

## 범용 위험도 평가서를 이용한 조선업체 작업에서의 누적외상성질환에 대한 인간공학적 분석

인하대학교 산업공학과, 길의료재단 산업의학연구소\*

박 동 현 · 한 상 환\*

— Abstract —

### **An Application of a Baseline Checklist for Risk Assessment of Cumulative Trauma Disorders in Shipyard Workers**

**Donghyun Park, Sang-Hwan Han\***

*Dept. of Industrial Engineering, Inha University,  
Institute for Occupational & Environmental Medicine, GMC\**

Cumulative trauma disorders(CTDs) have been a growing problems for US and European industries with higher incidence rate every year. The increase and their associated costs has led companies to form committes and implement programs to address this problem. In our country, we have just started to recognize and to work on the problems in industry. This study conducted an ergonomic analysis for typical jobs of ship building industry which was not usually surveyed for CTD problem. A baseline CTD checklist which was supposed to do a risk assessment was developed and applied in this study. Initially, we considered five major parts in the checklist which consisted of personal, frequency, posture, force, and miscellaneous information. Most jobs in ship building industry were much different from typical assembly work and VDT work that have been major part of the previous CTD studies. Specifically, job characteristics in terms of frequency and posture were quite different. There were relatively long cycle time, awkward postures for whole body (not just for upper extremities). Also, CTD risk scores based on checklist were a lot higher than the scores for VDT jobs which was a case of preceding application of the checklist. Specifically, grinding jobs turned out to be the most risky one in terms of CTDs.

In conclusion, usual CTD prevention guidelines are not likely to be effective in this type of industry. An individual job based interventions are strongly suggested to have a good control of CTD problems in ship building industry.

**Key Words :** Checklist, CTDs, Ergonomics, Risk assessment, Shipyard workers

## I. 서 론

누적외상성질환(Cumulative Trauma Disorders)은 외부 스트레스에 의해서(Trauma), 오랜 시간을 두고 발생하는(Cumulative), 육체적 질환들(Disorders)의 집합을 일컫는 말이다. 증상으로는 각 부위에 만성적인 통증, 저림, 마비증상 등이 수반되며 최악의 경우에는 그 부위를 영구히 못 쓰게 되는 경우도 종종 발생한다. 이 질환들은 손가락, 손목, 팔, 어깨 등에서 주로 발생하며 대부분의 경우에 노화에 따른 자연 발생적 질환이라기 보다는 직업특성(작업관련)과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다고 알려져 있다. 이러한 직업특성과의 깊은 관련성 때문에 1960년에 누적외상성질환은 국제노동기구(ILO)에 의해서 직업병으로 규정되었으며, 1980년대에 이르러서는 미국이나 유럽의 소위 선진 복지국가들에서 주요 산업재해문제중의 하나로 사회 문제화 되기 시작했다. 그 이후 오늘날에 이르기까지 발생빈도는 날로 높아가고 그에 따르는 경제적 손실은 날로 커져가는 추세에 있다. 이러한 증가추

세의 이유로는 첫째 법안의 강력한 시행과 산업재해에 대한 사회전반의 관심의 증대를 꼽을 수 있고 둘째 이유로는 산업환경의 변화를 들 수 있다. 그 동안의 중공업 중심의 산업에서 High Tech & Service산업으로 가는 전이과정에서 야기되는 생각지 못했던 부작용들이 그것이다. 예를 들면 많은 부분의 자동화로부터 야기되는 단순작업, 고반복작업 등은 누적외상성질환의 전형적인 위험요소들이다. 미국의 경우 누적외상성질환에 관련된 총 의료보상비는 95년 한해 동안 약 74억불 이었고, 이것은 전체 직업병의 62.3%를 차지하였다(National Safety Council, 1997). 이렇듯 누적외상성질환은 현재 직업성요통 다음의 비중을 가진 산업재해문제로 대두되고있고 2000년대에 이르면 전체산업재해보상비의 50%를 차지할 것이라고 예측되고 있다. 따라서 미국과 유럽 등지에서는 누적외상성질환에 대한 연구가 매우 활발하게 진행되고 있다. 우리나라에서도 아직 기초적인 단계이긴 하지만 앞으로의 Blue-Round나 안전, 보건에 관한 ISO 18000 시리즈에 대비하여 본격적인 연구를 수행함으로써 앞으로 닥쳐올 누적외상성질환으로 인한 인적, 경제적

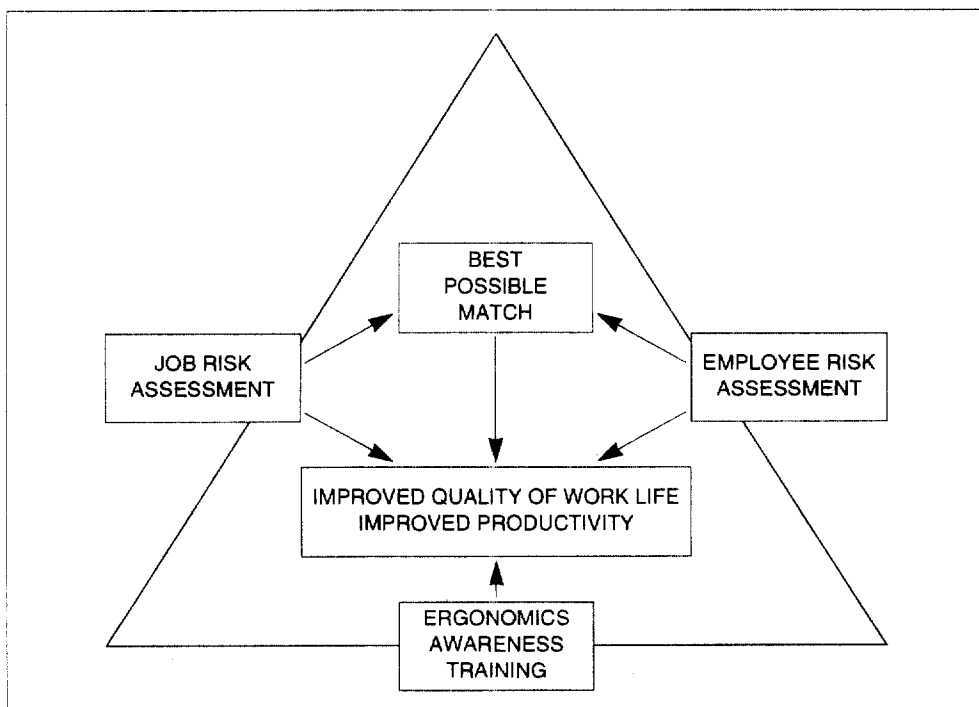


Fig. 1. Ergonomic Hazard Control Triangle

손실을 최소화하는 준비가 되어야 할 때라고 생각한다. 일반적으로 누적외상성질환으로 인한 손실을 최소화하기 위해서는 크게 세 가지를 생각할 수 있는데 첫 번째는 작업 위험도 평가, 두 번째는 작업자 위험도 평가, 그리고 세 번째는 작업자들을 대상으로 산업재해방지측면에서의 인간공학적 기본개념에 대한 교육이다. 이 세 가지 요인 전부를 고려함으로써 발생률, 경제적 손실을 효율적으로 감소시키거나 근절시킬 수 있다(Fig. 1).

누적외상성질환에 대한 우리나라의 상황을 살펴보면 우리나라는 최근 2-30년 동안에 산업구조, 작업 방법 그리고 작업자 개개인의 생활양식이 급격하게 변화되어 누적외상성질환이 급증할 가능성을 충분히 가지고 있다고 말할 수 있다. 하지만 산업재해로서의 근골격계 질환에 대한 인식이 그 동안 매우 미약하였기 때문에 커다란 관심을 불러일으키지 못하였고, 다만 몇몇 전문가들에 의하여 자각증상을 중심으로 한 조사연구(박정일 등, 1989; 이원진 등, 1992; 김양옥 등, 1995)가 행해진바 있다. 그러나 누적외상성질환의 특성상 의학적인 연구만으로 근본 대책을 제시하기가 미흡하므로 인간공학적인 연구의 보강이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 앞서 언급한 바와 같이 누적외상성질환 연구가 초보단계에 있는 우리 나라에서 산업보건 분야와 인간공학이 공동으로 누적외상성질환에 대한 근본대책을 수립할 수 있는 장기연구계획의 토대를 마련하고자 하였다. 그 구체적인 첫 작업으로 특정 작업에 대한 CTD 위험도를 정량적으로 추정할 수 있는 기저 평가서모델(Baseline checklist)을 개발하였고 본 연구에서는 이것을 이용하여 누적외상성질환에 대한 연구로는 외국에서도 그 사례가 드물었던 조선업의 대표적인 작업들을 대상으로 작업분석을 수행하고, 조선업체에서의 누적외상성질환 예방대책을 제시하고자 하였다.

## II. 연구방법

본 연구에서는 작업특성상 누적외상성질환 발생위험이 높다고 여겨지는 1개 조선업체의 성형, 연마, 용접, 도장 등 4개 부서의 대표적인 작업에 대한 작업분석을 수행하였다. 이 분석에 필요한 작업특성에 관한 정보는 각 작업에 대한 video 촬영과 작업장에

서의 간단한 면담을 통하여 취득하였는데 특히 video 촬영 시에는 각 작업을 3 cycle(작업주기) 이상씩(1st cycle: 전신, 2nd cycle: 상반신, 3rd cycle: 팔 및 손) 촬영하였다. 이 정보를 토대로 저자 등이 개발한 누적외상성질환 범용평가서(부록 1)를 이용하여 개별요인에 대한 분석 및 상대적 위험도를 평가하였다. 본 연구에 사용한 누적외상성질환 범용평가서는 단시간의 교육으로 인간공학분야의 비전문가들도 쉽게 사용할 수 있고, 검증하기 용이하도록 내용과 형식을 간단히 하였는데, 구체적으로는 ANSI(ANSI-Z-365, 1995)와 RULA (McAtamney, 1993)의 중간 난이도를 갖도록 하였다. 본 연구에서 사용한 checklist는 빈도(cycle time, 손목 동작횟수), 자세(pulp pinches: 살집집기, lateral pinches: 측면집기, palm pinches: 손바닥집기, finger press: 손가락 누르기, shoulder flexion/extension: 어깨 굴절/신전, shoulder abduction: 어깨 외전, elbow flexion/extension: 팔꿈치 굴절/신전, lower arm pronation/supination: 하완 상향/하향, wrist flexion/extension: 손목 굴절/신전, wrist ulnar/radial deviation: 손목 외전/신전, neck flexion: 목 굴절, back flexion: 허리 굴절), 힘(lift: 들어올리기, push/pull: 밀기/당기기, carry: 운반하기), 기타항목(static posture: 정적인 자세, 진동, 작업순환, pressure points: 압력점, 공구위치의 조정성, 작업높이 조정성, 작업대 경사율, 작업속도 조절 가능성, 작업장 온도) 등의 항목으로 구성되어 있으며, 항목별로 범주형 변수를 사용하였다(부록 1).

또한 본 누적외상성질환 작업위험도 평가서의 사용자는 업무상 실제 사업장을 자주 접하게되는 산업위생기사 또는 산업간호사 등이 쉽게 사용하는 것을 목적으로 하였으므로, 소정의 교육 및 평가서(checklist)에 대한 해설만으로 작업의 위험도를 평가할 수 있도록 설계하였으며, 본 평가서의 민감도는 궁극적으로 ANSI 평가서에서 지향하는 누적외상성질환 위험도에 있어서 절대위험역치(absolute risk threshold)를 넘는 작업을 도출해 내는 것을 목표로 하였다.

본 평가서는 크게 4부분(빈도, 힘, 자세, 기타작업환경)으로 나뉘어져 있으며 각 항목의 점수가 높아질수록 위험도가 높음을 나타내었다. 특히 손쉬운 사용을 위하여 빈도와 자세 등 전문적인 내용에 대하여는

평가서의 뒷부분에 해설과 그림을 첨부하였다(부록 1). 각 요인에 대해서는 이론적으로 가장 열악한 상황을 1점으로 표시하고 해당요인의 위험정도를 표현하는 단계수에 따라 그 비율을 근거로 보장하도록 작성하였다. 산출된 각 항목(요인) 점수는 각 부분별로 합산하고, 해당부분(빈도, 자세, 힘, 기타)에 속해있는 항목의 수로 나누어 부분별 점수를 산출하므로 총 점수는 네 부분의 점수를 더하여 최고 4점, 최하 0점의 위험도 점수범위를 갖도록 구성하였다. 본 연구에서는 산업보건 분야에서 5년간 활동한 산업위생기사가 전화교환작업자 30 명을 대상으로 예비조사를 실시한 후 본 연구대상인 조선업체 근로자의 작업을 직접 관찰한 후 평가서(checklist)를 작성하였다.

### Ⅲ. 연구결과

본 연구에 포함된 성형, 연마, 도장, 용접 부서 작업의 대표값을 살펴보면 조사된 모든 부서에서 cycle time은 모두 수 분을 훨씬 넘는 것을 볼 수 있는데, 이 한가지 작업특성 항목만 보더라도 대부분의 조선업종의 작업들은 이제까지 전형적으로 거론되어왔던 누적외상성질환 위험작업의 특성(수초의 cycle time을 가지는 단순반복적인 작업특성)과는 매우 다른 것을 알 수 있다. 또한 빈도특성 중 1분당 손목동작횟수의 관점에서 보면 성형관련작업을 하는 부서를 제외한 모든 부서가 미국 NIOSH에서

**Table 1.** Descriptive Statistics By Department (Frequency Factors)

Factors	Plastic	Grinding	Painting	Welding
CT*	few minutes	few minutes	few minutes	few minutes
NWM**	< 25/min	>50/min	25-50/min	25-50/min

CT : cycle time, NWM : Number of wrist motions per minute

**Table 2.** Descriptive Statistics By Department (Posture Factors)

Factors	Plastic	Grinding	Painting	Welding
PP*	N	Y/N	N	N
LP*	Y/N	Y/N	Y	Y
PALM*	Y	Y	Y	Y
FP*	N	N	N	Y
SFE**	0°	>30°	>30°	>30°
SA**	0° ~ 30°	0° ~ 30°	0° ~ 30°	0° ~ 30°
EFE**	0°	>45°	>45°	>45°
LAPS***	2	2	2	3
WFE**	>15°	>15°	>15°	>15°
WUR**	>15°	>15°	>15°	>15°
NF**	0° ~ 30°	0° ~ 30°	0° ~ 30°	0° ~ 30°
BF**	0°	0° ~ 10°	0° ~ 10°	0°

\* Y : All the works are included, N : None of the works are included, Y/N : A part of works are included

\*\* : maximal angle deviated of each joint

\*\*\* 1 : neutral, 2 : half, 3 : complete pronation or supination

PP : pulp pinch, SFE : shoulder flexion / extension

LP : lateral pinch, SA : shoulder abduction

PALM : palm pinch, EFE : elbow flexion / extension

FP : finger press, WFE : wrist flexion / extension

NF : neck flexion, WUR : wrist ulnar / radial deviation

BF : back flexion

**Table 3.** Descriptive Statistics By Department (Force Factors)

Factors	Plastic	Grinding	Painting	Welding
Lift	2.5 ~ 7kg	7 ~ 14kg	2.5 ~ 7kg	2.5 ~ 7kg
Push	moderate	heavy	moderate	moderate
Carry	2.5 ~ 14kg	7 ~ 14kg	0 ~ 2.5kg	2.5 ~ 7kg

**Table 4.** Descriptive Statistics By Department (Miscellaneous Factors)

Factors	Plastic	Grinding	Painting	Welding
Static posture	Y	Y/N	Y/N	Y
Vibration	Y/N	Y	Y/N	Y
Job rotation	N	N	N	N
Sharp edge	N	N	N	N
Adjustability (tool location)	Y/N	N	Y/N	N
Adjustability (work height)	N	N	N	N
Inclination of work station	N	N	N	N
Work pace control	Y/N	Y	Y/N	Y
Temperature (winter)	<10℃	<10℃	<10℃	<10℃
Keyboard use	N	N	N	N

\* Y : All the works are included, N : None of the works are included, Y/N : A part of works are included

제시하는 임계치 25회/1분(10000회/8시간)를 넘고 있고, 특히 도장부서의 작업들은 고빈도의 손목동작을 가지는 것으로 나타났다(Table 1).

또한 거의 모든 부서의 작업들이 pinch와 같은 작은 동작보다는 어깨, 목, 요부에서 변위가 큰 동작(Shoulder abduction/flexion, Neck flexion, Back flexion)을 포함하고 있는 것으로 나타났다(Table 2). 특히 인간공학측면에서 살펴볼 때 제일 문제가 많이 되는 자세는 어깨 및 목에 관련된 부분이 많았고 이외에도 전형적인 누적외상성질환 분석에는 포함되어 있지는 않지만 조선업종 특유의 환경에서 특히 열악하다고 여겨지는 자세요인들이 매우 많은 것으로 나타났는데 그것들은 예를 들면 neck extension(목을 뒤로 젖힌 자세), squat(다리를 쭉 그리고 앉은 작업자세), NOJ(작업중 변위된 신체 관절의 개수), Creep(엎드린 자세)등이다. 이들 추가적인 자세관련 위험요인과 유병율과의 관계를 살펴보면 조사된 부서의 작업들이 모두 다 누적외상성질환 위험성이 높다고 여겨지고 비슷한 작업특성을 가져서인지 NOJ(변위된 총관절의 개수) 및 Gun-type 공구의 사용을 제외하고는 통계적으로는 유의( $p<0.1$ )하지는 못하였다(Table 5). 힘 측면에서는

**Table 5.** Statistical Significance of Other Ergonomic Factors ( $p<0.1$ )

Other Ergonomic Factors	P-Value
Neck extension	0.269
Squat	0.310
Stoop	0.870
Touch up	0.310
NOJ*	0.049
Floor condition	0.616
Use of gun-type tool	0.072
Creep	0.254
Lateral bending	0.425

\* : Number of joints deviated

기존의 누적외상성질환 연구에서 고려된 제조업과는 달리 대부분의 작업들이 하중물을 들어올리고 옮기는 작업특성을 가지고 있었고(Table 3), 기타 특성요인 측면에서는 정적자세, 진동 등의 위험요인이 거의 모든 작업에 포함되어 있는 것으로 나타났으며, 반면에 작업자 각 개인이 작업속도를 조절할 수 있는 것으로 나타났다(Table 4).

다음은 네 부서의 작업들에 대하여 이 기저평가서를 적용하여 각 부분 점수 및 총점수를 구하였다

**Table 6.** Total Risk Scores of Cumulative Trauma Disorders by departments

	Frequency	Posture	Force	Other factors	Total
Plastic	0.42	0.67	0.46	0.77	2.32
Grinding	0.75	0.81	0.70	0.79	3.05
Painting	0.83	0.83	0.41	0.72	2.79
Welding	0.58	0.83	0.58	0.80	2.79

(Table 6). 이 평가서의 점수계산과정을 간략히 설명하면 다음과 같다. 본 연구에서 적용한 평가서는 Baseline model이고 기존의 CTD연구들에서도 각 요인의 개별적인 영향력만을 언급하였을 뿐 요인들의 상대적인 중요도에 관한 자료는 거의 없었기 때문에 본 연구에서는 각 요인의 CTD에 대한 영향력은 동일하고 각 부분별 점수의 총 위험도 점수에 대한 영향력도 동일하다는 가정 하에 분석을 시작하였다. 즉 각 요인에 대하여 이론적으로 가장 열악한 상황을 1점으로 표시하고 해당요인의 위험정도를 표현하는 단계수에 따라 그 비율을 근거로 하여 보정 과정을 거치게 된다. 이와 같은 산출된 항목(요인) 점수들은 각 부분별로 합산되고 해당부분(빈도, 자세, 힘, 기타)에 속해있는 항목의 수로 나뉘어져서 부분별 점수를 산출하게 되며 따라서 총점수는 네 부분의 점수를 가산하여 최고 4점, 최저 0점의 위험도 점수범위를 갖게 되는데, 부서별 총점수를 보면 다른 업종(예를 들면 본 평가서의 첫 번째 적용대상이었던 VDT작업의 위험도 점수: 2.1~2.7점)의 총점수와 비교하면 모든 부서들의 위험도 총점수가 상대적으로 높은 것으로 나타났는데 그 중에서도 연마부서의 CTD위험도가 매우 높게 예측되었다. 그밖에 성형작업에서는 기타특성요인이, 도장관련작업들에서는 빈도 및 자세요인이 그리고 용접작업에서는 자세요인에 인간공학적 위험요인이 많은 것으로 나타났다(Table 6). 또한 이들 점수들의 부서별 유병율과의 상관관계를 살펴보면 빈도점수(0.77), 자세점수(0.79), 힘점수(0.34), 기타 환경점수(0.50) 그리고 총점수(0.55) 인 것으로 나타났다.

#### IV. 결론 및 고찰

본 연구는 누적외상성질환 작업위험도 평가도구를 사용하여 조선업체의 작업위험도를 평가하기 위한 목적으로 시도되었다.

누적외상성질환에 대한 정량분석의 가장 기본적인 기법은 특정 환경(작업과 개인특성)을 평가할 수 있는 평가도구(checklist)를 사용하는 것이라고 할 수 있다. 그러나 이 부분에 대한 연구는 그 동안 여러 인간공학 전문가에 의해서 시도되었지만 아직도 초기 단계의 수준을 못 벗어나고 있는 실정이다. 그 동안 개발된 누적외상성질환 작업위험도 평가를 위한 checklist로는 ANSI-Z-365(1995), RULA method(McAtamney와 Corlett; 1993), Drury method(1987) 등이 있는데, 작업에 관련된 힘, 자세, 빈도 등에 중점을 두어서 개발된 공통점을 가지고 있다. 미국 표준연구소(ANSI, American National Standard Institute)가 주축이 되어 산업체, 정부기관, 보험회사, 대학들의 전문가들이 개발하고 있는 평가서(Checklist)인 ANSI-Z-365는 아직 개발도중이라 확정된 형식이라고는 볼 수 없는 데, 기본개념은 전반적인 근골격계 질환을 쉽고 정확하게 평가할 수 있도록 함을 목적으로 하고 있다. 이 Checklist는 9개의 위험요인(repetitiveness, load/force, awkward postures, power tool use, pressure points, same position, environment, keyboard use and administrative control)으로 이루어져 있는데 분석결과가 10점 이상이면 해당작업은 누적외상성질환에 대한 위험도가 저 위험도(lower risk threshold)를 초과하는 것이 인정되므로 인간공학적인 분석이 필요하다는 것이다. 이 Checklist는 사용의 용이성과 권위있는 기관에서 나왔다는 점에 있어서 커다란 장점이 있으나 임계점수 10점의 근거가 명확하지 않고 아직 민감도에 대한 검증결과가 제시되지 못하고 있는 실정이다. 한편 RULA는 Rapid Upper Limb Assessment의 약어로, 내용이나 형식에 있어서 ANSI Checklist보다 복잡하며 인간공학 전문가가 작업을 관찰하여 평가하도록 되어있으며, 형식은 크게 두가지 종류가 있는데 A형식은 upper arm, lower

arm, wrist에 관한 것이고, B형식은 neck, trunk, leg에 관한 것이다. 두 형식 모두 내용은 크게 네 부분 즉, posture, static muscle contraction, repetitive motion 그리고 force로 이루어져 있으며, 이 네가지 요인들을 종합한 점수가 최하 1점(최저위험도)에서 최고 7점(최고 위험도)까지 되도록 설계되어 있다. RULA Method는 작업을 자세히 분석할 수 있고 특별히 장비가 필요없다는 점에 있어서 매우 큰 이점이라고 할 수 있으나 반면에 비전문가가 사용하기에 용이하지 않고 상지에서 주로 발생하는 누적외상성질환 전용이라기 보다는 신체 전체의 근골격계 질환의 위험평가에 더 효율적인 것으로 알려져 있다. 본 연구에 사용한 checklist는 국내에서 누적외상성질환 발생 위험작업 선별을 위한 목적으로 쉽게 사용할 수 있도록 내용과 형식을 더욱 간략화하고, 누적외상성질환 점진 대상자의 선별 및 업종별 인간공학적 평가서(checklist) 개발을 위한 기초작업으로 개발된 범용성 평가서(baseline checklist)라 할 수 있다.

일반적으로 작업위험도 평가도구 개발에는 개인 특성, 빈도, 자세, 힘, 기타환경 등을 고려하게 되는데, 개인특성은 크게 세 부분(개인특성, 작업이력, 인체계측학적 특성)으로 이루어져 있다. 누적외상성질환에 관련되는 순수개인특성으로는 나이, 성별, Hand Dominance(주로 사용하는 손) 등이 있다. 먼저 나이가 많을수록, 작업이력이 길수록, 특히 40대 이후에서 발생률이 높아지는 것으로 알려져 있고(Phalen, 1972; Cannon, 1981; Tanaka등, 1988) 성별의 경우에는 이전의 거의 모든 연구에서 여성이 남성의 경우보다 훨씬 위험도가 높은 것으로 나타났다. 특히 Carpal Tunnel Syndrome의 경우 그 발생률이 있어서 남성보다 적게는 2배, 많게는 10배까지 높은 것으로 나타났다(Tanzar, 1959; Kendall, 1960; Phalen, 1972). 끝으로 Hand Dominance에 관하여는 Kelsey(1982), Acheson(1979) 등의 연구결과에 의하면 오른손잡이의 발생률이 왼손잡이보다 높으며 CTD 유병자의 경우, 두 손 모두에 발생하는 경우가 전체 건 수의 반 이상이 되는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 작업 특성상 작업자에게 접근할 수 없는 경우가 많았기 때문에 개인 특성에 관한 부분은 분석에서 제외하였다.

빈도는 과거의 경우와 비교하여 현재의 작업환경에 있어서 가장 큰 변화는 작업의 단순화와 높은 작업빈도이다. 이런 이유로 누적외상성질환을 RSI (Repetitive Strain Injury)라고 부르기도 하는데 이렇듯 여러 위험요인 중에서도 누적외상성질환에 대한 작업빈도의 중요성은 매우 크다. 이 요인을 현실적으로 고려하기 위해서는 사이클타임과 손목동작 횟수에 대한 정보를 얻어야 한다. 특히 하루 8시간 작업시 손목동작횟수의 위험도는 하루 작업 당 10,000 회 이하일 경우는 저위험도, 하루 작업 당 10,000 - 20,000 회는 중위험도, 20,000 회 이상은 고위험도로 구분한다(Burt & Boiano, 1990). 이를 본 연구대상에 적용할 경우에는 점심시간 60분, 그리고 오전, 오후 휴식시간을 각각 10분이라고 가정할 때 순수작업시간 400 분에 대하여 정리하면 분당 25 회 이하이면 저위험, 25 - 50 회이면 중위험, 50 회 이상이면 고위험 작업으로 분류할 수 있게 된다. 이런 측면에서 볼 때 본 연구에서 고려된 네가지 작업은 빈도에 관련된 위험도가 매우 높으며 특히 연마와 도장 작업은 그 위험도가 매우 높은 것으로 나타났다. 이것은 중공업의 일종이면서도 각각의 작업이 매우 전문, 단순화 되어있는 조산업의 특성상 피할 수 없는 부분도 없지 않으나 체계적인 작업순환과 같은 대책으로 이러한 문제를 해결할 수 있으리라 사료된다.

일반적으로 어색하고 불안정한 작업자세는 생산성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 누적외상성질환 발생에 커다란 영향을 미친다. 특히 자세에 있어서 누적외상성질환과 관련되어 눈여겨 보아야 하는 신체부위는 목, 허리, 어깨, 팔꿈치, 손 및 손목 등 이다. 특히 팔꿈치와 손목부위의 자세는 악력(grip strength)이나 핀치력(pinch strength)에 많은 영향을 미쳐서 자세가 불량해지면 동일한 작업을 하더라도 추가로 힘이 더 필요하다고 알려져 있다(Terrell & Pursell, 1976; Hallbeck등, 1992; Lehman등, 1993; Fredericks등, 1995). 본 사업장에서의 작업들은 인간공학적인 측면에서 볼 때 거의 모든 신체 부위에서 매우 열악한 자세 요인을 많이 포함하고 있는 것으로 나타났다. 기존의 연구에서 많이 언급된 어깨외전(shoulder abduction), 손목의 굴절/신전(wrist flexion/extension)뿐만 아니라 이제까지 누적외상성질환 연구에 있어서 자주 언급되지

않았던 목신전(neck extension), 허리굴절(back flexion)등의 자세를 포함하고 있는 것은 유의 할 만하다고 할 수 있다.

작업시에 드는 힘은 누적외상성질환 발생에 영향을 미친다고 알려져 있지만 그것을 실제 작업환경에서 측정하기는 매우 어렵고, 실제 실험은 하지 못하더라도 Borg Scale(Borg, 1990)과 같은 Psychophysical rating(심물리학 지수)을 이용하여 간접적으로 추정하는 것도 고려해볼 수 있는 방법이나 이 경우에도 피실험자에게 Scale에 대하여 훈련을 시켜야 하는 점 때문에 그리 용이하지는 않다. 따라서 제일 간단한 방법은 작업시 다루는 물체의 무게, 밀거나 잡아당기는 데 드는 힘 등을 측정하는 것이다. 본 연구에서와 같이 보건관리자 같은 비인간공학 전문가가 평가서를 적용할 시에는 이와 같은 손쉬운 방법이 현실적으로 매우 효율적일 수 있다. 본 연구에서 개발한 평가서에서는 ANSI-Z-365(ANSI-Z-365, 1995)의 "load/force"부분을 그대로 사용하였다. 고려된 작업들의 힘 요인을 살펴보면 일반적인 누적외상성질환 관련 연구에서의 대상 작업들에 비하여 무거운 하중물을 다루거나 힘을 상대적으로 많이 쓰는 것으로 나타났다. 이러한 측면은 직업성요통의 가능성 뿐 만 아니라 조사된 작업들의 높은 작업빈도와 결합하여 누적외상성질환의 발생 확률을 더욱 높이는 것이라 사료된다.

본 평가서에서는 진동작업여부, 정적자세, 작업면의 형상, 공구, 작업대의 조정성 등 지금까지 언급한 요인들 이외에도 다른 Checklist나 이전의 CTD연구(Cannon, 1981; Kroemer, 1989; Karwowski, 1987; Radwin 등, 1990)에서 CTD 발생에 영향을 미친다고 의심되는 여러 가지 기타환경 요인들도 고려하였다. 본 사업장의 작업들 중에서는 정적인 작업 자세, 진동 공구 사용, 그리고 작업장 온도 등이 누적외상성질환의 발생 가능성을 높게 할 수 있는 요인들이라고 판단된다.

또한 본 사업장의 작업들에 대하여 위험도 평가를 적용해 본 결과 각 부서별 부분점수 및 총점수와 부서별 유병율과의 상관관계를 살펴보면 빈도점수(0.77), 자세점수(0.79), 힘점수(0.34), 기타 환경점수(0.50) 그리고 총점수(0.55) 인 것으로 나타났다. 총 점수와의 상관관계는 힘 및 기타환경점수의 영향으로 그리 높지 않으나 유병율과 빈도 및 자

세 점수는 높은 상관 관계를 보였다. 즉 작업의 빈도 특성 및 자세 특성에 많은 문제가 있는 것으로 나타났고 또 한편으로는 조선업종의 작업들에 있어서는 현재의 평가 방식보다 더욱 큰 가중치를 빈도 및 자세 요인에 주어야 발생위험도를 잘 예측 할 수 있다는 것을 의미하며 궁극적으로는 이런 사실을 염두에 두고 조선업종전용 평가서를 도출하여야 할 것이다.

이제까지는 우리나라에서 뿐만 아니라 외국에서도 일반적으로 조선업종은 위험한 작업을 많이 내포하고 있는 것으로 알려져 있지만 조선업종을 대상으로 한 인간공학적인 분석은 전무하였다. 하지만 이와 같은 상황은 조선업종의 작업들이 작업관련 누적외상성질환에 대한 위험성이 없어서가 아니라 전형적인 인간공학적인 분석의 특성에 기인한다고 판단된다. 일반적으로 인간공학에 의한 누적외상성질환 분석은 주로 line화 되어있는 제조업을 중심으로 행하여져 왔다. 즉 누적외상성질환 연구는 주로 VDT나 일반제조업체에서와 같은 단순반복작업을 하는 직종에 대하여 행하여졌고 상대적으로 조선업종은 단순 반복작업을 야기하는 현대의 high tech, service 산업형태와는 거리가 있고 아직도 중공업형태의 성격을 가지고 있기 때문이다. 특히 조선업종의 작업 특성상 부정기적인 측면과 정량화시키기 힘든 측면 등이 이제까지 인간공학의 틀에 맞추어서 누적외상성질환 연구를 하지 못한 커다란 이유였다. 따라서 본 연구에서는 분명히 일반제조업체에서보다 열악한 작업환경을 가지는 조선업종의 작업들에 대하여 누적외상성질환 연구의 이러한 정형적인 틀을 벗어나서 분석을 하고자 하였다. 분석결과 실제로 이제까지 누적외상성질환에 대하여 인간공학적인 분석을 하였던 전형적인 업종과는 사뭇 다른 특성을 보였다. 특히 자세요인은 평가서상에서는 찾을 수 없는 즉 기존 누적외상성질환 분석에서는 고려하지 않았던 여러 위험요인을 찾을 수 있었으며, 조선업의 대표적인 작업들은 자세측면에서의 누적외상성질환 발생 위험도가 매우 높다고 생각된다. 궁극적으로는 조선업의 작업들에 대한 좀 더 심층적인 분석을 통하여 조선업종 특유의 자세를 정의하고 평가하는 것이 필요하다.

이런 문제들에 대한 일반적인 대책으로는 작업장 재배치 및 재설계 등이 제시될 수 있으나, 조선업종



의 경우 일반제조업체들처럼 작업이 정형화 되어있지 않고 작업공간상의 여러 가지 문제점 때문에 이런 대책 또한 현실적으로 가능하고 효율적일지 의문이다. 본 조사를 통하여 조선업종에서의 제일 현실적이고 효율적인 누적외상성질환 예방대책은 일반적인 물적대책(작업에 관련된)뿐 만 아니라 한마디로 각 개별작업에 대한 안전 및 예방대책을 제시하고 정착시키는 것이 매우 중요하다고 사료된다. 이것을 위하여는 우선 앞서 언급한 조선업종 특유의 위험항목들에 대한 본격적인 분석이 필요하고 구체적으로는 다음과 같은 세 가지 과정이 필요하다. 첫째, 누적외상성질환 전반에 대하여 인간공학적인 측면에 중점을 둔 전 작업자 대상의 안전보건교육을 실시하고 둘째, 각 부서의 모든 작업들은 그 특성에 따라 몇 Group으로 분류하여 각 Group의 작업방법상의 누적외상성질환 위험 point와 방지대책을 인간공학 측면에서 도출하고 셋째, 도출된 각 작업의 위험 point와 대책을 해당작업자가 항상 숙지하도록 간략히 카드화해서 작업전에 항상 관리자가 작업자의 숙지상황을 체크하도록 하여 작업자 스스로가 자율적으로 위험 작업방법을 피해 나가도록 해야된다. 이 방법은 기존의 안전보건교육이 회사 전체를 대상으로한 일반적인 것이었던 것인데 반해 그 특성이 매우 개별적인 성격을 갖는데서 차별성을 갖는다. 일반제조업체와 생산특성이 매우 다른 조선업종에서는 이와 같은 CTD에 대한 개별예방(안전)관리의 정착이 장기적으로는 경제성, 현실성, 효율성 측면에서 그 효과가 매우 뛰어나리라 것이 저자의 판단이다. 특히 조선업종과 같은 재해강도가 매우 높은 상황에서는 이와같은 작업을 복지 차원에서 뿐 만 아니라 회사 전체의 비용 절감 및 생산성 향상 측면에서의 효과를 노사가 충분히 인식하고 수행하는 것이 관건이라고 생각된다.

## REFERENCES

- 김양욱, 박 중, 류소연. 전자렌지 조립작업자에서 발생한 경관 증후군의 조사연구 (I). 대한산업의학회지 1995; 7(2):306-319.
- 박정일, 조정환, 이승한. 여성국제교환원들에 있어서의 경관장애, I. 자각적 증상. 대한산업의학회지 1989; 1(2):141-150.
- 이원진, 이은일, 차철환. 모사업장 포장근로부서 근로자들에서 발생한 수근터널증후군에 대한 조사연구. 대한산업의학지 1992;25(1):26-33.
- Acheson, R., Chan, Y., & Clement, A. (1979). New Haven survey of joint disease XIII: Distn and symptoms of osteoarthritis in the hands with reference to handedness. *Annals of Rheumatological Disorders*, 29, 275-285.
- American National Standard Institute(1995). Control of work-related cumulative trauma disorders-Part 1: upper extremities, ANSI Z-365 Working Draft. Itasca, IL: Armstrong, T.J. and Snock, S.H.
- Ayoub MA & Wittels NE. Cumulative Trauma Disorders. *International Reviews of Ergonomics* 1989; 217-272.
- Borg, G.(1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work & Environment Health*, 16(Supplemental), 55-58.
- Burt, S. & Boiano, J.H.(1990). Health Hazard Evaluation Report, HETA 88-361-2091, National Institute for Occupational Safety and Health.
- Cannon, L.J.(1981). Personal and occupational factors associated with CTS. *Journal of Occupational Medicine*, 23, 255-258.
- Chaffin, D.B. (1973). Localized muscle fatigue - definition and measurement. *Journal of Occupational Medicine*, 15(4), 346-354.
- Drury, C.G.(1987). A biomechanical evaluation of the repetitive motion injury potential of industrial jobs. *Seminars in Occupational Medicine*, 2(1), 41-49.
- Fredericks, T.K., Kattel, B.P., and Fernandez, J.E. (1995). Is grip strength maximum in the neutral position? In A.C. Bittner and P.C. Champney (Eds.), *Advances in Industrial Ergonomics and Safety VII* (pp 561-568). London: Taylor & Francis.
- Genaidy, A., Barkawi, H., and Christensen, D. (1995). Ranking of static non-neutral postures around the joints of the upper extremity and the spine. *Ergonomics*, 38(9), 1851-1858.
- Hallbeck, M.S., Kamal, M.S., and Harmon, P.E. (1992). The effects of forearm posture, wrist posture and hand on three peak pinch force types. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 36th Annual Meeting* (pp. 801-805). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Joshi, M., (1994). Dynamic task analysis: A methodology for evaluating ergonomic stressors. In F.

- Aghasadeh (Ed.), *Advances in Industrial Ergonomics and Safety VI* (pp23-28). London: Taylor & Francis.
- Karwowski, W. (1987). Prevention of cumulative trauma disorders of the upper extremity through job redesign: Case Studies. *Trends in Ergonomics/ Human Factors IV*, 1021-1028.
- Kelsey, J.L.(1982). *Epidemiology of Musculoskeletal Disorders*, Oxford University Press, New York.
- Kendall, D.(1960). Aetiology, diagnosis, and treatment of paraesthesia in the hands. *British Medical Journal*, December, 1663-1639.
- Keyserling, W.M. (1986). Postural analysis of the trunk and shoulders in simulated real time. *Ergonomics*, 29(4), 569-583.
- Kroemer, K. H. E. (1989). CTD: Their recognition and ergonomics measures to avoid them. *Applied Ergonomics*, 20, 274-280.
- Lehman, K.R., Allread, W.G., Wright, P.L., and Marras, W.S.(1993) Quantification of hand grip force under dynamic condition. In *Proceeding of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting*(pp. 715-719). Santa Monica, CA : Human Factors and Ergonomics Society.
- McAtamney, L., and Corlett, E.N.(1993). RULA: A survey method for investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- National Safety Council. *Accident Facts*. 1997.
- Phalen, G.S.(1972). The Carpal Tunnel Syndrome. *Clinical Orthopaedics*. 83, 29-40.
- Radwin, R.G., Chaffin, D.B, Armstrong, T.J., Langolf, G.D. and Albers, J.W. (1990).
- Hand-arm frequency-weighted vibration effects on tactility. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 6, 75-82.
- Tanaka., S., and McGlothlin, J.D.(1993). A conceptual quantitative model for prevention of work-related carpal tunnel syndrome(CTS). *International Journal of Industrial Ergonomic*, 11, 181-193.
- Tanaka, S., Seligman, P., Halperin, W. Thun, M., Timbrook, C., & Wasil, J.(1988). Use of worker's compensation claims data for surveillance of cumulative trauma disorders. *Journal of Occupational Medicine*, 30, 488-492.
- Tanzar, B.C.(1959). The carpal tunnel syndrome; a clinical & anatomical study. *Journal of Bone & Joint Surgery*, 41(A), 626-634.
- Terrell, R. and Purswell, J.L. (1976). The influence of forearm and wrist orientation on static grip strength as a design criterion for hand tools. In *Proceedings of the Human Factors Society 20th Annual Meeting* (pp. 28-32). Santa Monica, CA: Human Factors Society.

부록 1. CTD CHECKLIST (1/2)

성명		회사		부서	
작업		일시		비디오 번호	
기타특성					

· 반복성요인

요 인	내 용
5. 작업주기	수초, 수분
6. 1분당 손목 동작횟수	<25/1분, 25~50/1분, >50/1분

· 자세 요인

요 인	내 용
7. 살집집기	없음, 있음
7. 측면집기	없음, 있음
7. 손바닥집기	없음, 있음
7. 손가락 누르기	없음, 있음
8. 어깨 굴절/ 신전	0, >0 & <30, ≥30 도
8. 어깨 들어올림 각도	0, >0 & <30, ≥30 도
8. 팔꿈치 굴절/ 신전	0, >0 & <45, ≥45 도
8. 팔비틀	중립, 부분상향/하향, 상향/하향
9. 손목굴절/ 신전	0, >0 & <15, ≥15 도
9. 손목 척골/ 요골 방향 구부림	0, >0 & <10, ≥10 도
10. 목 굴절	0, >0 & <30, ≥30 도
10. 허리 굴절	0, >0 & <10, ≥10 도

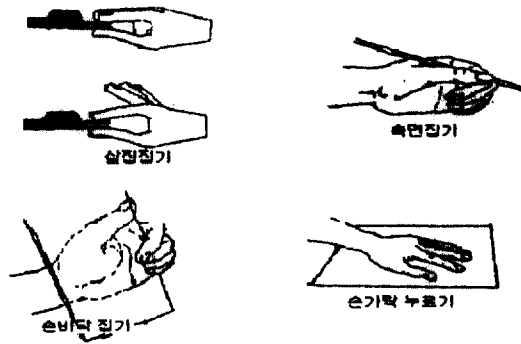
· 힘요인

요 인	내 용
11. 들어올리기	0kg, <2.5kg, <7kg, <14kg, <23kg
12. 밀기/ 잡아당기기	저, 중, 고
13. 운반(>3cm)	0kg, <2.5kg, <7kg, <14kg

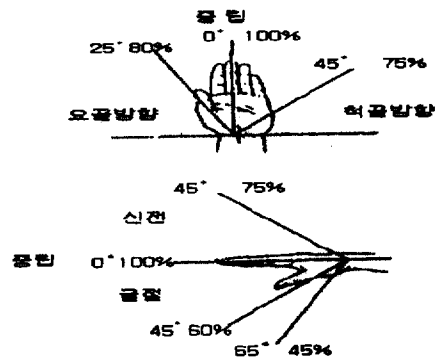
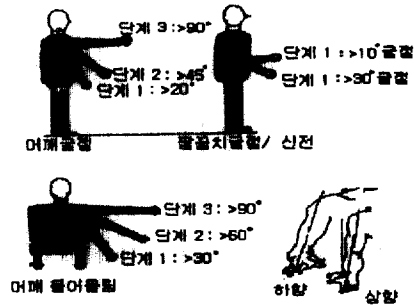
· 기타환경요인

요 인	내 용
정적자세(>30 초)	없음, 있음
진동	없음, 있음
작업순환	없음, 있음
압력점	없음, 있음
공구위치조정성	없음, 있음
작업높이조정성	없음, 있음
작업면 경사	없음, 있음
작업속도 조절 가능성	없음, 있음
작업장 온도	>10℃ ≤10℃
8시간당 키보드 사용시간	0, <4시간, ≥4시간

부록 1. CTD CHECKLIST (2/2)



★ 7 살잡기, 속면잡기, 손바닥잡기, 손가락누르기



★ 9 손목굴절/신전, 손목척골/요골방향 구부림

