미세먼지 관리 모바일 어플리케이션의 질 평가

이재빈¹, 우혜경²

¹공주대학교 일반대학원 보건행정학과 석사과정생, ²공주대학교 보건행정학과 교수

Quality Evaluation of Fine Dust Management Mobile Applications

Jae Bin Lee¹, Hyekyung Woo²

¹Graduate Student, Department of Health Administration, Kongju National University, Gongju; ²Professor, Department of Health Administration, Kongju National University, Gongju, Korea

Objectives: This study aims to identify the contents characteristics of fine dust management apps currently released in Korea and evaluate the quality level. **Methods:** We found 400 apps to search for keywords related to fine dust, and 30 apps that meet certain criteria were selected as the final research subjects. It describes the main content status of 30 apps. Additionally, we evaluate the quality level of the app by utilizing the mobile application rating scale (MARS). We analyze the correlation between MARS Score, consumer score, and number of reviews. **Results:** Most fine dust apps were providing contents that provide fine dust concentration based on global positioning system (GPS). According to the MARS evaluation, engagement was low in average score, and in aesthetic, the gap between apps was large. The correlation analysis between the scores was not significant. **Conclusions:** It is necessary to develop differentiated contents such as personal health records and monitoring in order to increase the motivation and sustainability of using the fine dust mHealth app.

Key words: mHealth, Dust, Mobile applications

서론

우리나라의 미세먼지 오염은 다른 경제협력개발기구(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) 국가에 비해 심각한 수준을 보이고 있다[1]. 미세먼지는 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 지정한 1급 발암물질로써, 만성 폐쇄성 폐질환 등 각종 호흡기 질환에도 악영향을 미친다[2]. 미세먼지를 관리하기 위해 정부 등에서 미세먼지 절감 정책 등을 마련하고 있지만, 한계점이 존재하기 때문에 미세먼지로부터 개인이 능동적으로 관심을 가지고 대응할 수 있는 방안이 필요한 시점이다.

최근 미세먼지로부터 개인이 대응할 수 있는 방법 중 한 가지로써

mobile Health application (mHealth 앱)이 활용되고 있다. mHealth 앱은 모바일 기기를 통해 제공되는 건강 관련 서비스를 일컫는 단어로서 다양한 mHealth 영역 중 하나라고 할 수 있다[3]. mHealth 앱은 만성질환, 신체활동, 영양 등 건강의 다양한 영역에서 개발되고 있으며, 시장 점유율이 지속적으로 증가하고 있다[4,5]. 이에 발맞춰 미세먼지 분야도 많은 mHealth 앱을 출시하고 있으며, 사물인터넷(Internet of Things, IoT) 등을 활용한 콘텐츠 개발 연구가 진행되기 시작했다[6].

mHealth 앱의 수요와 공급의 지속적인 증가와 함께, mHealth 앱들이 질적으로 우수한 지에 대한 검증도 이루어지고 있다. 최근 국외에서는 COVID-19 발생률 모니터링 및 관리와 관련된 앱들이 개발되고 있으며, 이 앱들의 콘텐츠 분석 및 유효성을 파악하는 연구가 함께 진

Corresponding author: Hyekyung Woo

56 Gongjudaehak-ro, Gongju 32588, Korea
Tel: +82-41-850-0328, Email: hkwoo@kongju.ac.kr

Received: February 8, 2021 Revised: February 23, 2021 Accepted: February 24, 2021

*This work was supported by the Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (No. 2020R1C1C1009679).

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

How to cite this article:

Lee JB, Woo H. Quality evaluation of fine dust management mobile applications. J Health Info Stat 2021;46(1):110-116. Doi: <https://doi.org/10.21032/jhis.2021.46.1.110>

© It is identical to the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permit unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2021 Journal of Health Informatics and Statistics

행되었다[7]. 신체활동 등 다양한 건강행태 영역 앱들에 대해서도 분석 및 리뷰가 진행된 바가 있다[9]. 또한 mHealth의 사용 효과를 검증하기 위한 연구도 진행되기 시작하였다[10].

이와 같이 mHealth 앱들에 대한 체계적인 리뷰 및 평가가 활발히 진행되는 이유는 mHealth 앱 개발의 급속한 증가로 인해 mHealth 앱의 정보 및 기능의 신뢰성 문제가 함께 중요한 이슈로써 부각되고 있기 때문이다. 또한 소비자들의 높은 질의 앱 선택을 위한 참고 지표가 제한적이라는 점도 언급되고 있기도 한다[11]. 미세먼지 mHealth 앱 역시, 미세먼지 관련 정보를 제공하는 앱이 지속적으로 출시되고 있지만, 아직까지 소비자들 질 높은 미세먼지 앱을 선택할 수 있는 근거는 충분치 않다.

이에 본 연구는 현재 국내에서 출시된 미세먼지 관리 앱들의 질적 수준을 평가하고자 한다. 이를 위해 1) 미세먼지 관리 앱들의 도메인 콘텐츠 특성을 파악하고, 2) 검증된 도구를 활용하여 앱의 질적 수준을 평가하고자 한다.

연구 방법

본 연구는 미세먼지 관리 앱들의 주요 콘텐츠 특성을 파악하고, 이를 기반으로 앱 콘텐츠들의 질을 평가하고자 하였다. 이를 위해 미세먼

지 관련 키워드를 통해 검색된 앱들 중 일정한 기준을 충족한 앱들을 대상으로 콘텐츠의 특성 및 기능을 파악하였다. 추가적으로 선행연구에서 다수 사용되고 있는 앱 평가 도구를 활용하여 앱의 질 평가를 실행하였다.

앱 검색 및 콘텐츠 분석

먼저 미세먼지 앱의 주요 콘텐츠 도메인을 선정하기 위하여 국내에서 소비자들 주로 사용하고 있는 미세먼지 앱 10개를 선정하고 파일럿 테스트를 진행하였으며 주요 콘텐츠를 분류하였다. 다음 미세먼지 앱 검색을 위한 주요 키워드를 선정하기 위해 우선적으로 선행 논문을 참고하였다. 추가적으로 모바일 앱 플랫폼에서 미세먼지 검색 시 나타나는 상위 연관 검색어를 고려하여 주요 키워드를 'PM2.5', 'PM10', '미세먼지', '황사'로 선정하였다. 그 후 2019년 12월 30일부터 2020년 1월 2일까지 선정된 키워드 별로 각각 50개의 앱을 검색하여 총 400개 앱(android 200개, iPhone 200개)을 검색하였다. 이 중 국내에서 앱 소비자들에게 인지도가 상대적으로 높은 미세먼지 앱을 선별하기 위하여 (1) 별점 4.0 이상인 앱, (2) 리뷰 수 TOP 50, (3) 중복되지 않는 앱, (4) 주제와 관련성이 높은 앱, (5) 한국어로 설정된 앱, (6) 오류 없는 앱과 같이 6가지 기준에 모두 충족하는 앱을 연구대상으로 선정하였다.

Figure 1. App review and select process. App, application.

미세먼지 관리 앱의 질 평가

선정된 앱들은 Mobile Application Rating Scale (MARS) 척도를 통해 평가하였다. MARS 모바일 앱을 평가하기 위하여 최근 국외에서 개발된 앱 평가도구이다[11]. 현재 다양한 모바일 헬스 분야의 앱에서 활용되고 있다[12,13]. MARS는 몰입성, 심미성, 기능성, 정보제공성, 주관적 평가의 5가지 카테고리 및 23개의 문항으로 구성되어 있다. 각 항목에 대해서는 5점 척도로 평가하고 있다. MARS 평가 척도는 문항 간의 높은 신뢰도를 보여주고 있으며, mHealth 관련 분야의 경력 및 전문지식을 가진 연구자로 구성되어 개발이 진행되었다[11]. 연구대상 앱들의 평가는 2020년 1월 3-10일까지 일주일 동안 진행하였다. 앱의 평가는 편향을 방지하기 위하여 보건의료전공자 4명이 블라인드 방식으로 교차하여 평가하였다. 다음으로 앱을 각각 일주일 동안 평가된 점수를 카테고리 별로 평균을 산출하였고 5개 카테고리의 평균으로 전반적인 질 점수(Overall score)를 산출하였다. 추가적으로 앱의 MARS 평가 점수와 실제 소비자 별점, 리뷰 수들 간의 상관관계 계수를 산출하여 상

관성을 파악하였다. 마지막으로 산점도 행렬을 통해 이를 시각화하였다. 분석 프로그램으로는 R 4.0.0 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) 프로그램을 사용하였다

연구 결과

앱 선정 결과

검색 키워드를 통해 400개의 앱을 검색하였다. 400개의 앱 중 6가지 기준에 부합하지 않는 앱을 제외하고 최종 30개의 앱(android 11개, iPhone 19개)을 연구대상으로 선정하였다(Figure 1).

앱 콘텐츠 분석 결과

앱의 콘텐츠 특성 및 현황 파악은 다음 Table 1과 같다. 도메인은 콘텐츠의 성격에 따라서 미세먼지 농도 및 생활 관련 정보를 제공해주는 콘텐츠는 정보제공성 콘텐츠로, 미세먼지 정보 지원에 필요한 기본 기능은 기능성 콘텐츠로, 그 외 운영체제, 업데이트 등은 기본 콘텐츠로 분류하였다. 기본 콘텐츠에서 업데이트 주기는 3개월 이내 22개(73.5%), 3-6개월 1개(3.3%), 6개월 이상 7개(23.3%)로 다수의 앱이 3개월 이내에 업데이트가 이루어지고 있었다. 광고를 삽입하고 있는 앱은 26개(86.7%)로 대부분을 차지하고 있었다. 기능성 콘텐츠에서는 GPS (global positioning system) 기반의 자신 위치를 중심으로 미세먼지 농도 및 날씨를 제공하고 있었다(90%). 다음으로 날씨 및 미세먼지 예측 기능이 26개(86.7%)로 가장 많은 앱들이 지원을 하고 있었다. 또한 미세먼지 정보를 타인과 공유하는 커뮤니티 기능은 21개(70.0%)의 앱이 지원하고 있었다. 정보제공성 콘텐츠에서는 대기오염정보를 지원하고 있는 앱이 19개(63.3%)로 나타났다. 기상청 및 관측소를 통한 미세먼지 관련 뉴스 제공 콘텐츠가 17개(56.7%)로 그 다음으로 많았다. 미세먼지에 따른 유용한 생활 팁을 제공해주는 콘텐츠는 12개(40.0%)로 나타났다.

Table 1. App contents analysis

Domain	Total (n=30)
Basic contents	
OS	
Android	11 (36.7)
iPhone	19 (63.7)
Update (mon)	
< 3	22 (73.3)
3-6	1 (3.3)
> 6	7 (23.3)
Advertisement	26 (86.7)
Function	
Widget	22 (73.3)
Community & weather sharing	21 (70.0)
GPS	27 (90.0)
Link of organization and lab	17 (56.7)
Multiple language	6 (20.0)
Alarm	18 (60.0)
Forecast	26 (86.7)
Map function	17 (56.7)
Information	
Cause of fine dust	7 (23.3)
Oversea information	8 (26.7)
Weather information	22 (73.3)
Disaster information	4 (13.3)
Air pollution information	19 (63.3)
Action tips	12 (40.0)
Term definition	11 (36.7)
News	17 (56.7)

Unit: n (%).

App, application; OS, operating system; GPS, global positioning system.

Figure 2. MARS score dimensions. MARS, mobile application rating scale; app, application.

앱의 질 평가 결과

MARS를 활용하여 앱의 질을 평가한 결과 각 영역별 평균 점수는 몰입성 3.06 (standard deviation, SD: 0.45), 기능성 3.61 (SD: 0.38), 심미성 3.37 (SD: 0.64), 정보제공성 3.58 (SD: 0.44)로 나타났다. 다음 Figure 2는 MARS 평가 영역별 점수를 상자그림으로 나타낸 결과이다. 전반적으로 몰입성의 평가 점수가 낮은 것으로 나타났다. 심미성은 앱들 간의

격차가 가장 크게 나타났다. 기능성과 정보제공성은 유사한 분포를 나타냈다 전반적인 점수를 기준으로 가장 높은 평가를 받은 앱은 ‘하이날씨’ 앱으로 3.8점으로 나타났다. 하이날씨 앱은 기능성과 정보제공성에서 4점 이상의 높은 평가를 받았다(Table 2, Figure 2).

MARS 점수와 소비자가 직접 평가한 별점, 리뷰 수 간의 상관관계를 분석한 결과는 다음 Figure 3과 같다. MARS Overall score와 소비자

Table 2. TOP 10 mobile app rating scale by MARS

App name	OS	Engagement	Functionality	Aesthetics	Information	Subjective quality	Overall score	Rating	Number of review
하이날씨	iPhone	3.3	4.2	3.8	4.2	4.2	3.8	4.7	321
대기오염정보	Android	4.0	3.9	4.1	4.2	4.3	3.6	4.6	5,000
미세먼지 PM10	Android	3.0	4.1	3.6	3.7	3.1	3.4	4.0	10,000
첫화면날씨	Android	3.6	3.9	4.1	3.6	3.9	3.4	4.3	7,782
AirVisual	iPhone	3.7	4.0	3.7	3.8	3.8	3.3	4.7	8,860
날씨날씨	Android	3.7	3.9	3.9	3.9	3.6	3.3	4.7	4,600
AirVisual	Android	3.4	3.8	4.1	4.1	3.5	3.3	4.7	130,342
원기날씨	Android	2.9	3.9	4.4	4.0	3.7	3.3	4.5	70,379
Dusts	iPhone	3.4	3.7	4.2	3.7	3.8	3.3	4.2	164
이런X미세	iPhone	3.0	3.9	3.5	3.8	3.6	3.3	4.7	27

MARS, mobile application rating scale; App, application; OS, operating system; GPS, global positioning system.

Figure 3. Correlation analysis.

별점의 상관계수는 0.014, MARS Overall score와 리뷰 수의 상관계수 0.10, 소비자 별점과 리뷰 수는 0.16으로 모두 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다.

고 찰

본 연구는 국내에서 활용되고 있는 미세먼지 관리 앱들이 질적으로 유용한 지에 대해 평가하고자 하였다. 이를 위해 우선적으로 미세먼지 앱의 도메인 콘텐츠를 파일럿 테스트를 통해 파악하였다. 다음으로 연구대상 앱들의 파일럿 테스트를 통해 파악된 콘텐츠 현황을 기술하였다. 추가적으로 검증된 도구를 활용하여 앱의 질적 수준을 평가하고자 하였다. 다음 연구의 결과는 몇 가지 논의점을 갖는다.

첫째, 최종 연구대상 앱 선정을 위한 분류 과정에서 'iOS' 앱보다 '안드로이드'의 앱이 분류 기준을 충족시키지 못하여 연구대상에 제외되는 경우가 상대적으로 많았다. 이는 'iOS'의 '앱 스토어'와 '안드로이드'의 '구글 플레이 스토어' 간의 근본적인 앱 출시 심사 지침의 차이가 있는 것이 그 이유 중 하나가 될 수 있다. 앱 스토어의 경우 개발자의 앱 출시를 심사할 경우 심사 절차가 보다 엄격한 데 반해 구글 플레이 스토어는 심사 과정이 거의 없다[12]. 이 때문에 앱 스토어의 앱은 대부분 오작동이 적고, 구글 플레이 스토어 앱은 오류가 있는 앱이 종종 발견된다. 이는 mHealth 앱의 무분별한 출시의 원인이 될 수 있으며, 이는 mHealth 앱을 선택하는 소비자에게 혼란과 불편함을 야기할 수 있다.

둘째, 기능 및 정보제공성 콘텐츠 분석 결과에서 알 수 있듯이, 미세먼지 앱은 GPS를 기반으로 미세먼지 농도를 제공하는 것이 가장 일반적인 서비스 모델임을 알 수 있었다. 현재 우리나라 국민들은 미세먼지의 심각성에 대해 민감하게 인지하고 있고[13], 보건의료계에서는 미세먼지에 대한 대응 방안으로써 건강피해 규모 예측과, 미세먼지의 농도 수준에 따른 건강영향을 파악하기 위한 건강지표 개발 및 모니터링 구축의 필요성을 강조하고 있다[14]. 또한 미세먼지 앱이 활발히 사용되고 있는 중국에서는 웨어러블(wearable) 기기 연동을 통해 정보를 전달하는 기능이 제공되고 있으며, 미세먼지 농도를 직접적으로 측정할 수 있는 기술이 접목되고 있다[15]. 이는 국내의 미세먼지 관리 앱들이 차별화된 콘텐츠 개발에 참고 할 수 있는 기술이며, 측정된 미세먼지 농도에 있어 앱 소비자들에게 측정 방식을 소개하는 등 신뢰도를 높일 수 있는 방안 마련 역시 중요한 이슈임을 시사한다. 이처럼 단순히 미세먼지 농도 정보만을 제공하기보다는 앱 소비자의 니즈와 학계의 건강관리지침 등을 고려한 방향으로 콘텐츠를 다각화하는 방향이 필요하다.

셋째, 현재까지 미세먼지 앱에서 제공하는 정보제공성 콘텐츠는 보편적으로 외부 기관 사이트의 링크를 통해 간접적으로 정보를 제공하

고 있었다. 미세먼지에서 현재 제공하고 있는 콘텐츠는 mHealth 앱뿐만 아니라 다양한 웹사이트, Android, iOS 기본 위젯에서도 제공되고 있다. 이는 미세먼지 mHealth 앱이 제공할 수 있는 정보가 한정적이고 차별화가 부족하다는 점에서 앱 사용 동기 저하에 대한 문제가 발생할 가능성이 있다. 앱 사용에 대한 동기 부족은 모바일 헬스케어의 효과를 저해할 수 있는 요소로써 mHealth 분야에서 오랫동안 문제 제기가 되어오고 있다[16]. mHealth 앱의 중요한 사용 동기 요인 중 하나는 사용자가 지속적으로 자신의 건강을 기록하고 체크하는 것[17]이라는 점을 미루어 볼 때, 실시간 미세먼지 정보 제공 및 피드백, 미세먼지로부터의 개인 건강 체크 및 모니터링 할 수 있는 콘텐츠를 고안하는 것이 필요할 것으로 보인다. 추가적으로 미세먼지의 관련 질병 및 건강 정보 제공 등을 통해 미세먼지의 위험에 대한 인지를 높이는 것이 필요하다.

넷째, MARS를 통한 앱 평가에서 몰입성의 평가가 낮은 것으로 나타났다. 심미성 평가에서는 앱들 간의 격차가 크게 나타났다. 이는 앞에서 앱 사용 동기 및 지속성을 저하시킬 수 있다는 점에서 맥락을 같이한다. mHealth 앱은 상대적으로 낮은 비용과 시공간적 제약 없이 사용할 수 있다는 점에서 새로운 건강관리 서비스로 가능성을 인정받고 있지만, mHealth의 낮은 몰입성 문제는 이와 같은 mHealth 앱을 저해시키는 요인이 될 수 있다는 지적이 나오고 있다[18]. mHealth 디자인에 관한 이슈 mHealth 앱의 시장이 확대되면서 연령층에 따라 사용 편의성이 크게 차이가 날 수 있다는 문제도 존재하고 있다[19]. 이를 보완하기 위하여 mHealth 디자인 설계를 위한 가이드라인 모델이 개발되고 있으며[20], 사용자의 연령 및 건강 관련 분야를 고려한 맞춤형 디자인 설계에 대한 연구가 이루어지고 있다[21]. 향후 미세먼지 앱 개발에서도 몰입성 사용자의 특성 및 분야를 고려한 맞춤형 디자인을 고안하는 등 mHealth 앱의 한계점을 보완하는 것이 필요하다.

다섯째, 상관분석 결과에서 앱 소비자 별점 및 리뷰와 MARS overall score 간의 상관관계를 분석한 결과 유의미한 결과가 나타나지 않았다. 이 결과는 소비자 별점과 같은 평가 척도의 한계점을 유추할 수 있는 결과이기도 하지만, 앱의 질 평가 또한 평가 주체에 따라서 시각 차이가 있음을 보여준다. 따라서 앱 평가도 전문가에 국한된 것이 아닌 사용자의 피드백도 복합적으로 고려하는 것이 중요하다. 국외에서는 이 점을 보완하기 위한 보건의료전문가가 아닌 사용자 중심의 uMARS 척도가 개발되어 사용되기 시작했다[22]. 이는 기존의 MARS 척도가 mHealth 및 관련 보건 전문가를 대상으로 하였다는 제한점을 벗어나 앱 사용자로 대상을 확대하여 앱 평가를 진행할 수 있다는 점에서 비교적 용이하다[22]. 즉, 소비자의 앱 선택에 있어 기초자료가 될 수 있는 앱의 질 평가 또한 평가의 신뢰도를 높이기 위해서 평가 주체를 다각화할 필요가 있으며, 추가적으로 국내 앱 사용자들의 특성을 고려

한 맞춤형 척도 개발이 이루어지는 것이 무엇보다 중요하다.

본 연구는 다음과 같은 몇 가지 제한점을 갖는다. 첫째, 본 연구는 한정된 기간을 두고 연구를 진행하였다. mHealth 앱들은 주기적으로 업데이트가 이루어지기 때문에 현재의 콘텐츠 특성을 반영하지 못하였다. 둘째, 국내 앱에서 다수 활용되고 있는 앱을 기준으로 연구를 진행하였기 때문에 국내외적으로 일반화하는 것에는 한계가 존재한다. 셋째, 현재 mHealth 앱의 질을 평가하기 위하여 사용자 중심의 uMARS 평가 척도가 개발되었음에도 이를 함께 고려하여 평가하지 못하였다. 이와 같은 제한점에도 불구하고, 본 연구는 국내외에서 최초로 미세먼지 mHealth 앱을 리뷰 및 평가해 보았다는 점에서 의의를 갖는다.

결론

본 연구는 국내에서 활용되고 있는 미세먼지 앱의 콘텐츠 특성을 기술하고 앱의 질적 평가를 진행하였다. 이는 국내외적으로 이루어지지 않은 미세먼지 앱의 질 평가를 최초로 시도해 보았다는 점에서 의의를 갖는다. 현재 국내의 미세먼지 앱들은 보편적인 미세먼지 농도 정보 제공을 넘어서서 앱 사용 동기 및 지속성을 향상시킬 수 있는 차별화된 콘텐츠 및 디자인 개발이 필요할 것으로 사료된다. 추가적으로 사용자와 보건의료전문가 간의 협력을 통한 앱 평가 척도 개발 및 질 평가 연구가 이루어져야 한다.

ORCID

Jae Bin Lee <https://orcid.org/0000-0002-7996-4851>

Hyekyung Woo <https://orcid.org/0000-0001-5489-3404>

REFERENCES

1. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). OECD environmental performance reviews: Korea 2017. 2017.
2. Cheon JM, Yang YJ, Yoon YS, Lee ES, Lee JH, Huh Y, et al. Influence of fine particulate dust particulate matter 10 on respiratory virus infection in the Republic of Korea. *Korean J Fam Pract* 2019;9(5):454-459 (Korean). DOI: 10.21215/kjfp.2019.9.5.454
3. World Health Organization. mHealth: new horizons for health through mobile technologies: second global survey on eHealth. Geneva: World Health Organization; 2011.
4. Yerrakalva D, Hajna S, Griffin S. Effects of mobile health app interventions on sedentary time, physical activity, and fitness in older adults: systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res* 2019;21(11):e14343. DOI: 10.2196/14343
5. Harada N, Ito J, Atsuta R, Hori S, Takahashi K. Mobile health app for Japanese adult patients with asthma: clinical observational study. *J Med Internet Res* 2020;22(8):e19006. DOI: 10.2196/19006
6. Chang S, Jeong K. A mobile application for fine dust monitoring system. In 2017 18th IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM); 2017.
7. Ming LC, Untong N, Aliudin NA, Osili N, Kifli N, Tan CS, et al. Mobile health apps on COVID-19 launched in the early days of the pandemic: content analysis and review. *JMIR Mhealth Uhealth* 2020;8(9):e19796. DOI: 10.2196/19796
8. Grist R, Porter J, Stallard P. Mental health mobile apps for preadolescents and adolescents: a systematic review. *J Med Internet Res* 2017;19(5):e176. DOI: 10.2196/jmir.7332
9. Milne-Ives M, Lam C, De Cock C, Van Velthoven M. Mobile apps for health behavior change in physical activity, diet, drug and alcohol use, and mental health: systematic review. *JMIR Mhealth Uhealth* 2020;8(3):e17046. DOI: 10.2196/17046
10. Cai X, Zhang F, Lin C, Zhang X, Wang Z, Xing H, et al. Achieving effective and efficient basal insulin optimal management by using mobile health application (APP) for type 2 diabetes patients in China. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2020;13:1327-1338. DOI: 10.2147/DMSO.S244826
11. Stoyanov SR, Hides L, Kavanagh DJ, Zelenko O, Tjondronegoro D, Mani M. Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps. *JMIR Mhealth Uhealth* 2015;3(1):e27. DOI: 10.2196/mhealth.3422
12. Choi WY. Understandable IT knowledge for non-publicist. Seoul: TWIG; 2020 (Korean).
13. Ministry of Culture, Sport and Tourism. A report on public participation awareness and policy empathy to solve fine dust problems. Sejong: Ministry of Culture, Sport and Tourism; 2018 (Korean).
14. Lee SH. 9.26 Direction of research and adaptation measures in the health sector after the announcement of comprehensive measures for fine dust management. *Health Welf Issue Focus* 2018;346:1-8 (Korean).
15. Health and Safety in Shanghai. Available at <https://healthandsafetyin-shanghai.com/china-apps/> [accessed on February 19, 2021].
16. Woldaregay AZ, Issom DZ, Henriksen A, Mattila H, Mikalsen M, Pfuhl G. Motivational factors for user engagement with mHealth apps.

- Stud Health Technol Inform 2018;249:151-157.
17. Park NY, Hwang JH, Choi YK, Park SH, Lee YK. A study on the experience of mHealth based on health belief model: focus group interview. Korean J Health Educ Promot 2019;36(3):97-111. DOI: 10.14367/kjhep.2019.36.3.97
18. Holdener M, Gut A, Angerer A. Applicability of the user engagement scale to mobile health: a survey-based quantitative study. JMIR Mhealth Uhealth 2020;8(1):e13244. DOI: 10.2196/13244
19. Choi Y, Kim S. A study on directionality of mobile healthcare content design for user convenience. J Commun Design 2018;62:152-162 (Korean).
20. Schnall R, Rojas M, Bakken S, Brown W, Carballo-Diequez A, Carry M, et al. A user-centered model for designing consumer mobile health (mHealth) applications (apps). J Biomed Inform 2016;60:243-251. DOI: 10.1016/j.jbi.2016.02.002
21. Shin JY, Lee CG, Lee KH. User experience (UX) strategy for healthcare applications for forming a continual exercise habits-focused on 20-30 women. Design Forum 2016;50:101-112 (Korean).
22. Stoyanov SR, Hides L, Kavanagh DJ, Wilson H. Development and validation of the user version of the mobile application rating scale (uMARS). JMIR Mhealth Uhealth 2016;4(2):e72. DOI: 10.2196/mhealth.5849