Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 25, No. 2 pp.77-84, May 2006

사무작업의 인간공학적 평가를 위한 자가 기입 체크리스트의 타당성 검토

박 희 석[1] · 공 태 식[1]

[1]홍익대학교 정보산업공학과

Investigation of the Validity of a Self-administered Checklist for Office Ergonomics

Hee-Sok Park[1], Tae-Sik Kong[1]

[1]Department of Industrial and Information Engineering, Hongik University, Seoul, 121-791

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the validity of a self-administered checklist for office ergonomics. Total 71 office workers were asked to fill up the checklist, while 3 trained ergonomists assessed the work posture of the workers. It was shown that out of 10 checklist items, there were significant differences for 8 posture-related items between the worker group and the professional group. Therefore, when a checklist is applied to office environment, the posture-related aspect should be evaluated by ergonomic professionals.

Keyword: Checklist, Office ergonomics, Posture

1. 서 론

제조업에서는 주로 중량물 취급으로 인한 요통과, 작업을 반복 수행함으로써 손, 손목, 팔, 어깨, 목으로 이루어지는 상지(upper extremity)에 통증을 호소하는 작업자가 급증하고 있다. 또한 산업구조상 서비스업의 비중이 커지고 있고 사무작업이 자동화되는 추세에 따라, 작업시간의 대부분을 컴퓨터로 수행하는 작업자가 증가하고 있다. 온종일 컴퓨터 앞에서 작업을 하는 경우에도 시각적 피로와 더불어 허리 및 상지에 통증을 느끼는 경우가 많다. 이렇게 작업과 관련하여 상지와 허리 부위에서, 특히 선진국을 중심으로 산업안전 및 보건의 가장 큰 문제 중 하나인 직업병을 작업관련성 근골격계질환(Work-related Musculoskeletal Disorders)이라 한다.

근골격계질환을 예방하기 위해서는 우선 위험요인의 존재 여부와 그 강도를 파악하여야 한다. 이를 위한 방법들 중 대표적인 것이 체크리스트이다. 체크리스트는 일련의 질문에 대하여 작업자 스스로 자신의 의견을 기입하거나, 또는 전문적인 조사자가 기입하는 방법으로서 널리 쓰이고 있는 일종의 설문지이다. 체크리스트는 근골격계질환의 여러 위험요인을 파악하기 위하여 가장 간단히 적용될 수 있는 평가 방법으로서, 평가에 투입되는 자원(시간, 비용, 노력)을 최소화할 수 있고, 체계적인 질문을 할 수 있으며, 피조사자가 심리적으로 안심하고 응답을 할 수 있다는 장점이 있다.

그러나, 체크리스트는 잠재한 위험요인을 파악하기 위한 평가 방법으로서 위와 같은 장점을 가지고 있기는 하지만, 다음과 같은 한계점도 가지고 있다. 여러 선행 연구에서 고

*본 연구는 2005년도 홍익대학교 교내연구비 지원과제임.
교신저자: 박희석
주 소: 121-791 서울시 마포구 상수동 72-1, 전화: 02-320-1473, E-mail: hspark@hongik.ac.kr

안된 체크리스트들(Lifshitz and Armstrong, 1986; Keyserling et al., 1993; Bhattacharya and McGlothlin, 1996)은 '예'나 '아니오'로만 표현이 되기 때문에 위험요인의 노출수준 정도를 파악하는데 한계가 있다. 또한 몇몇 연구(Engkvist et al., 1995; Kemmlert, 1995)를 통해 만들어진 체크리스트를 제외하고는, 대부분의 체크리스트들은 그 신뢰성이 완전히 입증되지 않았다. 나아가, 체크리스트는 특정 작업환경으로 묘사가 제한되기 때문에 특정한 체크리스트를 사용하여 서로 다른 작업이나 작업환경을 비교 평가하는데 애로점이 있다(Cohen et al., 1997). 마지막으로, 체크리스트는 구성(제작)하는 이의 언어 구사능력에 따라 난이도가 좌우될 수도 있으며, 또한 기입하는 사람에 따라 문장의 의미를 제대로 파악하지 못하거나 전문용어를 몰라서 생기는 질문에 대한 오해 등의 문제점이 있을 수 있다. 따라서 작업현장에서 체크리스트가 인간공학 비전문가들에 의해 활용되기 위해서는 그 난이도가 낮아야 하며, 누구나 쉽게 알 수 있으면서도 그 분석이 용이해야 한다.

이러한 한계점들이 존재하지만 인간공학적 체크리스트의 타당성에 관한 연구가 수행되었으며, 전문가들의 평가 결과에 근거하여 그 신뢰성이 입증된 바 있으므로 현장에서 사용되기에는 큰 무리가 없다고 여겨지고 있다. 선행 연구(Engkvist et al., 1995; Kemmlert, 1995)에서 체크리스트의 타당성은 그 구성의 타당성(construct validity)과 평가자간 신뢰성 또는 일치성(interobserver reliability)을 통하여 검토되었다. 구성의 타당성은 체크리스트를 구성하는 문항이 적절한지를 여러 관련 문헌 연구를 통하여 검토하였고, 평가자간 신뢰성은 다양한 형태의 작업에 대하여 여러 전문가들이 각각 평가한 다음, 전문가 평가 결과 간의 일치성을 통계적으로 분석하였다.

한편, 여태껏 인간공학적 체크리스트는 대부분 제조현장을 중심으로 적용되었다(Lifshitz and Armstrong, 1986; Keyserling et al, 1993; Bhattacharya and McGlothlin, 1996; 박희석 등, 1997). 그 이유는 주로 제조업 분야에서 근골격계질환에 대한 관심과 문제점, 그리고 대책에 대한 연구가 많이 진행되었기 때문이라 하겠다. 그러나 최근 산업구조가 제조업 중심에서 서비스업으로 그 비중이 커짐에 따라 생산직보다는 각종 사무작업에 종사하는 작업자의 수가 증가하고 있으며, 사무작업의 자동화에 따라 대부분의 작업시간을 컴퓨터와 관련된 작업에 소요하는 작업자가 증가하고 있다. 이에 한 조사에 의하면 서울지역 사무직 여성근로자 872명을 대상으로 설문조사를 실시한 결과, 75.7%의 응답자가 손가락이나 손목, 팔꿈치, 어깨, 허리, 무릎 등 '근골격계성 통증'을 호소하고 있는 것으로 나타났다(연합뉴스, 2001). 따라서 사무작업에서 발생할 수 있는 근골격계질환의 위험요인을 파악하고 질환을 예방하는 일이 중요한 문제로 대두되고 있다. 그러나 특히 우리나라에서는, 컴퓨터 단말기 작업 자세에 관한 실험적인 연구(임상혁 등, 2000; 오차재, 2001, 윤덕기, 2002)는 많았지만, 체크리스트를 통한 사무작업의 위험요인 평가에 관한 연구는 아직 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 저자가 개발한 체크리스트를 사용하여 전형적인 사무작업을 대상으로 비전문가(작업자)가 상식적인 수준에서 자가 평가한 결과와, 인간공학 전문가가 객관적인 관찰 및 측정을 통하여 평가한 결과를 비교하여 그 차이를 알아보고자 한다. 즉, 비전문가의 자가 기입 체크리스트의 결과를 인간공학 전문가들이 실제 관찰 및 측정을 통하여 평가한 결과와 비교, 분석하였다. 본 연구의 결과를 통하여 비전문가에 의한 자가 기입이 타당한 체크리스트 항목과 그렇지 못한 항목을 구분하여 체크리스트의 정확성을 제고할 수 있을 것이며, 결과적으로 위험요인 분석을 위한 중복된 노력을 최소화하여 평가에 소요되는 자원을 최적화할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 컴퓨터 작업과 관련한 국내외 문헌 연구를 토대로 체크리스트를 작성한 다음 작업자들에게 체크리스트를 직접 기입하도록 하였고, 인간공학 석사급 이상의 교육을 받은 전문가 3인이 이와는 별도로 작업 자세 분석을 실시하였다. 작업 자세의 분석은 현장 관찰 및 작업 자세의 비디오 촬영을 통한 분석과 자를 이용한 실측, 국내외 인간공학적 기준과의 비교, 그리고 작업자 인터뷰 등으로 구성되었으며, 전문가 3인이 서로 토의를 거쳐 단일 결과를 도출하였다.

2.1 평가 대상자

2005년 3월부터 2005년 6월까지 4개월 동안 서울에 위치한 모 대기업의 본사 영업기획부문 158명의 사원 중 46명, 정보시스템부문 77명의 사원 중 19명, 고객지원부문 6명의 사원 등 총 71명을 대상으로 하였다. 성별 분포는 남자 47명, 여자 24명이며, 연령은 남자 평균 37.72(±6.94)세, 여자 평균 30.04(±5.58)세이었다. 이들 전원이 본 연구에서 제시된 체크리스트를 자가 기입하였고, 전문가들에 의한 작업 자세 평가의 대상이 되었다.

2.2 체크리스트 구성

본 연구에서 작업자들이 기입하는 체크리스트는 한국산업안전공단의 VDT 작업 점검을 위한 체크리스트(2004)와

미국 OSHA의 VDT Workstation Checklist(1996)를 기초로 하여 구성되었다. 즉, 양 체크리스트의 항목을 비교 검토하여 작업조건 특성, 책상조건, 작업 공간, 키보드/입력 장치, 모니터, 의자의 조건, 작업 자세 특성, 악세사리, 교육 등 9개의 카테고리로 구분하여 전체 37개 문항의 체크리스트를 만들었다.

체크리스트 37개 문항 중 작업조건에 관한 문항 4개(예: '하루 평균 컴퓨터 작업시간이 4시간 미만입니까?'), 작업환경에 관한 문항 2개(예:'작업시 조명의 밝기는 적당합니까?'), 교육과 진단에 관한 문항 3개(예: '컴퓨터 작업자의 건강장해와 관련된 교육을 1년에 1회 이상 실시하고 있습니까?'), 사무보조기구에 관한 문항 3개(예: '충분한 양의 문서를 다룰 수 있는 Document Holder가 있습니까?'), 체크리스트에 정확한 수치가 기입된 문항 4개(예: '의자는 높이 조절(조절범위 35~45cm)이 가능합니까?'), 오랜 시간 작업자의 자세를 분석해야 판단이 가능한 문항 7개(예: '작업 시 목이 좌, 우로 돌아가지 않고 중앙에 위치합니까?'), 그리고 주관적 판단에 의해 답변이 달라질 수 있는 묻는 문항 4개(예: '책상 위는 키보드, 마우스, 전화기, 서류 등을 놓을 수 있도록 공간이 충분합니까?') 등을 제외하고 전문가의 작업 자세 평가 결과와 직접 비교가 가능한 10개의 문항을 대상으로 분석하였다.

3. 연구 결과

3.1 작업자 그룹 기입 결과와 전문가 그룹 분석 결과의 비교

선별된 10개의 문항에 대하여 작업자 그룹과 전문가 그룹의 "예" 응답비율 간에 차이가 있는 가를 Z-검정하였고, 그 결과는 표 1과 같다. 문항 3, 7번에 있어서는 양 그룹의 평가 결과 간에 유의한 차이가 없었으며(유의수준 5%), 나머지 8개 문항에 대해서는 유의한 차이가 발생하였다. 단, 표 1에서 문항 5, 6은 상호 연계되는 항목들로서 전문가가 직접 실측하여 평가할 때에는 편의상 통합하여 평가하였다. 문항 9, 10도 같은 경우이다.

표 1. 작업자 그룹 기입 결과와 전문가 그룹 평가 결과 비교

단위: 명(%)

항 목	결 과				Z-검정	
	작업자		전문가			
	예	아니오	예	아니오	Z값	p값
1. 화면의 상단 높이가 작업자 눈높이와 수평을 이루거나 약간 아래에 위치합니까?	47 (66)	24 (34)	17 (24)	54 (76)	5.06	0+
2. 화면과 작업자 눈과의 거리는 적당합니까?	62 (87)	9 (13)	38 (54)	33 (46)	4.41	0+
3. Monitor가 작업자의 정면에 위치하고 있습니까?	65 (91)	6 (9)	69 (97)	2 (3)	−1.46	0.07
4. 입력작업 시 손목이 너무 숙여지거나(뒤로 젖혀지거나) 혹은 옆으로 틀어지는 경우는 없습니까?	46 (65)	25 (35)	63 (89)	8 (11)	−3.38	0.0004
5. 키보드에 손을 얹었을 때 팔꿈치와 키보드의 높이가 동일합니까?	46 (65)	25 (35)	11 (15)	60 (85)	5.99	0+
6. 어깨와 팔이 바닥과 수직을 이루고 있습니까?	40 (57)	31명 (43)			5.07	0+
7. 책상 밑에는 다리를 자유롭게 움직일 수 있는 공간이 충분합니까?	52 (73)	19 (27)	60 (85)	11 (15)	−1.64	0.05
8. 허리를 곧게 편 상태에서 의자 깊숙이 앉아 등받이에 자연스럽게 기대고 작업을 합니까?	27 (38)	44 (62)	6 (8)	65 (92)	4.17	0+
9. 허벅지가 바닥과 평행하고 다리(무릎에서 발목)가 바닥과 수직을 이루고 있습니까?	43 (60)	28 (40)	33 (46)	38 (54)	1.68	0.0465
10. 의자가 높아 바닥이나 발받침대에 발뒤꿈치가 닿지 않는 경우는 없습니까?	55 (78)	16 (22)			3.80	0+

3.2 전문가 그룹 분석 결과의 타당성 검토

작업자들이 자가 기입한 체크리스트 문항 10개 중 8개의 항목이 전문가 그룹의 분석 결과와 일치하지 않았다(유의수준 5%). 이에 전문가 평가에서 적용된 평가 기준에 대해 설명하여 전문가 평가의 타당성을 입증하고자 한다.

전문가 그룹의 평가는 우리나라 노동부 고시 제 2004-50호(개정 2004. 11. 1.) '영상표시단말기(VDT) 취급근로자 작업 관리지침', ISO(1997), OSHA(1995), ANSI(1996) 등과 같이 국제적으로 인정을 받는 기관에서 제시된 사무작업과 관련한 여러 기준들을 참고로 하였다. 이때, 외국에서 권고한 지침과 우리나라 실정과는 다소 차이가 있기 때문에

본 연구에서는 우리나라의 실정에 맞도록 노동부 고시를 기준으로 외국 기관의 권고사항과 비교, 추가하여 작업자의 작업 자세를 평가하였다. 작업 자세는 작업자의 시선범위(각도, 높이와 거리), 모니터의 위치, 아래팔과 손목, 팔꿈치 내각 및 키보드 높이, 책상 밑 다리 공간, 요추지지와 오금 높이로 나누어 분석하였다.

3.2.1 작업자 시선범위 평가 결과(체크리스트 1, 2번 문항)

화면의 위치가 눈높이에 비해 너무 높거나 낮으면 경추부위에 무리가 생기기 마련이다. 즉, 사람이 아무런 불편 없이 안구를 상하로 움직이면서 바라볼 수 있는 시계의 범위는 보통 위 아래로 15° 정도가 가장 적당한데, 이는 편안한 눈 위치의 중심 시선을 기준으로 30° 원뿔이 그리는 범위 이내로 시각적 임무가 주워져야 한다는 것을 의미한다. 즉, VDT 작업을 할 때 의자 등판에 몸을 뒤로 기대는 일반적인 자세에서 가장 적당한 중심 시선은 아래 10~15°라는 것이 일반적인 견해다(한국전산원, 1991). 화면의 위치에 관해서는 우리나라를 비롯한 외국 모든 기관에서 앞에서 언급한 범위를 일관적으로 다루고 있기 때문에, 본 연구에서도 화면 높이의 기준을 작업자의 시선과 모니터 상단을 잇는 수평선을 기준으로 하향 10~15°까지로 정의하였다.

작업자의 눈과 화면의 중간점까지의 거리는 50~70cm를 유지해 주는 것이 좋으며(Cakir et al., 1980), 최소한 40cm 이상은 떨어져 있어야 한다. ISO에서는 최소 40cm로 권고하고 있고, OSHA에서는 42.72~60.96cm를 적정기준으로 제시하였다. 그리고 ANSI에서는 42.72~71.12cm를 권장하고 있다. 본 연구에서는 노동부 고시안의 기준인 40cm 이상을 채택하였고, 화면과의 거리가 너무 멀면 거북목 증후군의 위험이 있기 때문에 OSHA의 상한 기준값 60.96 cm를 채택하였다(노동부 고시안에는 상한값에 대한 언급이 없다).

작업자의 시선범위는 노트북 컴퓨터와 데스크 탑 컴퓨터 화면 높이가 다름에 따라 이를 사용하는 각각의 작업자들의 작업 자세에 차이가 있기 때문에 이를 구분하여 측정을 하였다. 작업자의 시선 높이를 측정하기 위하여 본 실험에서는 그림 1과 같이 작업 눈높이(작업자의 실 작업 자세를 기준으로 바닥에서부터 작업자의 눈높이까지의 높이)를 정의하였다.

노트북 컴퓨터 사용자를 대상으로 한 화면과 시선의 각도, 눈에서부터 화면까지의 거리와 모니터 상단의 높이에 대한 평가 결과는 표 2와 같다.

노트북 컴퓨터 사용자 45명 중 남자 사원 33명의 작업시선범위 측정 결과, 하향 15도를 초과하는 작업자는 17명이었고, 시선범위가 하향 10도 미만인 경우는 4명이었다. 여자

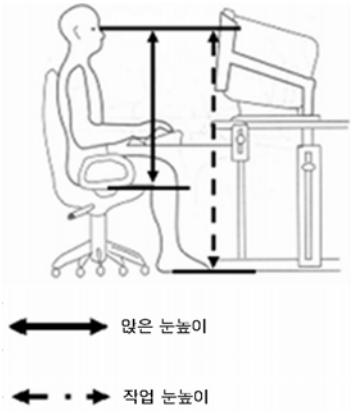

그림 1. 앉은 눈높이와 작업 눈높이

표 2. 노트북 컴퓨터 사용자의 시선범위

구 분		평가 기준	본 사	
			남 자	여 자
각도(°)		10~15	16.49 (±6.08)	13.56 (±7.77)
거리(cm)		40~60.96cm	57.32 (±6.55)	55.44 (±7.09)
높이 (cm)	모니터	모니터 상단의 높이 =작업 눈높이	99.67 (±2.40)	100.78 (±3.99)
	작업 눈높이		111.53 (±3.50)	110.00 (±4.29)
측정인원 (명)			33	9

사원 12명 중 시선범위가 15도를 초과하는 작업자는 6명이었고, 시선범위가 상향 10도 미만인 경우는 3명이었다.

데스크 탑 컴퓨터 사용자를 대상으로 한 화면과 시선의 각도, 눈에서부터 화면까지의 거리와 모니터 상단의 높이에 대한 평가 결과는 표 3과 같다.

표 3. 데스크 탑 컴퓨터 사용자의 시선범위

구 분		평가 기준	본 사		고객센터	
			남 자	여 자	남자	여 자
각도(°)		10~15°	4.66 (±2.88)	5.64 (±4.04)	측정 대상 없음	6.11 (±5.95)
거리(cm)		40~60.96cm	63.64 (±12.03)	72.44 (±15.90)		70.50 (±5.26)
높이 (cm)	모니터	모니터 상단의 높이 = 작업 눈높이	109.79 (±1.39)	109.11 (±0.87)		104.42 (±5.12)
	작업 눈높이		111.21 (±3.30)	110.39 (±4.67)		111.67 (±3.50)
측정인원 (명)			14	9	0	6

데스크 탑 컴퓨터 사용자 26명 중 남자 사원 14명의 시

선범위 측정 결과, 시선이 하향 15도를 초과하는 작업자는 없었고, 시선이 상향 10도 미만인 경우는 13명이었다. 여자 사원 12명을 대상으로 측정한 결과 시선이 하향 15도를 초과하는 작업자는 남자와 마찬가지로 없었고, 시선범위가 상향 10도 미만인 경우는 11명이었다.

화면 높이의 경우 본사의 남녀 작업자 모두 모니터 높이와 작업 눈높이의 차이가 없었기 때문에 앉은키를 고려해 볼 때 상대적으로 남자 사원의 작업 자세가 더욱 좋지 않음(등을 구부리거나, 목을 앞으로 빼는 등)을 알 수 있었다. 그리고 노트북 컴퓨터 사용자보다 데스크 탑 컴퓨터 사용자 남, 여 사원의 시선범위가 상향 10° 미만의 비중이 높은 것으로 분석되었다. 고객센터 여직원은 본사 직원들보다 화면 높이가 높아 작업 자세가 본사에 비해 좋지 않게 평가되었다.

화면 거리의 경우 노트북 컴퓨터 사용자 중 남자 사원은 비교적 양호하나, 여자 사원의 경우 화면 거리가 멀어 거북목 증후군의 위험이 있는 것으로 평가되었다. 전반적으로 노트북 컴퓨터 사용자보다 데스크 탑 컴퓨터 사용자의 화면 거리가 먼 것으로 분석되었다(거북목 증후군의 측정은 작업자가 차렷 자세로 서서 귀 중간부터 어깨 중간까지 가상선을 그은 뒤, 선이 2.5cm 앞으로 나오면 거북목 증후군이 진행중인 것으로 판단하고 5cm 이상이 나오면 심각한 상태로 판정하였다(한국산업안전공단 2004)).

3.2.2 모니터 위치 평가 결과(체크리스트 3번 문항)

작업자의 정면에 모니터가 위치하고 있는지를 평가하기 위해 그림 2와 같이 작업자의 미간을 기준으로 모니터의 좌측 끝과 중앙, 그리고 우측 끝까지의 거리를 측정하였다. 이 값과 모니터의 길이를 이용하여 중앙에서 좌측 끝의 각과 우측 끝의 각을 각각 계산하였다.

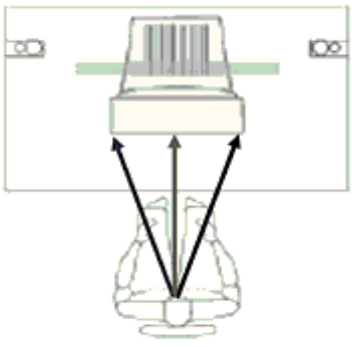

그림 2. 모니터의 위치

분석 결과, 모니터 위치가 작업자의 시선을 중심으로 좌, 우 각도의 차이가 있는 작업자는 노트북 컴퓨터 사용자 1명과 데스크 탑 컴퓨터 사용자 1명이었다.

3.2.3 아래팔과 손목 평가 결과(체크리스트 4번 문항)

노트북 컴퓨터 사용자 중 모니터의 높이를 높이기 위해 받침대를 사용하는 작업자들이 많았다. 그러나 받침대를 사용하는 경우 화면의 높이는 올라가나, 키보드의 경사가 높아져(15° 이상) 손목에 부담이 가게 된다. 측정 대상자 중 12명의 노트북 컴퓨터 사용자가 키보드 받침대 및 같은 목적의 받침대를 사용하고 있었고, 이 중 7명의 작업자의 키보드 경사가 15° 이상이었다. 그리고 데스크 탑 컴퓨터 사용자 중 부적절한 받침대(서류뭉치)를 사용하고 있는 작업자가 1명이었다. 손목의 좌, 우 틀어짐은 작업자의 실제 작업을 비디오와 카메라로 촬영하여 분석한 결과 노트북 컴퓨터 사용자 3명, 데스크 탑 컴퓨터 사용자 2명이었다.

3.2.4 팔꿈치 내각 및 키보드 높이 평가 결과(체크리스트 5, 6번 문항)

키보드의 각도와 높이는 수근관증후군(Carpal tunnel syndrome) 발생과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 키보드의 두께가 너무 높거나 경사 각도가 너무 크게 되면 작업자의 손목 부위에 통증을 유발할 수 있다. 또한 키보드가 놓여 있는 작업대의 공간이 너무 협소하여 손목을 지지할 수 있는 공간이 없을 경우에는 보통 15~30% 더 많은 압력이 손목에 가해지게 된다(Occhipinti et al, 1985). 따라서 작업대 위에 손목을 지지할 수 있는 충분한 공간을 확보해 주어야 하며, 키보드의 경사 각도가 15° 이내로 유지되도록 하고 중간점 두께가 3cm 이내의 것을 선택하도록 해야 한다(Grandjeon, 1988).

본 연구에서는 키보드 경사 5~15°, 두께는 3cm 이하, 키보드의 표면은 무광택, 그리고 작업대 끝면과 키보드의 거리는 15cm 이상이라는 노동부 고시안을 평가 기준으로 정하였다.

측정 대상 작업자들 중 노트북 컴퓨터 사용자들은 노트북 컴퓨터를 책상 위에 놓고 작업을 하기 때문에 작업대 끝면과 키보드의 거리는 15cm 이상 확보할 수 있지만, 팔꿈치의 내각이 90°를 유지할 수 없게 된다. 노트북 컴퓨터 사용자뿐 아니라 데스크 탑 컴퓨터 사용자도 실제 키보드 트레이를 사용하지 않고 책상 위에 키보드를 놓고 사용하는 작업자들이 대부분이어서, 작업 중 팔꿈치가 올라가기 때문에 어깨와 팔에 스트레스를 줄 수밖에 없었다. 측정 대상자 중 노트북 컴퓨터 사용자는 모두 45명이었고, 데스크 탑 컴퓨터 사용자 중 키보드 트레이를 사용하지 않는 사용자는 15명이었다.

3.2.5 책상 밑 다리 공간 평가 결과(체크리스트 7번 문항)

작업대 밑의 공간이 충분히 확보되지 않으면 작업자가 뒤로 물러선 상태에서 의자에 앉아야 하기 때문에 허리가 화면

쪽으로 굽어지게 된다. 이에 따라 팔, 어깨, 허리 등에 부담이 가중되게 되므로 일반적으로 작업대 밑의 여유 공간은 작업대 모서리에서 60cm 이상 확보되는 것이 바람직한 조건이다(Grandjean, 1988). 우리나라의 노동부 고시안에서도 책상/키보드의 높이를 고정식은 60~70cm, 조절식은 65cm 전후로 권고하고 있다.

사무실에서 사용하는 책상의 높이는 72cm로 고정되어 있었고, 이 높이는 한국 표준체형의 남, 여 95% tile을 만족시키는 수치로, 노동부 고시안(고정식의 경우 60~70cm)과 한국표준규격(KS)에 모두 부합하는 수치이다. 그러나 데스크탑 컴퓨터 사용자가 책상 밑에 설치된 키보드 트레이를 사용하게 될 경우, 키보드 트레이의 자체 높이 때문에 15cm 정도가 더 낮아지게 된다. 따라서 실제 바닥에서 책상 밑까지의 높이는 57cm가 된다. 작업 자세 측정의 대상 중 데스크탑 컴퓨터 사용자는 모두 26명이었고, 이중 키보드 트레이를 사용하는 작업자는 11명(15%)이었다.

3.2.6 요추지지 평가 결과(체크리스트 8번 문항)

작업자의 작업 자세를 나쁘게 하는 요인 중 하나로 의자의 깊이가 문제점으로 지적되었다. 측정 대상 작업장 의자의 좌면 깊이는 48cm로 한국인표준인체 치수 중 앉은 엉덩이~오금 수평 길이가 남자(35~39세) 46.81cm, 여자(30~34세) 44.38cm인 것으로 미루어 한국인의 표준체형보다 깊음을 알 수 있다. 이는 의자의 등받이에 요추가 충분히 지지할 수 없도록 하는 요인이 되기도 하므로, 노동부 고시안에서도 38~46cm를 준수할 것을 권고하고 있다.

평가 결과, 허리를 곧게 펴고 바른 자세로 의자에 앉았을 경우 요추가 등받이에 충분히 지지할 수 없었던 작업자는 65명이었다.

3.2.7 작업자의 오금 높이 평가 결과(체크리스트 9, 10번 문항)

노동부 고시안에는 근로자의 발바닥 전면이 바닥 면에 닿는 자세를 기본으로 하되, 그러하지 못할 때에는 발 받침대를 조건에 맞는 높이와 각도로 설치할 것과 무릎의 내각은 90° 전후가 되도록 하되, 의자의 앉는 면의 앞부분과 근로자의 종아리 사이에는 손가락을 밀어 넣을 정도의 틈새가 있도록 하여 종아리와 대퇴부에 무리한 압력이 가해지지 않도록 해야 한다고 권고하고 있다.

본 연구에서는 작업자의 앉은 자세에서 오금 높이를 측정하여 의자의 높이와 무릎의 내각이 적절한지를 분석하였다. 작업자의 오금 높이는 작업자가 신발을 벗은 상태에서 바닥에서부터 작업자의 오금까지의 거리를 측정하였다. 오금 높이와 좌석 높이를 평가한 결과는 표 4와 같다.

좌석 높이보다 오금 높이가 어느 정도 차이가 있는지와 그 빈도는 그림 3과 같다.

표 4. 오금 높이 평가 결과

구분 (단위: cm)	평가 기준	본 사		고객센터	
		남 자	여 자	남 자	여 자
오금 높이	오금높이 > 좌석높이	41.31 (±2.10)	39.53 (±2.25)	측정 대상 없음	37.17 (±1.77)
좌석 높이		40.89 (±1.39)	41.42 (±2.36)		42.25 (±1.57)
측정인원		47	18	0	6

그림 3의 x축은 오금 높이에서 좌석 높이를 뺀 값으로 이 값이 음수이면 오금 높이가 좌면보다 더 낮음을 의미한다. 그리고 y축은 그 값에 해당하는 작업자의 수를 나타낸다. 평가 결과 오금 높이가 좌면보다 낮은 작업자는 전체 71명 중 33명으로 전체의 46%였다.

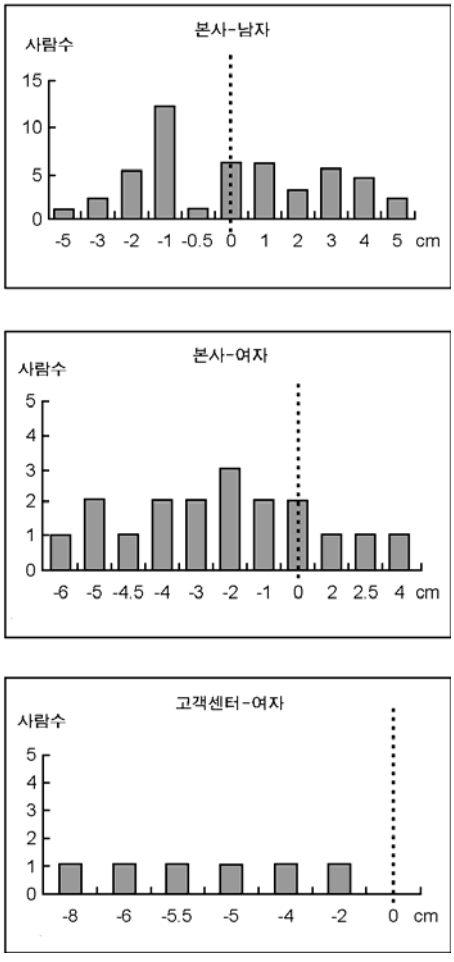

그림 3. 오금 높이와 좌석 높이의 차이

4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 사무환경 평가용 체크리스트의 작업자 자가 기입 결과와 전문가의 작업 자세 분석 결과를 비교 평가하였다. 현실적인 여건으로 인하여 평가에 참여한 전문가의 수가 소수라는 제한점이 있으나, 전문가 3인이 토의를 거쳐 단일의 결과를 도출하는 과정을 거쳐 평가자간 신뢰성을 높이려 노력하였다.

국내 노동부 고시안과 OSHA의 VDT Workstation Checklist 등을 참조하여 체크리스트를 제작한 뒤, 71명의 작업자를 대상으로 체크리스트를 기입하도록 하였다. 그리고 동일한 작업자를 대상으로 노동부 고시안을 비롯한 국내, 외 문헌 연구를 기초로, 문헌의 권고사항을 최대한 반영하여 작업 자세를 평가하였다. 비교 분석을 위하여 체크리스트 평가 항목 중 전문가 평가와 직접 비교가 가능한 10개 항목을 선별하여 "예" 응답율 차이에 대한 Z-검정을 실시하였다.

연구 결과를 요약하면 10개의 체크리스트 항목 중 8개에 걸쳐 작업자 기입 결과와 전문가의 작업 분석 결과 간에 차이가 있는 것으로 나타났으며(5% 유의수준), 이 문항들은 모두 작업 자세와 관련한 것 들이었다. 작업 자세와 관련한 문항들에 대하여 작업자들은 전문가 그룹과 달리 수치적인 기준보다는 본인들의 주관적인 불편도를 기준으로 평가하는 경향이 있으므로 전문가 그룹과 작업자 그룹간의 평가 결과 간의 차이가 발생했을 가능성이 있다. 또한 본 연구에서 채택된 평가 기준의 엄격함에 의하여 발생했을 수도 있다.

한편, 평가 항목 중, 작업자 눈과 화면까지 거리의 경우, 노동부 고시안에서 40cm 이상을 유지하도록 되어 있을 뿐 상한의 값이 정해져 있지 않다. 그래서 실제로 화면까지의 거리가 너무 멀어 거북목 증후군의 위험이 있는 작업자들의 작업 자세를 평가할 기준이 국내 기준에는 없었기 때문에 본 연구에서는 OSHA의 상한값을 사용하였다. 이에 실제 거북목 증후군과 같은 질환을 방지할 수 있는 우리 실정에 맞는 상한값에 대한 연구가 필요하다고 사료된다. 이 값의 결정에 따라 작업 자세 분석 결과가 달라질 수 있고, 자가 기입 체크리스트와의 비교 결과에도 영향을 미치게 될 것이다.

또한, 현재 사업장에서 사용하고 있는 모니터는 LCD 모니터가 대부분으로서, 과거의 CRT와 비교하여 해상도와 정면 시각에서의 사용 편의성이 다를 수 있다. 이러한 부분을 고려하여 새로운 평가 기준을 확립하여야 할 것이다.

그리고 현장에서는 전자 고니어미터와 같은 장비를 사용하여 손목의 각도를 지속적으로 측정하기 어렵기 때문에, 비디오 촬영을 통한 작업자의 손목 각도 분석과 키보드 자체의 작업 자세 기준(키보드 경사 15° 이하)을 평가 기준으로 작업 자세를 분석하였다. 따라서 측정 방법의 정밀도에 따라 그 결과가 달라질 수 있겠다.

결론적으로, 비전문가의 자가 기입 체크리스트에만 의존한 사무환경의 평가는 그 한계점이 있기 때문에 전문가 평가를 비롯한 다양한 평가가 병행하여 실시되어야 한다. 특히, 작업자의 작업 자세와 관련한 평가는 정량적인 평가 기준을 정확히 알지 못하는 작업자들의 자가 기입 체크리스트 평가보다는 전문가 평가로 판단하는 것이 합리적일 것이다. 그러나 모든 작업장의 평가에 전문가가 참여할 수는 없는 것이므로 일반 사용자도 이해하기 쉽고, 사용자의 불편도와 평가 기준과의 관련성이 높은 자가진단 체크리스트를 개발하는 것이 필요할 것이며, 동시에 일반 사용자들의 평가 능력을 제고시키는 교육, 훈련이 병행되어야 할 것이다.

참고 문헌

박희석, 이윤근, 임상혁, 제조업에서 발생하는 누적외상성질환 관련 문제점 분석 및 위험요인 점검표의 개발, *대한산업공학회지*, 24(4), 503-517, 1998.

연합뉴스, http://www.yonhapnews.co.kr, 2001.

오차재, 수근관 증후군의 진단에서 자가 기입식 수부증상도표의 유용성, 부산대학교 대학원 석사학위논문, 2001.

윤덕기, 컴퓨터 작업 시 모니터와 마우스 위치 변화에 따른 작업부하의 변화에 관한 연구, 인천대학교 대학원 석사학위논문, 2002.

임상혁, 이윤근, 조정진, 손정일, 송재철, 은행 창구 작업자(VDT 작업자)의 경견완 장애 자각 증상 호소율과 관련 요인에 관한 연구, *대한산업의학회지*, 9(1), 85-98, 1997.

임상혁, 박희석, 김현욱, 표면근전도의 근육 긴장도를 이용한 컴퓨터 단말기 작업 자세 평가, *대한산업의학회지*, 12(4), 534-546, 2000.

한국산업안전공단, *영상표시단말기(VDT)취급 근로자 작업관리 지침*, 한국산업안전공단, 2004.

한국전산원, *영상표시단말기(VDT)를 통한 근로자 작업환경의 지침에 대한 연구*, 한국전산원, 1990.

American National Standards Institute (ANSI), American Standard For Human Engineering of VDT Workstations, ANSI, 1988.

Bhattacharya, A. and McGlothlin, J. D., *Occupational ergonomics*, Marcel Dekker, Inc, 1996.

Cakir, A., Hart, D., and Stewart, T., *Visual display Terminals: A manual covering ergonomics, workplace design, health and safety, task organization*, Wiley, 1980.

Cohen, A. L, Gjessing C. C, Fine L. J., Bernard, B. P. and McGlothlin, J. D., *Elements of ergonomic programs: A primer based on workplace evaluations of musculoskeletal disorders*, NIOSH, 1997.

Engkvist, I-L., Hagberg, M., Wigaeus-Hjelm, E., Menckel, E., Ekenvall, L. and PROSA Study Group, Interview protocols and ergonomic

checklist for analyzing overexertion back accidents among nursing personnel, *Applied Ergonomics*, 26, 213-220, 1995.

Grandjean, E., *Ergonomics in computerized offices*, Taylor & Francis.

Internal Organization for Standardization (ISO), *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals(VDTs)(ISO 9241)*, Geneva: ISO, 1997.

Kemmlert, K., A method assigned for the identification of ergonomic hazards-PLIBEL, *Applied Ergonomics*, 26, 199-211, 1995.

Keyserling, W. M., Stenson, D. S., Silverstein, B. A. and Brouwer, M. L., A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity disorders, *Ergonomics*, 36, 807-831, 1993.

Lifshitz, Y. and Armstrong, T. J., A design checklist for control and prediction of cumulative trauma disorders in hand intensive manual jobs, *Proceedings of the 30th Annual Meeting of Human Factors Society*, 837-841, 1986.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), VDT Workstation Checklist, OSHA, 1995.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 박 희 석 ❖ hspark@hongik.ac.kr
미시간 대학교 공학 박사
현 재: 홍익대학교 정보산업공학과 교수
관심분야: 근골격계질환, 사용성공학, 감성공학

❖ 공 태 식 ❖ newager0@hotmail.com
홍익대학교 정보산업공학과 석사
현 재: LG CNS 컨설팅
관심분야: HCI, 근골격계질환

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2006년 02월 17일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2006년 05월 02일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2006년 05월 04일