

미국표준연구원 체크리스트 Z-365의 자가보고형 설문개발 및 타당도 평가

박경식¹ · 강동목^{2*} · 이용환¹ · 우지훈² · 신용철³

¹고신의대 예방의학교실 · ²부산의대 예방의학 및 산업의학교실 · ³인제대학교 보건안전공학과

Development of Self Administered Questionnaire and Validity Evaluation for American National Standards Z-365 Checklist

Kyung Sik Park¹ · Dongmug Kang^{2*} · Yong Hwan Lee¹ · Ji Hoon Woo² · Yong Chul Shin³

¹Kosin University Medical School Department of Preventive Medicine

²Pusan University Medical School Department of Preventive and Occupational Medicine

³Department of Health and Safety Engineering, Inje University

Self administered checklist is needed to be developed to evaluate ergonomic risk factors. This study was conducted to develop self administered form of American National Standards Institute (ANSI) Z-365 checklist which represents comprehensive ergonomic risk factors, and to evaluate validity of this checklist. This study had been conducted from May 2004 to July 2005, of which subjects were 147 workers from 4 workplaces. Response rates for every items of self administered form of ANSI Z-365 were evaluated. To estimate the validity of checklist, relationship between the checklist grade that ANSI recommended and work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) symptom were calculated with and without adjustment of related variables. To evaluate the utility of checklist, sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) were calculated. Because

response rates of almost items were over 90 %, item development was successful. Because the checklist was related with WMSDs symptom after adjusting related variables, the checklist might represents ergonomic risk well. Because of low sensitivity and NPV, high specificity and PPV, the checklist is not suitable for screening tool. The checklist has better relationship with more severe symptom. Because of high specificity of the checklist, using it with high sensitive tool would enhance it's utility. Further study to develop high sensitive and comprehensive self administered ergonomic checklist is needed.

Key Words : ANSI Z-365, self administered checklist, work-related musculoskeletal disorders

I . 서론

작업 관련성 근골격계 질환(work-related musculoskeletal

disorders: WMSDs)이란 신체의 반복적인 사용 또는 동작에 기인하거나 악화되는 근육, 인대, 신경 및 혈관의 지속적인 손상을 말한다(노동부, 2001). 근골격계 질환은 세계적으로

접수일 : 2006년 4월 6일, 채택일 : 2006년 5월 25일

* 교신저자 : 강동목(부산시 서구 아미동 1-10 부산의과대학 예방의학 및 산업의학교실

Tel : 051-240-7741, Fax : 051-243-1925, E-mail : kangdm@pusan.ac.kr)

도 업무관련성 질환 중 가장 많은 부분을 차지하고 있고, 우리나라에서도 업무상질환 중 근골격계질환 비율은 2004년에는 44.8% (4,112명)로 업무상질환 중 근골격계질환이 차지하는 비율이 높고 증가되고 있는 추세이다(노동부, 2005). 최근 작업관련성 근골격계질환으로 요양승인된 사례 분석에 의하면 요부질환이 54.7%, 경부 및 상지질환이 43.2%, 하지질환이 2.1%를 나타내었다(안연순 등, 2002). 작업관련 근골격계질환의 원인은 특정한 신체부위의 반복작업과 불편하고 부자연스러운 작업자세, 강한 노동강도, 작업시 사용되는 과도한 힘, 불충분한 휴식, 추운 작업환경, 손과 팔 부위에 작용하는 과도한 진동 등의 인간공학적 위험인자이며, 업무과다와 긴장 및 직무자율성과 같은 직무스트레스 또한 관여하는 것으로 알려져 있다(OSHA, 2000).

작업관련성 근골격계질환의 예방과 관리를 위해서는 위험요인을 확인하고 위험요인에 대한 예방대책, 작업환경 및 작업조건을 개선하는 것이 필수적이다. 그러나 근골격계질환은 여러 가지 요인들로 인해 발생하기 때문에 요인을 정량화하고 정확하게 분석하는 데는 어려움이 있다. 근골격계질환의 인간공학적 위험요인 평가를 위해 간편하게 사용될 수 있는 여러 가지 체크리스트(checklist)가 개발되어 사용되고 있다(Karhu 등, 1997; McAtamney & Corlett, 1993; Hignett & McAtamney, 2000; Li & Buckle, 1998). 이러한 체크리스트 중 Ovako Working Posture Analysing System(OWAS)(Karhu 등, 1977)는 주로 부자연스러운 또는 취하기 어려운 자세와 과도한 힘을 분석하는 기법이다. OWAS는 현장에서 손쉽게 평가할 수 있는 편의성이 있으나, 정밀한 자세를 평가하기 어렵고 상지나 하지 등 몸의 일부를 반복적으로 사용하는 작업에 대해서는 평가하기 힘든 단점과 지속시간을 검토할 수 없으므로 정적자세에 대해서는 평가가 어렵다는 단점이 있다. RULA(Rapid Upper Limb Assessment)(McAtamney & Corlett, 1993)는 어깨, 팔목, 손목, 목 등 상지에 초점을 맞추어서 작업자세로 인한 작업부하를 쉽고 빠르게 평가하기 위해 만들어진 기법이다. RULA에서 분석가능한 유해요인으로는 반복성, 부자연스러운 자세, 과도한 힘 등인데, 상지의 분석에 초점을 두고 있기 때문에 전신 작업의 자세분석에는 한계가 있다. REBA(Rapid Entire Body Assessment)(Hignett & McAtamney, 2000)는 상지 작업을 중심으로 한 RULA에 반해 예측이 힘든 다양한 자세에서 이루어지는 전체적인 신체에 대한 부담정도를 분석하는 평가기법으로 분석가능한 유해요인에는 반복성, 부자연스런 자세, 과도한 힘 등이다. REBA는 RULA의 상지에 초점을 두는 문제점을 보완하여 전신자세를 분석가능하며, 작업물이나 공구의 무게도 고려하고 있지만 RULA에 비해 자세분석에 사용된 사례가 부족하며 타당도 검증이 많이 이루어지지 않은 한계를 가지고 있다. 이들 체

크리스트들은 모두 작업자세와 중량물에 초점이 맞추어져 있어 반복성이나 작업시간, 진동 및 온도와 같은 환경요인, 작업의 속도 등의 요인이 평가되지 않은 문제점이 있으며, 작성법이 까다로와 전문적인 교육이 필요하다는 단점이 있다. 이에 비해 미국표준연구원(American National Standards Institute: ANSI)에서는 다양한 위험요인을 반영하여 근골격계의 위험도를 평가하기 위해, ANSI 체크리스트(ANSI Z-365 Quick Checklist)(Appendix)(ANSI, 1996)를 개발하였다. 이 평가도구는 쉬우면서도 다양한 작업의 형태를 평가할 수 있는 장점이 있다. 그러나 국내에서는 아직까지 ANSI Z-365를 이용하여 근골격계 위험도를 평가하고 보고한 연구가 드문 실정이다.

종이와 펜을 이용한 체크리스트 이외에도 작업관련성 근골격계 질환의 인간공학적 위험인자를 평가하는 방법은 다양하게 개발되어있는데, 최근에는 관찰법의 단점을 극복하기 위해 다양한 시도가 이루어지고 있다. 특히 디지털화된 전자기기를 이용하여 직접적으로 작업 시 활동을 기록하고 누적적인 노출을 평가할 수 있는 기법은 최근에 다양하게 도입되고 있는데, 전형적으로는 각도 기록(goniometric system), 시각적 추적(optical scanning system), 음향 이용(sonic system), 전자파 이용(electromagnetic system) 및 가속도기에 기반한 기법(accelerometer-based system) 등이 있다(Li & Buckle, 1999). 인간공학적 위험요인을 평가하는 또 다른 방법은 자가보고에 의한 것이다. 관찰법, 직접측정법과 자가보고법은 조사목적에 따라 각각 다른 장단점을 가지게 되는데, 비용, 연구총량, 융통성, 일반성, 정확성 등에 따라 각각의 연구방법은 반대의 경향을 가지게 된다(Winkel & Mathiassen, 1994). 집단을 대상으로 하는 산업보건의 특성상 비용이 저렴하면서도 다수를 대상으로 실시할 수 있는 신뢰도와 타당도가 있는 자가보고법은 반드시 필요한 도구이다. 그러나 자가보고를 통한 인간공학적 위험요인을 평가하는 기법은 드문 상황이다.

따라서 본 연구는 관찰법에 의한 포괄적인 인간공학적 위험요인 평가도구인 ANSI Z-365 체크리스트를 자가보고용 도구로 개발하여 다양한 작업에 대해 근골격계 위험도를 평가하며, 개발된 자가보고용 ANSI Z-365의 타당도를 평가하고자 하였다.

II. 방법

1. 연구대상

다양한 작업의 형태를 포함하기 위하여, 자동차 조립업, 자동차 부품 제조업, 선박 제조업 등 4개 작업장의 작업자 147

명을 대상으로 하였다. 연구대상의 모집은 각 사업장에 연구의 목적을 설명한 후 자원하는 근로자를 대상으로 하였다. 연구대상 중 현재 근골격계 증상 또는 기타 건강상의 이유로 정상적인 작업을 실시할 수 없는 경우를 제외기준 (exclusion criteria)으로 하였다. 연구는 2004년 3월부터 2005년 7월까지 진행하였다.

2. 연구방법

1) 자가보고형 ANSIZ-365 체크리스트 개발

ANSI Z-365를 자가보고식 설문지로 개발하였다. 평가 항목은 반복동작 시 노출시간, 중량물 들기 작업 시 물체의 무게와 노출시간, 밀기/당기기 작업 시 작업강도, 중량물 이동

(>3m), 작업자세 (목/어깨/팔꿈치 뒤틀림/손, 손목의 굽힘/허리의 뒤틀림, 굽힘/ 무릎: 웅크리고 앉음, 구부리고 앉음/동력공구의 사용 유무/ 신체압박 노출시간/ 정적인 동작 시간/ 작업장의 물리적 유해요인/ 키보드 작업의 유무/ 인센티브제도, 작업속도 조절 기능의 유무)를 항목으로 만들어 각 항목 당 하루 작업시간(8시간 기준) 중 해당 시간을 체크하도록 하였다. ANSI에서 제시한 방법으로 계산하여, 평가 결과 점수가 10 이상이면 위험기준 초과 작업 (action criteria), 16 이상이면 고위험기준 초과작업으로 하였다.

2) 근골격계 증상

근골격계 자각 증상은 구조화된 설문을 통해 조사하였으며, 설문조사에서 미국국립산업안전보건연구원 (National Institute of Occupational Safety and Health: NIOSH) 기준인 ‘중

Table 1. Work-related musculoskeletal disorders symptom criteria based on self reported symptoms

Criteria	Definition
I	symptom occurred more than once a month or sustained longer than a week, and pain severity more than moderate
II	symptom occurred more than once a month or sustained longer than a week, and pain severity more than severe
III	symptom occurred more than once a month or sustained longer than a week, and pain severity more than most severe

Table 2. General characteristics of study subjects (N=147)

		N	%
Age (yr)	20 - 29	10	6.8
	30 - 39	69	46.9
	40 - 49	58	39.5
	50 -	10	6.8
Body Mass Index (kg/m ²)	< 20	9	6.1
	20 - 25	102	69.4
	> 25	36	24.5
Marital status	not married	18	12.7
	etc	122	85.9
Smoking status	present smoking	2	1.4
	present no smoking	75	51.4
Drinking status	1 - 2 times / week	71	48.6
	more than 3 times / week	72	49.0
	no drinking	72	49.0
Exercise	regular	3	2.0
	irregular or no	71	48.3
Education (yr)	< 10	76	51.7
	10 - 12	10	7.0
	> 12	121	85.2
		11	7.8

상이 적어도 1주일 이상 지속되거나 지난 1년간 1달에 1번 이상 증상이 발생하는 경우로 과거에 다른 외상의 경험이 없는 경우'를 증상이 있는 경우로 하였다. 설문에서 증상 부위는 NIOSH에서 제시한 상지부위인 목, 어깨, 상완 및 전완부의 4부분과 허리, 무릎 및 하지, 발목과 발 부분까지 증상을 조사하였고, 조사 부위 중 한 곳이라도 기준을 만족하는 경우 증상이 있는 것으로 하였다. NIOSH 기준을 증상의 강도로 구분하여 다음의 3가지 기준을 분석에 이용하였다(Table 1).

3) 통계적 분석 방법

자료분석 및 통계처리는 SAS (version 8.1)를 이용하였다. 자가보고식 체크리스트의 현장 적용성을 판단하기 위해 각 항목의 응답률을 구하였다. 체크리스트의 타당도 검증에 위해 응답한 체크리스트의 총점을 구한 후 ANSI에서 제시한 기준에 따라 3군으로 나누고, 근골격계 증상 기준 1, 2, 3에 대해 카이제곱검정을 실시하였다. 근골격계 질환에 영향을 미칠 수 있는 연령, 체질량 지수, 흡연 및 운동유무를 보정하고도 ANSI 체크리스트가 근골격계 위험도를 보여주는 지를 판단하기 위하여 증상기준을 종속변수로 하고 ANSI 체크리스트 등급과 연령, 체질량 지수, 흡연 및 운동유무를 독립변수로 하여 다변량 로짓회귀분석을 실시하였다. 체크리스트의 활용성을 판단하기 위해 체크리스트를 위험기준 초과 작업(action criteria)을 기준으로 한 경우와 고위험기준 초과작업으로 한 경우를 나누어 이분 변수로 만든 후 근골격계 증상 기준 1, 2, 3에 대해 민감도, 특이도, 양성예측도 및 음성예측도를 각각 구하였다. 통계학적 유의수준은 p값 0.05를 기준으로 하였다.

III. 결과

1. 연구 대상의 일반적 특성

연구대상자는 총 147명이었다. 연령은 30대가 가장 많았고(46.9%), 그 다음이 40대(39.5%)이었다(Table 2). 체질량지수는 정상군이 가장 많았고(69.4%), 그 다음이 과체중군(24.5%)이었다. 결혼은 기혼의 경우가 가장 많았으며(85.9%), 그 다음이 미혼의 경우이었다(12.7%). 생활 습관면에서는 현재 흡연을 하는 경우(51.4%)가 많았고, 일주에 1-2회 음주를 하는 경우와 3회 이상 음주를 하는 경우는 동일하였고(49.0%), 운동을 불규칙하게 하거나 하지 않는 경우(51.7%)가 많았다. 대부분의 경우 고졸학력이었다(85.2%).

2. 작업관련성 근골격계 증상 호소율

증상의 정도를 기준으로 나눈 근골격계 증상 기준 I, II, III에 대해 적어도 신체 한부위 이상에서 증상이 있는 경우 증상호소율은 기준 I은 89.8%, 기준 II는 68.0%, 기준 III은 32.0%이었다. 부위별로는 기준 I은 어깨, 목, 허리의 순으로 호소율이 높았고, 기준 II는 기준 I과 동일하게 어깨, 목, 허리의 순으로 호소율이 높았으며, 기준 III은 어깨, 허리, 목과 무릎의 순으로 호소율이 높았다(Table 3).

3. 자가보고식 ANSI Z-365 체크리스트 개발

관찰법에 의해 체크하게 되어있는 ANSI Z-365(Fig. 1)를 번역하고 자가보고식 설문으로 개발하였다. Fig. 2는 본 연구에서 개발한 체크리스트 설문이다. 전체 항목은 대항목이 11개이었으며, 점수는 대항목과 소항목을 조합하여 계산하도록 하였다

Table 3. Work-related musculoskeletal symptom prevalences according to symptom criteria (N=147)

	Criteria I		Criteria II		Criteria III	
	N	%	N	%	N	%
Neck	84	57.1	47	32.0	15	10.2
Shoulder	101	68.7	64	43.5	25	17.0
Arm	60	40.8	25	17.0	9	6.1
Hand	78	53.1	35	23.8	14	9.5
Back	81	55.1	41	27.9	17	11.6
Knee	77	52.4	37	25.2	15	10.2
Foot	52	35.4	28	19.1	10	6.8
At least one body part	132	89.8	100	68.0	47	32.0

Risk Factor	< 1 hr	1-4 hr	>4 hr	Cause of Risk Factor	Proposed Solution	Comment
REPETITIVE						
every few seconds	0	1	3			
every few minutes	0	0	1			
LOAD/FORCE(lift)						
> 5-15 lbs	0	0	1			
>15-30 lbs	1	1	2			
>30-50 lbs	2	2	3			
>50 lbs*	3	3	3			
LOAD/FORCE(Push/Pull)						
easy	0	0	1			
moderate	0	1	2			
heavy	1	2	3			
LOAD/FORCE(Carry>10ft)						
>5-15 lbs	0	0	1			
>15-30 lbs	0	1	2			
>30 lbs	1	2	3			
AWKWARD POSTURE						
Neck/shoulder: overhead/bend	0	1	2			
Extended reach	0	1	2			
Elbow/forearm: twist	0	1	2			
Hand/wrist: bend/pinch	0	1	2			
Trunk: twist/bend	0	1	2			
Knee: squat/kneel	0	1	2			
USE POWER TOOLS	0	1	2			
PRESSURE POINTS	0	1	2			
SAME POSITION	0	1	2			
ENVIRONMENT: cold, hot, light/glare, vibration	0	1	2			
CONTINUOUS KEYBOARD USE	0	1	2			
INCENTIVE WORKER or NO WORKER CONTROL OVER JOB PACE	0	1	2			
TOTAL SCORE = 10 or more						

*Single Lift > 50 lbs increases risk of low back problems

Fig. 1. Original ANSI Z-365 checklist.

※ 귀하의 평소 작업 중 각 항목에 해당하는 것이 있으면 하루 작업시간 중 몇 시간동안 그 작업이 존재하는지 V 표 하십시오. 해당 위험요인에 모두 표시하여 주십시오.

1. 반복동작을 하는 경우 해당 반복정도는 어느 정도입니까?
수초마다 반복(15회 이상/분) 수분마다 반복(20회 이상/시간)
- 1-1. 위의 반복동작의 노출시간은 어느 정도입니까?
1시간 미만 1~4시간 4시간 초과
-
2. 중량물을 드는 경우 해당 무게는 ?
2.3kg-6.8kg이하 6.8kg-13.5kg이하 13.5kg-22.5kg이하 22.5kg 초과
- 2-1. 위의 작업의 노출시간은 어느 정도입니까?
1시간 미만 1~4시간 4시간 초과
-
3. 밀기/당기기 하는 경우 해당 작업의 부하 정도는?
쉬운 작업 중등도 작업 힘든 작업
- 3-1. 위의 작업의 노출시간은 어느 정도입니까?
1시간 미만 1~4시간 4시간 초과
-
4. 중량물 이동(3m 이상)을 하는 경우 해당 무게는 ?
2.3kg초과 - 6.8kg이하 6.8kg초과 - 13.5kg이하 13.5kg초과
- 4-1. 위의 작업의 노출시간은 어느 정도입니까?
1시간 미만 1~4시간 4시간 초과

5. 작업자세에 대한 위험요인입니다. 해당되는 사항의 노출시간에 표시하여 주십시오.	총노출시간		
	1시간 미만	1~4 시간	1시간 미만
▶어깨 높이 위로 팔을 올리거나, 어깨/목의 구부리거나 비트는 경우 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶과도하게 손을 뻗치는 경우 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶팔꿈치/앞팔의 구부리거나 비트는 경우 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶손/손목의 구부리거나 손가락만으로 물건을 집는 경우 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶몸통(허리)을 구부리거나 비트는 경우 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶무릎을 쪼그려 앉거나 무릎을 꿇어서 작업하는 경우 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 동력공구(임팩트, 토크 등)를 사용하는 경우가 있다면 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 신체부위가 작업도구 혹은 작업대로부터 압박을 받는 경우가 있다면 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 고정된 자세(정적동작)로 작업하는 경우가 있다면 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 저온, 고열, 광선/눈부심, 진동 등의 작업환경에 노출되는 경우가 있다면 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 지속적으로 키보드 작업하는 경우가 있다면 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 성과급제도/작업속도 조절이 불가능한 경우가 있다면 시간은?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fig. 2. Form of developed self administered ANSI Z-365 questionnaire.

4. 자가보고식 ANSI Z-365 체크리스트 응답율

개발된 자가보고식 ANSI Z-365에 대해 각 항목에 대한 응답률을 구하였다. 가장 높은 응답률을 보인 항목은 문항 1이었고, 가장 낮은 응답률을 보인 항목은 문항 11(무응답 15.0%)과 10(무응답 13.6%)이었다. 전체적으로 응답률은 90%를 상회하여 응답률이 높았다. 문항 10이 응답률이 낮은 이유는 연구대상에 키보드 작업자가 포함되지 않은 것으로 해석이 되나, 문항 11은 문항이 애매하여 응답하기 곤란한 것으로 해석을 할 수 있어 문항을 재작성할 필요가 있을 것으로 판단하였다(Table 4).

로 판단하였다(Table 4).

5. ANSI 등급과 증상과의 관계

자가보고식 ANSI Z-365 체크리스트의 등급을 ANSI에서 제시한 방식으로 계산한 후 증상 기준 I, II, III에 대해 카이제곱 검정을 실시하였다. ANSI 등급은 증상 기준 I과는 경계적으로 유의한 관계($p=0.0654$)를 보였고, 기준 II, 기준 III과는 유의한 관계($p<0.05$)를 보였다. 따라서 ANSI 등급은 근골격

Table 4. Response rate of each item for ANSI Z-365 checklist (N=147)

Item number	Respondents		Non respondents	
	N	%	N	%
1	146	99.3	1	0.7
1_1	145	98.6	2	1.4
2	143	97.3	4	2.7
2_1	142	96.6	5	3.4
3	142	96.6	5	3.4
3_1	141	95.9	6	4.1
4	137	93.2	10	6.8
4_1	133	90.5	14	9.5
5_1	143	97.3	4	2.7
5_2	143	98.6	2	1.4
5_3	145	93.9	9	6.1
5_4	138	97.3	4	2.7
5_5	143	97.3	4	2.7
5_6	143	94.6	8	5.4
6	139	92.5	11	7.5
7	136	90.5	14	9.5
8	133	93.9	9	6.1
9	138	91.2	13	8.8
10	127	86.4	20	13.6
11	125	85.0	22	15.0

Table 5. Relationship between ANSI class and musculoskeletal symptom criteria

ANSI class	Symptom criteria I			Symptom criteria II			Symptom criteria III		
	no	yes	p-value	no	yes	p-value	no	yes	p-value
Low risk	14(93.3)	83(62.9)	0.0654*	39(83.0)	58(58.0)	0.0041	74(74.0)	23(48.9)	0.0006
Moderate risk	1(6.7)	28(21.2)		7(14.9)	22(22.0)		19(19.0)	10(21.3)	
High risk	0(0.0)	21(15.9)		1(2.1)	20(20.0)		7(7.0)	14(29.8)	

* Fisher's exact test

계 증상이 약한 경우 보다 증상이 심한 경우에 대해 더 변별력이 있는 것으로 나타났다(Table 5).

이 심한 경우에 다른 변수를 보정하더라도 근골격계 증상에 관여함을 알 수 있었다(Table 6).

6. ANSI 등급과 증상 기준 I, II, III 간의 다변량 로짓회귀분석 결과

다른 변수를 보정한 후에도 ANSI 등급이 근골격계 증상과 관련이 있는지를 알아보기 위해, ANSI 등급을 중등도 위험 이상, 이하 군으로 나눈 경우와 고위험 이상, 이하 군으로 나눈 경우로 구분하여, 근골격계 증상에 영향을 줄 수 있는 연령, 체질량 지수, 흡연 및 운동을 독립변수로 하여 각 변수의 효과를 보정한 후 ANSI 등급을 독립변수로 하고 근골격계 증상 기준 I, II, III을 각각 종속변수로 하여 다변량 로짓회귀 분석을 시행하였다. 중등도 위험을 기준으로 나눈 등급의 경우 증상 기준 I과는 경계적으로 유의한 관계를 보였고 (p=0.0581), 증상 기준 II, III과는 유의한 관계를 보였다 (p<0.05). 고위험을 기준으로 나눈 등급의 경우 기준 I과는 유의한 관계가 없었고(p>0.05), 기준 II, III과는 유의한 관계를 보였다 (p<0.05). 따라서 ANSI 등급은 약한 증상 보다는 증상

7. ANSI Z-365 등급의 민감도와 특이도

개발된 자가보고형 ANSI Z-365의 활용방법을 판단하기 위해 민감도와 특이도를 평가하였다. ANSI Z-365의 등급이 높은 경우 근골격계 증상이 생기는 것으로 가정하여, 근골격계 증상 기준 I, II, III을 기준으로 하고, ANSI Z-365 등급을 중등도 위험 이상, 이하 군으로 나눈 경우와 고위험 이상, 이하 군으로 나눈 경우로 구분하여 계산하였다(Table 7). 전체적으로 민감도와 음성예측도는 매우 낮고 특이도와 양성예측도는 매우 높은 양상이었다. ANSI 등급을 중등도 위험으로 구분한 경우가 고위험으로 구분한 경우보다 민감도는 높고 특이도는 낮은 양상을 보였다. 따라서 개발된 자가보고형 ANSI Z-365에서 위험군으로 판정될 경우 실제로 근골격계 증상이 나타날 가능성이 매우 높은 반면, 저위험군으로 판정될 경우에도 근골격계 증상이 나타날 가능성이 높다는 것을 의미한다.

Table 6. Results of multiple logistic regression analysis after adjusting age, body mass index, smoking, exercise to test effect of ANSI class on symptom criteria

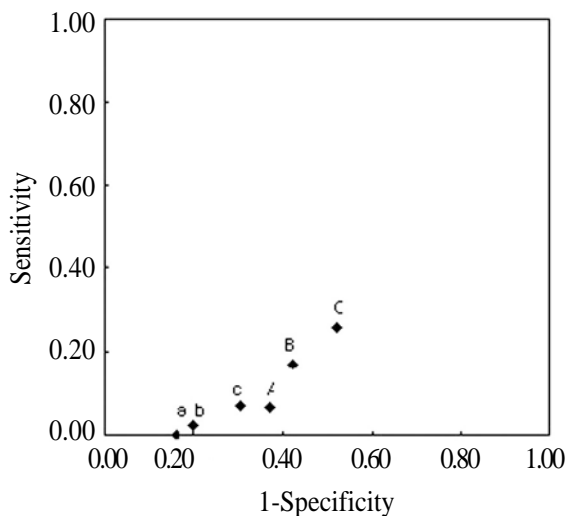
ANSI class	Effect	Odds Ratio	95% Confidence Interval		p - value
Low risk vs moderate & high risk	Symptom criteria I	7.4	0.9	59.3	0.0581
	Symptom criteria II	3.6	1.5	8.6	0.0046
	Symptom criteria III	3.5	1.6	7.5	0.0013
Low & moderate risk vs high risk	Symptom criteria I	>999.999	<0.001	>999.999	0.9661
	Symptom criteria II	10.8	1.4	84.3	0.0232
	Symptom criteria III	6.1	2.2	17.2	0.0007

* Odds Ratio of ANSI class

Table 7. Sensitivity and specificity of ANSI class on musculoskeletal symptom criteria

		Sensitivity	Specificity	Positive predictive value	Negative predictive value
Low risk vs moderate & high risk	Symptom criteria I	37.1	93.3	98.0	14.4
	Symptom criteria II	42.0	83.0	84.0	40.2
	Symptom criteria III	52.2	74.3	48.0	77.3
Low & moderate risk vs high risk	Symptom criteria I	15.9	100.0	100.0	11.9
	Symptom criteria II	20.0	97.9	95.2	36.5
	Symptom criteria III	30.4	93.1	66.7	74.6

Receiver operator characteristic (ROC) curve (Fig.3)를 보면 모든 ANSI 범주는 커브의 아래쪽에 위치해있어 테스트가 전체적으로 만족할 만하지 못함을 보여준다. 이 중 점 B인 ANSI 중등도 위험도로 구분한 경우를 증상 기준 II와 비교했을 경우가 가장 꼭지점과 가까워 테스트 중에는 가장 좋은 결과임을 보여준다. 이는 민감도와 특이도가 적절한 수준을 유지하기 위해서는 위험도를 중등도로 나눠 고위험군을 구할 경우, 증상은 심각한 정도 이상을 가장 잘 발견하는 것으로 나타났다.



A; ANSI Z-365 category divided by moderate risk with symptom criteria I, B; ANSI Z-365 category divided by moderate risk with symptom criteria II, C; ANSI Z-365 category divided by moderate risk with symptom criteria III
 a; ANSI Z-365 category divided by high risk with symptom criteria I, b; ANSI Z-365 category divided by high risk with symptom criteria II, c; ANSI Z-365 category divided by high risk with symptom criteria III

Fig.3. Receiver Operator Characteristic curve of ANSI Z-365 category according to symptom criteria

IV. 고찰

WMSDs는 개인의 신체적 특성, 인간공학적 위험인자, 직무스트레스, 노동강도 등에 따라 그 위험인자가 다양하다. 개인적인 특성으로는 연령의 증가(De Krom 등, 1992), 비만(Nordstrom 등, 1997) 등이 관련된다고 알려져 있고, 인간공학 위험요소로 반복작업, 기계적 자극, 정적인 또는 불량한 자세, 전신 및 국소진동, 저온환경 등(Cannon 등, 1981; Silverstein 등, 1986a; Silverstein 등, 1986b; Armstrong 등, 1987; Rempel 등, 1992)과 작업시간, 업무량 등 작업환경 요인(Knava 등, 1985) 등이 복합적으로 작용하는 것으로 알려져

있다. 이 중에서 개인적인 요인이 아닌 작업장의 위험요인을 찾아 적극적으로 예방하고 중재하는 것은 직업관련성 근골격계 관리에 핵심적인 요소이다. 인간공학적인 위험요인을 평가하는 여러 가지 방법이 있다. 객관적인 도구를 통해 보다 정교한 평가를 통해 양-반응관계를 정량화하는 것은 의미가 있다. 그것은 주관성을 배제함으로써 직업관련성 근골격계 질환의 직업적 원인을 명확히 해주며, 노출 기준을 설정하는 데 기초자료를 제공한다. 또한 관찰법에 의한 접근은 의미를 가지는데, 객관적인 도구가 가지는 적용상 많은 자료를 모을 수 없다는 점과 기계로 측정할 수 없는 면들을 관찰을 통해 보다 포괄적으로 평가할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 관찰법은 또한 전문가가 필요하며, 역시 많은 자료를 모아서 전체적인 면을 평가하는 데는 한계를 가진다. 따라서 작업자 집단을 대상으로 하는 산업보건의 측면에서, 어떠한 작업자에서, 어떠한 공정에서 문제가 생기는 지를 보다 큰 규모로 연구하기 위해서는 자가보고식 위험요인 평가는 매우 중요한 의미를 가진다.

외국에서는 작업강도를 평가하려는 목적으로 이미 여러 종류의 설문지가 개발되어 있으며, 그 중 Tecumseh questionnaire (Leon 등, 1981; LaPorte 등, 1982), Baecke questionnaire (Jacobs 등, 1993) 와 Stockholm public health questionnaire (Ola 등, 2002) 등은 타당도와 신뢰도가 검증되었고 다양하게 쓰여지고 있다. 또한 한국에서도 육체적 작업강도를 평가하기 위한 설문지가 개발되고 타당도와 신뢰도 검증을 실시한 바 있다(이동준 등, 2003). 그러나 아직까지 주로 관찰법에 의해 이루어지는 인간공학체크리스트는 자가보고식으로 개발된 것은 드물다. 따라서 본 연구에서는 다양한 인간공학 위험요인을 포함하고 있는 ANSI Z-365를 자가보고형으로 개발하고자 하였다. 번역과 자기평가가 용이한 형태로 수정을 거친 항목에 대해 응답률을 조사하였다. 거의 모든 문항에서 응답률이 90%를 넘어서 전체적으로는 항목은 잘 만들어진 것으로 평가된다. 그러나 문항 11은 응답률이 85%로 비교적 낮았는데, 항목이 '성과급제도/작업속도 조절이 불가능한 경우가 있다면 시간은?'으로 두가지 문제점이 한꺼번에 있다는 점과 '성과급제도'와 '작업속도 조절이 불가능'이라는 점이 작업자들에게 완전하게 전달이 되지 않았을 가능성이 있다. 따라서 이 면을 보완하여 문항을 수정할 필요가 있다. 또한 문항 3의 경우 밀기 및 당기기 작업 조건에 대한 힘의 부하 정도, 바닥장소, 대상물, 손잡이 조건과 위치, 이동거리 등의 구분 요소가 없어 사실 정량적인 평가가 모호함도 있어, 이 응답만으로는 노출에 대한 오분류의 가능성이 있다. 문항 6번의 경우도 동력공구의 동력원, 공구 무게, 손잡이 정도, 진동정도 등등의 변수에 대한 구분이 불명명하고 8번의 정적인 동작 조건에서도 작업자세, 힘의 부

하정도 등의 구분이 모호하여 오분류의 가능성이 있다. 따라서 이러한 오분류의 가능성과 응답을 하기에 모호한 측면을 수정보완한 새로운 자가보고형 평가기법의 추가 개발이 필요할 것으로 생각된다.

개발된 자가보고식 ANSI 체크리스트가 위험요인을 잘 반영하고 있다면, ANSI 등급이 높을수록 근골격계 증상이 많을 것이라는 가정 하에 ANSI 체크리스트와 근골격계 증상과의 관련성을 조사하였다. 본 연구에서 개발한 자가보고식 ANSI 체크리스트 등급과 증상 기준은 단변량 분석에서 관계가 있었고, 연령, 비만 및 운동 등 근골격계 증상에 관여하는 인자를 보정한 후에도 근골격계 증상과 관련이 있어 ANSI 등급이 근골격계 위험도를 반영하는 것으로 판단된다.

개발된 ANSI 체크리스트의 활용성을 판단하기 위해 민감도와 특이도를 조사하였다. 민감도와 특이도는 ANSI 체크리스트와 근골격계 증상과는 완벽하게 일치한다는 가정 하에 근골격계 증상을 기준으로 하여 ANSI 체크리스트를 중등도 위험을 기준으로 한 경우와 고위험을 기준으로 한 경우를 나누어 조사하였다. 연구결과 ANSI 체크리스트의 민감도와 음성예측도는 매우 낮았고, 특이도와 양성예측도는 매우 높았다. 따라서 개발된 자가보고형 ANSI 체크리스트는 주의하여 사용하여야 할 것이다. 즉 ANSI 등급은 인간공학적 위험정도를 과소평가할 가능성이 있다. 이 점은 자동차 조립라인을 대상으로 ANSI Z-365 체크리스트를 평가한 한 연구(곽현석 & 백남원, 1998)와 누적외상성질환 위험요인을 정량적으로 평가하기 위한 점검표 개발을 위한 한 연구의 결과(이윤근 등, 2001)와 일치한다. 본 연구 결과 보다 민감도가 높은 자가보고형 체크리스트의 개발이 필요하겠지만, ANSI Z-365와 같이 포괄적으로 인간공학적 위험요인을 포함하면서도 더 나은 체크리스트가 개발되기 까지 본 연구에서 개발한 체크리스트를 한정적으로 사용할 수 있을 것이며, 향후 민감도가 높은 체크리스트가 개발될 경우에 이에 보조적으로 특이도가 높은 본 체크리스트를 사용할 수 있을 것이다.

본 연구는 몇 가지의 제한점을 가지고 있다. 첫째는 본 연구에서 사용한 증상정도가 본인의 자각증상을 기준으로 하여 진찰이나 객관적인 진단법을 이용한 실제 질환의 유무를 파악하지 못하여, 조사대상의 주관에 의존하고 있다는 한계이다. 둘째로 증상을 기준(gold standard)로 잡았는데 엄밀하게 보아 증상은 테스트이기 보다는 위험요인의 결과임으로, 보다 정확하면서 타당도와 신뢰도가 확립된 검사법을 기준으로 잡아 이 체크리스트와 비교하는 연구가 필요할 것이다. 셋째로 본 연구에서는 현재 또는 과거 1년간의 증상을 결과변수로 하고, 노출은 현재의 시점에서 측정하여 노출과 질환과의 인과관계가 명확하지 않다. 따라서 향후 추적조사를 통하여 체크리스트를 통해 파악되는 노출이 실제로 질환 또는

증상발현에 영향을 주는지를 밝히는 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

개발된 자가보고형 ANSI Z-365 체크리스트는 근골격계 증상과 관련이 있어, 인간공학적 위험요인을 반영하는 것으로 판단된다. 그러나 개발된 체크리스트는 증상의 정도가 심할 경우를 더 잘 나타낸다는 점과 민감도는 낮고 특이도가 높아, 선별도구로 사용되기에는 한계가 있다. 또한 문항의 재정의가 필요한 항목을 수정할 필요가 있다. 그러나 인간공학적 위험요인을 평가하는 보다 민감한 자가보고형 체크리스트가 개발되기 까지 본 체크리스트를 사용할 수 있으며, 향후 민감한 체크리스트가 개발된다면 이와 함께 특이도가 높은 본 설문을 병행하여 사용함으로써 민감도와 특이도를 높일 수 있을 것이다.

REFERENCES

- 곽현석, 백남원. 자동차 조립라인에서의 인간공학적 위험요인 평가에 관한 연구. 국민보건연구소 연구논집. 1998;8(2):25-36
- 노동부. 2004년도 산업재해 현황. 노동부, 2005.
- 노동부, 단순반복작업 근로자 작업관리지침. 노동부고시 제 2000-72호, 노동부, 2001.
- 안연순, 최용휴, 강성규, 정호근. 작업관련성 근골격계질환으로 요양승인된 사례 분석. 대한산업의학회지 2002;14(2):154-168
- 이동준, 강동목, 고상백, 손미아, 장준호, 조병만, 이수일. 육체적 작업강도 평가 설문지의 신뢰도와 타당도. 대한산업의학회지;2003;15(4):388-400
- 이윤근, 김현욱, 임상혁, 박희석. 누적외상성질환 위험요인의 정량적 평가 및 관리를 위한 점검표 개발 -자동차 조립작업을 중심으로- 한국산업위생학회지 2001;11(1):56-69
- American National Standards Institute(ANSI). Control of Work-related Cumulative Trauma Disorders, Part 1, Upper Extremities (working draft). ANSIN-365, ANSI; 1996.
- Armstrong T, Fine LJ, Goldestein SA. Ergonomics consideration in hand and wrist tendonitis. Hand Surg 1987;12:830-837
- Cannon LJ, Bernacki EJ, Walter SP. Personnel and Occupational factors associated with carpal tunnel syndrome. J Occup Med 1981;23:255-258

- De Krom MCT, Knipschild PG, Kester ADM, Thijs CT, Boekkooi PF, Spaans F. Carpal tunnel syndrome: prevalence in the general population. *J Clin Epidemiol* 1992;45:373-374
- Hignett S., McAtamney L. Rapid Entire Body Assessment(REBA). *Applied Ergonomics* 2000;31(2):201-205
- Jacobs D, Anisworth B, Hartman T, Leon A. A simultaneous evaluation of ten commonly used physical activity questionnaire. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1993;25:81-91
- Karhu O, Kansu P, and Kuorinka I. Correcting working postures in industry - A practical method for analysis. *Applied Ergonomics* 1977;8:199-201
- Knava BG, Wibom RL, Voss M, Hedstrom LD, Bergqvist UO. Work with video display terminals among office employee: I. subjective symptoms and discomfort. *Scand J Work Environ Health* 1985;11(6):457-466
- LaPorte R, Cauley J, Kinsey C, Corbett W, Robertson R, Black-Sandler R. The epidemiology of physical activity in children, college students, middle-aged men, menopausal females and monkeys. *J Chr Disea*. 1982;35:787-795.
- Leon A, Jacobs D, DeBacker G, Taylor H. Relationship of physical characteristics and life habits to treadmill exercise capacity. *Amer J Epidemio*. 1981;113:653-660
- Li G, Buckle P. A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks - quick exposure check(QEC), Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting, 1998;2:1351-1355
- Li G, Buckle P. Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics* 1999;42(5):674-695
- McAtamney L, Corlett E. RULA : a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 1993;24(2):91-99
- Nordstrom DL, Vierkant RA, DeStefano F, Layde PM. Risk factors for carpal tunnel syndrome in a general population. *Occup Environ Med* 1997;54:734-740
- Occupational Safety and Health Administration(OSHA). Ergonomic Program; Final Rule. 29 CFR Part 1910, Fedral Register Vol. 65, No. 220, OSHA; 2000.
- Ola L, Christina W, Annika H. Validity of a self-administered questionnaire for assessing physical work loads in a general population. *J Occup Environ Med*. 2002; 44: 724-735
- Silverstein BA, Fine LJ, Armstrong TJ. Carpal tunnel syndrome: Causes and a preventive strategy. *Semin Occup Med* 1986a;1:213-221
- Silverstein BA, Fine LJ, Armstrong TJ. Hand and wrist cumulative trauma disorders in industry. *Br J Ind Med* 1986b;43:779-844
- Rempel DM, Harrison RJ, Barnhart S. Work related cumulative trauma disorders of the upper extremity. *JAMA* 1992;267(6):838-842
- Winkel J, Mathiassen SE. Assessment of physical load in epidemiologic studies: concepts, issues, and operational considerations, *Ergonomics* 1994;37:979-88