

## 다회용 마스크 유형에 따른 성능 비교연구

류희진\* · 박원희 · 이춘영 · 정선옥 · 최희진 · 이정미 · 황인숙 · 신용승  
서울특별시보건환경연구원

## A Comparison of Performance Evaluations of Reusable Masks

Hoe-Jin Ryu\* · Won-Hee Park · Chun-Yeong Lee · Seon-Ok Jeong ·  
Hee-Jin Choi · Jeong-Mi Lee · In-Sook Hwang · Yong-Seung Shin

Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment

### ABSTRACT

**Objectives:** This study was designed to evaluate the filtration efficiency, inhalation resistance, and liquid resistance of commercial reusable masks in comparison to the performance of KF-AD masks (reference masks).

**Methods:** Thirty-six masks were purchased from an online market. Filtration efficiency and inhalation resistance were determined in the same manner as in MFDS certification testing, respectively using TIL/IL & Filter Test 1300S (SFP Services, UK) and Breathing Resistance Analyzer DA2001 (Lambda Ray, South Korea).

**Results:** Most of the filtration efficiencies found for the 19 masks were far lower than the test standard for KF-certified masks. Four masks met KF94 and three masks even met KF80. Most inhalation resistances were also much lower than the standard, with many almost one-half of the standard. In addition, all the masks except KF-AD masks did not pass the liquid resistance test.

**Conclusions:** Although most of the filtration efficiency performance results found in this study for the reusable masks, which emerged as an alternative, were lower than the standard for health masks, multi-use masks can be used with a replacement filter inserted.

**Key words:** Mask, reusable, filtration efficiency, inhalation resistance, liquid resistance

### I. 서 론

코로나바이러스감염증-19(COVID-19, 코로나19)는 2019년 말에 시작되어 2년이 넘도록 전 세계적으로 유행하고 있는 상황이다. 코로나19 감염 예방을 위해 손 씻기, 마스크 착용, 사회적 거리두기 등 각종 예방 대책을 실시하고 있으며 마스크 의무착용은 백신접종 유무와 상관없이 여전히 강조되는 개인 방역수칙이다.


일반 소비자들 주로 사용하는 마스크 완제품은 소관 부처에 따라 의약외품 마스크(식품의약품안전처)와 공산


품 마스크(국가기술표준원)로 분류할 수 있다. 의약외품 마스크는 미세입자나 비말 등 유해물질 차단 성능과 안전성이 입증되어 식품의약품안전처에서 허가한 제품이다. 「약사법」 제2조제7호가목 및 의약외품 범위 지정(식약처 고시) 제1호나목에 해당하는 마스크에는 수술용 마스크, 보건용 마스크, 비말차단용(KF-AD) 마스크가 있다. 보건용 마스크는 황사, 미세먼지 등 입자성 유해물질 또는 감염원으로부터 호흡기 보호를 목적으로 사용되고 있으며, 2020년 6월 신설된 KF-AD 마스크는 일상생활에서 비말감염 예방 목적으로 사용하는 제품이다. 그에 반해


\*Corresponding author: Hoe-Jin Ryu Tel: +82-2-570-3113, E-mail: [hjryu@seoul.go.kr](mailto:hjryu@seoul.go.kr)


30, Janggunmaeul 3-gil, Gwacheon-si, Gyeonggi-do 13818, Republic of Korea

Received: February 14, 2022, Revised: March 4, 2022, Accepted: March 21, 2022

 **Hoe-Jin Ryu** <http://orcid.org/0000-0003-0506-0320>

 **In-Sook Hwang** <http://orcid.org/0000-0002-1513-0102>

 **Hee-Jin Choi** <http://orcid.org/0000-0002-0711-5543>

 **Yong-Seung Shin** <http://orcid.org/0000-0002-3985-0366>

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.

공산품 마스크는 국가기술표준원에서 외기로부터 얼굴과 목의 피부, 입이나 코 등을 가리기 위해 착용하는 마스크를 ‘방한용·패션용·스포츠용 마스크’ 품목으로 분류하고 공급자적합성확인 대상으로 규제하여 관리하고 있다(KATS, 2021).

코로나19 확산 초기에는 보건용 마스크 수급의 어려움과 장기간 마스크 사용 시 두통 및 피부 트러블을 겪는 소비자가 증가하면서 감염 우려가 높지 않거나 보건용 마스크가 없다면 타인의 침방울이 직접 닿지 않도록 마스크를 사용하는 것도 도움이 된다고 하였다(MFDS, 2020a). 다행히도 현재는 마스크 생산량과 가격이 모두 안정세를 유지하며 원활히 공급되고 있다. 그러나 현재까지 코로나19 팬데믹이 장기화되면서 전 세계적으로 매일 버려지는 폴리프로필렌 소재의 일회용 마스크 양은 기하급수적으로 증가했고, 지난 1년 동안 국내 마스크 생산량도 67억장에 이른다(Lee, 2021). 국민권익위원회에 따르면, 개인이 2~3일에 1개의 마스크를 사용해 매일 2000만개 이상의 마스크가 사용 후 폐기된다고 한다. 이로 인해, 폐마스크 배출량이 크게 늘면서 환경오염에 미치는 영향을 어떻게 해결할 수 있는지에 대한 논의들도 진행되고 있다. 2020년 초반 대규모 확산 초기 미국에서는 자국 내 마스크 공급 부족으로 인해 일회용 부직포 마스크의 효과적 재사용에 관한 연구들이 다수 보고되었다(Celina et al., 2020; Gertsman et al., 2020; Juang & Tsai, 2020; O’Hearn et al., 2020; Ou et al., 2020; Rubio-Romero et al., 2020; Zorko et al., 2020). 2021년 현재는 마스크 공급 과잉으로 인한 폐기물 감소 관점에서의 재사용 방법으로 연구자들의 관심이 이동하고 있다(Jung & Lee, 2021).

지속되는 코로나19 확산으로 일상 속에서 마스크를 착용한 지 벌써 2년이 지났고, 앞으로도 상당 기간 착용이 불가피할 것으로 예상됨에 따라 플라스틱 일회용 마스크보다는 환경오염 최소화, 세련된 디자인, 호흡 편의성 등의 이유로 친환경 다회용 마스크에 대한 수요가 증가하고 있다. 보건용 마스크와 비교하여 다회용 마스크는 편안한 착용감과 더불어 세탁이 가능하여 재사용을 할 수 있으므로 경제적이다. 특히, 외부활동이 많아지는 계절에는 호흡이 편하고 자외선 차단 기능 등의 이유로 선호되기도 한다. 이를 반영이라도 하듯 온라인 상에서는 ‘숨쉬기 편한’, ‘99.9% 항균’, ‘비말차단’, ‘발

수’ 등의 효능을 앞세워 광고하는 다양한 다회용(공산품) 마스크가 판매되고 있다. 다회용 마스크는 유해물질 안전요건에 대한 기준은 있으나 마스크 성능시험 항목에 대한 별도 기준은 없기 때문에 여과 효율이 해당 제품 광고나 겉 포장지에 표시되어있더라도 신뢰하기는 어려운 실정이다(Jang & Kim, 2015).

현재까지 국내 연구로는 비인증 마스크에 대한 여과 효율이나 흡기저항을 비교 및 평가하는 시도(Kang et al., 2021)와 국내 시판 중인 유사마스크 제품에 대한 여과효율 성능을 평가하는 연구가 이루어진 바 있다(Jang & Kim, 2015). 이번 연구를 통해 친환경 대체 마스크로 수요가 증가하고 있는 재사용 가능한 공산품 마스크에 대하여 보건용 마스크의 성능시험 기준 중 분진포집효율, 안면부 흡기저항 및 액체저항성을 통해 비말차단 효과와 호흡 편의성 등을 간접적으로 비교하고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

시험에 사용한 마스크는 재사용이 가능한 다회용 마스크이면서 세부 유형으로는 필터 교체형 마스크, 항균 또는 비말차단 기능표방 마스크, 일반 패션 마스크를 선정하였다. 유형은 제품 포장 겉면과 온라인상 판매 페이지에 게재된 성능을 기준으로 분류하였다. 필터 교체형 마스크 12종, 항균 또는 비말차단 기능표방 마스크 10종, 일반 패션 마스크 4종, KF-AD 마스크 10종으로 총 36종을 본 연구 대상으로 선정하였다. 다회용 마스크와 같이 분진포집효율 등 성능시험 기준은 없으나 식품의약품안전처에서 장시간 착용해야 하는 환경이나 호흡이 불편한 경우에 권장하는 KF-AD 마스크를 선택하여 참고 기준으로 삼아 비교 및 평가하고자 하였다. 모양은 새부리형(cone)과 주름형(pleated) 2종류였으며 선정된 마스크의 재질, 혼방에 대한 정보는 제품 포장지로부터 확인하였다(Table 1, Figure 1). 필터 교체형 마스크는 필터와 묶음으로 판매되는 제품을 구매하였고 필터 대부분은 멜트브라운(MB) 부직포 재질이었으며 필터에 대한 정보가 없는 제품도 일부 있었다. 의약외품으로 관리되고 있는 KF-AD 마스크 10종을 제외한 나머지 마스크는 공산품으로 확인되었다. 분석에 사용된 마스크 제품 36종은 오프라인보다 온라인 구매

Table 1. Characteristics of subject masks

No.	Type	Legal classification	Features		
			Material	# of layers	Shape
1	Filter replacement (with filter) mask		Polyester	2	Cone
2			Neoprene + Aqua · X	2	Cone
3			Polyester + Polyurethane	2	Cone
4			Polyester + Polyurethane	2	Cone
5			Polyester	2	Cone
6			Polyester + Polyurethane	2	Cone
7	Filter replacement (without filter) mask		Polyester	1	Cone
8			Neoprene + Aqua · X	1	Cone
9			Polyester + Polyurethane	1	Cone
10			Polyester + Polyurethane	1	Cone
11			Polyester	1	Cone
12			Polyester + Polyurethane	1	Cone
13	Anti-bacterial or anti-droplet function mask	Industrial product	Polyester	1	Cone
14			Polyester + Span	1	Cone
15			Neoprene + Polyester	1	Cone
16			Polyester + Span	1	Cone
17			Polyester + Spandex	1	Cone
18			Polyester + Polyurethane	1	Cone
19			—*	1	Cone
20			Polyester + Polyurethane	1	Cone
21			—*	1	Cone
22			Poly, Span, Cu	1	Cone
23	Fashion mask		Polyurethane	1	Cone
24			Nylon + Polyurethane	1	Cone
25			—*	1	Cone
26			Polyester + Polyurethane	1	Cone
27	KF-AD mask	Quasi drug	Polypropylene	3	Cone
28			Polypropylene	3	Cone
29			Polypropylene	3	Pleated
30			Polypropylene	3	Pleated
31			Polypropylene	3	Cone
32			Polypropylene	3	Cone
33			Polypropylene	3	Pleated
34			Polypropylene	3	Pleated
35			Polypropylene	3	Pleated
36			Polypropylene	3	Pleated

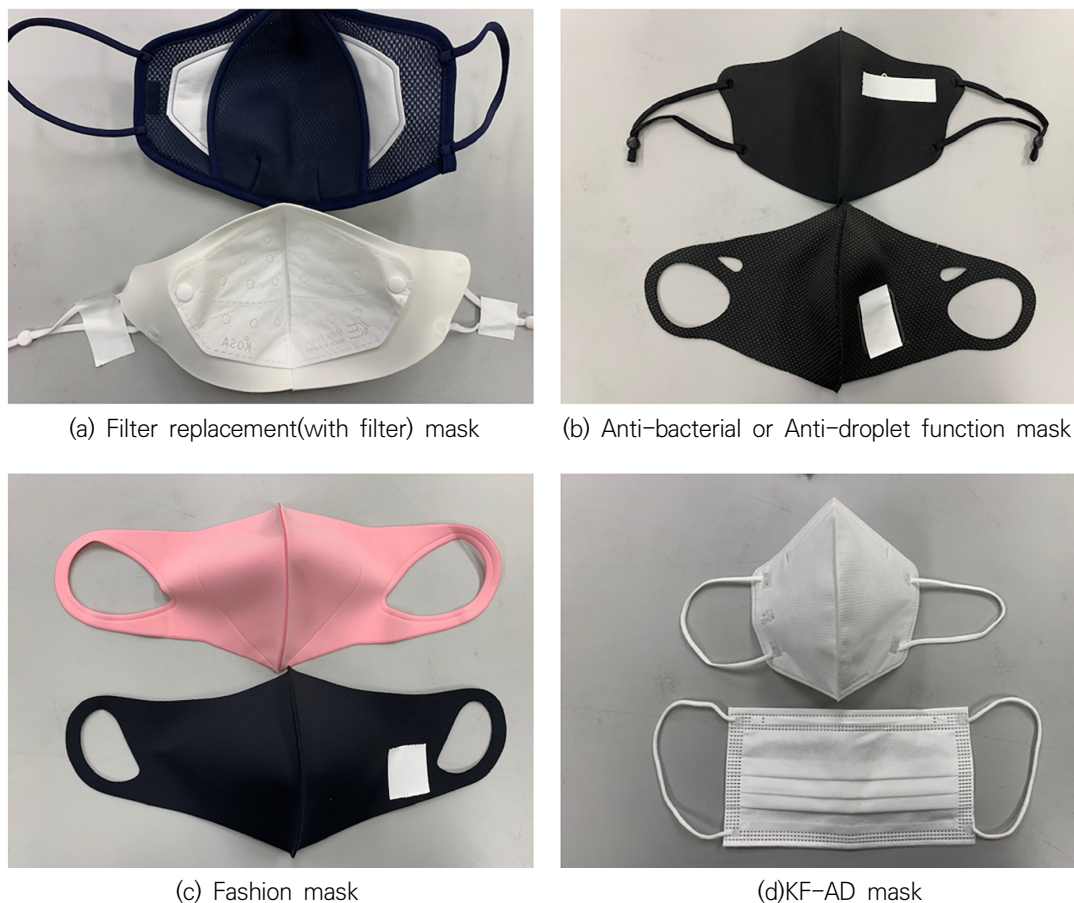
\* : The material are unstated on the packing label.

방식이 상대적으로 허위·과대광고에 취약할 수 있다는 (KIPO, 2021) 점을 고려하여 온라인 쇼핑몰에서 유통·판매 중인 제품을 확보하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 분진포집효율 평가

분진포집효율 시험은 TIL/IL & Filter Test(Type



**Figure 1.** Example of the type of the subject masks

1300S, SFP Services, UK) 시스템을 이용하여 측정하였다. 시험방법은 식품의약품안전처에서 제공한 「보건용 마스크의 기준 규격에 대한 가이드라인」(2021.3)을 참고하였다. 본 품 3개를 시험용 검체로 사용하였으며 1% 염화나트륨 용액을 만들어 자동필터 검사장비로 염화나트륨 에어로졸(NaCl aerosol)을 발생시켰다. 유량은 분당 95 L이고, 농도는  $8 \pm 4 \text{ mg/m}^3$ 으로 설정하였으며 검체의 안면부를 자동필터 검사장비에 넣고 염화나트륨 에어로졸을 분당 95 L의 유량으로 안면부에 통과시킨 다음 안면부 통과 전후의 농도를 측정하였다.

$$P (\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100$$

P: 분진포집효율

C<sub>1</sub>: 안면부(마스크) 통과 전의 염화나트륨 농도

C<sub>2</sub>: 안면부(마스크) 통과 후의 염화나트륨 농도

## 2) 안면부 흡기저항 평가

안면부 흡기저항은 Breathing Resistance Analyzer (DA2001, Lambda Ray, Korea) 장비를 이용하여 측정하였다. 시험방법은 본 품 3개를 가지고 검체의 안면



**Figure 2.** Photograph to measure inhalation resistance



부를 Figure 2와 같은 시험용 인두에 마스크가 변형되지 않으면서 공기가 새지 않도록 밀착되게 착용시킨 다음 공기를 분당 30 L의 연속유량으로 통과시켰을 때의 차압(Pa)을 측정하였다.

### 3) 액체저항성 평가

액체저항성은 KF-AD(Korea filter - anti droplet) 마스크의 주요 성능시험으로서 마스크에 물이 침투하는 시간을 측정하여 확인하였다. 검체 3개를 준비하여 250 mL 비커에 물 10 mL을 담은 후 그 위에 검체 1개를 안감이 비커로 향하게 하여 고무줄을 이용하여 고정시킨 후 비커를 서서히 뒤집어서 바닥으로부터 일정 높이의 공간을 두고 고정하였다(Figure 3). 이후 비커



Figure 3. Photograph to measure liquid resistance

아래에 종이를 놓고 30분간 방치하였다. 이때 비커의 물이 필터를 통과하여 하단 종이에 떨어지는 검체가 하나도 없어야 액체저항성이 있다고 판단하였다.

### 4) 통계분석 및 표시·광고 현황

각각의 마스크 성능은 분진포집효율과 안면부 흡기저항을 3회씩 측정하여 산술평균값으로 나타내었다. 마스크 유형에 따른 분진포집효율과 안면부 흡기저항의 결과값 비교를 위해 일원분산분석 및 사후검정으로 Turkey 검정을 진행하였다. 결과치의 모든 분석과 그래프 작성은 SPSS Statistics 24(IBM, New York, USA) 프로그램과 Excel 2019(Microsoft, Washington, USA)을 이용하였다. 본 연구의 통계학적인 유의성 검증은  $p < 0.05$ 로 판단하였으며 표시·광고 현황은 마스크 포장 겉면과 온라인상 판매 페이지 내 '미세먼지 차단', '비말 차단', '바이러스 차단' 등 의약품 마스크로 오인할 수 있는 문구를 조사하였다.

## III. 결 과

### 1. 분진포집효율 비교

총 36종의 마스크에 대한 분진포집효율은 Table 2와 같다. 필터 교체형 마스크의 경우 필터 부착 또는 삽입 시 개별 마스크에 대한 최저치는  $67.2 \pm 3.3\%$ 이었고 최고는  $99.9\%$ 이었다. No 2, 5를 제외한 나머지는 KF94 마스크 기준을 상회하는  $98.6\%$  이상의 분진포집효율을

Table 2. Filtration efficiency, Inhalation resistance and Liquid resistance in the masks

No.	Type	Filtration efficiency (%)		Inhalation resistance (Pa)		Liquid resistance
		Mean $\pm$ SD <sup>†</sup>	All	Mean $\pm$ SD <sup>†</sup>	All	
1	Filter replacement (with filter) mask	99.0 $\pm$ 0.1	90.0 $\pm$ 13.0	26.7 $\pm$ 5.5	21.8 $\pm$ 15.0	O
2		78.4 $\pm$ 1.8		122.0 $\pm$ 4.0		O
3		96.8 $\pm$ 0.4		11.4 $\pm$ 2.6		O
4		99.9		48.7 $\pm$ 6.5		O
5		67.2 $\pm$ 3.3		9.3 $\pm$ 1.8		O
6		98.6 $\pm$ 0.1		24.7 $\pm$ 2.9		O
7	Filter replacement (without filter) mask	7.6 $\pm$ 1.7	18.2 $\pm$ 14.2	10.3 $\pm$ 1.6	13.7 $\pm$ 16.9	X
8		45.1 $\pm$ 2.8		101.7 $\pm$ 13.3		X
9		10.5 $\pm$ 0.4		4.1 $\pm$ 0.6		X
10		25.3 $\pm$ 5.2		45.3 $\pm$ 7.1		X
11		5.6 $\pm$ 0.6		1.2 $\pm$ 0.6		X
12		15.2 $\pm$ 0.6		7.6 $\pm$ 0.2		X

Table 2. Continued

No.	Type	Filtration efficiency (%)		Inhalation resistance (Pa)		Liquid resistance
		Mean±SD <sup>†</sup>	All	Mean±SD <sup>†</sup>	All	
13	Anti-bacterial or anti-droplet function mask	90.7±2.3	26.9±27.8	32.7±7.1	13.6±8.5	X
14		8.3±0.5		4.9±0.2		X
15		10.5±0.6		9.4±0.9		X
16		8.2±0.9		6.0±1.1		X
17		25.6±2.1		23.0±3.0		X
18		15.1±0.8		11.8±1.4		X
19		9.7±0.3		8.7±0.4		X
20		12.6±0.3		15.0±2.3		X
21		19.4±4.3		9.8±1.2		X
22		68.5±0.3		14.5±0.3		X
23	Fashion mask	17.3±0.4	24.5±10.8	28.0±1.0	27.2±15.9	X
24		15.2±1.2		9.3±1.4		X
25		24.1±1.2		20.8±2.8		X
26		41.3±0.8		50.7±3.1		X
27	KF-AD mask	84.6±2.9	74.8±18.4	14.4±1.1	16.1±5.2	O
28		61.0±5.2		10.4±1.5		O
29		30.9±3.6		11.8±2.4		O
30		96.2±0.2		22.3±0.6		O
31		66.5±2.9		12.3±0.6		O
32		82.6±0.6		27.0±2.6		O
33		90.4±4.0		17.1±1.7		O
34		79.9±3.4		14.5±1.7		O
35		70.9±3.7		17.4±1.4		O
36		84.7±0.9		13.3±0.7		O

<sup>†</sup>Mean±SD : Arithmetic mean±Standard Deviation

나타내었다. 그러나 필터 미부착 시 분진포집효율 평균은 18.2±14.2% 수준으로 현저하게 감소하는 경향을 보였다. 항균 또는 비말차단 기능표방 마스크의 경우, 분진포집효율 범위가 7.2~93.3%(평균 26.9±27.8%) 수준으로 KF-AD 마스크(평균 74.8±18.4%) 대비 약 1/3 수준의 성능을 보였다. 일반 패션 마스크도 13.9~42.2%(평균 24.5±10.8%) 수준으로 KF-AD 마스크보다 성능이 낮았다. 필터 교체형 마스크의 필터 유무에 따른 분진포집효율은 독립표본 t-검정결과 p-value<0.05 수준으로 유의한 차이가 있었다. 필터 부착·삽입 여부에 따라 큰 차이를 보였으며, 필터 사용 시 평균적으로 5배 정도 입자 차단 성능이 향상되었다. 필터 교체형 마스크(필터 부착)와 KF-AD 마스크간의 차이가 없었으며 항

균 또는 비말차단 기능표방 마스크와 패션 마스크간의 분진포집효율 비교에 대한 유의성검정 결과, 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 3).

마스크 종류에 따른 분진포집효율과 안면부 흡기저항의 상관관계를 Figure 4로 나타내었다. 분진포집효율이 높을수록 안면부 흡기저항이 어느 정도 증가하는 경향을 보였다( $r=0.507$ ,  $y=1.3x + 18.21$ ).

## 2. 안면부 흡기저항 비교

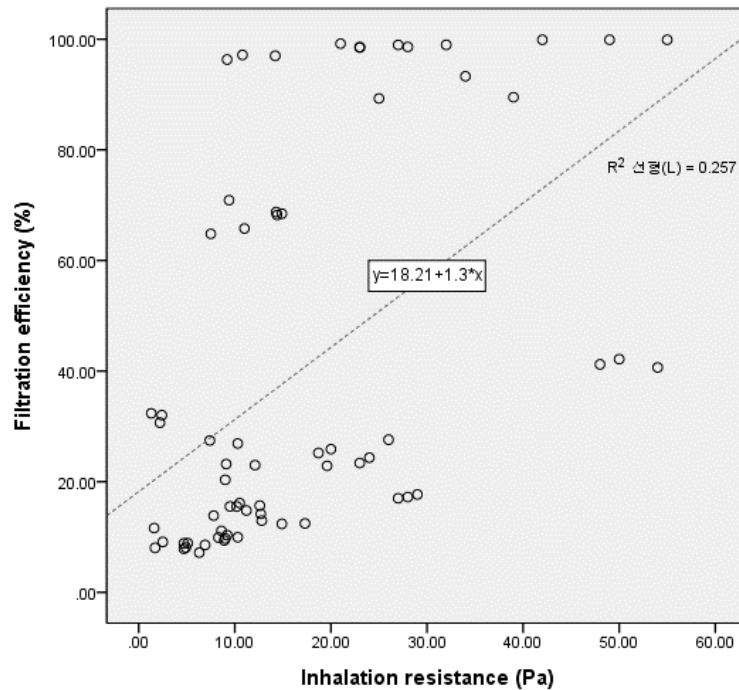
안면부 흡기저항은 대부분 마스크 제품(약 94.4%)에서 보건용 마스크 기준을 만족하는 것으로 측정되었다. 마스크 36종에 대한 안면부 흡기저항은 Table 1에 제시하였다. No 2, 8 검체를 제외하고 필터 교체형 마스

**Table 3.** The correlation between filtration efficiency and inhalation resistance by mask type

Compared of mask type	Filtration efficiency		Inhalation resistance	
	dF*	p**-value	dF*	p**-value
Filter replacement with filter vs. without filter	71.8	0.000	12.1	0.355
Filter replacement (with filter) vs. KF-AD mask	15.2	0.078	24.4	0.006
Anti-bacterial or Anti-droplet function vs. Fashion	2.37	0.997	13.6	0.438
Anti-bacterial or Anti-droplet function vs. KF-AD mask	47.9	0.000	2.48	0.994
Fashion vs. KF-AD mask	50.3	0.000	11.1	0.635

\*dF : the difference in mean of the filtration efficiency or inhalation resistance

\*\*p : p-value for the multiple comparison

**Figure 4.** Correlation between filtration efficiency and inhalation resistance

크의 경우 필터 부착 시 최고치  $48.7 \pm 6.5$  Pa, 최저  $9.3 \pm 1.8$  Pa 수준으로 KF80(60 Pa 이하) 및 KF94(70 Pa 이하) 기준 이하로 나타났다. 필터 미부착 시에는 0.7~53.0 Pa 수준으로 필터를 끼워 착용할 때 보다 상대적으로 낮은 것으로 확인되었다. 검체 No 2, 8의 경우에는 예외적으로 KF99(100 Pa 이하) 기준을 초과한 수준으로 평상시 호흡에 어려움을 줄 수 있는 수치였다. 그 외 항균 또는 비말차단 기능표방 마스크에 대한 최고치는 No 13의  $32.7 \pm 7.1$  Pa이었고 최저치는 No 14의  $4.9 \pm 0.2$  Pa이었다. 일반 패션 마스크 4종의 평균치는  $27.2 \pm 15.9$  Pa 수준으로 검체 간 편차가 존재하였다.

### 3. 액체저항성 확인

액체저항성은 필터 교체형 마스크에서 필터를 사용한 경우에만 KF-AD 마스크 기준인 30분 내에 물샘 현상이 없었다(MFDS, 2020c). 항균 또는 비말차단 기능표방 마스크 대부분은 액체저항성 시험을 만족하지 못했으며 제품에 발수코팅이 표기된 마스크 1건에서는 물이 마스크를 통과하여 바닥에 떨어지지지는 않았으나 마스크 겉감이 물을 흡수하여 축축한 상태로 유지되었다. 일반 패션마스크도 물이 수 분 이내로 마스크를 통과하여 바닥에 떨어지므로 액체저항성은 없는 것으로 확인되었다. 액체저항성은 비말차단용(KF-AD) 마스크의 주 성능시험임을 감안할 때, 본 연구대상으로 수거된 비말차단

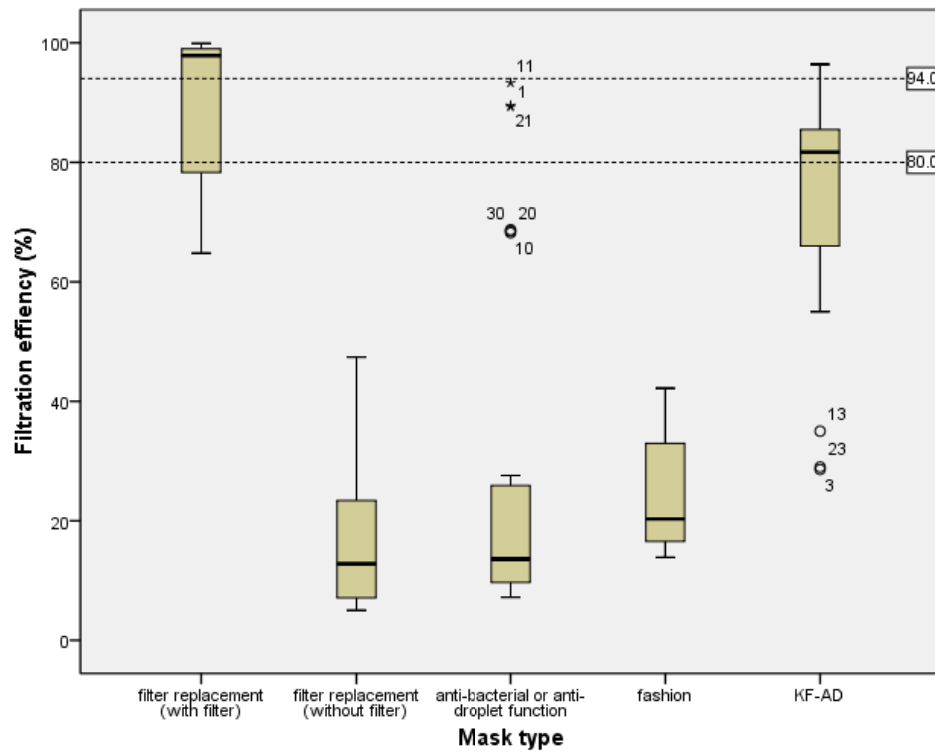


Figure 5. Comparisons of filtration efficiency by mask types

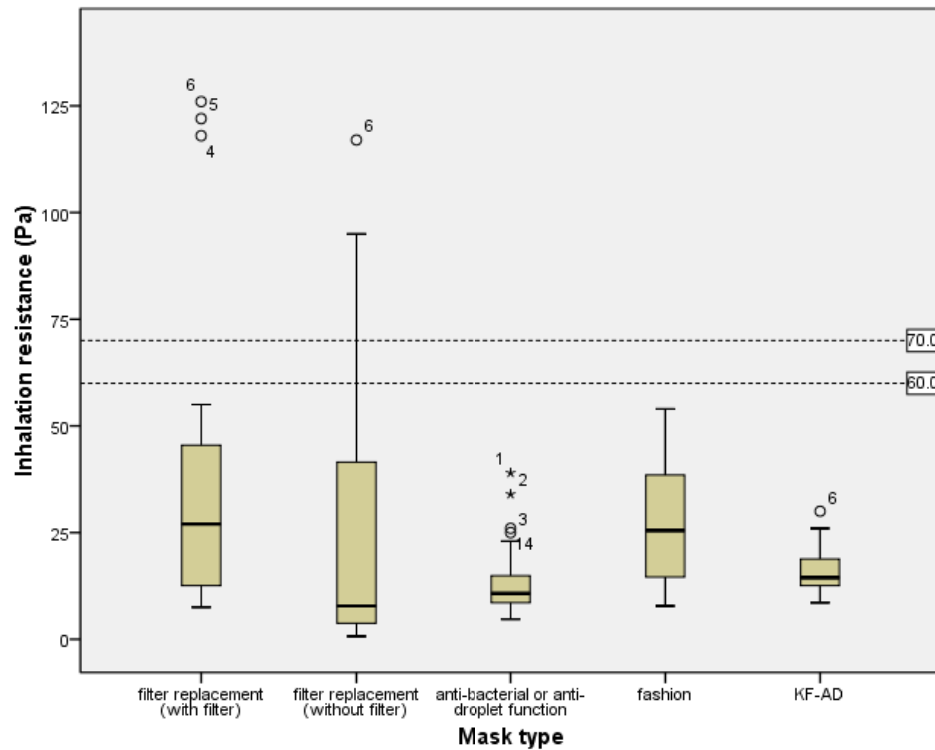


Figure 6. Comparisons of inhalation resistance by mask types



기능표방 마스크는 실제로 비말차단 효과를 보기는 어려운 것으로 나타났다.

#### IV. 고 찰

안면부 흡기저항은 No 2, 8을 제외하고 13.6~27.2 Pa 수준으로 대부분 비슷한 결과를 보였다. 그러나, 36개 중 2개는 마스크 착용으로 인해 호흡이 곤란한 수준으로 보건용 마스크(KF99) 기준을 넘어서는 수치였다. 필터 교체형 마스크의 경우 필터 삽입·부착에 의해 흡기저항은 다소 증가할 수 있으나 그 증가량이 착용자의 호흡에 부담을 줄 정도는 아님을 보여주었다. 안면부 흡기저항은 식품의약품안전처의 보건용 마스크 인증 기준항목 중 하나로 공기를 흡입할 때 마스크 내부가 받는 저항으로, 마스크 필터의 여과효율이 높을수록 흡기저항이 증가하기 때문에 마스크 필터의 분진포집효율이 높을수록 흡기저항이 어느 정도 증가하는 경향이 있으나, 마스크 필터 소재 자체의 특성뿐만 아니라 마스크의 디자인과 안면부 밀착, 착용법 등에도 큰 영향을 받는다고 알려져 있다(Jung & Lee, 2021).

분진포집효율은 측정된 평균값 기준으로 필터 교체형 마스크(필터 부착) 90.0%, KF-AD 마스크 74.8%, 항균 또는 비말차단 기능표방 마스크 26.9%, 일반 패션마스크 24.4%, 필터 교체형 마스크(필터 미부착) 18.2% 순으로 나타났다. 또한 마스크 유형에 따른 통계적 차이를 확인한 결과, 필터 교체형 마스크(필터 부착)와 KF-AD 마스크 간의 차이는 없었다. 다만 나머지 3가지 유형(항균 또는 비말차단 기능표방 마스크, 일반 패션마스크 및 필터 미부착 교체형 마스크)과의 비교에서는 유의한 차이가 확인되었다(Table 3). 다소 제한된 결과이지만 필터 교체형 마스크에 필터를 부착하여 착용하면 KF-AD 마스크를 포함하여 KF80 마스크 이상의 분진포집효율을 어느 정도 기대할 수 있으므로 대체 마스크로서의 가능성을 확인하였다.

앞에서 기술하였듯이 보건용 마스크(KF80) 또는 KF-AD 마스크와 유사한 분진포집효율을 나타내는 것은 필터를 부착한 필터 교체형 마스크가 유일하였다. 그러나 반드시 필터와 사용하도록 안내하는 제품은 17%(1/6건)에 불과하였고 제품상에 '필터 교체형'이라고 단순 표기만 하는 경우도 33%(2/6건)이었다. 표시·광고 현황을 조사한 결과, 온라인상에서 홍보하던 제품의 성능이나 특징은 실물 포장에는 대부분 표기하지

않거나 축소 기재하였다. 일부 제품은 '미세먼지와 바이러스 차단 효과 우수'라는 제품상 표시내용과 달리 실제 성능은 분진포집효율 10% 이하의 미흡한 수준이었다. 또한 30% 제품에서 '비말차단(침방울 차단)', '미세먼지 및 황사 차단', '바이러스에 강한' 등으로 사용한 문구는 의약외품 보건용 마스크로 오인될 수 있다는 판단이 들었다.

한편, 항균이나 비말차단 기능을 표방하는 마스크는 주로 항균 성능을 가진 기능성 원단을 사용하지만 액체저항성 시험을 포함한 의약외품 품질기준에 부합하는 별도의 마스크 필터가 없어 감염예방 목적의 입자차단 효과는 여전히 불분명해 보인다. 이는 구리 섬유를 포함한 경우 특별히 입자 차단 성능과는 상관이 없었다고 보고한 연구와도 일치했다(Kang et al., 2021). 또한 항균 효과가 있다고 알려진 구리를 포함한 원사를 사용한 경우, 마스크의 장시간 사용 또는 손의 접촉 등으로 인한 마스크 표면에서의 바이러스 사멸시간을 줄이는데는 효과가 있을 수 있다고 보고된 사례가 있었지만(Gabbay et al., 2006), 공기 중 비말이나 에어로졸 입자에 대한 물리적인 차단 효과는 기대하기 어렵다.

그러나, 이번 연구는 시판되고 있는 일부 다회용 마스크에 대한 연구이었기 때문에 여러 제한점이 있다. 1) 다회용 마스크 전체에 대한 분진포집효율, 안면부 흡기저항 및 액체저항성을 설명하기에는 한계가 있으며, 2) 성능에 대한 시험기준이 존재하지 않는 다회용 마스크와 인증 기준이 있는 보건용 마스크와의 비교가 부적절할 수가 있다는 점이다.

폴리프로필렌(부직포) 소재의 일회용 마스크에 비해 세탁과정을 거쳐 재사용이 가능하다는 면에서 경제적, 친환경적이라는 이유로 다회용 마스크의 사용이 늘고 있다. 또한 최근 국민권익위원회에서는 방역문제 해소와 환경오염 최소화 정책의 일환으로 '친환경 다회용 마스크 사용 권장'을 관계기관에 제안하기도 하였다(ACCRC, 2021). 그러므로 다회용 마스크에 대한 보건용 마스크와의 성능 비교평가는 필요하다고 보인다.

#### V. 결 론

코로나-19 이후 바이러스를 차단하는 마스크는 생활 필수품이 되었다. 그러나 마스크를 구성하는 소재 대부분이 분해와 재활용이 어려워 환경오염 문제도 일고 있다. 그 대안으로 떠오른 다회용 마스크에 대한 분

진포집효율 성능 결과는 보건용 마스크의 기준규격 보다 대부분 낮았지만 본 연구를 통해 친환경 다회용 마스크는 교체용 필터를 삽입하여 착용하면 일상생활에서 미세입자, 비말 등으로부터의 입자 차단 성능이 KF-AD 마스크와 KF80 보건용 마스크 수준으로 상승함을 확인하였다. 본 결과는 최근 국내 환경 오염 이슈로 크게 대두되고 있는 일회용 마스크 폐기물 감소 정책에 기초자료가 될 수 있다. 또한 경제적, 친환경적인 이유로 다회용 마스크를 착용하기 위해서는 교체용 필터 성능을 보건용 마스크 수준으로 향상시킬 필요가 있는 것으로 사료된다.

## References

- ACCRC(Anti-Corruption & Civil Right Commission). Policy proposal to relevant organization in relation to the recommendation of eco-friendly multi-use masks. News Release [Accessed 2021 April 1]. Available from: [https://www.acrc.go.kr/board.es?mid=a10402010000&bid=4A&act=view&list\\_no=9643](https://www.acrc.go.kr/board.es?mid=a10402010000&bid=4A&act=view&list_no=9643)
- Celina MC, Martinez E, Omana MA, Sanchez A, Wiemann D et al. Extended use of face masks during the COVID-19 pandemic – Thermal conditioning and spray-on surface disinfection. *Polymer Degradation and Stability* 2020;179:109251. doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2020.109251
- Gabbay J, Borkow G, Mishal J, Magen E, Zatocoff R et al. Copper oxide impregnated textiles with potent biocidal activities. *J Ind Text* 2006;35(4):323–335. doi: 10.1177/1528083706060785
- Gertsman S, Agarwal A, O'Hearn K, Webster R, Tsampalieros A et al. Microwave- and heat-based decontamination of N95 filtering facepiece respirators: a systematic review. *Journal of Hospital Infection* 2020;106(3):536–553. doi: 10.1016/j.jhin.2020.08.016
- Jang JY, Kim SW. Evaluation of filtration performance efficiency of commercial cloth masks. *J Environ Health Sci* 2015;41(3):203–215. doi: 10.5668/JEHS.2015.41.3.203
- Juang PSC, Tsai P. N95 respirator cleaning and reuse methods proposed by the inventor of the N95 mask material. *The Journal of Emergency Medicine* 2020; 58(5):817–820. doi: 10.1016/j.jemermed.2020.04.036
- Jung JY, Lee JY. Effects of heating and UV sterilization of repeatedly reused face masks on inhalation resistance and fiber structure. *Fashion & Text. Res. J* 2021;23(3):406–414. doi: 10.5805/SFTI.2021.23.3.406
- Kang SH, Kim SM, Yoon CS, Lee KY. Evaluation of the filtration efficiency and facial inhalation resistance of various commercial masks. *J Environ Health Sci* 2021;47(3):292–301. doi: 10.5668/JEHS.2021.47.3.292
- KATS(Korean Agency for Technology and Standards). Partial revision of safety standards for household goods subject to supplier conformity verification. KATS Notice No. 2021–0492, KATS. 2021
- KIPO(Korean Intellectual Property Office). Results of joint due diligence between the Korean Intellectual Property Office and the Ministry of Food and Drug Safety on online mask advertisement. News Release [Accessed 2021 September 4] Available from: <https://www.kipo.go.kr/ko/kpoBultnMgmt.do?menuCd=SCD0200618&parntMenuCd2=SCD0200052>
- Lee JY. COVID-19 disposable masks should also be considered for the environment. *Medical News* [Accessed 2021 June 1]. Available from: <http://www.bosa.co.kr/news/articleView.html?idxno=2147336>
- MFDS(The Ministry of Food and Drug Safety). Revision of mask use recommendations. *Medical News* [Accessed 2020a March 3]. Available from: <https://impfood.mfds.go.kr/CFBBB02F02/getCntntsDetail?cntntsSn=283980>
- MFDS(The Ministry of Food and Drug Safety). Designation of the scope of quasi-drugs. MFDS Notice No. 2020–48, MFDS. 2020b
- MFDS(The Ministry of Food and Drug Safety). Regulations on the quasi-drugs criteria and methods. MFDS Notice No. 2020–85, MFDS. 2020c
- O'Hearn K, Gertsman S, Sampson M, Webster R, Tsampalieros A et al. Decontaminating N95 and SN95 masks with ultraviolet germicidal irradiation does not impair mask efficacy and safety. *Journal of Hospital Infection* 2020;106(1):163–175. doi: 10.1016/j.jhin.2020.07.014
- Ou Q, Pei C, Kim SC, Abell E, Pui DYH. Evaluation of decontamination methods for commercial and alternative respirator and mask materials – view from filtration aspect. *Journal of Aerosol Science* 2020;150:105609. doi: 10.1016/j.jaerosci.2020.105609
- Rubio-Romero JC, Pardo-Ferreira MC, Torrecilla-Garcia JA, Calero-Castro S. Disposable masks – disinfection

and sterilization for reuse, and non-certified manufacturing, in the face of shortages during the COVID-19 pandemic. *Safety Science* 2020;129: 104830. doi: 10.1016/j.ssci.2020.104830

Zorko DJ, Gertsman S, O'Hearn K, Timmerman N, Ambu-Ali N et al. Decontamination interventions for the reuse of surgical mask personal protective equipment - a systematic review. *Journal of*

*Hospital Infection* 2020;106:283-294. doi: 10.1016/j.jhin.2020.07.007

#### <저자정보>

류희진(보건연구사), 박원희(보건연구사), 이춘영(보건연구사), 정선옥(보건연구사), 최희진(보건연구사), 이정미(보건연구관), 황인숙(보건연구관), 신용승(보건연구관)