

## 의복 제조 봉제업 근로자의 호흡성분진 노출수준과 흉부방사선 소견 및 폐 기능과의 관련성

이미은\* · 문덕환<sup>1</sup> · 김윤중 · 최기언 · 김준연

대한산업보건협회, <sup>1</sup>인제대학교 보건대학원

### Relationships between Exposure Levels of Respirable Dusts, Chest Radiation Findings and Pulmonary Function Tests among Workers in Cloth Manufacturing Industry

Mi-eun Lee\* · Duck-hwan Moon<sup>1</sup> · Yun-joong Kim · Gi-un Choi · Joon-young Kim

*Korea Industrial Health Association*

*<sup>1</sup>Inje University Graduate School of Public Health*

#### ABSTRACT

**Objective:** This study was conducted to prepare fundamental data and assess the relationship between level of exposure to airborne respirable dust, chest radiation findings, and the results of pulmonary function tests among workers in a cloth manufacturing factory.

**Methods:** The number of total subjects was 144 (124 female and 20 male) workers in a cloth manufacturing factory in the city of Busan. This study measured the concentration of airborne respirable dust by gravimetric analysis and performed pulmonary function testing, and got chest radiation findings from December 1, 2016 to March 31, 2017. Collected data was analyzed using the IBM SPSS statistical package program (ver. 24.0).

**Results:** The mean concentration of respirable dust was the highest in the cutting process. The effecting factors on FEV<sub>1</sub>/FVC were age, sex, and working process. The effecting factors on chest radiation findings were doing no exercise and concentration of respirable dust.

**Conclusions:** Based on the above results, the authors consider there to be a need to secure sufficient working space and improve the engineering systems, for example the overall or local ventilation, in order to minimize the exposure to respirable dust. Health education and health promotion activities should also be improved in order to maintain optimal health status. The authors expect further studies to be performed on pulmonary function testing, chest radiation findings, and symptoms related to pulmonary function, including continuous observation, among workers in a cloth manufacturing factory.

**Key words:** Chest radiation findings, cloth manufacturing industry, pulmonary function, respirable dust


#### I. 서 론

봉제의복 제조업은 각종 직물, 편조원단, 가죽 및 기타 재료(모피 제외)를 재단·재봉하여 의복을 제조하는 산업이며(Korean Apparel Industry Association, KAIA, 2013), 1960년대에서 1970년대에 국가경제에

큰 역할을 하였고, 국가경제에서 차지하는 비중은 감소하였지만 오늘날에도 여전히 우리사회에서 필요한 산업 영역이다. 지역별고용조사 결과에 따르면, 2014년 하반기 기준 전국 의복제조업 종사자수는 26만 5천명이며, 남성은 9만4천명, 여성은 17만 명으로 여성비율이 60%를 상회한다(KAIA, 2014). 이처럼 봉제업에 종사

\*Corresponding author: Mi-eun Lee, Tel:010-7330-7903, E-mail: lme0228@kiha21.or.kr

Department of Education business, Busan, KIA. 2139 Central dae-ro, Geumjeong-gu, Busan, Republic of Korea  
Received: February 12, 2019, Revised: May 30, 2019, Accepted: June 4, 2019

 Mi-eun Lee <https://orcid.org/0000-0002-9299-4246>

 Duck-hwan Moon <https://orcid.org/0000-0002-4704-6618>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하는 근로자의 대부분은 장년 여성근로자이며 봉제업에 종사하는 여성근로자의 건강문제에 영향을 미치는 환경적인 요인으로 소음, 분진, 온열, 조명 등이 있다(Kim & Lee, 1993). 이는 호흡기질환과 근골격계질환 청력과 시력의 저하와 연관된다.

국제노동기구(ILO)는 봉제업노동자들의 건강문제와 질병양상에 대한 연구에서 봉제업 근로자들은 여러 가지 위험에 노출되고 있다고 설명한다. 여기서 여러 위험에는 근골격계질환, 직업적 천식, 접촉-자극 피부염, 눈·코·목의 자극증상, 폐·인 후두·방광의 암, 그리고 소음에 의한 청력손실 등이 포함된다. 또한 봉제업 노동자들은 가열된 플라스틱 흙, 금속먼지와 흙(특히 납), 가축먼지, 털 먼지와 유해한 용해제(예 : 디메틸 포름아마이드) 등이 봉제 작업과정 중에 발생하여 유해물질에 노출되기 쉬우며 이로 인한 질병 역시 보고되고 있다, 최근에는 재봉틀의 모터에서 발생하는 전자기장 노출에도 관심이 증대되고 있으며, 보고에 따르면 여성노동자의 생식능력과 의류생산 업무 간에 부정적인 연관성이 존재할 수 있다(Seoul Labor Center, 2015).

특히, 여성 노동자는 원단의 재단 등 의복 발생하는 옷감의 먼지와 실밥 등의 분진의 노출에 취약하다(Seoul Labor Center, 2015). 그러나 기존 의복제조 봉제업의 분진노출과 호흡기 질환에 대한 연구는 불충분한 실정이다.

제조업종별 산업장의 작업공정과 분진작업 부서별 총 분진의 농도를 조사한 결과에 따르면 일부 섬유제품 제조업에 대한 총 분진 농도는 분진 작업공정별로 연사, 방적, 염색, 기모 등이었고, 총 분진의 평균농도는 모두 노출기준이하로 나타났다(Kim et al, 1986). 그 외 국내 봉제 노동자의 건강문제에 대한 전문적 접근은 안전보건공단에서 수행한 2003년의 연구와 보건학 분야에서 제조업 종사자의 건강관리에 관한 연구에서만 이루어졌으며, Kim & Lee(1993)는 작업환경측정조사를 진행하였지만 이 연구들은 10년 이전에 이루어진 것이며 최신의 자료는 찾기가 어렵다(Seoul Labor Center, 2015).

산업장에서 발생하는 분진이 건강에 미치는 영향 중 가장 문제가 되고 있는 것은 진폐증이다(Kim et al, 1999). 분진은 진폐를 비롯하여 급성폐렴, 만성기관지염, 악성종양, 중독, 피부질환, 알러지 및 안질환들의 건강장해와 기계 및 제품의 손상 등 재해유발의 원인이 되기도 한다(Kim et al, 1986). 공기 중에 부유하는 분진은 입경 면에서 100  $\mu$ m 이하로 알려져 있으며 입경에 따라 인

체의 폐 조직에 침착되는 부위가 다른 것으로 알려져 있다(Kim, 1992). 그 중 호흡성 분진은 입경이 10  $\mu$ m이하인 분진을 말하며 ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists.. 1993)에서는 기하 평균입경이 4.0  $\mu$ m인 분진을 호흡성분진이라고 정의하고 있다. 입자의 크기가 작을수록 폐 내에 침착되어 진폐를 유발 할 잠재력이 높은 분진이므로 공기 중에 부유하고 있는 분진 중에서 호흡성 분진의 크기에 해당하는 입경이 차지하는 비율이 어느 정도인가는 진폐를 유발하는 분진의 평가나 예방의 관점에서 중요하다. 또한 호흡성 분진의 제거는 새삼 논할 필요가 없을 것이다(Kim, 1992).

2014년 1월 1일 산업안전보건법 개정으로 50인 이상 상시 근로자를 고용하는 의복제조 봉제업이 보건관리자 선임업종으로 확대됨에 따라 본 연구자가 봉제업의 보건관리위탁 업무를 수행하면서 동종업종 근로자의 호흡기질환 증상호소와 작업장 내의 좁은 작업 공간 및 옷감의 파쇄로 인한 먼지 발생, 불충분한 환기문제, 작업 중 호흡기보호구의 미착용, 휴게시간과 작업공간부족 등과 호흡기질환의 관련성을 인지하였다. 즉 불충분한 환기를 개선하기 위한 작업환경관리 의식 부족과 호흡기 보호구착용 등이 이루어지지 않는 곳이 대부분이었다.

본 연구의 대상사업장인 일개 의복제조 봉제업에서는 2016년 근로자 일반건강진단상의 흉부방사선 결과 흉부질환의심 판정이 전체 대상자 중(149명) 24.8%(37명)로 비교적 높은 유병률을 차지하고 있었고, 작업은 주로 군용 전투복을 가공하는 업체로 옷감은 68%가 폴리에스테르, 32%가 면 성분이었다. 그 중 면은 면섬유 자체가 순수한 섬유상 물질일 수 있지만 작업자는 면 성장과 수확 또는 취급하는 과정에서 면섬유 이외에 박테리아, 곰팡이, 흙, 살충제, 면 이외의 물질 등 여러 오염물질에 노출될 수 있다(Pee, 2009). 그러나, 본 연구 대상인 원단을 이용하여 의복을 가공하는 의복제조 봉제업은 분진작업으로 분류되지 않으므로 산업안전보건법상의 조치인 작업환경측정과 특수건강진단대상이 되지 않아 이러한 문제와 관련하여 객관적인 측정 자료의 수집과 의학적 규명을 위한 접근은 쉽지 않았다.

폐 기능 검사는 환기기능의 상태를 파악하여 폐질환의 상태와 진단, 치료의 방향, 경과 치료에 대한 효과, 폐 수술 후의 회복상태, 유해물질 노출로 인한 환기기능 장애 등의 판정에 이용되는 검사방법이다. 이는 흉부방

사선 소견과 일치하지 않을 수 있으며, 생활의 불편정도를 예견하는데 흉부방사선사진 소견보다 환기기능 장애가 더욱 중요한 검사이다. 폐 기능의 검사의 의의가 부각됨에 따라 2009년부터 특수건강진단에 폐 기능검사가 호흡기 유해인자에 대한 필수 1차 검사항목으로 포함되었다(Park et al, 2011).

이 연구는 부산시에 있는 일개 의복 제조 봉제업 작업장을 대상으로 작업장 기중 호흡성 분진을 측정하여 호흡성 분진이 근로자의 흉부방사선소견과 폐기능에 영향을 미치는 요인을 파악하여 건강영향과의 관련성을 평가하고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 2016년 12월 1일부터 2017년 3월 31일까지 부산시에 소재한 상시 근로자 149명 규모의 일개 작업복 및 유사 의복 제조 봉제업으로 사무직을 제외한 비사무직 근로자로 여자 124명, 남자 20명 총 144명을 대상으로 하였다. 주로 군용전투복을 생산하며, 주요 공정은 원자재 입고, 재단, 봉제, 보조, 검사/생산관리, 완제품 관리 등이다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 설문조사

건강진단 기본법에 의한 건강진단실시기준에 따른 별지 제1호 서식 건강검진 공통 문진표 중 신체활동(운동)관련된 3문항(최근 1주일간, 평소보다 숨 쉬기를 훨씬 더 차게 하는 격렬한 활동을 하루에 20분 이상 시행한 날은 며칠이었습니까?, 최근 1주일간 평소보다 숨 쉬기를 더 차게 하는 중간정도 활동을 하루 30분 이상 시행한 날은 며칠이었습니까?, 최근 1주일간 한 번에 적어도 10분 이상씩 걷기를 합하여 하루 총 30분 이상 걸은 날은 며칠이었습니까?)과, 산업안전보건법 제 43조에 따른 특수 건강진단문진표 중 호흡기계와 관련된 증상(일을 할 때 기침이 나고 숨이 차다, 가슴이 답답하다, 아침에 일어날 때 가래가 나오거나 기침을 한다, 쉬고 난 다음날 작업장에 나가면 기침을 한다.) 4문항, 폐활량 문진표(신장, 체중, 폐활량경험, 과거 또는 현재 앓고 있는 질환, 수술경험, 현재 복용약물, 흡연력, 의치사용여부, 호흡곤란정도)를 대상자가 직접 작성하도록 하였다.

### 2) 폐 기능 검사

특수건강진단기관에서 5년 이상 근무하고 폐 기능검사 정도관리 교육을 이수한 전문지식과 교육훈련을 받은 임상병리사가 실시하였으며, 다기능 전자 폐활량계(Spirometer HI-801, Japan)를 이용하여 노력성 폐활량(FVC, Forced vital capacity)과 일초율(FEV<sub>1</sub>/FVC, forced expiratory volume in one second/forced vital capacity)을 측정하였다. 검사 전 대상자에게 폐 기능 검사의 목적과 방법을 자세히 설명하여 자발적으로 협조하도록 하였으며, 현재의 호흡기 질환여부, 과거 병력 및 직업력, 흡연력, 약물의 복용여부, 일반적 건강상태에 대해 설문을 실시하였다. 또한, 검사를 실시하되 검사의 적합성과 재현성을 확보하기 위해 3회 이상 반복하여 검사를 실시하였으며, 검사와 검사 사이에는 휴식을 취하도록 하였다.

### 3) 분진 측정 및 분석

호흡성분진 측정은 2017년 1월6일부터 2017년 1월 23일까지 작업량과 작업조건이 유사한 정상적인 작업 시간에 6시간 이상 연속측정방법으로 3일 동안 측정하였다. 호흡성분진의 측정 및 분석은 미국국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety & Health, NIOSH) 0600 시료채취 및 분석법을 준용하였다(NIOSH, 2003). 개인시료채취를 원칙으로 작업자의 호흡기 영역에 시료 채취기를 부착하였으며 부득이한 경우 재봉기 상단에 설치하였다. 공극 5.0  $\mu$ m, 직경 37 mm인 PVC 여과지가 장착된 3단 카세트 홀더(SKC)를 알루미늄 사이클론(SKC, 37mm-catalog No. 225-01-02)에 장착하여, 펌프(MSA, ESCORT ELF) 유량 2.5 LPM으로 시료를 채취 후 중량 분석법을 이용하여 농도값을 산출하였다.

중량분석에 사용된 전자저울(METTLER TOLEDO, AB135-S)의 정확도는  $10^{-5}$ g이며, 시료측정 전·후시료는 데시게이터(SANPLA, DRYKEEPER)내에서 24이상 보관하여 수분을 충분히 제거하고, 필터의 정전기를 제거 후 중량차를 구했으며, 필터 중량차에 유량을 나누고 공시료의 무게 변화를 보정한 값을 최종 결과치로 활용하였다.

### 3. 자료 처리 및 분석

본 연구의 자료 분석은 SPSS(IBM.Ver.24.0)를 이용하여 분석하였으며, 연구대상자들의 일반적 특성을 확인하기 위해 빈도와 백분율을 구하였다. 일반적으로 성별, 연

령, 근무특성, 흡연 · 음주여부 등 요인이 종속변수에 영향을 미치는 점을 고려하여 연구대상자의 일반적 특성에 따른 각 문항의 차이는  $X^2$ 검정, 독립표본 t검정 및 ANOVA를 통해 검증하였으며, 호흡성분진 노출수준이 근로자 흉부방사선소견 및 폐 기능에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위한 연구모형은 로지스틱 회귀분석과 다중회귀분석을 사용하여 분석하였다.

### III. 결 과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성별 분포

연구대상자는 총 144명으로 일반적 특성 및 호흡기

관련 소견의 분포에 대해 빈도 분석한 결과는 Table 1과 같았다. 성별은 여자가 86.11%로 여성 근로자였으며, 연령분포는 50~54세가 31.94%로 가장 많았으며, 60세 이상이 15.97%로 가장 적었고, 평균연령은 52.3세이었다. 작업 공정은 봉제공정이 59.72%로 가장 많았고, 보조 17.36%, 완제품관리 9.03%, 검사/생산관리 7.64%이었으며 재단공정이 6.25%로 가장 적었다. 업무 경력은 5년 미만이 35.42%, 5년-10년 17.36%, 10년-15년 31.25%, 15년 이상 15.97%이었고, 평균 경력은 9년 4개월이었다. 체질량지수는 과체중이상이 47.22%로이었고, 흡연 여부는 흡연을 하는 근로자가 4.86%이었으며, 흡연자는 100% 남성

**Table 1.** Distribution of subjects by general characteristics and respiratory findings

Characteristics		Male	Female	Total
Age (Mean:52.5years)	Under 50	5(25.00)	35(28.23)	40(27.78)
	50~54	4(20.00)	42(33.87)	46(31.94)
	55~59	8(40.00)	27(21.77)	35(24.31)
	60 or older	3(15.00)	20(16.13)	23(15.97)
Job	Cutting	4(20.00)	5(4.03)	9(6.25)
	Sewing	5(25.00)	81(65.32)	86(59.72)
	Assistant	0(0.00)	25(20.16)	25(17.36)
	Inspection/Supervision	5(25.00)	6(4.84)	11(7.64)
	Finished product handling	6(30.00)	7(5.65)	13(9.03)
Working period (Mean:113.01mths)	Under 5 years	9(45.00)	42(33.87)	51(35.42)
	5-10 years	3(15.00)	22(17.74)	25(17.36)
	10-15 years	2(10.00)	43(34.68)	45(31.25)
	15 years or above	6(30.00)	17(13.71)	23(15.97)
BMI	Underweight/normal	13(65.00)	63(50.81)	76(52.78)
	Overweight	7(35.00)	61(49.19)	68(47.22)
Smoking	Non-smoker	13(65.00)	124(100.00)	137(95.14)
	Smoker	7(35.00)	0(0.00)	7(4.86)
Exercise above moderate level	No	7(35.00)	30(24.19)	37(25.69)
	Yes	13(65.00)	94(75.81)	107(74.31)
Chest x-ray	Normal	11(55.00)	86(69.35)	97(67.36)
	Abnormal	9(45.00)	38(30.65)	47(32.64)
Respiratory symptoms	None	14(70.00)	87(70.16)	101(70.14)
	Found	6(30.00)	37(29.84)	43(29.86)
Lung related disease	None	13(65.00)	102(82.26)	115(79.86)
	Found	7(35.00)	22(17.74)	29(20.14)
Pulmonary function	Normal	16(80.00)	109(87.90)	125(86.81)
	Dysfunction	4(20.00)	15(12.10)	19(13.19)
Total		20(100.00)	124(100.00)	144(100.00)

근로자이었다. 중등도 이상 운동을 실천하는 근로자는 74.31%이었다. 호흡기증상이 있는 근로자가 29.86%이었으며, 과거 또는 현재 폐 관련 질환이 있는 근로자가 20.14%이었다. 폐환기능검사 결과 이상이 있는 근로자가 13.19%이었고, 흉부방사선소견 상 흉부질환주의가 32.64%이었다.

## 2. 흉부방사선 이상 소견자들의 일반적 특성 및 호흡기 관련 소견 분포

흉부방사선 이상 소견자들의 일반적 특성 및 호흡기관 관련 소견의 분포는 Table 2와 같았다. 연령별로는 50~54

세 38.30%로 가장 많았고, 60세 이상이 17.02%로 가장 적었으며, 공정별로는 재단이 8.51%, 봉제 61.70%, 보조 19.15%, 검사/생산관리 4.26%, 완제품관리 6.38%로 검사/생산관리공정이 가장 적었다. 5년 미만의 경력자 중 흉부방사선 이상 소견은 34.04%, 5년-10년 12.77%, 10년-15년 31.91%, 15년 이상이 21.28%이었다. 체질량지수 중 과체중에서는 51.06%이었으며, 중등도 이상 운동을 실천하는 근로자 중에서는 63.83%이었으며, 흡연자 중에서는 6.38%이었다. 호흡기증상이 있는 근로자는 25.53%이었으며, 폐 관련 질환이 있는 근로자가 23.40%이었다. 폐환기기능장애가 있는 근로자는 7명(14.9%)이었으며,

**Table 2.** Distribution of subjects by general characteristics and respiratory findings among workers with abnormal chest x-ray

Variables	Characteristics	Male	Female	Total
Gender		9(45.00)	38(30.65)	47(100.00)
Age	Under 50	3(33.33)	8(21.05)	11(23.40)
	50~54	2(22.22)	16(42.11)	18(38.30)
	55~59	3(33.33)	7(18.42)	10(21.28)
	60 or older	1(11.11)	7(18.42)	8(17.02)
Job	Cutting	3(33.33)	1(2.63)	4(8.51)
	Sewing	2(22.22)	27(71.05)	29(61.70)
	Assistant	0(0.00)	9(23.68)	9(19.15)
	Inspection/Supervision	2(22.22)	0(0.00)	2(4.26)
	Finished product handling	2(22.22)	1(2.63)	3(6.38)
Working period	Under 5 years	3(33.33)	13(34.21)	16(34.04)
	5-10 years	1(11.11)	5(13.16)	6(12.77)
	10-15 years	2(22.22)	13(34.21)	15(31.91)
	15 years or above	3(33.33)	7(18.42)	10(21.28)
BMI	Underweight/normal	6(66.67)	17(44.74)	23(48.94)
	Overweight	3(33.33)	21(55.26)	24(51.06)
Smoking	Non-smoker	6(66.67)	38(100.00)	44(93.62)
	Smoker	3(33.33)	0(0.00)	3(6.38)
Exercise above moderate level	No	5(55.56)	12(31.58)	17(36.17)
	Yes	4(44.44)	26(68.42)	30(63.83)
Respiratory symptoms	None	8(88.89)	27(77.05)	35(74.47)
	Found	1(11.11)	11(28.95)	12(25.53)
Lung related disease	None	6(66.67)	30(78.95)	36(76.60)
	Found	3(33.33)	8(21.05)	11(23.40)
Pulmonary function	Normal	7(77.78)	33(86.84)	40(85.11)
	Restrictive pulmonary dysfunction	1(11.11)	4(10.53)	5(10.63)
	Mixed pulmonary dysfunction	0(00.00)	0(00.00)	0(00.00)
	Obstructive pulmonary dysfunction	1(11.11)	1(2.64)	2(4.26)
Total		9(100.00)	38(100.00)	47(100.00)

이 중 제한성환기장애가 5명(10.63%), 폐쇄성환기장애가 2명(4.26%)이었다.

### 3. 작업공정별 호흡성분진의 평균농도

작업공정별 호흡성분진의 차이를 분석하기 앞서 데이터의 분포가 정규분포를 따르는지를 확인하기 위해 작업공정 변수에 대해 정규성 검정을 실시하였다. Kolmogorov-Smirnov 정규성 검정 결과 정규분포를 따르지 않으므로 작업공정별 호흡성 분진의 평균농도 비교는 비모수분석방법인 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였다.

작업공정별 호흡성분진의 기하평균농도 분석 결과는 Table 3과 같았다. 재단공정이 0.103 mg/m<sup>3</sup>, 봉제공정이 0.038 mg/m<sup>3</sup>, 보조공정 0.049 mg/m<sup>3</sup>, 검사/생산관리공정 0.053 mg/m<sup>3</sup> 완제품관리공정이 0.077 mg/m<sup>3</sup>으로 유의한 차이가 있었다. Bonferroni Correction 비모수검정의 사후분석 방법에 의한 결과를 보면 재단공정이 봉제공정보다 유의하게 높았고 완제품관리공정이 봉제공정보다 유의하게 높았다.

### 4. 연구대상자의 일반적 특성에 따른 폐기능장애 및 흉부방사선 이상 유무 분포

연구대상자의 일반적 특성에 따른 폐 기능장애 유무 및 흉부방사선 이상 유무별 분포 결과는 Table 4와 같았다. 연령, 성별, 공정, 경력, 체질량지수, 흡연여부, 중등도 이상 운동 실천여부에 따른 폐 기능장애는 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 흉부방사선소견 이상 유무별 분포 결과는 중등도 이상 운동 실천여부에 따라 흉부방사선소견 이상 유무에 유의한 차이가 있었다(P=0.045). 중등도 이상 운동실천을 하지 않는 경우는 이상이 45.95%인 반면 중등도 이상 운동을 실천을 하는 경우는 이상이 28.04%이었다. 연령, 성별, 공정, 경력, 체질량지수, 흡연여부, 폐 기능장애 유무에 따른 방사선 결과는 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

### 5. 흉부방사선소견의 이상 판정에 영향을 미치는 요인

흉부방사선소견 이상 판정에 영향을 미치는 요인에 대해 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과는 Table 5와 같았다.

**Table 3.** Mean concentrations of respirable dusts by working process

Classification	N*	GM <sup>†</sup> (GSD <sup>‡</sup> )	Mean±SD <sup>§</sup>	Min	Max	K-W <sup>  </sup>	p-value
Cutting	9	0.103(1.89)	0.12±0.04	0.02	0.16	19.264	0.001
Sewing	86	0.038(2.74)	0.06±0.05	0.00	0.33		
Assistant	25	0.049(2.18)	0.06±0.04	0.01	0.17		
Inspection/Supervision	11	0.053(1.95)	0.06±0.04	0.01	0.15		
Finished product handling	13	0.077(1.72)	0.09±0.04	0.02	0.17		
Total	144	0.046(2.50)	0.08±0.04	0.00	0.33		

M-W<sup>¶</sup> (p-value):

Cutting-Sewing: 122.500(0.001)

Cutting-Assistant: 42.000(0.005)

Cutting-Inspection/Supervision: 16.000(0.010)

Cutting-Finished product handling: 27.500(0.036)

Sewing-Assistant: 924.500(0.366)

Sewing-Inspection/Supervision: 370.500(0.287)

Sewing-Finished product handling: 273.500(0.004)

Assistant-Inspection/Supervision: 131.000(0.839)

Assistant-Finished product handling: 94.000(0.035)

Inspection/Supervision-Finished product handling: 41.000(0.082)

\* N: Number of samples

† GM: Geometric Mean

‡ GSD: Geometric Standard Deviation

§ SD: Standard Deviation

|| K-W: Kruskal-Wallis test

¶ M-W: Mann-Whitney U test

**Table 4.** Abnormality rate in pulmonary function test and chest X-ray by general characteristics

Variables	Characteristics	Total	pulmonary function test(PFT)			Chest x-ray findings		
			Normal	Abnormal	x2(p)	Normal	Abnormal	X2(p)
Age	Under 50	40 (100.00)	34 (85.00)	6 (15.00)	2.163 (0.539)	29 (72.50)	11 (27.50)	1.674 (0.643)
	50~54	46 (100.00)	40 (86.96)	6 (13.04)		28 (60.87)	18 (39.13)	
	55~59	35 (100.00)	29 (82.86)	6 (17.14)		25 (71.43)	10 (28.57)	
	60 or older	23 (100.00)	22 (95.65)	1 (4.35)		15 (65.22)	8 (34.78)	
Gender	Female	124 (100.00)	109 (87.90)	15 (12.10)	0.939 (0.332)	86 (69.35)	38 (30.65)	1.614 (0.204)
	Male	20 (100.00)	16 (80.00)	4 (20.00)		11 (55.00)	9 (45.00)	
Job	Cutting	9 (100.00)	8 (88.89)	1 (11.11)	2.889 (0.577)	5 (55.56)	4 (44.44)	2.331 (0.675)
	Sewing	86 (100.00)	74 (86.05)	12 (13.95)		57 (66.28)	29 (33.72)	
	Assistant	25 (100.00)	22 (88.00)	3 (12.00)		16 (64.00)	9 (36.00)	
	Inspection/Supervision	11 (100.00)	11 (100.00)	0 (0.00)		9 (81.82)	2 (18.18)	
	Finished product handling	13 (100.00)	10 (76.92)	3 (23.08)		10 (76.92)	3 (23.08)	
Working period	Under 5 years	51 (100.00)	45 (88.24)	6 (11.76)	1.273 (0.736)	35 (68.63)	16 (31.37)	2.125 (0.547)
	5~10 years	25 (100.00)	20 (80.00)	5 (20.00)		19 (76.00)	6 (24.00)	
	10~15 years	45 (100.00)	40 (88.89)	5 (11.11)		30 (66.67)	15 (33.33)	
	15 years or above	23 (100.00)	20 (86.96)	3 (13.04)		13 (56.52)	10 (43.48)	
BMI	Underweight/normal	76 (100.00)	68 (89.47)	8 (10.53)	1.000 (0.317)	53 (69.74)	23 (30.26)	0.413 (0.520)
	Overweight	68 (100.00)	57 (83.82)	11 (16.18)		44 (64.71)	24 (35.29)	
Smoking	Nonsmoker	137 (100.00)	119 (86.86)	18 (13.14)	0.008 (0.930)	93 (67.88)	44 (32.12)	0.349 (0.554)
	Smoker	7 (100.00)	6 (85.71)	1 (14.29)		4 (57.14)	3 (42.86)	
Exercise above moderate level	No	37 (100.00)	31 (83.78)	6 (16.22)	0.397 (0.529)	20 (54.05)	17 (45.95)	4.011 (0.045)
	Yes	107 (100.00)	94 (87.85)	13 (12.15)		77 (71.96)	30 (28.04)	
Sum total		144 (100.00)	125 (100.00)	19 (100.00)		97 (100.00)	47 (100.00)	

다. 중등도 이상 운동 실천여부와 호흡성분진이 흉부방사선소견 이상 유무에 유의한 영향이 있었다. 중등도 이상 운동 하는 경우에 비해 운동을 하지 않는 경우의 흉부방사선소견 이상일 확률이 2.525배(OR=0.396,  $p=0.037$ ) 높았으며, 호흡성 분진이 0.001 mg 증가하면 흉부방사선소견 이상일 확률이 1.011배 (OR=1.011,  $p=0.015$ ) 높았다.

## 6. 폐 기능검사 결과 중 노력성 폐활량 및 일초율에 영향을 미치는 요인

폐 기능검사 결과 중 노력성 폐활량과 일초율에 영향을 미치는 요인에 대해 다중 회귀분석을 실시한 결과는 Table 6과 같았다. 폐 기능검사 결과 중 노력성 폐활량에 영향을 미치는 요인에서 모든 설명 변수들이 통계적

**Table 5.** Risk factors of abnormality in chest X-ray findings

Variables	Characteristics	b	OR(p)	95% CI
Age		0.022	1.022(0.492)	0.961~1.087
Gender (ref=female)	Male	1.383	3.985(0.059)	0.949~16.728
Job (ref=cutting)	Sewing	0.437	1.548(0.626)	0.267~8.983
	Assistant	0.394	1.482(0.686)	0.221~9.956
	Inspection / Supervision	-1.479	0.228(0.208)	0.023~2.276
	Finished product handling	-0.964	0.381(0.369)	0.047~3.127
Working period		0.003	1.003(0.277)	0.997~1.009
BMI		0.082	1.085(0.302)	0.929~1.269
Smoking (ref=nonsmoker)	Smoker	-0.425	0.654(0.712)	0.069~6.218
Exercise above moderate level (ref=No)	Yes	-0.927	0.396(0.037)	0.166~0.945
Respirable dust		0.011	1.011(0.015)	1.002~1.020

**Table 6.** Affecting factors on FVC and FEV<sub>1</sub>/FVC in pulmonary function test

Variable	Characteristics	FVC*					FEV <sub>1</sub> /FVC <sup>†</sup>				
		B	SE	$\beta$	t	p	B	SE	$\beta$	t	p
Age		0.229	0.159	0.130	1.437	0.153	-0.171	0.067	-0.233	-2.555	0.012
Gender (ref=female)	Male	-1.248	3.644	-0.036	-0.342	0.733	-3.221	1.535	-0.224	-2.098	0.038
Job (ref=cutting)	Sewing	-5.772	4.621	-0.238	-1.249	0.214	0.240	1.947	0.024	0.123	0.902
	Assistant	-2.108	5.011	-0.067	-0.421	0.675	0.979	2.111	0.074	0.463	0.644
	Inspection/Supervision	-4.981	5.302	-0.111	-0.939	0.349	4.637	2.234	0.247	2.076	0.040
	Finished product handling	2.272	5.324	0.055	0.427	0.670	0.895	2.243	0.052	0.399	0.690
Working period		0.029	0.015	0.174	1.903	0.059	0.001	0.006	0.017	0.184	0.855
BMI		-0.500	0.397	-0.108	-1.258	0.211	-0.031	0.167	-0.016	-0.188	0.851
Smoking (ref=nonsmoker)	Smoker	-3.366	5.819	-0.061	-0.578	0.564	-0.371	2.452	-0.016	-0.151	0.880
Exercise above moderate level (ref=No)	Yes	3.913	2.337	0.144	1.675	0.096	1.322	0.984	0.116	1.343	0.182
Respirable dusts		-5.249	21.039	-0.022	-0.250	0.803	10.645	8.864	0.106	1.201	0.232
R <sup>2</sup>		0.161					0.152				
Adjusted R <sup>2</sup>		0.091					0.082				
F(p)		2.299*(0.013)					2.159(0.020)				

\*FVC : forced vital capacity

<sup>†</sup>FEV<sub>1</sub>/FVC : forced expiratory volume in one second/forced vital capacity



으로 유의한 영향이 없었다.

폐 기능검사결과 중 일초율에 영향을 미치는 요인에 대해 다중회귀분석을 실시한 결과는 일반적 특성에서 연령, 성별과 공정이 일초율에 유의한 영향을 미쳤다. 연령( $B=-0.171$ ,  $p=0.012$ )은 일초율에 유의한 부(-)의 영향을 미쳤으며, 여자에 비해 남자( $B=-3.221$ ,  $p=0.038$ )의 일초율이 유의하게 낮았다. 즉 연령이 높을수록 일초율 측정결과가 낮으며 남자에 비해 여자의 일초율 측정결과가 높았다. 작업공정에서는 검사/생산관리( $B=4.637$ ,  $p=0.040$ )는 재단에 비해 일초율 측정결과가 유의하게 높았으며, 호흡성 분진은 일초율에 유의한 영향을 미치지 않았다. 즉 작업공정(검사/생산관리)( $\beta=0.247$ )이 일초율에 미치는 영향이 가장 크며 다음으로 연령( $\beta=-0.233$ ), 성별( $\beta=-0.224$ ) 순으로 나타났다. 모형의 설명력은 15.2%이며 회귀식은( $F=2.159$ ,  $p=0.020$ ) 통계적으로 유의하였다.

#### IV. 고 찰

본 연구는 부산시의 일개 의복제조 봉제업의 근로자를 대상으로 기중 호흡성분진의 농도를 측정하고 폐 기능검사, 흉부방사선 진단 검사를 실시하여, 호흡성분진의 평균노출정도와 작업 근로자의 흉부방사선소견과 폐 기능과의 관련성을 파악하였다.

본 연구 대상 작업장에 주로 비산되고 있는 분진은 옷감 원단(성분의 68%는 폴리에스테르, 32%가 면), 실 먼지 등으로 분진에 포함된 종류 및 성분을 정확하게 확인하기 어려웠다. 의복 제조 봉제업 작업장의 기중 분진의 성분으로 추측되는 면은 연구 대상작업장의 옷감의 32%에 해당되어 면 분진으로 측정하기 어려웠고, 동종 업종의 선행연구(Seoul Labor Center, 2015)에서 총 분진을 측정한 결과 총 분진의 노출기준보다 매우 낮은 농도로 평가된 바, 본 연구에서는 분진의 종류와 성분은 명확히 알 수 없으나 인체의 폐포 조직에 도달하여 진폐증을 일으킬 수 있는 크기의 입경의 분진인 호흡성분진으로 측정을 실시하였다.

작업공정별 호흡성분진의 평균농도 분석 결과는 재단공정이  $0.12 \text{ mg/m}^3$ , 봉제공정이  $0.06 \text{ mg/m}^3$ , 보조공정  $0.06 \text{ mg/m}^3$ , 검사/생산관리공정  $0.06 \text{ mg/m}^3$  완제품관리공정이  $0.09 \text{ mg/m}^3$ 으로 재단공정의 호흡성분진의 측정결과가 유의하게 높았다. 재단공정은 입고된 원단을 재단용 칼로 작업자가 원단을 직접 절단하는 작업으로, 작업대에 원단을 여러 겹으로 포개어 쌓는 작업

시 비산되는 분진과 의복의 디자인에 따라 원단을 절단하면서 파쇄된 분진량의 노출이 타 공정에 비해 많기 때문에 호흡성분진의 평균 농도가 높게 나타난 것으로 생각된다.

이러한 결과는 의복제조 봉제업에 대한 호흡성분진을 측정한 선행연구가 없어, 작업공정별 호흡성분진의 노출수준이 어느 정도인지 비교할 수 없으나, 섬유제품 제조업 8개 공정의 총 분진 농도 측정 결과 건조와 와인더 및 해포기 공정에서 최고치가 총 분진 허용기준치인  $10 \text{ mg/m}^3$ 을 초과한 선행 연구 결과와 차이가 있었다(Gwak, 2001). 이는 본 연구 대상인 의복제조 봉제업은 이미 가공 되어진 옷감의 파쇄과정에서 발생하는 분진으로 섬유자재를 취급하는 섬유제조업과는 분진의 발생량과 형태가 다르기 때문으로 생각된다. 본 연구의 대상인 의복제조 봉제업과 동일한 업종의 선행연구로는 서울시 봉제노동자의 건강안전과 작업환경조사(Seoul Labor Center, 2015)에서 총 3개 업체에서 총 분진을 측정한 결과 A사업장의 재봉공정  $0.02 \text{ mg/m}^3$ ,  $0.10 \text{ mg/m}^3$ ,  $2.60 \text{ mg/m}^3$ , B사업장의 재봉공정  $0.17 \text{ mg/m}^3$ , 검출한계 미만, 재단공정이  $0.18 \text{ mg/m}^3$ , C사업장의 재봉공정이  $0.14 \text{ mg/m}^3$ ,  $0.04 \text{ mg/m}^3$ ,  $0.06 \text{ mg/m}^3$ 로서 실제 본 연구는 기중 호흡성분진을 측정한 결과이기에 차이를 나타내었다. 추후 후속 연구에서는 동일한 대상 작업장에 총 분진과 호흡성 분진을 측정하여 각각의 분포를 비교할 필요가 있을 것으로 생각되며, 측정 시에는 봉제업의 작업환경을 고려하여 계절적 요인, 작업 성수기 여부, 작업장 내 작업자의 수와 작업공정, 제품과 원단의 특징 등을 충분히 고려하여야 할 것이다.

분진은 진폐를 비롯하여 급성폐렴, 만성기관지염, 악성종양, 중독, 피부질환, 알러지 및 안질환들의 건강장해와 기계 및 제품의 손상 등 재해유발의 원인이 되기도 하므로 분진의 크기 뿐 만 아니라 그 성분에 대한 분석도 고려되어야 한다(Jo, 1991). 봉제 노동자의 건강 위험 요인에 대한 국외 연구의 한 사례로 미국 헬레나의 스포츠의류 제조업체에서 발생한 분진과 포름알데히드의 심각성을 들 수 있다(Echt, 1993). 분진은 낮은 수준으로 나타났지만 포름알데히드 검출은  $0.14 \sim 0.17 \text{ ppm}$ 에 이르렀다. 따라서 후속 측정조사와 연구에서 의복제조 봉제업에서 기중에 노출되고 있는 분진 성분에 대한 심층적인 분석이 이루어진다면 유해성의 확인과 함께 유해인자의 성분에 따른 건강장해예방조치와 호흡성분진의 노출기준도 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

연구 대상자들의 호흡기관 관련 소견의 분포를 살펴보면 설문조사결과 '호흡기증상은 있다'가 29.86%였으며, '과거 또는 현재 폐 관련 질환이 있다'가 20.14%이었다. 폐 기능검사 결과는 환기장애 판정이 13.19%였고, 흉부방사선결과 흉부질환주의 판정이 32.64%이었다. 특히, 연구 대상자들의 호흡기관 관련 소견의 분포 중 흉부방사선소견의 호흡기질환주의 판정이 전체 근로자의 32.64%로 유병률이 비교적 높게 관찰되었다. 이러한 결과는 동종업종 근로자의 흉부 방사선소견에 대한 선행연구가 부족하여 비교가 어려우나, 2012년도 일반건강진단을 실시한 대상자 4,688,958명 중 호흡기질환주의가 11.02% (516,675명)인 결과에 비해 3배 가까이 높은 판정 결과이며(National Health Insurance Corporation, NHIS, 2013), 유해인자에 노출된 근로자를 대상으로 실시한 2015년도 특수건강진단결과 일반질환 유소견자의(D2) 질병건수 중 호흡기질환판정이 전체 46,803명 중 8.5% (3,966명)(MoEL, 2016)인 결과에 비하여도 4배에 가깝게 높게 나타난 결과이다.

흉부방사선소견 이상 판정에 영향을 미치는 요인에 대해 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과 호흡성분진이 흉부방사선소견 이상 유무에 유의한 영향이 있었으며, 호흡성 분진이  $0.001\text{mg}/\text{m}^3$  증가하면 흉부방사선소견 이상일 확률이 1.011배 높아졌다. 이러한 결과는 분진의 성분을 알 수 없고 동종업종의 선행연구가 없어 비교가 어려우나, 만성적인 분진노출로 인한 흉부질환을 예방하기 위해서는 분진의 노출을 최소화하는 작업환경 조성이 필요할 것으로 생각된다.

폐 기능검사 결과 중 노력성 폐활량과 일초율에 영향을 미치는 요인에 대해 다중 회귀분석을 실시한 결과는 노력성 폐활량에 영향을 미치는 요인에서 모든 설명 변수들이 통계적으로 유의한 영향이 없었고, 일초율에 영향을 미치는 요인에 대해 다중회귀분석을 실시한 결과는 일반적 특성에서 연령, 성별과 공정이 일초율에 유의한 영향을 미쳤다. 연령( $B=-0.171$ ,  $p=0.012$ )은 일초율에 유의한 부(-)의 영향을 미쳤으며, 여자에 비해 남자( $B=-3.221$ ,  $p=0.038$ )의 일초율이 유의하게 낮았다. 즉 연령이 높을수록 일초율 측정결과가 낮으며 남자에 비해 여자의 일초율 측정결과가 높았다. 작업공정에서는 검사/생산관리( $B=4.637$ ,  $p=0.040$ )는 재단에 비해 일초율 측정결과가 유의하게 높았으며, 호흡성 분진은 일초율에 유의한 영향을 미치지 않았다. 작업공정(검사/생산관리)( $\beta=0.247$ )이 일초율에 미치는 영향이 가장 크며

다음으로 연령( $\beta=-0.233$ ), 성별( $\beta=-0.224$ ) 순으로 나타났다. 모형의 설명력은 15.2%이며 회귀식은( $F=2.159$ ,  $p=0.020$ ) 통계적으로 유의하였다. 연령이 높을수록 일초율이 낮은 결과는, Park(2011)의 결과와 일치하였으며 성별의 차이는 본 연구의 대상자가 남성이 13.89%로 표본의 수가 적은 것이 영향을 미친 것으로 본 연구의 제한점으로 생각된다. 검사/생산관리 공정이 재단공정에 비해 일초율이 유의하게 높은 결과는 호흡성분진 농도 자체가 일초율에 영향을 미치는 요인이 아니기 때문에 공정별에서는 영향요인이 될 수도 있을 것으로 생각되며, 이는 공정별 구성원의 특성에 따른 차이 등으로 추정된다. 업종별로 흉부방사선과 폐 기능과의 관련성에 대한 연구는 다소 있었으나, 분진 노출량과 폐 기능 일초율과의 관련성에 대한 연구가 부족하여 비교가 어려우며, 유사한 업종의 연구로 Kim(1991)은, 면방직공장 근로자 158명과 대조군 89명을 대상으로 작업 공정별로 총 6곳에서 호흡성분진을 측정하고, 폐 기능 검사를 실시하여 노력성 폐활량과 최대호출기류 용적을 측정하였으나, 호흡성분진 농도는 작업장별 면폐증 증상 호소율과의 관련성을 분석 하였고, 폐기능 검사는 면분진 노출 여부와 면폐증 증상 여부와와의 관련성만 분석하였기 때문에 작업 공정별 호흡성분진 노출 정도와 폐 기능과의 관련성을 본 연구 결과와 비교하기는 어려웠다.

본 연구는 여러 한계점에도 불구하고, 대부분 영세하며 근로환경이 열악한 것으로 알려진 의복제조 봉제업 사업장 근로자의 호흡기 질환과 관련한 작업 환경적 요인을 연구한 측면에 의의가 있다고 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 부산시에 소재한 근로자 149명 규모의 일개 의복제조 봉제업 작업장을 대상으로 기증 호흡성분진 농도를 측정하고, 근로자를 대상으로 호흡기 질환에 대한 증상 설문과 폐 기능검사, 흉부 방사선 진단 검사를 실시하여 의복 제조 봉제업 작업환경의 분진에 대한 노출평가와 건강영향의 관련성을 평가하였다.

그 결과, 흉부 방사선소견 이상 판정에 영향을 미치는 요인은 호흡성 분진이었다. 폐 기능 검사의 일초율에 영향을 미치는 요인으로서는 연령, 작업공정, 운동실천 여부이었다. 본 연구결과는 일개 의복 제조 봉제업 작업장의 결과로 다소 제한적이지만 작업방법의 개선, 전체 환기 및 국소배기장치 등 공학적인 개선 등을 통해 철저

하게 관리되어야 함을 자각할 수 있었다. 또한 근로자가 운동을 실천할 수 있는 사업장내 근무환경 조성방안이 마련되어야 할 것으로 사료된다.

추후 본 연구 대상 사업장 근로자의 폐 기능 및 흉부 방사선소견, 호흡기관 관련 증상에 대해 지속적인 관찰을 포함한 조사 및 연구가 필요하다고 생각되며, 의복 제조 봉제업종을 대표할 수 있는 연구결과의 도출을 위해서는 대상사업장을 확대한 추가연구가 필요할 것으로 생각된다.

## References

- Gwak MS. Concentration by type of dust according to the type of industry and work process of some manufacturing industries in Busan. Department of Medicine, Graduate School of Kosin University. 2001
- Jo GS. Industrial health. 1st edition. Seoul. 1991;225-250
- Kim BS, Kim SC, Lee CE, Jeon JH, Kim JO et. al. A survey on working process and dust level in dusty working room of some manufacturing industries. Inje Med Sci 1986;7:61-69
- Kim HH. Byssinosis in Cotton Textile Workers in Taegu, Korea Korean J Occup Environ Med 1991;3(2): 177-184.
- Kim HW, Pi YG, Roh YM, Won JI. Analysis of Quartz Contents by XRD and FTIR in Respirable Dust from Various Manufacturing Industries. J Korean Soc Occup Environ Hyg, 1999;9(1)
- Kim NS, Lee JH. A Study on Health Status and Working Environment of the Women Workers in some Textile Factories. Latest Med Sci 1993;36(12):2-68
- Kim YS. Size distributions and respirable mass fraction of exposed dust in work environment. Department of Environmental Engineering, Miryang Industrial University. 1992
- Korean Apparel Industry Association(KAIA). Survey on domestic apparel manufacturing and development of support policy. 2013;1-2
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Results of the health examination for workers in 2015. Sejong. 2016;13-14
- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Exposure standards for chemicals and physical factors(MoEL Public Notice No. 2016-41).; 2016
- National Health Insurance Corporation(NHIS). Analysis of the results of health examination in 2012. Seoul. 2013;61-63
- National University Health Management Education Council: Principles of health science. 1st edition. Seoul. 1994;728-730
- Park MH. Pulmonary functions and related factors in shipyard workers, Graduate School of Inje University. 2011
- Phee YG, Kim HW, Byeon SH. A comparison of cotton dust concentrations measured by three dust samplers. Journal of Env Hea Sci. 2009;35(5): 386-392
- Preventive Medicine and Public Health Editorial Board: Preventive medicine and public health, 3rd edition. Seoul. 1999;232
- Seoul Labor Center: Health safety and work environment of sewing workers in Seoul. 2015; 28-30, 37,120-121, 187-194
- Statistics Korea(KOSIS). Local area labour force survey. 2014. URL:http://kostat.go.kr
- Echt,Alan. West Helena - Helena Sportswear, Inc. NIOSH health hazard evaluation report series-.Springfield, Va. : National Technical Information Service 1993.

## <저자정보>

이미은(대한산업보건협회 부산경남지역본부 교육사업팀 차장), 문덕환(교수- 인제대학교 보건대학원장), 김준연(대한산업보건협회 협회장), 김윤중(대한산업보건협회 울산산업보건센터 보건관리팀 대리), 최기언(대한산업보건협회 부산경남지역본부 환경위생팀 사원)