인들은 작업을 주의해서 분석함으로써 정의할 수 있다. 한 작업자는 업무를 육체적으로 부담이 된다고 생각하는 반면에 다른 작업자는 전혀 문제가 없을 수 있다. CTD에 대한 작업자의 취약점에 영향을 미칠 수 있는 많은 요인들이 있다. 그것이 바로 노출 한계에 대한 확고하고 빠른 규칙이 없는 이유이다.

다음의 일반적인 위험 요인들은 누적외상성 장애와 공통적으로 연관된 것들이다.

- 반복 움직임이 많을 때 (사이클이 30초 이하이거나, 1 교대당 1000개 이상)
- 높은 손힘이 요구될 때 (손에너지가 7 lb(3.2 kg)보다 클때)
- 부적절한 자세로 하는 작업 (팔꿈치와 팔을 들어올림, 손목과 손을 굽에너지)
- 기계적인 스트레스 (예를 들면, 날카로운 테이블 끝에 의지하는 팔이나 손)
- 높은 정도의 진동 (예를 들면, 전동구로 인해 발생)
- 극한 온도에서의 노출
- 장갑을 끼야 하는 작업
- 작업장에서 수공구의 사용 (부적절한 자세로 작업할 가능성)
- 손으로 움켜쥐거나 손끝으로 잡아야 하는 작업
- 여러 형태로 잡음(예를 들면, 핀치그립은 파워그립보다 서너배 많은 힘을 필요로 한다.)

표 7-1에는 선정된 작업과 선정된 작업상의 위험 요인들을 열거했다. 모든 작업을 다 열거할 수 없으며, 열거된 모든 작업들이 필연적으로 이러한 위험 요인들을 갖는 것은 아니다.



표 7-1. 선정된 작업, 장해 그리고 선정된 작업상의 위험 요소

작업	장해	작업상의 위험 요소
1. 타격하기/갈기	테노시노비티스(Tenosy novitis), 흉부 배출구(Thoracic outlet) 손목 터널, 드 퀘베인스(De Quervainss)의 회전근 테러스(Pronator teres)	반복적인 손목의 운동, 오랫동안 어깨를 굽힘. 진동, 강력한 척골의 일탈, 반복되는 아랫팔의 내전
2. 펀치 프레스	손목이나 어깨의 텐디니스트 드 퀘베인스	반복적인 강한 손목의 젖힘/굽힘, 반복적인 어깨의 외전/굽힘, 팔의 외전운동. 미는 힘을 조절할 때 반복적인 척골의 일탈(Unlar deviation)
3. 머리위의 조립 (용접, 페인팅, 자동차 수리)	흉부의 배출구 어깨의 텐디니스트	팔을 과도하게 뻗는 것의 지속 어깨 위로 손을 올리는 것
4. 벨트 컨베이어 조립	손목이나 어깨의 텐디니스트 손목 터널, 흉부 배출구	팔을 뻗거나 외전시키거나 또는 60도 이상 굽힐때, 반복적인 강력한 손목 운동
5. 타이핑, 키편치, 출납원	목의 긴장, 흉부 배출구 손목 터널	고정되고 한정된 자세; 팔의 외전/굽힘. 빠른 속도의 손가락운동; 손바닥의 기부압력, 척골의 일탈
6. 바느질과 가위질	흉부 배출구, 드 퀘베인스, 완골 터널	반복적인 어깨의 굽힘, 반복적인 척골의 일탈. 반복적인 손목의 굽힘/젖힘, 손바닥의 기부압력
7. 작은 부품 조립 (철사 감기, 밴드 짜기)	목의 텐션, 흉부 배출구 손목 텐디니스트, 에피콘디리티스(Epicond ylitis)	부적절한 자세의 지속, 강력한 척골의 일탈과 엄지 손가락의 압력; 반복적인 손목운동, 강력한 손목의 젖힘과 내전
8. 우편 배달부	어깨 문제, 흉부 배출구	어깨끈으로 무거운 짐을 나름

표 7-1 계속

작업	장해	작업상의 위험 요소
9. 음악가	손목 텐디니티스, 손목 터널 에피콘디리티스, 흉부 배출구	반복적인 강력한 손목운동, 손바닥의 기부압력, 지속되는 어깨의 외전/굽힘, 팔의 내전으로 강력한 손목의 뻘음
10. 벤치 작업 (유리 절단자, 전화 작업자)	철골 신경 장애	철골 홈에 압력을 가한 상태로 팔꿈치의 굽힘을 지속함
11. 실내 장식 작업	흉부 배출구, 손목 터널, 드 퀘베인스	지속된 어깨의 굽힘, 반복적인 손목 굽힘, 철골의 일탈(수축기를 잠음)
12. 포 장	어깨와 손목의 텐디니스트, 목긴장, 손목 터널, 드 퀘베인스	지속적으로 어깨에 하중을 줌, 반복적인 손목의 운동, 과다한 힘의 사용, 강력한 철골의 일탈
13. 트럭 운전자	흉부 배출구	지속적인 어깨의 외전과 굽힘
14. 코어 작업자	손목의 텐디니스트	반복적인 손목 운동
15. 가정부, 요리사	드 퀘베인스, 손목 터널	비벼빨기, 세척, 빠른 손목 회전 운동
16. 목수, 벽돌공	손목 터널, 가운(palmar) 터널	해머질함, 손바닥 기부의 압력
17. 저장 창고, 선적	흉부 배출구, 어깨 텐디니스트	머리 위로 뻗는 것 부자연스런 위치에서 어깨에 하중을 지속함
18. 재료 운반	흉부 배출구, 어깨 텐디니스트	어깨로 물건을 나름
19. 제재업/건설	어깨 텐디니스트, 에피콘디리티스	무거운 물건을 반복적으로 던짐
20. 푸주업/고기포장	드 퀘베인스, 손목 터널	철골의 일탈, 에너지를 들며 손목을 굽에너지

(Vern Putz-Anderson 저, *누적외상성 장애: 팔의 근골격 장애에 대한 편람*, 1988: Taylor & Francis 사 출판, p.22 허가를 받아 재인쇄함.)

## 누적외상성 장애의 일반적 형태

### 테노시노비티스(Tenosynovitis)

이러한 일반적인 형태의 장애에서 손목과 손가락의 힘줄은 반복동작과 부적절한 손목 위치로 인해 아리고 염증을 일으키게 된다. 이것은 열악한 워크스테이션 디자인, 도구 디자인의 문제, 작업 습관의 변경에 의해 기인될 수 있다. 테노시노비티스에 의해 통증, 부어오름, 탁탁거리는 소리, 민감해짐이 일어날 수 있고 그리고 일반적으로 일부 기능의 손실등의 특성을 나타낸다. 테노시노비티스는 작업 습관, 도구 디자인 또는 작업장 배치를 변경함으로써 고칠 수 있다.

### 텐디니티스(Tendinitis)

이 상태는 테노시노비티스와 유사한 원인과 증상을 가지며, 텐디니티스는 영향을 받는 힘줄이나 힘줄 그룹 부위에 국부적인 통증을 일으키며 힘줄 자체에 염증을 가지고 있다. 어깨와 손목 그리고 팔꿈치는 이러한 손상이 일어나는 일반적인 위치이다.

### 흉부 배출구 증후군(Thoracic Outlet Syndrome)과 점액 낭염(Bursitis) 그리고 회전 부위 접단 증후군(Rotator cuff Syndrome)

이러한 것들은 팔 상부와 어깨의 신경과 근육에 영향을 미치는 어깨부근의 장애이다. 일반적으로 머리 위에서 하는 작업을 장시간 수행함으로써 생겨나며 악화된다.

### 절종 낭종(Ganglion Cysts)

이 증상은 종종 누적외상이나 반복동작의 노출과 관계가 있다. 절종 낭종은 힘줄이나 연결부위 피막 장애이며, 종종 손목에 좌상(bumps)으로 나타난다. 이러한 좌상은 활액(Synovial fluid)을 함유하며, 외과 수술로 제거될 수 있다.

### 드 퀴베인스 협착 텐디니티스(De Quervain's Stenosing Tendinitis)

이것은 엄지 손가락으로 향하는 일부 힘줄의 염증이다. 힘줄의 상처는 엄지 손가락의 움직임을 저해한다. 이 증상은 일반적으로 30세 이상의 사람에게 일어나며, 원인은 알려져 있지 않다.

### **오른손 집게 손가락 증후군(Trigger-Finger Syndrome)**

이것은 텐디니티스의 다른 형태의 하나이며, 진동 저항에 대해 손가락을 반복적으로 굽힘으로써 발생한다. 점차적으로 손가락에 있는 건에 염증이 생기게 되고, 영향을 받은 손가락은 기민함이 감소된다. 상처부위는 종종 통증이나 부어오름을 수반한다.

이 증상은 헨들이 있는 손 젓힘이 너무 크기 때문에 손가락 기부전에 에너지가 가하여 손가락 끝을 굽혀서 사용함으로써 발생한다. 증상이 발생했을 때, 플렉서(수축) 근육은 메카니즘에 반하여 손가락을 굽힐 수 있으나, 익스텐서(이완) 근육이 너무 약해 잠근 후에 그것을 곧게 할 수 없게 된다. 손가락의 수동 확장은 일반적으로 딸깍 소리를 수반한다.

### **하이퍼테너 햄머 증후군(Hypothenar Hammer Syndrome)**

이러한 문제는 드물지만 수근 터널 증후군과 유사할 수 있다. 이것은 극심한 진동에 장기간 노출되는 것과 같이 손목의 바로 뒤로 반복해서 자주 물체를 타격하는 사람에게 일어날 수 있다. 이것은 완골뼈 위의 동맥을 손상시켜 피가 손으로 흐르는 것을 방해한다. 증상은 손가락 마비, 찬것에 대한 무감각, 그리고 엄지손가락 밑의 손바닥면에 통증있는 혹이 생길 수 있다.

### **손 - 팔 떨림 증후군(Hand-Arm Vibration Syndrome)**

수작업의 노력을 덜기 위한 전기적 또는 기공압 장비의 사용은 손과 손가락을 진동에 노출시키게 된다. 25에서 150헤르쯔의 진동은 손-팔 떨림 증후군(HAVS)을 일으킬 수 있으며 전에는 떨리는 하얀 손가락 증후군으로 알려졌다. 증상으로는 손가락의 벗겨짐, 통증과 마비, 손가락을 조절하는 근육 에너지의 감소, 뜨겁고 찬것에 대한 민감성 증대 등이 있다, 이러한 증상의 일반적인 원인은 공압 스크류 드라이버, 햄머, 체인톱, 회전 그라인더, 그리고 샌딩 머신이다. 진동, 나이 그리고 추운 환경에서의 장기간 노출 등의 증가는 역효과를 상승시킬 수 있다.

### **에피콘디리티스(Epicondylitis)**

또한 테니스 팔꿈치로 알려져 있는 에피콘디리티스는 팔꿈치의 엄지 손가락 측면의 조직의 염증이다. 산업현장에서 이러한 장애는 스크류 드라이버를 사용하는 것과 같은 격렬하거나 반복 빈도가 높은 행동에 의해서 또는 지지하기 위해 팔뚝으로 손바닥을 회전하는 작업에 의해 발생한다.

이것은 손목과 손바닥을 아래로 회전하고 팔뚝을 수평으로 뻗음으로 인해 발생할 수 있다. 이러한 상태는 팔뚝이 자연적인 회전을 하도록 작업이나 도구의 회전을 제한함으로써 줄일 수 있다. (유사한 상태는 새끼 손가락의 굴곡 부위에서 일어날 수 있다.)



**그림 7-1** (a)손목의 단면은 손가락 건과 정중신경의 통로인 수근 터널을 보여준다. (b)목에서 시작하여 팔과 손까지 뻗쳐있는 세가지 주요 신경을 나타내는 경로: 척골, 정중신경, 요골신경(radial) (Vern Putz-Anderson, 누적외상성 장애 : 팔의 근골격 장애에 대한 편람, 1988: Taylor & Francis Inc. p. 13 허가를 얻어 재인쇄함.

## 수근 터널 증후군(Carpal Tunnel Syndrome)

이 증상은 특히 아래 방향으로 힘을 주어 팔을 비틀거나 반복적으로 과도하게 뻗음으로 발생한다. 이것은 정중신경에 영향을 미치며, 수근 터널이라 불리는 채널을 통해 흐른다. (그림 7-1) 이 위치가 부어 오르게 되면 손목을 둘러싸고 있는 인대를 가압하게 되어 결국은 수근 터널 증후군 (CTS)이 된다.

CTS의 증상은 손목이나 첫번째 세 손가락과 엄지손가락이 따끔거리거나 쑤시고 가렵고 화끈거린다. 일반적으로 이러한 손가락에 지각의 변화가 조금 있다. 상태가 악화되면 엄지손가락의 일부 근육이 위축되며 손이 전체적으로 약해진다. 신경 유도시간이 정중신경에서 감소할 수도 있다.

직업과 관련한 CTS는 모든 연령에서 남녀 모두 고르게 나타난다. 이러한 현상과 유사한 증상을 가진 사람은 장애와 관련된 의사의 진찰을 받아야 한다. 처방은 문제의 정도와 다른 요인들에 따라 다르다. 처방은 부목을 대어 손목을 움직이지 않게 하거나 원조를 공급하거나 (증후군에 영향을 모든 활동을 중지할 수 있도록)염증에 관한 약을 사용하거나 심한 경우에는 수술을 하는 것이 있다.

## 수근 터널 증후군을 위한 예방 수단

CTS가 산업체에서 잦은 문제이기 때문에 이 장에서는 이러한 장애의 예방을 위한 몇가지 아이디어를 서술한다. (그림 7-2)

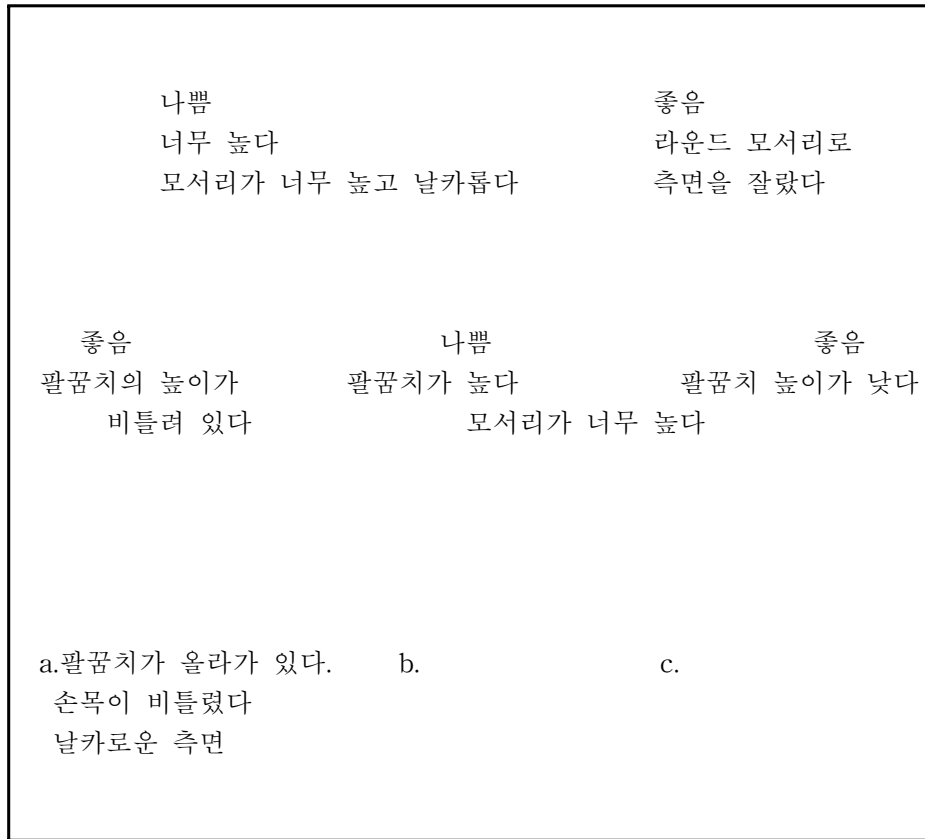
자세. 수근 터널 증후군과 다른 누적외상성 장애는 전체적으로 좋은 자세뿐만 아니라 적절한 손자세를 사용함으로 최소화할 수 있다. 부적절한 자세는 인체의 근육 구조에 과부하를 발생시킨다. 작업의 순환은 많은 경우에 스트레스를 완화하는데 도움을 줄 수 있으나 작업자가 순환하는 작업은 동일한 근육을 사용하지 않아야 하며 그렇지 않으면 다른 외상을 유발할 수 있다.

수근터널증후군을 예방하기 위한 단계	
전체적인 프로그램	인간공학적 측면
<ul style="list-style-type: none"><li>• 작업 위치</li><li>• 훈련</li><li>• 관리</li><li>• 공학</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 빈도수를 줄인다</li><li>• 힘을 줄인다</li><li>• 일탈을 감소한다</li><li>• 지속 시간을 줄인다</li><li>• 제한을 줄인다</li></ul>

그림 7-2.

자세는 손과 손목뿐만 아니라 몸, 손목, 팔뚝 등도 중요하다.

작업을 수행할때 상부 팔은 몸에 가깝게 하고 팔뚝은 가볍게 아래 방향으로 각을 지게 한다. 그림 7-3은 컨테이너가 위치에 따라 팔의 적합하고 부적절한 자세를 가져올 수 있다.



**그림 7-3** 컨테이너는 작업자가 손목을 굽히지 않고 모든 위치에 도달할 수 있도록 디자인되어야 한다. 작업자가 접하는 모든 모서리는 둥글어야 한다. 성공적인 작업 자세는 (a)재배치, (b)재편성, (c)컨테이너에 의해 조절할 수 있다.

손목의 자세는 수근 터널이 조이는 것을 방지하기 위해 손과 일직선을 유지해야만 한다. (구부리지 않은 자연스러운 위치) 그림 7-4는 적절하거나 부적절한 손목의 위치를 결정짓는 지그의 위치를 보여준다.

**잡는 법.** 물건을 잡는 방법은 수근 터널 증후군을 예방하거나 가중시킬 수 있는 직접적인 효력을 가지고 있다. 손전체로 잡는 것은 단순히 손가락으로 하는 것보다 작업자가 좀 더 많은 힘을 사용하게 하여 손가락 플렉서 근육의 스트레스를 줄이게 한다. 잡는 압력은 가능한한 손바닥 전체에 골고루 퍼지게 해야 한다. 이러한 방법으로 힘이 손전체로 퍼지게 된다. 직물면으로 잡는 것을 권장하며 이는 감각의 피드백을 증가시켜 작업자가 좀 더 정확하게 작업을 수행하는데 필요한 힘을 측정하도록 해 준다. 너무 두껍거나 적절히 맞지 않는 장갑은 감각의 피드백을 감소시키게 된다. 그림 7-5는 다른 종류의 잡는 법을 보여준다.

**스트레스.** 일을 수행하는데 요구되는 스트레스 양은 작업을 변경시키거나 다른 장비를 이용함으로써 최소화해야 한다. 과도의 스트레스의 예가 그림 7-6의 스크류 드라이버 사용에 나와 있으며 손잡이 디자인이 부적절하여 손바닥의 기지에 많은 양의 스트레스를 주게 된다. 스크류가 기계적으로 설치될 수 있다면 커다란 핸들은 스트레스가 점차적으로 손으로 분산되도록 해준다.

**반복 움직임.** 반복되는 운동 잡업은 수근 터널 증후군의 주요한 제공자이다. 반복은 어떠한 활동에라도 스트레스를 증가시키며 건의 손상이나 염증을 일으킬 수 있다. 반복을 감소시키는 유일한 방법은 작업을 연구하고 작업의 반복을 제거하거나 최소화할 수 있는 작업 디자인을 고안하는 것이다

**진동.** 진동은 또다른 중요한 제공자이다. 파워 드릴, 톱, 샌더(sanders), 버퍼(buffers) 등은 수근 터널 증후군의 모든 요인들이다. 낮은 파수의 진동(10-40헤르쯔)은 특별히 해롭다.

진동 위험은 젓힘의 사용을 적게 하거나 진동으로부터 손을 격리하거나 공압이나 펄스 도구같은 진동의 양을 최소화하여 작업하는 도구를 사용함으로써 감소될 수 있다. 일부 도구는 충분히 진동을 감소시키는 장치가 가능하다.

**온도.** 온도 특히 추위는 또다른 위험 요인이다. 공기가 차거나 잡아야 할 물체가 차가울 때는 손을 찬 공기나 물체로부터 격리해야 한다. (열은 수근 터널 증후군에 대한 심각한 위험 요인으로 여겨지지 않고 있다.)

**힘.** 작업을 수행하는데 요구되는 임이 작업자의 힘이나 요구되는 자세 또는 사용될 도구에 적합하지 않다면 힘은 누적외상성 장애의 요인이 된다.



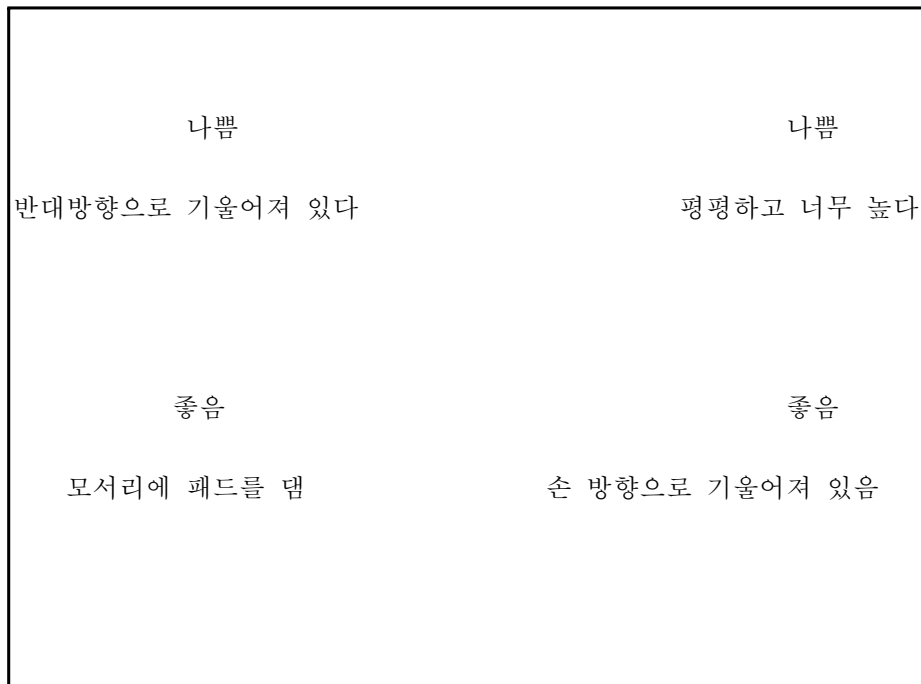
손과 물체 사이의 마찰의 양과 작업자가 장갑을 끼었는가가 또 한 요인이다.

손은 일부 자세에서 다른 때보다 더 강하다. 예를 들면 파워그립은 펀치그립보다 더 적은 힘이 요구된다. 손가락으로 물체의 무게 중심을 전체로 거머쥐었을 때가 물건의 무게가 물체의 끝부분에 위치했을 때보다 손에너지가 가장 강하다.

쥐는 물체를 변경함으로써 요구되는 힘의 양을 감소시키는 것이 가능하다. 이것은 물체 자체 중량을 감소함으로써 한번에 적은 양의 물체를 집음으로써 한 손대신 두 손으로 물건을 들어 올림으로써 또는 크기, 형상, 물체 자체를 변경함으로써 달성될 수 있다.

물체는 손으로 무게중심에서 그것을 잡음으로써 균형을 이루어야 하며 그래서 그것의 무게가 작업자의 손을 비틀지 않게 된다. 손을 무게중심으로 옮길 수 없다면 물체의 한 면에 무게를 추가하거나 이동하거나 또는 감소함으로써 무게 중심을 이동할 수 있다.

무게와 결합된 마찰은 물체를 움직이는데 요구되는 힘을 증가시킬 수 있다.



**그림 7-4** 지그는 손목을 굽히지 않고 부품을 조립할 수 있도록 위치하고 방향을 잡아야 한다.

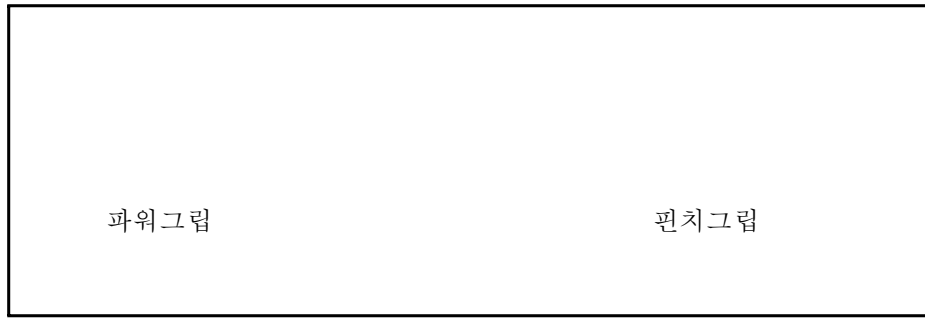


그림 7-5 다른 형태의 잡는 법

핸들이나 장갑 재질의 세심한 선정이 마찰을 조절할 수 있게 한다. 또한 핸들에 그리스나 오일이 없게 보관하고 피부에 수분을 유지하는 것이 도움이 된다.

장갑은 손에 사용 가능한 힘의 양을 감소시킨다. 사람의 손의 넓이가 다르기 때문에 정말 잘 맞는 장갑을 찾는 것이 어려울 수도 있지만 잘 맞는 장갑을 착용하는 것이 도움이 된다. 최선책은 보호할 필요가 있는 부분만을 덮는 장갑을 선정하는 것이다. 손바닥만을 보호할 필요가 있을 때는 장갑의 손가락 부위는 잘라 버린다. 손가락만 보호할 필요가 있다면 장갑을 끼는 대신에 안전 테이프로 감을 수 있다.

기계적인 스트레스는 손이 딱딱하고 날카로운 물건과 접촉하거나 탕탕칩으로써 힘줄 장애를 일으킬 수 있다. 예를 들면 오른손 집게손가락 증후군은 핸들에 딱딱하거나 날카로운 면을 가진 도구를 사용하는 것과 종종 연관된다.

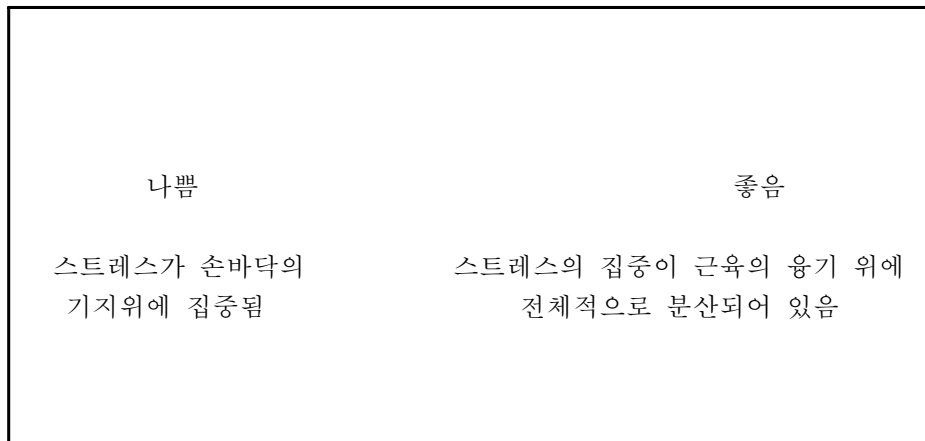


그림 7-6

펄프 핀치(PULP PINCH)

라터럴 핀치(LATERAL PINCH)

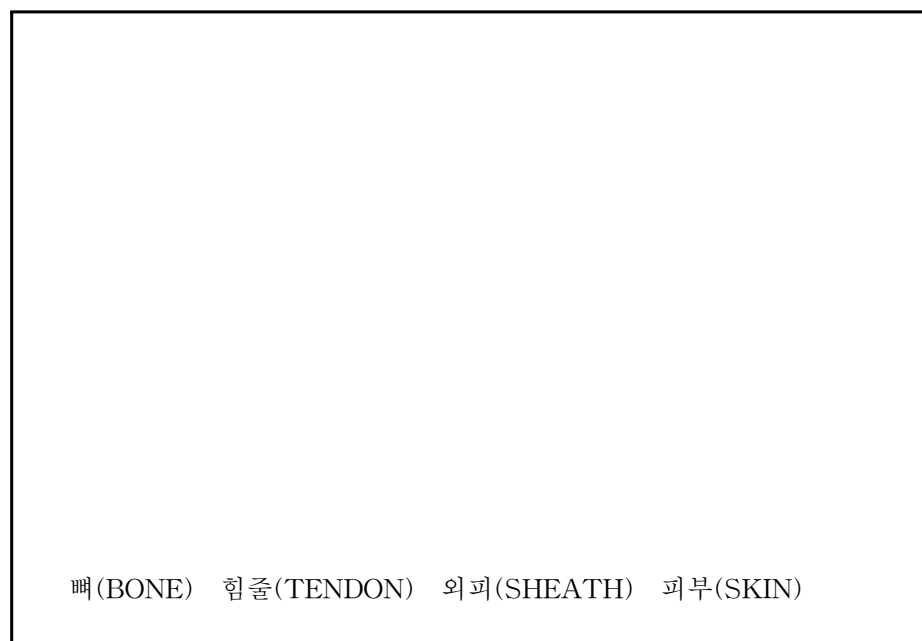
팜 핀치(PALM PINCH)

**그림 7-7** 세가지 손가락 결합 자세에 관한 전문 용어 (Vern Putz-Anderson, 누적  
외상성 장애 : 팔의 근골격 장애에 대한 편람, 1988 : Taylor & Francis Inc. p.56.  
허가를 얻어 재인쇄함)

핸들의 크기를 증가시키거나 날카로운 끝면을 곡면으로 만들거나 제거함으로써 그리고 ‘유연성’ 재료를 사용함으로써 손의 스트레스의 집중을 조절하는 것이 가능하다. 핸들은 손에 편안하게 맞도록 커야 하며 그리고 이러한 측정은 요구되는 힘과 특별한 작업에 적합한 기민함에 따라 다르다.

손을 닫는 어떤 모서리는 가능한 한 반원 모양으로 커야만 한다. (곡선으로 된 코너) 이것은 작업자의 손이나 팔이 지속적으로 닫게 되는 책상이나 지그 고정물의 모서리를 포함한다. 패드는 이러한 스트레스를 제거하는데 도움이 된다.(그림 7-9) 이러한 스트레스점은 작업자의 팔이 계속해서 그림면을 비벼댈으로써 그림면을 광내고 닳게된 부위에 위치할 수 있다.

가능하면 손으로 탕탕치는 것을 없애야 한다. 어떤 경우에는 탕탕치는 것을 햄머나 다른 충격 도구를 사용할 수 있다. 만일 탕탕치는 것을 제거할 수 없다면 스트레스를 무마하기 위해 패드를 사용해야 한다.



**그림 7-8** 수공구는 손가락 건을 가압한다. (a)날카로운 모서리의 공구 (b)는 라운드 공구 (c)보다 좀 더 쉽게 손상시킬 수 있다. (Vern Putz-Anderson, 누적외상성 장애 : 팔의 근골격 장애에 대한 편람, 1988 : Taylor & Francis, Inc. p.66. 허가를 얻어 재인쇄함)

**작업 전환.** 작업 전환은 인간공학적 중재로서 수정될 수 없는 작업의 스트레스를 완화하기 위하여 고려될 수 있다. 작업자가 전환하는 작업은 같은 근육을 사용하지 않아야 하며 그렇지 않으면 다른 외상을 일으킬 수 있다. 작업자는 다른 형태의 움직임이 요구되는 작업으로 순환되어야 한다.

수근 터널 증후군 장애의 조절이나 예방의 열쇠는 조기의 조정에 있다. -조기 보고와 치료등이 있다. 책임자와 작업자는 수근 터널 증후군의 증상을 인식할 수 있도록 교육을 받아야 한다. 초기 증상은 마비, 따끔거림, 손가락 감각의 결핍, 그리고 근육의 약화등이 포함된다.

**그림 7-9** (a) 철골신경에 가압하는 위치의 작업 자세 b) 팔꿈치를 통과하고 철골신경에 가해지는 압력을 감소시키도록 작업대의 모서리에 원형 패드를 놓았다. (Vern Putz-Anderson : 누적외상성 장애 : 팔의 근골격 장애에 대한 편람, 1988: Taylor & Francis Inc. p.96. 허가를 얻어 재인쇄함)

조기 처리는 손목에 부목을 대는 것과 작업 활동의 제한을 포함한다. 의료 전문의의 권고에 의하면 초기 염증 상태에서 얼음 팩 후에 뜨거운 팩을 사용할 수 있다. 작업자는 증상을 유발했던 동일 작업으로 돌아가서는 안된다.

## 8 도구, 제어장치, 그리고 표시장치

동력과 무동력 수공구의 사용은 누적외상성 장해를 일으킬 수 있는 위험 요소들을 포함하고 있다. 작업의 반복외에 수공구 문제 (반드시 적절하게 정열된 것은 아니다.)와 연관된 위험 요인들은 손과 손목 위치, 공구를 조작하기 위해 요구되는 힘, 손잡이와 핸들 디자인, 비틀림 (토크), 진동, 가압 포인트, 그리고 정적인 근육 하중이다. (7장과 부록 4를 참고한다.)

### 부적절한 손과 손목 위치

잡는 힘은 손목이 똑바로일 때 가장 크다. (그림 8-1) 그 자세로부터 손을 움직이게 되면 손으로 연결되는 신경과 힘줄에 스트레스가 증가하게 된다. 손목이 굽혀지고 힘을 가하게 되면 누적외상성 장해가 일어날 수 있다.

부자연스러운 손목 위치는 작업하는 물체의 위치나 손도구의 특성에 의해서 발생할 수 있다. 여러 공구 제작자들은 어떠한 부자연스러운 작업에서도 인간공학적으로 상태를 호전시킬 수 있는 공구를 권장한다. 이러한 공구들은 손대신 공구가 부자연스러운 위치를 취하도록 구부러져 있다. 하지만 이러한 도구는 종종 사용 범위가 한정된다. 작업장에서 도구를 개조함으로써 종종 특별한 결과를 달성하는 것이 필요하다.

부적절한 손 위치를 야기하는 도구를 측정하고 선정할 때 다음 사항들을 조합하는 것이 유용하다.

- 인간공학적으로 디자인된 도구의 사용
- 도구를 적절하게 사용하도록 작업의 개조
- 작업 물체의 접근을 증가시키기 위해 각도를 갖도록 작업 면의 개조
- 공구를 조작하기 위해 필요한 힘을 감소시킴. 가능하면 동력 공구로 교체한다.

적절한 공구는 작업 상태, 작업 방법, 작업 높이에 의해 결정된다. 수공구는 사용자가 손목을 구부리지 않고 꺾힘을 주고, 다룰 수 있도록 공급되어야 한다.

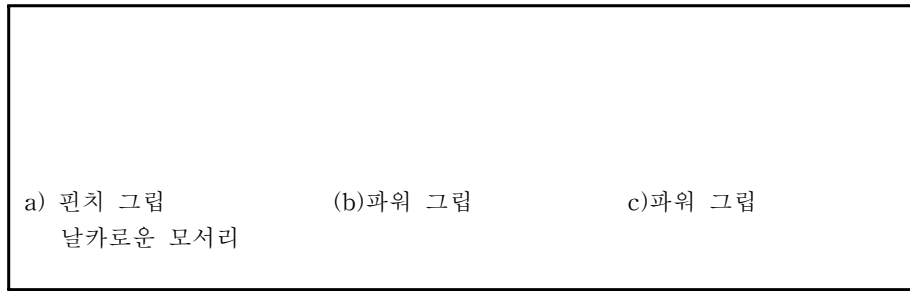


그림 8-1

### 곧은 라인과 피스톨 그립

그림 8-2는 작업자의 손목이 가능하면 곧게 유지할 수 있는 곧은 라인 운전 동력 공구와 피스톨 그립 공구의 여러가지 올바른 사용법을 보여준다.

수직 아래 방향으로 힘을 가하는데 사용되는 곧은 라인 연장은 쥐는 힘을 감소하도록 손을 유지할 수 있게 손의 바닥부분에 플랜지나 슬리브를 갖추어야 한다.

### 요구되는 힘

작업을 수행하는데 요구되는 힘은 손의 자세, 잡을 물체의 특성, 그리고 손과 물체 사이의 마찰의 양과 관계가 있다. 장해에서의 요인과 마찬가지로 힘에 관해 토의하기 위해서 7장의 누적외상성 장해의 부분을 참조한다.

힘은 다양한 방법에 의해 감소될 수 있다. 수공구는 좀 더 효율적으로 개조될 수 있거나 물체의 중량을 감소할 수 있다. 또한 작업을 각 행위에 대해 적은 힘을 발휘하도록 개조할 수 있다. (한 번에 적은 물건들을 집어 올리거나 덜 무거운 재료로 작업하는 도구를 사용할 수 있다.)

도구의 무게 중심 부위를 잡음으로써 그것의 무게가 손이 비틀리지 않게 한다. 손의 위치를 쉽게 변경할 수 없을 때 도구의 무게를 줄이거나 그것의 무게를 이동하거나 또는 가벼운 끝에 중량을 더함으로 무게중심을 변경하는 것이 가능하다.

요구되는 힘은 무동력 공구가 동력공구보다 더욱 크게 요구된다. 부자연스러운 손 위치를 피하고 조직이나 조인트 부에 압력이 가해지는 것을 피하도록 적절한 주의를 기울인다. 무동력 공구를 사용할 때는 핸들을 사용자의 손에 적합하게 맞추는 것은 매우 중요하다.



## 그립과 핸들 디자인

이전에 논의한 바와 같이 물건을 쥐는 방법은 손목 문제를 예방하는데 중요하다. 손도구의 좋은 손잡이 디자인은 작업자의 손목이 가능한한 곧게 유지하도록 한다. 부가하여 수공구는 손의 안전도를 올리기 위해 플랜지된 끝단이나 완전한 끝을 가져야 한다. 날카로운 코너나 모서리가 없어야 한다.

손가락 장갑과 같은 형태가 맞추어진 핸들을 피하도록 하며 맞추어진 형태는 공구를 사용하는 사람의 형태에 맞지 않을 것이다.

직물 핸들 면이 유용하며 이는 피드 백 감각을 도울 수 있기 때문이다. 그것은 작업자가 작업을 수행하는데 필요한 힘에 도달하도록 해준다. 장갑은 특별한 스트레스를 감소시키나 또한 감각의 피드 백을 감소시켜 작업을 수행하는데 사용되는 힘의 양을 감소시킨다.

<p>좋은 피스톨 핸들</p> <p>수직면 팔꿈치 높이</p>	<p>나쁨 피스톨 핸들</p> <p>수평면 팔꿈치 높이</p>	<p>좋은 피스톨 핸들</p> <p>수평면 허리 높이 아래</p>
<p>나쁨 인라인 핸들 수평면 팔꿈치 높이 아래</p>	<p>좋은 인라인 핸들 수평면 팔꿈치 높이</p>	<p>나쁨 인라인 핸들 수직면 팔꿈치 높이</p>

그림 8-2

장갑을 사용해야 한다면 보호되어야 할 부분만을 덮도록 한다.

가능하면 한 손가락 장치로 시작하고 정지할 수 있는 전동 공구를 선택한다. 동력 손공구를 한 손가락으로 메카니즘을 조절하는 것은 오른손 집게 손가락 증후군을 야기시킬 수 있다. 이러한 형태의 장비는 여러 손가락으로 조절하는 레버 암이나 공기 조작 시작 방법, 운전통로에 누름 시작 방법, 또는 손가락보다는 엄지 손가락으로 작동되는 스위치 등으로 대체될 수 있다. (7장의 오른손 집게 손가락 증후군을 참조한다.)

동력 공구가 도구 혹은 부가된 긴 코드 또는 공기 라인을 가지고 있으면 균형이 맞지 않는다. 이러한 불균형 상태는 작업자에게 스트레스를 증가시킨다. 가능한 곳에서는 이러한 공구는 밸런스를 맞추어 놓아야 한다. 중립적인 힘의 공구 밸런서는 자동적으로 공구를 상부로 감아주는 것보다 좋다. 이것은 공구를 작업 지역으로 계속적으로 당게하고 밀어야 하는 필요성을 제거한다. 그림 8-3은 공압, 스트레이트-라인 수공구의 특성들을 열거하고 있다.

## 토르크(TORQUE)

동력 공구를 가지고 쥘쇠를 재료속으로 집어넣는 것은 쥘쇠가 바닥에서 나올 때 토르크를 작업자의 손으로 이전시키게 된다. 이것은 스냅작용(snapping action)으로 나타나며 반복적인 스트레스는 잠정적으로 심각한 문제이다.

이러한 스트레스는 슬립 클러치(slip clutches)나 토르크 리미터(torque limiters), 토르크 셋팅을 낮게 유지하는 토르크 반응 막대(torque reaction bars)를 사용함으로써 또는 손이 닿는 곳으로부터 토르크를 유지하기 위해 관절이 있는 팔에 공구를 올려 놓음으로써 감소시킬 수 있다. 또다른 해결책은 여분의 핸들을 지급하여 작업자가 토르크 효과 대처할 수 있도록 두 손을 사용할 수 있다.

## 진동

동력 공구의 진동에 지속적으로 노출된 일부 작업자는 순환성 문제를 가져올 수 있다. 동력 공구의 진동에 노출되는 길이가 주요 요인이며 이것이 진동 주기이다. 가능하다면 40에서 90헤르쯔 사이의 주기는 피해야 하며 낮은 주기 진동일지라도 역시 해롭다.

손도구 사용자에게 대한 진동 효과는 다음 방법에 의해 감소될 수 있다.

- 낮은 진동 공구를 구매한다.
- 기계를 동적으로 균형을 잡는다.
- 속도를 줄인다.
- 노출 시간을 제한한다.
- 장비가 안정되게 설치되고 적절히 유지되는가를 확인한다.
- 노출 시간을 줄이도록 작업자를 순환시킨다.
- 쿠션, 서스펜션, 벤트를 향상시킨다.
- 진동을 줄일 수 있도록 적절히 맞는 장갑을 사용한다.
- 가능하면 진동을 감소시키도록 작업을 변경한다.

공구 조절기(Tool balancer)

알맞은 크기의 유연 공기 공급 장치

스페이드형(spade-type)의 파워 조절기  
(누르면 작동됨)

충분히 다양한 교환 비트(bits)

편리한 지름의 슬리브(sleeve) 또는 패드 핸들

그림 8-3 수공구 중량과 용도 참작

## 무동력 수공구

진동과 스위치 조작 방법이 없지만 무동력 수공구와 연관된 문제는 동력 공구의 것들과 유사하다. 이러한 문제는 부자연스러운 손 위치, 조직이나 관절 위의 스트레스, 과도한 힘의 요구, 그리고 사용자의 손에 적절하지 않은 핸들을 포함한다.

작업자의 손의 크기에 따라서 플라이어, 와이어 절단기, 가위 같은 핸들의 손잡이 지름은 2.5에서 3.5in를 초과하면 안된다. (그림 8-4) 공구 핸들은 사용자 손의 손바닥을 가로지를 정도로 충분히 길어야 한다. 이 길이는 5in(12.7 cm)이며 최소 길이 4in(10.2 cm)가 된다. 작업자가 장갑을 착용하면 길이의 또다른 반in가 필요하다.

수공구 핸들 지름은 일반적으로 1.5in(3.8 cm)이다. 폭이 좁은 핸들 공구가 넓은 공구보다 더 적은 힘이 소요된다. 덧붙여 핸들이 넓은 공구는 압력을 손바닥의 넓은 영역에 분포시킨다. 반복적으로 사용된다면 예를 들면 폭이 좁은 핸들 렌치는 손 안에서 편안하게 쥌 수 있는 핸들을 가져야 한다.

공구 핸들은 날카로운 코너나 모서리를 가져서는 안된다. 플라이어와 가위 위에 이와 같은 핸들을 스프링이나 다른 장치로 열 수 있도록 디자인되어야 한다. 이것은 손가락의 뒷면이나 측면으로 힘이 발휘되는 것을 피한다. 손가락 장갑이 부착된 손도구의 사용을 피해야 하는데 이는 사용자에게 잘 맞지 않으며, 자주 사용된다면 손가락 측면에 있는 신경을 손상시킬 수 있다.

## 제어장치와 표시장치

제어장치와 표시장치가 잘 디자인되고 적절히 위치하게 되면 사고나 스트레스 손상을 감소시킬 수 있다. (그림 8-5) 다음의 일반 원리는 제어장치와 표시장치의 선정, 디자인, 그리고 위치에 관해 고려되어야 할 것이다.

### 제어장치를 위한 지침

- 가장 자주 사용되는 제어장치는 닿기 쉬운 곳에 위치해야 한다.
- 모든 제어장치는 사고로 동작되지 않도록 보호되거나 위치해야 한다.
- 제어장치의 숫자는 최소로 유지한다.
- 고속 작업하는 동안 정밀도가 요구되는 제어장치는 손에 대한 위치를 정한다. 한 손 또는 두 손으로 작동되는 하나의 주요 제어장치만 있을 때는 작업자 앞에 제어장치를 놓는다. - 두 손 사이의 중간에

**그림 8-4** 이러한 인간공학적으로 설계된 공구의 경우 손잡이의 폭은 2.5에서 3.5in(6.4에서 8.9 cm)를 초과하면 안된다.

- 큰 힘이 요구되는 발에 의한 제어장치의 위치를 정한다. 그렇지 않으면 동력이 보조되는 손에 의한 제어장치를 제공한다.
- 색상 코딩, 라벨, 또는 가이드 등의 방법으로 비상 제어장치와 정상 작업시의 제어장치를 구별한다. 비상 제어장치는 쉽게 접근할 수 있어야 하며 작업자의 정상적인 시야선에서 30도 이내에 있어야 한다.
- 제어장치가 사고에 의해 작동하지 않도록 하기 위하여 다른 자주 사용되는 제어장치와 떨어져 설치하며 보조물로 그것을 둘러싸거나 구석진 곳에 둔다.
- 제어장치가 작동하고 있다는 것을 알려주는 촉각의 (감각의) 피드백을 공급한다. 이러한 피드백이 없는 제어장치는 (막스위치) 시각적인 신호나 보조 경고를 가지고 있어야 한다.
- 손에 의한 제어장치는 일반적인 사람의 기대에 따르는 패턴에서 작동해야 한다. (예를 들면, 작업자를 놀라게 하면 안된다.)
- 적당한 제어장치를 강조하도록 크기, 형상 그리고 칼라 코딩을 고려한다.
- 제어장치 높이는 어깨 상단에서 팔꿈치 밑단 사이에 위치해야 한다.
- *작업장에서의 사람을 위한 인간공학적 디자인* 1983과 *인체 척도* 4/5/6, 1981 에서 인용함.

#### 표시장치를 위한 지침

**가시 거리.** 많은 표시장치는 작업자가 스위치를 읽고 손잡이를 조절할 수 있도록 팔 길이에서 읽을 수 있게 설계되었다.

### 제어장치와 표시장치를 위한 인간공학적 원칙

빠르고 실수 없는 결정과 행위는 다음에 따라 좌우된다.

- 표시장치를 읽기 쉬운가
- 제어장치를 식별하기 쉬운가
- 제어장치가 기대하는 방향으로 반응하는가
- 피드백이 작업자가 얼마나 효율적으로 자신의 결정과 제어장치 동작을 하는가를 말해 주는가

#### 그림 8-5

이러한 한도는 일반적으로 2.8in(71.1 cm)이며 표시장치의 형태 그림시와 읽음을 위한 제안된 치수를 결정짓게 된다.

**조명.** 표시장치의 특성은 배경에 대해 높은 대조를 이루어야 하며 반사되는 빛(섬광)을 피해 위치해야 한다.

**시선의 각도.** 적절한 각도는 표시장치 면에 대해 90 도이다. (이보다 큰 면 시차의 왜곡을 일으킬 수 있다.)

**표시장치의 존재.** 표시장치는 너무 비슷하면 안된다. 왜냐하면 작업자가 잘못된 것을 읽을 수 있기 때문이다. 또한 그것들에 명확하게 라벨을 붙여야 한다.

**연관된 제어장치와의 조화.** 표시장치와 제어장치는 훈련되지 않은 작업자가 올바른 제어장치를 선정하고 기대된대로 작동할 수 있도록 디자인되고 위치해야 한다.

## 9 인간공학 프로그램을

### 이행하는 방법

인간공학 프로그램이 개발되면 가능하면 기존 프로그램 구조의 토대위에 일반적인 프로그램으로 조직되어야 한다. 조직된 프로그램은 단편적이거나 비조직화된 것보다 좀 더 좋은 결과를 갖게될 것이다. 이 장은 인간공학 프로그램을 수립하기 위한 방법과 절차를 기술한다. 인간공학 프로그램 개발에 대한 단계 부록 5 를 참조한다.

성공적인 인간공학 프로그램을 이행하기 위한 첫 번째 단계는 최고 경영진의 위임과 작업자의 참여이다. 이러한 것이 없다면 성공은 어렵게 된다. 다음 단계는 작업한 경과 공정에 대한 문제를 인지하된 것이다. 유용한 자료의 주의깊은 분석을 통하여, 인간공학에 관한 전문 인력의 도움이 없더라도, 우선 순위를 설정할 수 있고 프로그램의 필요를 정의할 수 있다.

가장 우선 순위가 높은 작업이 정의된다면 실행에 관한 계획을 개발하여 작업상황을 발전시키도록 한다. 프로그램은 이행하기 쉬워야 하며 결과와 원가 효율성을 고려하여 조직되어야 한다.

#### 최고 경영층의 위임

최고 경영층이 문제 해결을 위해 필요한 동기력을 부여하고 인간공학적 노력을 지원을 하겠다는 의지를 보여주는 실증할 수 있는 위임이 있어야 한다. 그들은 문제를 해결할 수 있는 자원을 공급하고 책임을 부여하며 회사 정책을 수립해야 한다. 프로그램은 문서화되어야 하며 연간 프로그램 검토와 평가를 제공해야 한다.

인간공학 프로그램을 위한 시간적, 재정적 세부적인 결정을 만들기 전에 최고 경영층은 프로그램의 필요성에 대한 확고한 증거를 원할 것이다. 가능한 한 명확하게 문제들을 문서화한다. 문제를 해결하기 위해 취해야할 조치에 관한 제안을 제공한다.

가능하면 투자에 대한 치수(return on investment, ROI)를 가지고 인간공학적 변화를 등식화 한다. 이러한 것은 생산성 향상, 에너지 절약, 제품 변경 절약과 원가 절감을 통해 나타날 수 있다. 일부 무형적인 예를 들면 작업자의 의식 증가와 같은 것이 요인이 될 수 있다.

공장 관리자는 변화를 위한 프로그램의 뉴스에 대한 작업력의 반응에 대해 고려하여야 한다. 제언들이 작업 공정을 부드럽고 안전하며 경제적으로 만들려고 한다는 것을 확실히 한다. 프로그램 수행의 장점과 단점들을 주의해서 측정한다. 명확한 사고의 도출은 긍정적인 프로그램이 변화에 대한 작업자의 욕망을 진전시키도록 도울 것이다.

## 근로자의 참여

프로그램에 포함된 모든 분야의 대그림자는 변화를 디자인하고 실현하는데 참여해야 한다. 개인적인 통찰력과 안목을 가진 그룹은 개인적인 작업을 홀로하는 것보다 진행을 위한 훨씬 많은 지식과 경험을 가져올 수 있다.

작업장이 재디자인된다면 모든 요인들을 고려해야 한다. 이것은 안전과 보건, 장비와 가공 원가, 시스템의 기술적 가능성들이 포함된다. 인간공학적 분석, 디자인, 장애의 시험과 평가에 대한 전문가와 엔지니어는 작업자에게 필요한 것, 기술적인 요구 그리고 원가 고려에 관계된 해결책을 디자인하기 위하여 함께 일할 수 있다.

여기에 당신의 상태에 대하여 그룹으로 시도를 할 것인가, 아닌가를 결정하는 것을 돕는 몇 가지 질문들이 있다.

- 시간이 중요한 요인인가? (만일 그렇다면 그룹 참여는 진행되지 않을 것이다. 그룹은 개인적으로 하는 것보다 더욱 느리게 행동한다.)
- 그룹이 제시한 해결책을 이행하겠다고 경영층이 위임할 것인가? (대답이 “예”가 아니라면 그룹의 시도는 진행하지 않을 것이다.)
- 경영층이 이미 특별한 해결책에 대해 위임했는가? (그들이 하지 않았다면 참여는 진행될 수 있다.)
- 작업자가 과정에 대해 좋은 참여를 할 수 있는 충분한 지식을 갖고 있는가? (그렇다면 참여는 진행될 수 있다.)
- 작업자가 경영 목표를 나누고 있는가? (그렇다면 참여는 진행될 수 있다.)
- 작업자가 중요성을 받아 들이는가? (그렇다면 그들이 참여할 것이다.)
- 작업자가 참여하기를 원하는가? (그들이 원한다면 그렇게 해야 한다.)

근로자는 업무 향상과 작업의 개선을 위해 뛰어난 제언을 할 수 있다. 그 작업을 매일 수행하는 사람보다 그 작업을 더 잘 아는 사람은 없다. 도움을 준 작업자는 그 변화가 이행될 수 있도록 이에 공헌할 것이다. 그들은 변화가 성공적이길 바라는 개인적인 믿음을 가지고 있다.



문제의 해결책을 만드는데 도움을 주어 온 작업자는 성공에 대해 장애물이 아니라 해결책의 부분이 될 것이다.

대부분의 작업자는 그들이 일하고 있는 환경에 대해 좀 더 많은 영향력을 가지기를 원한다. 인간공학적 프로그램에 있어 작업자가 참여하는 것은 이상적인 기회인데 이는 작업자가 작업장의 안전과 보건을 향상시키는 목표를 알고 이해하기 때문이다. 이에 덧붙여 작업자가 새로운 디자인에 관여하게 된다면 그들은 좀 더 기꺼이 그것을 받아들이게 된다.

## 인간공학 프로그램의 설정

관여하는 모든 사람은 작업장에서 인간공학적인 개선을 이루기 위한 특별한 임무에 대한 책임을 져야 한다. 필요하다면 사람들이 변화가 이루어진 후에 그들이 사용하게 될 새로운 과정에 대하여 교육을 받아야 한다.

인간공학적 개선을 위한 프로그램을 세우는데 활발하게 참여한 사람들은 인간공학 위원회에 구성되어야 한다. 위원회는 훈련을 받은 인간공학 안내자에 의해 지도를 받아야 한다.

이러한 훈련은 생체 역학의 원리, 산업 공학, 자연 인류학, 및 다른 관련된 주제들을 포함해야 한다. 인간공학적 안내자는 데이터 베이스, 과학잡지, 그리고 인간공학 서적의 종합 도서관에 접근이 용이해야 한다.

위원회는 또한 근로자 대그림과 현장 안전 관리자, 플랜트 공학, 산업 공학, 의료진, 공무부, 산업 관련자 그리고 생산 부서를 포함한다.

위원회는 작업 분석 결과를 평가하고 누적외상성 장애의 형태와 경향을 검토하며 작업자의 불만을 고려한다. 다음 사항들은 위원회가 해야 할 것들이다.

- 문제가 발생하는 지역의 우선 순위를 설정한다.
- 상해 경향에 의해 정의되는 여러 작업과 공정들에 대한 문제 해결책을 제의한다.
- 제의된 인간공학적 해결책의 가능한 효과를 분석한다.
- 조직의 모든 계층에 있어 근로자가 인간공학 프로그램에 참여하도록 격려한다.
- 작업장에서 인간공학의 의미와 그것의 목적에 대하여 경영층, 감독자, 관리직 인원과 시간제 근로자 등을 위한 훈련 프로그램을 검토한다.

- 특별한 문제에 대한 연구를 검토한다.
- 인간공학 프로그램의 전략과 목표를 개발하고 제안한다.  
위원회 구성원으로서의 기능에 부과하여 인간공학 안내자는 다음과 같은 임무를 수행한다.
- 누적 외상성 장애의 경험을 인지하고 문제를 없애거나 줄일 수 있도록 우선 순위를 정한다.
- 원인이 되는 요인들을 정의하고 해결책을 내기 위해 작업에 대한 연구를 수행한다.
- 인간공학 프로그램의 진행을 감시하고 결과를 경영층에 보고한다.
- 인간공학 전략과 목표를 제안하고 개발하는데 있어 위원회를 돕는다.
- 엔지니어, 특수 관리자, 매니저, 관리자와 다른 근로자들을 위한 적응 훈련 프로그램과 인식도를 개발한다.
- 인간공학 참고 도서관을 설립한다.

만일 인간공학 프로그램을 개발하거나 작업 분석을 돕도록 고용된 자문위원이 있다면 자문위원 선정을 위한 지침에 관하여 부록 6 을 참조한다. 미국 노동부는 육류 포장산업을 위한 인간공학 프로그램 관리 지침을 발행했다. 그것은 주요한 프로그램의 요인들을 정의하는데 바른 안내자가 될 수 있다.

## 문제의 인지

문제의 인지는 인간공학 프로그램에서 중요한 부분이다. 인간공학적 문제가 위치나 동향으로 구체적으로 정의되지 않고 패턴이 정의되지 않는다면 이러한 문제를 줄이기 위해 디자인된 어떠한 노력도 충분히 효과적이지 않다. 추측되는 문제 영역에 대한 “강압적인” 해결책은 비효율적인 인간공학 프로그램을 예시하는 것이다. 문제 영역을 인지하기 위한 좀 더 자세한 토론을 위해서는 2장을 참조한다.

## 위험 방지와 관리

모든 인간공학 프로그램의 중요한 부분은 위험 방지와 관리이다. 작업이 평가되고 특별한 문제가 인지된 후의 다음 단계는 문제를 교정하는 것이다. 이것은 공학적 관리, 작업 실행 관리, 그리고 행정적인 관리의 종합을 통해 이루어질 수 있다.

문제가 재발생하는 것을 방지할 수 있는 가장 효과적인 것은 문제를 제거하도록 작업을 재디자인하는 것이다. 인간공학적 문제의 초점은 작업을 작업자에 적합하도록 다루는 것인지 작업자를 작업에 맞추는 것이 아니다. 이는 작업자가 과도한 에너지를 가용하는 것과 반복을 하는 일과 부적절한 자세를 취하는 것을 피하는 것을 돕기 위하여 워크스테이션, 작업 방법, 공구들을 재디자인함으로써 얻을 수 있다.

워크스테이션은 주어진 작업을 위해 다수의 작업자를 수용하도록 디자인되어야 한다. 작업 실행 관리는 매니저, 관리자와 작업자에 의해 이해되고 확인되는 안전 작업 실행과 과정을 위한 대책을 수립해야 한다.

행정적인 관리는 인간공학적 스트레스 요인에 대한 노출의 빈도와 심각성을 수집하는데 있다. 관리의 일부는 다음 사항을 포함 작업 경로 변화, 작업에서 근로자의 수 증가, 작업 순환, 근육의 휴식 시간 제공.

## 훈련

인간공학 프로그램이 성공하기 위해서는 포함된 사람은 산업 작업에 있어 과도한 육체적 스트레스를 어떻게 인지하고 관리하는가를 이해해야 한다. 그룹 조사가 사용된다면 모든 참여자는 인간공학에 대한 훈련을 받아야 한다.

훈련과 교육은 인간공학 프로그램의 중요한 구성요소이다. 훈련을 통해서 관리자, 감독자 그리고 작업자는 인간공학과 직무 또는 생산공정과 연관된 기타 유해성을 이해하게 된다. 포괄적인 훈련 프로그램은 다음의 범주에 있는 작업자들에게 적용된다. 영향을 받는 감독자, 공학자, 관리자.

훈련 프로그램은 인간공학적 문제를 정의하고 문제를 해결하는 것에 관한 것이어야 한다. 일반적으로, 다양한 누적외상성 장애와 요통, 예방의 방법, 그 원인, 초기 증상 등을 설명한다.

훈련은 작업자 면담, 구술 시험, 서술 시험, 작업 실습을 통해 그것의 효율성을 측정하도록 주기적으로 검사를 해야 한다.

## 부록 1

### 전반적인 설비 점검표

#### A. 인간공학 평가를 위한 필요성의 척도

- ☐ 새로운 생산 라인이나 설비가 고려되었는가?
- ☐ 생산 효율성이 너무 낮은가?
- ☐ 생산 품질이 낮은가?
- ☐ 결근과 사고율이 비정상적으로 높은가?
- ☐ 허리 부상이나 손의 누적외상성 장애가 자주 일어나는가?
- ☐ 의료진의 방문이 너무 잦은가?
- ☐ 설비에서 진향이 매우 높은가?
- ☐ 특별한 업무에서 진향이 특별히 높은가?
- ☐ 어떤 업무를 위해서는 작업자를 훈련하기 위해 너무 긴 시간이 필요한가?
- ☐ 작업자가 잦은 실수를 범하는가?
- ☐ 생산할 때 너무 많은 폐기물이 나오고 있는가?
- ☐ 너무 많은 장비 손상이 있는가?
- ☐ 작업자가 자주 워크스테이션을 이탈하는가?
- ☐ 근로자가 세부적인 작업 위치를 변경하는가?
- ☐ 워크스테이션이 1일 1교대 이상으로 사용되는가?
- ☐ 당신의 현장 기술자는 인간공학적 원리들에 익숙한가?
- ☐ 인센티브 지급 시스템을 이용하는가?
- ☐ 작업자가 근육의 긴장을 풀어 주기 위하여 손, 손가락, 그리고 팔을 종종 운동해 주는가?

#### B. 특정한 업무를 재디자인하기 위한 필요성의 척도

- ☐ 작업자가 너무 무거운 것을 들고 옮기는 일이 자주 요구되는가?
- ☐ 작업자가 움직이기 위하여 커다란 들림력이 요구되는 물건을 밀거나 당겨야 하는가 (예. 짐마차, 박스, 톨로 된 재료)? 작업자가 경사로나 기울어진 곳을 오르내리기 위하여 짐마차나 손수레를 밀거나 당겨야 하는가?
- ☐ 작업자가 몸이 구부러지거나 비틀리거나 뻗은 상태 하에서 물건을 밀고 당기고 올리고 내려야 할 필요성이 있는 작업인가?
- ☐ 작업자들이 충분한 휴식 시간을 갖고 있지 못하다고 불평하는가? 작업 속도가 작업자의 조절 하에 있지 않은가? 이 속도가 빠른가?

- ☐ 작업자가 같은 동작 형태를 빠른 속도로 반복해야 하는 작업인가?
- ☐ 작업하는 동안 작업자의 맥박이 분당 120회를 초과하는가?
- ☐ 작업이 매우 단조로운가?
- ☐ 작업이 손공구의 사용과 조작을 자주 해야 하는가?
- ☐ 작업 물건을 조작하거나 제어장치를 운행하기 위하여 양손과 양다리를 계속해서 사용해야 하는 업무인가?
- ☐ 작업자가 팔을 어깨 위로 자주 또는 장시간 올려야 하는 작업인가?
- ☐ 업무를 수행하기 위해 (앉거나 선 상태에서) 작업자가 항상 같은 동작을 유지해야 하는가?
- ☐ 작업자가 정신적으로 작업 변화를 감시해야 하는 작업인가? 이러한 작업 상태에서 여러 대의 장비를 감시해야 하는가?
- ☐ 작동자가 자신의 능력을 초과하는 비율로 정보를 처리해야만 하는가?
- ☐ 작동자가 충분한 시간없이 다른 장비에서 동시에 일어나는 정보에 응답하고 감지해야 하는가?

C. 작업장을 재디자인하기 위한 필요성의 척도

- ☐ 작업자가 등받이를 사용하지 않고 의자의 앞부분에 앉아야 하는가?
- ☐ 작업자가 작업 의자에 쿠션이나 패드를 자주 부착하는가?
- ☐ 작업자가 게이지, 제어장치, 다이얼, 재료, 작업물의 부분에 닿거나 보기 위하여 부자연스럽거나 뻣은 위치로 해야 할 필요성이 있는가?  
서서 발 페달을 작동하기 위하여 :
- ☐ 오퍼레이터가 발 페달이나 무릎 스위치를 작동해야 하는가?
- ☐ 작업자가 부자연스럽거나 부적절한 자세로 수행해야 하는가?
- ☐ 발 페달이 있다면 작동자가 발의 위치를 바꾸는데 너무 작지 않은가?
- ☐ 높은 발 지지대가 필요한가?
- ☐ 업무를 수행하기 위하여 작업자가 팔 지지대 없이 그들의 팔과 손을 들고 있어야 하는가?
- ☐ 제어장치를 조작하거나 다이얼을 보는 것이 어려운가?
- ☐ 다이얼이나 제어장치가 부적절하게 라벨이 되어 있는가?
- ☐ 장비가 청소하고 보수하기 어렵도록 놓여 있거나 디자인되어 있는가?

- ☐ 작업장이 너무 난잡해 보이지 않은가?
- ☐ 작업자가 조절되지 않는 의자에서 그들의 작업을 수행해야 하는가?
- ☐ 업무를 수행하는 중에 작업 물체를 잡는 작업자의 필요를 덜어 줄 수 있는 지지대나 클램프를 제공하는 것이 가능한가?

D. 작업 환경에서 갖추어야 되는 특별히 고려할 요구들의 척도

- ☐ 청각을 잃을 수 있는 공정 소음이 너무 많이 있는가?
- ☐ 대화나 여러 종류의 청각 신호들을 방해할 정도로 많은 소음이 있는가?
- ☐ 작업을 수행하기 위해 특수 조명이 필요한가?
- ☐ 손잡이, 핸들, 그리고 표시장치에 있는 칼라코드와 업무에 대한 배경 색깔들은 충분한 차이점이 있는가?
- ☐ 작업에서 작업자가 일반적인 곳에서 어두운 곳으로부터 밝은 곳으로 바라봐야 할 필요가 있는가?
- ☐ 작업장에서 반사광이나 직접적인 광원이 있는가?
- ☐ 빛이 장비에 반사되어 원거리 섬광이나 스트로보스코프 효과(stroboscopic effects)를 유발하는가?
- ☐ 공기 온도가 너무 찬가? 너무 뜨거운가?
- ☐ 작업장이 너무 습하지 않은가?
- ☐ 워크스테이션 근처에 복사 열원이 위치하는가?
- ☐ 작업 환경에서 온도나 빛의 변화가 너무 빠르지 않은가?
- ☐ 작업자가 손이나 팔 또는 몸 전체로 느낄 수 있는 온도구나 진행 장비에 충분한 진동이 있는가?
- ☐ 표시장치를 설치해 놓은 공정에 공기 오염이 너무 심해 보기가 어렵지 않은가?
- ☐ 왼손 잡이가 오른손 잡이 하듯이 쉽게 일을 할 수 있도록 작업이 디자인 되었는가?

## 부록 2.

### 워크스테이션 점검표

워크스테이션의 특성

- ☐ 작업자가 정상적인 팔 길이 안에서 수평으로 뻗을 수 있는가?  
(뻗는 것은(40.6 - 45.7 cm)를 초과하면 안된다.)
- ☐ 작업을 편안하게 수행할 수 있도록 워크스테이션에 충분한 공간이 있는가?
- ☐ 직무를 수행하고 유지하는데 적당한 워크스테이션에 공간이 있는가?
- ☐ 워크스테이션에서 재료 취급 장비에 접근할 수 있는가?
- ☐ 장비, 제어장치, 그리고 작업면의 위치가 편안한 자세를 유지하도록 만들 수 있는가?
- ☐ 작업자가 직무수행중에 앉았다 일어섰다가 교대로 실시할 수 있는가?
- ☐ 의자가 지급된다면 그 디자인은 편안한 것인가? (적당한 등받이, 수직높이 조절성 등)
- ☐ 작업 면의 높이가 편안한 팔 자세를 가능하게 하는가? (올바른 손의 높이는 대부분 작업에 있어 팔꿈치 아래(5.1에서 15.2 cm) 사이이다.)
- ☐ 작업 높이가 불편하다면 그것은 다음의 이유인가?
  - ☐ 장비
  - ☐ 작업면
  - ☐ 제어장치
- ☐ 작업면의 높이가 작업 진행 상황을 편안하게 볼 수 있도록 하는가?
- ☐ 작업면의 높이를 조절할 수 있는가?
- ☐ 작업면의 구성이 경도, 탄성, 색상, 그리고 부드러움에 관하여 편안한가?
- ☐ 페달이 사용된다면 그것의 위치가 편안한 것인가?
- ☐ 페달의 크기는 편안한 크기인가? 페달이 사용된다면 두 개까지 제한되는가?
- ☐ 페달의 사용이 앉아서 작업을 수행하는 곳에만 필요한 것인가?
- ☐ 수동 제어장치는 그것을 조작하는데 요구되는 힘의 양과 형태를 고려하여 설계되었는가?
- ☐ 발판과 손, 팔 등의 지지대가 필요하다면 가능한가?

- ☐ 컨테이너가 사용된다면 그것들은 편리하게 놓여져 있는가?
- ☐ 컨테이너는 보수하고 수리하기 쉽도록 디자인되어 있는가?
- ☐ 장비의 디자인이 보수하고 수리하기 위해 접근하기 쉽도록 디자인되어 있는가?
- ☐ 진동의 수준이 작업자에게 해로운 영향을 주는 것을 피할 수 있도록 충분히 낮은가?
- ☐ 미끄러지거나 넘어지고 떨어질 수 있는 위험을 야기시킬 수 있는 장애물과 난잡한 것들이 워크스테이션 바닥에 없는가?

#### 육체적 요구

- ☐ 업무가 힘들게 두 손으로 들어 올려야 할 일인가?
  - ☐ 수평거리가 너무 먼 거리에서 들어 올리는가?
  - ☐ 분당 한 번이상 들어 올리는가?
  - ☐ 수직거리가 너무 먼 거리에서 들어 올리는가?
- ☐ 업무가 힘들게 한 손으로 들어 올리고 뺄어야 할 것을 요구하는가? (부품을 장비로 이송할 때 도달거리가 너무 길때)
- ☐ 그것들이 바닥 가까이에 있거나 어깨 위에 있거나 몸으로부터 너무 멀리 떨어져 있기 때문에 들어 올리는 자세가 부자연스러운가?
- ☐ 작업이 들어 올리는 동안 비틀어야 할 필요가 있는가?
- ☐ 작업자가 쥐기 어려운 물품을 조작해야 하는가? (물품을 내뺄기가 어려운가? 손으로 집기가 어려운가?)
- ☐ 작업에서 물건을 계속해서 중량물 운반작업을 수행하는가?
- ☐ 작업에서 너무 커다란 크기의 물체를 다룰 필요가 있는가?
- ☐ 작업에서 두 사람이 들어 올릴 필요가 있는가?
- ☐ 부자연스러운 자세에서 힘든 일을 할 필요가 있는가? (예, 측면에서, 머리 위로, 또는 힘을 들여 뺀 상태)
- ☐ 무거운 것을 들어 올리거나 힘을 들여 하는 일에 대한 보조가 가능하지 않은가?
- ☐ 작업에서 근육의 노력을 최고의 힘을 가하는 일이 포함되는가  
얼마나 자주 최고의 힘을 들여야 하는가? 얼마나 오랫동안 지속되는가?
- ☐ 작업에서 힘의 발휘와 휴식 기간을 교체할 수 있도록 디자인할 수 있는가?
- ☐ 작업에서 고정된 노력과 동작의 기간을 교체할 수 있도록 디자인할 수 있는가?
- ☐ 물체를 조작하는 속도가 기계에 의해 좌우되는가? (예를 들면, 기계 컨베이어로의 이송)
- ☐ 공압 기중기나 철삭 테이블과 같은 작업에서 짐 조작의 도움이 부족한가?
- ☐ 작업에서 고정된 근육에 힘을 가하는 것이 포함되는가? (잡거나 운반하는 것 같은)
- ☐ 손공구의 진동이 높은 레벨인가?



- ☐ 작업자가 근무시간의 45% 또는 그 이상 동안 딱딱한 면에 서있어야 하는가?
- ☐ 매일 자주 층계나 사다리를 올라야 하는가?

#### 감각적인 부하

- ☐ 조명이 업무에 적합하지 않은가?
- ☐ 워크스테이션과 그것의 주변 환경 사이의 대비가 열악한가?
- ☐ 워크스테이션에 글레어가 존재하는가? (글레어가 있다면 그것의 원인은 무엇인가?)
- ☐ 업무가 좋은 시각 결정을 요구하는가? (작은 결점의 식별, 거리를 정확하게 결정할 필요성이 포함된다.)
- ☐ 제어장치, 계기 그리고 장비가 바라보기 어려운 장소에 위치해 있는가? (나쁜 각도, 너무 높음, 너무 낮음)
- ☐ 제어장치, 계기 그리고 장비의 밝기가 열악한가?
- ☐ 경고등이 있다면 시야의 중앙으로부터 벗어나 위치해 있는가?
- ☐ 청각 신호가 있다면 그것을 다른 것과 구별하기 어려운가?
- ☐ 일부 청각 신호는 듣기 어려운가?
- ☐ 소음 정도가 대화 소통을 방해하는가?
- ☐ 만짐으로써 부품 사이의 다른 점을 말할 필요가 있는가?
- ☐ 만짐이나 위치에 의해서 제어장치이나 공구를 인식하기 어려운가?
- ☐ 다이얼, 계기, 표시장치가 사용된다면 그것을 읽기가 어려운가?
- ☐ 다이얼과 도구를 빠르고 정확하게 읽기 어려운가?
- ☐ 표시장치에 나온 정보를 요구되는 읽어야 할 거리에서 읽기가 어려운가?
- ☐ 워크스테이션의 밝기가 너무 열악하여 판넬, 다이얼, 그리고 주변 환경에 있는 밝기 레벨 사이의 커다란 차이점이 있는가?
- ☐ 표시장치로부터 글레어가 문제가 되는가?
- ☐ 다이얼이 편리하지 않게 모여져 있는가?
- ☐ 칼라 코딩의 부족이나 위치로 인하여 유사한 범위에 있는 다이얼들을 구분하는 것이 어려운가?
- ☐ 표시장치나 다이얼이 반응 제어장치 근처에 위치하지 않는가?
- ☐ 가장 중요하거나 가장 자주 사용되는 계기가 시야 안에서 최고의 위치에 있지 않은가?
- ☐ 가장 자주 사용되는 계기들이 시야 내의 동일한 지역에 함께 모여져 있지 않은가?

- ☐ 제어장치에 도달하고 조작하는 것이 어려운가?
- ☐ 제어장치가 유사한 장비에 표준화가 안되었는가?
- ☐ 작업을 수행하는데 필요한 것보다 더 많은 제어장치가 있는가?
- ☐ 계기를 읽는데 머리와 몸의 움직임이 많이 필요한가?
- ☐ 어떤 계기의 디자인이 읽는데 있어 방해가 되는가?  
다이얼이 너무 복잡하여 요구되는 정보를 읽는데 어려움이 있는가?
- ☐ 정렬된 다이얼이 읽혀져야 할 곳에 고장이 나있는가?
- ☐ 모든 읽음이 정확할 때 일부의 다이얼에 있는 포인터가 다른 방향을 가리키는가?
- ☐ 어떻게 제어장치가 정렬되어 있는가를 동시에 바라보는 것이 어려운가?
- ☐ 작업자의 손이 제어장치를 작동중에 다이얼을 방해하는가?

#### 정신적인 중압감

- ☐ 업무가 매우 복잡한가?
- ☐ 작업이 너무 복잡하여 작업자를 혼란시키는데 장시간이 요구되는가?
- ☐ 업무가 높은 정밀도를 요구하는가?
- ☐ 작업자가 행동을 취하기 전에 자료를 평가해야 하는가?
- ☐ 비교의 기준이 부족한가?
- ☐ 형태, 크기, 라벨 혹은 색상에 의하여 제어장치를 인식하는 것이 어려운가? 이것이 정상적인 사용에서 문제가 되는가? 이것이 긴급 상황 하에서 문제가 될 수 있는가?
- ☐ 작업 업무를 수행하는데 필요한 정보가 애매모호하고 부적절한가?
- ☐ 정보가 작업자가 그것을 이해하려고 하는 것보다 빠르게 주어지는가?
- ☐ 작업자가 동시에 여러 다른 형태의 정보와 신호를 계속해서 관찰할 필요가 있는가?
- ☐ 작업이 짧은 기간의 기억력에 대해 힘든 요구를 하는가?
- ☐ 정보의 정도가 작업자가 중압감을 느낄만큼 많은 양인가?
- ☐ 작업자가 다른 것에 집중하는 동안 시그널이 오는가?
- ☐ 신호가 동시에 다른 근원으로부터 나올 수 있는가?
- ☐ 작업자가 신호에 반응하여 선택을 해야 하는가?
- ☐ 작업자가 선택을 해야 한다면, 선택이 틀릴 때 본인이 즉각 알 수 있는가? 작업이 특정 시간 동안 수행되어야 하는가? (예.작업이 기계속도에 따라 진행될 때)
- ☐ 결정을 만들고 행동을 취하기 위해 공정 사이클이나 장비에서 허락된 시간이 불충분한가?

- ☐ 작업이 단순하고 반복적이거나 변화가 없는가?
- ☐ 작업이 높은 책임감이 따르는 중요한 업무와 실수에 관해 여유가 없거나 아주 적은 직무를 포함하는가?
- ☐ 많은 양의 정보를 너무 짧은 시간 내에 해결 해야 하는가?

#### 작업 환경

- ☐ 소음의 정도가 대화나 작업을 수행하는데 영향을 미치는가?
- ☐ 청각을 잃기에 충분히 높은 소음 레벨이 존재하는가?
- ☐ 온도나 습도가 작업을 방해하기에 충분히, 자주 부적절한가?
- ☐ 공기 순환이 너무 낮은가?
- ☐ 너무 많은 공기 이동이 있는가?
- ☐ 작업자가 빠른 환경 변화에 노출되어 있는가?
- ☐ 작업자가 가스나 공기 오염에 노출되어 있는가?
- ☐ 떠 있는 먼지 그리고 다른 입자들이 대기 중에 존재하는가?
- ☐ 전기 전원 장비로 작업을 할 때 쇼크 위험을 가져올 수 있는 것은 위치인가?
- ☐ 바닥이 평탄하지 않은가?
- ☐ 바닥이 미끄러운가?
- ☐ 청소가 열악한가?
- ☐ 작업을 위한 조명이 불충분한가?
- ☐ 클리어가 읽기, 검사와 유사한 것을 하는 것을 방해하는가?
- ☐ 피부를 태울 정도로 뜨거운 면인가?
- ☐ 개인적으로 보호 의복이나 장비를 요하는 상태인가?

### 부록 3.

### 의자 평가를 위한 질문 사례

1. 당신의 이름 \_\_\_\_\_
2. 의자명 \_\_\_\_\_
3. 이 의자를 얼마나 오랜 시간 사용하는가? \_\_\_\_\_ 시간
4. 의자를 사용하는 동안이나 이전에 조정을 하였는가? \_\_\_\_\_에 \_\_\_\_\_아니오  
그렇다면 설명해 주십시오. \_\_\_\_\_
5. 의자의 특성에 관하여 다음 해당하는 곳에 동그라미 그림시해 주십시오.

매우 편안함	매우 불편함	매우 좋음	매우 나쁨
-----------	-----------	----------	----------

  - a. 의자 높이
  - b. 의자 아래 발과  
종아리를 위한  
공간이 있는가?
  - c. 시트의 편안함
  - d. 등받이의 편안함
  - e. 전체적인 의자의  
안락함
  - f. 기동성
  - g. 조절 용이성
  - h. 의자 크기
  - i. 일반적인 외관
6. 이 의자의 가장 좋은 점은? \_\_\_\_\_
7. 이 의자의 가장 나쁜 점은? \_\_\_\_\_
8. 이 의자에 앉아 있는 동안 당신이 수행하는 일의 형태를 기술하여 주십시오.  
타이핑\_시간   VDT 사용\_시간   서기일\_시간   기타\_시간

## 부록 4.

### 수공구 상해 가능성을 줄이기 위한 점검표

#### 1. 일반적인 수공구(동력과 무동력) 디자인의 재고

##### A. 공구의 무게와 크기

1. 한 손으로 취급하는 수공구의 중량은 4 lb 이하를 유지한다.
2. 무거운 공구는 두 손으로 쥌 수 있는 장소를 제공해야 한다.
3. 무거운 공구는 공구 중심 장치를 달아야 한다.
4. 공구는 가능한 한 컴팩트해야 한다.
5. 공구는 균형을 유지해야 한다.
6. 잡는 면은 미끄럼 방지를 해야 한다.
7. 가능한 곳은 공구의 모서리와 코너를 둥글게 한다.
8. 공구를 양 손 모두 사용할 수 있도록 디자인한다.
  - a. 작업자가 손을 교환할 수 있도록 한다.
  - b. 작업자가 선호하는 손으로 공구를 사용하도록 한다.

##### B. 핸들의 두께

1. 파워그립을 위해 지름이 클수록 좋다.
  - a. 이상적인 두께는 1에서 1½in(2.5에서 3.8 cm)이다.
  - b. 손 에너지는 장갑을 사용하면 30% 감소한다.
  - c. 지름이 너무 크면 손가락으로 전체를 덮을 수 없게 한다.

‘잠금’ 장치가 없으면 긴장이 높이 상승된다.

지름이 너무 작으면 불충분한 마찰 지역으로 인해 핸들이 손힘을 줄인다.

##### 2. 핸들의 길이

- a. 핸들을 충분히 길게하여 손바닥 끝에 닿지 않게 한다. 특히 플라이어
- b. 장갑이 없으면 핸들은 최소 4 in(10.2 cm) 이내이어야 한다.
- c. 장갑을 끼면 장갑은 최소 5 in(12.7 cm) 이내이어야 한다.

##### 3. 핸들 표면

- a. 비전도성

- 1) 핸들은 전기나 열을 전도하면 안된다.
- 2) 나무는 두 가지 이유에서 최고의 재료이다.

a) 나무는 플라스틱이나 금속보다 더 천천히 열을 손에 방출하며 그래서 상해를 일으키기 전에 더 오랜 시간 동안 잡고 있을 수 있다.

b) 나무는 플라스틱이나 금속보다 더 천천히 열을 얻으며 그래서 높은 온도에 더 천천히 도달한다.

b. 압축성 - 압축바닥(나무나 카페트)와 같은 것은 비압축 콘크리트보다 발과 다리에 편한 것과 같이 압축성 핸들 재료는 손에 더 편하다.

1) 나무는 최고의 재질이다.

2) 압축성 고무나 플라스틱 또한 받아들일만 하다.

3) 플라스틱이나 테이프 또한 핸들을 압축성과 비전도성으로 만든다.

c. 금속 핸들은 플라스틱 속에 넣거나 날카로운 면을 덮도록 테이프로 감는다.

d. 직물 면은 잡는 것을 돕는다.

e. 핸들의 톱니 모양 돌기는(손가락잡이) 손가락을 끼워 준다.

## 2. 수공구 자세의 고려사항

A. 공구를 구부리고, 손목을 구부리지 않는다.

1. 손목이 구부러지지 않은 상태에서 인대를 움직이는 것이 상해를 줄인다.

2. 가장 편안한 손위치는 '악수' 위치이다.

3. 공구의 각을 변경시키는 다른 대안은 작업 위치를 바꾸는 것이다.

B. 적절한 근육 조직을 사용한다.

1. 손을 굽히는 근육은 손을 펴는 근육보다 강하다.

2. 수공구의 손잡이를 벌리는 곳에 스프링을 사용한다.

## 부록 5.

### 인간공학 프로그램의 개발

1. 다음과 같은 행동 프로그램을 개발한다.
  - A. 이행하기 쉽게 한다.
  - B. 결과를 지향한다.
  - C. 원가의 효율성
2. 다음을 포함하여 안내자와 위원회를 구성한다.
  - A. 현장 안전 요원
  - B. 의료원
  - C. 현장 설계자와 산업공학 기술자
  - D. 공무원
  - E. 산업 관련 요원
  - F. 생산 부서원
  - G. 노조 안전 대원
  - H. 라인 작업자
  - I. 인간공학 전문가
3. 다음의 데이터를 모집한다.
  - A. 기록의 검토
  - B. 작업/업무 분석
  - C. CTDs 의 형태와 경향
  - D. 근로자의 제안과 불만들
4. 서술된 프로그램과 프로그램을 개발한다.
5. 문제를 모집하는 우선 순위를 세운다.
6. 해결책을 제시한다.
7. 제시된 해결책의 효과와 취약점을 분석한다.
8. 해결책을 이행한다.
9. 결과를 관리하고 필요하면 조정한다.
10. 인간공학 프로그램을 관리한다.
11. 지속성을 추구한다.:
  - A. 일상적인 모임 날짜와 시간을 수립한다.
  - B. 45 에서 60 분을 지속한다.
  - C. 회의를 취소하지 않는다.

D. 위원회 멤버를 교체한다.

12. 투자에 대한 보상은 다음을 포함한다.

A. 사고와 상해를 감소시킨다.

B. 생산성을 높인다.

C. 에너지 절약

D. 제품의 불량 감소

13. 원가 이익그림을 유지한다.



## 부록 6.

### 인간공학 자문위원 선택

인간공학은 수 개 전문 분야의 집결이다. 그러므로 당신의 목적은 해결하고 싶은 문제와 관련된 분야에서 적합자를 찾는 것이다. 예를 들면, 실수를 최소화하는 제어 시스템을 디자인하는데는 누적외상성 장애를 최소화하기 위해 업무를 변경하는 것보다 다른 기술을 요구한다. 상담자의 경력은 또한 문제를 해결하는 시도에 영향을 미치게 된다.

문제와 자문위원의 능력은 너무 다양하기 때문에 한 개 평가 그림으로는 불충분하다. 우리의 목적은 제안된 다음 6 가지 질문을 통하여 문제와 지원자 사이의 일치를 평가하도록 하는 것이다. ; 문제, 실행, 결과, 공정, 직원과 가격

#### 문제점

여기에 인간공학적으로 분류할 수 있는 몇가지 문제가 있다. 당신은 여기 리스트에 없는 것과 관계 있을 수도 있다. 이러한 경우에는 당신은 문제와 예상되는 결과를 이해해야 하며 이들에 대해 지원자와 대화하여야 한다.

- 첫째. 필요한 영역을 한정한다. - 누적외상성 장애의 감소, 허리 부상 감소 (일반적으로 중량물 취급 작업을 포함한다.) 편리하게 제품을 디자인하고 사용을 쉽게 함, VDT(비디오 디스플레이 터미널) 워크스테이션 디자인, 그리고 제어 시스템 / 판넬 디자인 (편리성과 오류의 감소를 위해) 등의 가능성
- 둘째. 당신이 자문위원에게 원하는 것이 무엇인가를 결정한다. 특별한 문제를 풀 것인가, 인간공학 프로그램을 위한 필요성을 조직(경영층, 엔지니어, 작업자, 관리자 등)에 설득할 것인가, 내부 프로그램을 개발할 것인가, 공정을 추천할 것인가, 구조와 습관의 변경을 추천할 것인가, 프로그램을 쉽게할 것인가 등 그 밖의 다른 것을 결정한다.
- 당신이 불확실하다면 아마도 당신은 당신의 위치에서 진정한 필요성을 정하는데 도움을 주기를 원할 것이다. 몇 가지 가능한 제안들이 포함된다.
  1. CTD (누적외상성 장애) 위험 요인들에 대한 위치의 평가
  2. CTDs 가 발생하는 작업에서 교정을 위한 제안

3. 감정적 또는 실제적인 인용에 응답한다.
4. 공정한 치료 프로그램을 위한 제언
5. 근로자의 불만에 대해 응답한다.
6. 노조의 불만에 대해 응답한다.
7. CTDs를 피하고 작업자의 편리와 효율을 증가시키기 위한 내부지침 프로그램의 개발
8. 품질을 향상하고 불량을 줄이기 위한 프로그램의 개발
9. 인간공학에 대한 회사원의 훈련
10. 엔지니어가 CTD 위험 요인과 불량 가능성을 최소화하도록 작업을 설계하도록 훈련한다.
11. '능숙한 증인'으로서 증언하다.

## 실행

- 어떠한 인간공학 프로그램에서 이 사람이 일해 왔는가?
- 이 사람이 과거에는 누구를 위해 일해 왔는가? 참조가 가능한가?  
당신은 이러한 참조 사항을 확신하기 위해 올바른 사람과 접촉할 수 있는가?
- 이 사람이 어느 정도의 책임을 갖고 일했는가? 결과는 무엇이었는가?  
어떠한 프로그램이 결과를 가져왔는가? 샘플이 가능한가?
- 그 사람이 규정하는 기능을 가졌는가? 누구를 위해? 어떠한 기능? 결과는 무엇이었는가?
- 필요할 때 그 사람이 유용하거나 당신의 스케줄에 맞출 수 있는가?

## 결과

- 당신의 조직에서 마지막 결과가 능력 향상을 일으킬 것인가, 단지 특별한 문제에만 해결책이 될 것인가?
- 복잡하거나 단순한 해결책에 집중할 것인가? (예. 자동화 vs 기존 공구 향상)
- 워크스테이션을 변경하거나 사람의 업무를 향상시키는 것에 집중할 것인가? (예. 조절테이블 vs 운동의 실행)  
주의 - 워크스테이션의 변경은 높은 성공률과 결과의 영구성 때문에 선호된다.
- 불량 감소가 포함될 것인가? 이것이 당신이 원하는 것인가?

## 공정

- 그것은 작업자 투입을 포함하는가.
  - 고통 / 불편함 조사
  - 문제의 확인
  - 문제의 해결
- 훈련 요소가 있는가? 사람들이 문제를 풀도록 배울 것인가?
- 조직적인 구조 요소가 있는가? 어떻게 인간공학을 관리하도록 규정할 것인가?
- 경영층의 해결을 강화시킬 요인이 있는가?
- 잠재적인 원가와 품질의 향상에 대한 인식이 있는가?
- 영역은 무엇인가?
  - 요통
  - 상지의 CTD
  - 전신의 CTD
  - 환경 스트레스 (열, 소음)
  - 조명
  - 실수 방지 (표시장치, 제어장치, 스테레오 타입)
  - 기타
- 차문위원이 조직의 모든 필요한 레벨에 접근할 것인가? (예, 경영자, 감독자, 노조, 라인작업자)
- 필요한 연구는 규정되는가?

## 직원

- 이 사람은 무슨 배경과 교육을 받았는가? (인간공학, 의학, 심리학, 생리학, 안전, 물리 치료학, 공학)
- 이 사람은 인체의 기능을 이해하는가? 인간 행동을 이해하는가?
- 배경, 훈련, 교육과 이해가 해결을 위한 전략에 어떻게 영향을 미칠 것인가?
- 경영자, 조합원, 감사원 등의 사람들과 접촉하는 그 사람의 능력에 대한 당신의 인상은 무엇인가? 사교적 기술과 조직원의 인식도는 확실한가?
- 이 사람이 '수작업' 영역 작업을 할 수 있는가?

- 어떻게 이 사람과 당신이 연결되어 있는가? (당신의 인상은 무엇인가?)  
당신은 결의와 책임감을 느끼는가?
- 이 사람은 다음 사항에 관한 지식을 갖고 있는가?
  - 규범
  - 사업적 고려
  - 해결책의 ‘판매’
  - 훈련 방법?
- 이 사람은 당신의 의료지원진들과 치밀한 관계를 가질 수 있는가?
- 필요한 의학 정보에 접근할 수 있는가?
- 이 사람은 당신이 가질 수 있는 어떠한 법적 요구도 만족하는가?
- 이 사람은 현재의 일에 어떻게 행하고 있는가? (전문적인 동맹, 종류 등)

## 가 격

- 어느 수준의 공약이 당신의 요구에 부합하는가?  
당신이 있는 곳에서 벗어나서(전화, 팩스) 연락할 수 있는가?  
전화 상담한 것이 당신에게 청구되는가? 어떠한 후원 (가능성, 대체 기술)이 가능하며 가격은?
- 서비스 비용이 “일반적이고 관습적인” 범위에 있는가? 그렇지 않다면 왜? ( 기대 가치 이상 또는 이하인가?)
- 문제 해결방법이 너무 고가인가?

## 교 육

이력서나 교육 과정이 제출되면 여기에 몇 가지 검사해야 할 부분이 있다.

- 어떤 형태의 학위인가? 전문 분야가 인간공학, 특별히 산업 공학이나 산업보건과 같은 유사 영역이어야 한다.
- 어떤 전문 코스가 얼마나 많은가?
- 어떤 형태의 계속적인 전문 교육을 했는가? - 세미나, 상응하는 코스 등.

## 경력

- 가지고 있는 위치 (직업에 대한 설명)?
- 인간공학에 포함되는 시간의 퍼센테지?
- 그 사람이 일하고 있는 회사의 경험의 손실?
- 취급했던 인간공학 문제의 특별한 형태?
- 이러한 문제를 소집하기 위해 취한 행동의 형태?
- 이러한 조치의 성공?
- 포괄적인 인간공학 프로그램의 주요 요인에 대한 설명?
- 인간공학 훈련 프로그램을 개발하고 제시했던 경험?

## 용어 해설

**인간공학.** 인간공학이란 인간의 육체적, 심리학적 능력 및 한계에 관계되는 작업 요구의 디자인에 대한 학문이다. 즉, 인간공학에서는 작업에 사람을 맞추기 보다는 사람에게 맞게 작업을 맞추려는 것이다.

**인간공학적 유해성.** 작업자에게 해를 입힐 수 있는 인간공학적 유해성은 스트레스 요인들이나 워크스테이션 상태의 결합에 대해 언급한다. 부적절하게 디자인된 워크스테이션, 도구, 그리고 장비 ; 부적절한 작업 방법 ; 그리고 도구나 장비의 과도한 진동이 이러한 형태의 유해성의 예이다. 다른 예들은 작업 흐름, 라인 속도, 자세, 요구되는 힘, 작업 / 휴식 정제 그리고 반복률을 포함하는 작업과 공정 디자인 문제들로부터 기인한다.

**인간공학적 장애.** 인간공학적 장애(EDs)는 인간공학적 유해성에 노출됨으로써 몸에 스트레스가 반복되어 일어나는 일련의 보건 장애이다. 이러한 장애는 근육 구조, 신경계, 그리고 신경관에 영향을 미친다. ED는 여러가지로 직업적으로 일어나는 누적외상성 장애, 누적 스트레스 상해 그리고 반복 운동 장애를 포함한다.

ED와 접질림(strain) 또는 뺨(sprain injuries)의 주요한 차이는 후자는 급성 외상과 같이 단일 행동으로부터 발생한다는 점이다. 한편 ED는 몇 주, 몇 달, 몇 년 동안 점차적으로 발전되어 온 것이므로 이것이 시작되는 부근의 특성을 명확하게 구분하는 경우는 매우 드물다. EDs는 힘줄(tendons), 힘줄외피(tendon sheaths), 힘줄외피의 활액 윤활(synovial lubrication), 뼈, 근육, 그리고 손, 손목, 팔꿈치, 어깨, 목, 등, 다리에 대한 손상을 포함한다. EDs에 의해 종종 직업적으로 유발되는 질병은 만성 통증, 수조 터널 증후군, 드퀘베인 병, 에피콘디리티스(테니스 팔꿈치), 레이나우드 증후군(화이트 핑거), 활막염(synovitis), 협착 테노시노비티스 염발음(stenosing tenosynovitis crepitans) (오른손 집게 손가락(trigger finger)), 텐도니티스(tendonitis), 그리고 터너시노비티스(tenosynovitis) 등을 포함한다.

**인간공학적 스트레스 요인들.** 인간공학적 스트레스 요인들은 인간공학적 위험의 기능적인 단위나 공동의 요인으로 취급된다. 하나 또는 그 이상이 인간공학적 위험을 구성하도록 결합될 수 있다. 다양한 스트레스

요인들을 가지고 있는 워크스테이션, 공정, 조작, 또는 직무에의 노출은 인간공학적 장애의 시작의 잠복기를 줄이는데 이는 인간공학적 위험에 기여하는 각 스트레스 요인들의 결합, 빈도, 지속성, 강도에 의존한다. 인간공학적 스트레스 요인들의 예로는 활동이나 움직임의 반복 ; 활동을 수행하는 그립(grip)이나 요구되는 힘이 과다함 ; 신체의 부자연스럽고 정적이고 지속적인 위치 ; 진동 ; 그리고 조명 상태 등이 포함된다.

**체계적인 접근 또는 시스템 접근.** 안전과 보건 관리에 대한 체계적인 접근은 근로자에 대한 모든 종류의 위험 요인들을 확인하고 평가하고 방지하고 제거하고 감소시키기 위한 상호 의존적 체계와 같은 작업자의 공정, 조작, 그리고 상태 등을 작업자가 취합함으로써 이루어지는 종합적인 프로그램이다. 작업장에서 존재하는 다양한 인간공학적 스트레스 요인들 같은 복합적인 문제를 취합하는 종합적 프로그램은 해결의 통합적인 결합을 요구한다.

**체계적인 분석.** 체계적인 분석은 작업장에서 인간공학적 스트레스 요인들과 위험을 관찰하기 위하여 심신 상관학설의 양적이고 질적인 평가 과정이다. 이 과정은 장비, 작업, 공정, 워크스테이션, 그리고 업무에 근로자가 노출되는 것을 서술하고 평가하는 것이며 그리고 노출이 위험할 수 있는 범위를 결정하는 것이다. 인간공학에서 이러한 분석은 근로자, 그들의 작업, 그리고 작업 공정 사이의 관계로부터 기인한 스트레스 요인들에 초점을 맞추고 한다. 또한 체계적인 분석은 이러한 분석을 조절하기 위한 프로그램을 결정하는 것이 포함된다.

인간공학적 스트레스 요인들의 노출에 대한 체계적인 분석은 회사 기록의 평가, 근로자 분석, 그리고 감독에 기초한 업무를 확인하는 것으로 시작되며 더욱 위험한 특성 기술을 요구한다. 업무, 작업, 공정, 또는 조작을 수행하는 사람에게 요구되는 특별한 행동은 관찰되고 서술되며 평가 된다. 이러한 분석은 질문에 있는 작업과 생산 공정에 있는 다른 작업 단위 사이에 있는 관계의 평가를 포함한다. 예를 들면 생산의 대체 방법은 위험한 것들을 대체할 수 있다. 이러한 단계별 분석의 목적은 인간 능력의 한계를 초과되는 곳을 아는 것이다. 단계별 분석의 기술은 오류 계통도 분석이나 작업위험 분석과 같은 산업 공학과 체계 안전 공학에서 공통적으로 사용되는 것들을 포함한다.

**인간공학 감독.** 인간공학 감독은 진행되는 체계의 추적, 평가, 그리고 보건의 판단, 인간공학적 위험에 관계되거나 존재하는 상태를 설명하고

조절하는 과정에 있어서 노출되는 데이터이다. 정보의 다른 근원에 의해 주장되는 인간공학적 감독 데이터는 산업 안전과 보건 상태를 위한 필요성을 평가하고 프로그램, 이행, 인간공학 프로그램과 조기 중재의 평가를 지원하기 위해 사용될 수 있다.

**보건관리.** 의료 관리로 종종 언급되는 보건 관리는 조기 검사, 평가 그리고 인간공학적 장애의 신호와 증상의 처리를 확실히 하기 위한, 그리고 인간공학적 장애나 증상을 방지하는 것을 돕기 위한 관리적 체계의 한 구성이다. 보건 관리는 다른 OSHA 기준에서 의료 감시 영역보다 범위에 있어 더욱 넓다. 보건 관리는 전통적인 의학 감리를 포괄하면서 또한 주기적 작업장의 보행 통로에 있는 훈련된 보건 보조자의 관여를 포함하며 인간공학적 장애의 신호와 증상이 발견되어온 작업자의 확인 평가를 포함한다. (연방 기록부, Vol. 57. no. 149, 8월 3일, 1992, 미국, 노동부, 산업안전과 보건청에서 인용)