

**세 미 나 명 : 작업자 중심의 인간공학적 작업환경 개선**

**발표자주제 : 인간공학적 정밀평가도구의 효율적 적용방안**

**발 표 자 명 : 한성대학교 산업시스템공학과 정병용 교수**

## 1. 서론

2003년 7월부터 ‘근골격계부담작업으로 인한 건강장해 예방’을 법적으로 사업주에게 의무화함으로써, 근골격계질환 관련 ‘유해요인조사’가 실시되고 있다. 유해요인조사에서 시간이 많이 걸리고, 복잡한 부분은 작업 평가와 관련한 다양한 방법론을 어떻게 적용하고 응용할 것인가에 관한 문제이다. 유해요인조사에서는 어떠한 작업평가 도구를 사용할 것인가에 대한 논란이 많았으며, 각 평가 방법은 신체 부위별 평가 항목에 따라 자세를 분류하고 평가표를 확인하여 점수를 배정하는 과정을 반복적으로 실행하여야 하므로 시간과 노력이 많이 소요되었다.

유해요인조사의 내용은 작업장 상황 및 작업조건 조사, 근골격계질환 증상 조사로 구성되는데, 유해요인조사를 하는 대표적 작업 자세 평가 기법으로는 OWAS, RULA, REBA, Strain Index, NLE 등이 이용되고 있다.

각각의 업종에서 유해요인조사를 하는 과정에서 무수히 많은 데이터를 수집하게 된다. 그러나, 일부 기업이나 단체에서는 아직도 페이퍼에 의한 수작업으로 유해요인조사를 함으로써 데이터를 효과적으로 활용하지 못하는 경우가 존재한다. 본 연구에서는 유해요인 정밀조사에서 주로 이용되는 인간공학적 평가 및 분석에 이용되는 방법론들을 대상으로 현장에서 직접 사용할 수 있도록 Excel을 이용한 분석 도구를 제공함으로써 유해요인조사와 작업장 개선에서 인간공학적 이론을 효율적으로 적용하는데 도움을 주고자 한다.

## 2. 작업자세 위주의 위험 분석

### 가. OWAS

OWAS(Ovako Working Posture Analysis System)은 철강회사인 핀란드의 Ovako Oy에 의해 1970년대 중반에 개발된 후에 Ovako Oy와 Finish Institute for Occupational Health가 공동으로 수정하여 개발한 대표적인 작

업자세 평가기법이다. OWAS는 작업자들의 부적절한 작업자세를 정의하고 평가하기 위해 개발한 방법으로 본 연구에서는 단명 평가에 OWAS평가 방법론을 이용하였다. OWAS는 작업자의 자세를 일정간격으로 관찰하여 분석하는 work sampling에 기본을 두고 있다. OWAS는 작업자의 작업 자세를 샘플링하여 OWAS의 자세 분류 체계에 따라 기록하므로 현장에 적용하기 쉬운 장점이 있다. 그러나 몸통과 팔의 자세 분류가 자세하지 못하며, 자세의 지속시간, 팔목과 팔꿈치에 관한 정보가 반영되지 못한 단점이 있다.

OWAS 분석 방법은 현재 개발된 자세위험 평가기법 중에서 작업에 대한 단면 평가와 종합평가가 가능한 방법으로 효용성을 갖고 있다. 즉, 단위 작업에서 발생하는 자세마다의 평가와 아울러 작업 시간 동안 종합적으로 취한 자세의 평가가 가능하다. OWAS 평가방법에서는 허리, 팔, 다리, 무게의 자세 및항목에 따라 평가 항목별로 4가지 위험 수준으로 분류한다. 4가지 평가 수준에서 등급 1은 안전한 작업, 등급 2는 지속적인 관찰을 요하는 작업, 3등급은 개선을 요하는 작업, 등급 4는 즉시 개선을 요하는 작업으로 평가된다(표 1)

표 1. OWAS 작업자세 평가 수준

| 평가 수준 | 평 가 내 용            |
|-------|--------------------|
| 수준 1  | Acceptable         |
| 수준 2  | Slightly harmful   |
| 수준 3  | Distinctly harmful |
| 수준 4  | Extremely harmful  |

EXCEL을 이용한 OWAS 분석시스템은 몸통, 팔, 다리, 무게/힘 항목에 따른 코드에 의해 자세의 위험 수준을 평가한다. 샘플링에 의하여 관측 시간동안 기록이 끝나면 신체부위별로 자세의 종합적인 평가를 하기 위하여 신체부위별 각 자세(코드)의 누적비율을 조사하여, 비율을 바탕으로 신체부위별로 위험 수준을 평가할 수 있다. 한다. 4가지 평가 수준에서 3과 4는 작업 개선이 필요한 자세이다.

## OWAS 분석표

| 부위      |  | code | 설명                        | Check | 분석 |
|---------|--|------|---------------------------|-------|----|
| 허리      |  | 1    | 곧바로 편 자세 (서 있음)           |       | 2  |
|         |  | 2    | 상체를 앞으로 20도이상 굽힌 자세       |       |    |
|         |  | 3    | 바로 서서 허리를 옆으로 20도이상 비튼 자세 |       |    |
|         |  | 4    | 상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세    |       |    |
| 팔       |  | 1    | 양손을 어깨 아래로 내린 자세          |       | 1  |
|         |  | 2    | 한 손만 어깨 위로 올린 자세          |       |    |
|         |  | 3    | 양손 모두 어깨 위로 올린 자세         |       |    |
| 다리      |  | 1    | 앉은 자세                     |       | 1  |
|         |  | 2    | 두 다리를 펴고 선 자세             |       |    |
|         |  | 3    | 한 다리로 선 자세                |       |    |
|         |  | 4    | 두 다리를 구부린 선 자세            |       |    |
|         |  | 5    | 한 다리로 서서 구부린 선 자세         |       |    |
|         |  | 6    | 무릎 꿇는 자세                  |       |    |
|         |  | 7    | 걸기                        |       |    |
| 무게 / 하중 |  | 1    | 10kg 미만                   |       | 3  |
|         |  | 2    | 10~20kg                   |       |    |
|         |  | 3    | 20kg 이상                   |       |    |
| 머리/목    |  | 1    | 곧바로/자유 자세                 |       | 4  |
|         |  | 2    | 앞으로 20도이상 굽은 자세           |       |    |
|         |  | 3    | 옆으로 20도이상 굽은 자세           |       |    |
|         |  | 4    | 뒤로 20도이상 굽은 자세            |       |    |
|         |  | 5    | 비틀림                       |       |    |

**한성대학교**  
 한성대학교 인간공학연구소  
[byeong@hansung.ac.kr](mailto:byeong@hansung.ac.kr)

허리 팔 다리 무게  
 code 2 1 1 3  
 등급 3 등급  
 결과 3 개선

|    |   |        |
|----|---|--------|
| 등급 | 1 | 양호     |
|    | 2 | 지속적 관찰 |
|    | 3 | 개선     |
|    | 4 | 즉시 개선  |

그림 1. OWAS EXCEL 분석표

## 나. RULA

RULA(Rapid Upper Limb Assessment)는 영국의 Lynn McAtamney와 Nigel Corlett 가 1990년대 초에 개발한 방법으로 어깨, 팔목, 손목, 목 등 상지(Upper Limb)에 초점을 맞추어서 작업자세로 인한 작업부하를 쉽고 빠르게 평가할 수 있다.

RULA는 근육의 피로에 영향을 주는 인자들인 작업 자세나 정적 또는 반복적인 작업 여부, 작업을 수행하는데 필요한 힘의 크기 등 작업으로 인한 근육 부하를 평가하는데 이용될 뿐 만 아니라, 나쁜 작업 자세 비율이 어느 정도인지를 쉽고 빠르게 파악할 수 있다.

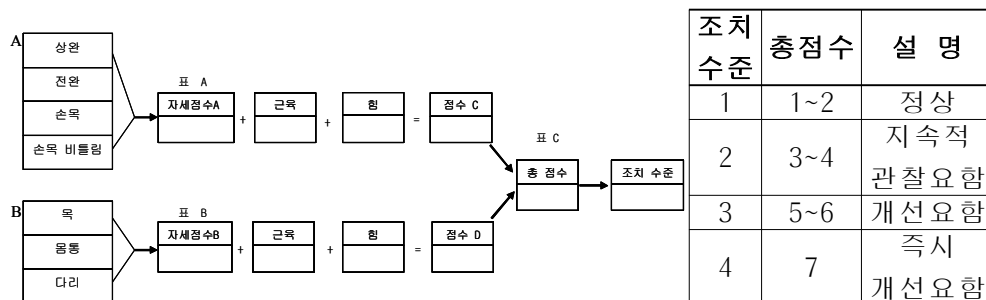


그림 2. RULA 시스템 구성도 및 조치수준

그림 3. REBA 시스템 구성도 및 조치 수준

### REBA 분석표

| Group A (허리, 목, 다리) 점수 |  |                 |            |       |         |
|------------------------|--|-----------------|------------|-------|---------|
| 부위                     |  | 분류              | REBA (L/R) | 부위 점수 | Group A |
| 허리                     |  | >20도 이상 뒤로 굽힘   | 3          | 0     | 5       |
|                        |  | 0 ~ 20도 뒤로 굽힘   | 2          | 0     |         |
|                        |  | 목뒤로             | 1          | 0     |         |
|                        |  | 0 ~ 20도 굽힘      | 2          | 0     |         |
|                        |  | 20~60도 굽힘       | 3          | 0     |         |
|                        |  | 60도 이상 굽힘       | 4          | 0     |         |
|                        |  | 비틀림 또는 앞으로 구부림  | 1          | 0     |         |
| 목                      |  | 뒤로 굽힘           | 2          | 0     |         |
|                        |  | 0도~20도 굽힘       | 1          | 0     |         |
|                        |  | 20도 이상 굽힘       | 2          | 0     |         |
|                        |  | 비틀림 또는 앞으로 구부림  | 1          | 0     |         |
| 다리                     |  | 앞은 자세           | 1          | 0     | 5       |
|                        |  | 걸기              | 1          | 0     |         |
|                        |  | 두발 중심으로부터 선 자세  | 1          | 0     |         |
|                        |  | 한 발 중심으로부터 선 자세 | 2          | 0     |         |
|                        |  | 무릎을 30~60도 굽힘   | 1          | 0     |         |
|                        |  | 무릎을 60도 이상 굽힘   | 2          | 0     |         |
| 무게                     |  | < 5kg           | 0          | 0     |         |
|                        |  | 5 ~ 10 kg       | 1          | 0     |         |
|                        |  | 10kg 이상         | 2          | 0     |         |
|                        |  | 충격 또는 갑작스런 힘    | 1          | 0     |         |



한성대학교 인간공학연구소  
byeong@hansung.ac.kr

Score C  
4

REBA Score  
5

판정  
2 위험보통

무시: 1  
보통: 2,3  
심중: 4,7  
중심: 8-10  
매우높음: 11-15

| Group B (팔, 손) 점수 |  |                    |            |       |         |
|-------------------|--|--------------------|------------|-------|---------|
| 부위                |  | 분류                 | REBA (L/R) | 부위 점수 | Group B |
| 어깨(상완)            |  | >20도 이상 뒤로         | 2          | 0     | 2       |
|                   |  | >20도 뒤로 ~ 20도 앞으로  | 1          | 0     |         |
|                   |  | 20 ~ 45도 앞으로       | 2          | 0     |         |
|                   |  | 45 ~ 90도 앞으로       | 3          | 0     |         |
|                   |  | 90도 이상 뒤로          | 4          | 0     |         |
|                   |  | 회전 범위 초과           | 1          | 0     |         |
|                   |  | 어깨 돌림              | 1          | 0     |         |
|                   |  | 팔이 지지됨             | -1         | 0     |         |
| 팔꿈치(전완)           |  | 0 ~ 60도 (외팔 수직선에서) | 2          | 0     |         |
|                   |  | 60 ~ 100도          | 1          | 0     |         |
|                   |  | 100도 이상            | 2          | 0     |         |
| 손목                |  | 15도 이상 돌림          | 2          | 0     | 2       |
|                   |  | 15 ~ 16도           | 1          | 0     |         |
|                   |  | 15도 이상 꺾임          | 2          | 0     |         |
|                   |  | 앞으로 굽혀지거나 비틀림      | 1          | 0     |         |
| 손잡이               |  |                    |            |       |         |
|                   |  | 통용(직접한 손잡이)        | 0          | 0     |         |
|                   |  | 보통(대용 손잡이)         | 1          | 0     |         |
|                   |  | 나뭇(부적절한 손잡이)       | 2          | 0     |         |
|                   |  | 부적절(손잡이 없음)        | 3          | 0     |         |
| Activity          |  |                    |            |       |         |
| Activity          |  | 1분 이상 정적 자세        | 1          | 0     | 1       |
|                   |  | 분당 4회 이상 반복        | 1          | 0     |         |
|                   |  | 불안한 자세             | 1          | 0     |         |

## 3. 상지의 반복성 평가

### 가. Job Strain Index

Strain Index는 1995년에 위스콘신대학 J. Steven MOOR와 Arun Garg에 의해 처음 개발되었고, 생리학, 생체역학, 상지질환에 대한 병리학을 기초로 한 정량적 평가 기법이다. 작업분석은 단계1. 자료수집, 단계2. 가중치에 따른 환산점수 결정, 단계3. SI점수 계산으로 구성되어 있다. 평가 요소에는 힘의 강도, 힘의 지속정도, 분당 힘의 빈도, 손/손목 자세, 작업속도, 작업시간 등 6개의 위험요소로 구성되어 있으며 이를 곱한 값으로 상지질환의 위험성을 평가하게 된다. 상지위주의 작업에 대한 분석만 가능하며, 작업 분석 시간이 많이 소요되고, 전문가가 아니면 사용하기 어렵다.

사 업 부  
작 업 명  
작업 내용

라인  
주기시간



한성대학교 인간공학연구소  
byjeong@hansung.ac.kr

| Strain Index     |                    |  |      |
|------------------|--------------------|--|------|
| 작업내용             |                    |  |      |
| Strain Index 점수  |                    |  | 4.5  |
| 판정 등급            |                    |  | 2불명확 |
| 강도               | 힘들 : 현저히 힘을 사용     |  | 6.0  |
| 지속기간(% of Cycle) | 50-79%             |  | 2.0  |
| 분당 회수            | < 4                |  | 0.5  |
| 손/손목 자세          | 매우 좋음 : 완전 중립      |  | 1.0  |
| 작업 속도            | 빠름 : 서두름, 속도 유지 요구 |  | 1.5  |
| 작업시간(시간)         | 1 - 2              |  | 0.5  |

| SI 점수 | 판정    |
|-------|-------|
| < 3   | 안전    |
| 3-5   | 불명확   |
| 5-7   | 약간 위험 |
| > 7   | 위험    |

J. Steven Moore & Arun Garg, The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders; Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 56:443-458 (1995)

<http://www.hsc.usf.edu/~tbernard/HollowHills/StrainIndex22.xls>

#### Moore - Garg Strain Index

| Description of task.              |                                                      | Strain Index | 4.5       |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|-----------|
|                                   |                                                      |              | Uncertain |
| Intensity of Exertion             | Somewhat Hard: Noticeable or definite effort (BS: 3) |              | 3.0       |
| Duration of Exertion (% of Cycle) | 30-49%                                               |              | 1.5       |
| Efforts Per Minute                | 4 - 8                                                |              | 1.0       |
| Hand/Wrist Posture                | Good: Near Neutral                                   |              | 1.0       |
| Speed of Work                     | Fair: Normal speed of motion                         |              | 1.0       |
| Duration of Task Per Day (hours)  | 4 - 8                                                |              | 1.0       |

## 4. 인력운반작업 분석

### 가. NLE

1991년 미국 국립산업안전보건원(NIOSH)에서 개발한 주어진 작업조건에서 인력운반 작업, 특히 들기 작업에서 안전하게 작업할 수 있는 작업물의 중량을 계산하기 위한 개정된 들기 작업 지침(Revised NIOSH lifting equation)이다. 개정된 들기 작업 지침은 들기 작업에 대한 권장 무게 한계(RWL : Recommended Weight Limit)를 쉽게 산출하도록 하여 작업의 위험성을 예측하고 인간공학적인 작업방법의 개선을 통해 작업의 직업성 요통을 사전에 예방함을 목적으로 하였다. NIOSH 들기작업 지침(NIOSH lifting guidelines)은 공식 자체가 간단하므로 누구나 쉽게 사용할 수 있다는 장점이 있으나, 적용 범위에 있어 한손으로 들기/내리기 작업을 하거나, 앉은 상태 또는 무릎을 꿇은 상태에서 들기/내리기, 제한된 작업영역에서의 들기/내리기, 운반, 밀기, 당기기 중의 들기/내리기, 삽 또는 wheelbarrows를 이용하

여 들기/내리기 작업의 경우 NIOSH 들기 작업 평가를 할 수 없는 한계를 보이고 있다.

**단순 들기 작업 분석표(NLE)**

부서 \_\_\_\_\_

작업명 \_\_\_\_\_

작업일 \_\_\_\_\_

분석자 \_\_\_\_\_

날짜 \_\_\_\_\_



한성대학교 인간공학연구소  
hwsona@hansung.ac.kr

단계 1. 작업 변수 측정 및 기록

| 중량물 무게(kg) |       | 손 위치(cm) |    |     |     | 수직거리<br>(cm) | 비대칭 각도(도) |     | 빈도<br>회수/분 | 지속시간<br>(HRS) | 커뮤니티 |
|------------|-------|----------|----|-----|-----|--------------|-----------|-----|------------|---------------|------|
|            |       | 시점       | H  | V   | 종점  |              | 시점        | 종점  |            |               |      |
| L(평균)      | L(최대) | H        | V  | H   | V   | D            | A         | A   |            | C             |      |
| 1          | 2     | 21       | 32 | 123 | 142 | 12           | 123       | 121 | 5          | 7             |      |

단계 2. 계수 및 RWL 계산

| 시점 | RWL= | 23 | HM       | VM    | DM | AM     | FM   | CM | = | 4.039 | kg |
|----|------|----|----------|-------|----|--------|------|----|---|-------|----|
| 종점 | RWL= | 23 | 0.203252 | 0.799 | 1  | 0.6128 | 0.35 | 1  | = | 0.801 | kg |

단계 3. 들기 지수(LI) 계산

|    |             |        |   |                      |   |       |
|----|-------------|--------|---|----------------------|---|-------|
| 시점 | 들기 지수(LI) = | 중량물 무게 | = | $\frac{1}{4.039214}$ | = | 0.249 |
| 종점 | 들기 지수(LI) = | 중량물 무게 | = | $\frac{1}{0.801118}$ | = | 1.249 |

작업 평가 결과 총점 관리적 개선책 필요 HM 요소를 가장 먼저 개선해야 합니다.

<http://www.hsc.usf.edu/~tbernard/HollowHills/NIOSHLift21.xls>

#### NIOSH Lifting Guidelines -- Job An

Notes

Enter values in Yellow area.

For Composite Lifting Index (CLI) to be computed correctly, sort tasks in decreasing order based on LI by pressing button.

Sort

| Task No. | CLI = 0.0  |     |            |     | Object Wt. (lbs) | Hand Location (inches) |   |             |   | Asymmetry (degrees) |      | Period (hours) | Freq (E/min) | Handle |   |
|----------|------------|-----|------------|-----|------------------|------------------------|---|-------------|---|---------------------|------|----------------|--------------|--------|---|
|          | 1991 Guide |     | 1981 Guide |     |                  | Origin                 |   | Destination |   | Orig                | Dest |                |              |        |   |
|          | RWL        | LI  | AL         | MPL |                  | L                      | M | L           | M |                     |      |                |              |        |   |
| 1        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 | L (avg)          | L (max)                | H | V           | H | V                   |      |                | P            | F      | C |
| 2        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |
| 3        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |
| 4        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |
| 5        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |
| 6        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |
| 7        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |
| 8        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |
| 9        | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |
| 10       | 0.0        | 0.0 | 0.0        | 0.0 |                  |                        |   |             |   |                     |      |                |              |        |   |

Clear Data

Good  
Fair  
Poor

Thomas E. Bernard  
University of South Florida  
College of Public Health  
Tampa FL 33612-3805  
(813) 974-6629 / tbernard@hsc.usf.edu  
v2.1 6/24/00 © 2000 Thomas E. Bernard  
No Warranty: Explicit or Implicit

Originally developed by  
Gary Herrin  
University of Michigan

## 나. Snook Tables

Liberty Mutual Tables for Lifting, Carrying, Pushing and Pulling

Snook's Table은 인력 운반작업에서 안전한계값을 결정하기 위해 Snook 등에 의하여 개발되었다. 밀고/당기기, 운반, 들기/내리기 작업 대한 중량물 취급 지침을 제공한다

<http://www.hsc.usf.edu/~tbernard/ergotools/>

## Push/Pull Analysis

### Push/Pull Analysis -- Adapted from Liberty Mutual Tables

Job:

Notes:

Press "Today" to set date.

Directions:

Effort Type:

Vertical Zone:

Units:

Distance of Travel:

Rate Representation:

Frequency:

| Design Goal |    | Limits in Kilograms |      | Actual Value [kg] | % Accept. for Men | % Accept. for Women |
|-------------|----|---------------------|------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Initial     | 27 | Initial             | 59.0 | 29                | 0                 |                     |
| Sustained   | 21 | Sustained           | 46.0 | 27                | 5                 |                     |

| Percent Acceptable |    |    |    |    |    |
|--------------------|----|----|----|----|----|
|                    | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 |
| Initial Men        | 70 | 61 | 51 | 41 | 32 |
| Initial Women      | 41 | 37 | 32 | 27 | 22 |
| Sustained Men      | 54 | 47 | 38 | 30 | 22 |
| Sustained Women    | 42 | 36 | 28 | 21 | 14 |

Note: All forces are reported to nearest whole number.

v2.1 9/24/02 © 2002 Thomas E. Bernard

## Carry Analysis

### Carry Analysis -- Adapted from Liberty Mutual Tables

Job:

Notes:

Press "Today" to set date.

Directions:

Effort Type:

Vertical Zone:

Units:

Distance of Travel:

Rate Representation:

Frequency:

| Design Goal |    | Limits in Pounds |      | Actual Value [lb] | % Accept. for Men | % Accept. for Women |
|-------------|----|------------------|------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Initial     | 34 | Initial          | 34.0 | 92                | 73                |                     |

| Percent Acceptable |    |    |    |    |    |
|--------------------|----|----|----|----|----|
|                    | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 |
| Initial Men        | 95 | 81 | 66 | 51 | 37 |
| Initial Women      | 49 | 44 | 39 | 34 | 29 |

Note: All forces are reported to nearest whole number.

v2.0 9/25/02 © 2002 Thomas E. Bernard

## Lift/Lower Analysis

### Lift/Lower Analysis -- Adapted from Liberty Mutual Tables

Job:

Notes:

Press "Today" to set date.

Directions:

Type of Effort:

Position of Hands:

Vertical Zone:

Units:

Distance of Travel:

Rate Representation:

Frequency:

| Design Goal |    | Limits in Pounds |      | Actual Value [lb] | % Accept. for Men | % Accept. for Women |
|-------------|----|------------------|------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Initial     | 26 | Initial          | 26.0 | 97                | 77                |                     |

| Percent Acceptable |     |    |    |    |    |
|--------------------|-----|----|----|----|----|
|                    | 10  | 25 | 50 | 75 | 90 |
| Initial Men        | 100 | 86 | 70 | 54 | 39 |
| Initial Women      | 40  | 36 | 31 | 26 | 22 |

Note: All forces are reported to nearest whole number.

v2.0 9/25/02 © 2002 Thomas E. Bernard

## 다. Calculator for analyzing lifting operations

Washington OSHA에서 개발한 들기 작업에 관한 권장한계로 간단하게 적용할 수 있는 장점이 있다.

[http://www.lni.wa.gov/Safety/Topics/Ergonomics/ServicesResources/Tools/LiftingCalculator3/ergo\\_worksheetIE.htm](http://www.lni.wa.gov/Safety/Topics/Ergonomics/ServicesResources/Tools/LiftingCalculator3/ergo_worksheetIE.htm)

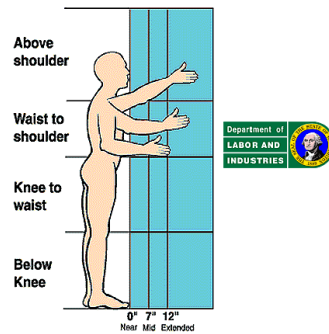
## Calculator for analyzing lifting operations

### ENTER YOUR INFORMATION HERE

Company   
Job

Evaluator   
Date

1. Enter the weight of the objects lifted here  lbs.
2. Click on the blue rectangle which corresponds to where the persons' hands are when they begin to lift or lower the objects.



3. Click on the blue circle which corresponds to the times the person lifts per minute and the total number of hours per day spent lifting.

Note: For lifting done less than once every five minutes, use 1.0

| How many lifts per minute? | For how many hours per day? | 1 hr or less          | 1 hr to 2 hrs         | 2 hrs or more         |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 lift every 2-5 mins.     | 1.0                         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 1 lift every min           |                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2-3 lifts every min        |                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4-5 lifts every min        |                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6-7 lifts every min        |                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8-9 lifts every min        |                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10+ lifts every min        |                             | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

4. Click here if the person twists 45 degrees or more while lifting:

Otherwise click here:

5. Lifting Limit =   
Weight Lifted =

1-800-4BE-SAFE

## 5. Estimation of Metabolic Rate

### 작업자세에 따른 대사를 추정

#### ISO Component Method Adapted from ISO 8996, 1990

TWA-M[W]  Total Time  Clear Times  Select Units

| Task           | 1                                                      | 2                                            | 3                                            | 4                                            | 5                                            |
|----------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Total          | M [W]= 315                                             | M [W]= 100                                   | M [W]= 100                                   | M [W]= 100                                   | M [W]= 100                                   |
| Base           | 80                                                     | 80                                           | 80                                           | 80                                           | 80                                           |
| Posture        | Stand <input type="button" value="Stand"/> 45          | Sit <input type="button" value="Sit"/> 20    | Sit <input type="button" value="Sit"/> 20    | Sit <input type="button" value="Sit"/> 20    | Sit <input type="button" value="Sit"/> 20    |
| Activity       | Both Arms <input type="button" value="Both Arms"/> 190 | None <input type="button" value="None"/> 0   | None <input type="button" value="None"/> 0   | None <input type="button" value="None"/> 0   | None <input type="button" value="None"/> 0   |
| Effort Level   | Heavy <input type="button" value="Heavy"/> 190         | Light <input type="button" value="Light"/> 0 | Light <input type="button" value="Light"/> 0 | Light <input type="button" value="Light"/> 0 | Light <input type="button" value="Light"/> 0 |
| Motion [m/min] |                                                        |                                              |                                              |                                              |                                              |
| horizontal     | 0                                                      | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 0                                            |
| vertical       | 0                                                      | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 0                                            |
| Time           | <input type="text"/>                                   | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         | <input type="text"/>                         |
| t*M            | 0                                                      | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 0                                            |
| t              | 0                                                      | 0                                            | 0                                            | 0                                            | 0                                            |

Enter data in yellow cells and select posture and activities from menus.  
Enter times to obtain a time-weighted average.

## 6. ANSI Z365

ANSI-Z365는 미국표준연구원에서 작업자의 사고와 고통의 원인이 되는 근 골격계질환을 관리하기 위한 목적으로 개발되었으며, 상지에서 발생하는 CTDs 예방을 위한 구체적인 지침을 제시하고 있다. ANSI-Z365는 사용의

용이성의 장점이 있지만 임계점수에 대한 명확한 근거가 부족하며 민감도에 대한 검증결과가 제시되지 못하고 있는 실정이다. 구성요소는 반복동작, 중량물 들기, 밀기/당기기, 중량물 운반, 작업자세 등이 있다.

표 6. ANSI 평가기준

| 조치 수준 | 총점수    |
|-------|--------|
| 정상    | 10점 미만 |
| 약간위험  | 10~15점 |
| 위험    | 16점 이상 |

사 업 부  
부 서  
작 업 명  
작업 내용

라인  
주기시간



ANSI-Z 365 분석표

"Hazard Surveillance Quick Check for CTD Risk Factors", Surveillance ANSI 6/25/92

한성대학교 인간공학연구소

[byjeong@hansung.ac.kr](mailto:byjeong@hansung.ac.kr)

| 위험 요인                 |                    | 단위 | 노출시간 | 점수  |
|-----------------------|--------------------|----|------|-----|
| 반복 동작                 | 수초 마다 반복(15회 이상/분) | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 수분마다 반복            | 시간 |      | 0.0 |
| 중량물 들기                | 2.3kg - 6.8kg      | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 6.8kg - 13.5kg     | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 13.5kg - 22.5kg    | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 22.5kg이상           | 시간 |      | 0.0 |
| 밀기/당기기                | 쉽다                 | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 보통이다               | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 무겁다(힘들다)           | 시간 |      | 0.0 |
| 중량물 운반(3m 이상)         | 2.3kg - 6.8kg      | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 6.8kg - 13.5kg     | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 13.5kg 이상          | 시간 |      | 0.0 |
| 작업 자세                 | 과도한 손뻗힘            | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 목/어깨 : bend/twist  | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 머리위작업              | 시간 |      | 0   |
|                       | 팔꿈치/전완 : twist     | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 손/손목 : bend/pinch  | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 몸통 : twist/bend    | 시간 |      | 0.0 |
|                       | 무릎 : squat/kneel   | 시간 |      | 0.0 |
| 동력 공구 사용(power tools) |                    | 시간 |      | 0.0 |
| 신체압박(공구 혹은 작업머로부터)    |                    | 시간 |      | 0.0 |
| 정적인 동작                |                    | 시간 |      | 0.0 |
| 작업환경(저온,고열,광선,진동,노부심) |                    | 시간 |      | 0.0 |
| 키보드 계속작업              |                    | 시간 |      | 0.0 |
| 인센티브 제도/ 작업속도 조절 불가능  |                    | 시간 |      | 0.0 |

|     |     |
|-----|-----|
| 총 점 | 0.0 |
| 판 정 | 안전  |

## 7. Vibration Analysis

Multiple Exposures and Components: Hand-Arm, Whole Body

<http://www.hsc.usf.edu/~tbernard/ergotools/>

### Hand-Arm Vibration Analysis -- Multiple Exposures and Components

Notes Example

| TWA Effective Acceleration [m/s <sup>2</sup> ] | Cycle Time [min] | Time Limit [h] | Cycle Decision | Cycles/day |
|------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------|------------|
| 4.42                                           | 45               | 6.55           | OK             | 8          |
|                                                |                  | 6.55           | OK             | 8          |
|                                                |                  | 1.28           | OK             | 1          |

Clear Table

| Cycle Segment Description | Duration in Cycle [min] | Weighted Acceleration [m/s <sup>2</sup> ] |        | Total Effective Acceleration [m/s <sup>2</sup> ] |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------|
|                           |                         | x-axis                                    | y-axis |                                                  |
| Task 1                    | 10                      | 4.00                                      |        | 4.00                                             |
| Task 2                    | 20                      |                                           | 6.00   | 6.00                                             |
| Task 3                    |                         |                                           |        | 0.00                                             |
| Task 4                    |                         |                                           |        | 0.00                                             |
| Task 5                    |                         |                                           |        | 0.00                                             |
| Task 6                    |                         |                                           |        | 0.00                                             |
| No Vibration              | 15                      | 0.00                                      | 0.00   | 0.00                                             |

\* If the acceleration is reported as a root sum of squares across all three axes, enter acceleration values under any one column.

### Whole Body Vibration Analysis -- Multiple Exposures and Components

Notes Example

| TWA Effective Acceleration [m/s <sup>2</sup> ] | Cycle Time [min] | Time Limit [h] | Cycle Decision | Cycles/day |
|------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------|------------|
| 0.361                                          | 60               | 6.45           | OK             | 6          |
|                                                |                  | 6.45           | OK             | 6          |
|                                                |                  | 6.45           | OK             | 6          |

Clear Table

| Cycle Segment Description | Duration in Cycle [min] | Weighted Acceleration [m/s <sup>2</sup> ] |        |                        | Total Effective Acceleration [m/s <sup>2</sup> ] |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|--------|------------------------|--------------------------------------------------|
|                           |                         | x-axis                                    | y-axis | z-axis or weighted sum |                                                  |
| Task 1                    | 10                      |                                           |        | 0.800                  | 0.800                                            |
| Task 2                    | 20                      | 0.100                                     | 0.100  | 0.100                  | 0.222                                            |
| Task 3                    |                         |                                           |        |                        | 0.000                                            |
| Task 4                    |                         |                                           |        |                        | 0.000                                            |
| Task 5                    |                         |                                           |        |                        | 0.000                                            |
| Task 6                    |                         |                                           |        |                        | 0.000                                            |
| No Vibration              | 30                      | 0.000                                     | 0.000  | 0.000                  | 0.000                                            |

\* If the acceleration is reported as a weighted root sum of squares across all three axes, enter acceleration values under z-axis column only.

<http://www.hsc.usf.edu/~tbernard/HollowHills/HALTLV12.xls>

### Hand Activity Level -- ACGH Notice of Intent to Establish TLV

Job Description: This space can be used to enter job or task information.

Analysis Results:

| HAL | NPF | Level   | Based on       |
|-----|-----|---------|----------------|
| 3.0 | 1.0 | Monitor | Current Values |

Description of Subtasks:

| #1                 | #2 | #3 | #4 |
|--------------------|----|----|----|
| HAL                |    |    |    |
| NPF                |    |    |    |
| Time or % of Cycle |    |    |    |

Clear Values

Selection of HAL and Normalized Peak Force Data:

Hand Activity Level: HAL by Frequency and Duty Cycle

Frequency (N per sec) 0.5 / s

Duty Cycle (%) 0 - 30%

Normalized Peak Force:

Select Method: By Operator - Borg Scale

Borg Scale: 1

Observer Scale: Obvious effort; Unchanged facial expression

Quantitative Method: Peak

Force: 15 lb 66.8 Newtons

Reference Force: 40 lb 178.2 Newtons

Results: HAL: 3, NPF: 1, TRUE: 3

## 8. 결론

본 연구에서는 유해요인조사 및 작업개선을 위하여 필요한 인간공학적 작업 분석에 필요한 분석에 필요한 Excel 프로그램을 제시하였다. 기존의 작업 평가에서는 작업자의 작업자세에 대하여 분석자가 일일이 평가표를 보고 확인하여 점수를 내고 결과를 판정하는 절차를 거침으로 인해 많은 시간이 소요되었을 뿐만 아니라, 각 방법을 모두 적용하기엔 너무 시간이 많이 걸려 적용 평가방법에 따른 분석결과의 상이점에 대한 논란이 많았다. 또한 본 연구에서 제시한 EXCEL 프로그램은 다양한 각도에서 작업을 분석할 수 있을 뿐만 아니라 절차의 편리성 때문에 분석시간이 기존 분석시간보다 단축되는 효과가 있을 수 있다.

본 연구에서 제시한 분석용 프로그램은 사업장에서 쉽고 용이하게 적용할 수 있어, 유해요인조사의 다양한 각도에서의 시도에 많은 기여를 할 것으로 기대되며, 효율적으로 유해요인조사 관련 자료를 관리하는데 기여할 것으로 여겨진다.