

# 개방형 웨어러블 공기청정기 디자인 연구

## Study on the Open-type Wearable Air Cleaner Design

최규한\*, 백준상\*\*

배재대학교 산업디자인전공\*, 연세대학교 생활디자인학과\*\*

Kyu-Han Choi(ludwigchoi@hanmail.net)\*, Joon-Sang Baek(joonsbaek@gmail.com)\*\*

### 요약

2020년 현재, 중국발 미세먼지와 국내 미세먼지의 영향으로 대한민국의 부연 하늘은 봄철만이 아닌 가을/겨울철에도 흔히 볼 수 있는 일상이 되었다. 2013년, 세계보건기구 산하의 국제암연구소에서는 미세먼지를 사람에게 발암이 확인된 1군 발암물질로 지정하였다. 본 연구의 목적은 미세먼지 관련 디자인 연구 5편을 이론적으로 고찰하고, 시중에 판매되고 있는 웨어러블 공기청정기 3종의 사례분석을 통해 문제점을 도출하여, 개선된 개방형 웨어러블 공기청정기를 제안하는데 있다. 검증방법으로는 워킹 프로토타입을 제작하여 미세먼지의 감소량 측정하였다. 본 연구는 사례분석을 통해 웨어러블 공기 청정기의 세가지 디자인 인사이트를 도출하였다. 첫째, 얼굴에 닿는 면적을 최소화하여 개방감을 최대화한다. 둘째, 공기가 나오는 노즐을 호흡기관과 가까이하여 공기청정 능력을 극대화한다. 셋째, 모터의 위치는 소음을 고려하여 귀로부터 최대한 멀리 위치하도록 한다. 이를 바탕으로 사용자의 착용감을 높이고 공기 청정능력을 극대화한 개방형 웨어러블 공기 청정기 디자인을 제안하였다. 본 연구가 향후, 웨어러블 공기청정기의 보급률을 높이고 사용자의 호흡기 건강을 지킬 수 있는 계기가 되기를 바란다.

■ 중심어 : | 미세먼지 | 웨어러블 | 공기청정기 |

### Abstract

As of 2020, due to the influence of fine dust from China and domestic dust, the cloudy sky of Korea has become a daily routine not only in spring but also in autumn/winter. In 2013, the International Cancer Institute under the World Health Organization designated fine dust as a group 1 carcinogen that has been confirmed to be carcinogenic to humans. The purpose of this study is to theoretically review 5 fine dust-related design studies, by analyzing the case of three types of wearable air purifiers on the market, it is to propose an improved open wearable air purifier. As a verification method, a working prototype was produced to measure the amount of fine dust reduction. Therefore, this study derived three design insights of wearable air cleaner through case analysis. First, it maximizes openness by minimizing the area touching the face. Second, the nozzle where the air comes out should be close to the respiratory organ. Third, position of the motor is to be as far away as possible from the ear considering the noise. Based on this, I suggested an open-type wearable air purifier design that maximizes the user openness and improves the wearing comfort. I hope that it will be an opportunity to increase the coverage of wearable air cleaner and protect the respiratory health of users.

■ keyword : | Fine Dust | Wearable | Air Cleaner |

\* 본 연구는 배재대학교 연구 과제로 수행되었습니다.

접수일자 : 2020년 10월 22일

수정일자 : 2020년 11월 17일

심사완료일 : 2020년 11월 17일

교신저자 : 백준상, e-mail : joonsbaek@gmail.com

## I. 서론

### 1. 연구의 배경

2020년 현재, 중국발 미세먼지와 국내 미세먼지의 영향으로 대한민국의 뿌연 하늘은 봄철만이 아닌 가을/겨울철에도 흔히 볼 수 있는 일상이 되었다. 2013년, 세계보건기구 산하의 국제암연구소(IARC, International Agency for Research on Cancer)에서 미세먼지를 사람에게 발암이 확인된 1군 발암물질(Group 1)로 지정하였다[1]. 미세먼지는 건강에 치명적인 위협을 줄 뿐만 아니라 국민 생활과 경제활동 전반에 부정적인 영향을 미치고 있다[2]. 미세먼지에 장시간 노출될 경우 호흡기 및 심혈관 질환이 발생할 수 있고, 심하면 사망에 다다를 수 있다[3].

먼지 대부분은 코털이나 기관지 점막에서 걸러져 배출된다. 반면 미세먼지(PM10)는 입자의 지름이 사람 머리카락 굵기의 1/5~1/7 정도인 10 $\mu$ m이하로 매우 작아 코, 구강, 기관지에서 걸러지지 않고 우리 몸속까지 스며든다. 만약 미세먼지의 농도와 성분이 동일하다면 입자크기가 더 작을수록 건강에 해롭다. 같은 농도인 경우 PM2.5는 PM10보다 더 넓은 표면적을 갖기 때문에 다른 유해물질들이 더 많이 흡착될 수 있다[4].

2020년 현재, 삼성, LG, 다이슨 등 여러 기업에서 고성능의 공기청정기를 출시하고 있다. 마스크는 실제로 매우 효과적으로 미세먼지를 막아준다. 그러나 최근 조사에 따르면, 우리나라 국민 10명 중 8명 이상은 미세먼지 때문에 생활불편을 느끼지만, 6명 이상은 미세먼지 '나쁨' 수준에도 마스크를 안쓰는 것으로 나타났다. 미세먼지로 인한 불편 정도에 대한 질문에 '불편하다'는 응답자가 매우 불편 57%, 약간 불편 25% 등 82%로 집계됐다. 그러나 미세먼지 '나쁨' 예보가 있을 때 마스크를 착용한다는 응답자는 전체의 37%에 그쳐, 국민 63%가 마스크를 안쓰는 것으로 나타났다. 마스크 착용은 남성(27%)보다 여성(46%)이 더 많았다. 대기 환경이 나쁠 때 마스크를 착용하지 않는 편이라고 답한 응답자에게 그 이유를 묻자 '불편하다'(19%)는 대답이 가장 많았다. 또 '귀찮다·번거롭다'(13%), '답답하다'(13%) 등으로 마스크 미착용자의 절반 이상(54%)이 불편함과 번거로움을 그 이유로 꼽았다[5]. '미세먼지 나쁨'에도

국민 63%는 불편해서 마스크 안 써' 이처럼 유일한 대책인 마스크의 사용이 저조함에 따라 일반 국민들의 호흡기 건강이 위험한 상태에 놓여있다.

### 2. 연구의 목적

본 연구는 사례분석을 통하여 현재 시중에 판매되고 있는 웨어러블 공기청정기의 청정능력이 거의 없는 점을 실험을 통하여 검증하고, 워킹 프로토타입을 제작하여 미세먼지 감소량을 측정하였다. 이를 바탕으로 공기청정 능력을 극대화한 개방형 웨어러블 공기청정기를 제안하는데 연구의 목적이 있다.

### 3. 연구의 방법

연구 방법으로는 문헌연구와 사례분석을 실시하였다. 문헌연구로는 미세먼지 관련 디자인 연구 5편을 이론적으로 고찰하였다. 사례분석으로는 현재 시중에 판매되고 있는 웨어러블 공기청정기의 실제적인 문제점을 도출하고자, 웨어러블 공기청정기 3종을 구매하여 구체적인 사양을 분석하고 기기 작동 시간에 따른 미세먼지의 감소량을 측정하였다. 이를 바탕으로 디자인 구성 요소를 결정하고 디자인 방향을 설정하였다. 개방형 웨어러블 공기청정기 디자인을 제안하고 프로토타입을 제작하여 효과를 검증하였다.

### 4. 선행 연구 고찰

선행 연구 5편을 고찰하였는데, 미세먼지 관련 연구는 다수 찾아볼 수 있는 반면, 미세먼지 관련 디자인 연구는 많지 않았다. 또한, 웨어러블 공기청정기 시장은 이제 막 시작되어 웨어러블 공기청정기에 대한 연구를 찾기 힘들었으나, 미세먼지 차단 마스크, 목걸이형 선풍기, 미세먼지 측정기 등 유사 제품군에서 연구의 근거를 마련하고자 하였다. 선행연구 전반에서 보여지는 연구 방법으로는 기존제품에 대한 사례연구 및 실험결과를 바탕으로 개선된 디자인을 제시하였으며, 실내환경 개선을 위한 스마트 미세먼지 측정기 인터랙션 디자인 연구에서는 에스노그래피, 사용자 심층 인터뷰, PSS디자인 방법론 등을 통해 프로토타입을 제안하였다. 선행 연구의 연구방법을 참조하여 웨어러블 공기청정기 디자인 사례분석 및 실험값을 통한 프로토타입을 설계하고

자 하였다.

표 1. 미세먼지 관련 디자인 분야의 선행 연구

연구자	제목	개요
권준호	자전거 이용자를 위한 일회용 미세먼지 마스크 디자인 연구	자전거 이용자가 안경 및 선글라스를 쓴 상태에서 마스크를 착용하는 불편함을 보완하기 위해 일회용 미세먼지 마스크를 개발함[6].
김민우	미세먼지 흡입 방지 기능을 갖춘 목걸이형 선풍기 디자인 제안	폭염과 미세먼지를 고려한 휴대용 선풍기에 먼지 필터를 결합한 새로운 선풍기를 개발함[7].
이정순 고애란 류림정 황예린 이지현	소비자 요구 분석 기반의 미세먼지 차단 마스크 디자인 개발 -어린이 및 청년층을 중심으로-	디자인 프로토타입을 효과적으로 개발하기 위해 미세먼지 마스크를 사용한 32명의 개인에 대한 포커스 그룹 인터뷰를 통해 데이터를 수집하여 미세먼지 마스크를 이용하는 소비자에 대한 요구 분석함[8].
한상윤	전기방사 나노섬유 필터를 활용한 미세먼지 마스크의 구조 분석 및 디자인 제안	일반적인 부직포와 전기방사 나노 섬유가 코팅된 부직포에 대한 미세 구조를 분석하고 미세먼지 차단 특성을 향상시킬 수 있는 마스크 디자인을 제안함[9].
조혜련	실내환경 개선을 위한 스마트 미세먼지 측정기 인터랙션 디자인연구	실내에서 자유롭게 이동하고 부착하며 실내 환경 미세먼지를 해결해주는 미세먼지 디바이스 제품을 제작함[10].

## II. 사례연구

### 1. 분석기준

2020년 현재, 시중에 판매되고 있는 웨어러블 공기청정기 A, B, C사 3개의 모델을 본체(크기), 필터(사용기간), 배터리(충전시간/작동시간), 모터, 노즐, 지지방식, LED 램프, 중량, 풍속, 음이온등의 요소로 분류하였으며, 기기 작동 시간에 따른 청정도를 분석하였다.

표 2. 웨어러블 공기청정기 사례분석

모델	A	B	C
사진			
본체 크기	250X270X55mm	163X225X83mm	133X169X61mm
필터 사용 기간	헤파필터(3~4개월)	고성능4중 필터(3~7일)	-

배터리 충전 시간 / 작동 시간	2600mAh (약4시간/ 1단계: 약26시간 2단계: 약13시간)	1500mAh (약5~6시간/ 8~10시간)	- (약3시간/ 32시간)
모터	1W	-	-
노즐			
지지 방식	넥밴드형	넥밴드형	넥밴드형
LED 램프	유	유	유
중량	230g	300g	70g
풍속	50m/h	-	-
음이온	150million/30cm	-	2,000,000 음이온/cm3

### 2. 사례분석

웨어러블 공기청정기 시장은 이제 막 시작되어 아직까지는 많은 제품이 나와 있지 않다. 그 중 구매 가능한 3개의 제품을 구입하고 시현해봄으로써 제품의 특/장점과 구성 요소를 분석하였다. 폼팩터의 선정에 있어 코 삽입형과 마스크형은 미세먼지 차단 효과가 탁월하지만, 답답하고 착용감이 좋지 않은 점을 감안하여 넥밴드형을 선정하였다. 세개의 제품은 모두 넥밴드형으로 형태가 비슷하지만 기능은 상이하다. 먼저 A사의 제품은 1단계 음이온 모드와 2단계 공기청정모드로 나뉘며, 1단계에서는 음이온만을 통한 공기 청정이, 2단계에서는 음이온에 팬/필터를 이용한 기계식 공기청정이 더해진다. B사의 제품은 기계식 공기청정 방식이며, C사의 제품은 음이온의 전기식 공기청정만을 활용한 제품이다.

### 3. 청정도 측정

청정도 측정을 위해 실제로 웨어러블 기기를 착용하였을 때, 공기가 나오는 노즐로부터 실제 숨을 쉬는 코까지의 거리를 재어 보았다. A사와 B사의 두 웨어러블 기기 모두 15cm 정도가 나왔으며 실제 B사의 사용 설

명서에도 15cm까지의 청정 능력을 강조한 바 있다. 따라서 아래와 같이 휴대용 미세먼지 농도 측정기를 연결하여 바닥에서부터 19cm(기기 높이 4cm +15cm) 위로 떨어진 구조물을 만들었다. 미세먼지 농도 측정기는 H사의 제품을 사용하였다.

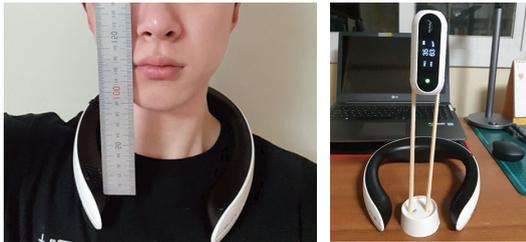


그림 1. 호흡기관과의 거리 및 미세먼지 농도 측정

실외에서 사용되는 웨어러블 기기를 위한 실험인 만큼 외부 환경과의 미세먼지 농도를 맞추기 위해 방문의 창문을 열고, 창문에서 가장 가까운 책상 위에서 실험을 진행하였다. 또한 미세먼지 농도를 맞추기 위해 매 실험 전에 10분간 환기시킨 후, 0분에서 20분까지 5분 단위로 측정하여 미세먼지 농도 변화 추이를 살펴보았다.

표 3. 제품별 청정도 실험값 (단위:  $\mu\text{m}/\text{m}^3$ )

모델	A		B		C	
	PM 2.5	PM 10	PM 2.5	PM 10	PM 2.5	PM 10
1회(0분)	34	46	53	64	32	53
2회(5분)	36	52	57	64	32	50
3회(10분)	35	52	57	67	31	44
4회(15분)	34	55	57	68	30	45
5회(20분)	31	60	52	60	32	60
그래프						

위의 분석 결과를 보면 바깥의 미세먼지 환경에 따라 초기 값은 다르지만 1회에서 5회까지 그래프의 기울기를 살펴보면 경미한 변화는 감지되나 거의 미미한 수준인 것을 확인할 수 있다. 구체적으로 변화의 추이를 살

펴보면, A사의 경우 초미세먼지는 소폭 감소한 반면, 미세먼지는 오히려  $45\mu\text{m}$ 에서  $60\mu\text{m}$ 으로 증가하였다. B사의 경우 초미세먼지와 미세먼지 모두 소폭의 변화를 보이거나 거의 차이가 없었다. C사의 경우에는 초미세먼지는 거의 동일 수준을 유지했으며, 미세먼지는 5회에서 오히려 외부 환경 요인에 의해 미세먼지 농도가 급격히 상승하는 것을 볼 수 있다.

### III. 디자인 컨셉트

#### 1. 디자인 요구사항

상기의 실험 결과에서 알 수 있듯이, 현재 시중에서 판매되고 있는 웨어러블 공기청정기는 청정능력이 거의 없는 것으로 확인되었다. 이러한 결과의 주요 원인으로서는 노즐과 호흡기관과의 거리에 따른 청정능력 감소, 외부 공기흐름에 의한 청정능력 차단 등이 있다. 이를 바탕으로 세가지 제품의 디자인 인사이트를 도출할 수 있었다. 첫째, 얼굴에 닿는 면적을 최소화하여 개방감을 최대화해야 하며, 기존 마스크와 같이 불편하거나 답답해서는 안된다. 둘째, 공기가 나오는 노즐이 호흡기관과 가까이 위치하여 공기 청정능력을 극대화해야 한다. 노즐은 호흡기관과 가까운 목 위쪽에 직선으로 위치하여야 하고 고개를 돌릴 때에도 호흡기관의 움직임에 따라가야 한다. 셋째, 모터의 위치는 소음을 고려하여 귀로부터 최대한 멀리 위치하도록 한다.

#### 2. 디자인 요소 및 스펙

##### 2.1. 디자인 요소

사례 분석 결과를 토대로 제품디자인 요소를 다섯 가지로 구분하였다. 제품 전체에 해당하는 본체, 공기를 정화시켜주는 장치인 필터, 공기가 분사되는 노즐, 신체 접촉부에 해당하는 착용지대, 제품의 상태를 알려주는 LED 램프등이 있다. 이를 바탕으로 세부 디자인 고려사항을 도출하였다.

표 4. 웨어러블 공기청정기의 디자인 요소

본체	필터	노즐	착용지지대	LED 램프
형태	형태	형태	지지 부분	형태
크기	크기	크기	지지 방식	크기
	교체 주기	위치	편의성 요소	위치
	위치			

2.1.1. 본체

본체의 경우, 열린 구조로 되어 있어 호흡이 용이하고 피부 접촉 면적을 최소화하여 착용감이 우수하다. 하지만 오염된 공기에 쉽게 노출될 수 있기 때문에 노즐에서 분사되는 신선한 공기가 사용자의 호흡기관으로 자연스럽게 흡입될 수 있도록 에어가드를 설치하였다.

2.1.2. 필터

사례분석에서 살펴본 바와 같이 A사와 B사의 필터는 직육면체 형상이다. 소형의 웨어러블 기기에서 가장 간단하고 부피를 적게 차지하는 필터인 것으로 사료되지만 필터가 작을수록 그 교체 주기가 빨라진다. 실제로 B사는 권장 교체주기가 일주일이며, A사의 경우도 권장은 3~4개월이지만 몇 번의 실험 후 필터가 먼지로 검게 변하였다. 이러한 점에 착안하여 최소한의 부피 대비 필터의 면적을 높이고자 하였다.



그림 2. A사의 필터

2.1.3. 노즐

노즐은 사용자에게 공기가 직접 분사되는 부품이다. 노즐에서 분사된 공기는 투명한 재질의 공기 차단막을 따라 코와 입으로 흡입된다. 또한, 소음도 측정 실험 시, 소음이 발생하는 부분은 팬이 돌아가는 모터와 공기가

나오는 노즐인데, 이 부분을 귀와 최대한 멀리 위치시킴으로써 사용자가 체감하는 소음을 최소화하고자 하였다.

2.1.4. 착용 지지대

착용 지지대는 턱을 사용하여 지지하는 방식을 적용하였다. 착용성을 높이고 피부가 손상 되지 않도록 고무 재질을 사용하였다.

2.1.5. LED 램프

미세먼지의 농도를 LED 램프의 색깔로 사용자에게 실시간으로 알려주어 마스크의 착용을 유도하도록 하였다.

2.2. 스펙

2.2.1. 배터리

배터리는 리튬이온 배터리 2개를 직렬로 연결하였다. 배터리의 규격은 다음과 같다.  
 종류:Lithium, 전압(Voltage):6.0v,  
 용량 (Capacity):1200mAh(1.2Ah),  
 사이즈(Size): 2/3A, 직경(Diameter):18mm,  
 높이(Height):68mm, 무게(Weight):28g



그림 3. 리튬 배터리

2.2.2. 모터

DC 5V, 0.24A(MAX 0.5A), 6000RPM



그림 4. 모터

3. 아이디어 개발

수많은 스케치를 통해 아이디어를 전개하였으며, 코걸이형, 넥밴드 통합형, 고글형등 다양한 아이디어를 도

출하였다. 그 중에서 사용자의 이동 방향을 고려하여 필터의 위치를 전면에 배치함으로써 공기의 흐름을 자연스럽게 유도하고, 투명 에어가드를 적용하여 개방감을 극대화한 아이디어를 선정하였다.

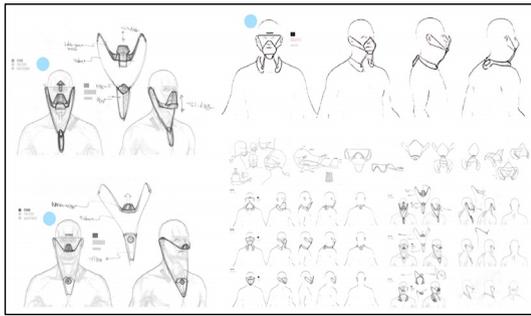


그림 5. 아이디어 스케치



그림 6. 최종 디자인



그림 7. 피부 접촉 면적 및 공기 흐름도

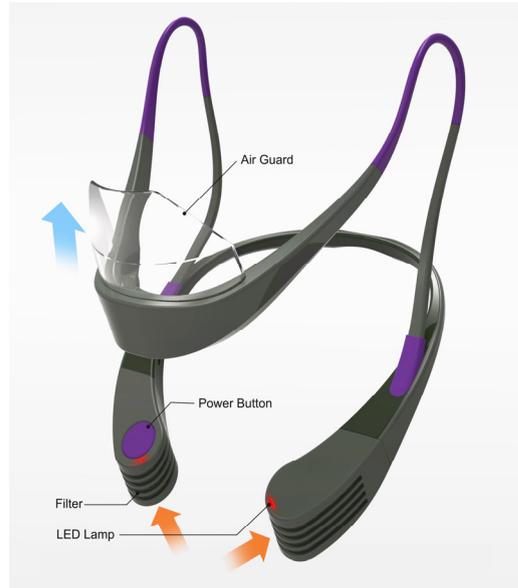


그림 8. 최종 디자인

#### IV. 프로토타입 설계 및 평가/검증

##### 1. 설계

제품의 성능을 실험하기 위해 기능적인 프로토타입을 만들었으며 맑은 날과 먼지가 많은 날을 모두 실험했다. 프로토타입은 다양한 크기의 작은 팬, PVC 호스 및 위생 마스크 등으로 제작되었다. 식약처에서는 미세 먼지 마스크가 미세입자의 크기가 평균  $0.6\mu\text{m}$ 인 것을 80% 이상 차단할 수 있는 KF 미세먼지 방지 섬유를 허가하였다. 이는 일반 보건마스크에 비해 틈이 더 작고 정전기로 미세먼지와 먼지에 흡착되어있는 미생물을 잘 걸러내기 때문이다. 프로토타이핑에는 KF80 미세먼지 방지 섬유가 사용되었다.



그림 9. 프로토타입

## 2. 평가

아래의 그래프에서 알 수 있듯이, 미세먼지가 심하지 않은 날과 심한 날 모두 개방형 웨어러블 공기청정기를 켜기 전과 후의 차이가 확연함을 알 수 있다. 구체적으로 변화의 추이를 살펴보면, 미세먼지가 심하지 않은 날의 경우, 40~50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었던 공기는 거의 비슷한 기울기를 그리며 25~35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  까지 떨어졌다. 미세먼지가 심한 날은 60~70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었던 공기는 20~30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  수준으로 큰 변화를 보였다. 또한, 미세먼지가 심한 날 변화의 추이가 급격한 것으로 보아 미세먼지가 심하지 않은 날보다 미세먼지가 심한 날에 청정도가 우수한 것으로 판단된다. 이를 통해 개방형 웨어러블 공기청정기의 성능을 검증할 수 있었다.

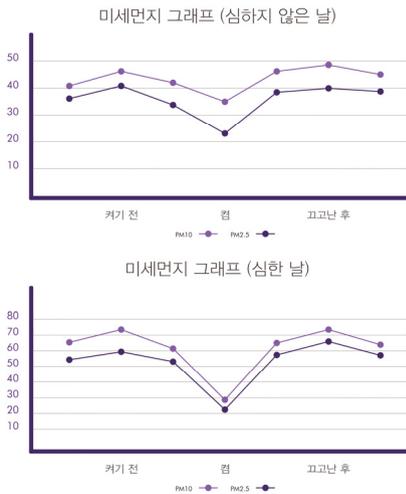


그림 10. 프로토타입 성능 평가

## 3. 검증

10년차 이상의 산업디자인 분야 전문가 10인을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 조사 항목으로는 구조적 독창성, 물리적 기능성, 양산 가능성, 심미성, 조작성 등을 평가하였다. 평가 결과, 구조적 독창성은 100점 만점에 92점으로 매우 높았으나, 심미성, 조작성 등에서 전반적으로 저조한 점수를 받아, 개선의 여지를 남겼다.

표 5. 디자인 평가

전문가 정보	구조적 독창성	물리적 기능성	양산 가능성	심미성	조작성
경력자 1	10	9	8	8	6
경력자 2	8	8	7	7	7
경력자 3	9	7	8	6	8
경력자 4	10	9	9	9	6
경력자 5	8	9	8	8	7
경력자 6	10	8	9	6	7
경력자 7	9	9	8	7	8
경력자 8	10	8	8	8	7
경력자 9	8	8	7	7	6
경력자 10	10	7	8	8	8
총합 점수	92	82	80	74	70

## V. 결론

본 연구는 사례분석을 통하여 현재 시중에 판매되고 있는 웨어러블 공기청정기의 청정능력이 거의 없는 점을 실험을 통하여 검증하고, 워킹 프로토타입을 제작하여 미세먼지 감소량을 측정하였다. 이를 바탕으로 공기청정 능력이 극대화된 개방형 웨어러블 공기청정기 디자인을 제안하였으며, 전문가 10인을 대상으로 설문조사를 실시하여 검증하였다. 검증 결과에서 보여지는 심미성, 조작성등의 다소 저조한 점수는 연구의 한계점으로 인식되며, 후속연구의 필요성이 제기된다. 본 연구가

웨어러블 공기청정기 디자인 개발에 근거 자료로 활용되기를 기대하며, 사용자의 호흡기 건강을 지킬 수 있는 웨어러블 공기청정기의 실용화를 한층 앞당기는 계기가 되기를 바란다.

**참 고 문 헌**

[1] 환경부, *한국의 사회동향*, 2016.  
 [2] 권혁준, 안은규, 서민영, 김해곤, “인천시를 기준으로 한 교통량과 미세먼지량과의 상관관계 분석,” 한국환경 교육학회 학술대회 자료집, 제2016권, 제6호, pp.164-167, 2016.  
 [3] 이석철, 황현숙, 김창수, “쾌적한 지하철 이용을 위한 실시간 환경 모니터링 시스템의 설계 및 구현,” 한국멀티미디어학회 학술발표논문집, 제2006권, 제1호, pp.79-82, 2006.  
 [4] 환경부, *한국의 사회동향*, 2016.  
 [5] 황명문, *미세먼지 나뭇에도 국민 63%는 불편해서 마스크 안 써*, 노컷뉴스, 2017년.  
 [6] 권준호, “자전거 이용자를 위한 일회용 미세먼지 마스크 디자인 연구,” 한국디지털정책학회논문지, 제16권, 제12호, pp.571-577, 2018.  
 [7] 김민우, *미세먼지 흡입 방지 기능을 갖춘 목걸이형 선 공기 디자인 제안*, 경남대학교, 석사학위논문, 2019.  
 [8] 이정순, 고애란, 류립정, 황예린, 이지현 “소비자 요구 분석 기반의 미세먼지 차단 마스크 디자인 개발,” 한국의를학회지, 제43권, 제4호, pp.579-591, 2019.  
 [9] 한상윤, “전기방사 나노섬유 필터를 활용한 미세먼지 마스크의 구조 분석 및 디자인 제안,” 한국결정성장학회지, 제27권, 제4호, pp.191-195, 2017.  
 [10] 조혜련, *실내환경 개선을 위한 스마트 미세먼지 측정기 인터랙션 디자인연구*, 성균관대학교, 석사학위논문, 2018.

**저 자 소 개**

최 규 한(Kyu-Han Choi)

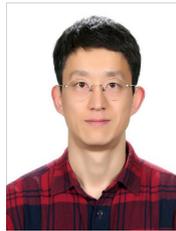
정회원



- 2004년 2월 : 홍익대학교 제품디자인학과(학사)
- 2009년 7월 : 영국왕립예술대 자동차디자인전공(석사)
- 2019년 2월 : 홍익대학교 산업디자인학과(박사 수료)
- 2007년 7월 : LG전자 디자인연구소 주임연구원
- 2017년 4월 : ESSOD 디자인 과장
- 현재 : 배재대학교 산업디자인전공 조교수  
 <관심분야> : 자동차디자인, 제품디자인

백 준 상(Joon-Sang Baek)

정회원



- 2001년 2월 : KAIST 산업디자인학과(학사)
- 2003년 2월 : KAIST 산업디자인학과(석사)
- 2011년 2월 : Politecnico di Milano(박사)
- 2011년 7월 ~ 2018년 2월 : UNIST 조/부교수
- 현재 : 연세대학교 생활디자인학과 부교수  
 <관심분야> : 지속가능한 디자인, 사회혁신