

연관규칙을 이용한 근골격계 질환 예방

- 다변량 로지스틱 회귀분석의 결과를 기반으로 -

박승현* · 이석환*

*인하대학교 산업공학과

Preventing the Musculoskeletal Disorders using Association Rule

- Based on Result of Multiple Logistic Regression -

Seung Hun Park* · Seog Hwan Lee*

*Department of Industrial Engineering, Inha University

Abstract

We adapted association rules of data mining in order to investigate the relation among the factors of musculoskeletal disorders and proposed the method of preventing the musculoskeletal disorders associated with multiple logistic regression in previous study.

This multiple logistic regression was difficult to establish the method of preventing musculoskeletal disorders in case factors can't be managed by worker himself, i.e., age, gender, marital status. In order to solve this problem, we devised association rules of factors of musculoskeletal disorders and proposed the interactive method of preventing the musculoskeletal disorders, by applying association rules with the result of multiple logistic regression in previous study.

The result of correlation analysis showed that prevention method of one part also prevents musculoskeletal disorders of other parts of body.

Keywords : Data Mining, Association Rule, Musculoskeletal Disorder

1. 서론

근골격계 질환(WMSDs: Work-related Musculoskeletal Disorders)은 주요 선진국에서 이미 직업병의 상위를 차지하고 있는 추세이고 다양한 직종으로 확산되고 있으며 이에 따른 경제적 부담도 증가 일로에 있다(Bigos et al., 1986; Gamperience & Stigum, 1999).

우리나라의 경우도 1994년 산재보험법 시행규칙(노동부, 1995)에 의해 처음으로 업무상 질병으로 인정된 이후, 점차 근골격계 질환의 발생이 증가하고 있다(근로복지공단, 1997).

근골격계 질환에 대한 연구는 VDT작업자, 금전등록

기 작업자(Ohara 등, 1982), 도살장 근무자(Vilkari-Jutra, 1983), 자동차 조립공장의 작업자(Fine 등, 1986), 치과요원(Rundcrantz 등, 1991; Ylipaa 등, 1997), 병원 간호사(Ando 등, 2000)등의 다양한 직종에서 수행되어 왔다.

한편 1997년 이후의 국내 연구는 조선업 작업자(한상환 등, 1997; 박병찬 등, 2003; 김중은 등, 2003), 의료보험 심사 업무자(이윤근 등, 1998), 자동차 조립 및 정비 작업자(윤철수 등, 1999; 김일룡 등, 2001; 김철홍 등, 2004), 음악가(성낙정 등, 2000), 미용사(박수경 등, 2000), 전자제품 조립작업자(김종인 등, 2004), 종합 병원 간호사(서순림 등, 2005)등으로 다양한 직종에 관한 연구가 있다.

* 이 논문은 인하대학교 교내 연구비 지원에 의해 연구되었음.

2007년 7월 접수; 2007년 8월 수정본 접수; 2007년 8월 게재확정

이들 연구의 분석기법으로는 주로 다변량 로지스틱 회귀분석, t-test, 분산분석 등을 사용하였다. 연구 결과로는 증상호소 부위별로 발병의 원인이 되는 주요 관련 요인을 도출하였고 이를 바탕으로 근골격계 질환의 예방 대책의 기초를 마련하였다.

그러나 이들 연구의 한계점으로는 분석 결과 도출된 관련 요인이 성별, 결혼여부, 나이, 과거 근무경력등과 같이 근로자가 관리 할 수 없는 요인들의 경우는 도출된 주요 관련 요인이 예방 대책에 도움이 되지 않는다는 것이다. 둘째로는 주요 관련 요인을 도출하더라도 그 밖의 다른 요인들 간의 연관관계는 알 수 없기 때문에 예방 대책을 유기적으로 효율성 있게 수립할 수 없다는 점이다. 따라서 본 연구의 목적은 위에서 언급한 기존 연구들의 한계점을 보완하고, 보다 유기적이고 효율적인 예방대책을 마련하기 위한 것이다.

연구방법은 2단계로 진행한다. 1단계는 다변량 로지스틱 회귀분석을 사용하여 근골격계 질환의 발병의 원인이 되는 주요 관련 요인을 도출하고, 2단계는 데이터 마이닝의 연관규칙을 사용하여 도출된 주요 관련 요인과 타 요인들 간의 연관관계를 발견한다. 1단계는 전 연구[5]의 다변량 로지스틱 회귀분석 결과를 본 연구의 3장에서 기술하고, 2단계의 연관규칙은 본 연구 4장의 연관규칙 적용에서 자세하게 기술한다.

2. 연구대상 및 방법

2.1 연구대상 사업장 및 연구대상자 선정

연구대상은 인천 남동공단 소재 전자제품 제조회사 4개사의 조립라인 생산직 종사자 350명을 대상으로 하였다. 응답자는 310명(88.6%), 이었으며, 이중 내용이 불충분하거나 무성의한 12부의 설문지는 분석대상에서 제외하여 최종적으로 298명을 대상으로 하였다. 서론에서 밝힌바와 같이 연구대상과 자료는 전 연구[5]와 동일한 자료이다.

2.2 자료수집 및 방법

설문조사는 설문지를 배부하여, 작업자가 자기기입식으로 작성하게 하여 수거하였다. 설문지는 한국 산업안전공단 기술지침(KOSHA CODE)에서 정한 근골격계 부담 작업 유해요인 조사에서 지정한 설문지를 사용하였다.

조사내용은 연령, 성별, 결혼상태, 근무기간, 주당작업시간, 취미활동시간, 가사노동시간 등의 일반적인 사

항에 대하여 조사하였다. 증상을 묻는 설문지에는 6개 신체부위(목, 어깨, 팔/팔꿈치, 손/손목, 허리, 발/다리)의 자각증상유무, 증상의 지속기간, 빈도를 묻는 항목과 증상에 따른 조치로 병의원 또는 약국의 이용유무, 절근 또는 휴무 유무 및 작업전환 유무등을 조사하였다. 자각증상의 유무의 기준으로서 NOISH의 작업관련 근골격계 질환 감시기준에 따라 과거력상 외상이나 사고가 없으면서, 현재의 작업과 관련하여 증상이 발생하였으며 적어도 1주일 이상 또는 과거 1년간 1달에 1번 이상 지속되는 목과 어깨, 팔과 팔꿈치, 손과 손목, 허리, 발과 다리 등에서 하나 이상의 증상들(통증, 쑤시는 느낌, 뻣뻣함, 뜨거운 느낌, 무감각 또는 찌릿한 느낌)이 존재하는 경우로 정의 하였다(Hales, 1994).

<표 1> General & occupational characteristics of the subjects

Characteristic	Number	%
Age		
≤ 29	70	23.5%
30-39	67	22.5%
≥ 40	161	54.0%
Gender		
Male	60	20.1%
Female	238	79.9%
Marital Status		
Married	226	75.8%
Unmarried	72	24.2%
Work duration(yrs)		
< 1	165	55.4%
2-5	90	30.2%
≥ 6	43	14.4%
Working hr/(week)		
≤ 44	87	29.2%
45-55	148	49.7%
≥ 56	63	21.1%
Hobby activity hr/(week)		
≤ 1	211	70.8%
≥ 2	87	29.2%
Housekeeping activity hr/(day)		
< 1	115	38.6%
1-2	43	14.4%
≥ 3	140	47.0%
Total	298	100.0%

2.3 분석방법

설문지에 의해서 얻어진 자료는 근골격계 질환의 발병원인이 되는 주요 위험인자를 도출하기 위해 SPSS 10.1 for windows 프로그램을 이용하여 분석하였다. 자료의 분석은 조사대상자 전체에 대한 일반적인 특성들에 대한 빈도를 분석하고, 6개 신체부위별로 자각증상 호소율을 구하였다.

자각증상호소와 관련 요인을 알아보기 위해 변수의

특성에 따른 증상 호소율을 카이제곱법(χ^2 test)을 이용하여 증상발현의 차이를 비교하였다(표 2 참조). 이때의 변수들 중 연령과, 근무경력, 주당 근무시간, 가사노동시간은 각각 3개 군으로 삼분화 하였으며 성별, 결혼 유무, 주당 취미시간 등을 각각 2개의 군으로 이분화 하였다(표 1).

다음으로 변수 중 자각증상 호소를 결정하는 요인을 알아보기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression analysis)을 실시하였다.

<표 2> Prevalence of upper limb musculoskeletal symptoms according to general and occupational characteristics of the subjects

Characteristic	Prevalence(%)					
	Neck	Shoulder	Arm & elbow	Wrist & hand	Waist	Foot & leg
Age	*					
≤ 29	14 (36.8)	21 (55.3)	3 (7.9)	8 (21.1)	15 (39.5)	5 (13.2)
30-39	18 (40.0)	30 (66.7)	1 (2.2)	11 (24.4)	11 (24.4)	6 (13.3)
≥ 40	44 (41.9)	75 (71.4)	17 (16.2)	32 (30.5)	28 (26.7)	16 (15.2)
Gender	*					
Male	15 (42.9)	17 (48.6)	1 (2.9)	6 (17.1)	13 (37.1)	6 (17.1)
Female	61 (39.9)	109 (71.2)	20 (13.1)	45 (29.4)	41 (26.8)	21 (13.7)
Marital Status	**					
Married	60 (40.5)	107 (72.3)	19 (12.8)	42 (28.4)	39 (26.4)	19 (12.8)
Unmarried	16 (40.0)	19 (47.5)	2 (5.0)	9 (22.5)	15 (37.5)	8 (20.0)
Work duration(yrs)	*					
< 1	15 (34.1)	29 (65.9)	5 (11.4)	10 (22.7)	20 (45.5)	7 (15.9)
2-5	31 (39.2)	54 (68.4)	7 (8.9)	24 (30.4)	16 (20.3)	9 (11.4)
≥ 6	30 (46.2)	43 (66.2)	9 (13.8)	17 (26.2)	18 (27.7)	11 (16.9)
Working hr(/week)	*					
≤ 44	28 (43.8)	43 (67.2)	7 (10.9)	17 (26.6)	18 (28.1)	11 (17.2)
45-55	38 (39.6)	61 (63.5)	13 (13.5)	24 (25.0)	27 (28.1)	14 (14.6)
≥ 56	10 (35.7)	22 (78.6)	1 (3.6)	10 (35.7)	9 (32.1)	2 (7.1)
Hobby activity hr(/week)	*					
≤ 1	73 (40.3)	123 (68.0)	21 (11.6)	50 (27.6)	50 (27.6)	26 (14.4)
≥ 2	3 (42.9)	3 (42.9)	0 (0.0)	1 (14.3)	4 (57.1)	1 (14.3)
Housekeeping activity hr(/day)	*					
< 1	16 (30.2)	27 (50.9)	4 (7.5)	17 (32.1)	19 (35.8)	7 (13.2)
1-2	29 (50.0)	43 (74.1)	5 (8.6)	11 (19.0)	15 (25.9)	6 (10.3)
≥ 3	31 (54.4)	56 (98.2)	12 (21.1)	23 (40.4)	20 (35.1)	14 (24.6)
Total	76 (40.4)	126 (67.0)	21 (11.2)	51 (27.1)	54 (28.7)	27 (14.4)

* : p<0.05, ** : p<0.01

3. 다변량 로지스틱 회귀분석 및 결과

서론에서 언급하였듯이 다변량 로지스틱 회귀분석 및 결과에 대해서는 전 연구의 결과를 인용하므로 전체 흐름을 이해하는데 방해가 되지 않는 범위 내에서 필요한 최소 부분만을 기술하였다. 다변량 로지스틱 회귀분석의 구체적 내용은 전 연구[5]를 참조하기 바람.

3.1 다변량 로지스틱 회귀분석

다음으로 조사대상자들의 자각증상에 영향을 미치는 변수들의 중요도와 각 변수들과 증상호소와의 관련성을 파악하기 위하여 다변량 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 그 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> Odd ratio related factors for musculoskeletal symptom by multiple logistic regression

Factors(indicator)	Odds ratio(95% Confidence interval)					
	Neck	Shoulder	Arm & elbow	Wrist & hand	Waist	Foot & leg
Age						
≤ 29	1.13 (0.57-2.56)	2.02 (0.94-4.35)	2.25 (0.62-8.17)	1.64 (0.67-3.97)	0.56 (0.25-1.21)	1.19 (0.40-3.49)
30-39	1.08 (0.53-2.20)	1.25 (0.95-2.64)	8.50 (1.09-65.96)	1.36 (0.61-3.00)	1.12 (0.50-2.51)	1.17 (0.42-3.21)
Gender						
Male	0.88 (0.42-1.86)	2.62 (1.23-5.55)	5.11 (0.66-39.45)	2.01 (0.78-5.18)	0.62 (0.28-1.34)	0.77 (0.28-2.07)
Marital Status						
Unmarried	1.02 (0.50-2.08)	2.88 (1.40-5.91)	2.80 (0.62-12.55)	1.37 (0.59-3.11)	0.60 (0.28-1.24)	0.59 (0.23-1.46)
Work duration(yrs)						
< 1	1.66 (0.75-3.65)	1.01 (0.45-2.26)	1.25 (0.39-4.02)	1.20 (0.49-2.95)	0.46 (0.20-1.02)	1.08 (0.38-3.03)
2-5	1.33 (0.68-2.58)	0.91 (0.45-1.82)	1.65 (0.58-4.71)	0.81 (0.39-1.68)	1.51 (0.69-3.26)	1.58 (0.61-4.09)
Working hr(/week)						
≤ 44	0.71 (0.28-1.78)	1.79 (0.63-5.08)	0.30 (0.03-2.57)	1.54 (0.59-3.97)	1.21 (0.46-3.16)	0.37 (0.07-1.79)
45-55	0.85 (0.35-2.03)	2.10 (0.77-5.68)	0.24 (0.02-1.89)	1.67 (0.67-4.10)	1.21 (0.48-3.00)	0.45 (0.09-2.11)
Hobby activity hr(/week)						
≤ 1	1.11 (0.24-5.10)	0.35 (0.07-1.63)	0.00 (0.00-0.00)	0.44 (0.05-3.71)	3.49 (0.75-16.16)	0.99 (0.11-8.59)
Housekeeping activity hr(/day)						
< 1	1.56 (0.74-3.27)	2.57 (1.23-5.36)	2.26 (0.68-7.44)	0.90 (0.42-1.92)	0.63 (0.29-1.34)	1.46 (0.54-3.90)
1-2	0.67 (0.33-1.34)	0.93 (0.43-2.01)	1.96 (0.64-5.90)	1.82 (0.80-4.12)	1.01 (0.46-2.18)	1.93 (0.69-5.36)

증상 호소율이 가장 높은 어깨 증상호소에 대해서는 성별, 결혼여부, 가사시간만이 유의한 관련성을 보였다 (표 2 참조). 성별은 남자 군에 비하여 여자군의 교차비가 2.62(95% C.I.=1.23-5.55)이었고 결혼여부는 미혼자군에 비하여 기혼자군의 교차비가 2.88(95% C.I.=1.40-5.91)이었다. 가사시간은 1시간 이하의 가사노동시간 군에 비하여 1시간의 이상의 가사노동시간군의 교차비가 2.57(95% C.I.=1.23-5.36)로 나타났다.

팔 증상 호소에 대해서는 연령만이 유의한 관련성을 보였으며 40세 미만 군에 비하여 40세 이상인 군의 교차비가 8.50(95% C.I.=1.09-65.96)이었다.

허리 증상 호소에 대해서는 근무경력만이 유의한 관련성을 보였으며 6년 미만 군에 비하여 6년 이상인 군의 교차비가 1.51(95% C.I.=0.69-3.26)이었다(표 3 참조).

목, 손목, 다리 등과 같은 나머지 신체부위는 <표 2>와 같이 유의한 요인이 없었다.

3.2 주요 관련 요인의 도출

다변량 로지스틱 회귀분석 결과 어깨의 증상호소에 대해서는 여성 군, 기혼자 군과 가사노동시간이 1시간 이상인 군에서 증상호소의 위험성이 높았다. 팔/팔꿈치의 증상호소에 대해서는 30세 이상의 군이 증상호소의 위험성이 높았다. 허리의 증상호소에 대해서는 작업경력이 2년 미만의 군이 증상호소의 위험성이 높았다.

이상의 결과로 볼 때 본 연구에서 근골격계 질환은 기혼자 여성일수록, 가사노동시간이 길수록 연관성이 높다고 사료된다. 한편 근속경력이 2년 미만의 군이 허리증상 호소율이 높은 것은 작업에의 적응도가 낮기 때문으로 판단된다.

증상 호소율이 가장 높은 것은 어깨 부위이다. 특히 어깨부위의 유병율은 기혼 상태의 여성이 가사노동시간이 길수록 영향을 주는 중요한 요인이 된다. 따라서 기혼상태의 여성은 가능한 가사노동시간을 줄일 필요성이 제시된다.

특히 증상 호소율이 가장 높은 어깨 부위는 발병의 주요 관련 요인이 다음과 같다. 첫째 여자이며, 둘째 기혼여성이고, 셋째는 가사노동시간이 1시간 이상인 경우로 밝혀졌다. 그러나 주요 관련 요인이 도출되었다 하더라도 여기에서 작업자가 관리 할 수 있는 요인은 가사 노동시간 뿐 이므로 효과적인 예방대책을 세우기에는 분명하게 한계가 있다.

따라서 다음 장에서 주요 관련 요인과 타 요인간의 연관성을 찾아냄으로서 보다 효과적인 예방대책의 수립이 가능할 것이다.

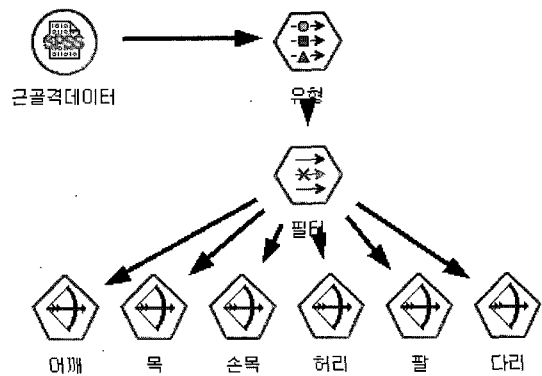
4. 연관규칙 적용

여기에서는 3장에서 밝힌 근골격계 질환의 주요요인과 그 밖의 요인간의 연관관계를 탐색한다. 자각증상호소 관련 요인은 연령, 성별, 결혼유무, 근무경력, 근무시간, 여가시간, 가사시간 등의 7개 요인이다. 연관규칙(GRI; Generalized Rule Induction)을 발견하기 위해 전 연구에서 사용한 동일한 데이터를 사용한다.

이 데이터는 데이터 전처리 과정이 완료된 상태이기 때문에 데이터 전처리 과정은 생략하고 연관규칙 적용 과정과 결과만을 기술한다.

클레멘타인의 연관규칙 적용과정은 <그림 1>과 같다. 분석 소스파일은 SPSS 통계패키지에서 사용한 설문데이터를 그대로 사용하였다.

유형처리에서는 부위별 증상호소 여부를 이분형, 증상호소에 미치는 변수들의 군을 범주형으로 지정하였다. 연관규칙 임계치는 신뢰도 80%, 지지도 1%로 지정하여 규칙을 도출하였다. 팔 부위는 지지도 임계치인 1%를 만족하지 못하여 본 연구에서 제외시켰다. 통증별 연관규칙은 증상 호소율이 높은 순서인 어깨, 목, 허리, 손목, 다리 순서로 기술한다.



<그림 1> GRI 적용과정

4.1 통증 부위별 연관규칙

어깨통증 호소자에 대하여 GRI를 적용하여 발견한 연관규칙은 <표 4>와 같다. 연관규칙은 신뢰도가 높은 순서로 정렬하였고 작업자 스스로 관리하기 불가능한 요인은 음영으로 표시하였다.

어깨통증과 관련이 있는 연관규칙에서 앞에서 제시한 임계치를 만족하는 연관규칙은 모두 9개가 도출되었다. 신뢰도가 가장 높은 연관규칙은 규칙 a로 연령이 30~39세 이고 근무시간이 56시간 이상이며, 가사노동시간이 3시간 이상으로 지지도는 3.72%이고 신뢰도는

100%이다. 즉, 연령이 30~39에 속하고 주 당 56시간 이상의 노동을 하며 3시간 이상의 가사노동을 하는 작업자는 어깨통증을 호소할 확률이 100%라는 것을 의미한다. 다음으로 신뢰도가 높은 연관규칙은 규칙 b로 연령이 30~39세이고 기혼이며 근무시간이 56시간 이상

으로 지지도는 6.38%이고 신뢰도는 92%이다.

즉, 연령이 30~39에 속하고 결혼을 하였으며 주 당 56시간 이상의 노동을 하는 작업자는 어깨통증을 호소할 확률이 92%라는 것을 의미한다.

<표 4> GRI 적용 후 어깨통증 호소자의 자각증상 변수 간의 연관규칙

규칙	지지도	신뢰도	후항값	전항값 1	전항값 2	전항값 3
a	3.72	100	어깨	연령 = 30-39	근무시간 ≥ 56	가사시간 ≥ 3
b	6.38	92	어깨	연령 = 30-39	결혼 = y	근무시간 ≥ 56
c	5.32	90	어깨	근무시간 ≥ 56	가사시간 ≥ 3	
d	5.32	90	어깨	성별 = f	근무시간 ≥ 56	가사시간 ≥ 3
e	10.11	89	어깨	연령 = 30-39	경력 ≥ 6	근무시간 ≥ 56
f	9.57	89	어깨	연령 = 30-39	성별 = f	근무시간 ≥ 56
g	11.17	86	어깨	연령 = 30-39	근무시간 ≥ 56	
h	10.11	84	어깨	성별 = f	경력 ≥ 6	근무시간 ≥ 56
i	18.62	80	어깨	연령 ≥ 40	경력 = 2-5	가사시간 = 1-2

다음은 본 연구의 2단계로, 1단계 연구결과로 도출된 질병의 주요관련 요인과 연관규칙(표 4)을 관련시켜서 보다 유기적인 질병 예방대책을 모색한다. 예로서 어깨 통증을 유발하는 주요관련 요인은 1시간 이상의 가사 시간, 기혼자, 여성으로 도출되었다[5].

1시간 이상의 가사시간을 포함하고 있는 연관규칙은 <표 4>에서 규칙 a, c, d, i이다. 이들 규칙은 가사시간, 근무시간, 경력, 성별, 연령 등의 요인을 포함하고 있다.

이 중에서 가사시간과 근무시간만이 관리가능 요인이기 때문에, 가사시간과 근무시간의 단축은 어깨통증의 유발확률을 감소시키기에 효과적인 예방 대책이 된다. 기혼자를 포함하고 있는 연관규칙은 규칙 b로 결혼 여부, 근무시간, 연령 등의 요인을 포함하고 있다.

이 중에서 근무시간만이 관리가능 요인이므로 근무 시간의 단축은 어깨통증의 유발확률을 감소시킬 수 있는 유일한 효과적인 예방 대책이 된다. 여성을 포함하고 있는 연관규칙은 규칙 d, f, h이다. 이들 규칙은 가사시간, 근무시간, 경력, 성별, 연령 등의 요인을 포함하고 있다.

이 중에서 가사시간과 근무시간만이 관리가능 요인이기 때문에, 가사시간과 근무시간의 단축은 어깨통증의 유발확률을 감소시키기에 효과적인 예방 대책이 된다. 이상과 같은 결과를 종합해 볼 때, 어깨부위의 근골격계 질환을 예방하기 위해 작업자가 현실적으로 관리 가능한 예방 대책은 가사시간과 근무시간의 단축이다.

<표 5> GRI 적용 후 목통증 호소자의 자각증상 변수 간의 연관규칙

규칙	지지도	신뢰도	후항값	전항값 1	전항값 2	전항값 3
a	2.13	100	목	성별 = m	가사시간 = 1-2	
b	2.13	100	목	연령 = 30-39	성별 = m	가사시간 = 1-2
c	1.6	100	목	성별 = m	여가시간 ≤ 1	가사시간 = 1-2
d	1.6	100	목	성별 = m	경력 = 2-5	가사시간 = 1-2
e	1.6	100	목	성별 = m	결혼 = n	가사시간 = 1-2
f	1.06	100	목	결혼 = n	경력 = 2-5	가사시간 = 1-2
g	1.06	100	목	성별 = m	근무시간 = 45-55	가사시간 = 1-2
h	2.13	75	목	경력 ≥ 6	근무시간 ≥ 56	가사시간 = 1-2
i	2.13	75	목	연령 = 30-39	근무시간 ≥ 56	가사시간 = 1-2

<표 6> GRI 적용 후 허리통증 호소자의 자각증상 변수 간의 연관규칙

규칙	지지도	신뢰도	후향값	전향값 1	전향값 2	전향값 3
a	1.06	100	허리	경력 ≥ 6	여가시간 ≥ 2	가사시간 < 1
b	1.06	100	허리	경력 ≥ 6	근무시간 = 45-55	여가시간 ≥ 2
c	1.06	100	허리	성별 = m	경력 ≥ 6	여가시간 ≥ 2
d	2.66	80	허리	성별 = m	결혼 = n	여가시간 ≥ 2
e	2.13	75	허리	결혼 = n	근무시간 = 45-55	가사시간 = 1-2
f	2.13	75	허리	결혼 = n	근무시간 = 45-55	여가시간 ≥ 2
g	3.19	67	허리	결혼 = n	여가시간 ≥ 2	
h	3.19	67	허리	성별 = m	여가시간 ≥ 2	
i	3.19	67	허리	연령 = 30-39	결혼 = n	여가시간 ≥ 2
j	3.19	67	허리	연령 = 30-39	성별 = m	여가시간 ≥ 2

목 부위는 <표 5>에서 모든 규칙이 1시간 이상의 가사시간을 포함하고 있다. 이들 규칙은 가사시간, 결혼여부, 근무시간, 경력, 성별, 여가시간, 연령 등의 요인을 포함하고 있다. 이 중에서 가사시간과 근무시간 및 여가시간만이 관리가능 요인이기 때문에, 가사시간과 근무시간의 단축 및 여가시간의 확대는 목통증의 유발확률을 감소시키기에 효과적인 예방 대책이 된다. 기혼자 또는 여성을 포함하고 있는 연관규칙은 발견되지 않았다. 이상과 같은 결과를 종합해 볼 때, 목부위의 근골격계 질환을 예방하기 위해 작업자가 현실적으로 관리 가능한 예방 대책은 가사시간과 근무시간의 단축 및 여가시간의 확대이다.

허리부위에 대해 1시간 이상의 가사시간을 포함하고 있는 연관규칙은 <표 6>에서 규칙 e이다. 이 규칙은 가사시간, 결혼여부, 근무시간 등의 요인을 포함하고 있다. 이 중에서 가사시간과 근무시간만이 관리가능 요인이기 때문에, 가사시간과 근무시간의 단축은 허리통증의 유발확률을 감소시키기에 효과적인 예방 대책이 된다. 기혼자 또는 여성을 포함하고 있는 연관규칙은 발견되지 않았다.

이상과 같은 결과를 종합해 볼 때, 허리부위의 근골격계 질환을 예방하기 위해 작업자가 현실적으로 관리

가능한 예방 대책은 가사시간과 근무시간의 단축이다.

손목 부위에서 1시간 이상의 가사시간을 포함하고 있는 연관규칙은 <표 7>에서 규칙 a, b, c, d이다. 이들 규칙은 가사시간, 결혼여부, 근무시간, 경력, 연령 등의 요인을 포함하고 있다. 이 중에서 가사시간과 근무시간만이 관리가능 요인이기 때문에, 가사시간과 근무시간의 단축은 손목통증의 유발확률을 감소시키기에 효과적인 예방 대책이 된다.

기혼자를 포함하고 있는 규칙 d이다. 이 규칙은 가사시간, 결혼여부, 근무시간 등의 요인을 포함하고 있다. 이 중에서 가사시간과 근무시간만이 관리가능 요인이기 때문에, 가사시간과 근무시간의 단축은 손목통증의 유발확률을 감소시키기에 효과적인 예방 대책이 된다.

여성을 포함하고 있는 연관규칙은 규칙 e이다. 이 규칙은 가사시간, 결혼여부, 성별 등의 요인을 포함하고 있다. 이 중에서 가사시간만이 관리가능 요인이기 때문에, 가사시간의 단축은 손목통증의 유발확률을 감소시킬 수 있는 유일한 효과적인 예방 대책이 된다.

이상과 같은 결과를 종합해 볼 때, 손목부위의 근골격계 질환을 예방하기 위해 작업자가 현실적으로 관리 가능한 예방 대책은 가사시간과 근무시간의 단축이다.

<표 7> GRI 적용 후 손목통증 호소자의 자각증상 변수 간의 연관규칙

규칙	지지도	신뢰도	후향값	전향값 1	전향값 2	전향값 3
a	3.19	67	손목	연령 ≥ 40	경력 ≥ 6	가사시간 ≥ 3
b	1.6	67	손목	경력 = 2-5	근무시간 ≥ 56	가사시간 = 1-2
c	1.6	67	손목	연령 ≥ 40	근무시간 ≥ 56	가사시간 = 1-2
d	2.66	60	손목	결혼 = y	근무시간 ≥ 56	가사시간 = 1-2
e	2.66	60	손목	성별 = f	결혼 = n	가사시간 < 1

<표 8> GRI 적용 후 다리통증 호소자의 자각증상 변수 간의 연관규칙

규칙	지지도	신뢰도	후항값	전항값 1	전항값 2	전항값 3
a	1.06	100	다리	결혼 = n	근무시간 = 45-55	가사시간 ≥ 3
b	1.6	67	다리	결혼 = n	여가시간 ≤ 1	가사시간 ≥ 3
c	1.6	67	다리	결혼 = n	경력 = 2-5	가사시간 ≥ 3
d	1.6	67	다리	성별 = f	결혼 = n	근무시간 = 45-55

다리부위에 대해 1시간 이상의 가사시간을 포함하고 있는 연관규칙은 <표 8>에서 규칙 a, b, c이다. 이들 규칙은 가사시간, 결혼여부, 경력, 근무시간, 여가시간 등을 포함하고 있다. 이 중에서 가사시간과 근무시간 및 여가시간만이 관리가능 요인이기 때문에 가사시간과 근무시간의 단축 및 여가시간의 확대는 다리통증의 유발확률을 감소시키기에 효과적인 예방 대책이다.

기혼자를 포함하고 있는 연관규칙은 발견되지 않았다. 여성을 포함하고 있는 연관규칙은 d이다. 이 규칙은 결혼, 근무시간, 성별 등의 요인을 포함하고 있다.

이 중에서 근무시간만이 관리가능 요인이기 때문에 근무시간의 단축은 다리통증의 유발확률을 감소시키기에 효과적인 예방 대책이다. 이상과 같은 결과를 종합해 볼 때, 다리부위의 근골격계 질환을 예방하기 위해 작업자가 현실적으로 관리 가능한 예방 대책은 가사시간과 근무시간의 단축 및 여가시간의 확대이다.

이상의 결과를 통증 호소 부위별로 예방대책을 정리하면 <표 9>와 같다.

<표 9> 부위별 관리 가능한 예방대책

부위	작업자가 관리 가능한 예방대책
어깨	가사시간 단축, 근무시간 단축
목	가사시간 단축, 근무시간 단축, 여가시간 확대
허리	가사시간 단축, 근무시간 단축
손목	가사시간 단축, 근무시간 단축
다리	가사시간 단축, 근무시간 단축, 여가시간 확대

4.2 통증 부위별 상관분석

여기에서는 어깨, 목 등 통증 호소 신체 부위들의 상관관계를 조사하였다. 신체 부위 간의 상관관계수가 1 이상인 긍정상관의 경우에는 한쪽 부위의 예방대책 만으로 다른 한쪽의 예방에 도움이 될 수도 있을 뿐 아니

라, 신체 부위간의 유기적인 예방대책의 수립도 가능하기 때문에 다음과 같이 조사하였다.

통증 호소 부위간의 상관계수는 식(1)을 이용하여 산출하였다. 산출된 통증부위간의 상관계수는 <표 10>과 같다.

$$corr_{A,B} = \frac{P(A \cup B)}{P(A)P(B)} \dots \dots (1)$$

<표 10> 신체 부위별 상관계수

	어깨	목	허리	손목	다리	팔
어깨		0.96	0.77	0.89	0.77	1.07
목			0.96	0.63	0.73	0.71
허리				0.89	1.09	2.11
손목					1.42	1.16
다리						1.33
팔						

긍정상관을 가지는 부위의 상관계수는 손목과 팔이 2.11, 허리와 다리가 1.42, 다리와 팔이 1.33, 허리와 팔이 1.16, 손목과 다리가 1.09, 어깨와 팔이 1.07이다.

<표 9>와 같이 허리부위의 예방대책은 가사시간과 근무시간의 단축이고, 다리부위의 예방대책은 가사시간과 근무시간의 단축 및 여가시간의 확대이다.

허리와 다리부위는 긍정상관이므로 허리부위에 해당하는 가사시간과 근무시간의 단축만으로도 다리부위의 근골격계 질환 예방에 도움이 될 것이다. 또한 손목과 다리부위도 긍정상관이므로 손목부위의 예방대책인 가사시간과 근무시간의 단축만으로도 다리부위의 근골격계 질환 예방에 도움이 될 것이다.

어깨, 손목, 허리, 다리, 팔은 서로 상관관계가 존재하므로 앞에서 설명한 방법으로 한 부위의 예방대책을 세울 경우 상관관계가 있는 타 부위도 질환예방에 도움이 될 것이다.

5. 결론 및 제언

전자제품 조립작업과 관련된 작업자를 대상으로 근골격계 질환의 발병의 원인이 되는 주요 관련 요인을 전 연구[5]에서 도출하였다.

가장 통증 호소율이 높은 어깨의 경우는 주요 발병 관련요인이 여성, 기혼자, 가사노동시간으로 밝혀졌다. 그러나 이 관련요인 중 여성 요인과 기혼자 요인은, 작업자가 예방대책을 세울 수 없는 관리 불능 요인이다.

가사노동시간 만이 예방대책이 되는 것이다. 이러한 경우는 주요 관련요인들을 도출하여도 효과적인 예방대책의 수립은 어렵다. 또 한편으로는 주요 관련 요인들이 그 밖의 다른 요인과의 연관관계는 전혀 파악할 수 없기 때문에 요인들 간에 유기적이고 효과적인 예방대책의 수립이 어려워진다.

다변량 로지스틱 회귀분석의 이러한 한계점을 보완하고 효율적이고 유기적인 예방대책을 마련하기 위하여 연구의 2단계로 연관규칙을 적용하였다.

GRI를 적용한 후 파악된 요인들 간의 연관관계는, 1 단계 연구의 결과인 주요 요인을 중심으로 해서 그 밖의 요인들과의 관계를 해석하였다. 이는 질환의 주요 관련 요인을 중심으로 작업자가 관리 가능한 실제적인 예방대책을 수립하는데 도움이 된다.

예컨대 조사 대상인 신체의 여섯 부위 중에서 가장 통증 호소율이 높은 어깨의 경우, 1단계 연구의 결과는 작업자가 관리 가능한 예방대책으로 가사시간의 단축만을 들 수 있다.

그러나 연관규칙을 적용한 후에는 가사시간 단축 뿐 아니라 근무시간 단축이라는 추가적인 예방대책이 수립되어 실제적이고 효율성 있는 예방대책을 수립할 수 있게 되었다(표 9 참조).

한편 신체 여섯 부위 간의 상관계수를 구하여 상관관계를 밝힘으로써 유기적인 예방대책 수립에 도움을 주었다. 예컨대 허리와 다리의 경우 긍정상관이 존재하기 때문에 허리부위에 해당하는 예방대책인 가사시간과 근무시간의 단축으로 허리뿐만 아니라 다리부위의 근골격계 질환 예방에도 도움을 줄 수 있을 것이다.

본 연구는 다변량 로지스틱 회귀분석이 갖는 예방대책의 한계점을 극복하기 위해 다변량 로지스틱 회귀분석과 함께 2단계로 데이터마이닝 기법인 연관규칙을 보조수단으로 사용하는 것을 제안한다. 이러한 방법으로 근골격계 질환 예방에 보다 효율적이고 실제적인 예방대책 수립이 가능할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] 근로복지공단, “경견완장애 업무상 직업병 인정현황 (국회 노동환경위 제출자료)”, 1997.
- [2] 김성천, “미용사들의 직업관련성 근골격계 장애에 관한 조사”, 원광대학교 석사논문, 2000.
- [3] 김양욱, 박중, 류소영, 이철갑, “전자렌지 조립작업자에서 발생한 경견완증후군의 조사연구(III) -작업자세를 중심으로-”, 대한산업의학회지, 제 9권 제 2호, pp.275-282, 1997.
- [4] 김일룡, 김재영, 박중대, 최재욱, 김해준, 염용태, “자동차 조립작업자의 사회·심리적 스트레스와 근골격계 증상과의 연관성”, 대한산업의학회지, 제 13권 제 3호, pp.220-231, 2001. 9.
- [5] 김종인, 박승현, “전자제품 조립작업관련 근골격계 증상호소율과 관련요인”, 안전경영과학회, 제 6권 제 2호, pp.11-21, 2004.
- [6] 김중은, 강동묵, 신용철, 손미아, 김정원, 안진홍, 김영기, 문덕환, “일개 조선소 근로자들의 근골격계 증상의 위험인자”, 대한산업의학회지, 제 15권 제 4호, pp.401-410, 2003. 12.
- [7] 김철홍, 권영준, 백승렬, 손경일, “국내 지하철 정비 사업장의 근골격계질환 실태조사에 관한 연구”, 대한인간공학학회지, 제 23권 제 3호, pp.121-134, 2004.
- [8] 김형렬, 원종욱, 송재석, 김현수, 김치년, 노재훈, “일부 의료서비스업 VDT작업자의 상지 근골격계 증상의 정도와 관련된 요인”, 대한산업의학회지, 제 15권 제 2호, pp.140-149, 2003. 6.
- [9] 박병찬, 정혜관, 김수근, “일부 조선업종 근로자들의 근골격계 증상과 관련된 위험요인”, 대한산업의학회지, 제 15권 제 4호, pp.373-387, 2003. 12.
- [10] 박수경, 최영진, 문덕환, 전진호, 이종태, 손혜숙, “미용사들의 직업관련성 근골격계 장애에 관한 연구”, 대한산업의학회지, 제 12권 제 3호, pp.395-404, 2000. 9.
- [11] 박정일, 조경환, 이승환, “여성 국제 전화 교환원들에 있어서의 경견완 장애 I. 자각적 증상”, 대한산업의학회지, 제 1권 제 2호, pp.141-150, 1989. 11.
- [12] 서순림, 기도형, “종합 병원 간호사의 근골격계질환 실태 조사”, 대한인간공학학회지, 제 24권 제 2호, pp.17-24, 2005.
- [13] 성낙정, 사공준, 정중학, “교양악단 연주자의 근골격계 장애와 관련요인”, 대한산업의학회지, 제 12권 제 1호, pp.48-58, 2000.
- [14] 윤철수, 이세훈, “자동차 관련 직종 근로자에서 상지 근골격계 증상호소율과 관련요인”, 대한산업의학회지, 제 11권 제 4호, pp.439-448, 1999.

- [15] 이운근, 임상혁, “의료보험 심사업무의 작업자세 특성과 누적 외상성 질환 발생에 관한 연구”, 한국산업위생학회지, 제 8권 제 1호, pp.36-49, 1998.
- [16] 정은희, 구정완, “일개 대학병원 간호사의 근골격계 부담작업 분석”, 대한인간공학학회지, 제 25권 제 3호, pp.97-103, 2006.
- [17] 채홍재, 이성관, 이장진, 문재동, “조선소 근로자들의 근골격계 질환 양상과 중재적 보건관리 효과”, 대한산업의학회지, 제 14권 제 4호, pp.468-477, 2002. 12.
- [18] 한상환, 백남중, 박동현, 장기언, 이명학, 박종태, 김대성, 이연숙, 백경자, 신용수, 송동빈, “조선업 근로자들의 누적외상성 질환 범용 작업 위험도 평가도구를 이용한 작업분석”, 대한산업의학회지, 제 9권 제 4호, pp.579-588, 1997.
- [19] 한상환, 조수현, 김지영, 성낙정, “전자제품 조립업체 근로자에서 직무 요구, 직무 조직, 경력개발, 역할 압력, 경제적 압력 등의 직무 스트레스가 업무 관련 상지 근골격계 질환에 미치는 영향”, 대한산업의학회지, 제 15권 제 3호, pp.269-280, 2003. 9.
- [20] 허명희, 이용구, 데이터마이닝 모델링과 사례, 데이터 솔루션, (2003)
- [21] 허준, 정규상, 허수희, 최희경, Clementine 7 매뉴얼, 데이터 솔루션, (2003)
- [22] Cecil, M, C. M. Burchie, A. John, J. A. Boice, A. Beth, and B. A. Stafford, "Prevalence of back pain and joint problems in a manufacturing company", Jour Occup Med, Vol.34, pp.129-134, 1992.
- [23] Gamperience Migle, Stigum Hein, "Work related risk factors for musculoskeletal complaints in the spinning industry in Lithuania", Occupational and Environment Medicine, Vol.6(6), pp.411-416, 1999.
- [24] Hales T.R, Sauter S.L, Peterson MR, Fine L.J, Anderson V.P, Schlhifer L.R, Ochs T.T, Bernard B.P, "Musculoskeletal disorders among visual display terminal users in a telecommunications company", Ergonomics, Vol.37(10), pp.1603-1621, 1994.
- [25] National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH), In Putz-Anderson V. Cumulative trauma disorders: A manual for musculoskeletal disease of the upper limbs, 1988.

- [26] SPSS, Clementine 8.0 user's guide, SPSS, (2003)
- [27] Westgaard, R. H, and T. Jansen, "Individual and work related factors associated with symptoms of musculoskeletal complaint II, Different risk factors among sewing machine operators", British Jour of Ind Med, Vol.49, pp.154-162, 1992.

저 자 소 개

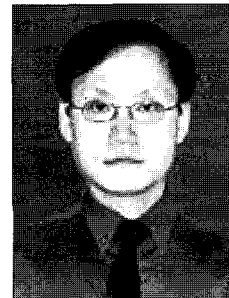
박 승 현



인하대학교 금속공학과에서 공학사, 일본 Keio대학 관리공학과에서 공학석사 및 공학박사를 취득 하였다. 현재 인하대학교 산업공학과 교수로 재직 중이다. 주요 관심 분야는 FMS와 각종 생산시스템의 설계 및 운영, 인터넷 마케팅과 데이터 마이닝 등이다.

주소: 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 산업공학과

이 석 환



인하대학교 산업공학과에서 공학사 및 공학석사를 취득 하였다. 현재 인하대학교 산업공학과 대학원 박사과정에 재학 중이다. 주요 관심 분야는 데이터 마이닝이다.

주소: 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 산업공학과