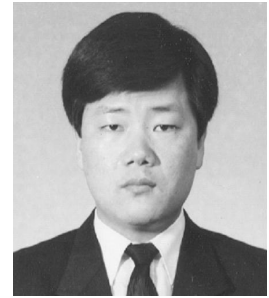


# 근골격계질환 예방을 위한 인간공학적 작업시스템 평가킷의 표준화



이흥태  
유한킴벌리 김천공장

## 1. 연구배경 및 필요성

근골격계질환 유해요인조사의 목적은 특정작업의 근골격계 작업부담도를 정량적으로 산출하고 이를 유발하는 유해요인의 파악과 제거를 위한 개선안을 도출하기 위한 것이다. 따라서 이를 수행하기 위해서는 상당한 수준의 인간공학적 지식이 필요하기 때문에 산업현장의 안전보건 담당자들은 지식과 경험부족으로 업무진행에 큰 어려움을 겪고 있다.

현재 근골격계질환 예방을 위한 노력은 과거에 비해 진일보 하였으나, 실질적인 근골격계질환 예방프로그램의 운영이나 산업재해 판정기준과 같은 구체적인 사안에 있어서는 노사정 이해당사자들 간에 아직도 상당한 견해차가 나타나고 있다.

따라서 근골격계질환 예방활동을 보다 활성화시키기 위해서는 무엇보다도 작업시스템에 포함된 유해요인들을 보다 객관적이고 과학적으로 분석해줄 수 있는 인간공학적 평가킷의 표준화와의 효율적인 현장보급이 선행되어야 할 필요성이 매우 크다.

## 2. 작업시스템의 유해요인 평가도구

### 2.1 평가도구의 종류 및 적용범위

표준화된 평가킷에 포함시킬 유해요인 평가도구들을 선정하기 위해서는 기존 평가도구들의 종류와 적용 가능한 작업의 범위, 각 기법들이 지닌 장단점들을 충분히 고려해야 한다. 근골격계질환은 다양한 원인이 복합적으로 작용하여 유발되는 것으로 많은 문헌들에서 공통적으로 언급하고 있는 대표적 유발요인들을 정리하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 근골격계질환의 유발요인

작업특성 요인	작업자 특성요인	사회심리적 요인
-부자연스러운 작업 자세	-연령 및 성별	-낮은 작업 만족도
-과도한 힘의 발휘	-사고 경력과 MSD 관련 유사 질병력	-직장에서 좋지 못한 인간관계
-반복적인 동작	-작업 경력	-업무적 스트레스
-눌리거나 단단한 면과 접촉	-부적절한 작업 습관	-기타 정신 및 심리 상태
-과도한 진동	-규칙적 운동의 미 실시	
-추운 환경		

<표 1>의 세 가지 요인들 중 작업특성 요인의 부하의 크기, 반복회수, 지속시간이 근골격계질환의 발병과 관련된 역학적 노출의 양을 결정하는 것으로 알려져 있다. 작업시스템에 내재된 유

해요인의 정도를 평가하기 위한 도구는 이 세 가지 요인에 따른 영향을 동시에 고려한 작업부하를 정량화할 수 있어야 한다. 그러나 이들 요인들을 통합하기 위한 연구는 부족한 실정이다.

현재 가장 널리 사용되고 있는 주요 평가도구들에서 고려하고 있는 유해요인의 종류와 분석대상이 되는 평가부위를 정리하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 유해요인 평가도구의 적용범위

평가부위 평가요소	손 손목	팔	목	어깨	몸통	허리	다리	무릎
작업자세								
취급 하중								
반복성								
접촉스트레스								
진동 및 환경요인								

## 2.2 평가도구의 특성비교

평가도구를 선정하는 과정에서 고려해야할 또 다른 사항은 이들이 측정 시스템으로써 지녀야할 특성들을 얼마나 만족시키고 있는가이다.

(1) 유연성 : 평가도구가 적용될 수 있는 분석범위의 정도

(2) 민감성 : 평가결과에 의해 서로 다른 작업들의 부하정도가 얼마나 상세하고 명확하게 구분되는가를 나타내는 항목

(3) 정확성 : 평가도구를 이용해 측정된 결과 값이 작업자들이 실제로 겪는 작업부담 정도를 얼마나 잘 나타내 줄 수 있는지와 관련된 지표로 평가결과의 정량화 정도나 민감성과도 밀접한 관계가 있는 항목

(4) 사용성 : 평가도구의 준비나 사용과정 및 결과의 도출과정이 평가자나 작업자들이 사용하기에 얼마나 편리한가를 나타내는 항목

(5) 신뢰성 : 동일한 평가도구를 사용하여 측정된 결과 값이 얼마나 일관성을 유지할 수 있는가를 나타내주는 항목

(6) 타당성 : 평가도구에서 사용하고 있는 평가항목이나 지표들이 분석하고자 하는 유해요인과

얼마나 밀접한 관계를 지니고 있는지를 나타내주는 항목

(7) 대응성 : 평가도구가 작업시스템에 내재된 유해요인의 종류 및 크기를 파악할 뿐 아니라 그 발생원인을 제공하는 작업조건 등을 규명함으로써 이를 근본적으로 해결할 수 있는 대응책의 방향을 얼마나 구체적으로 제시하는지를 나타내주는 항목

다음의 표는 평가도구들이 지닌 측정시스템으로 상대적 특성들을 비교 정리한 것이다.

<표 3> 유해요인 평가도구의 상대적 특성비교

평가부위 평가요소	유연성	민감성	정확성	사용성	신뢰성	타당성	대응성
UAW-GM	○	△	△	◎	○	○	○
ANSI Z-365	◎	△	○	◎	○	○	○
WAC(WISHA)	◎	△	△	◎	○	○	○
OWAS	◎	△	△	◎	○	△	○
RULA	○	◎	○	○	○	○	◎
REBA	◎	○	○	○	○	△	◎
JSI	△	○	○	○	△	○	△
NLE	△	◎	◎	△	◎	◎	◎
3D SSPP	○	◎	◎	△	◎	○	○
Sook(Push-Pull)	○	△	○	○	○	○	△
ACGIH TLV	△	○	○	○	△	○	○

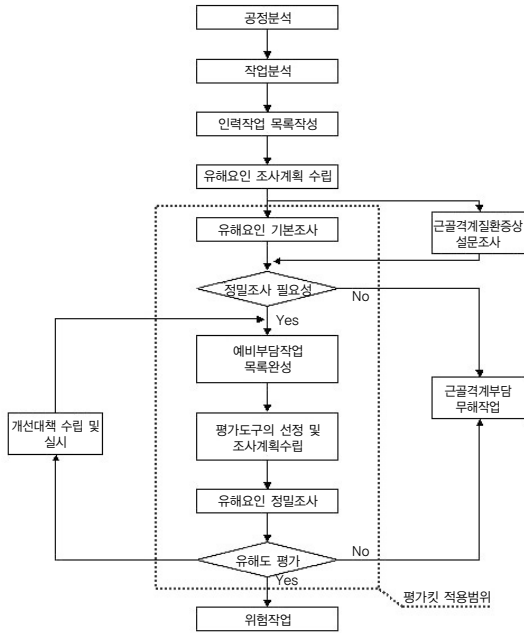
## 3. 평가킷의 표준화

### 3.1 평가킷의 적용범위

본 연구에서는 사업장에서 이루어지는 전반적인 인력작업현황을 파악한 후 보다 정밀한 분석이 필요한 근골격계 부담작업들을 선별하기 위한 중간단계로서 <그림 1>과 같은 기본조사를 활용하는 체계를 가정하였다.

### 3.2 평가킷의 구성요소 및 선정절차

평가킷의 적용범위는 유해요인조사 중 근골격계질환 증상 설문조사를 제외한 부분이다. 평가킷은 기본조사에 사용할 기본조사표 양식, 정밀분석이 필요한 경우 사용할 분석도구와 그 선택 기준, 그리고 기본조사와 정밀분석 결과를 종합한 작업분석표 양식으로 구성된다.



〈그림 1〉 인간공학적 작업시스템 분석과정과 평가킷의 적용범위

(1) 기본조사표

기본조사에서는 작업과 관련된 전반적인 상황 파악이 중요하고 가급적 모든 유해요인의 포함여부를 확인할 수 있도록 조사양식이 구성되는 것이 바람직하다. 기본조사에 사용될 도구의 구성 과정에서 고려해야 할 사항은 전반적인 인력작업 목록으로부터 보다 정밀한 분석을 필요로 하는 예비적 위험작업을 선별하는 기본조사의 목적에 부합하기 위해서는 분석결과의 민감도보다 적용 범위에 따른 유연성이나 조사과정에서의 사용성이 강조될 필요성이 있다.

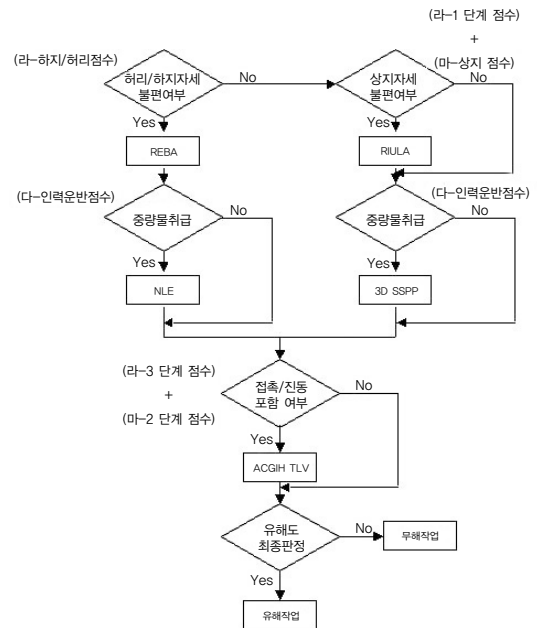
본 연구에서는 기존에 사용되어 온 평가도구들 중 유연성과 사용성을 유지하면서도 정량적인 평가결과를 제공해주는 체크리스트 형태를 활용하고자 하였다.

(2) 정밀조사 및 평가도구 선정기준

작업내용에 포함된 개별 유해요인에 대한 보다 정밀한 분석을 수행하기 위해서는 별도의 정밀분석 도구가 필요하다. 현재 사용되고 있는 유해요인 정밀평가도구들은 나름대로의 특성과 장단점

을 지니고 있으며, 각 기법들에 의해 평가 가능한 유해요인들이 조금씩 다르기 때문에 분석하고자 하는 작업시스템의 특성에 적합한 기법을 올바르게 선택하여 사용하여야 유해요인의 영향을 제대로 평가할 수 있다. 정밀분석도구들은 민감성, 정확성, 신뢰성이 보다 중요한 선정기준이 되며, 정밀분석 결과를 통해 문제점의 해결방안을 모색하기 위해서는 높은 수준의 대응성을 갖추는 것이 바람직하다.

이상과 같은 사유로 본 연구에서는 평가킷에 포함시킬 정밀분석도구들로서 3DSSPP, NLE, RULA, REBA와 ACGIH TLV 기법을 선택하였다.



〈그림 2〉 정밀조사여부 결정 및 평가도구의 선정과정

〈그림 2〉는 본 연구에서 제안하는 표준화된 평가킷에서의 정밀도구 선정절차와 정밀분석 필요 여부를 결정하는 과정을 도식화 한 것이다.

(3) 작업분석 보고서(최종분석 결과표)

본 연구를 통해 구성된 표준화는 평가킷에서 정밀분석이 필요한 것으로 판단되어 추가적인 분석을 실시한 예비위험작업들에 대해서는 기본 및 정밀조사 결과를 종합한 최종분석 결과표에 해당

하는 별도의 작업분석보고서를 작성하도록 하였다. 정밀분석결과를 이용한 최종적 유해성 판정은 <표 4>에 정리한 기준을 준용하였다.

<표 4> 최종 유해성 판정기준 및 등급

유해성 등급	개선의 시급성	NLE (LI)	3D SSPP (% Capa)	RULA (Score)	REBA (Score)	ACGIH (m/s <sup>2</sup> )
약	가급적	1<LI≤3	30≤%<50	5	5~7	4~5
중	빨리	3<LI≤5	15≤%<30	6	8~10	6~7
강	즉시	LI>5	%<15	7	11~15	>8

#### 4. 평가킷을 이용한 분석사례

##### 4.1 분석대상 작업시스템

분석대상 작업장은 제지공장이었으며 공정분석과 작업분석 과정을 통해 인력에 의해 수행되는 300여 개 단위작업을 파악하였다. 작업유형은 설비 Setting, Moving/Loading/Unloading, 검사 및 청소/정리로 구분하였다. 인력작업에 있어 Setting(46%)작업이 전체공정의 절반 수준을 차지하고 다음으로 청소/정리(25%), Moving/Loading/Unloading(21%) 및 검사작업(8%) 순인 것으로 나타났다.

##### 4.2 유해요인 기본조사 및 결과

300여 개의 인력작업 중 중복되는 작업을 제외하고 100여 개의 단위작업이 조사대상으로 선정되었다. 100여 개의 단위작업을 부담작업 선별과정을 통하여 총 44개의 작업을 근골격계질환과 관련된 유해인자들을 포함하는 예비위험작업으로 선별하였다. 이들을 작업유형별로 살펴보면 Setting(18개), Moving/Loading/Unloading(21개), 청소/정리(5개)로 주로 인력운반작업과 설비에 대한 Setting작업이 유해요인을 포함하는 주된 작업유형임을 확인하였다.

##### 4.3 정밀조사 및 개선안 도출

정밀분석도구 결정기준에 따라 선정된 평가방법론을 적용하여 정밀분석을 실시하였다. 그 결과 예비위험작업 44개 중 16개 작업이 유해작업

으로 판정되었으며 그 중 중량물 취급 원인이 9건, 전신자세 관련이 5건, 상지자세 관련이 2건이었다. <표 4>에서 정리한 유해성 등급기준에 따라 유해정도를 분류한 결과 약한 유해성으로 판정된 작업 4건, 중간정도의 유해성을 포함한 작업 7건, 높은 유해성을 포함한 작업이 5건으로 조사되었다.

#### 5. 결론

평가킷을 구성함에 있어 기본조사 도구로는 유연성과 사용성이 높은 체크리스트 형태를 활용하되 정량적인 결과 값을 제시함으로써 유해성 여부에 대한 이원적 관리방식을 탈피하고 총점을 기준으로 한 단계별 작업시스템 관리가 가능하도록 하였다.

본 연구를 통하여 구성된 작업장의 근골격계질환 발병위험성을 평가하기 위한 표준화된 인간공학작업 평가킷이 현장에서 활용된다면 다음과 같은 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

(1) 작업시스템의 위험성평가와 관련된 기존의 인간공학작업 평가기법들에 대한 현황을 종합적으로 이해할 수 있으며, 인간공학작업 전문지식들을 현장에 접목시킴으로써 그 학문적 필요성에 대한 인식과 활용도를 제고할 수 있다.

(2) 작업시스템에 포함된 근골격계질환 유발인자들을 파악하여, 이를 제어함으로써 근골격계질환을 예방하고, 보다 효율적이고 안전한 작업시스템을 제공함으로써 원만한 노사관계 확립, 재해감소로 인한 생산성의 향상, 기업 이미지 향상, 재해로 인한 휴업급여나 치료비의 절감 등의 경제적 효과를 거둘 수 있다.

(3) 표준화된 평가킷의 활용을 통해 개선활동의 효과파악이나 업종특성별 위험성과 평가와 같은 상대평가 성격의 근골격계질환 예방활동 업무의 효율성 제고에 기여할 수 있으며, 근골격계 질환의 예방을 다룰 현장의 전문인력 양성에도 일조할 수 있을 것이다. 