

Cumulative Trauma Disorders (CTDs) 관련 범용 작업위험도 평가서 개발에 관한 연구

인하대학교 산업공학과*, 길의료재단 산업의학연구소**

박동현* · 한상환** · 송동빈**

— Abstract —

Development of a Baseline Checklist for CTD Risk Assessment

Donghyun Park*, Sang-Hwan Han, ** Dong-Bin Song**

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

Today, CTDs (Cumulative Trauma Disorders) are one of major hazards in the US and European Industries disrupting work schedules, productivity and increasing workers compensation costs. The increase in injuries and their associated costs has led companies to form committees and implement programs to address this problem. Therefore, it is important that quantitative analysis tools help identify and assess industrial tasks that pose risk to workers. However, the process of quantifying risk in upper limb tasks is still in its infancy stage and calls for better measurement techniques are not going unheard.

As the first work of quantification, baseline CTD checklist for risk assessment was developed in this study. It was mainly based on previous literature regarding CTDs. The checklist was unique in that its expected user was industrial hygienist who did not have much ergonomic background and in that it was targeted to Korean workers in various types of industries. As the first application of the checklist, some jobs in two industries (VDT, heavy industry) were evaluated, and compared with the medical data. Eighteen out of thirty items in the checklist was univariately significant ($p < 0.05$) on the results of medical examinations. The correlation between medical data and total risk score from the checklist was 0.62. The feasibility of its use by an industrial hygienist was also checked by comparing with the results by an ergonomist. Their correlation (on the basis of Kendall's tau-b) in terms of total risk score was 0.74.

The checklist in this study shows reasonably good performance for the first trial. Further research will have to include continuous refinement and validation for many more industries and many more jobs.

Key Words : CTDs, Checklist, Quantitative risk assessment, Total risk score

서 론

누적외상성질환(Cumulative Trauma Disorders)은 어떤 외부 stress의 누적적인 영향에 의해 발생하는 육체적인 질환들의 집합이다. 요즘은 이 질환이 현대 산업사회의 주요 산업재해의 하나로 떠오르고 있지만 18세기초에 Ramazzini에 의해서 언급된 이후로 거의 200년이 넘도록 주의를 끌지 못하다가 1980년대에 이르러서야 구미 선진국가에서 산업사회에서의 주요 재해문제로서 관심을 끌기 시작했다. 이러한 변화는 1980년대 이후의 CTDs 발생의 급격한 증가추세에 기인하는 데 그에 대한 이유는 크게 두 가지를 꼽을 수 있다. 첫째 이유는 사회분위기의 변화를 들 수 있다. 이 시기를 기점으로 구미 선진국에서는 산업재해에 대한 관심과 인식이 매우 높아졌으며 그에 따른 매우 강력한 규제 법안들이 시행되었다. 따라서 그 전에 자각하지 못했던 문제들을 작업자 자신이 인식하게 되었다. 둘째 이유는 산업환경의 전반적인 변화를 들 수 있는데, 과거 중공업 중심의 산업에서 High-Tech & Service 산업으로 가는 전이과정에서 발생하는 예상하지 못했던 부작용들이 그것이다. 예를 들면 공정의 많은 부분을 자동화하는데서 야기되는 단순 작업, 고반복작업 등의 작업특성은 그 전에는 볼 수 없었던 새로운 환경으로 그 동안 여러 사례 연구들을 통하여 위험요인으로 밝혀졌다. 이 두 가지 요인의 복합적인 작용에 의하여 누적외상성 질환의 급격한 발생증가가 초래되었다고 판단된다.

최근에 나온 자료들에 의하면 미국의 경우, 매년 약 30만 건의 직업성 CTDs가 보고되고 있으며 (OSHA, 1997) 이에 관련된 총 의료보상비는 약 650억불에 달하고 이로 인한 노동 손실시간은 500억불에 이른다(National Safety Council, 1993). 하지만 이 수치들은 정식으로 보고된 건 수들만을 기준으로 산출되었기 때문에 실제 수치는 훨씬 높으

리라 생각된다. 실제로 미국 NIOSH의 통계자료에 의하면 1990년대에 들어서 CTDs는 작업성 요통 다음의 비중을 가진 산업재해문제로 대두되었고 OSHA는 CTD가 2000년대에 이르면 전체 산업재해 보상비의 50%를 차지할 것이라고 예측하고 있다 (Ayoub 등, 1989).

CTDs에 대한 우리나라의 상황을 살펴보면 우리나라는 최근 2-30년 동안에 산업구조, 작업방법 그리고 작업자 개개인의 생활양식이 급격하게 변화되어 직업성 CTDs가 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 산업의학 전문가들에 의하여 자각증상을 중심으로 한 조사연구(박정일 등, 1989; 이원진 등, 1992; 김양욱 등, 1995)가 행해진바 있다. 그러나 CTDs의 특성상 의학적인 연구만으로 근본대책을 제시하기가 미흡하므로 공학적인(인간공학적인) 연구의 보강이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 앞서 언급한 바와 같이 CTDs 연구가 초보단계에 있는 우리나라에서 산업의학과 인간공학이 공동으로 CTDs에 대한 근본대책을 수립할 수 있는 장기연구 계획의 토대를 마련하고자 하였다. 그 구체적인 첫 작업으로 특정 작업 및 작업자에 대한 CTD 위험도를 정량적으로 추정할 수 있는 기저 평가서모델(Baseline checklist)을 개발하고자 하였다. 이러한 평가서를 적용하는 궁극적인 목적은 작업환경과 관련된 문제점을 도출하고 적절한 대책을 마련하는데 있어서 그 근거를 마련하는 것이다. 그 동안 이 부분에 대한 연구는 여러 인간 공학 전문가들에 의하여 시도되었지만 아직도 초기단계의 수준을 못 벗어나고 있는 실정이다. 그동안 개발된 대표적인 CTD 관련 평가서로는 ANSI-Z-365(1995), Mc-Atamney & Corlett(1993), 그리고 Drury (1987) 등이 개발한 것들이 있는데 어느 하나도 공식적인 도구로서 사용되지는 못하고 있다. 특히

McAtamney와 Corlett에 의해 개발된 평가서와 Drury에 의해서 개발된 평가서는 너무 양이 많고 내용이 너무 전문적으로 구성되어 있어서 인간공학 전문가가 부족한 우리나라의 실정에서 인간공학의 비전문가가 사용하기에는 부적절하였다. 그러나 무엇보다도 이제까지 시도된 평가서들의 최대약점은 검증의 부재였다. 물론 본 연구의 속성이 경험적이기 때문에 검증이 완전하게 되기 위하여는 오랜시간이 걸리겠지만, 데이터를 축적할 때마다, 혹은 업종별로, 평가서의 위험도 예측력은 제시되어야 한다고 생각된다. 본 연구에서는 앞으로 이런 과정을 거쳐나가는 데 있어서 제일 기본이 되는 평가서를 개발하여 첫 대상집단(중공업 및 VDT작업)에 대하여 적용하고 그 예측력과 유병율과의 관계를 알아보려고 하였다.

위험도 평가서의 개발

앞에서 언급한 바와 같이 CTD문제를 효과적으로 다루기 위하여는 위험도 평가서를 개발하여 정량적인 분석을 실시한 다음 그 결과를 토대로 대책을 제시하는 것이 매우 절실하지만 CTD를 정확하게 평가하고 경험적으로 검증된 평가서는 아직까지 없는 실정이다. 이것에 대한 제일 큰 이유는 이제까지의 평가서개발이 인간공학적인 개념에만 치중하였고 각각의 항목들이 얼마만큼 CTD발생에 영향을 미치는지를 알기 위한 진단 데이터를 이용한 검증이 상대적으로 부실하였기 때문이라고 생각된다. 이러한 취약점을 보완함을 목적으로 본 연구에서는 과거에 행한 일반적인 CTD연구나 기존의 평가서들(ANSI-Z-365, 1995; McAtamney & Corlett, 1995; Drury, 1987 등)을 토대로하여 부록에서 보는 바와 같은 기저 평가서를 개발하였다. 본 평가서를 개발하는 데 있어서 고려된 지침 및 목표는 다음과 같다.

i) 요즘에 개발되는 평가서는 초창기의 평가서들 보다 훨씬 간략해지는 경향이 있다. 본 연구에서도 짧은 교육만으로 인간공학의 비전문가들도 쉽게 사용할 수 있고, 검증하기 용이하도록 내용과 형식을 간단히 하였다.

ii) 본 평가서의 주 사용자는 각 사업장의 보건관리자이다. 우리나라와 같이 인간공학전문가가 부족한 실정에서 소정의 교육 및 평가서에 대한 해설만으로 비전문가가 1차로 작업의 위험도를 평가할 수

있도록 설계하였다. 보건관리자의 평가서사용에 대한 타당도는 인간공학전문가에 의한 적용결과와 비교함으로써 검증하고자 하였다.

iii) 본 평가서의 목표는 궁극적으로 ANSI 평가서에서 지향하는 CTD위험도에 있어서 절대위험역치(absolute risk threshold)를 넘는 작업을 도출해냄을 목표로 하였다. 따라서 본 평가서의 결과와 부서별 진단결과(유병율)를 비교하여 작업 특성상 고위험도를 지니는 작업군과 저위험도를 지니는 작업군으로 선별하여 검진 대상 선정이나 인간공학적 분석 및 대책을 제시 하는데 있어서 그 상대적인 우선도를 나타내려고 하였다.

iv) 본 기저 평가서는 1차적으로 모든 업종의 문제 작업을 도출해 나가려고 하는 것이 궁극적인 목표이지만 2차적으로는 각 업종의 특성에 맞는 내용을 더하거나 유병율과의 일치도가 떨어지는 내용들을 각 업종에 따라 빼거나 하여 후에 개발될 업종별, 질환별 전문평가서의 기본이 되고자 하였다. 즉 본 평가서는 말 그대로 누적의상성질환을 평가하고 개선책을 제시하게 될 장기계획의 출발점이 되는 기저 평가서 모델이기 때문에 ANSI 평가서와 같이 업종 및 질환종류에 관계없는 가장 기본적인 상황만을 고려하였다. 따라서 향후 본 평가서의 지속적인 적용 후에 도출될 업종별, 질환별 전문 평가서의 기저 모델이 되고자 하였다.

본 평가서는 크게 4부분(빈도, 힘, 자세, 기타환경)으로 나뉘어져 있으며 각 항목의 점수가 높아질수록 위험도가 높음을 나타내도록 하였다. 특히 비전문가들의 손쉬운 사용을 위하여 빈도와 자세 등의 약간 전문적인 내용에 대하여는 평가서 뒷부분에 해설과 그림을 첨부하였다. 각 부분별로 점검항목에 대한 근거는 다음과 같다.

반복성요인(frequency factors)

과거의 경우와 비교하여 현재의 작업환경에 있어서 가장 큰 변화는 작업의 단순화와 높은 작업반복성이다. 이런 이유로 CTDs를 RSI(Repetitive Strain Injury)라고 부르기도 하는 데 이렇듯 여러 위험요인 중에서도 CTD에 대한 작업반복성의 중요성은 매우 크다. 이 요인을 현실적으로 고려하기 위해서는 사이클타임(작업주기)과 손목동작횟수에 대한 정보를 얻어야 한다. 특히 하루 8시간 작업시 손

목동작업수의 위험도는 다음과 같이 정의 된다 (Burt & Boiano, 1990). 본 기저평가서에서는 특정작업에 대하여 8시간 내내 데이터 수집을 수행할 수 없는 현실적인 제약 때문에 모든 평가 대상 작업자는 8시간 작업 한다고 가정하고 하루 중 몇차례에 걸쳐 해당 사업장의 사정에 맞게 임의로 정한 시간에 데이터를 수집한 후에 다음과 같은 기준에 맞추어 작업반복성을 평가하고자 하였다.

저위험도 : < 10000회/1일

중위험도 : 10000~20000회/1일

고위험도 : > 20000회/1일

앞의 내용에 대하여 점심시간 60분, 그리고 오전, 오후 휴식시간을 각각 10분이라고 가정할 때 순수작업시간 400분에 대하여 정리하면 다음과 같다.

저위험도 : < 25회/1분

중위험도 : 25~50회/1분

고위험도 : > 50회/1분

자세요인(posture factors)

일반적으로 어색하고 불안정한 작업자세는 생산성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 CTD발생에 커다란 영향을 미친다. 특히 자세에 있어서 CTD와 관련되어 눈여겨보아야 하는 신체부위는 목, 허리, 어깨, 팔꿈치 그리고 손목이다. 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). 또한 각 관절의 변위각도에 대한 위험도는 손목 및 팔꿈치, 목, 허리에 대하여는 Drury(1987)와 McAtamney 등(1993)이, 어깨, 목, 허리에 대하여는 Chaffin(1973), Drury(1987), Genaidy(1995), Joshi(1995), Keyserling(1986), 그리고 McAtamney(1993) 등이 연구한 바 있다.

힘요인(force factors)

작업시에 드는 힘은 CTD발생에 영향을 미친다고 알려져 있지만 그것을 실제 작업환경에서 측정을 하기는 매우 어렵고, 실제 실험은 하지 못하더라도 Borg 척도(Borg, 1990)과 같은 심물리학적지수

(Psychophysical rating)를 이용하여 간접적으로 추정하는 것도 고려해볼 수 있는 방법이나 이 경우에도 피실험자에게 척도에 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(1995)의 "load/force"부분을 그대로 사용하였다.

기타환경요인(miscellaneous factors)

본 평가서에서는 이제까지 언급한 요인들 이외에도 다른 평가서나 이전의 CTD연구(Cannon, 1981; Kroemer, 1989; Karwowski, 1987; Radwin 등, 1990)에서 CTD 발생에 영향을 미친다고 의심되는 여러 가지 기타 작업환경요인들을 고려하였다. 주요내용은 진동작업여부, 정적자세, 작업면의 형상, 공구, 작업대의 조정성에 관한 문제들이었다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 평가서는 97년 4월부터 5월 사이에 서울근교에 위치한 개인용 컴퓨터 단말기를 이용한 작업이 주를 이루는 VDT 사업장(A)의 작업과 남부지방에 위치한 선박건조를 하는 중공업(B)의 작업들에 대하여 적용되었다. A 사업장은 분석 대상 부서의 작업이 모두 동일하기 때문에 적용대상 작업은 1종류였고, B 사업장의 경우에는 중공업의 대표적인 직업들이라고 할 수 있는 4부서에 속한 작업들이었다. A 사업장의 경우 총 150여명의 작업자 중 35명(남자 3명, 여자 32명)의 작업을 분석하였는데 그들의 나이분포는 22세부터 41세였고 평균경력은 9.7년이었다. B 사업장의 경우에는 각 부서에서 5~6명의 작업자를 대상으로 총 22명(남자 20명, 여자 2명)의 작업자를 대상으로 하였다. 그들의 나이는 20세부터 59세였고 평균경력은 12.6년이었다.

2. 연구방법

인간공학 전문가의 평가서 내용에 대한 1시간 가

Table 1. Lists of cumulative trauma disorders

1. Hand/Wrist CTDs
 - Ulnar Nerve Entrapment at Guyon's canal
 - DeQuervain's Disease
 - Carpal Tunnel Syndrome
 - Degenerative Joint Disease of 1st Carpometacarpal(CMC) Joint
 - Degenerative Joint Disease of Hand
 - Trigger Finger
 - Ganglion
 - Tendinitis/Tenosynovitis of Hand/Wrist Area
2. Elbow/Forearm CTDs
 - Lateral Epicondylitis
 - Medial Epicondylitis
 - Olecranon Bursitis
 - Radial Nerve Entrapment at Forearm
 - Median Nerve Entrapment at Forearm
 - Ulnar Nerve Entrapment at the Elbow
 - Myofascial Pain Syndrome(Myofascial Trigger Point Syndrome)
3. Shoulder CTDs
 - Degenerative Joint Disease of Acromioclavicular Joint
 - Degenerative Joint Disease of Glenohumeral Joint
 - Bicipital Tenosynovitis(including Rupture of Biceps Brachii)
 - Rotator cuff tendinitis
 - Frozen Shoulder(Adhesive Capsulitis)
 - Thoracic Outlet Syndrome
 - Myofascial Pain Syndrome(Myofascial Trigger Point Syndrome)
4. Neck/Scapula CTDs
 - Myofascial Pain Syndrome(Myofascial Trigger Point Syndrome)
 - Cervical Radiculopathy
 - Degenerative Joint Disease of Cervical Spine

량의 설명과 이전에 다른 사업장에서 촬영된 10개의 단순반복작업 Video tape을 통한 실습을 가진 경력 8년의 산업의학 간호사가 현장에서 평가서를 기록하고 후에 비디오 테이프상의 동일작업에 대하여 현장에서 얻어진 기록을 검증하도록 하였다. 구체적으로 A, B 사업장의 작업특성 정보는 현장방문시 작업자와의 간단한 면담과 각 작업에 대한 비디오 촬영으로 이루어졌는데 여기서는 각 작업을 최소한 3사이클(작업주기) 이상(첫번째 주기: 전신, 두 번째주

기: 상반신, 세 번째 주기: 팔 및 손)씩 촬영하여 전체적인 것 뿐만 아니라 세부적인 작업자와 작업과의 계면(interface)에 관한 정보를 얻도록 하였다.

3. CTDs에 대한 진단

본 연구에서는 궁극적으로 전 부서원들이 CTDs 검진을 받은 부서의 유병율과 기저 평가서의 적용결과와의 관련성을 통하여 평가서의 현재 성과 앞으로의 개선할 점을 도출하고자 하였다. 먼저 연구대상에 대한 누적의상성질환 관련 건강진단을 실시하기에 앞서 문헌고찰(Viikari-Juntura, 1983; Silverstein, 1985)을 통하여 병인이나 병태생리상 누적의상성질환으로 인정되는 질환을 모두 포함하고, 실제 근골격계 진단 및 치료의 관점에서 임상적으로 적용되는 질환을 중심으로 국제질병분류(ICD-10)에 따른 질병명으로 누적의상성질환군을 선정하였다(Table 1).

선정된 누적의상성질환 질병군에 대해서는 건강진단에 앞서 진단기준을 정의하였는데(Table 2), 진단기준은 보편 타당하면서도 민감도와 특이도가 높도록 하였으며, 이를 위해 전기적 검사 등 객관적 검사를 실시하고, 주관적 증상 호소보다는 객관적인 검사 소견이나 이학적 검사 소견을 이용하여 진단기준을 설정하였다. 또한 현재 임상적으로 널리 적용되며, 보편 타당하다고 판단되는 기준을 적용하였다. 재활의학 전문의 2인이 건강진단에 참가하였으며, 시진(inspection), 촉진(palpation), 수동적 운동(passive movement), 저항 운동(resisted movement)과 Phalen test, Yergason test 등 진단에 필요한 이학적 검사를 실시하였다. 한편 이학적 검사를 통하여 신경학적 이상이 의심되는 경우는 근전도검사를 시행하였다.

4. 분석방법

조사된 자료는 모두 SAS 통계 프로그램을 이용하여 분석을 수행하였다. 1단계로 각 작업요인별로 기술(descriptor) 통계분석을 하여 조사된 사업장 작업들의 개략적인 특성을 파악하였고, 2단계로는 평가서 상의 개별항목들에 대하여 유병율과의 유의도를 파악하기 위하여 단순회귀 분석을 실시하였다. 3단계로는 평가서를 적용하여 도출된 부분점수(반복성, 자세등...) 및 총 위험도 점수의 유병율과의 유

Table 2. Medical diagnostic criteria for disease entities of cumulative trauma disorders in this study

| Diseases | Specific criteria |
|---|---|
| Trigger Finger | - Finger locks in extension or flexion |
| Lateral Epicondylitis | - Tenderness over the lateral epicondyle - Pain on resisted wrist extension or radial deviation with fingers flexed |
| Carpal Tunnel Syndrome | - Pain, paresthesia, numbness of median sensory distribution(1st, 2nd, and 3rd finger) - And/or tenderness or tinel sign on carpal tunnel or median nerve of wrist area - And/or weakness of thumb abduction(Abductor pollicis brevis and APB) - And/or noctonal exacerbation relieved by hands shaking on history - And/or Phalen test(+) - Electrodiagnosis proven : should r/o other upper median entrapment neuropathy, cervical radiculopathy etc |
| Bicipital Tenosynovitis | - Tenderness over the bicipital groove - Yergason test(+) - Protruding muscle mass on midarm region with weakness of elbow flexion and supination(rupture of biceps brachii) |
| Myofascial Pain Syndrome of neck muscles* | - Tenderness over the respective muscle - Local twitch response or feeling of local muscle spasm on needle insertion |

* Neck muscles include cervical paraspinal muscles, trapezius, supraspinatus, infraspinatus, teres minor, latissimus dorsi, rhomboides and other muscles around scapular and posterior neck region.

Table 3. Descriptive Statistics By Department(Frequency Factors)

| Factors | A | B(Dept. 1) | B(Dept. 2) | B(Dept. 3) | B(Dept. 4) |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| CT | few minutes | few minutes | few minutes | few minutes | few minutes |
| NMW | 25-50/min | <25/min | >50/min | 25-50/min | 25-50/min |

CT : cycle time, NMW : number of wrist motions per minute

Dept. : department, Freq. : frequency

의도를 알아보기 위하여 단순회귀분석과 Pearson 상관계수를 적용하였다. 4단계에서는 인간공학 전문가의 결과와 산업의학 간호사의 결과의 일치도(상관관계)를 파악하기 위하여 감마(Gamma), 켄달타우(Kendalls tau-b)를 계산하였다. 마지막 단계는 평가서에는 포함되어 있지 않지만 각 업종별로 CTDs의 위험 작업요인으로 작업자들로부터 혹은 인간공학 전문가가 위험가능요인 이라고 지적한 항목들에 대하여 일원변량분석을 실시하였다.

연구결과

본 평가서는 CTD검진을 받은 A(VDT작업),

B(중공업) 두 사업장의 작업들을 중심으로 하여 수행하였다. 기저 평가서에 포함되어 있는 개인특성에 관한 항목들은 B사업장 작업의 특성상 취득 불가능한 내용들이 많았기 때문에 분석을 생략하고, 작업특성만을 고려하였다. 작업특성정보는 작업에 대한 비디오 촬영 과 작업장에서의 간단한 면담을 통하여 취득하였는데 특히 video taping시에는 각 작업을 3 주기(cycle) 이상(첫째 주기: 전신, 둘째 주기: 상반신, 셋째 주기: 팔 및 손)씩 촬영하였다. 특히 전 부서가 CTD검진을 받은 B사업장의 4부서와 A사업장의 1부서의 대표적인 작업(각 부서당 3~5개 작업)들에 대하여 평가서를 적용하였는데 그 이유는 평가서의 결과와 그 부서의 유병율과 비교하기 위한

Table 4. Descriptive Statistics By Department(Posture Factors)

| Factors | A | B(Dept. 1) | B(Dept. 2) | B(Dept. 3) | B(Dept. 4) |
|---------|--------|------------|------------|------------|------------|
| PP* | N | N | Y/N | N | N |
| LP* | N | Y/N | Y/N | Y | Y |
| PALM* | N | Y | Y | Y | Y |
| FP* | N | N | N | N | Y |
| SFE** | 0° | 0° | >30° | >30° | >30° |
| SA** | 0° | 0°~30° | 0°~30° | 0°~30° | 0°~30° |
| EFE** | 0°~45° | 0° | >45° | >45° | >45° |
| LAPS*** | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| WFE** | >15° | >15° | >15° | >15° | >15° |
| WUR** | 0°~10° | >15° | >15° | >15° | >15° |
| NF** | 0° | 0°~30° | 0°~30° | 0°~30° | 0°~30° |
| BF** | 0° | 0° | 0°~10° | 0°~10° | 0° |

* Y: associated with all jobs, N: associated with no jobs, Y/N: associated with some jobs

** : maximum joint deviation angle at each posture

*** 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 Dept.: department

Table 5. Descriptive Statistics By Department(Force Factors)

| Factors | A | B(Dept. 1) | B(Dept. 2) | B(Dept. 3) | B(Dept. 4) |
|---------|------|------------|------------|------------|------------|
| Lift | 0kg | <7kg | <14kg | 7kg | 7kg |
| Push | easy | moderate | heavy | moderate | moderate |
| Carry | 0kg | <14kg | <14kg | <2.5kg | 7kg |

이었다. 두 사업장의 각 부서의 작업들에 대한 대표 값(평균)을 기술적(descriptive)으로 정리하면 다음과 같다.

Table 3에서 보다시피 조사된 업체의 반복성에 관한 정보는 먼저 cycle time(작업주기)에 있어서 두 업체의 특성이 매우 다른 것으로 나타났다. 특히 B사업장의 대표적 네 부서의 작업들은 매우 긴 사이클타임을 요하는 것들이었다. 그러나 반복성 정보의 실질내용중의 하나라고 할 수 있는 1분당 손목동작 횟수는 B사업장의 부서 1과 2를 제외하고는 모두 8 시간동안 10000회(25~50/분)이상인 것으로 나타났다. 자세 측면에 있어서 특히 A 사업장에서는 팔에 관련된 자세들(어깨, 팔꿈치, 손목)에 있어서 작업자들간에 개인적인 미미한 차이가 있을 뿐이었고 B

사업장에서는 거의 모든 신체부위에서 인간공학적 측면에서 열악하다고 여겨지는 자세요인을 많이 포함하고 있는 것으로 나타났다. 특히 모든 부서에 있어서 어깨, 팔꿈치, 목, 허리 등의 자세가 열악하였다(Table 4). Table 5에서 보다시피 힘요인 측면에서도 A사업장은 거의 영향을 안 받는 것으로 나타났다 반면 B 사업장에서는 무거운 작업도구나 대상을 들어올리고, 밀고, 옮기는 작업들이 많았다. 마지막으로 기타요인측면에서 살펴보면 진동, 작업 높이 조정성, (동절기)작업장온도, 키보드 사용도에 있어서 두 사업장이 차이를 보였고 나머지 항목들은 거의 동일한 것으로 나타났다(Table 6). 결론적으로 자세 및 힘요인에 있어서 열악한 면을 상대적으로 많이 가지는 B사업장이 인간공학적 측면에서 개

Table 6. Descriptive Statistics By Department (Miscellaneous Factors)

| Factors | A | B(Dept. 1) | B(Dept. 2) | B(Dept. 3) | B(Dept. 4) |
|----------------------------------|------|------------|------------|------------|------------|
| Static posture | Y | Y | Y/N | Y/N | Y |
| Vibration | N | Y/N | Y | Y/N | Y |
| Job rotation | N | N | N | N | N |
| Sharp edge | N | N | N | N | N |
| Adjustability (tool location) | N | Y/N | N | Y/N | N |
| Adjustability (work height) | Y | N | N | N | N |
| Inclination of work station | N | N | N | N | N |
| Work pace control | Y | Y/N | Y | Y/N | Y |
| Temperature (winter) | >10℃ | ≤10℃ | ≤10℃ | ≤10℃ | ≤10℃ |
| Keyboard use | Y | N | N | N | N |

* Y: associated with all jobs, N: associated with no jobs, Y/N: associated with some jobs

인특성을 무시하고 정성적으로만 판단한다면 위험도가 더 높은 직업이라고 판단된다.

1. 평가서 개별항목의 통계적 관련성분석

본 분석을 위하여 각 부서의 유병율에 대한 평가서 상의 각 항목의 개별적인 관련성을 지표(indicator variable)를 이용한 단순회귀분석을 통하여 알아보았고 통계프로그램을 이용한 분석결과는 Table 7과 같다.

분석의 첫 번째 단계로 기저 평가서의 각 항목의 유병율에 대한 개별적인 영향력을 알아보았다. 이 항목들은 앞서 언급한 바와 같이 기존의 평가서에서나 기타 인간공학이론에서 CTD에 대한 영향력이 높은 요인들 중 상대적으로 정보취득이 용이한 요인들만을 비인간공학전문가가 다루도록 만들었기 때문에 매우 단순화된 형태를 가지고 있는 것에 반하여 상당히 많은 항목들에 있어서 통계적으로 유의한 혹은 유의한 경향을 보이는 것으로 나타났다. 먼저 반복성 항목에 있어서 상대적으로 긴 작업주기(cycle time)가 위험도가 높은 것으로 나타났고 분당 손목 동작횟수는 통계적으로 유의하지 못한 것으로 나타났다. 이것은 B사업장의 유병율이 상대적으로 높은

데 반하여 두 사업장 모두의 작업들이 높은 손목동작횟수를 가지는 특성에 기인한다고 판단된다.

자세 관련 항목들에서도 lateral pinch(측면집기), palm pinch(손바닥집기), 그리고 상지에 관련된 거의 모든 자세들이 통계적으로 유의하거나 유의한 경향을 보였다. 특히 B사업장의 제일 큰 작업 특성이라고 할 수 있는 목, 허리부분의 자세가 CTD 유병율에 커다란 영향력을 가진다는 것은 기존의 연구들에서 대부분 언급되지 않았다는 점에서 주목할 만하다. 마지막으로 힘 및 기타요인 항목에 있어서도 거의 대부분의 요인들이 개별적으로 유병율에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

분석의 두 번째 단계는 각 부분별(빈도, 자세, 힘, 기타요인)점수 및 총위험도 점수에 관한 것이다. 본 연구에서 제시한 평가서는 말 그대로 기저 평가서 모델이고 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 평가서 상의 각 항목에 대하여 이론적으로 가장

열악한 상황을 1점으로, 최적의 상황을 0점으로 표시하고 해당요인의 위험정도를 표현하는 단계수에 따라 그 비율을 근거로 하여 보정과정을 거치게 하였다. 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(최고위험점수), 최저 0점(최저위험점수)의 위험도 점수범위를 갖게 된다. Table 8은

Table 7. Significance of Individual Factors on CTD Prevalence

| Factors | p-value | r ² (%) |
|------------------------------|---------|--------------------|
| Cycle time | 0.01 | 63.3 |
| No. of wrist motions/1 min. | 0.33 | 11.1 |
| Pulp pinch | 0.86 | 1.0 |
| Lateral pinch | 0.01 | 61.9 |
| Palm pinch | 0.01 | 63.3 |
| Finger press | 0.16 | 19.8 |
| Shoulder flexion /extension | 0.01 | 55.0 |
| Shoulder abduction | 0.17 | 26.8 |
| Elbow flexion/extension | 0.01 | 55.1 |
| Pronation/Supination | 0.03 | 39.9 |
| Wrist flexion/extension | 0.11 | 19.9 |
| Wrist ulnar/radial deviation | 0.01 | 46.2 |
| Neck flexion | 0.01 | 49.9 |
| Back flexion | 0.01 | 49.4 |
| Lift | 0.01 | 88.1 |
| Push | 0.02 | 41.8 |
| Carry | 0.01 | 87.8 |
| Static posture | 0.02 | 29.6 |
| Vibration | 0.19 | 8.2 |
| Adjustability(tool location) | 0.12 | 21.9 |
| Adjustability(work height) | 0.01 | 63.3 |
| Work pace control | 0.11 | 11.9 |
| Temperature(winter) | 0.01 | 40.1 |
| Keyboard use | 0.01 | 63.3 |

Table 8. Sensitivity of CTD Risk Scores

| Scores | Coefficient | P-value | Correlation |
|---------------|-------------|---------|-------------|
| Frequency | 0.588 | 0.001 | 0.588 |
| Posture | 0.718 | 0.001 | 0.644 |
| Force | 0.403 | 0.007 | 0.410 |
| Miscellaneous | 1.668 | 0.006 | 0.452 |
| Total | 0.512 | 0.063 | 0.613 |

각 부분점수 및 총위험도 점수의 유병율에 대한 통계적 유의도와 유병율과의 상관관계를 보여준다. 부분점수 및 총위험도 점수 모두 통계적으로 유의하였고(P<0.1), 유병율과의 상관관계에 관해서는 자세 점수 및 총위험도 점수에서 계수가 상대적으로 높았다(>60%).

2. 평가서 결과상의(인간공학 전문가 vs. 보건관리자) 일치도분석

본 연구에서는 우리나라의 산업보건과 관련된 인간공학 방면의 전문가가 부족하다는 실정 때문에 인간공학이론이나 분석 경험이 없는 보건관리자가 비교적 손쉽게 쓸 수 있도록 평가서를 설계하고자 하였다. 본 연구에서는 경력 8년의 산업의학간호사로 하여금 약 1시간의 교육과 10개 작업에 대한 연습 후에 인간공학 전문가가 분석한 동일한 작업들에 대하여 평가서를 작성하도록 하였는데 인간공학 전문가의 결과와 보건관리자의 결과와의 상관관계는 Table 9과 같다. 여기서 상관관계를 표시하기 위하여 적용된 통계량은 변수가 서열척도인 경우에 관찰치 쌍들의 일치/불일치에 의해 자료들간의 상관관계를 구하게 되는 감마와 일치도검정(Kendall's tau-b)을 사용하였다(SAS, 1985)

평가서 상에서 작업분석에 사용되는 총 32개 항목(위험도 점수 포함)중에서 15개 항목들에 있어서 0.7 이상의 상관관계를 보였고(켄달의 타우 b 기준) 기타요인부분의 5항목들은 보건관리자의 평가서 작성시 데이터 수집상의 문제 때문에 상관분석에서 제외하였다. 전반적으로 보면 총위험도 점수나 각 부분점수에 있어서는 0.7 이상의 상관관계를 가졌다는 것은 보건관리자에 의한 첫 번째 수행결과라는 것을 감안하면 앞으로 이 기저 평가서의 추후 보완을 통하여 보건관리자에 의한 평가서의 효율적인 사용가능성이 매우 희망적이라 판단된다. 다만 자세부분의 몇 항목들에 있어서는 상대적으로 낮은 상관관계를 나타냈는데 이것은 예를 들면 pulp pinch(살집집기) 나 lateral pinch(측면집기)와 같은 상대적으로 운동범위가 적은 동작 즉 작업장상황에 따라서는 육안으로 판별하기 쉽지 않은 동작과 관련된 자세에서 볼 수 있었다. 이런 문제점은 추후 평가서 자체 및 평가서에 대한 적응 교육등의 보완을 통하여 해결될 수 있을 것이다.

Table 9. Ergonomist vs. Industrial hygienist

| Factors | Gamma | Kendall's tau-b |
|------------------------------------|--------------|-----------------|
| Cycle time | 1.000 | 0.760 |
| Number of wrist motions per minute | 1.000 | 0.916 |
| Frequency score | 0.797 | 0.748 |
| Pulp pinch | 0.900 | 0.450 |
| Lateral pinch | 0.692 | 0.315 |
| Palm pinch | 1.000 | 1.000 |
| Finger press | -1.000 | -0.048 |
| Shoulder flexion/extension | 0.705 | 0.563 |
| Shoulder abduction | 0.600 | 0.397 |
| Elbow flexion/extension | 1.000 | 0.721 |
| Pronation/supination | 0.820 | 0.615 |
| Wrist flexion/extension | 1.000 | 0.616 |
| Wrist radial/ulnar deviation | 0.818 | 0.615 |
| Neck flexion | 0.806 | 0.605 |
| Back flexion | 1.000 | 0.876 |
| Posture score | 0.824 | 0.780 |
| Lift | 0.774 | 0.631 |
| Push | 1.000 | 0.892 |
| Carry | 1.000 | 0.955 |
| Force score | 0.753 | 0.751 |
| Static posture | 1.000 | 0.645 |
| Vibration | 1.000 | 0.884 |
| Adjustability(work height) | 1.000 | 1.000 |
| Temperature(winter) | 1.000 | 0.913 |
| Keyboard use | 1.000 | 1.000 |
| Miscellaneous score | 0.941 | 0.791 |
| Total Risk Score | 0.745 | 0.734 |

고찰 및 결론

CTDs(누적외상성질환)는 1980년대 이후로 구미 선진국에서 주요산업재해로서 떠오르기 시작했다. 그 이유중 커다란 하나는 산업환경의 변화를 들 수 있는데 과거 중공업시대의 작업방식에서 자동화로 대변되는 현대의 High-Tech & Service 산업의 작업방식으로서의 전환이 바로 그것이었다. 이런 현대 산업사회에 있어서 새로운 작업방식으로서의 전환에 의하여 생산성은 예전에 비하여 급격하게 증가하였으나 높아진 작업반복성, 제한적인 작업공간 및 기타 작업환경의 변화로 인하여 인간의 신체일부가 집

중적으로 혹사당하게 되었으며 이러한 현상은 급격한 CTD 증가추세의 주요원인이 되었다. 이러한 생산성 향상을 위한 작업방식을 전반적인 산업환경 변화에 발맞추어 작업환경도 인간에 좀 더 알맞도록 개선되어야 함에도 불구하고 전혀 그렇지 못했던 것이 구미 선진국에서도 보통의 경우였다. 따라서 그런 선진국에서도 지난 10~20년간 CTD에 의한 손실은 매년 급격하게 증대되는 추세였고 미국이나 북유럽의 선진국가에서는 작업자들에 대한 특수검진과 인간공학적인 작업장 평가 등이 점점 중요시되고 있다. 더구나 Helander(1989)에 의하면 누적외상성 질환이나 직업성요통과 같은 산업재해는 국가별로 그 발생양상이 다르고 따라서 이러한 산업재해는 국가차원의 산업재해 프로그램의 형태, 생리적인 차이, 심지어는 인종적인 차이에서까지도 매우 다른 양상을 보인다고 한 바 있다. 우리 나라에서는 CTDs가 산업재해라는 인식이 아주 미약하고, 최근 2~3년 동안 문제가 제기되고 있기는 하지만 본격적인 연구를 해보기에는 아직 그 시기가 충분히 성숙되지 못한 실정이다. 이런 여러 상황을 종합해볼 때, 우리나라에서의 인간공학적인 연구의 시작이 매우 요원하다고 생각되었는데 선택된 부서별로 전 부서원에 대하여 CTD검진을 받게한 두 회사의 협조로 CTDs에 대한 인간공학적인 연구의 첫 발을 디딜 수 있게 되었다.

본 연구에서 제시한 평가서는 CTD 평가서 중에서 제일 초보적인 성질을 갖는 ANSI 평가서의 특성과 난이도를 갖도록 개발되었다. 특히 본 기저 평가서는 크게 두 가지 목적을 가진다. 첫째는 ANSI 평가서처럼 좀더 세부적인 인간공학분석을 하기 위한 이전단계용으로서 좋은 위험도 평가성능을 갖게 하는 것이고 둘째는 이 평가서의 적용을 통하여 작업종의 특성을 파악하여 다음 단계 평가서라고 할 수 있는 업종별 전문 평가서를 개발하는 것이었다.

첫째 본 기저 평가서의 성능은 분석된 업종의 작업들에 대한 1차 적용결과로는 비교적 좋은 것으로 나타났다. 각 항목별, 부분점수별 혹은 총점수별로 유병율과 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 대부분의 통계분석결과가 회귀 계수 상으로 볼 때 기존의 연구결과와 일치하는 경향을 보였다. 분당 손목 동작횟수, pulp pinch(살집집기), finger press(손가락누르기) 등 7항목만이 개별적으로 유병율과

유의하지 못하였고, 나머지 항목들은 통계적으로 유의한 경향($p < 0.05$)을 보였다. 이것은 이 항목들이 일반적으로 OSHA(1996)나 ANSI(1995) 등에서 CTDs의 위험작업요인으로 지적되어 온 반복요인, 작업자세 요인 및 진동, 날카로운 면과의 접촉 등 기타 작업환경요인에 속하는 것이므로, 다시 한번 이 요인들의 위험관련성을 나타낸 것이라고 볼 수 있다. 특히 평가서상의 손목의 flexion(굴절)/extension(신전)과 radial/ulnar deviations(손목의 요골/척골방향 구부림) 자세 등(Phalen 1972; Lehman 등, 1993), forearm rotation(팔의 비틀; 상향/하향)(PutzAnderson; 1988 등), 작업에 드는 힘(Shoenmarklin 등, 1990), pinch(집기) 자세(Hallbeck 등, 1992), 진동(Cannon 등, 1981; Radwin 등, 1990) 요인 등은 CTDs의 발생과 깊은 관련이 있다고 알려져 있다. 그러나 특이한 점은 일반적으로 짧은 사이클타임→고반복→CTD 위험도 증가로 알려져 있으나 본 연구결과에서는 오히려 상대적으로 긴 작업주기가 높은 위험도를 가졌다. 이것은 분석된 연구대상업종(작업주기동안의 내용)과 관련이 깊다고 사료되는데 이것은 작업반복특성이 단순히 작업주기의 길고 짧음의 문제가 아니라 작업강도(밀도)와 깊게 관련이 있다는 연구결과(Silverstein 등 1987)와 일맥상통한다고 볼 수 있다. 일반적으로 인간공학에서 많이 언급되는 고위험도이면서 전형적인 CTD작업은 라인화 되어 있는 제조업이다. 따라서 본 연구에서 분석한 두 사업장(VDT작업, 중공업)의 작업들은 작업특성상 기존의 인간공학연구에서 CTD와 관련하여 일반적으로 다룬 작업들과 매우 상이하다고 볼 수 있다. 따

라서 본 연구의 분석결과로 미루어 볼 때 향후 연구는 좀 더 다양한 업종에 대한 적용 및 고찰이 필수적이라 할 수 있다.

본 평가서 적용의 둘째 목적은 업종별 전문 평가서로의 확장에 대한 근거마련이었다. 실제로 작업관찰 및 분석을 하는 동안 기저 평가서에는 포함되지 않은 업종특유의 여러 가지 문제점을 찾을 수 있었다. Table 10은 A, B업종에서 추가되어야 할 평가서항목들의 현재의 유병율과의 일원 변량 분석 결과이다.

A사업장(VDT)은 특성상 전 작업자가 동일 작업을 동일한 환경 하에서 하게 되므로 추가 작업요인들은 Table 10에서 보는 바와 같이 주로 개인적인 작업습관들에 관련된 것 들 이었다. 현재까지 수집한 데이터로부터 유병율과 통계적으로 유의한 항목은 Wrist extension at rest(키보드를 치지 않을 때의 손목신전)였다. A사업장에서 고려한 추가가능 항목에 대한 정의는 다음과 같다.

a) No. of keystrokes/1 min. : 1분당 양손에 의한 타수

b) MP joint flexion at rest : 작업중 키보드를 치지 않고 있을 때 Metacarpophalangeal joint(중수지관절)의 wrist flexion(손목굴절) 여부

c) Wrist extension at rest : 작업중 키보드를 치지 않고 있을 때 손목의 extension(신전)여부

B사업장(중공업)은 전반적으로 작업의 강도가 높고 CTD연구에서 전형적으로 많이 고려되는 상지(upper extremities) 뿐만 아니라 기타 신체부위에 작업 스트레스가 다양하게 걸리는 것으로 나타났다. 여기서도 현재의 데이터로는 오직 NOJ항목만이 유

Table 10. Significance of Additional Factors to be Considered

| A | | B | |
|------------------------------|---------|----------------------|---------|
| Additional factors | P-Value | Additional factors | P-Value |
| a) No. of keystrokes/ 1 min. | 0.900 | a) Neck extension | 0.269 |
| b) MP joint flexion at rest | 0.101 | b) Squat | 0.310 |
| c) Wrist extension at rest | 0.029 | c) Stoop | 0.870 |
| d) Hinge point | 0.365 | d) Touch up | 0.310 |
| | | e) NOJ | 0.049 |
| | | f) Floor condition | 0.616 |
| | | g) Gun-type tool use | 0.072 |
| | | h) Creep | 0.254 |
| | | i) Lateral bending | 0.425 |

병율에 통계적으로 유의한 영향을 미쳤다. 실제로 우리나라에서 뿐만아니라 외국에서도 중공업(조선업 중)은 일반적으로 위험한 작업을 많이 내포하고 있는 것으로 알려져 있지만 CTD를 대상으로한 인간공학적 분석은 Holmstrom(1992)와 Bovenzi(1991) 등을 제외하고는 별로 없었다. 하지만 이와같은 상황은 조선업종의 작업들이 작업관련 CTD발생에 관한 위험성이 없어서가 아니라 전형적인 인간공학적 CTD분석의 특성에 기인한다고 생각된다. 일반적으로 인간공학에 의한 CTD분석은 주로 라인화 되어있는 제조업을 중심으로 행하여져 왔다. 즉 CTD연구는 주로 VDT나 일반제조업에서와 같은 단순반복작업을 하는 직종에 대하여 행하여졌고 상대적으로 조선업종은 단순반복작업을 야기하는 현대의 high tech, service산업의 작업형태와는 거리가 있고 아직도 중공업형태의 성격을 가지고 있기 때문이다. 특히 조선업종의 작업특성상 부정기적인 측면과 정형화시키기 힘든 측면등이 이제까지 인간공학의 틀에 맞추어서 CTD연구를 하지 못한 커다란 이유였다. 따라서 본 조사에서는 분명히 일반제조업체에서보다 열악한 작업환경을 가지는 조선업종의 작업들에 대하여 CTD연구의 이러한 정형적인 틀을 벗어나서 분석을 하고자 하였다. 앞으로 이와같은 조선업이나 건설업 등의 정형화가 힘든 작업특성을 지니고 있지만 Holmstrom(1992)과 Bovenzi(1980) 등이 보고한 바와 같이 높은 CTD 발생이 있다고 알려진 이와같은 작업들의 CTD위험도 분석은 CTD연구에 있어서 매우 커다란 의미를 갖는다고 말할 수 있다. 현재는 A, B사업장에 대하여 이들 추가가능항목들이 그렇게 유의하지 않다고 하더라도 앞으로 좀 더 많은 사업장에서의 적용으로 확실한 검증을 행하여야 한다고 생각된다. B사업장의 추가가능 항목들의 정의는 다음과 같다.

- a) Neck extension: 목을 뒤로 젖히는 자세를 말하는데 일반적인 CTD연구에서는 보통 고려치 않음
- b) Squat: 다리를 구부린 상태에서 쭈그려 앉은 작업자세
- c) Stoop: 다리를 편 상태에서 허리만 구부린 작업자세
- d) Touch up: 천장을 손으로 접촉하듯이 팔을 하늘 방향으로 올리고 작업하는 자세
- e) NOJ(Number of joints deviated): 작업중

변위된 관절의 최대 갯수

- f) Floor condition: 바닥이 미끄럽거나, 가설물 그리고 사다리 위에서 작업의 존재유무
- g) Gun-type tool사용: 방아쇠 형태의 구조물이 있는 공구의 사용
- h) Creep: 엎드린 작업자세
- i) Lateral bending: 몸통을 측면으로 구부린 작업자세

결론적으로 이제까지의 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 1차 기저 평가서의 적용결과로서는 비교적 좋은 유병율 대 총위험도점수(약 60%)와의 관련성을 보였다.

둘째, 보건관리자의 평가서의 사용 가능성을 보여 주었다. 구체적으로 인간공학자에 의한 결과와 상관관계는 약 0.7이었다. 이것을 향상시키기 위하여는 앞으로 좀 더 효율적이고 체계적인 평가서에 대한 적용훈련법이 도출되어야 한다.

셋째, 앞으로 본 평가서를 다양한 업종의 많은 작업들에 적용하여 좀 더 신뢰성있는 결과를 얻고 궁극적으로는 업종별 CTD의 고위험군과 저위험군의 위험도 평가 점수상의 cutting point를 도출할 수 있는 근거를 마련해야 한다.

인용문헌

김양욱, 박종, 류소연. 전자렌지 조립작업자에서 발생한 경견완 증후군의 조사연구(1). 대한산업의학회지 1995; 7(2):306-319.

박정일, 조정환, 이승한. 여성국제교원들에게 있어서의 경견완장애, I. 자각적 증상. 대한산업의학회지 1989; 1(2):141-150.

이원진, 이은일, 차철환. 모사업장 포장근로부서 근로자들에서 발생한 수근티널증후군에 대한 조사연구. 대한산업의학회지 1992;25(1):26-33.

Acheson R, Chan Y, & Clement A. New Haven survey of joint disease VIII: Distn and symptoms of osteoarthritis in the hands with reference to handedness. Annals of Rheumatological Disorders 1979;29:275-285.

American National Standard Institute. Control of work-related cumulative trauma disorders-Part 1:upper extremities. ANSI Z-365 Working Draft. Itasca, IL: Armstrong, TJ and Snock, SH 1995.

- Ayoub MA & Wittels NE. Cumulative Trauma Disorders. *International Reviews of Ergonomics* 1989;217-272.
- Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work & Environment Health* 1990;16(Supplemental):55-58.
- Bovenzi M, Zadini A, Frazinelli A, Borgogni F. Occupational musculoskeletal disorders in the neck and upper limbs exposed to hand-arm vibration. *Ergonomics* 1991;34(5):547-562.
- Burt S, & Boiano JH. Health Hazard Evaluation Report, HETA 88-361-2091. National Institute for Occupational Safety and Health, 1990.
- Cannon LJ. Personal and occupational factors associated with CTS. *Journal of Occupational Medicine* 1981;23:255-258.
- Chaffin DB. Localized muscle fatigue - definition and measurement. *Journal of Occupational Medicine* 1973;15(4):346-354.
- Drury CG. A biomechanical evaluation of the repetitive motion injury potential of industrial jobs. *Seminars in Occupational Medicine* 1987;2(1):41-49.
- Fredericks TK, Kattel BP, and Fernandez JE. 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, 1995.
- Genaidy A, Barkawi H, and Christensen D. Ranking of static non-neutral postures around the joints of the upper extremity and the spine. *Ergonomics* 1995;38(9):1851-1858.
- Hallbeck MS, Kamal MS, and Harmon PE. 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* 1992:801-805.
- Helander M. A guide to the ergonomics of manufacturing. London: Taylor & Francis Ltd., 1995.
- Holmstrom EB, Lindell J, Moritz U. Low-back & neck-shoulder pain in construction workers: occupational workload and psychological risk factors Part 2: Relationship to neck and shoulder pain. *Spine* 1992;17(6):672-677.
- Joshi M. 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, 1994.
- Karwowski W. Prevention of cumulative trauma disorders of the upper extremity through job redesign: Case Studies, *Trends in Ergonomics/Human Factors IV* 1987;1021-1028.
- Kelsey JL. *Epidemiology of Musculoskeletal Disorders*, Oxford University Press, New York 1982.
- Kendall D. Aetology, diagnosis, and treatment of paraesthesia in the hands. *British Medical Journal*, December 1960;1663-1639.
- Keyserling WM. Postural analysis of the trunk and shoulders in simulated real time. *Ergonomics* 1986;29(4):569-583.
- Kroemer KHE. CTD: Their recognition and ergonomics measures to avoid them. *Applied Ergonomics* 1989;20:274-280.
- Lehman KR, Allread WG, Wright PL, and Marras WS. Quantification of hand grip force under dynamic condition. In *Proceeding of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting* 1993:715~719.
- McAtamney L, and Corlett EN. RULA: A survey method for investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 1993;24(2):91-99.
- National Safety Council. *Accident Facts*. 1993.
- OSHA(Occupational Safety & Health Administration): *OSHA Draft Ergonomic Standard*. 1996.
- OSHA(Occupational Safety & Health Administration): *Nonfatal occupational illness by category of illness, private industry(92-95)*, US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, March 1997.
- Phalen GS. The Carpal Tunnel Syndrome. *Clinical Orthopaedics* 1972;83:29-40.
- Radwin RG, Chaffin DB, Armstrong TJ, Langolf GD, and Albers JW. Hand-arm frequency-weighted vibration effects on tactility. *International Journal of Industrial Ergonomics* 1990;6:75-82.
- SAS, *SAS User's Guide:Statistics*. SAS Institute Inc. 1985.
- Silverstein BA. *The prevalence of upper extremity cumulative trauma disorders in industry*. 1985

- Dissertaion(University of Michigan).
- Putz-Anderson V. Cumulative Trauma Disorders : a manual for musculoskeletal diseases of the upper limbo, 1998.
- Shoenmaklin RS, Marras WL, and Leurgans, SE. Industrial wrist motion and incidence of hard/wrist cumulative trauma disorders. *Ergonomics* 1994;37(9):1449-1459.
- Silverstein BA, Fine LJ, and Armstrong TJ. Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *American Journal of Industrial Medicine* 1987;11:343-358.
- Tanaka S, and McGlothlin, JD. A conceptual quantitative model for prevention of work-related carpal tunnel syndrome(CTS). *International Journal of Industrial Ergonomic* 1993;11:181-193.
- Tanaka S, Seligman P, Halperin W, Thun M, Timbrook C, & Wasil J. Use of worker's compensation claims data for surveillance of cumulative trauma disorders. *Journal of Occupational Medicine* 1988;30:488-492.
- Tanzar BC. The carpal tunnel syndrome;a clinical & anatomical study. *Journal of Bone & Joint Surgery* 1959;41(A):626-634.
- Terrell R, and Purswell JL. 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, 1976.
- Viikari-Juntura E. Neck and upper limb disorders among slaughterhouse workers. *Scand J Work Environ Health* 1983;283-290.

누적의상성질환 관련 범용 작업위험도 평가서(1/2)

| | | | |
|------|-----|-------|--|
| 성 명 | 회 사 | 부 서 | |
| 직 업 | 일 시 | 비디오번호 | |
| 기타특성 | | | |

• 반복성요인

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

• 자세요인

| 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 |

• 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 |

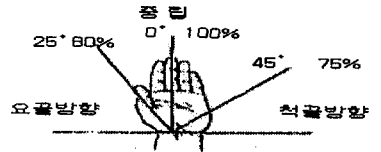
누적외상성질환 관련 범용 작업위험도 평가서(2/2)



살집집기



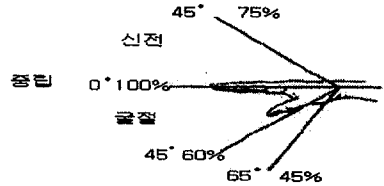
측면집기



손바닥집기

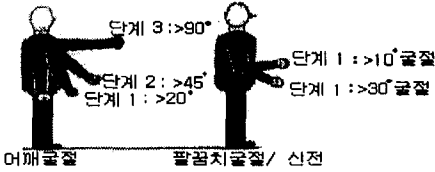


손가락누르기



*9 손목굴절/신전, 손목척골/요골방향 구부림

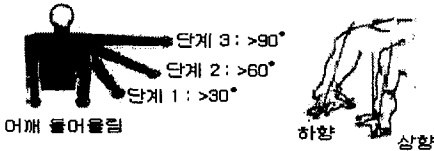
*7 살집집기, 측면집기, 손바닥집기, 손가락누르기



어깨굴절 팔꿈치굴절/신전



허리굽힘



어깨 들어올림

하향 상향



목굽힘

*10 목/허리 굽힘

*8 어깨굴절/신전/들어올림, 팔꿈치굴절/신전, 팔비름(상향/하향)