

지역사회 어르신을 위한 디지털 헬스 기반 건강관리서비스의 효과

박나영*, 윤난희**†, 황정해***, 신동수****, 김동진*****

*한국보건사회연구원 보건정책연구실 부연구위원, **원광대학교 복지·보건학부 조교수,
한양사이버대학교 보건행정학과 교수, *한림대학교 간호학과 교수, *****한국건강증진개발원 혁신사업센터 디지털헬스케어팀장

Effects of digital health services for older adults in the community

Na-Young Park*, Nan-He Yoon**†, Jeonghae Hwang***, Dong-Soo Shin****, Dong-Jin Kim*****

* Associate Research Fellow, Department of Health Policy Research, Korea Institute for Health and Social Affairs,

** Assistant Professor, Division of Social Welfare & Health Administration, Wonkwang University,

*** Professor, Department of Health Administration, Hanyang Cyber University,

**** Professor, Division of Nursing, Hallym University,

***** Team Manager, Digital Healthcare Team, Healthcare Innovation Center, Korea Health Promotion Institute

Objectives: With a rapid aging population and the expansion of digital health strategies after the COVID-19 pandemic, AI-IoT-based health services for older adults in the community were introduced. This study aimed to analyze the impact of digital health strategies on the health of older adults. **Methods:** The study was conducted with 9,566 older adult participants who enrolled in a health management program at 24 public health centers from November 10, 2020, to December 10, 2021, and completed the post-evaluation after using the services for over six months. Paired t-tests were performed to compare changes in frailty levels and health practices before and after the program. **Results:** Participants improved frailty levels, walking practices, and healthy eating practices. Positive changes were observed in all aspects of frailty, including overall, social, and cognitive frailty, as well as in the detailed evaluation items. **Conclusion:** The digital health strategies improved accessibility to healthcare services for older adults, allowing participation without time and space limitations. This contributed to an increase in the scale and sustainability of the program.

Key words: digital health, older adults, health promotion, frailty

I. 서론

우리나라는 급속한 고령화의 진행으로 초고령사회 진입을 앞두고 있다(Statistics Korea, 2023). 고령층은 만성질환의 유병률이 높고, 그로 인한 의료비 부담이 가중되어 지

역사회에서의 효과적인 건강관리 방안이 절실히 요구된다. 그러나 금전적인 부담과 서비스 접근성 등의 제약으로 인해 모든 노인이 필요한 건강관리 서비스를 이용하기에는 제한적인 상황이다. 이에 따라 노인의 다양한 건강 상태를 지속적으로 모니터링하고, 질병 예방 및 건강증진을 목표

Corresponding author: Nan-He Yoon

Division of Social Welfare and Health Administration, Wonkwang University 460 Iksandae-ro, Iksan, Jeonbuk, 54538, Republic of Korea

주소: (54538) 전라북도 익산시 익산대로 460, 원광대학교 복지·보건학부

Tel: +82-63-850-6563, Fax: +82-63-850-6666, E-mail: yoonnh07@wku.ac.kr

※ 본 연구는 2021년 보건복지부 연구 용역 「AI-IoT 기반 어르신 건강관리서비스 효과 분석 및 확산 방안 연구」(No. 20210800282 - 00) 연구의 결과를 발전시켜 진행한 연구이며, 교신저자인 부편집위원장은 논문의 사독위원 선정, 사독과정, 최종 판정 등에 일체 관여하지 않았음을 밝혀둡니다.

• Received: December 4, 2024

• Revised: December 18, 2024

• Accepted: December 22, 2024

로 하는 맞춤형 서비스를 제공하는 공공 보건사업의 중요성이 점차 강조되고 있다. 고령층의 질병 관리와 예방을 위해 건강한 노년기를 보낼 수 있는 환경 조성이 필요하며, 그를 위하여 지역사회를 중심으로 제공되는 공공 영역의 고령층 건강관리 사업에 대한 필요성이 대두되었다(Boo & Oh, 2023; Kim, Lee, Jeon, & Kim, 2024).

특히 코로나바이러스감염증-19(이하 코로나19)의 대규모 유행 이후로 비대면 의료 및 건강관리 서비스가 더욱 확대되면서(Smith et al., 2020) 공공 영역에서도 고령층을 위한 비대면 건강관리 서비스 도입에 대한 논의가 활발히 이루어졌다. 비대면 건강관리 서비스는 대면 접촉을 최소화하면서도 건강관리의 질을 유지할 수 있기에 고령층에서 효과적인 건강관리 방법으로 평가되어 왔다(Alruwaili, Shaban, & Ramadan, 2023). Tsai, Beh, Ganderton과 Pranata (2024)의 연구는 디지털 헬스 전략이 노인의 건강과 인지기능에 미치는 영향을 체계적 문헌고찰과 메타분석을 통해 종합적으로 검토하고 분석하였다. 총 13개의 연구, 총 19,551명의 연구대상자의 자료를 분석한 결과, 디지털 헬스 전략은 건강한 노화와 인지 건강 향상에 도움이 되는 것으로 평가되었으며, 특히 신체활동 증가, 인지기능 유지 및 개선, 그리고 사회적 참여 촉진 등의 긍정적인 영향이 확인되었다. 또한 이동이나 신체기능이 제한적인 노인에게도 제약 없이 전문적인 건강관리 서비스를 제공할 수 있다는 점에서 공공 보건 서비스로서의 더 큰 의의를 가진다(Baradwan & Al-Hanawi, 2023).

이에 우리나라는 고령층 건강증진을 위해 AI·IoT 기반 어르신 건강관리 시범사업을 도입하여 지역사회 노인을 대상으로 한 비대면 건강관리를 시행하고 있다(Boo & Oh, 2023; Kim et al., 2024). 2020년 11월부터 시작된 이 사업은 허약·만성질환 관리 및 건강관리 행태 개선이 필요한 65세 이상 노인을 대상으로 비대면 건강관리 서비스를 제공하는 사업으로, 2024년 기준 전국 178개 보건소가 참여하고 있다(Lee et al., 2024). 주요 사업 전략은 모바일 앱(APP)과 AI·IoT를 활용한 비대면 건강관리이다. 각 보건소에서는 사업 참여를 신청한 대상자들에게 사업 초기 시점에 대면 방식으로 건강 스크리닝 검사를 실시하고, 그 결과를 바탕으로 대상자를 건강군과 전허약군, 허약군으로 분류한다. 그리고 보건소의 사업 전담팀은 사업 참여자들의 모바일 기기와 스마트 밴드 등을 통해 수집하고 전송한 데

이터를 상시 모니터링하면서 해당 데이터를 기반으로 6개월(24주)간 영역별 전문 건강상담 등을 포함한 맞춤형 비대면 건강관리 서비스를 제공한다. 또한 사업 운영과 관리를 위하여 한국건강증진개발원에서는 사업 기획을 통해 사업에 참여하는 어르신이 활용하는 ‘오늘건강’ 앱을 개발하여 운영하며, 한국사회보장정보원에서는 보건소 담당자용 ‘오늘케어’ 앱(MPHIS)을 개발하여 관리하고 있다.

이와 같은 AI·IoT 기반의 비대면 건강관리 접근은 기존의 대면 중심 건강관리 서비스가 가지는 물리적 제약을 극복할 수 있는 효과적인 대안이 될 수 있고, 나아가 개인 맞춤형 건강관리의 가능성도 확대해 준다(Hur & Park, 2020; Uddin, Khaksar, & Torresen, 2018). 실제로 시범사업으로 시행된 이 사업은 노인의 만성질환 관리, 체력 유지, 정신건강 증진 등에서 긍정적인 결과를 미친 것으로 평가되었다(Kim & Park, 2023; Park, 2023). 본 사업은 노인 인구의 증가와 고령층 건강관리 서비스의 접근성 문제를 해소할 수 있는 중요한 전략으로 강조되며 사업 확대가 추진되고 있고, 2027년 전국 단위로 확대하는 방향을 목표로 진행되고 있다. 따라서 이 사업이 지속적으로 사업 도입의 목적을 달성하고 유지되기 위해서는 객관적이고 타당한 효과 평가가 필요하다.

이에 본 연구는 지역사회 노인을 대상으로 실시된 AI·IoT 기반 어르신 건강관리 시범사업을 통해 제공된 비대면 건강관리 서비스가 노인건강 개선에 미치는 실질적인 효과를 분석하고, 그를 통해 향후 사업의 지속성과 확장 가능성을 확인하는 기초 자료를 제공하고자 하였다. 보다 구체적인 연구목표는 다음과 같다. 첫째, AI·IoT 기반의 비대면 건강관리 서비스가 노인의 전반적인 건강상태 개선에 미치는 효과를 분석한다. 둘째, AI·IoT 기반의 비대면 건강관리 서비스가 노인의 신체활동, 영양 관리, 사회적 관계 등 주요 건강생활 실천에 미치는 영향을 평가한다. 셋째, AI·IoT 기반의 비대면 건강관리 서비스가 노인의 허약 상태와 인지기능 개선에 미치는 영향을 분석한다. 이를 통해 본 연구는 고령층의 복합적인 건강 문제를 해결하기 위한 더 나은 공공 건강정책 개발과 개별 맞춤형 건강관리 방안 제시를 위한 중요한 기초 자료를 제공한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

연구대상은 1차년도 AI·IoT 기반 어르신 건강관리 시범 사업에 참여한 전국의 24개 보건소에서 2020년 11월 10일부터 2021년 12월 10일까지 사업 참가자로 등록하여 6개월 이상 서비스를 이용하고 사후평가를 완료한 노인이다. 2021년 12월 10일 기준, 사후평가를 완료한 대상자 10,657명 중 5개월 미만 참여자 1,091명을 제외하고, 총 9,566명을 최종 분석대상자로 선정하여 분석하였다.

2. 변수 설정

본 연구에서는 1차년도 시범사업에 참여한 전국 24개 보건소에서 모든 사업참여자의 자료를 수집하여 연구를 수행하였다. 해당 자료는 한국건강증진개발원과 한국사회보장정보원의 정보제공 규정에 따라 구득하였고 분석을 진행하였다.

1) 허약점수 도구

본 사업에서는 사업 참여 어르신의 허약 평가를 위하여 Yoon, Lee와 Kim (2019)이 개발하고 노인 코호트 조사 도구와 비교하여 상관성 및 일치도를 검증한 허약 스크리닝 도구를 활용하여 평가를 진행한다. 해당 스크리닝 도구는 전반적 허약 8개 문항, 사회적 허약 5개 문항, 인지적 기능 2가지 문항으로 구성되며, 허약점수 평가 결과에 따라 건강군, 전허약군, 허약군으로 분류한다. 정상군은 전반적 허약점수가 2.5점 미만이고, 사회적 허약점수가 0점, 그리고 인지기능에서 4점 이상 5점 이하의 모든 기준을 충족해야 한다. 전허약군은 전반적 허약점수가 2.5점 이상 4.5점 미만 이거나 사회적 허약점수가 1점, 또는 인지기능점수가 0점 이상 3점 이하인 경우에 해당한다. 마지막으로 허약군은 전반적 허약점수가 4.5점 이상 8점 이하이면서 사회적 허약점수가 2점 이상 5점 이하이거나 인지기능점수가 0점 이상 3점 이하인 경우로 정의한다(Lee et al., 2024).

2) 건강생활 실천 변수

건강생활 실천 도구는 걷기 실천과 건강 식생활 실천의

총 2가지의 지표를 활용하여 평가한다. 걷기는 평소 일주일 동안 장소를 이동할 때 최소 10분 이상 계속 걷기를 실천한 일수를 기준으로 측정한다. 그리고 건강 식생활 실천의 경우 매일 세 끼 식사를 실천했는지의 여부, 매일 물을 충분히 자주 마셨는지의 여부, 고기·생선·달걀·콩류 및 콩제품·우유 및 유제품·채소류·제철 과일류·유지 및 견과류의 다양한 식품을 매일 섭취했는지의 여부를 조사하고, '예'라고 응답한 경우 1점, '아니오'라고 응답한 경우 0점을 부여하여 해당되는 항목의 수를 총 10점을 만점으로 점수화하여 산출하였다.

3. 자료분석

사업 참여 대상군의 사업 참여 전후 허약 스크리닝 도구의 각 측정 항목에 대한 점수와 허약군 분류, 건강생활 실천 여부에 대한 분포를 살펴보고, 대응표본 t-검정(paired t-test) 분석을 통해 사업 전후의 평가 결과를 비교하였으며, 회귀분석을 통해 사업 전후 건강생활 실천의 효과를 확인하였다.

본 연구는 연구자의 소속 학교 기관윤리심의위원회(Institutional Review Board; IRB)의 승인을 받고 시행하였다(승인번호 HIRB-2021-072).

III. 연구결과

1. 연구대상자의 특성

본 연구의 분석에 포함된 연구대상자는 총 9,566명으로 <Table 1>, 성별 분포에서는 여성(5,540명, 57.9%)이 남성(4,026명, 42.1%)에 비해 상대적으로 많았고, 연령대를 살펴보면, 65세 이상 69세 미만의 참여자가 3,396명(35.5%)으로 가장 많았고, 70-74세 2,936명(30.7%), 75세 이상 2,303명(24.1%), 65세 미만 931명(9.7%)의 순으로 나타났다. 허약 스크리닝 도구를 통해 평가한 분류군에 따라서는 전허약군이 6,689명(69.9%)으로 가장 높은 비율을 차지하며, 건강군은 2,792명(29.2%), 허약군은 85명(0.9%)으로 나타났다. 따라서 본 연구의 분석대상자 중 70% 이상이 허약한 상태에 있음을 의미하며, 건강관리 및 개선의 필요성이 높다는 점을 알 수 있다.

<Table 1> General characteristics of study population

N=9,566

General characteristics		n	(%)
Sex	Male	4,026	(42.1)
	Female	5,540	(57.9)
Age	60~64	931	(9.7)
	65~69	3,396	(35.5)
	70~74	2,936	(30.7)
	75+	2,303	(24.1)
Frailty classification	Healthy group	2,792	(29.2)
	Pre-frail group	6,689	(69.9)
	Frail group	85	(0.9)

<Table 2> Changes before and after the intervention according to the frailty groups

Unit: n(%)

Frailty groups	Pre	Post	Pre-post changes
Healthy group	2,792 (29.2)	4,375 (45.7)	2,263 (23.7)
Pre-frail group	6,689 (69.9)	5,144 (53.8)	6,654 (69.6)
Frail group	85 (0.9)	47 (0.5)	649 (6.8)

<Table 3> Changes in frailty before and after the intervention

Unit: n(%)

Changes in frailty		Overall frailty	Social frailty	Cognitive frailty
Improved		3,648 (38.1)	3,389 (35.4)	2,655 (27.8)
Not changed		4,310 (45.1)	5,060 (52.9)	5,116 (53.5)
Worsened		1,608 (16.8)	1,117 (11.7)	1,795 (18.8)
Frailty scores (mean)	Pre	1.4	1.0	4.2
	Post	1.0	0.7	4.4
t		-27.7***	-33.9***	15.0***

Notes. *** p<.001

2. AI·IoT 기반의 비대면 건강관리 서비스가 허약 개선에 미치는 효과

1) 허약군 분포의 변화

사업 전후 분석대상자의 허약군 분포 변화를 확인한 결과<Table 2>, 사업 초기에는 전허약군이 69.9%로 가장 많고, 건강군이 29.2%, 허약군이 0.9%를 차지하였다. 프로그램 시행 이후에는 건강군으로 분류된 참여자가 45.7%로 증가하고, 허약군(0.5%)과 전허약군(53.8%)은 모두 감소하여 본 사업을 통해 제공된 건강관리 서비스를 통해 허약 개선

효과가 확인된 것을 알 수 있었다.

2) 세부 영역 별 허약 수준의 변화

허약을 평가하는 세부 영역(전반적 허약, 사회적 허약, 인지적 허약)별 점수에 따라 분석대상자의 사업 전후 점수 변화를 확인한 결과<Table 3>, 모든 영역에서 허약 수준의 악화율에 비해 유지 및 개선율이 높은 것으로 확인되었다. 특히 영역별 개선율을 살펴보면, 전반적 허약이 38.1%로 가장 높았고, 다음으로 사회적 허약(35.4%), 인지적 허약(27.8%)의 순으로 나타났다. 인지적 허약의 경우, 다른 영

〈Table 4〉 Effects of frailty improvement through practicing healthy behaviors

Variables	Overall frailty changes				Social frailty changes				Cognitive frailty changes			
	Model 1		Model 2		Model 1		Model 2		Model 1		Model 2	
	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.
Sex (ref. Male)												
Female	0.06**	0.01	0.06**	0.01	0.03*	0.01	0.03*	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Age (ref. 60~64 years)												
65~69 years	0.01	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.00	0.03	0.00	0.03
70~74 years	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	-0.02	0.03	-0.02	0.03
75+ years	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05*	0.03	0.06*	0.02	-0.03	0.03	-0.03	0.03
Walking (ref. Not practiced)												
Not changed			0.15**	0.03			0.07**	0.02			0.06*	0.02
Practice more			0.20**	0.03			0.17**	0.02			0.09**	0.03
Dietary behaviors (ref. Not practiced)												
Not changed			0.06**	0.02			-0.01	0.02			0.08**	0.02
Practice more			0.12**	0.02			0.07**	0.02			0.07**	0.02
_cons	2.16**	0.03	1.93**	0.04	2.19**	0.02	2.06	0.03	2.10	0.02	1.98	0.03

Notes. * p<.05, ** p<.01

Coef=Coefficients; S.E=Standard Error; ref=Reference group; _cons=constant

역에 비해 허약 수준이 악화된 비율이 18.8%로 상대적으로 높았다.

또한 분석대상자의 사업 전후 허약 점수에 대한 차이를 대응표본 t-검정을 통해 비교 분석한 결과〈Table 3〉, 모든 영역의 허약 점수가 사업 참여 이전에 비해 사업 참여 이후에 유의하게 개선된 것을 알 수 있었다(p<.001). 전반적 허약 영역의 점수는 1.4점에서 1.0점으로 감소했으며, 사회적 허약 영역의 점수는 사전 1.0점에서 사후 0.7점으로 낮아졌으며, 인지기능 점수는 사전 4.2점에서 사후 4.4점으로 향상되어 모두 유의한 개선 효과가 관찰되었다.

3. 건강행태 개선을 통한 세부 영역 별 허약 수준의 변화

다음으로 AI·IoT 기반 어르신 건강관리 사업 프로그램 중 사업참여자의 걷기 실천과 건강 식생활 실천 여부에 따라 각 허약 영역별 변화에 미치는 영향을 분석한 결과〈Table 4〉, 전반적 허약과 사회적 허약, 인지적 허약의 모든 영역에서 평균 걷기 실천일 수와 식생활 실천 점수가 향상된 대상자는 그렇지 않은 군에 비해 허약 점수가 유의하게 개선되는 것을 확인하였다. 규칙적인 걷기 실천의 증가

나 유지는 전반적 허약, 사회적 허약, 인지적 허약 모두에서 통계적으로 유의미한 긍정적 영향을 미쳤다. 지속해서 건강한 식생활을 실천하거나 유지하는 경우에는 전반적 허약과 인지적 허약이 모두 유의하게 개선되었으며, 사회적 허약은 건강한 식생활 실천 점수가 개선되었을 때 유의하게 향상되는 것으로 나타났다.

한편 성별에 따라서는 전반적 허약과 사회적 허약에서 남성 참여자에 비해 여성 참여자에서 유의한 개선 효과를 확인하였으나 인지적 허약의 경우 성별 간 차이가 유의하지 않았다. 연령대별 차이는 대체로 유의하지 않았으나 75세 이상인 참여자에서 60~64세 참여자에 비해 상대적으로 사회적 허약의 개선 효과가 유의한 것으로 확인되었다.

4. 허약 평가도구 문항별 사전-사후 변화

허약 스크리닝 도구의 평가 문항에 따라 참여 대상자의 사업 후 변화를 확인하고자 사전-사후 설문 응답을 기준으로 개선을, 유지를, 악화를 비교하였다〈Table 5〉. 허약 스크리닝 도구의 평가 문항은 총 15개이며, 전반적 허약 평가 문항이 8개, 사회적 허약 평가 문항이 5개, 인지적 허약

〈Table 5〉 Changes in frailty by items before and after the intervention

Unit: n(%)

Variables		Pre	Post	Pre-post changes		
Hospitalization experiences	No	8,051 (84.2)	8,425 (88.1)	Improved	958 (10.0)	
	Yes	1,515 (15.8)	1,141 (11.9)	Not changed	8024 (83.9)	
				Worsened	584 (6.1)	
Self-rated health	Good	6,481 (67.8)	7,370 (77.0)	Improved	1505 (15.7)	
	Poor	3,085 (32.3)	2,196 (23.0)	Not changed	7,445 (77.8)	
				Worsened	616 (6.4)	
Regular medication use (5 or more prescriptions)	No	7,982 (83.4)	8,397 (87.8)	Improved	829 (8.7)	
	Yes	1,584 (16.6)	1,169 (12.2)	Not changed	8,323 (87.0)	
				Worsened	414 (4.3)	
Significant weight loss in the last year	No	8,982 (93.9)	9,048 (94.6)	Improved	439 (4.6)	
	Yes	584 (6.1)	518 (5.4)	Not changed	8,754 (91.5)	
				Worsened	373 (3.9)	
Overall frailty	No	7,119 (74.4)	7,852 (82.1)	Improved	1,315 (13.8)	
	Sometimes or more	2,447 (25.6)	1,714 (17.9)	Not changed	7,669 (80.2)	
				Worsened	582 (6.1)	
Experienced unintended urine or stool in the last month	No	8,369 (87.5)	8,672 (90.7)	Improved	743 (7.8)	
	Sometimes or more	1,197 (12.5)	894 (9.4)	Not changed	8,383 (87.6)	
				Worsened	440 (4.6)	
Walking ability (TUG Test, 6m)	10 seconds or less	7,658 (80.1)	8,139 (85.1)	Improved	944 (9.9)	
	More than 10 seconds	1,908 (20.0)	1,427 (14.9)	Not changed	8,159 (85.3)	
				Worsened	463 (4.8)	
Hearing or vision difficulties in daily Lives	Normal	8,282 (86.6)	8,662 (90.6)	Improved	798 (8.3)	
	Abnormal	1,284 (13.4)	904 (9.5)	Not changed	8,350 (87.3)	
				Worsened	418 (4.4)	
Reduced going out compared to last year	No	5,583 (58.4)	7463 (78.0)	Improved	2,570 (26.9)	
	Yes	3,983 (41.6)	2,103 (22.0)	Not changed	6,306 (65.9)	
				Worsened	690 (7.2)	
Meeting friends at least once a month	Yes	7,774 (81.3)	8,546 (89.3)	Improved	1,193 (12.5)	
	No	1,792 (18.7)	1,020 (10.7)	Not changed	7,952 (83.1)	
				Worsened	421 (4.4)	
Social frailty	Feeling helpful to friends or family	Yes	8,792 (91.9)	9,100 (95.1)	Improved	545 (5.7)
	No	774 (8.1)	466 (4.9)	Not changed	8,784 (91.8)	
				Worsened	237 (2.5)	
Living alone	Yes	6,921 (72.4)	7,002 (73.2)	Improved	432 (4.5)	
	No	2,645 (27.7)	2,564 (26.8)	Not changed	8,783 (91.8)	
				Worsened	351 (3.7)	
Daily conversations with others	Yes	9,031 (94.4)	9,235 (96.5)	Improved	375 (3.9)	
	No	535 (5.6)	331 (3.5)	Not changed	9,020 (94.3)	
				Worsened	171 (1.8)	

Variables		Pre	Post	Pre-post changes		
Cognitive frailty	0	297 (3.1)	144 (1.5)	Improved	2,346 (24.5)	
	Recalling words (number of recalling words)	1	886 (9.3)	692 (7.2)	Not changed	5,503 (57.5)
	2	2,963 (31.0)	2,855 (29.9)	Worsened	1,717 (18.0)	
	3	5,420 (56.7)	5,875 (61.4)			
	Failed	967 (10.1)	610 (6.4)	Improved	672 (7.0)	
	Drawing a clock within a time limit	Succeeded	8,599 (89.9)	8,956 (93.6)	Not changed	8,579 (89.7)
				Worsened	315 (3.29)	

평가 문항이 2개로 구성된다.

분석 결과, 15개 문항 중 '최근 1년간 체중 감소'를 제외한 14개 문항은 사업 전후 모두 통계적으로 유의한 변화가 확인되었다. 문항별로 살펴보면, 사회적 허약 평가 영역 중 '작년과 비교하면 외출을 적게 하십니까?' 문항에 대해 '예'라고 응답한 참여자의 비율이 사업 이전(41.6%)에 비해 이후(22.0%)에 감소하였고, 이에 따라 외출 빈도가 증가한 참여자는 26.9%로 나타나 전체 문항 중 가장 큰 변화가 관찰되었다. 다음으로 인지적 허약 평가 문항 중 '3가지 단어의 회상' 점수가 개선된 참여자가 24.5%, 전반적 허약 평가의 '주관적 건강상태'가 개선된 참여자가 15.7%, '우울감 경험 여부'가 개선된 참여자가 13.8%의 순으로 개선율이 확인되었다.

그 외에는 세부 영역(전반적 허약, 사회적 허약, 인지적 허약)별로 구분하여 살펴보면, 전반적 허약에서 '보행 능력 (Time up & go test)'이 개선된 참여자가 9.9%, 정기적으로 복용하는 처방약이 5가지 이상이었다가 감소된 대상자가 8.7%였으며, 사업 이전에 의도하지 않은 배뇨 또는 배변 사례를 경험하였다가 이후 이와 같은 경험이 감소한 응답자의 비율이 7.8%였다. 청력, 시력의 어려움 경험의 측면에서도 개선 효과가 관찰되었다.

사회적 허약 평가 항목 중에는 매월 한 번이라도 친구를 만나는지의 여부에 대한 질문에 그렇지 않다고 답변을 했던 응답자가 사업 이후 월 1회 이상 친구를 만나게 된 경우가 12.5%, 가족과 친구에게 스스로 도움이 된다고 느끼지 않았으나 사업 이후 개선된 참여자가 5.7%, 사업 이전에는 그렇지 않았으나 사업 이후 매일 타인과 대화를 하게 된 참여자가 3.9%였다. 인지적 허약 평가 항목 중에는 인지능력 평가 시 자주 활용되는 문항 중 하나인 '제한 시간 내에 작업 완료 여부'에 대한 능력의 개선율은 7.0%로 확인되었다.

IV. 결론 및 논의

우리나라는 세계에서 가장 빠르게 고령화가 진행되는 국가 중 하나로, 2025년에는 전체 인구의 20% 이상이 65세 이상 고령 인구인 초고령사회로 진입할 것으로 예측된다(Statistics Korea, 2023). 이와 같이 급속도로 진행되는 고령화는 보건의료 및 복지 서비스의 수요를 급격하게 증가시키고 있으며, 만성질환과 기능상태 저하의 위험이 높은 노인의 경우 일상적인 건강관리가 필수적이므로 지역사회 보건소와 공공기관의 역할이 더욱 강조되고 있다.

노인의 만성질환과 장애 증가는 개인뿐 아니라 가족과 사회에 큰 영향을 미치며, 이에 따른 장기적인 사회적·경제적 부담을 완화하기 위하여 지역사회 차원에서의 적절한 개입이 필요하다. 현재 우리나라의 보건소는 건강증진과 질병 예방 차원의 다양한 보건의료 서비스와 만성질환 관리 사업을 주도적으로 진행하고 있다. 최근 공공 영역에서 노인의 건강관리 사업을 보다 확대하고 비대면 방식의 서비스 전략을 통해 더 많은 지역사회 노인을 대상으로 건강관리 서비스를 제공하고자 도입된 AIoT 기반 어르신 건강관리 사업의 시작은 큰 의미가 있다.

이에 본 연구에서는 AIoT 기반 어르신 건강관리 사업의 1차년도 참여자들에게서 사업을 통해 수집된 자료를 활용하여 새롭게 도입된 사업에서 적용된 AIoT 기반의 비대면 건강관리 서비스가 어르신의 허약 수준과 건강생활 실천에 미친 영향을 분석하였다. 연구 결과, 6개월간 사업참여자들에게 제공된 맞춤형 건강관리 서비스는 사업참여자들의 허약 수준과 걷기, 건강한 식생활 실천 등 건강생활 실천을 유의하게 개선시키는 방향으로 긍정적인 영향을 미치는 것으로 관찰되었다. 1차년도 시범사업 참여자들에게서 전반적 허약 수준뿐 아니라 사회적 허약과 인지적 허약

으로 구분되는 모든 영역의 허약 수준에서 긍정적인 개선 효과가 관찰되었고, 이러한 양상은 사업을 통해 건강행태가 개선된 참여자들에게서 더 뚜렷하게 나타났다.

이와 같은 긍정적인 효과는 기존 선행연구의 결과와도 일치하는 것으로(Alruwaili et al., 2023; Tsai et al., 2024), 디지털 헬스 중재가 노인의 신체적, 사회적, 인지적 건강 요소 전반에 걸쳐 긍정적인 변화를 유도할 수 있음을 보여주는 결과이다. 비대면 전략을 활용한 접근 방식은 사업 참여에 대한 제약을 감소시키고 접근성을 향상시키며 효과적으로 건강관리를 지원할 수 있는 것으로 나타났다. 디지털 헬스가 노인의 건강증진에 미치는 영향에 대한 체계적 문헌고찰을 진행한 Alruwaili 등 (2023)의 연구에서도 디지털 헬스 전략은 건강관리 서비스에 대한 접근성 개선, 건강 모니터링, 자가관리 지원 등을 통해 노인의 신체적 활동 및 균형 개선에 긍정적인 영향을 미친 것으로 확인되었다.

이와 같이 일반적으로 디지털 헬스 사업은 실시간 건강 정보 모니터링, 개인 맞춤형 신체활동 및 식생활 관리, 데이터 기반의 맞춤형 중재 제공 등의 전략을 포함한다. 본 연구에서 분석한 사업에서도 AI와 IoT를 활용하여 보건소에서 노인의 건강 데이터를 실시간으로 수집하고, 이를 바탕으로 맞춤형 건강관리 서비스를 제공하였다. 이는 기존 연구에서도 확인된 바와 같이 노인 건강관리에서 특히 중요한 요소이며, 노인의 걷기 및 영양 실천이 허약 상태 개선에 유의미한 영향을 미친다는 점을 이번 연구에서도 확인할 수 있었다. 전통적인 대면 중심의 보건소 건강관리 프로그램이 가지고 있는 제한된 접근성과 자원의 문제는 AI·IoT 기술을 활용한 비대면 방식의 전략 도입을 통해 개선될 수 있었다. 이는 대면 접촉이 어려웠던 코로나19 대유행의 상황에서 경험적으로 확인할 수 있었으며, 이후 디지털 헬스의 확대는 가속화되어 왔다.

한편 AI·IoT 기반 비대면 건강관리 서비스의 효과에 대한 평가 시 허약 지표는 매우 중요하다. 노인의 전반적 건강 상태를 나타내는 허약 지표는 사업의 효과를 객관적으로 검증할 수 있는 기준이 될 수 있기 때문이다(Clegg, Young, Iliffe, Rikkert, & Rockwood, 2013; Kojima, Iliffe, & Walters, 2018; Tarekegn, Ricceri, Costa, Ferracin, & Giacobini, 2020). 이에 본 연구에서는 허약 지표를 활용하여 군 분류의 개선과 유지율을 평가하였으

며, 특히 사회적 허약과 인지적 허약의 세부 요소에서 유의미한 긍정적인 변화가 관찰되었다. 보다 구체적으로 사업 참여자들은 사업 참여 이전에 비해 외출 횟수가 증가하고 평상시 만나는 사람이 증가하였으며 주관적 건강수준과 우울감 경험 등의 상황이 개선되는 것으로 나타나 사회적 건강과 인지적 건강의 개선 효과를 확인할 수 있었다. 질환의 이환 정도나 건강행동 개선 등의 변화도 중요하나 고령층의 건강에 중요한 영향을 미칠 수 있는 허약 수준을 평가하고 긍정적인 변화를 세부 영역별로 확인할 수 있었던 점을 통해 허약 지표가 노인 건강관리 프로그램의 효과 평가에 유용한 지표라는 것을 알 수 있었다.

그러나 허약 수준을 평가하는 스크리닝 도구에서 일부 항목은 개인적인 응답에 의존하기 때문에 주관적 평가가 포함될 수 있으며, 이는 데이터의 신뢰성에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 본 연구에서 ‘최근 1년간 체중 감소’ 항목은 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았으나 개인이 인지하거나 혹은 인식하는 체중 변화와 실제 체중 변화의 여부는 일관되지 않을 수 있다. 따라서 어르신 건강관리 사업에 대한 효과 평가를 위한 지표 선정 시 허약 지표의 타당성, 응답 편향성 및 표준화 등에 대한 보다 심층적인 연구가 필요하다. 향후 사업참여자의 지속적인 건강 모니터링을 위하여 보다 타당하고 신뢰도가 높은 지표를 마련하고 보다 신뢰성 있게 평가할 수 있는 기반이 마련되어야 한다.

본 연구는 지역사회 내에서 디지털 헬스케어 서비스가 노인의 자발적인 건강관리 역량 향상과 건강수준 개선에 실질적인 효과를 발휘할 수 있음을 보여주었다. 디지털 헬스 전략을 적용한 건강관리 서비스를 통해 어르신의 의료 이용과 의료비 지출의 경감 효과도 선행연구(Chen, Ding, & Wang, 2023; Smith et al., 2022)를 통해 확인된 바 있으며, Jacobs 등(2020)의 연구에서는 미국에서 진행된 AgeWell Global 프로그램을 통해 병원에서 퇴원한 지역사회 노인들이 상호 지원하는 방식을 통해 병원 재입원율을 대폭 감소하고 사회경제적인 비용 절감의 효과를 확인할 수 있었다. 이와 같이 디지털 헬스의 지속적인 확산과 체계적인 지원은 노인의 건강증진과 삶의 질 향상에도 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 시범사업의 1차년도 참여자에 대한 효과를 평가한 것으로 관찰 기간이 짧아 보다 장기적인 관점에서의

건강 수준 향상과 허약 수준 개선을 관찰할 수 없었다는 제한점이 있다. 또한 사업참여자들을 대상으로 진행된 사전·사후 검사에 포함된 항목만을 중심으로 평가를 진행할 수 있었기에 사업참여자의 건강 변화를 보다 다양한 측면에서 확인하기 어려웠다.

그럼에도 본 연구는 공공 영역에서 최초로 도입된 AI-IoT 기반 어르신 건강관리 서비스의 효과를 평가하고 보고했다는 데 큰 의의를 가진다. 특히 고령층의 허약 상태를 전반적, 사회적, 인지적 허약으로 분류하여 각 영역별, 그리고 세부 항목별 평가 결과를 비교하고 비대면 건강관리 서비스를 통해 관찰된 변화를 확인하였다는 점에서 향후 노인 대상 디지털 헬스 전략을 확대하기 위한 방향 결정에 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

References

- Alruwaili, M. M., Shaban, M., & Ramadan, O. M. E. (2023). Digital health interventions for promoting healthy aging: A systematic review of adoption patterns, efficacy, and user experience. *Sustainability*, *15*(23), 16503. doi: 10.3390/su152316503.
- Baradwan, S., & Al-Hanawi, M. (2023). Perceived knowledge, attitudes, and barriers toward the adoption of telemedicine services in the Kingdom of Saudi Arabia: Cross-sectional study. *JMIR Formative Research*, *7*, e46446. doi: 10.2196/46446.
- Boo, S., & Oh, H. (2023). Perceptions of registered nurses on facilitators and barriers of implementing the AI-IoT-based healthcare pilot project for older adults during the COVID-19 pandemic in South Korea. *Frontiers in Public Health*, *11*, 1234626. doi: 10.3389/fpubh.2023.1234626.
- Chen, C., Ding, S., & Wang, J. (2023). Digital health for aging populations. *Nature Medicine*, *29*(7), 1623-1630. doi: 10.1038/s41591-023-02391-8.
- Clegg, A., Young, J., Iliffe, S., Rikkert, M. O., & Rockwood, K. (2013). Frailty in elderly people. *The Lancet*, *381*(9868), 752-762. doi: 10.1016/S0140-6736(12)62167-9.
- Hur, H.-L., & Park, M.-C. (2020). Design of monitoring system based on IoT sensor for health management of an elderly alone. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, *25*(8), 81-87. doi: 10.9708/jksci.2020.25.08.081.
- Jacobs, E. A., Schwei, R., Hetzel, S., Mahoney, J., Sebastian, K., DeYoung, K., . . . Kim, K. M. (2020). Evaluation of peer-to-peer support and health care utilization among community-dwelling older adults. *JAMA Network Open*, *3*(12), e2030090. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.30090.
- Kim, D. J., & Park, N. Y. (2023). Public digital health management services in Korea: current status and future directions. *Health and Welfare Policy Forum*, *322*, 6-21. doi: 10.23062/2023.08.2.
- Kim, D.-J., Lee, Y.-S., Jeon, E.-R., & Kim, K. J. (2024). Present and future of AI-IoT-based healthcare services for senior citizens in local communities: A review of a South Korean government digital healthcare initiatives. *Healthcare*, *12*(2), 281. doi: 10.3390/healthcare12020281.
- Kojima, G., Iliffe, S., & Walters, K. (2018). Frailty index as a predictor of mortality: A systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, *47*(2), 193-200. doi: 10.1093/ageing/afx162.
- Lee, Y. S., Kim, D. J., Yoon, M. H., Lee, J. W., Jung, D. Y., & Kim, S. H. (2024). *Guideline on the AI-IoT-based health care service for the elderly 2024* (Korean, authors' translation). Seoul: Korea Health Promotion Institute.
- Park, N. Y. (2023). AI-IoT-based health management services: Their effect and improvement directions. *Health and Welfare Policy Forum*, *322*, 22-37. doi: 10.23062/2023.08.3.
- Smith, A. C., Thomas, E., Snoswell, C. L., Haydon, H., Mehrotra, A., Clemensen, J., & Caffery, L. J. (2020). Telehealth for global emergencies: Implications for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Journal of Telemedicine and Telecare*, *26*(5), 309-313. doi: 10.1177/1357633X20916567.
- Smith, D. H., O'Keeffe-Rosetti, M., Fitzpatrick, S. L., Mayhew, M., Firemark, A. J., Grub, I., . . . Fortmann, S. P. (2022). Costs and cost-effectiveness of implementing a digital diabetes prevention program in a large, integrated health system. *The Permanente Journal*, *26*(3), 74-82. doi: 10.7812/TPP/22.029.
- Statistics Korea. (2023). *2022 population projections for Korea: 2020-2070* (Korean, authors' translation). Daejeon: Author.
- Tarekegn, A., Ricceri, F., Costa, G., Ferracin, E., & Giacobini, M. (2020). Predictive modeling for frailty conditions in elderly people: Machine learning approaches. *JMIR Medical Informatics*, *8*(6), e16678. doi: 10.2196/16678.
- Tsai, Y. I.-P., Beh, J., Ganderton, C., & Pranata, A. (2024). Digital interventions for healthy ageing and cognitive health in older adults: A systematic review of mixed method studies and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, *24*(1),

217. doi: 10.1186/s12877-023-04617-3.

Uddin, Z., Khaksar, W., & Torresen, J. (2018). Ambient sensors for elderly care and independent living: A survey. *Sensors, 18*(7), 2027. doi: 10.3390/s18072027.

Yoon, J., Lee, I., & Kim, J. (2019). *The development of a health center's home-visit health management program for older adults* (Korean, authors' translation). Sejong: Ministry of Health and Welfare.

- | | |
|------------------|---|
| ■ Na-Young Park | https://orcid.org/0000-0002-0450-2142 |
| ■ Nan-He Yoon | https://orcid.org/0000-0003-1268-0149 |
| ■ Jeonghae Hwang | https://orcid.org/0000-0002-7428-5761 |
| ■ Dong-Soo Shin | https://orcid.org/0000-0002-5289-3571 |
| ■ Dong-Jin Kim | https://orcid.org/0000-0003-4074-5544 |