

호흡기보호구의 밀착계수와 안면구조의 관계*

한 돈 희

인제대학교 보건대학 산업안전보건학과

= Abstract =

Correlation of Fit Factors for Respirators and Anthropometric Dimension

Don-Hee Han

Dept. of Occupational Safety and Health, College of Health Sciences, Inje University

In many developed countries, for example, USA, respirator fit testing is required before entering specific work environment to ensure that the respirator worn satisfies a minimum of fit and that the user knows when the respirator fits properly. Unfortunately because we have not fit test regulation in Korea, a lot of workers wearing respirators may be potentially exposed to hazards. This study was conducted to evaluate the fitting performance for respirators and correlation fit factors with facial dimensions of wearers.

110 subjects (70 males, 40 females) were fit tested for three quarter masks, i.e., two domestic-made Mask Z, and Y and one foreign-made Mask T using PortaCount 8020.

A facial dimension survey of the same subjects was conducted to develop a facial dimension grids for correlation fit factors with facial dimension parameters. A facial dimension grid was developed on the basis of face length and lip length for quarter masks.

The results obtained were as follows :

1. Fit factors of Mask T were much higher than those of Masks Z, and Y.
2. Males were fitted more properly than females.
3. Male in box "f" of grid would be adequately fitted Mask Y and male in box "b", "e", "f", "h" of grid would be sufficiently fitted Mask T. Female in box "h" of grid

*이 연구는 1997년도 학술진흥재단의 지방대 육성과제 연구비 지원으로 연구되었음.

may have a good fitting performance for both Mask Y, and T. But subjects in all boxes of grid would be inadequately fitted Mask Z.

Key words : Respirator, Fit test, Fit factor, Anthropometric dimension, Facial dimension

I. 서 론

환경 및 산업 보건 전문가들도 유해 작업환경에서 호흡기 보호구를 착용하면 오염 물질이 호흡기 보호구 안으로 침투하지 않고 착용자들을 완전히 보호해 준다고 생각하기 쉽다. 그러나 이와 같은 생각과는 달리 상당히 많은 양의 오염 물질이 호흡기 보호구 안으로 침투하여 착용자들의 건강을 위협할 수 있다.

호흡기 보호구가 제공하는 보호의 정도는 착용자의 안면에 얼마나 적합하게 밀착되는지 그 밀착 여부에 달려 있다. 오염 물질이 호흡기 보호구 안으로 누설되는 경로는 다음의 4가지이다(Kolesar 등, 1982): (1) 필터나 카트리지를 통한 침투; (2) 배기 밸브를 통한 침투; (3) 파손된 부분으로 침투; (4) 얼굴과 접촉된 부분으로 누설(face seal leakage).

이중에서 네 번째인 얼굴과 접촉된 부분을 통한 누설 여부를 검사하는 것을 밀착도 검사(Fit Test)라고 하며 이미 미국을 포함한 선진국에서는 이를 법으로 제도화하여 호흡기 보호구를 착용하는 모든 작업자들은 1년에 1회 이상 반드시 밀착도 검사를 받아야 한다(NIOSH, 1987; Canadian Standards Association, 1993; Standards Australia and Standards New Zealand, 1994). 밀착도 검사는 맛, 냄새, 자극을 통하여 단지 누설의 여부만 알아보는 정성 검사(QLFT: Qualitative Fit Test)와 누설의 정도를 개관적인 수치로 나타낼 수 있는 정량 검사(QNFT: Quantitative Fit Test)로 나누어 실시할 수 있다. QNFT는 호흡기 보호구 착용자를 무독한 에어로졸에 노출시키고 호흡기 보호구의 안과 밖에서 에어로졸의 농도를 측정하여 누설 정도를 밀착계수(FF: Fit Factor)로 산출할 수 있다. 밀착

계수란 호흡기 보호구의 밖과 안에서 에어로졸의 농도를 비(ratio; C_o/C_i)로 나타내는 것으로 상대적인 밀착의 정도를 나타내는 것이며 반드시 수학적인 단위를 의미하지는 않는다. 밀착계수가 크면 클수록 호흡기 보호구가 착용자의 안면에 적합하게 밀착된다고 할 수 있다(AIHA, 1997).

이미 미국, 호주, 캐나다, 뉴질랜드, EC 등에서는 밀착도 검사의 중요성을 인식하여 호흡기 보호구를 개발하고 판매를 허가하거나 착용자가 착용할 때 밀착도 검사나 이와 비슷한 검사인 TIL(Total Inward Leakage)을 법적으로 수행하도록 하고 있다(European Standards, 1989). 그러나 국내에서는 이제 겨우 밀착도 검사에 대한 개념이 도입되고 있는 실정이기 때문에 그 중요성이 제대로 인식되어 있지 않은 상태이다. 호흡기 보호구의 생산이 국내에서 일부 이루어지고 있으나 상당 부분을 외국산 보호구에 의존하는 현실점에서 과연 이들 호흡기 보호구가 한국인의 안면에 적합하게 밀착되는지 그 밀착의 정도에 많은 흥미를 갖게 된다. 최근 발표된 연구 자료에 의하면 국내산 제품보다 외국 특히, 미국산 제품들이 오히려 한국인의 안면에 적합하게 밀착되는 것으로 밝혀졌다(박은주와 김현욱 등, 1995; 한돈희 등, 1997).

호흡기 보호구가 좋은 밀착을 유지하기 위해서는 착용 자체도 중요하겠지만 개발부터 착용자의 안면에 적합하게 개발되어야 함은 두말할 나위가 없다. 따라서 미국에서는 인가된 호흡기 보호구는 일정한 안면 구조를 갖은 test panelist 들에게 착용하게 하여 QNFT를 통과하도록 규정하고 있다(Hack 등, 1974). Test panel을 구성할 때에는 전면형 마스크에 대해서는 얼굴 길이(face length)와 얼굴 폭(face width)을 이

용하고 반면형 및 1/4형 마스크인 경우에는 얼굴 길이와 입술 길이(lip length, 입술 폭 즉, lip width 라고도 함)를 변수로 이용한다. 현재 우리나라에는 test panel이 개발되어 있지 않기 때문에 안면 구조와 호흡기 보호구의 밀착관계를 알아보기 위해서는 test panel을 개발하는 방식과 유사한 방법으로 안면 크기의 두 가지 변수를 합성한 grid를 이용하는 것이 편리하다.

본 연구는 국내에서 사용 중인 호흡기 보호구의 밀착 정도를 알아보기 위하여 현재 가장 많이 사용되고 있는 일부 호흡기 보호구에 대한 밀착도 검사를 실시하여 보고 이들 마스크에 대한 밀착계수가 착용자의 안면 구조와 어떠한 상관관계가 있는지를 구명하기 위하여 밀착계수와 안면 구조 grid의 관계를 분석하였다.

II. 연구방법

1. 피검 호흡기 보호구와 피검 대상자

호흡기 보호구는 현재 가장 많이 사용되고 있는 1/4형(Quarter 마스크)인 국내산 Z 마스크(모델; SK-6), 국내산 Y 마스크(모델; YS-2010S) 그리고 미국산 T 마스크(모델; 7500시리즈) 3개 제품을 선정하였다. 이들 몸체의 재질은 모두 실리콘 고무였다.

밀착도 검사의 피검 대상자들은 대학생들로 남자 70명, 여자 40명, 총 110명을 선정하였으며 밀착도에 영향을 줄 수 있을 정도의 얼굴 기형이나 치열 이상자들은 피검 대상자에서 제외시켰다.

2. 밀착도 검사 방법

1) 밀착도 검사 기기와 피검 호흡기 보호구의 준비
측정기기로는 현재 미국을 비롯하여 다른 여러 국가에서 가장 많이 사용하고 있는 미국 TSI의 PortaCount model 8020을 휴대용 IBM PC에 연결하여 사용하였다.

측정 방법은 미국 OSHA(산업안전보건법)에 따라서 실시하였으며(OSHA regulation, 1994) 호흡기 보호

구의 카트리지는 HEPA 필터로 교체하여 사용하였다. PortaCount는 그대로의 상태로는 광도계가 감지할 수 없는 매우 미세한 공기 중의 에어로졸에 알코올을 증발시켜 에어로졸 핵 주위에 응결이 이루어지면서 점점 커지면 커진 에어로졸의 입자를 레이저 빔이 감지하는 원리를 이용한 것이다(Han, 1997). 감지할 수 있는 공기 중 에어로졸의 농도가 2×10^4 개/cc이하인 경우에는 PortaCount가 밀착도 검사를 할 수 없도록 조정되어 있기 때문에 특급 이소부틸알코올(TSI 제품)을 재주입하여 사용하였다.

2) 측정전 준비 및 테스트 움직임(exercise regime)

남자 피검자는 측정 전 수염을 깎게 하고 흡연자에게는 측정 한시간 전부터 금연을 시켜 흡연 후 호기에서 발생한 에어로졸의 영향으로부터 측정 오차를 최소화시켰다(Crosby, 1995). 호흡기 보호구 착용할 때 밀착도 체크(fit check) 등 착용에 따른 주의 사항과 test exercise regime을 수행하는 방법을 교육시킨 후 측정에 들어갔다.

피검자가 호흡기 보호구를 착용할 때에는 피검자의 안면에 호흡기 보호구를 너무 조여서 압박통을 유발하지 않도록 유의하였다. 피검자는 최적의 밀착상태를 유지하기 위하여 착용 후 좌우 상하로 세차게 흔들어서 보호구가 흔들리는지 확인한 다음 대략 5분이 경과하여 안면피부와 호흡기 보호구간에 밀착이 잘 이루어진 후 밀착도 검사에 들어갔다.

테스트 움직임은 ① 정상 호흡(Normal Breathing 1; NB1), ② 깊은 호흡(Deep Breathing; DB), ③ 머리 움직임(Head Movement; HM), 읽기(Reading or Talking; RT), ⑤ 조깅(Jogging; J), ⑥ 정상 호흡(Normal Breathing 2; NB2)의 여섯 가지였으며 각 움직임은 80초간 실시하였다.

3. 안면 크기의 측정과 안면 구조 grid의 작성

1) 안면 크기의 측정

안면의 측정 부위는 그림 1에 있는 것과 같이 12개

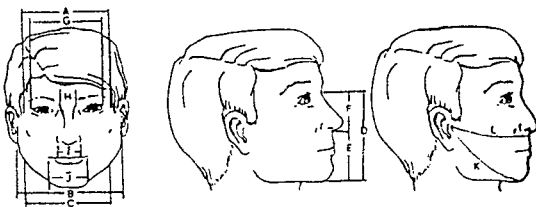
항목이며 각 부위에 대한 정확한 측정을 위해서 인체 측정의 전문 기관인 미국 Anthropology Research Project, Inc.(Yellow Springs, OH 45387)에서 측정 기법을 연수받은 후 측정에 들어갔다. 측정 도구는 sliding caliper (Siber Hegner : No. 104), spreading caliper (Siber Hegner : No. 106) 및 줄자를 사용하였다.

2) 안면 구조 grid의 작성

현재 우리 나라에는 test panel이 개발되어 있지 않기 때문에 test panel의 전 단계인 grid를 만들어 이용하였다. 1/4형 마스크에서는 얼굴 길이와 입술 길이를 측정하고 평균값과 표준편차를 고려하여 그림 2와 같이 12개의 box를 만들었다(Hack 등, 1974).

4. 통계 처리

각 마스크에 대한 밀착계수의 상대누적도수를 구하고 대수정규확률지(lognormal probability)에 plotting한 결과 거의 일직선에 가까웠으므로 밀착계수의 분포가 대수정규분포를 하고 있음을 알 수 있었다(ACGIH, 1995). 따라서 통계 값들은 기하 평균(GM)과 기하표준편차(GSD)를 구하였고 아울러 중간값(Median),



- | | |
|--|----------------------------|
| A. Bictoorbitale Breadth | F. Subnasale-Nasal Root |
| B. Bizygomatic Breadth (Face Width) | G. Biocular Breadth |
| C. Bigonial Breadth | H. Nasal Root Breadth |
| D. Menton-Nasal Root Length (Face Length) | I. Nose Width |
| E. Menton-Subnasale Length (Lower Face Length) | J. Lip Length(Width) |
| | K. Bitragion-Menton Arc |
| | L. Bitragion-Subnasale Arc |

Figure 1. Definitions of facial dimension

최대값(Max.) 그리고 최소값(Min.)을 찾아내었다.

유의성 검증은 각 밀착계수의 값들을 log10으로 변환시킨 다음 이들 값들에 대해 z 분포를 이용하여 검증하였다.

III. 연구결과

1. 밀착계수

1) Brand와 성별 차이

호흡기 보호구와 성별에 따른 밀착계수의 값들은 표 1과 같다. 1998년에 개정된 미국의 산업안전보건법(OSHA regulation; 29 CFR 1910.134)에는 QNFT를 실시하여 밀착계수가 반면형 마스크는 100, 전면형 마스크는 500 이상인 경우 pass한 것으로 인정하고 있으나 1/4형에 대해서는 구체적인 언급이 없다. 그러나 ANSI(ANSI Z88.2-1992)에서는 최소 밀착계수를 할당보호계수(APF; Assigned Protection Factor)의 10배 이상을 요구하고 있고 1/4형의 APF가 10으로 되어 있

Table 1. Distribution of fit factors in accordance with brands and sex

Brand	No. of Subjects	Statistical Values	Male	Female	Total
Z	110	GM ^a	65	16	47
		GSD ^b	3.0	4.3	4.2
		Median	84	19	76
		Minimum	1	1	1
		Maximum	242	135	300
Y	110	GM ^a	487	64	233
		GSD ^b	18.7	14.0	19.7
		Median	688	42	197
		Minimum	2	1	1
		Maximum	36,400	13,800	3,640
T	110	GM ^a	2,636	279	1,217
		GSD ^b	19.8	15.4	4.0
		Median	4,230	148	2,620
		Minimum	2	4	2
		Maximum	999,000	999,000	999,000

^aGM : Geometric mean

^bGSD : Geometric standard deviation

기 때문에 ANSI의 규정 대로라면 1/4형의 최소 밀착계수는 100 이상이어야 한다.

Brand 별로 보면 미국산인 T 마스크의 밀착계수가 국산인 Z, Y 마스크의 밀착계수 보다 월등히 높았다(P(0.0001)). 특히, 국산인 Z 마스크의 밀착계수의 기하평균은 47에 불과해 ANSI의 100에 비하면 밀착도가 매우 불량하였다. 이에 반해 미국산 T 마스크는 기하평균이 1,217을 기록해 대부분의 착용자에게 좋은 밀착 정도를 보여 대조를 이루었다.

이렇게 미국산 마스크가 국산 마스크보다 더 좋은 밀착 정도를 보여 주는 것은 제작사가 이미 많은 연구를 거쳐 한국인들의 안면에 알맞게 금형을 만들었으며 특히, 몸체의 재질이 매우 부드러운 재질을 사용하여 밀착이 잘 되도록 제작하였기 때문인 것으로 사료된다. 밀착계수에서 특히 중요한 것은 낮은 밀착계수를 갖는 호흡기 보호구를 착용했을 경우 작업자가 호흡기 보호구를 착용하지 않은 것 보다 더 위험하다는 점이다. 왜냐하면, 비록 밀착이 잘 이루어지지 않은 보호구를 착용했더라도 작업자는 보호구를 착용했기 때문에 안심하고 유해 오염 물질에 접근하여 더 많은 오염 물질에 노출될 수 있기 때문이다. 따라서 우리는 밀착계수가 낮은 호흡기 보호구에 관심을 가져야 하는데 본 연구에서 밀착도가 좋은 T 마스크를 비롯하여 모든 마스크에서 밀착계수가 1, 2 정도로 착용자에 따라서는 극히 불량하게 나타날 수도 있다는 점이다. 예를 들어, 밀착계수가 1이라면 호흡기 보호구의 안과 밖의 에어로졸 농도가 동일하다는 의미로서 작업자에게 보호구를 착용하지 않은 경우보다 더 위험하다고 할 수 있다. 따라서 밀착도 검사가 얼마나 중요한지를 다시

한번 일깨워 주는 결과라고 할 수 있다.

밀착계수를 성별로 비교하여 보면 모든 마스크에서 남자의 밀착계수가 여자의 그것보다 월등히 높은 것을 알 수 있다(P(0.001)). 이와 같은 연구 결과는 Oostenstad 등(1990)의 연구와 동일한 결과이다. 왜 이러한 현상이 일어나는지는 명확히 알 수 없으나 호흡기 보호구를 개발하는 과정에서 여자보다는 남자들이 많이 착용한다는 점을 고려하여 여자보다는 남자들의 얼굴 구조에 적합하게 금형을 만들었기 때문이라고 생각된다. 국내 제품도 역시 외국에서 개발한 금형을 약간 변형하여 그대로 만들었기 때문에 국내 제품에서도 동일한 결과가 나타났다고 사료된다.

2) Pass와 Fail에 의한 평가

밀착도 검사를 법으로 정한 나라에서는 호흡기 보호구별로 최소밀착계수를 규정하여 최소밀착계수 이상을 통과한 보호구에 대해서는 밀착도 적합 판정 즉, Pass 판정을 하여 착용을 허용하지만 이 값 미만인 경우에는 밀착도 부적합 판정 즉, Fail로 판정하여 착용을 불허하고 있다. 예를 들어, 미국의 산업안전보건법(29 CFR 1910.134)에서는 전면형은 500이상, 반면형과 1/4형은 100이상을 Pass로 판정하며(OSHA regulation, 1998), 미국의 ANSI 규정에서는 전면형 1,000이상, 반면형 및 1/4형은 100이상을 Pass로 판정하고 있다(ANSI, 1992).

표 2는 미국의 산업안전보건법에 맞추어 본 연구에 사용되었던 호흡기 보호구의 밀착 정도를 적합 부적합 즉, Pass/Fail로 판정한 것이다. 미국산 T 마스크는 피검자 110명 중 85명인 77.3%가 Pass했으나 Z 마스

Table 2. Distribution of subjects who have passed or failed fit tests and ranges of fit factors

Brand	No. of Subjects	Range of Fit Factors						
		Fail			Pass			
		1~9	10~99	Total	100~499	500~999	1,000≤	Total
Z	110	15(13.6)	61(55.5)	76(69.1)	34(30.9)	—	—	34(30.9)
Y	110	17(15.5)	31(28.2)	48(43.6)	16(14.5)	7(6.4)	39(35.5)	62(56.4)
T	110	6(5.5)	19(17.3)	25(22.7)	18(16.4)	3(2.7)	64(58.2)	85(77.3)

크는 30.9%, Y 마스크는 56.4%만 Pass 판정을 받아 T 마스크가 월등하게 좋은 밀착 정도를 보여 주었다. 또 각 밀착계수 범위별로 비교 분석하여도 T 마스크는 피검자의 58.2%가 1,000이상의 높은 밀착계수를 보이고 있는 반면, Z 마스크는 70% 가까이 100미만으로 매우 불량하였다.

이같은 연구 결과는 한국인의 체형에 알맞은 호흡기 보호구의 개발이 시급함을 보여주는 것이며 또 비록 T 마스크가 다른 마스크에 비해 월등히 좋은 밀착 정도를 보여 준다고는 하나 22.7%나 되는 피검자에게는 부적합 판정이 나왔으므로 밀착도 검사의 제도화가 매우 중요함을 단적으로 보여 주는 것이라고 판단된다.

2. 밀착 계수와 안면 구조와의 관계

1) 안면 grid

밀착도 검사가 법으로 정해져 있는 나라에서는 밀착도 검사를 실시하기 위한 test panel이 개발되어 있다. Test panel이란 호흡기 보호구를 개발하거나 개발 후 시판하기 위해서 밀착도 검사를 실시해야 하는데 밀착도 검사를 실시하는데 필요한 대표 피검인구집단을 말하며 이미 미국에서는 20여년 전에 개발되어 사용되고 있다(Hack 등, 1994). 그러나 우리나라에서는 아직까지 어느 누구도 호흡기 보호구를 개발할 목적으로 안면 구조를 측정할 적이 없기 때문에 test panel을 개발할 수 있는 충분한 자료가 부족한 상태이다.

본 연구에서는 현재 한국인을 위한 test panel이 없기 때문에 test panel을 개발하는 방식을 일부 이용하여 피검인구집단에 대한 안면 grid를 만들고 이를 이용하여 밀착 계수와 안면 구조와의 관계를 알아보았다. Test panel을 만들 때 사용하는 안면 구조의 parameter는 얼굴 길이와 입술 길이이다(Hack 등, 1974). 그림 2는 피검인구 집단의 안면 구조를 얼굴 길이와 입술 길이로 합성하여 grid를 만들고 grid에 의해 만들어진 box 속에 속한 인구 구성비를 알아본 것이다.

이것은 미국에서 25인용 남녀 test panel을 만드는 방식으로 작성하였다.

전체 피검 집단에서 가장 많은 인구 구성비를 갖은 box는 e 즉, 얼굴 길이가 116.5~125.5mm, 입술 길이가 44.5~52.5mm인 집단이고 그 다음으로는 h, 그리고 g 순이었다. 그러나 남녀로 구분하였을 경우 남자는 e가 41.4%로 가장 많았고 다음으로 h, f, b 순으로 중앙으로부터 우측 상단으로 치우쳤다. 반대로 여자의 경우에는 중앙 하단으로 치우친 분포를 보이고 있으며 g 즉, 얼굴 길이가 107.5~116.5mm, 입술 길이가 36.5~44.5mm인 집단이 45.0%를 차지하여 압도적으로 많은 비율을 차지하고 있었다.

이 연구 결과는 피검자의 수가 적어서 정확한 값을 제시하지는 못하지만 앞으로 한국인의 얼굴에 알맞은 호흡기 보호구를 개발하는데 이와 같은 연구 방법을 도입하면 보다 밀착도가 좋은 호흡기 보호구를 개발할 수 있을 것으로 사료된다. 특히, 작업장에서 호흡기 보호구를 착용하고 작업하는 작업자의 대부분이 남자인 점을 고려한다면 인구 구성비를 남자들이 훨씬 많게 구성하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

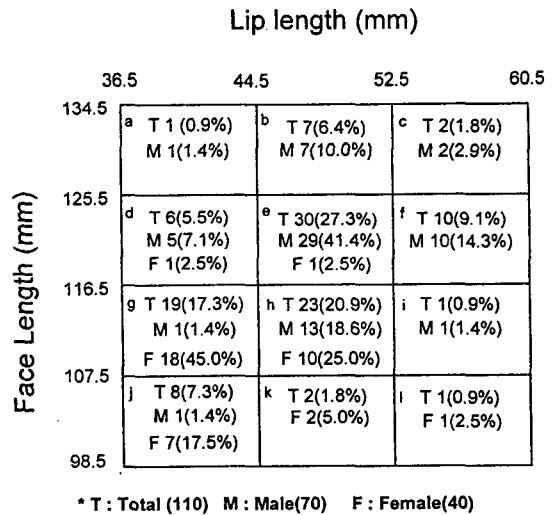


Fig. 2. Distribution of population surveyed by facial dimension

2) 밀착 계수와 안면 구조의 관계

그림 3은 안면 구조의 grid와 밀착 계수와와의 관계를 도식화한 것이다. Grid의 각 box 속에는 그 box에 해당하는 안면 구조를 갖은 피검자들의 밀착 계수를 기하 평균으로 구하여 나타낸 것이다. 예를 들어, Z 마스크에서 얼굴 길이가 116.5~125.5mm이고 입술의 길이가 44.5~52.5mm에 해당하는 box e에 속한 사람들의 밀착 계수는 남녀 구분 없이 전체적으로 기하 평균이 78이고 남자만 계산하였을 경우에는 77, 여자만 계산하였을 경우에는 111이다.

거의 대부분의 box에서 남자들의 밀착 계수가 여자들의 그것보다 월등히 높기 때문에 남녀 구분 없이 산출한 전체 밀착 계수들은 남자들의 밀착 계수에 의해 좌우됨으로 큰 의미가 없다고 할 수 있다. 따라서 성별로 구분하여 동성끼리 비교하는 것이 의미가 있을 것이다.

먼저 남자들의 밀착 계수를 보면, Z 마스크의 경우 box a를 제외한 모든 box에서 최소밀착계수 100 미만이기 때문에 밀착 계수와 안면 구조와의 관계를 분석한다는 것이 의미가 없다고 하겠다. Z 마스크의 밀착도는 너무 불량하기 때문에 경우에 따라서는 보호구를 착용하는 것이 오히려 보호구를 착용하지 않는 것보다 착용자의 건강을 더 해칠 가능성도 배제할 수 없다. Y 마스크의 경우 인구 구성비가 10%이상인 box b, e, f, h에서 우수한 밀착도를 보여주고 있다. 특히, 인구 구성비가 14.3%인 box f(얼굴 길이 116.5~125.5mm, 입술 길이 52.5~60.5mm)에서는 밀착 계수가 1,000이상이기 때문에 여기에 속한 사람들에게 Y 마스크는 매우 우수한 밀착도를 제공할 것으로 기대된다. Box b, e, f, h를 제외한 나머지 box a, c, d, g, i, j에 속한 피검자는 그 대상 인원이 너무 적어서 통계적인 비교 분석이 무의미하다. T 마스크의 경우 인구 구성비가 10%가 넘는 box b, e, f, h에서 모두 1,000이 넘는 밀착 계수를 보이고 있다. 특히, 인구구성 비가 가장 많은 41.4%를 차지하는 box e(얼굴 길이 116.5~125.5mm, 입술 길이 44.5~52.5mm)에서 밀착 계수가

5,263으로 가장 높게 나타나(P<0.05), T 마스크는 많은 사람들에게 매우 우수한 밀착도를 보장한다고 볼 수 있다.

여자의 경우 인구 구성비가 10%이상인 box g, h, j에서 밀착 계수를 비교 분석하면 Z 마스크는 모든 box에서 매우 불량하였으며 Y 마스크는 오직 box h에서 최소밀착계수 이상의 기하평균값을 보여주었다. 그러나 T 마스크는 box g, h, j에서 모두 최소밀착계수 이상을 값을 보여 주었다. 특히, 인구구성 비가 25.0%를 차지하는 box h(얼굴 길이 107.5~116.5mm, 입술 길이 44.5~52.5mm)에서는 box g, j보다 월등히 높은

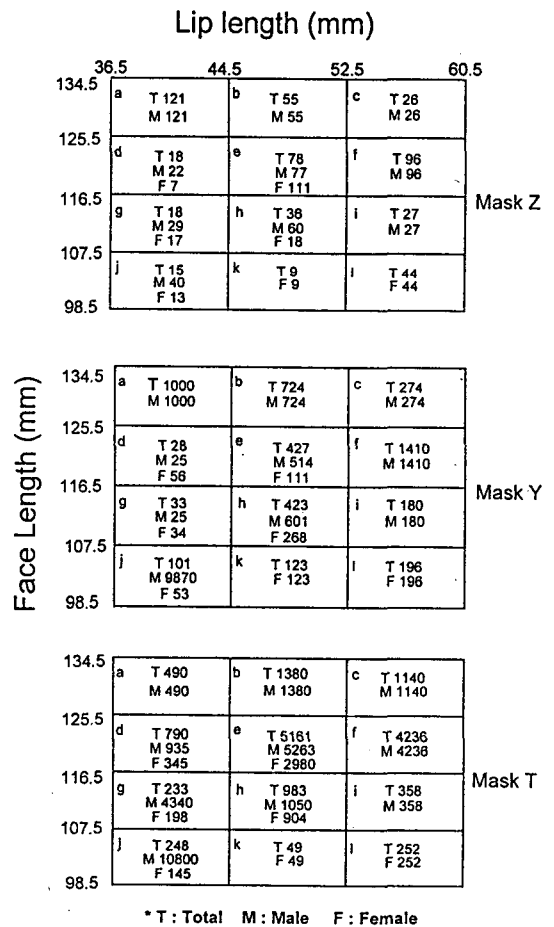


Fig. 3. Distributions of geometric mean values of fit factors by facial dimension for masks

밀착 계수인 904를 보이고 있어($P<0.01$), T 마스크가 이들에게 더욱 적합하다고 할 수 있다.

IV. 결 론

국내에서 주로 많이 사용되고 있는 호흡기 보호구의 밀착도를 알아보기 위하여 1/4형 마스크인 국산 Z, Y 마스크, 미국산 T 마스크에 대하여 피검인원 110명(남자 70명, 여자 40명)을 대상으로 밀착도 검사를 실시하였다. 또 밀착 계수와 안면 구조의 관계를 알아보기 위하여 피검자들의 안면을 측정하고 얼굴 길이와 입술 길이를 합성하여 grid를 만든 다음 각 box에 속한 피검자들의 밀착 계수를 비교 분석하였다.

국산 마스크인 Z, Y의 밀착도가 오히려 미국산 마스크인 T 마스크의 밀착도 보다 불량하여 앞으로 한국인의 안면에 알맞은 호흡기 보호구의 개발이 시급하였다. 각 피검자마다 동일한 마스크에 대한 밀착정도가 모두 다르기 때문에 밀착도 검사(Fit Test)의 국내 도입이 절실하다고 판단되었다.

밀착 계수와 안면 구조와의 관계를 비교 분석한 결과 Y 마스크의 box f, T 마스크 box b, e, f, h에 속한 남자 피검자들에게 우수한 밀착도를 보여 주었고 Y, T 마스크의 box h에서 여자 피검자들에게 우수한 밀착도를 보여 주었다. 그러나 Z 마스크는 안면 구조와 관계없이 모든 box에서 불량한 밀착도를 보여 주었다. 이 같은 결과는 결국 밀착 계수의 기하평균치가 높은 마스크가 여러 형태의 안면 구조를 가진 착용자들에게 폭 넓게 잘 밀착된다는 것을 제시하였다.

참고문헌

박은주, 김현욱. 반면형 방진 마스크의 밀착도 계수에 영향을 미치는 요인. *한국의 산업의학* 1995;34(4) : 133-143
 한돈희, 나명채, 이상곤. 호흡기보호구에 대한 Saccharin QLFT와 CNC QLFT 간 상관성에 관한 연구. *한국산업위생학회지* 1997;7(1) : 99-112
 American Industrial Hygiene Association (AIHA).

The Occupational environment - Its evaluation and control. AIHA Press, 1997:993-998
 American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Air sampling instruments for evaluation of atmospheric contaminants. ACGIH, 1995:32-40
 American National Standards Institute (ANSI). American National Standard for Respiratory Protection(ANSI Z88.2-1992). New York, 1992
 Canadian Standards Association. Z94.4-93 : Selection, use, and care of respirators. Rexdale, Ontario, Canada, 1993
 Crosby DW. Quantitative respirator fit testing-Which technology to use? (A News Letter : Respiratory Protection Update. 6(1) Jefferson, Maryland, Respirator Support Services, 1995.
 European Standards. EN 136 and 140 Respiratory Protective Devices : Full-face masks, half-masks, quarter-masks; requirements, testing, marking. Brussels, Belgium : European Committee for Standardization, 1989
 Hack A, Hyatt EC, Held BJ, Moore TO, Richards CP, McConville TJ. Selection of respirator test panels representative of U.S. adult facial sizes. Los Alamos Scientific Laboratory of the University of California, New Mexico 87544, March 1974
 Han, Don-Hee, Willeke K, Colton CE. Quantitative fit testing techniques and regulations for tight-fitting respirators : Current methods measuring aerosol or air leakage, and new developments. *Am Ind Hyg Assoc J* 1997;58(3) : 219-228
 Kolesar ES, Cosgrove DJ, De La Barre CM, Theis CF. Comparison of respirator protection factors measured by two quantitative fit test methods. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, November, 1982:1116-1122
 National Institute for Occupational Safety and Health. Guide to industrial respiratory protection (DHHS/NIOSH Pub. No. 87-116), Washington, D.C., Government Printing Office, 1987:3-123
 Oostenstad RK, Dillion HK, Perkin LL. Distribution of face seal leak sites on a half-mask respirator and their association with facial dimensions. *Am Ind Hyg Assoc J* 1990;51(5) : 285-290
 OSHA regulation. CFR (Code of Federal Regulations) - "Asbestos" Title 29, Part 1910.1001, 1994

OSHA regulation. CFR (Code of Federal Regulations) -
"Respiratory Protection" Title 29, Part 1910.134,
1998
Standards Australia and Standards New Zealand.

AS/NZS 1715, 1716, Respiratory protective devices, selection, use and maintenance of respiratory protective devices. Homebush, NSW 2140 Australia, 1994
