



인간공학의 정의



- 작업을 작업자에게 맞추어 주도록 하자!
(Fitting the Job to Man)
어떻게 ??
 - 편리하게(Convenience)
 - 안전하게(Safety)
 - 효율적으로(Efficiency)
- 인간의 작업과 작업환경을 변경하여 인간의 정신적, 신체적 성능에 부합(E. McCormick)

인간공학의 목적

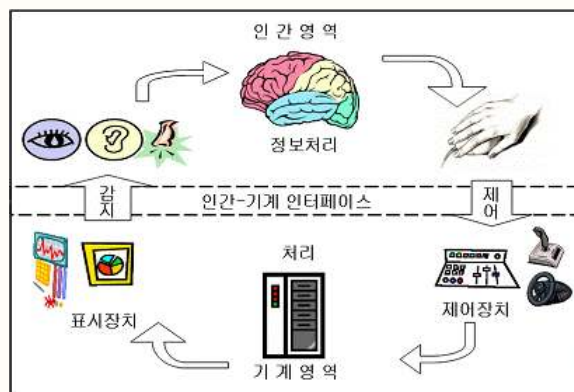


- 바람직한 인간가치를 향상
 - 안전성 개선
 - 피로와 스트레스 감소
 - 쾌적감 증가
 - 작업만족도 증대
 - 생활의 질(質) 향상
- 일과 활동을 수행하는 효율을 향상
 - 사용 편의성의 증대
 - 오류의 감소
 - 생산성의 향상

인간공학적 설계



- 인간의 능력, 한계에 알맞게 도구, 장비, 작업을 설계하는 분야
- 인간-기계 시스템의 인터페이스 설계



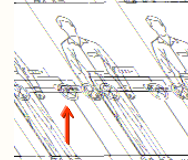
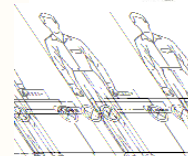
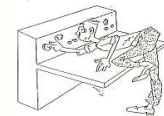
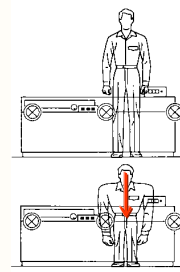
인간공학적 설계



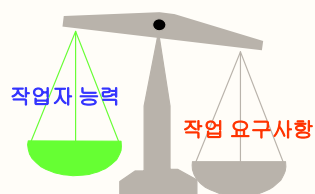
Fitting Man to the Job
작업자를 작업에 맞게

Vs.

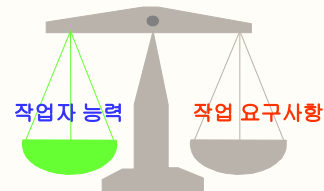
Fitting the Job to Man
작업을 작업자에 맞게



인간공학적 설계의 목표



“작업자 중심의 작업설계”



어떤 작업자도 쉽게
작업할 수 있도록
설계되어야 한다



인간공학적 설계의 효과



■ 작업자 중심의 작업장 및 작업 방법으로서의 개선

- 작업안전 : 작업 위험요인 파악 및 개선으로 근골격계질환 예방
- 생산성 향상 : 작업설계, 작업자 피로, 작업효율
- 품질향상 : 인간실수(Human Error) 예방으로 불량률 감소

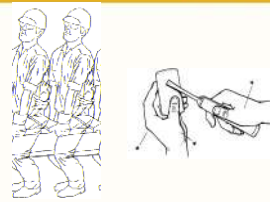
인간공학은 **작업장 안전**을 이루기 위한 중요한 도구일
뿐만 아니라, **생산성의 향상**도 동반함

일반적인 인간공학적 위험요인



■ 작업적인 위험요인

- 부적절한 작업자세
- 중량물 취급작업(작업자 능력 이상)
- 과도한 힘(잡기/집기)의 사용(작업자 능력 이상)
- 반복적인 작업



■ 심리적/개인적 요인

- 불만족, 성별, 나이, 비만, 음주/흡연 등

■ 환경적 요인

- 조명, 소음, 저온, 진동, 바닥면 상태 등

인간공학적 설계의 필요성



- 인간공학적 위험요인으로 인한 결과
 - 근골격계질환 발생
 - 건초염, 건염, 경견완증후군, 요통 등
 - 인간실수(Human Error) 발생
 - 직무불만족, 인간관계 불안정 등으로 인한 직무 스트레스 발생
- 해결방안
 - 인간공학을 접목한 공학적/관리적 개선
 - 조직문화, 사회보장 제도(복지증진, 보험)

개선안 수립이 어렵다 ??



인간공학적 설계원칙 :

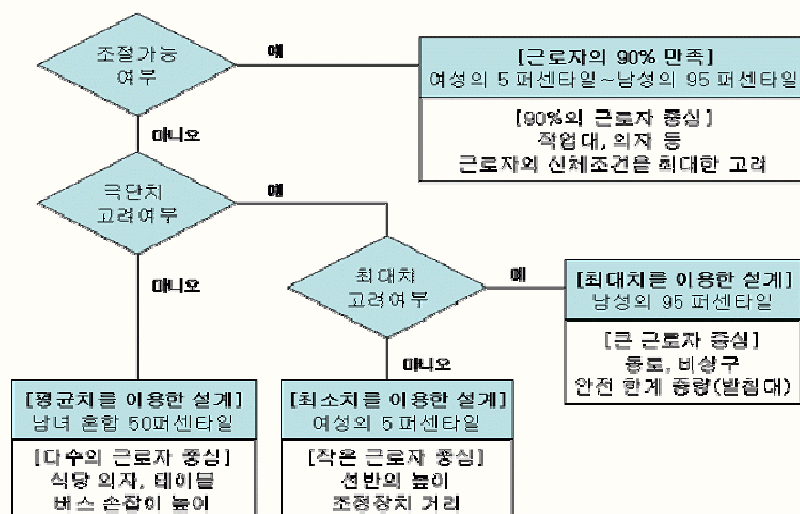
KOSHA Code H-39-2005 “근골격계질환 예방을 위한 작업환경개선 지침”

인간공학적 설계원칙



- **조절 가능 설계**
 - 장비, 설비의 설계에 적용
 - 여성 5 백분위수에서 남성 95 백분위수를 수용
 - 비용문제
 - 의자의 가변범위
- **극단적(최대치/최소치) 설계**
 - 대상집단의 최대치 또는 최소를 제한요소로 한 설계
 - Clearance : 남성 95 백분위수를 기준으로 설계(예:문의 높이)
 - Reach : 여성 5 백분위수를 기준으로 설계(예:페달까지의 거리)
- **평균치 설계**
 - 바람직하지 않은 방법
 - 모든 신체 치수가 평균인 사람

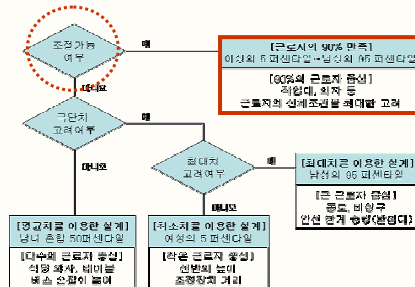
인간공학적 설계원칙-인체치수



인간공학적 설계원칙-인체치수



조절 가능 설계

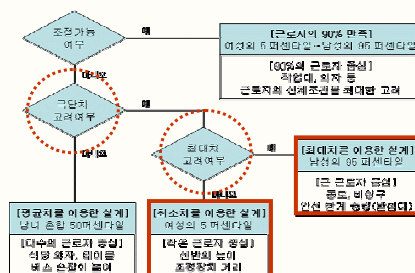


- 작업에 사용하는 설비, 기구 등은 체격이 다른 여러 근로자들을 위하여 직접 크기를 조절할 수 있도록 조절식으로 설계
- 조절범위는 여성의 5 퍼센타일(최소치)에서 남성의 95 퍼센타일(최대치)로 한다.

인간공학적 설계원칙-인체치수

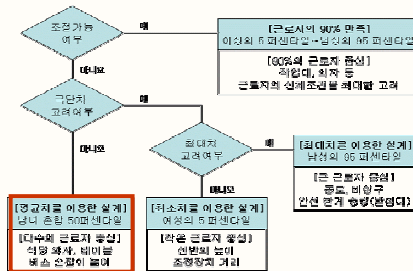


극단치 설계



- 조절 가능한 설계를 적용하기 곤란한 경우에는 극단치를 이용하여 설계
- 극단치를 이용한 설계는 최대치를 이용하거나 최소치를 이용
- 최대치는 작업대와 의자 사이의 간격, 통로나 비상구 높이, 받침대의 안전한 계층량 등에 적용하고 대표치는 남성의 95 퍼센타일을 이용
- 최소치는 선반의 높이, 조정장치까지의 거리 등 뻗치는 동작이 있는 작업에 적용하고 대표치는 여성의 5 퍼센타일을 이용

인간공학적 설계원칙-인체치수



■ 평균치 설계

- 극단치를 이용한 설계가 곤란한 경우에는 평균치를 이용하여 설계
- 평균치를 이용한 설계는 식당 테이블이나 출근버스의 손잡이 높이처럼 짧은 시간 동안 근로자들이 공동으로 이용하는 설비 등에 적용하고 대표치는 남녀 혼합 50 퍼센타일 범위를 이용

인간공학적 개선의 종류



■ 공학적 개선

- 작업장(Workplace, Work Station) 개선
 - 작업공간 및 작업환경 설계, 작업대, 작업설비 배치
- 작업방법(Work method) 개선
 - 서서 또는 앉아서 하는 작업등의 작업자 위치 및 자세
- 수공구(Hand tool) 개선
 - 작업공구의 선정 및 사용방법

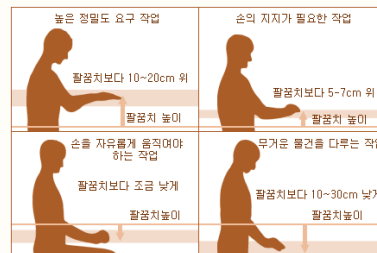
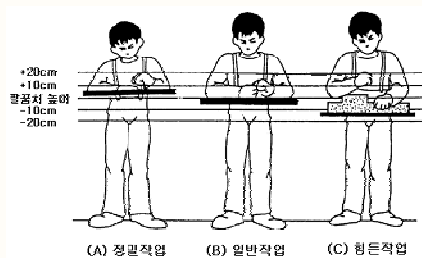
■ 관리적 개선

- 작업순환, 직무전환, 적절한 운동

작업설계 원칙-작업대 및 작업공간



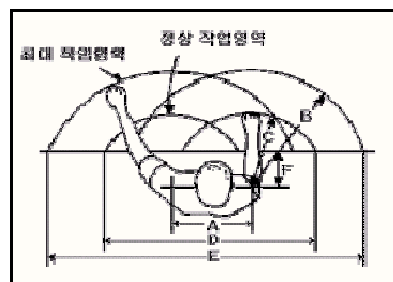
- 가장 큰 사람 기준으로 작업장 설계
 - 전체를 수용할 수 있음
- 팔꿈치 높이에 따라 작업면 높이 결정
 - 선 자세, 앉은 자세 모두에 해당
- 수행작업에 따라 작업면 높이를 조정
 - 작업의 힘든 정도에 따라 작업면 높이를 조정



작업설계 원칙-작업대 및 작업공간



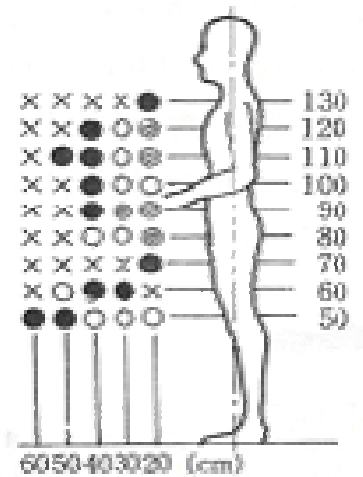
- 정상작업영역
(Normal Working Area) 안에 모든 공구와 재료를 배치



치수	미국인		한국인	
	남	여	남	여
A	40.64	35.56	37.78	34.92
B	67.31	59.69	62.10	57.91
C	39.37	35.56	34.73	32.14

※ 계산 : $D=2C+A$, $E=2B+A$, $F=19\text{cm}$ 라고 할 경우
 ※ 신체치수에 따라 달라짐

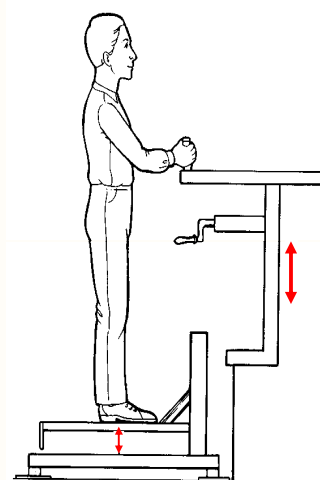
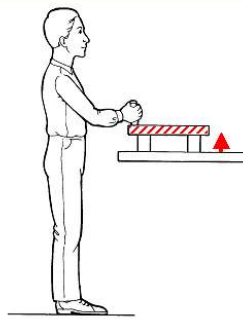
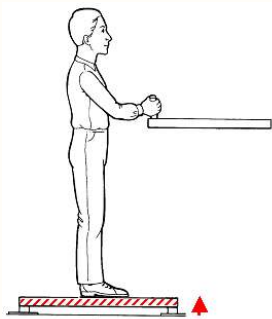
작업설계 원칙-작업대 및 작업공간



■ 적정 작업영역

- 근육활동 및 에너지 대사를 기준
- @ : 가장 좋음
- O : 비교적 좋음
- ● : 좋지 않음
- X : 가장 안 좋음
- 성인남성기준, 여성일 경우 5cm 낮출 것

작업설계 원칙-작업대 및 작업공간



작업설계 원칙-작업대 및 작업공간



■ 작업대 및 작업공간 설계원칙

- 팔꿈치 높이에 따라 작업면의 높이를 결정하라.
- 과업수행에 따라 작업면의 높이를 조정하라.
- 앉아서 작업하는 작업자에게 편안한 의자를 제공하라.
- 높이 조절이 가능한 의자를 제공하라.
- 유연한 자세를 권장하라.
- 서 있는 작업자를 위해 바닥에 피로예방 매트를 사용하라.
- 정상 작업영역 안에 공구 및 재료를 배치하라.
- 연속적 흐름을 위해 모든 공구와 재료의 위치를 고정하라.
- 빈손 이동과 운반시간을 줄이기 위해 중력이송장치를 사용하라.
- 동작의 최소화를 위해 공구, 제어장치와 그 외의 다른 요소를 최적 배치하라.

작업설계 원칙-서거나 앉은자세



■ 서서하는 작업

- 앉아서 하는 작업에 필요한 무릎의 여유를 두지 않는 경우
- 무게가 4.5kg 이상인 물건이 취급되는 경우
- 높거나 낮고, 확장된 도달구간
 - 예) 신체의 앞에서 그러한 도달구간이 자주 요구되는 경우
- 작업이 신체적으로 분리되어 있고 작업간의 빈번한 이동을 요하는 경우
- 싸거나 포장하는 작업과 같이 아래로 향한 힘이 사용되어야 하는 경우

작업설계 원칙-서거나 앉은자세



■ 앉아서 하는 작업

- 단기간 작업주기 동안 필요한 모든 품목들이 쉽게 공급 될 수 있고 앉아있는 작업공간 내에서 취급될 경우
- 취급되는 품목들이 작업대위 15cm 이상의 높이에서 작업취급을 요하지 않는 경우
- 취급무게가 4.5kg 이상인 경우와 같이 큰 힘을 요하지 않는 경우
- 정밀한 조립이나 문서작성업무가 수작업의 주를 이루는 경우

작업설계 원칙-서거나 앉은자세



매개변수	무거운 하중 및 힘	간헐적 작업	확장된 작업 가능 영역	가변성 업무	변동 표면 높이	반복적인 이동	시각적 집중	정밀 작업	4시간 이상의 지속시간
무거운 하중 및 힘		ST	ST	ST	ST	S/ST	S/ST	S/ST	ST/C
간헐적 작업			ST	ST	ST	S/S/ST	S/S/ST	S/S/ST	S/S/ST
확장된 작업 가능 영역				ST	ST	S/ST	S/ST	S/ST	ST/C
가변성 업무					ST	S/ST	S/ST	S/ST	S/ST
변동 표면 높이						S	S	S	S
반복적인 이동							S	S	S
시각적 집중								S	S
정밀 작업									S
4시간 이상의 지속시간									

※ S : 좌식작업, ST : 입식작업, ST/C : 서서일하면서 의사사용 가능

작업설계 원칙-서거나 앉은자세



- 앉아서 작업하는 작업자에게 편안한 의자 제공
 - 서 있을 때 : 척추의 전만 상태를 유지
 - 앉아있을 때 후만(kyphosis) 상태에서는 디스크간 압력 증가
 - Lumbar support 또는 pad 사용을 고려
 - 의자는 조절이 가능해야 함
- 유연한 자세 권장
 - 고정자세는 근육의 혈류를 제한하고 근육피로와 경련 유발
 - 자세변경이 용이한 스톨(stool) 사용을 고려
- 서 있는 작업자에게 피로예방매트 제공
 - 혈액순환에 도움

작업설계 원칙-서거나 앉은자세



자세별로 허리에 실리는 부담의 차이

(동반이 의자에 바로 앉은자세=100%)



앉은 작업의 종류	남성(cm)	여성(cm)
미세 작업(미세 조립)	99-105	89-95
정밀작업(기계적 조립)	89-94	82-87
가벼운 조립	74-78	70-75
거친 작업이나 중간 작업	69-72	66-70
읽기와 쓰기	74-78	70-74
타자 데스크 범위	60-70	60-70
컴퓨터 키보드 사용	58-71	58-71

※ 신체치수에 따라 달라짐

작업설계 원칙-설비배치



- 최고의 작업흐름을 위해 공구와 재료의 위치를 고정
 - 비효율적인 위치찾기 및 선정을 위한 동작 제거 목적
- 뻗침으로 인한 이동 시간을 줄이기 위해 중력을 이용한 운반구 사용
- 동작의 최소화를 위해 작업설비, 공구, 제어장치 및 다른 요소들을 최적 배치
 - 중요도와 사용빈도 고려
 - 기능성과 사용순서 고려

작업설계 원칙-설비배치

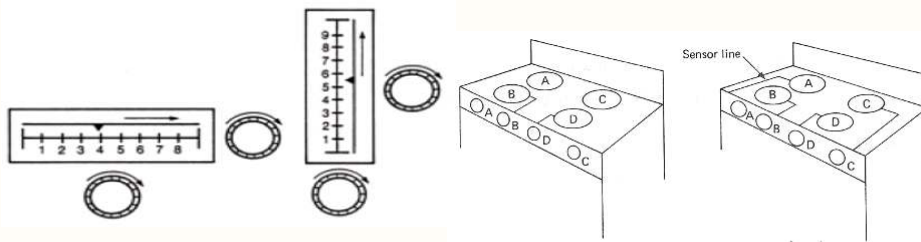


- 가능하다면 두 개 이상의 공구를 하나로 하여 다중절삭을 하거나, 양쪽의 공급장치를 이용하여 동시절삭
- 모든 제어장치는 작업자의 접근이 쉽고 힘의 능력이 최대가 되도록 배치
 - 접근성 : 사용빈도가 높은 제어장치는 팔꿈치 높이와 어깨높이 사이에 위치
 - 힘의 능력을 고려한 레버위치
 - 앞은 자세에서는 팔꿈치 높이, 선 자세에서는 어깨높이
 - 수동핸들, 크랭크 등의 직경은 위치와 조작에 필요한 힘의 정도에 따라 결정

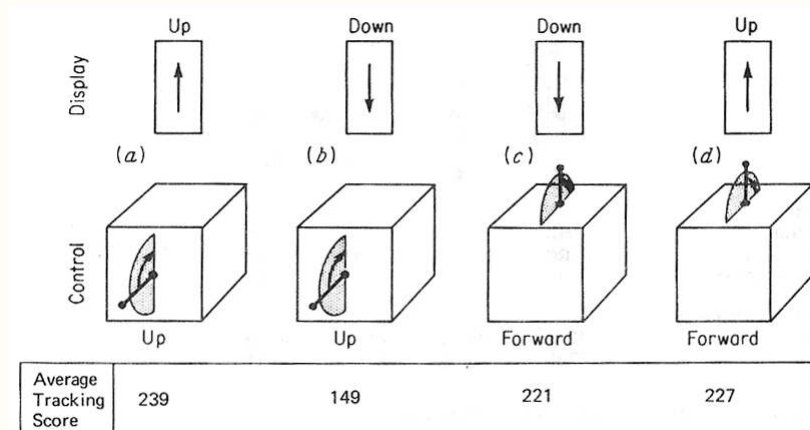
작업설계 원칙-설비배치



- 제어장치와 표시장치의 양립성 확인
 - 양립성 : 제어장치와 표시장치 사이의 연관성이 인간의 예상과 어느 정도 일치하는가



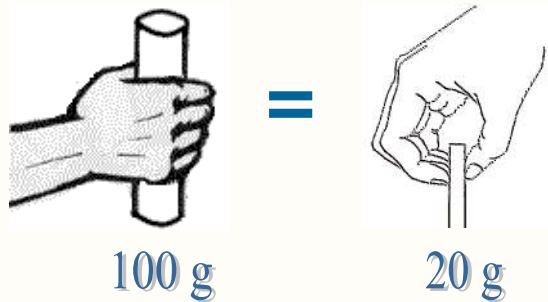
작업설계 원칙-설비배치



작업설계 원칙-수공구



- 힘이 요구되는 작업에는 Power grip(잡기), 정확성이 요구되는 작업에는 Pinch grip(집게)를 사용
 - Power Grip이 Pinch Grip보다 5배나 힘이 세다



NIOSH
한국산업안전공단
KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

작업설계 원칙-수공구



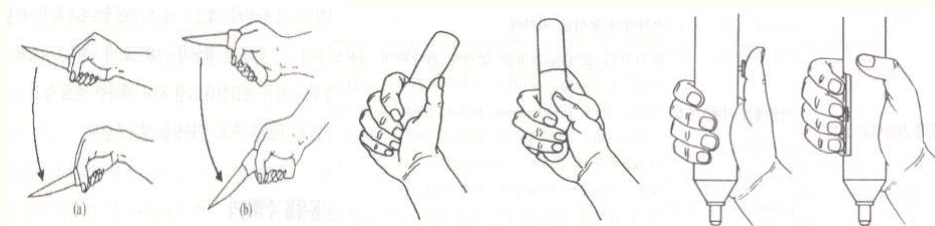
- 공구의 무게는 2.3kg 이하로 유지
- 지속적인 정적 근육부하를 피함
- 비트는 동작은 팔꿈치를 굽힌 자세에서 수행
 - 이두근의 역학적인 이점
- 수동공구 대신에 동력공구를 사용
 - 작업의 효율성, 정확성 향상
 - 작업자의 피로 감소
 - 동력공구의 진동에 의한 백색수지증 또는 반복작업에 의한 건초염 발생에 주의

NIOSH
한국산업안전공단
KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

작업설계 원칙-수공구



- 손목은 편 자세를 유지
- 공구의 접촉으로 인한 압축력을 피함
- 반복적인 손가락 동작을 피하고, 힘을 여러 손가락에 분배



작업설계 원칙-수공구



- 적합한 모양의 손잡이를 설계
- 잡는면은 압력을 가할 수 있고 비전도성을 갖도록 설계
- 장갑은 현명하게 사용
 - 안전성과 편리성의 균형
 - 장갑착용에 따른 쥐는 힘 감소 고려
 - 장갑착용에 따른 손 크기 증가 고려

작업설계 원칙-수공구



■ 수공구 제작/구매시 고려사항

- 손잡이의 길이는 95%의 남성의 손뼉을 기준으로 한다.
- 손바닥 부위에 압박을 주는 손잡이의 형태(Form-fitting)는 피하고, 손잡이의 단면이 원형을 이루어야 한다.
- 손잡이의 직경은 사용 용도에 따라 달라져야 한다.
- 플라이어(Plier) 형태의 손잡이에는 스프링 장치 등을 이용하여 자동으로 손잡이가 열리도록 설계할 것
- 양손잡이를 모두 고려한 설계를 할 것
- 손잡이의 재질을 미끄러지지 않고, 비전도성, 열과 땀에 강한 소재로 선택
- 손목을 꺾지 말고 손잡이를 꺾어라.
- 가능한 수동공구가 아닌 동력공구를 사용할 것
- 동력공구의 손잡이는 한 손가락이 아닌 최소 두 손가락이상으로 작동하도록 설계할 것
- 최대한 공구의 무게를 줄이고 사용시 무게의 균형(Counter Balancing)이 유지되도록 설계

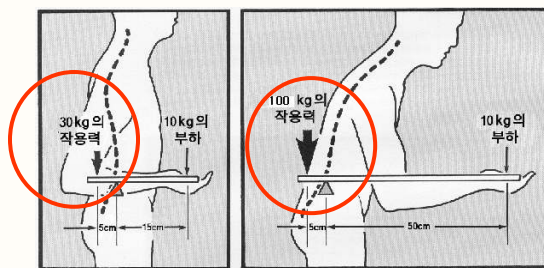


작업설계 원칙-중량물

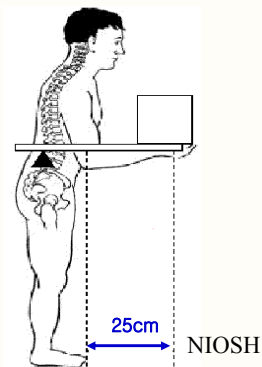


■ 중량물 취급의 원리

- 같은 무게의 중량물이라도 허리가 받는 하중은 다름
- 거리가 멀수록 더 큰 하중 : 25cm 이내로 유지



OSHA



NIOSH



작업설계 원칙-중량물



- 인력운반작업에 대해 반드시 기억하여야 할 사항
 - 과도하게 힘든 업무에서는 기계의 도움을 받음
 - 힘이 덜 드는 업무와 번갈아 함
 - 휴식시간이 업무에 포함되어야 함
 - 업무 계획 시 근로자가 어떻게 대상 물체를 올려야 하며 대상 물체의 무게나 모양과 같은 인간공학적 요인을 고려

작업설계 원칙-중량물



- 들기/놓기 작업에 대한 인간공학적 권장사항
 - 대상물체의 무게를 줄이는 방법
 - 대상 물체를 다루기 쉽게 만드는 방법
 - 대상 물체를 운반할 때는 2명 이상이나 기계 도구를 이용하는 방법
 - 이동거리를 최소화하는 곳에 재배치하는 방법
 - 생산이나 보관장소를 바꾸는 방법
 - 창고나 작업 구역을 재배치하는 방법

작업설계 원칙-중량물

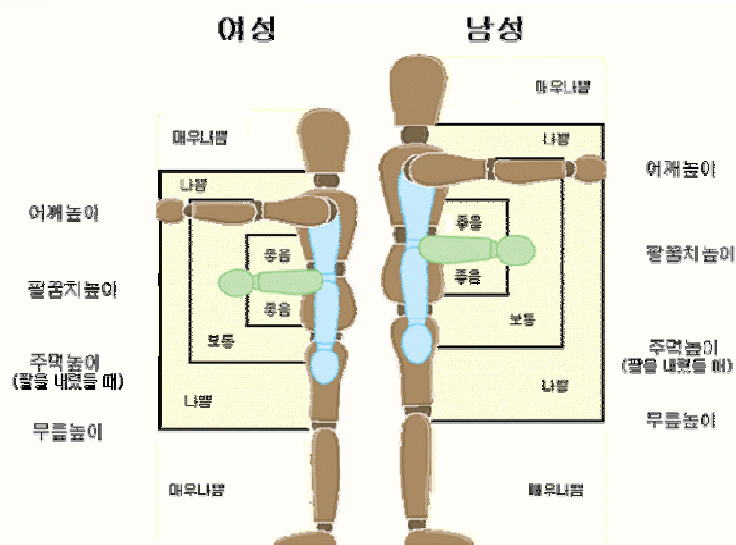


■올바른 중량물 취급 방법

- 중량물에 몸의 중심을 가깝게 한다.
- 발을 어깨너비 정도로 벌리고 몸은 정확하게 균형을 유지한다.
- 무릎을 굽힌다.
- 가능하면 중량물을 양손으로 잡는다.
- 목과 등이 거의 일직선이 되도록 한다.
- 등을 반듯이 유지하면서 무릎의 힘으로 일어난다.



작업설계 원칙-중량물



작업설계 원칙-중량물



■ 취급 중량무게 표시



✓ 무게에 따라 색 표시

남자: ■ 25Kg이하

■ 25Kg초과

여자: ■ 15Kg이하

■ 15Kg초과

노동부질의회시(산보 68070-749, 2003.9.5) :
중량물을 취급할 때 남자는 25Kg, 여자는 15Kg를 초과해서는 안됨



작업설계 원칙-중량물(밀기/당기기)



- 밀거나 잡아당기는 요구량 감소
 - 짐의 크기와 무게 감소
 - 네 바퀴 대차나 운반수레 이용
 - 비동력적인 컨베이어 이용
 - 운반수레 바퀴, 이동대차가 갖추어야 할 사항
 - 베어링에 주기적으로 윤활유 주입 매끄럽게
 - 충분히 지지 가능하고 적절한 크기 유지
- 작업장 바닥의 구멍제거
- 작업장 바닥표면은 마찰이 적은 재질사용



작업설계 원칙-중량물(밀기/당기기)



- 밀기/당기기 작업의 개선방안
 - 당기는 것보다 미는 것이 더 좋다.
 - 밀기 작업은 다리를 크게 벌려 허리를 낮추고 앞다리에 체중을 실어서 밀도록 하라.
 - 항상 허리를 곧게 유지하라.
 - 운반물은 양손으로 끌고 또 다리를 모으지 않도록 하라.
 - 운반물은 가능하면 옮길 방향으로 향해서 밀거나 당기도록 하라.

작업설계 원칙-VDT 작업



- 화면의 높이, 밝기, 명암과 실내조명, 의자 높이 등을 고려하여 작업도구를 인체공학적으로 적절하게 개선
- VDT작업중 조도를 500-700lux 이상
- 단말기는 눈높이보다 10-20도 아래
- 최소한 1시간에 15분간 휴식
- VDT작업 시작 전에 시력검사와 정기검사를 하며 매년 추후 검사
- 화면과 서류받침대, 키보드의 치를 등받이에 가볍게 기대 상태에서 보았을 때, 편하게 보이고 오른쪽과 왼쪽 눈에서의 거리가 대체로 비슷하도록 조정

관리적 개선



- 작업확대 : 작업자 1인이 수행하는 작업의 수와 다양성을 증가
- 교대 작업 : 작업자는 일정한 시간 동안 하나의 작업을 수행하고 나서 또 다른 시간 동안 다른 작업으로 이동
- 직무순환 : 순환배치는 업무를 여러 작업자에게 배분
- 작업휴식 : 자주 짧은 휴식시간
- 작업자 교육 : 유해요인이나 위험요인에 대한 올바른 교육과 개선안에 대한 설명 등
- 적절한 운동 : 작업군별로 부위별 스트레칭

인간공학적 작업수행의 원리



- 자연스러운 자세를 취한다.
- 과도한 힘을 줄인다.
- 손이 닿기 쉬운 곳에 둔다.
- 적절한 높이에서 작업한다.
- 반복동작을 줄인다.
- 피로와 정적 부하를 최소화한다.
- 신체가 압박 받지 않도록 한다.
- 충분한 여유 공간을 확보한다.
- 적절히 움직이고 운동과 스트레칭을 한다.
- 쾌적한 작업 환경을 유지한다.
- 표시장치와 조종장치를 이해할 수 있도록 한다.
- 작업조직을 개선한다.

인간공학적 설계원칙



- **N** : Neutral posture : 자연스런 자세
 - 자연스런 자세로 작업
 - 어깨나 팔꿈치를 정기적으로 올리는 작업을 피할 것
 - 허리나 목을 정기적으로 굽히는 작업을 피할 것
- **E** : Elbow Hight : 팔꿈치 높이
 - 조립작업과 같은 경우 작업면은 팔꿈치 높이로
 - 정밀한 작업일 경우 작업면은 팔꿈치 높이보다 조금높게
 - 힘을 가해야 하는 작업일 경우 작업면은 팔꿈치 높이 보다 조금 낮게
- **W** : Work Area : 작업영역
 - 각자의 작업영역 내에서 작업할 수 있도록
 - 작업피로를 경감

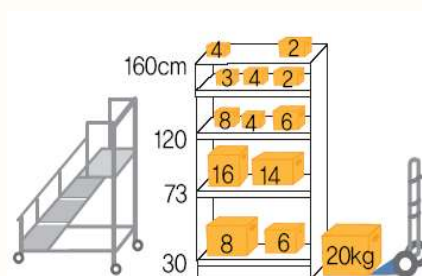
개선사례



개 선 전



개 선 후



개선사례



개 선 전



개 선 후



한국산업안전공단
KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

개선사례



개 선 전



개 선 후



한국산업안전공단
KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

개선사례



개 선 전



개 선 후



한국산업안전공단
KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

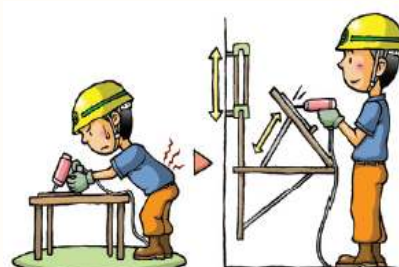
개선사례



개 선 전



개 선 후



한국산업안전공단
KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

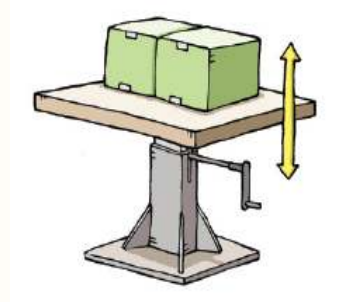
개선사례



개 선 전



개 선 후



개선사례



개 선 전



개 선 후



개선사례



개 선 전



개 선 후



개선사례



개 선 전



개 선 후



개선사례



개 선 전



개 선 후



개선사례



개 선 전



개 선 후



개선사례



개 선 전



개 선 후



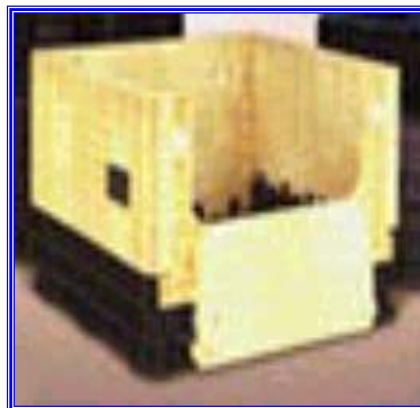
개선사례



개 선 전



개 선 후



개선안 수립 방법



1. **작업적 요인** : 무리한 힘, 부자연스런 자세, 반복성, 진동, 온도, 날카로운 면 접촉 등 - **공학적 개선**으로 접근
2. **개인적 요인** : 연령, 성별, 작업경력, 운동여부, 사고 경력, 작업습관 등 - **관리적 개선**으로 접근
3. **사회심리적 요인** : 작업만족도, 근무조건, 인간관계, 스트레스 등 - **관리적 개선 및 사회보장 제도**