

중소규모 사업장의 교육 환경과 고용형태에 따른 호흡보호구 인식도 및 밀착계수 비교

어원석 · 최영보* · 신창섭**

한국산업위생협회 · *충북대학교 안전공학과

(2018. 9. 27. 접수 / 2018. 12. 3. 수정 / 2018. 12. 19. 채택)

Comparison of Recognition and Fit Factors according to Education Actual Condition and Employment Type of Small and Medium Enterprises

Won Souk Eoh · Youngbo Choi* · Chang Sub Shin**

Korean Occupational Hygiene Association

*Department of Safety Engineering, Chungbuk National University

(Received September 27, 2018 / Revised December 3, 2018 / Accepted December 19, 2018)

Abstract : There was a difference in recognition of respirators according to the educational performance environment. they were showed higher recognition of respirators of group by internal and external mix trainer, less than 6 months, over 1hour, more than 5 times, variety of education. To identify the relationship between types of job classification(typical and atypical)and the levels of recognition of respirators, a total of 153 workers in a business workplace. mainly, typical workers showed higher recognition of respirators than atypical workers. Training of correct wearing showed high demands both typical and atypical workers. Descriptive statistics(SAS ver 9.2)was performed. the results of recognition of respirators were analyzed the mean and standard deviation by t-test, and anova, fit factor is used geometric means(geometric standard deviation), paired t-test, Wilcoxon analysis(P=0.05). Particulate filtering facepiece respirators (PFFR) is one of the most widely used items of personal protective equipments, and a tight fit of the respirators on the wearers is critical for the protection effectiveness. In order to effectively protect the workers through the respirators, it is important to find and evaluate the ways that can be readily applicable at the workplace to improve the fit of the respirators. This study was designed to evaluate effects of mask style (cup or foldable type) and donning training on fit factors (FF) of the respirators, since these are available at various workplace, especially at small business workplace. A total of 40 study subjects, comprised of employment type workers in metalworking industries, were enrolled in this study. The FF were quantitatively measured before and after training related to the proper donning and use of cup or foldable-type respirators. The pass/fail criterion of FF was set at 100. After the donning training for the cup-type mask, fit test were increased by 769%. but foldable-type mask was also increased after the donning training, the GM of FF for the foldable-type mask and it's increase rate were smaller as compared to the cup-type mask. Furthermore, the differences of the increase rates of the GM of FF in employment type of the subjects were not significantly for the foldable-type mask. These results imply that the raining on the donning and use of PFFR can enhance the protection effectiveness of cup or foldable-type mask, and that the training effects for the foldable-type mask is less significant than that for the cup-type mask. Therefore, it is recommended that the donning training and fit tests should be conducted before the use of the PFFR, and listening to workers opinion regularly.

Key Words : particulate filtering facepiece respirators(PFFR), fit test, overall fit factor, typical, antypical, recognition

1. 서론

안전보건교육은 사업장에 인적 요인을 관리하는 중요한 방법으로 안전한 행동을 실천하게하고 조직의 안

전문화를 형성하여 재해율을 감소하는데 매우 주요한 역할을 하는 수단이다. 근로자의 참여는 안전보건교육의 지속성에 영향을 미친다고 제시하고 있다¹⁾.

캐나다 작업보건연구원(Institute for Work & Health ;

* Corresponding Author : Chang Sub Shin, Tel: +82-43-261-2461, E-mail: csshin@chungbuk.ac.kr
Department of Safety Engineering, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea

IWH)에서 안전보건교육의 효과성에 대해 조사한 결과 지식, 태도 및 행동방식 등의 변화 및 건강에 영향을 미쳤으며 교육과 행동사이에 큰 연관성이 보이는 것으로 나타났다. 하지만 공학적 대책 이전에 사전 인식조사²⁾ 작업자에 대한 정확한 분석없이 교육적인 측면만 강조하면 오히려 부작용이 나타날 수 있다³⁾. 인식은 작업자의 행동을 결정하는 중요한 인자(factor)이며⁴⁾ 작업자의 인식향상은 산업재해를 예방하는데 기여한다⁵⁾.

중소규모사업장에서는 가장 손쉽게 할 수 있는 개선 대책은 개인보호구 착용이다. 이 중에서 안면부 여과식 마스크의 사용 비율이 가장 높으며 현실적으로 유일한 수단일 경우가 많다. 안면부 여과식 방진마스크의 종류는 컵 형과 접이식 등으로 구분된다⁶⁾. 아울러 중소기업 사업장에 근무하는 작업자의 근무환경과 안전보건 관리에 대한 보호는 매우 취약하다.

취약계층이란 소외되고 배제되어서 빈곤한 위험에 노출되어있는 집단이라고 정의하며 주로 비정규직, 외국인 근로자, 고령취업자 등을 지칭하였다. 아울러 산재다발집단, 사회적 취약집단, 산업안전보건 행정 서비스 취약집단으로 구분할 수 있다. 취약은 위해 및 방입에 민감한 것으로 어떠한 행위의 가부로 인해 피해를 받을 수 있는 상태이다. 즉, 신체적, 정신적, 사회적으로 약한 건강의 위험이 있는 집단으로 명명하였다⁷⁾.

비정규직 근로자는 국내 사업장에서 꾸준히 증가하고 있고 노동력 공급과 고용의 주체의 측면에서 노무비용의 절감 등의 목적으로 사용된다. 아울러 계약기간의 정함이 없으며 근무기간이 매우 짧고 노동의 이동이 활발하여 건강관리에도 매우 어려움이 있다. 또한 정규직에 비하여 고용형태, 급여, 직무, 보호 등 대부분의 근로조건이 나쁘다는 것을 예측할 수 있다⁸⁾. 이에 사업장에서 비정규직 고용이 높을수록 산재율이 평균 증가하는 것을 확인할 수 있다⁹⁾. 제조업의 재해율은 비정규직 1.78%, 정규직 1.39%, 비제조업(건설업포함)의 재해율에서는 비정규직 0.64%, 정규직 0.32%로 약 2배정도 높게 제시되었다¹⁰⁾.

더 나아가서 비정규직은 직업의 만족도를 저하시킬 뿐만 아니라, 음주나 흡연으로 인한 건강위험, 각종 암으로 사망에 영향을 미치며 정규직에 비해 사망률이 1.2배~1.6배 높은 것으로 나타났다¹¹⁾. 또한, 심혈관계질환 및 여러 정신질환을 발생시키거나 건강상태가 악화될 확률이 높다고 제시하였다¹²⁾. 아울러 직업특성에 따라 노출된 작업환경과 경제적환경이 열악하기 때문에 작업자의 건강상태가 나쁘게 나타난다¹³⁾.

조선업종에서는 정규직에 비해 자기결정권이 부족하여 스트레스가 높다고 하였다¹⁴⁾. 여수지역 비정규직

플랜트 건설노동자의 작업환경측정 실시율(54%), 일반 건강진단실시율(61.4%), 특수건강진단 실시율(36.8%), 개인보호구 지급실태에서 1급 방진마스크는 잘 지급되지 않는 것으로 나타났다¹⁵⁾. 결국, 불안정한 고용은 재해율, 결근, 교육 등 산업안전보건지표를 열악하게 만드는 것으로 알려져 있다¹⁶⁾.

따라서 본 연구는 사업장에서 공학적 대책 이전에 대상자의 특성과 수준을 파악하기 위하여 안전보건교육 수행환경 및 고용형태별 호흡보호구 인식도 및 호흡보호구 착용 후 밀착상태를 실시간으로 확인할 수 있는 밀착도 시험기를 이용한 호흡보호구 착용법 교육이 밀착계수에 미치는 영향을 파악하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구 대상 및 방법

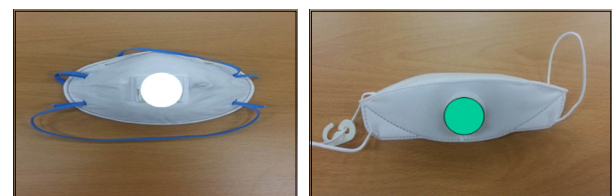
2.1. 대상 및 선정방법

1) 설문조사에서는 중소기업의 분진을 취급하는 근로자 158명을 선정하였으며 정규직 81명(52.9%), 비정규직 77명(47.1%)이었다.

2) 밀착도 검사는 작업장에서 방진마스크를 많이 사용하는 금속제품 제조 및 금속가공의 사업장 근로자의 40명(정규직 27명(67.5%), 비정규직 13명(32.5%))을 선정하였다.

3) Fig. 1처럼 호흡보호구는 안면부 여과식 방진마스크 컵 형 방진 마스크 M사의 모델(Model No. 8822, 1급, Free size)을 사용하고, 접이식 방진마스크는 Y사의 모델(Y사, Model No. M-10, 1급, Free size)을 사용하였다¹⁷⁾.

4) 컵형 방진마스크의 경우 컵 모양처럼 둥그스름한 형태이며 전면에 배기밸브와 두 개의 머리 끈이 부착되어있고, 알루미늄 재질의 코 클립이 있으며 내측에는 스펀지가 부착되어있다. 접이식 방진마스크의 경우는 약간 타원형의 형태, 전면에 배기밸브가 부착되고 겉면에 플라스틱 재질의 코 클립이 있고 내측에는 스펀지가 부착되어있다. 또한, 귀에 거는 양쪽 끈을 연결하는 고리가 있으며 상하좌우에 볼 부분에 밀착이 잘 되도록 4개의 접히는 날개가 있고 마스크 면체의 중간 지점이 접어지는 형태이다.



(a) Cup type (b) Foldable type
Fig. 1. Mask style.

2.2. 설문 구성 및 방법

1) 설문지 구성의 일반적 현황은 고용형태, 연령, 성별, 교육수준, 근무경력, 근무부서로 구분하였고 교육수행환경에는 교육장사(사내장사 및 사내외장사), 교육시점(6개월 미만과 6개월 이상), 교육시간(1시간미만과 1시간이상), 교육횟수(5회미만과 5회이상), 교육방법(강의와 강의외 사례, 모형이용, 비디오상영, 유인물제공, 세미나 등 혼합강의 및 교육)으로 구분하였다.

2) 호흡보호구 착용 및 관리에 대한 인식도의 내용은 ‘Q1, 호흡보호구의 관리가 적절한지를 걱정한다’, ‘Q2, 호흡보호구가 불편하다’, ‘Q3, 짧은기간만 물질을 사용하면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다’, ‘Q4, 환기가 잘되는 곳에서도 호흡보호구를 착용하고 작업한다’ 등 4문항, 또한 호흡보호구 착용법 교육내용 요구 1문항으로 구성하였다¹⁹⁾. 설문지에 대해서는 매우 동의 5점, 동의 4점, 보통 3점, 동의하지 않음 2점, 매우 동의하지 않음 1점 등 5점 척도로 구분하여 답하도록 하였다¹⁸⁾.

2.3 밀착도 교육내용 및 방법

1) 피험자에게 연구의 목적 및 내용을 설명하고 개인 얼굴에 적합한 마스크 선정, 밀착도 검사의 목적 및 필요성, 밀착도 검사 시기, 밀착불량으로 인한 누설부위, 밀착불량요인 등 밀착도에 관련내용을 충분히 교육하였다¹⁷⁾.

2) 미국 TSI사의 호흡보호구 밀착도 시험기(Porta Count Pro+8038)는 마스크 면체와 얼굴과의 밀착여부를 실시간으로 파악가능하며 피험자가 화면상에서 개인의 밀착상태를 볼 수 있으며 그래프를 통해 밀착도 기준초과 여부를 확인할 수 있다.

2.4. 밀착계수 측정

1) Fig. 2처럼 미국 TSI사의 호흡보호구 밀착도 시험기(Porta Count Pro+8038)를 이용하여 마스크 종류별로 밀착계수(fit factor ; FF)를 측정후 교육 전과 후의 차이의 값을 비교하였다. OSHA의 정량적 밀착도 검사 방법기준에 따라 100이상인 경우를 Pass, 그 이하를 Fail로 판정하였다¹³⁾. 밀착계수는 마스크 내부 농도와 공기 중 농도의 비로 산출된다. 그리고 FF를 2회 반복 측정하여 평균치를 구하였다¹⁷⁾.

$$\text{Fit Factor} = C_o / C_i \text{ ----- (1)}$$

C_o : 공기 중 농도
C_i : 마스크 내부 농도

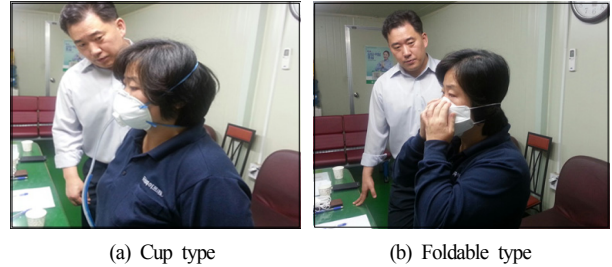


Fig. 2. Fit test.

2.5. 통계분석

1) 데이터는 SAS ver 9.2의 기술통계(TABULATE)로 분석하였다.

2) 사업장 근로자의 호흡보호구 착용 및 관리에 대한 인식수준의 차이는 t-test, ANOVA로 비교하였으며, 산술평균(Mean)과 표준편차(standard deviation, SD)로 구하였다. 유의수준은 p=0.05로 하였다. 산술평균은 변수의 총합을 n으로 나눈 값을 말하며, 설문지의 5점척도에서 각각의 설문대상자들이 설문결과의 합을 전체 설문대상자수로 나눈 값을 말한다.

3) 밀착계수 측정값은 단일변량 기술통계분석(univariate)으로 확인한 결과 정규분포 하지 않고 대수정규 분포함에 따라 기하평균(geometric mean, GM)과 기하표준편차(geometric standard deviation, GSD)로 구하였다. 유의성 검정은 모수가 적어 비모수통계인 Wilcoxon 검정을 실시하였으며, 교육전과 후의 fit factor 측정값의 비교는 paired t-test를 이용하였고, 유의 수준은 p=0.05로 하였다.

3. 연구 결과 및 토의

3.1 연구 대상의 특성

고용형태별 일반적 현황을 Table 1에서 제시하였다. 본 연구에서 설문에 참여한 피험자는 방진마스크를 주로 사용하고 입자상 물질을 취급하는 중소기업 제조사업장 근로자 153명 이었다.

이들은 정규직 81명(52.9%), 비정규직 72명(47.1%)으로 구성되었고 성별은 남자73명(47.7%), 여성80명(52.3%)이었다. 연령은 20대 27명(17.6%), 30대 65명(42.5%), 40대 46명(30.1%), 50대 15명(9.8%)으로 평균연령은 38.1±9.2로 제시되었다.

아울러 근무년수는 5년이하 107명(69.9%), 5년이상에서 10년미만 14명(9.2%), 10년이상에서 20년미만 23명(15.0%), 20년이상 9명(5.9%)으로 평균 근무년수는 4.8±6.5로 나타났다.

교육수준은 고등학교 졸업 85명(55.6%), 전문대졸이

Table 1. General characteristics of study subjects of employment type

(unit : N, %)

Classification		Typical	Atypical	Total
Gender	Male	60(74.1)	13(18.1)	73(47.7)
	Female	21(25.9)	59(81.9)	80(52.3)
Age	20 ~ 29	16(19.7)	11(15.3)	27(17.6)
	30 ~ 39	40(49.4)	25(34.7)	65(42.5)
	40 ~ 49	22(27.2)	24(33.3)	46(30.1)
	50 ≤	3(3.7)	12(16.7)	15(9.8)
Work duration	<5	38(46.9)	69(95.8)	107(69.9)
	5 ~ 9	14(17.3)	0(0)	14(9.2)
	10 ~ 19	20(24.7)	0(0)	23(15.0)
	20 ≤	9(11.1)	3(4.2)	9(5.9)
Education level	<High	19(23.5)	66(91.7)	85(55.6)
	College	27(33.3)	4(5.6)	31(20.1)
	University ≤	35(43.2)	2(2.7)	37(24.3)
Work part	Management, Logistics	19(23.5)	24(33.3)	43(28.1)
	Production	28(34.6)	48(66.7)	76(49.7)
	Research, Quality assurance	34(41.9)	0(0)	34(22.2)
Total		81(52.9)	72(47.1)	153(100.0)

상 졸업 68명(44.4%)이었고 근무부서는 대부분 생산직 근로자가 76명(49.7%)이었다.

3.2 안전보건교육 수행환경별 인식도 비교

중소규모사업장에서 안전보건교육 수행환경에 따른 호흡보호구 착용 및 관리에 관한 인식조사를 Table 2 ~ Table 6에 제시하였다. Table 2에서는 교육수행 환경 중에서 교육강사에 따르면 ‘Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다’, ‘Q2, 나는 개인보호구가 불편하다’, Q3, 나는 짧은 기간만 물질을 사용하면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다’에서는 사내강사와 외부강사에게 중복해서 강의를 받은 군이 높은 인식을 나타냈으며 반면, Q4, 나는 환기가 잘되는 장소에서는 호흡보호구를 착용하고 작업 한다’에서는 사내강사와 사내강사와 외부강사의 강의를 혼합해서 수강했던 두 군의 인식이 거의 유사하였다. 아울러 Q2, Q3에서만 유의한 차이가 있었다.

Table 3에서는 안전보건교육 수행환경 중에서 교육시점에 따르면 ‘Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다’, ‘Q2, 나는 개인보호구가 불편하다’, ‘Q3, 나는 짧은 기간만 물질을 사용하면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다’에서는 6개월 미만의 군에서 높은 인식이 나타났다. 반면, ‘Q4, 나는 환기가 잘

Table 2. Survey questionnaires of respirator management and wearing according to instructors

(unit : Mean ± SD)

Classification		Type of instructors			P
		No	Internal	Internal& External	
Q1	I always worry that the respirator is properly maintained	3.80 ±0.44	3.64 ±0.60	3.76 ±0.76	0.497
Q2	I am uncomfortable with a respirator	2.60 ±0.89	2.46 ±0.79	2.96 ±0.91	0.002*
Q3	If we take substances in a short period of time, we do not need to wear a respirator	2.80 ±1.30	3.59 ±1.07	3.91 ±0.93	0.033*
Q4	I wear a respirator in a well-ventilated area	3.00 ±0.00	2.44 ±1.17	2.44 ±1.07	0.555

*p<0.05

Table 3. Survey questionnaires of respirator management and wearing according to training interval

(unit : Mean ± SD)

Classification		Type of training interval			P
		No	<6months	≥6months	
Q1	I always worry that the respirator is properly maintained	3.40 ±0.54	3.74 ±0.73	3.65 ±0.58	0.433
Q2	I am uncomfortable with a respirator	3.00 ±1.00	2.73 ±0.99	2.54 ±0.70	0.287
Q3	If we take substances in a short period of time, we do not need to wear a respirator	3.20 ±1.09	3.94 ±0.97	3.45 ±1.08	0.009*
Q4	I wear a respirator in a well-ventilated area	3.20 ±0.83	2.41 ±1.15	2.46 ±1.09	0.315

*p<0.05

되는 장소에서는 호흡보호구를 착용하고 작업 한다’에서는 6개월 이상의 군에서 인식이 높았다. 아울러 Q3에서만 유의한 차이가 있었다.

Table 4에서는 교육수행 환경 중에서 교육시간에 따르면 ‘Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다’, ‘Q2, 나는 개인보호구가 불편하다’, ‘Q3, 나는 짧은 기간만 물질을 사용하면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다’에서는 1시간 이상 군이 높은 인식을 나타냈다. 반면, ‘Q4, 나는 환기가 잘되는 장소에서는 호흡보호구를 착용하고 작업 한다’에서는 1시간 미만 군에서 인식이 높게 나타났다. 아울러 Q1, Q2에서만 유의한 차이가 있었다.

Table 5에서는 안전보건교육 수행환경 중에서 교육횟수에 따르면 ‘Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다’, ‘Q2, 나는 개인보호구가 불편하다’, ‘Q3, 나는 짧은 기간만 물질을 사용하면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다’, ‘Q4, 나는 환기가 잘되는

Table 4. Survey questionnaires of respirator management and wearing according to training time

(unit : Mean ± SD)

Classification		Type of training time			P
		No	<1time	≥time	
Q1	I always worry that the respirator is properly maintained	3.80 ±0.44	3.65 ±0.65	4.22 ±0.66	0.040*
Q2	I am uncomfortable with a respirator	2.80 ±1.09	2.59 ±0.82	3.44 ±1.13	0.015*
Q3	If we take substances in a short period of time, we do not need to wear a respirator	2.80 ±1.30	3.68 ±1.02	4.22 ±1.09	0.052
Q4	I wear a respirator in a well-ventilated area	3.00 ±0.00	2.46 ±1.14	2.22 ±0.97	0.458

*p<0.05

Table 5. Survey questionnaires of respirator management and wearing according to number of training

(unit : Mean ± SD)

Classification		Number of training			P
		No	<5time	≥5time	
Q1	I always worry that the respirator is properly maintained	3.20 ±0.44	3.65 ±0.62	4.04 ±0.78	0.007*
Q2	I am uncomfortable with a respirator	2.60 ±1.14	2.62 ±0.78	2.81 ±1.22	0.631
Q3	If we take substances in a short period of time, we do not need to wear a respirator	4.40 ±0.89	3.59 ±1.00	4.04 ±1.25	0.054
Q4	I wear a respirator in a well-ventilated area	2.40 ±0.89	2.42 ±1.06	2.68 ±1.46	0.616

*p<0.05

장소에서는 호흡보호구를 착용하고 작업한다'에서는 5회 이상의 군이 5회 미만 군보다 인식이 높게 나타났다. 아울러 Q1에서만 유의한 차이가 있었다.

Table 6에서는 안전보건교육 수행환경 중에서 교육방법에 따르면 'Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다', 'Q2, 나는 개인보호구가 불편하다', Q4, 나는 환기가 잘되는 장소에서는 호흡보호구를 착용하고 작업 한다' 에서 다양한 교육방법인 유인물, 세미나 등 혼합식 교육을 받은 군에서 높은 인식이 나타났다. 반면, Q3, 나는 짧은 기간만 물질을 사용한다면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다'에서는 강의식 군에서 인식이 높게 나타났다.

본 연구에서는 사내강사와 외부강사의 교육을 중복으로 받은 군, 6개월 미만 군, 1시간 이상 군에서 'Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다', 'Q2, 나는 개인보호구가 불편하다', 'Q3, 나는 짧은 기간만 물질을 사용한다면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다'에 대한 인식이 높게 나타났고 5회 이상 군에서는

Table 6. Survey questionnaires of respirator management and wearing according to training method

(unit : Mean ± SD)

Classification		Training method			P
		No	Mix**	lecture	
Q1	I always worry that the respirator is properly maintained	3.80 ±0.44	3.71 ±0.64	3.67 ±0.69	0.877
Q2	I am uncomfortable with a respirator	3.00 ±0.70	2.81 ±0.84	2.49 ±0.87	0.055
Q3	If we take substances in a short period of time, we do not need to wear a respirator	3.00 ±1.22	3.53 ±1.07	3.86 ±0.99	0.057
Q4	I wear a respirator in a well-ventilated area	3.40 ±0.54	2.47 ±1.07	2.39 ±1.15	0.146

*p<0.05

**Mix : Handout, theory lecture, video, real model, case lecture, seminar

'Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다', 'Q2, 나는 개인보호구가 불편하다', 'Q3, 나는 짧은 기간만 물질을 사용한다면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다', 'Q4, 나는 환기가 잘되는 장소에서는 호흡보호구를 착용하고 작업 한다' 모두에서 높은 인식도가 나타났다. 혼합된 교육방법의 군에서 'Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다', 'Q2, 나는 개인보호구가 불편하다', 'Q4, 나는 환기가 잘되는 장소에서는 호흡보호구를 착용하고 작업 한다'에서 높은 인식도가 나타났다. 하지만 유의한 차이는 없었다.

Bong and Won의²²⁾ 연구에서는 건설업에서 교육시기가 작업시간 전 57.1%, 점심시간 전과 후의 34.9%로 나타났고 교육형태의 선호도는 부서별 집합교육29.2%, 주제별/ 날짜별 선택 집합교육 13.6% 순으로 선호하는 것으로 분석되었다. 또한 교육방법은 효과적인 교육방법으로는 사례중심 강의 23.9%, 비디오 상영 21.9%, 사례중심 실습 및 체험 19.7%로 선호하였다. 교육강사는 안전관리자(75.4%)가 가장 많았고 적합한 강사는 안전관리자26.3%, 외부기관위탁23.4%로 제시되었다.

Yang 등의²³⁾ 연구결과에 의하면 유해위험 정보에 관한 교육을 수강 후 인지하고 보호구를 착용한다고 응답한 사람의 경우 교육을 받은 지 1개월 미만의 군에서 마스크 착용율이 76%로 나타났다. 반면, 1개월 이상 6개월 미만까지 군과 6개월 이상 군에서 1년 미만의 군보다 낮게 나타났다. 또한 교육 시간에서는 1시간 이상인 군의 경우, 1시간 이하의 군의 경우와 비교한 결과 인식도 점수는 61.4%에서 71.5%로 상승하였다.

이와 같이 안전보건 교육은 다양한 강사의 전문성과 적절한 교육시간과 횟수 그리고 교육간격, 전달효과가 높도록 다양한 매체와 방법을 사용하여 수강자에게 교육 내용이 오래 기억될 수 있도록 하는 것이 필요하다.

안전보건교육은 현장중심의 실제적인 교육방법이 적절한 것으로 보고되었고²⁰⁾ 시범, 실습, 세미나, 토론 등의 방법에서 높은 효과가 있다고 보고되었다²¹⁾.

고용형태별로 호흡보호구 착용 및 관리에 대한 인식과 착용법 교육에 대한 요구를 조사하였다(Table 7, 8). 또한, Table 6의 결과처럼 다양한 교육방법을 이용한 군에서 높은 인식의 결과를 알 수 있듯이 실시간으로 밀착상태를 파악할 수 있는 밀착도 검사기기를 이용한 교육 후에 미치는 영향을 비교하였다(Fig. 3, 4).

3.3 고용형태별 인식도 비교

고용형태별 사업장의 호흡보호구 착용 및 관리에 관한 인식조사를 Table 7에서 제시하였다.

‘Q1, 나는 항상 개인보호구가 적절히 관리되는지 걱정한다’, ‘Q2, 나는 개인보호구가 불편하다’, Q3, 나는 짧은 기간만 물질을 사용한다면 호흡보호구를 착용할 필요가 없다’ 에서 정규직 근로자가 비정규직 근로자보다 높게 나타났다. 반면, Q4, 나는 환기가 잘되는 장소에서는 호흡보호구를 착용하고 작업한다’에서는 비정규직 근로자가 정규직 근로자 보다 높게 나타났다. 하지만 두 군에서 큰 차이가 없었다. Q1, Q2, Q3에서만 유의한 차이가 있었다.

Eoh 등의²⁴⁾ 연구에서는 제조업 근로자에서 비정규직은 정규직에 비하여 스스로 청력예방 관리를 할 수 있는 전문적인 지식이 부족함이 조사되었고 고소음 공정에서는 비정규직 근로자가 청력역치가 낮게 나타났다.

또한, 고용형태별 소음 및 청력에 대한 관심, 작업장 소음의 심각성에 대한 관심, 소음수준 및 난청예방에 대한 지식에서 유의한 차이가 있었다.($p < 0.0001$)

Kim 등의²⁵⁾ 연구에서 개인보호구 착용에 영향을 미치는 요인은 ‘유해인자의 건강영향에 대한 지식수준’,

Table 7. Survey questionnaires of respirator management and wearing

(unit : Mean ± SD)

Classification	Type of employment		P
	Typical	Atypical	
Q1 I always worry that the respirator is properly maintained	3.79 ±0.77	3.58 ±0.49	0.048*
Q2 I am uncomfortable with a respirator	2.87 ±0.95	2.40 ±0.68	0.000*
Q3 If we take substances in a short period of time, we do not need to wear a respirator	3.96 ±0.96	3.37 ±1.06	0.000*
Q4 I wear a respirator in a well-ventilated area	2.44 ±1.15	2.48 ±1.08	0.818

* $p < 0.05$

‘개인보호구의 예방가치’에 대한 높음과 ‘지속적인 노출특성을 갖는 공정’ 등이 유의한 관련요인으로 나타났다. 이와 같이 정규직 근로자가 비정규직 근로자보다 높은 인식도가 제시되었다. 이는 비정규직 근로자보다 정규직 근로자가 회사로부터 안전보건측면에서 보호가 잘되고 있다는 것을 알 수 있다⁸⁾.

3.4 고용형태별 착용법 교육내용 요구도

고용형태별 사업장의 Q5, 올바른 호흡보호구 착용법에 대한 교육내용 요구도를 Table 8에서 제시하였다.

호흡보호구의 적절한 착용법에 대하여 정규직 및 비정규직 모두에서 높은 요구가 나타났다. 아울러 두 군의 차이에서는 유의한 차이가 없었다.

Table 8. Survey questionnaires of required training contents of wear correct respirator.

(unit : Mean ± SD)

Classification	Type of employment		P
	Typical	Atypical	
Q5 Wear correct respirator	4.43 ±0.63	4.44 ±0.88	0.922

* $p < 0.05$

반면, 보호구 요구에 관한 연구결과 중에 보호구 및 안전장치의 올바른 사용 및 조작에 대한 교육내용의 요구는 50인 미만은 3.24 ± 0.85 , 50인 이상은 3.43 ± 0.65 , 건설업은 3.40 ± 0.70 로 나타났다¹⁹⁾. 또한, 보호구 및 안전장치별 용도와 사용법의 요구는 50인 미만에서 2.26 ± 0.93 , 50인 이상에서 2.26 ± 0.92 로 나타났고 제조업 2.18 ± 0.95 , 건설업 2.58 ± 0.74 , 기타산업 2.32 ± 0.92 로 평균 2.27 ± 0.92 로 비교적 낮게 제시되었다²⁶⁾. 하지만 건설근로자를 대상으로 산재예방에 대한 관심도는 고용형태와 구분없이 97.1%의 높은 관심도가 나타났다²²⁾. Lee의⁸⁾ 연구결과에 의하면 비정규직은 안전보건교육에 대한 관심이 부족하고 실무중심보다 이론중심의 교육의 답변이 많았다. 또한 강의내용 및 교육시간, 교육운영에 대한 답변에서는 부정적으로 나타났다³⁾.

3.5 고용형태별 교육전과 후의 밀착계수 비교

고용형태별 밀착계수를 측정한 일반적 현황을 Table 9에서 제시하였다.

Table 9. General characteristics of study subjects

Classification		Number (%)
Type of employment	Typical	27 (67.5%)
	Atypical	13 (32.5%)

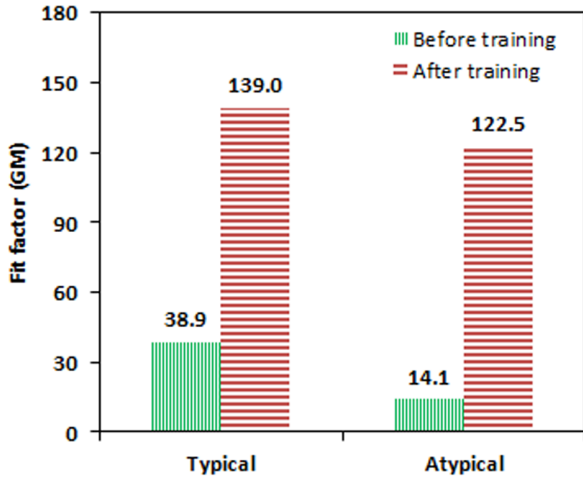


Fig. 3. Geometric means of fit factors of different employment type for cup type respirators before and after donning training.

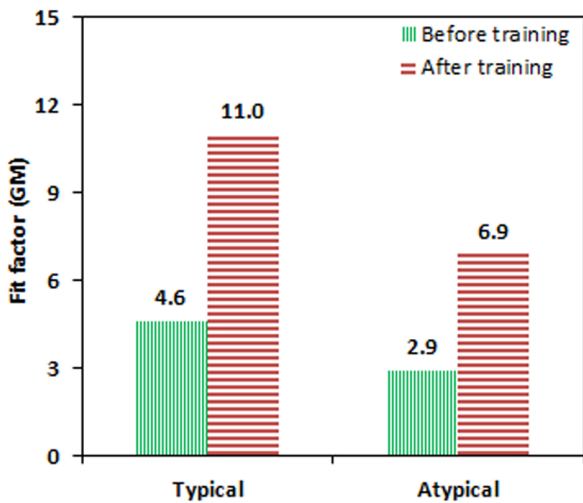


Fig. 4. Geometric means of fit factors of different employment type for foldable type respirators before and after donning training.

고용형태별 컵형 방진 마스크의 착용법에 관한 교육 전과 후의 밀착도 검사 결과를 Fig. 3와 4에 표시하였다. 컵형 방진마스크의 경우 고용형태의 경우 정규직은 밀착계수 기하평균(기하표준편차)이 교육 전 38.9(3.8)에서 교육 후 139.0(1.7)로 약 257% 증가하였다. 이에 비해, 비정규직의 밀착계수 기하평균(기하표준편차)은 교육 전 14.1(3.5)에서 교육 후 122.5(1.8)로 약 769% 증가하여, 비정규직인 경우에 교육의 효과가 더 큰 것으로 나타났다(Fig. 3).

반면, 접이식 방진마스크의 경우 고용형태별로는 교육 후에 밀착계수의 기하평균이 약 138~139% 정도로 향상되었다(Fig. 4).

Kim 등²⁷⁾에서는 의료인(간호대학 학생)을 49명을 대상으로 실시하였으며 교육 전 4.1%, 교육 후 73.5%의

밀착계수의 통과율이 제시되었다.

Eoh 등¹⁷⁾에서는 안면부 여과식 방진마스크의 착용이 높은 소규모사업장 금속가공제조업 근로자의 방진마스크의 종류별로 교육이 밀착계수에 미치는 영향에서 컵형 방진마스크에서 교육의 효과가 높게 제시되었다. 또한, 여성과 50대에서 더 높은 것으로 나타났다.

한편, 안경착용자를 대상으로 한 Eoh 등의²⁸⁾ 연구에서도 교육이 밀착계수에 영향을 미쳤다. 하지만 안경 우선 착용 시에는 교육의 효과는 있었으나 그 차이가 매우 낮은 것을 알 수 있었다.

이처럼 밀착도 시험기기를 이용한 교육방법이 밀착계수가 향상되는 것으로 보아 안전보건교육에서 교육방법과 교육매체가 매우 중요함을 알 수 있었다.

Hopkins 등의²⁹⁾ 연구에서는 안전보건교육을 받은 후 근로자들의 노출 농도는 82~89% 감소했다는 연구결과가 나타났다. Tan-Wilhelm 등의³⁰⁾ 연구에서는 베릴륨 취급 근로자들에게 호흡보호구 착용 등 행동변화를 관찰한 결과 다양한 교육방법을 통해 받은 군에서 물질 안전보건자료만 공급받은 군보다 월등히 높은 행동변화를 나타냈다. Ham 등의 연구에서는³¹⁾ 소음이 심한 곳을 피하는 행동에 유의한 영향을 미치는 요인은 청력보호구에 대한 관심, 청력검사 및 소음 측정 효과에 대한 관심이었다.

4. 결론

본 연구는 교육수행환경 및 고용형태별 호흡보호구 인식도와 교육이 밀착계수에 미치는 영향을 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교육수행환경별 호흡보호구 착용 및 관리에 대한 인식도는 사내강사와 외부강사의 중복으로 받은 군, 6개월 미만 군, 1시간 이상 군, 5회 이상 군, 이론 외에 혼합된 교육방법의 군에서 높은 인식도가 나타났다. 이는 작업자의 인식향상에 안전보건교육 시 교육강사, 교육시점과 시간 그리고 횟수, 교육방법과 매체가 중요함을 알 수 있었다.

2. 고용형태별 호흡보호구 착용 및 관리에 대한 인식도는 정규직이 비정규직보다 대체로 높게 제시되었다. 이중에서 Q1, 보호구의 관리 및 관심, Q2, 보호구 착용 시 불편함, Q3, 물질에 대한 착용여부는 정규직에서 높았고 반면, Q4, 환기가 잘되어도 호흡보호구 착용을 함은 비정규직에서 높았다. 또한, 호흡보호구 착용법 교육내용의 요구는 정규직과 비정규직 모두 높게 제시되었다. 이처럼 인식도는 정규직이 높고 요구도는 두 군에서 유사한 것으로 보아 모든 근로자에게 호흡

보호구 착용법 교육이 매우 중요함을 알 수 있었다.

3. 방진 마스크를 착용 후 밀착도를 실시간으로 확인할 수 있는 밀착도 기계를 이용한 교육을 통해서 컵형 방진마스크의 경우 고용형태의 경우 정규직은 밀착계수 기하평균(기하표준편차)이 교육 전 38.9(3.8)에서 교육 후 139.0(1.7)로 약 257% 증가하였다. 반면 비정규직의 밀착계수 기하평균(기하표준편차)은 교육 전 14.1(3.5)에서 교육 후 122.5(1.8)로 약 769%로 크게 증가하였다.

4. 접이식 방진 마스크는 컵형 방진 마스크보다 밀착계수 기하평균이 작으며, 착용방법에 대한 교육 후 밀착계수 기하평균의 증가하지만, 컵형 방진 마스크의 증가율 정규직 257%, 비정규직 769%의 비해 증가율이 138~139% 정도로 크지 않은 것으로 나타났다.

5. 안면부 여과식 방진 마스크에 대한 착용법 교육은 두 종류 마스크 모두에서 밀착도를 향상시켜 유해물질로부터 근로자의 호흡기를 보호한다는 것을 알 수 있었다. 다만 접이식 방진 마스크는 컵형 방진 마스크보다 교육을 통한 밀착도 향상 효과가 크지 않기 때문에, 분진발생이 매우 많은 사업장에서는 주의가 필요하며, 작업 전에 코클립과 머리끈 등 적절한 착용법 교육과 밀착도 검사를 실시하고 정기적으로 사전 인식조사를 통해 문제점을 파악하는 것이 요구된다.

References

- 1) K. J. Mearns, S. M. Whitaker and R. Flin, "Safety Climate, Safety Management Practice and Safety Performance in Offshore Environments", *Safety Science*, Vol. 41, pp. 641-680, 2003.
- 2) M. B. Dignan and P. A. Carr, "Program planning for health education and promotion Philadelphia", *Lea & Febiger*, pp. 61-93, 1992.
- 3) H. A. Rother, "South African Worker's Interpretation of Risk Assessment Data Expressed as Pictograms on Pesticide Labels", *Environmental Research*, Vol. 108, No. 3, pp. 419-427, 2008.
- 4) R. Hambach, P. Mairiaux, G. Francois, L. Braeckman, A. Balsat, G. Van Hal, C. Vandoorne, P. Van Royen and M. Van Sprundel, "Worker's Perception of Chemical Risks: A focus Group Study", *Risk Anal.*, Vol. 31, No. 2, pp. 335-342, 2011.
- 5) M. R. Cezar-vaz, L. P. Rocha, C. A. Bonow, M. R. Santos da Silvia, J. C. Vaz and L. S. Cardoso, "Risk Perception and Occupational Accidents: A Study of Gas Station workers in Southern Brazil", *Int. Journal of Environ. Res. Public Health*, Vol. 9, pp. 2362-2377, 2012.
- 6) K. Y. Kim, Y. G. Phee, K. J. Lee, J. J. Kim, Y. H. Ki, S. Y. Kim and J. H. Whang, "A Study of Survey for PPE Selection and Wearing and Setup Standard of PPE in Korea", *Occupational Safety and Health Research Institute*, pp. 151-159, 2008.
- 7) L. A. Aday, *AT RISK IN AMERICA*, "The Health and Health Care Needs of Vulnerable Populations in the United States 2nd ed. JOSSEY-Bass, A Wiley Company, San Francisco, USA. 2001.
- 8) M. S. Lee, "A Study on the Analysis and the Improvement of the Safety and Health Consciousness between the Regular Employees and Non-regular Employees", *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 22, No. 4, pp. 83-89, 2007.
- 9) C. L. Shin, T. S. Kang, K. H. Yi, W. K. Kim and S. K. Kim, "Occupation Injury and Disease by the Hired Proportion of Precarious Employee in Manufacturing Industry with 50 Employees or More", *Journal of Korean Soc. Occup. Environ. Hyg.*, Vol. 18, No. 3, pp. 185-188, 2008.
- 10) Y. H. Lim, "A Study on an Improvement of Safety and Health Management for the Non-standard Workers", pp. 102-106, 2000.
- 11) S. Y. Sohn, "The Effect of Regular Workers and Non-regular Workers on the Subjective Health Status", *J. Korean Soc. Occup. Health Nursing. Hyg.*, Vol. 20, No. 3, pp. 346-355, 2011.
- 12) J. Siegrist and M. Marmot, "Health inequalities and the Psychosocial Environment-two Scientific Challenges", *Social Science & Medicine*, Vol. 58, No. 8, pp. 1463-1473, 2004.
- 13) S. C. Shin and M. J. Kim, "The Effect of Occupation and Employment Status Upon Perceived Health in South Korea", *Health and Social Science*, Vol. 22, No. 1, pp. 205-224, 2007.
- 14) S. B. Koh, M. Son, J. O. Kong, C. G. Lee, S. J. Chang and B. S. Cha, "Job Characteristics and Psychosocial Distress of Atypical Worker", *J. Korean Occup. Environ. Med.*, Vol. 16, No. 1, pp. 103-113, 2003.
- 15) S. J. Choi and S. B. Kim, "Health Status and Improvement Measures for Irregular Plant Construction Workers at Yeosu National Industrial Complex", *J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg.*, Vol. 19, No. 3, pp. 182-194, 2009.
- 16) M. Quinlan, C. Mayhew and P. Bohle, "The Global Expansion of Precarious Employment, Work Disorganization and Consequences for Occupational Health: A Review of Recent Research. *International Journal of Health Services*, Vol. 31, No. 2, pp. 335-414, 2001.

- 17) W. S. Eoh, YB Choi and C. S. Shin, "Comparison of Effects of Mask Style and Donning Training on Fit Factors of Particulate Filtering Facepiece Respirators", *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 31, No. 5, pp. 35-41, 2016.
- 18) C. H. Lim, J. S. Yang, H. O Kim and H. J. Lee, "Study on the Awareness and Understanding of Hazard Information of Small-sized Business Workers and Improvement of Hazard Communication System", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 105-110, 2008.
- 19) K. O. Park, M. G. Wilson, K. H. Y. Cho, W. T. Lim and H. S. Yang, "Safety and Health Education in Workplace and its Quality Improvement Strategies", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 119-121, 2007.
- 20) J. H. Yoon, "Advanced Evaluation of Government Programs for Occupational Accident Prevention(V)", Woolsan : Korea Occupational safety and Health Agency, pp. 18-38, 2015.
- 21) Q. Williams, M. Ochsner, E. Marshall, L. Kimmel and C. Martino, "The Impact of a Peer-led Participatory Health and Safety Training Program for Latino Day Laborers in Construction", *Journal of Safety Research*, Vol. 41, pp. 253-261, 2010.
- 22) J. K. Bong and J. H. Won, "Investigation of Safety and Health Education Improvement in Construction Sites using Delphi Technique and Workers' Survey", *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 33, No. 1, pp. 88-94, 2018.
- 23) J. S. Yang, C. H. Lim and H. J. Lee, "A Study on Chemical Hazard Communication for Workers Exposed to N, N-dimethylformamide", *J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg.*, Vol. 21, No. 2 pp. 103-109, 2011.
- 24) W. S. Eoh, W. S. Ham and H. W. Kim, "A Study on Recognition of Noise and Hearing Threshold among Workers in a Cosmetics Manufacturing Factory", *Journal of Korean Industrial Hygiene Association*, Vol. 21, No. 3, pp. 162-167, 2011.
- 25) Y. K. Kim, H. J. Kim, S. J. Lee, E. C. Jang, S. C. Rho and J. C. Song, "Factors Associated With the Personal Protective Equipments(PPEs) Wearing of Workers in Small Scale Industries", *J. Korean Occup. Environ. Med.*, Vol. 14, No. 3, pp. 315-325, 2002.
- 26) K. O. Park, H. S. Ahn, S. J. Yoon, M. S. Lee and G. W. Han, "Modifying the Regulations of Workplace Safety and Health Education(WSHE) and the WSHE Report System", Occupational Safety and Health Research Institute, pp. 129-131, 2008.
- 27) H. W. Kim, J. E. Baek, H.K. Seo, J. E. Lee, J. P. Myong, S. J. Lee and J. H. Lee, "Comparison of Fit for Healthcare Workers Before and After Training with the N95 Mask", *Journal of Korean Industrial Hygiene Association*, Vol. 24, No. 4, pp. 528-535, 2014.
- 28) W. S. Eoh, Y. B. Choi and C. S. Shin, "Effects of Wearing between Respirators and Glasses Simultaneously on Physical and Visual Discomforts and Quantitative Fit Factors", *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 33, No. 2, pp. 52-60, 2018.
- 29) B. L. Hopkins, R. J. Conrad and M. J. Smith, "Effective and Reliable Behavioural Control Technology", *Journal of American Industrial Hygiene Association*, pp.785-789, 1986.
- 30) D. Tan- Wilhelm , K. Witte, W. Liu, L. S. Newman, A. Janssen, C. Ellison, A. Yancy, W. Sanderson and P. K. Henneberger, "Impact of a Worker Notification Program, Assessment of Attitudinal and Behavioral Outcomes", *American Journal of Industrial Medicine*, Vol. 37, No 2, pp. 205-213, 2000.
- 31) J. W. Koo, C. H. Park, C. K. Chung, K. S. Lee, H. W. Yim, Y. G. Phee, S. Y. Oh and W. S. Ham, "The Effects of Knowledge and Attitude about Noise on Hearing Conservation Behavior and Hearing Loss", *J. Korean Occup. Environ. Med.*, Vol. 10, No. 4, pp. 476-483, 1998.