

노인을 위한 증강현실 기반의 미세먼지 교육 효과

허정림¹ · 방건준^{2*}

¹건국대학교 소셜에코텍연구소 연구교수

^{2*}금오공과대학교 토목공학과 교수

Effectiveness of Augmented Reality-Based Education on Fine Dust for the Elderly

Jung-Rim Huh¹ · Kon-Joon Bhang^{2*}

¹Research Professor, Social Eco-tech Research Institute, Konkuk University, Neungdong-ro 120, Seoul, Korea

^{2*}Professor, Department of Civil Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Daehak-ro 61, Gumi, 39177 Korea

[요 약]

초고령사회로의 진입을 앞두고 있는 우리나라는 지속적인 미세먼지로 국민 건강이 위협을 받고 있다. 그러나 노인의 주거 환경과 미세먼지로부터 안전에 관한 연구와 대책은 다른 계층에 비해 상대적으로 미비하다. 특히 미세먼지로 인한 건강 위협에 대한 교육 프로그램은 전무한 실정이다. 본 연구에서는 노인의 주거 환경에 대한 현황을 파악하고, 미세먼지 상황에 보다 적극적으로 대응할 수 있도록 증강현실 기술을 활용한 미세먼지 교육을 노인들에게 제공하였다. 이후 실시된 설문 조사를 통하여 증강현실을 활용한 미세먼지 교육이 노인의 미세먼지에 대한 의식을 향상시키고, 미세먼지에 대한 태도 변화에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었다.

[Abstract]

At the stage of the entrance into the super-aged society, the public health in Korea is threatened by the continuing problem of fine dust. However, research and countermeasures on the living environment and safety from fine dust for the elderly are unsatisfactory. In particular, there is no educational program for the elderly on the health threat by fine dust. Therefore, this study designed to understand the current status of the living environment for the elderly and to provide the education on fine dust using augmented reality technology for them to more actively respond under the fine dust situation. Our survey found that the education on fine dust for the elderly using augmented reality could improve their perception on fine dust and positively influence on the change in their attitude toward fine dust.

색인어 : 가상현실, 미세먼지, 환경교육, 거주환경, 실천 태도

Key word : Augmented Reality, Fine Dust, Environmental Education, Living Environment, Responsive Attitude

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.6.979>



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.

Received 06 June 2021; **Revised** 22 June 2021

Accepted 22 June 2021

***Corresponding Author; Kon-Joon Bhang**

Tel: +82-54-478-7619

E-mail: bhang.1@kumoh.ac.kr

1. 서론

2021년 현재 우리나라는 고령사회(65세 이상 인구 비율 14%)를 넘어 초고령사회 진입하고 있으며, 2060년에는 65세 이상 인구가 전체의 41%를 차지할 것으로 예상된다[1]. 고령화에 대한 사회적 대책이 절실한 가운데, 노인의 건강문제는 지금과 같이 환경 문제가 심각해져가는 상황에서 매우 시급히 관심을 갖어야 하는 사안이다. 특히, 환경 오염에 의한 노인의 환경성 질환 발병에 대한 우려가 커지고 있는데, ‘2017년도 노인실태조사’에 따르면 노인 응답자의 89.5%는 이미 만성 질환을 가지고 있어[2]. 환경 오염에 의한 노인의 환경성 질환에 대한 우려가 커져 가고 있으나 그에 대한 대책은 미흡한 실정이다.

현재 소외된 노인 건강을 위협하는 대표적 환경성 질환 유발 물질로는 미세먼지를 대표적으로 꼽을 수 있다. 미세먼지란 공기 부유 입자의 크기가 직경 10 μm (PM10) 이하인 것을 말하며, 직경 2.5 μm (PM2.5) 이하는 초미세먼지로 분류한다. 미세먼지는 매우 유해하여 [3]-[4] 호흡기 질환, 심혈관 질환 등 다양한 질환을 유발하는 것으로 알려져 있으며 [5], 노인에게는 입원 발생 위험성을 높일 뿐 아니라 [6], 장기 노출시 암으로 인한 사망률을 크게 증가시키는 것으로 알려져 있다[7]. 이에 2013년 세계보건기구 국제암연구소(IARC)는 미세먼지를 1군 발암물질로 지정하였다 [8]. 미세먼지는 노인에게는 더욱 유해한데, 미세먼지 농도가 증가하면 노인의 환경성 질환으로 인한 사망 위험이 13.9% 증가하고 [9], 미세먼지 기준치와는 상관없이 미세먼지 농도가 1년중 3개월만 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가해도 13년간 7천명이 넘는 추가 사망자가 발생할 수 있다고 하였다 [10].

이에 미세먼지 유해성에 대한 경각심이 확산되면서 우리나라는 “실내공기질 관리법”을 시행하여 다중이용시설(노인요양시설 외) 등의 실내 공기 중 오염물질을 제거하도록 규정하고 있고, ‘미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법’을 통해 미세먼지의 민감취약 계층에 노인을 포함시켰다. 그러나 법의 적용 대상이 다중이용시설인 만큼 자가 거주 노인의 안전은 관리 밖에 있다. 결국 미세먼지로부터 유발되는 환경성 질환에 대한 건강 관리는 남녀노소 할 것 없이 개인의 책임이며 미세먼지의 대응에 관한 올바른 행동요령에 대한 정보를 접하지 못하는 개인, 특히 노인에게는 의도와는 달리 결과적으로 국민 보건의 노인 개인의 책임이 되었다. 미세먼지의 정보 제공을 통해 미세먼지에 취약한 노인들에게 개별적 관리 노력을 기대한다는 것은 근본적인 대책이 될 수 없다는 것이다. 따라서 미세먼지에 대한 정보 제공과 함께 미세먼지에 대응을 할 수 있는 실천 의지를 일으키는 작업이 반드시 있어야 한다는 점이다.

미세먼지에 대한 개별적 차원의 관리 노력이 성공을 거두기 위해서는 개인과 지역사회 차원에서 미세먼지 오염에 대한 올바른 인식이 선행되어야 하고, 실천 의식을 함양하여 미세먼지에 대응하는 사회적 분위기를 만들어 갈 수 있도록 여러 계층의 교육이 필요하다. 그러나 아쉽게도 미세먼지와 유해성에 관한 정보는 일반인, 특히 노인들이 이해하기란 쉽지 않다. 물론 취약 계층에게 올바른 정보를 전달하기 위해 정부의 주도로 계층

에 알맞은 수준에서 다양한 매체를 통해 정보를 전달하고 있지만, 그 실제적인 효과는 아직 확인된 바 없다.

미세먼지와 같은 환경 오염물질로부터 노인의 건강을 보호하기 위해서는 노인에게 올바른 정보의 전달 뿐 아니라 전달된 정보를 통해 노인들이 미세먼지에 대한 경각심 갖고 인식을 개선시켜 행동의 변화로까지 이어져야 한다. 특히 미디어 접근이 쉽지 않은 노인들이 일상 생활을 통해 접할 수 있는 정보는 매우 한정적이기 때문에 미세먼지에 대응하는 노인의 건강을 지키기 위한 실천력을 높이기 위해선 이들의 인식-태도-서비스 경험 등이 향상되어야 한다 [11].

그러나 미세먼지에 관한 노인을 위한 교육의 필요성과는 다르게 노인을 대상으로한 교육 자체에 대한 학계의 관심은 저조한 실정이다. 사실 환경교육 콘텐츠의 개발과 프로그램의 적용은 교육을 받을 기회가 매우 제한적인 노인의 경우, 이러한 교육은 더욱 절실히 요구되지만, 그러한 기회를 제공하고 있지 못하다. 따라서 노인의 미세먼지 교육 역시 정보 전달 및 인식 향상을 통한 태도 개선을 위해 콘텐츠 개발과 함께 효과적인 환경교육을 위한 도구도 적용되어야 한다.

노인을 위한 효과적인 환경교육을 위해서는 여러 가지 사항을 고려해야 한다. 미세먼지 대상의 환경교육은 일반인들도 이해하기 쉽게 전문 지식을 전달해야 할 뿐 아니라 눈에 보이지도 만져지지도 않는 그리고 유해 물질인 미세먼지를 어떻게 실제의 학습 현장으로 끌고 올 것인가도 함께 고민해야 한다. 또 노인은 인지 능력의 저하, 거동이 불편함 등 육체적 제약성 [12], 건강 정보 취득에 소극적인 특성[13]을 갖고 있어 이를 보완할 수 있는 효과적인 학습 도구가 요구된다.

컴퓨터의 발달로 거동의 어려움으로 인한 육체적 제약성을 극복하고, 현실 정보에 바탕을 둔 실제와 유사한 체험을 통해 교육 내용을 각인할 수 있는 증강현실(Augmented Reality, AR)이 이에 대한 대안이 될 수 있다. 증강현실은 가상현실과 실제 세계의 중간에서 실시간으로 사용자의 실제 환경을 나타내는 영상 위에 가상의 정보를 더해 실제감을 향상시키는 컴퓨터 기술로[14], 소리, 터치, 비디오와 같은 가상의 인지 정보를 통해 현실 세계와 결합된 정보를 제공함으로써 매우 현실적인 학습 경험을 제공한다 [15]. AR의 교육 활용은 다양한 분야에서 연구되어 그 효용성이 많은 연구에서 입증되었고, AR의 교육적 가치는 빠르게 상승하고 있다. 예를 들면, 디스플레이 영상을 통한 실제 세계의 사물 그리고 결합된 정보는 학습자가 복잡한 공간적 관계와 추상적 개념을 이해하는데 도움을 주고 [16], [17] 다른 어떤 기술에서도 제공할 수 없는 감각적 자극을 통해 현실의 경험과 지식을 전달할 수 있는 장점[18]이 있다. 특히 AR은 높은 컴퓨터 사양이 필요치 않아 모바일 기기와 같은 휴대용 기기에 쉽게 이식될 수 있어 교육용 도구로 적합하다. 또 미세먼지와 같이 현실에서 직접적으로 관찰하기 어려운 사물이나 현상을 학습하는데 효과적이고, 실험이나 체험이 불가능한 경우, 또 높은 위험성을 갖는 학습에 매우 유용하다 [19], [20].

본 연구는 이러한 AR의 교육적 효과를 노인을 위한 미세먼지 교육에 적용하기 위하여 먼저 AR을 활용한 미세먼지 환경

교육 교재와 태블릿 기반의 AR 시뮬레이터를 개발하였다. 개발된 미세먼지 교육 콘텐츠는 노인들에게 태블릿 기반의 AR을 통해 체험형 교육이 가능하도록 하였으며, 교육 이후 주거 상황에 따른 교육효과를 검토하기 위해 설문 실시하였다. 설문은 현장 조사와 함께 이루어 졌으며, 이를 통해 (1) 노인 거주 환경의 상황을 파악하고 (2) AR기반의 미세먼지 교육을 통해 미세먼지에 대한 노인의 인식 개선과 실천 의지에 긍정적인 효과를 줄 수 있는지, 그리고 (3) 노인의 거주 환경이 AR 기반의 미세먼지 교육의 결과와 상관성이 있는지 확인하였다.

II. 연구 방법

본 연구는 노원구 노인돌봄센터(이하 노원센터)와 교육 협력 상호양해각서(MOU)를 체결하여 진행되었다. 교육을 실시하기 전에 대상자의 실내환경 실태를 파악하기 위해 실내공기측정기를 활용하여 4개 항목별(초미세먼지, 미세먼지, 이산화탄소, 기타 유해화학물질) 공기질을 측정, 기록하였으며 미세먼지 정보 및 대응방안을 알리고자 “체험형 미세먼지 환경교육” AR 활동 교재(Activity book)를 개발하여 강사를 파견하여 1:1 직접 방문 교육을 실시하였다. 교육방식은 “체험형 미세먼지 환경교육” 교재로 직접 대면을 통한 일대일 교육 후 AR 활동 교재(Activity book)로 AR 미세먼지 교육콘텐츠를 태블릿 PC를 통하여 실감형 체험 교육을 실행하였다. 이후 미세먼지 교육을 통한 노인들의 인식과 태도 변화를 면담방식으로 설문조사를 하였다. 미세먼지 측정은 ㈜ 스마트라인의 대기질 측정기 airam SAP-500H를 사용하였다. AR 개발 도구는 Unity를 이용하였다.

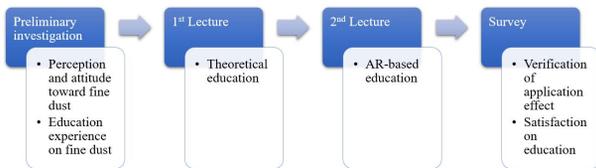


그림 1. 연구 진행의 흐름
Fig. 1. Flow of the study progress

2-1 교육 내용 및 방법

본 연구를 위해 개발된 교육 프로그램은 미세먼지 관련 이론 교육(1차시 20분) 및 AR 활동(2차시 40분)이 포함되어 강사가 직접 노인 주거지를 방문하여 1시간 동안 1회씩 진행하였다. 강사는 사전에 센터에서 교육 내용 및 AR 운용 방법을 교육받았다. 1차시 이론 학습 내용은 미세먼지 개념, 발생원인, 인체 위해성 등으로 구성되었으며, 가능한 전문적인 용어는 배제하고 일반적으로 사용하는 용어로 변환하였고, 구술 전달과 토론의 방법을 혼합하였다. 2차시에는 AR 시스템을 이용하여 실감형 콘텐츠를 제작하여 미세먼지 유입경로, 오염도, 행동요령에 관한 지식을 전달하였다. AR 시스템은 태블릿 기반으로 마커(객

체/이미지)와 얼굴 인식 기능을 통해 미세먼지의 인체 유입 과정, 신체 내 이동 경로, 인체 유입 후 주요 신체 부위의 영향(유해성), 미세먼지 주요 도시별 요인으로 구성하였다. 각 신체 부위(눈, 뇌, 기관지 등)에 미세먼지의 영향을 쉽게 파악할 수 있도록 제작하였으며 QR 코드를 이용하여 간단한 퀴즈에도 참여할 수 있도록 하였다(그림3). 각 주제는 1~5분 가량의 짧은 교육 영상을 포함하고 있으며, 각 영상의 썸네일 (Thumbnail; 영상의 대표 이미지)을 마커로 사전 등록하여, 마커를 카메라에 인식시키면 해당 영상이 디스플레이 화면을 통해 이미지 위에 겹쳐 재생되도록 하였다. 또한, 자율적으로 사용 가능한 학습 도구와 자료를 제공하여 개인별의 진행 속도를 고려한 학습이 가능하도록 하였다.

표 1. AR 기반 미세먼지 환경교육 주제와 내용
Table 1. Topics and contents of AR-based fine dust environmental education

1st Lecture		2nd Lecture	
Theme	Concept and characteristics of fine dust	Theme	Visual sense to fine dust
Method	Lecture, Q&A, Story telling	Method	AR marker with graphics, video, quiz and face recognition
Contents	What is fine dust? How to measure it? Relationship to atmosphere How dangerous to our body? How to react?	Contents	[1st Step] Simple instruction to manipulate AR maps [2nd Step] Experience with AR contents



그림 2. 노인 미세먼지 교육 및 지도를 위해 요양보호사들에게 교육 방법을 전달하는 장면 (A, B, C) 및 미세먼지 교육을 받고 있는 교육 현장의 노인들(D, E, F)
Fig. 2. Classroom scenes of personal care assistants (A, B, C) who deliver the AR-based education and instructions to the elderly and elders (D, E, F) who receive the education.

2-2 설문 조사

설문조사는 거주 환경 및 교육 만족도의 두 가지로 분류하여 조사하였다. 거주지의 미세먼지 실태를 파악하기 위해 미세먼지 전문 강사가 노인들의 거주지를 직접 방문하여 공기측정기를 활용하여 미세먼지, 초미세먼지, 이산화탄소, 기타 유해 화학물질의 4개 공기질 항목을 측정, 기록하였고, 실태 조사는 공기 측정이 끝난 이후 각 세대에 따른 성별, 연령대, 동거인 유무, 주거형태, 규모 등 주거 특성과 실내 주거 환경 요소를 조사하였다. 교육은 강사가 미세먼지 인식과 태도 교취를 위한 교육을 실시하였고, 해당 강사가 직접 면접 설문 조사를 진행하였다. 설문은 AR 기반 미세먼지에 대한 인식, 미세먼지 발생 시 태도 개선 여부, AR을 활용한 교육의 만족도를 조사하였다.

설문 응답 자료는 1점(매우 불만족)에서 5점(매우 만족)의 Likert 척도를 사용하였고, 통계 처리를 위해 SPSS 통계 패키지 프로그램을 이용하였으며 교차분석을 실시였다. 설문 조사는 2020년 6월 1일부터 20일간 실시되었으며, 서울시 노원구 관내 60세 이상 거주자를 대상으로 하였다. 전문 강사는 노인센터 소속 사회복지사 및 생활지원사들로 구성되었으며, 총 194명을 대상으로 표본오차 95%, 신뢰수준 ±7.04%에서 분석이 이루어졌다.

질의를 응답자의 일반, 주거 특성 및 주거 환경에 관해 그리고 AR 활용 교육에 관한 질문을 합하여 선다형 13문항과 개방형 5문항으로 표1과 같이 구성하였다.



그림 3. 영문으로 번역된 콘텐츠 자료 (원자료: 한글)
 Fig. 3. Training Content Materials Translated into English (Original Language: Korean)

표 2. 설문지 구성

Table 2. Organizing Questionnaires

Organization		Questions
Generals and living environment	Census	Sex, age, family members
	House	Type, floor, size
	Indoor environment and etc.	Air quality, ventilation, humidity, fungus, water supply, drainage, air conditioning, lighting, noise, transportation
AR-based Education		Interest, realism, understanding, practicability, reparticipation intention, other opinions and improvement

III. 결과

3-1 일반 및 주거 특성

응답자의 인구통계학적 속성은 여자 88.1%, 남자 11.9%이고 연령대는 60-69세 1.5%, 70-79세 36.6%, 80세 이상 61.9%였다 (성·연령별 사전 할당 없음). 전체 응답자 중 1인 거주자의 비율이 97.4%이었고, 동거인 유무는 교차 분석 대상에서 제외했다.

주거 특성별로 살펴보면 주거 형태는 아파트 거주가 61.9%로 응답자의 3분의 2에 가까웠으며 다음으로 단독주택 12.4%, 연립 다가구 24.7%, 상가주택 1.0%이다. 2층 이상에 거주하는 비율이 66.0%로서 가장 많았고, 1층 23.2%, 지하 혹은 반지하 10.8%(지하 4.6, 반지하 6.2%) 순이었다(표2). 주거 규모별로는 10평 미만 11.3%, 10~15평 36.6%, 16~20평 36.1%, 21평 이상 16.0%로서 10~20평(72.7%)에 많이 거주하는 것으로 나타났다.

표 3. 주거 특성 (단위: py=3.3058m2)

Table 3. Residential Characteristics (Unit: py=3.3058m2)

		Count	Rate(%)
Total		194	100.0
Type	Apartment	120	61.9
	Single house	24	12.4
	Attached house	48	24.7
	Mixed-use Apartment.	2	1.0
Floor	Basement	9	4.6
	Lower Ground Floor	12	6.2
	First Floor	45	28.2
Size	Above Second Floor	128	66.0
	less than 10 py	22	11.8
	10~15 py	71	86.6
	16~20 py	70	86.1
greater than and equal to 21 py		81	16.0

3-2 주거 환경

1) 실내 공기질

초미세먼지, 미세먼지, 이산화탄소, 유해화학물질 등 4개 항목에 걸쳐 실내 공기질을 측정된 결과, 실내 공기 측정 기준값(표 4)과 비교하여 4개 항목 ‘모두 좋음’ 32.0%, ‘좋음 혹은 보통(보통 1개 이상)’ 54.1%, ‘1항목 이상 나쁨 혹은 매우 나쁨’ 13.9%로써 80% 이상이 대체로 양호한 상태였다(그림5). 주거 규모가 클수록 상대적으로 상태가 좋은 것으로 나타났다(그림6).

표 4. 실내 공기 측정 기준

Table 4. Measurement of Indoor air standards

Target Status	PM2.5 (µg/m³)	PM10 (µg/m³)	CO₂ (ppm)	Harzard Chemicals (µg/m³)
Good	0~15	0~30	400~500	0~220
Normal	16~35	31~80	501~1000	221~660
Bad	36~75	81~150	1001~2000	661~2200
Very bad	76~	151~	2001~	2201~

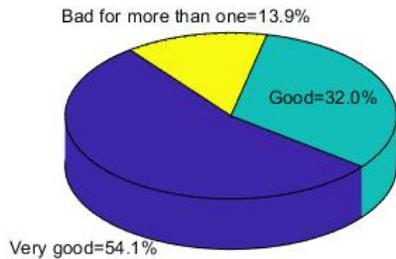


그림 5. 주거 공간의 공기 상태 (N=194)

Fig. 5. Air conditions in residential spaces (N=194)

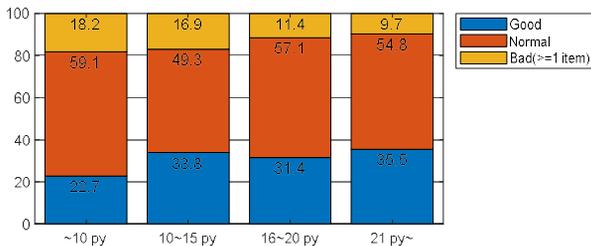


그림 6. 거주 규모별 공기질 상태 (y축: %)

Fig. 6. Air Quality Status by Residence Size (y axis: %)

2) 주거 개선 필요성

주거 개선이 필요한 사항, 즉 현재 가장 불편한 곳은 일조권(17.5%), 소음(16.0%), 집안 환기(14.4%) 등 환경적 요인들이다. 누수 및 곰팡이(8.8%), 계단(8.8%), 난방보일러(6.2%), 부엌(5.7%), 냉방기구(4.6%) 등 구조 및 시설적 요인들에 대한 불편도는 환경적 요인들에 비해 낮았으며, 특히 수도물에 대한 불편도는 1.5%로 가장 낮았다.

일조권 관련 불편은 지하·반지하 거주자가 38.1%로 2층 이상 거주자(9.4%)에 비해 높았다. 반면 소음에 대한 불편은 지

하·반지하 거주자가 0.0%로 지상 거주자 19.5%에 비해 낮았다. 이밖에도 지하·반지하 거주자는 누수 및 곰팡이(23.8%), 계단(14.3%)에 대한 불편도가 상대적으로 높았다.

주거 환경 중 구체적인 항목에 대한 불편 사항으로는 ‘단열 차이 없다’가 42.3%, ‘일조량이 충분하지 않다’ 32.0%, ‘층간 소음이 있다’ 29.9%, ‘빛 공해가 있다’ 21.6%의 순이었다. 반면 ‘실내에 누수’ 7.7%, ‘파이프 누수’가 7.2%, ‘보일러 상태가 좋지 않음’ 7.2%, ‘주거하는 방에 창문이 없음’ 6.7%, ‘배수구 상태가 좋지 않음’ 5.7% 등은 낮은 편이었다.

곰팡이는 욕실 24.7%, 발코니 20.1%, 주거공간 13.4%, 주방 11.3%의 순으로 많았고, 주거 규모가 작을수록 그리고 주거 층이 지하에 가까울수록 곰팡이 빈도가 높았는데, 공기질과 같이 주거 규모가 클수록 곰팡이가 적음을 알 수 있었다.

3-3 AR 기반 교육 효과

1) 교육의 흥미도

교육의 흥미도는 5점 척도로 측정되어 ‘1점-재미없음’에서 ‘5점-매우 재미있음’ 사이에서 평가 되었다(3=중간값). AR을 활용한 교육이 재미있었다는 응답은 평균 3.50이다. 남자의 경우, 평균이 3.30점, 여자 평균이 3.53점으로 여자가 조금 높았다. 80세 이상(3.46점)에 비해 80세 미만(3.57점)이 상대적으로 높았다. 주거 층이 높을수록(2층 이상=3.53, 1층=3.56, 반지하 및 지하=3.19), 주거 규모가 클수록(3.55 ≒ 3.53 > 3.48 > 3.41) 높아지는 경향을 보였다.

‘어떤 점이 재미있었는가?’의 질문에는 사진 혹은 ‘동영상 구현’(39.1%)이 압도적으로 높았다. 다음으로 ‘실내공기 측정하는 것’(16.4%), ‘신기하고 새로운 느낌’(15.5%), ‘이해하는 과정이 흥미로웠다’(10.9%), ‘AR과 대화’(3.6%), ‘퀴즈 풀이’(0.9%)의 순이었다.

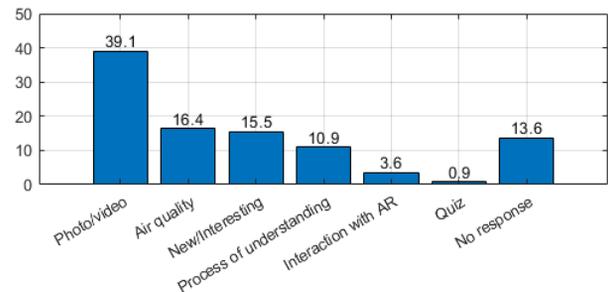


그림 7. AR을 이용한 미세먼지 교육의 흥미도 (y축: %)

Fig. 7. Interest on the fine dust education using AR (y axis: %)

2) 교육의 실감도

시뮬레이터(AR) 교육이 실감났었다는 응답은 5점척도 평균 3.61이었다.

‘어떤 점이 실감있었는가?’에 대한 질문에는 ‘동영상 화면’(28.5%)이라는 응답이 가장 높아서 앞 문항 ‘교육의 흥미도’

와 유사한 응답 특성을 보였다. 다음으로 발병 과정 인지(21.1%), 환경/생활지식 습득(19.5%), 신기해서(8.1%)로 나타났다. 질병의 발생 경로를 알게 되고 환경이나 생활 관련 지식을 습득하는 과정을 통해 노인 대상 교육의 실감도가 높아진다는 사실을 간접적으로 확인할 수 있다. ‘발병 과정을 인지하게 되는 점이 실감났다’는 응답 비율은 10평 미만 거주자(40.0%)와 연립 다가구 거주자(34.3%), 지하 반지하 거주자(30.0%) 층에서 상대적으로 높게 나왔다. 대체로 주거 여건이 열악할수록 발병 과정 인지에 대한 수요가 크다는 사실을 알 수 있다.

3) 이해도

AR 기반 미세먼지 교육의 내용을 이해했다는 응답은 평균 3.88점으로 교육을 받은 대부분의 응답자가 대체적으로 잘 이해한 것(4점)에 가깝게 나타났다. 그림8 과같이 연령대가 낮을수록 이해도가 다소 높은 것으로 나타났고, 주거 층이 높을수록 이해도가 증가하였으며, 주거 규모가 클수록 상대적으로 척도 점수가 높았다.

어떤 내용이 잘 이해되지 않았느냐는 질문에는 대부분 잘 이해되었다고 답했다. ‘모두 어렵다’(4명), ‘그림이 작고 단색’(2명), ‘AR/QR 등이 생소하다’(2명) 등의 응답도 있었으나 표본이 적어 통계적인 의미는 없다.

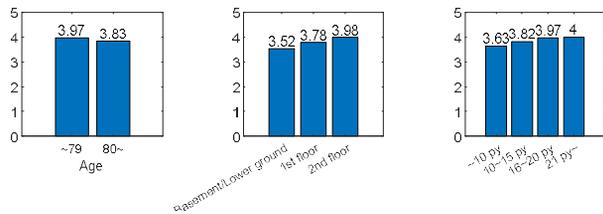


그림 8. 주거 환경에 따른 이해도(y축: 리커트 점수, 1 py = 3.30579m2)

Fig. 8. Understanding of the residential environment (y axis: Lickert point, 1 py = 3.30579m2)

4) 실천 의지

시뮬레이터(AR) 교육의 내용을 생활 속에서 실천하겠다는 응답은 평균 3.80점이었었다. 남성이 3.96점으로 여성 3.78점 보다 다소 높았으며, 80세를 기준으로 미만인 경우가 3.86점으로 이상인 경우의 3.76점보다 높았다. 또 연립 다가구 거주자 3.98 점, 1층 거주자 3.91점, 21평 이상 거주자 4.06점으로 주거 규모의 크기에 응답 점수가 비례하였다.

‘어떤 내용이 실천 가능성이 높은가?’는 질문에는 ‘실내 환기’ (29.9%)와 ‘마스크 쓰기’ (23.2%)의 응답이 많았다. ‘손발 씻기’ (9.8%), ‘생활 전반’ (5.2%), ‘외출 자제’ (4.1%), ‘바닥 청소’ (3.6%), ‘물 마시기’ (3.1%) 등은 상대적으로 낮은 비율을 나타냈다. 이외에 ‘대중교통’, ‘드라이어 사용 자제’, ‘음식 가려먹기’, ‘과일 야채 세척’을 합하여 3.6%가 응답하였다.

‘실내 환기’에 대한 실천 의지는 80세 미만이 33.8%, 80세 이상은 27.5% 이었으며, ‘마스크 쓰기’는 80세 이상은 26.7%, 80세 미만은 17.6%의 응답을 보였다.

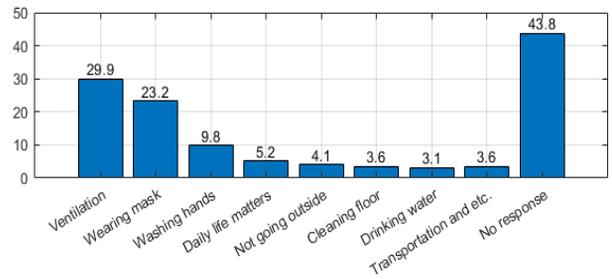


그림 9. 실천 의지 (y축: %)

Fig. 9. Willingness to take an action (y axis: %)

IV. 논 의

미세먼지의 인체에 대한 영향은 오래전부터 많은 연구에 의해 심각한 유해성을 갖고 있음이 확인되었다. 이에 미세먼지에 특히 민감한 계층인 노인에게 그들의 일상 생활에서 미세먼지로부터 안전하게 생활할 수 있는 거주 환경을 만드는 것은 사회 전체의 책임이다. 아쉽게도 현 시점에서는 미세먼지를 원천적으로 차단할 수 없기 때문에 미세먼지 영향을 최소화할 수 있는 방안 중의 하나는 그들을 돕고 교육하는 것이라 할 수 있다. 다시 말해, 교육을 통해 미세먼지의 유해성을 알리고, 이로부터 피해를 최소화할 수 있는 방법을 효과적으로 전하는 것이 현 단계에서는 최선이라 할 수 있다.

4차 산업 혁명시대로 접어든 시점에서 AR은 새로운 교육 패러다임을 요구를 촉발했고, 디지털에 매우 익숙한 세대들에게 특히 경험을 통한 교육 효과의 증대라는 측면에서 AR은 큰 유익을 주고 있다. 고등학생을 대상으로 실시한 AR을 이용한 미세먼지 교육 효과에 관한 연구에서 학생들은 AR을 활용한 교육 이전에 비해 교육 이후에 학생들의 미세먼지에 대한 인식과 태도 변화에 매우 긍정적인 영향을 미쳤으며, 사전 AR의 경험이나 미세먼지 교육을 받았는지에 상관없이 높은 변화를 보여 주어 [21]. AR이 미세먼지를 교육하는데 있어 매우 효과적인 교육 도구가 될 수 있음을 보여 주었다. AR이 효과적인 교육 도구로 입증된 연구 사례는 많다. 특히, AR을 활용한 교육의 경우, 젊은 층을 대상으로 연구된 사례를 보면 해부학, 천문학, 지리학, 기하학 등 다양한 분야 교육에서 3차원 개체를 입체적으로 시각화함으로써 학생들의 이해를 증진시켰다 [22]-[24]. 그 이유는 AR은 직접적인 관찰과 위험한 현상에 관해 쉽게 설명이 가능하고, 추상적인 개념을 구체화할 수 있으며 [25], 이로 인해 학습자의 이해력을 증진시켜 흥미와 동기 부여를 발생시킨다 [26]. 청소년을 대상으로 한 연구에서 학생의 평균 점수가 5점 만점을 기준으로 4.38점이었었다[21]. 노인은 청소년에 비해 학습 동기가 낮고 동기 유발이 적극적이지 못한 점을 고려한다면 본 연구 결과에서 노인의 ‘AR을 활용한 교육의 재미’가 평균 3.5점으로 나타난 것은 높은 수치로 볼 수 있고, 노인 교육에 AR의 활용 역시 긍정적으로 평가할 수 있다.

이뿐 아니라 AR을 활용한 노인 미세먼지 교육 이후 실시한 흥미, 이해, 실천도 조사에서 공통적으로 모든 항목이 거주지의 규모, 층과 상관 관계가 있는 것으로 관찰되었다. 즉, 거주 규모가 클수록 흥미가 높고, 이해도가 높으며, 실천하고자 하는 의지가 높음을 보였다. 면밀한 추가적인 조사가 필요할 것으로 판단되지만, 본 연구 결과만을 고려했을 때, 거주 환경이 노인의 육체적, 지적 활동에 영향을 주는 것으로 판단된다. 지하나 반지하의 경우, 상대적으로 좁은 공간 및 빛이 부족한 환경이기 때문에 정신적 및 육체적 활동이 낮아지는데 [27], 실제로 햇빛은 적외선의 열선이 피하심층의 온도를 상승시켜 혈액 순환을 촉진시키며 혈액량과 산소량을 충분히 공급하도록 도와주고 [28], 햇빛에 의해 비타민D의 합성을 도와 건강을 증진시킨다 [29]. 또 여러 가지 신경 내분비 및 신경 행동 기능을 조절하여 주의력과 인지를 위한 강력한 자극 신호를 전달하고, 이는 심리적 상태에도 영향을 미치며 일출과 일몰 사이의 시간에 따라 우울감과 피로, 정서 장애에 영향을 미친다 [30]. 이러한 연구 결과는 거주 환경 조건에 따라 분류한 거주지 높이와 면적(규모)에 따른 노인의 이해도(인지 작용)와 실천 의지에 직접적으로 연관지어질 수 있다. 다시 말해, 노인들의 미세먼지 교육 내용에 대한 이해도 그리고 미세먼지에 대응하려는 실천 의지가 빛이 많은 드는 상층 그리고 넓은 평수의 거주 노인들에게서 더 높은 결과를 보인 점은 노인의 정신 건강 및 인지력 저하를 최소화하기 위해 거주지 환경 개선이 필요함을 역설적으로 보여준다고 할 수 있다. 주거 규모가 크고 햇빛이 많이 드는 위치의 거주 환경을 통해 노인의 정신과 육체의 건강 뿐 아니라 인지력을 개선할 수 있고, 본 교육의 취지와 같이 AR과 같은 새로운 기술을 적용한 교육 방법에 대한 효과를 극대화하여 노인들이 자신의 건강을 지키기 위한 인식과 태도의 변화를 긍정적으로 유도할 수 있을 것으로 판단된다.

AR을 활용한 교육과 관련하여 개선이 필요한 사항에 대한 물음에는 대부분(94.8%) 무응답이었다. 노인의 AR 경험은 사실상 전무한 상태이고 단시간의 경험으로 AR의 장단점을 파악할 만한 충분한 시간이 주어지지 않았기 때문으로 판단된다. 나머지 응답자는 총 10명으로서 내용 설명 및 시간이 부족하다(3명), 그림이 작거나 선명도가 떨어진다, 생활 연관성이 부족하다, 화면 진행이 너무 빠르다(이상 2명), 내용 이해 자체가 어렵다(1명) 순이지만 표본이 작아 통계적인 의미는 거의 없다고 할 수 있다.

AR을 활용한 미세먼지 교육의 이해도는 3.88로서 흥미도와 실감도에 비해 다소 높아, AR을 활용한 교육 방법이 비교적 긍정적인 효과를 보여주는 것으로 판단할 수 있다. 교육받은 내용을 생활 속에서 실천하겠다는 응답은 3.80으로서 조금 높은 편이다. 어떤 내용을 실천할지에 대해서는 ‘실내 환기(29.9)’와 ‘마스크 쓰기(23.2)’가 다른 응답에 비해 높다. 설문 인터뷰 전에 실내 공기 측정을 먼저 했던 점이 ‘실내 환기’ 응답에 영향을 미친 것으로 보이며, 마스크 응답은 최근 코로나19 상황에서 ‘마스크 쓰기’가 생활 상식으로 자리 잡은 것과 연관 있는 것으로 보인다.

노인 태도 변화에 관한 교육 효과 연구[31]에서 노인을 위해 개발된 교육 프로그램이 적용하기 이후의 태도는 이전과 다르

지 않았는데, 일반적인 교육 방법은 노인의 인식과 태도 변화에 영향을 끼치지 못하는 것을 보여준 예라 할 수 있다. 그러나 본 연구에서 AR을 활용한 교육의 경우, 모든 항목에서 ‘보통’ 이상의 응답이 보여 주어 상대적으로 AR이 일반적인 교육보다 긍정적인 효과를 얻었음을 추측해 볼 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 노인의 거주 환경을 조사하여 개선의 필요성이 있는지 그리고 AR을 노인 미세먼지 교육에 적용하였을 때, 거주 환경에 따라 교육의 이해도와 실천 의지 그리고 교육의 실감도에 어떤 영향을 미치는지를 설문을 통하여 조사하였다.

노인의 거주 환경은 공기질이 기준에 못 미치는 경우는 거의 없었으나, 일조권, 소음, 집안 환기 문제가 가장 주요한 불만 사항으로 지적되어, 개선이 시급함을 알 수 있었다. 특히 일조권의 문제는 거주 환경에 대한 주요 불만 사항일 뿐 아니라 노인의 인지력 저하와 밀접한 관련이 있다. AR을 활용한 미세먼지 교육의 결과에서 일조권을 많이 확보할 수 있는 지상층에 거주하는 노인이 이해도 뿐 아니라 실천 의지가 높은 것을 통해 개선의 필요성이 요구된다 할 수 있다.

AR은 다양한 젊은 층에서 매우 효과적인 학습 도구로 많은 연구에서 실증되어, 노인 교육에도 긍정적인 영향을 가져다 줄 수 있을 것으로 기대된다. 이에 따라 적용된 AR을 활용한 미세먼지 교육을 통해 노인들도 ‘보통’ 이상의 흥미와 재미를 체험했다는 사실은 AR이 다양한 계층에 대해 긍정적인 효과를 줄 수 있음을 의미한다. 비록 아직 노인층은 첨단 기술인 AR을 접할 기회가 부족하지만, 지역 사회가 노력하여 노인들이 교육 프로그램을 통해 즐거움을 갖게 할 수 있는 긍정적인 도구로서 AR을 활용하는 것은 교육 효과를 증대시킬 수 있는 긍정적인 방법이라 할 수 있다.

특히 지금과 같이 4차 산업혁명의 시대로 진입하는 시점에서 소외감을 최소화하고, 시대에 맞는 교육적 패러다임에 알맞은 교육 도구를 활용하는 것은 중요하다. AR을 통해 전달하려는 내용에 대한 이해도, 인지력을 상승시키는 일은 미세먼지에 대한 현 상태를 노인 개개인이 인지하여 자신의 건강을 돌보기 위해 보다 적극적인 실천 의지를 갖게 할 수 있는 교육 방법으로 매우 중요하다 할 수 있다. 특히 거주 환경 거주 환경에 따라 이해도와 실천 의지가 변화될 수 있음을 통해 교육 방법 및 주거 환경의 변화가 함께 적용되어야 함을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 환경부 한국환경산업기술원의 환경정책기반 공공기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제번호: 2019000160006).

참고문헌

- [1] Statistics Korea. 2018 Statistics for the elderly [Internet]. Available: http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&aSeq=370779
- [2] Ministry of health and welfare. 2017 Survey for the current status of the elderly [Internet]. Available: http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=032901&page=1&CONT_SEQ=344953
- [3] Y. Choi, PM10 and elderly mortality regression by relevant simulation methodology, Master Thesis, Duksung Women's University, Seoul, Korea, 2003.
- [4] E. Jung. A study on the influence on medical care for the elderly by exposure to fine particulate matter and ozone. Ph.D. dissertation, Ajou University, Suwon, Korea, 2019.
- [5] J. Choi, I. S. Choi, K. K. Cho, S. H. Lee. "Harmfulness of particulate matter in disease progression," *Korean Journal of Life Science*, Vol. 30, No. 2, pp. 191-201, 2020.
- [6] S. Gong, H. J. Bae, S. P. Hong, H. Y. Park. A study on the health impact and management policy of PM2.5 in Korea (2), Korea Environment Institute: Seoul, Basic Study Report Vol.2013, No.0, 2013.
- [7] C. M. Wong, H. Tsang, H. K. Lai, G. N. Thomas, K. B. Lam, K. P. Chan, "Cancer mortality risks from long-term exposure to ambient fine particle," *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, Vol. 25, No. 5, pp. 839-845, 2016.
- [8] International Agency for Research on Cancer. IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths [Internet]. Available: <https://www.iarc.who.int/news-events/iarc-outdoor-air-pollution-a-leading-environmental-cause-of-cancer-deaths/>
- [9] I. C. Hwang. Research on health by aging and ultra-fine dust, The Seoul Institute: Seoul, Technical Report, Vol.287, 2019.
- [10] Q. Di, Y. Wang, A. Zanobetti, Y. Wang, P. Koutrakis, C. Choirat, F. Dominichi, J. D. Schwartz. "Air Pollution and Mortality in the Medicare Population," *New England Journal of Medicine*, Vol. 376, pp. 2513-2522, 2017.
- [11] M. K. Park, K. S. Kim. "Factors influencing health behavior related to particulate matter in older adults," *Journal of Korean Academy of Nursing*, Vol.50, No.3, pp.431-443, 2020.
- [12] S. H. Lee, C. H. Lim, W. C. Kim. "An exploratory study on the possibility of using next-generation technology in long-term care facilities: Focusing on the perception of the workforce of in long-term care facilities," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 21, No. 5, pp. 191-205, 2020.
- [13] G. S. Na, Y. S. Jung. "Exploring older adults experienced barriers and emotional changes in seeking health information," *Journal of Korean Library and Information Science Society*, Vol. 48, No. 1, pp. 277-243, 2017.
- [14] M. J. Gu. A study on development for educational contents using augmented reality, Master Thesis, Dankuk University, Yongin, Korea, 2009.
- [15] M. Ma, P. Fallavollita, I. Seelbach, A. M. Von Der Heide, E. Euler, J. Waschke, N. Navab, "Personalized augmented reality for anatomy education," *Clinical Anatomy*, Vol.29, pp.446-453, 2016.
- [16] T. N. Arvanitis, A. Petrou, J. F. Knight, S. Savas, S. Sotiropoulos, M. Gargalakos, E. Gialouri. "Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities," *Personal Ubiquitous Computing*, Vol. 13, pp. 243-250, 2009.
- [17] M. Dunleavy, C. Dede, R. Mitchell. "Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning," *Journal of Science Education Technology*, Vol. 18, pp. 7-22, 2009.
- [18] K. D. Squire, M. Jan. "Mad City Mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers," *Journal of Science Education Technology*, Vol. 16, pp. 5-29, 2009.
- [19] E. Klopfer, J. Sheldon. "Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games," *New Direction for Youth Development*, Vol. 2010, No. 128, pp. 85-94, 2010.
- [20] W. Liu, A. D. Cheok, C. L. Mei-Ling, Y. -L. Theng. "Mixed Reality Classroom: Learning from Entertainment," in *Association for Computing Machinery*, Perth, Australia, pp. 65-72, 2007.
- [21] J. R. Huh, I. -J Park, Y. Sunwoo, H. J. Choi and K. J. Bhang. "Augmented Reality (AR)-Based Intervention to Enhance Awareness of Fine Dust in Sustainable Environments," *Sustainability*, Vol. 12, No. 23, 9874, 2020
- [22] D. Chytas, E. O. Johnson, M. Piagkou, A. Mazarakis, G. C. Babis, E. Chronopoulos, V. S. Nikolaou, N. Lazaridis, K. Natsis. "The role of augmented reality in Anatomical education: An overview," *Annals of Anatomy*, No. 229, 151463, 2020.
- [23] B. E. Shelton, N. R. Hedley. "Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate

- geography students,” in *Proceedings of the First IEEE International Workshop Augmented Reality Toolkit*, Darmstadt, Germany, pp. 8, 2002.
- [24] M. Ma, P. Fallavollita, I. Seelbach, A. M. Von Der Heide, E. Euler, J. Waschke, N. Navab. “Personalized augmented reality for anatomy education,” *Clinical Anatomy*, Vol. 29, No. 4, pp. 446-453, 2015.
- [25] S. Somyurek. “Attracting Z generation’s attention in learning process: Augmented reality,” *Education Technology Theory Implementation*, Vol. 4, pp. 63-80, 2014.
- [26] K. Walczak, R. Wojciechowski, W. Cellary. “Dynamic interactive VR network services for education,” in *Proceedings of the ACM symposium on Virtual Reality Software and Technology*, Limassol, Cyprus, pp. 277-286, 2006.
- [27] M. Terman, J. S. Terman, F. M. Quitkin, P. J. McGrath, J. W. Stewart, B. Rafferty. “Light therapy for seasonal affective disorder,” *Neuropsychopharmacology*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-22, 1989.
- [28] H. S. Im, D. U. Shin. “Effects of sunlight on the health of the human body,” in *Proceedings of 2017 Korea Entertainment Industry Association*, Wonju, pp. 86-89, 2017.
- [29] R. Nair, A. Maseeh. “Vitamin D: The “sunshine” vitamin,” *Journal of Pharmacol Pharmacother*, Vol. 3, No. 2, pp. 118-126, 2012.
- [30] G. Vandewalle. “The stimulation impact of light on brain cognition function,” *Medical Science*, Vol. 30, No. 10, pp. 902-909, 2014.
- [31] S. S. Lee. “The Development of Educational Program for the Elderly and Its Effects,” *Journal of the Korea Gerontological Society*, Vol. 21, No. 2, pp. 85-98, 2001.



허정림(Huh-Jung Rim)

2001년 : 이화여자대학교 대학원 (교육학석사)
 2012년 : 이화여자대학교 대학원 (공학박사-환경공학)

1996년~2004년: (재)세민환경연구소 팀장
 2004년~2012년: (사)건설문화연대 사무국장
 2017년~2017년: 이화여자대학교 산학협력단 선임연구원
 2008년~현 재: 건국대학교 사회환경공학부 연구교수
 ※ 관심분야 : 증강현실(Augmented Reality), 가상현실(Virtual Reality), IOT연계 플랫폼 등



방건준(Kon-Joon Bhang)

2003년 : 오하이오주립대학교 대학원 (공학석사)
 2008년 : 오하이오주립대학교 대학원 (이학박사-원격탐사)

2008년~2010년: 이화여자대학교 환경공학과 연구교수
 2016년~2017년: ㈜에픽스카이 대표이사
 2011년~현 재: 금오공과대학교 토목공학과 교수
 ※ 관심분야 : 원격탐사(Remote Sensing), 공간정보체계(Geospatial Information System), 머신러닝(Machine Learning), 증강현실(Augmented Reality), 가상현실(Virtual Reality), 무인이동체기술 등