

성인초기 여성의 골건강 증진을 위한 스마트폰 앱 개발 및 적용: 예비연구

박영주¹ · 이숙자¹ · 신나미¹ · 신현정¹ · 윤성진² · 전송이³ · 조인해³

고려대학교 간호대학¹, 고려대학교 사범대학 체육교육과², 고려대학교 대학원 간호학과³

Development of a Smartphone Application for Promoting Bone Health in Korean Young Adult Women: A Pilot Study

Park, Young-Joo¹ · Lee, Sook-Ja¹ · Shin, Nah-Mee¹ · Shin, Hyunjeong¹ ·
Yoon, Sungjin² · Jeon, Songi² · Cho, Inhae³

¹College of Nursing, Korea University, Seoul

²Department of Physical Education, College of Education, Korea University, Seoul

³Department of Nursing, Graduate School, Korea University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to develop a smartphone application and evaluate its effectiveness and usability for promoting bone health in Korean young adult women. **Methods:** A smartphone application was developed covering exercise, nutrition, and health habits related to bone health. A pilot testing was conducted using a one-group pre/posttest design. A total of 22 female college students with low bone mass participated in the 8-week use of a pilot testing. **Results:** The "Strong bone Fit body (SbFb)" application was developed using Android platform. In the pilot testing, bone mineral density, serum CTX, and 25 (OH)Vit.D were significantly decreased. There is no significant change in serum osteocalcin and calcium. Serum phosphorus concentration, nutrient intakes (fiber, VitB6, and pantothenic acid), and all bone composition profiles were significantly increased. Bone-health knowledge was significantly increased but no change in health belief and self-efficacy. **Conclusion:** The results of this pilot testing suggest the effectiveness of the SbFb application to enhance and promote self-managing abilities for bone health. It can provide continuous feedback and high-quality bone health information. However, some contents and working methods of the application need to be modified and its effectiveness on bone health requires further investigations.

Key Words: Women, Young adults, Bone density, Biochemical markers, Smartphone applications

주요어: 여성, 성인초기, 골밀도, 생화학적 지표, 스마트폰 앱

Corresponding author: Shin, Hyunjeong

College of Nursing, Korea University, 145 Anam-ro, Sungbuk-gu, Seoul 136-705, Korea.

Tel: +82-2-3290-4927, Fax: +82-2-927-4676, E-mail: hyunjshin@korea.ac.kr

- 이 논문은 2012년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2012R1A1A3013540)
- This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning(No. NRF-2012R1A1A3013540)

Received: Jun 30, 2015 / Revised: Aug 9, 2015 / Accepted: Aug 12, 2015

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.

서론

1. 연구의 필요성

2010년 전세계 질병부담 보고에 의하면 1990년대 들어서 질병 부담의 양상이 전염성질환에서 정신행동질환과 근골격계질환, 또는 당뇨와 같은 비전염성질환으로 바뀌고 있고 그 중 근골격계질환으로 인한 부담은 노인인구의 증가와 맞물려 지속적으로 증가할 것으로 예측되고 있다. 구체적으로 근골격계 질환의 부담 증가는 1990년 대비 45.5% 증가되었는데, 이는 다른 질환 영역의 평균 증가율 33% 보다 훨씬 높은 것이며, 근골격계 질환 중 주요 부담 질환은 골다공증인 것으로 보고되고 있다[1].

골다공증 유병률을 살펴보면, 미국의 경우 2005~2010년 제 3기 국민건강영양조사 자료에 근거할 때 유추와 대퇴 부위 측정 결과 골다공증 10.3%, 골감소증(Low bone mass) 43.9%로 총 53.9%로 파악되고 있으며, 이 유병율에 의한 골다공증과 골감소증 유병자수는 2010년 50세 이상에서 골다공증 1,020만 명, 골감소증 4,340만 명이고, 이 중 여성 유병자수는 골다공증 820만 명, 골감소증 2,730만 명에 이르는 것으로 추정되고 있다[2]. 우리나라의 경우는 최근에 2008~2011년 4기와 5기 국민건강영양조사 자료에 근거한 유병률이 보고되었는데, 이에 따르면 50세 이상의 인구 중 여성의 경우 골다공증 38.0%, 골감소증은 48.7%이며, 남성의 경우 골다공증이 7.3%, 골감소증은 46.5%로 추정되어 미국이나 일본의 유병률보다 높은 것으로 제시하고 있다[3]. 또한 건강보험심사청구데이터에 근거한 연간 의사진단 골다공증 환자 역시 30세 이상에서 2005년 115만 명(인구 1만 명당 410명)에서 2008년 156만 명(인구 1만명당 527명)으로 증가된 것으로 파악되고 있다[4]. 따라서 장기적인 골다공증 예방 전략의 수립은 국가적으로 중요한 연구과제가 되고 있다.

그동안 골다공증 연구의 대부분은 골다공증의 취약 연령층인 폐경기나 노년기 인구집단을 대상으로 골절 예방 및 위험을 감소하는 방향으로 진행되어 왔으며, 비교적 건강한 집단인 사춘기나 성인초기 인구집단에서 최고골량의 최적화를 도모하는 연구는 상대적으로 덜 강조되어왔다. 그러나 폐경 후 여성의 골밀도(Bone Mineral Density, BMD)를 결정하는 요인들의 상대적인 영향력을 수학적 모델링으로 제시한 연구[5]나 뼈의 성장발달에서 후생유전학적 영향(epigenetic influence)을 보고한 선행연구들은[6] 골다공증 예방을 위해 사춘기나 성인초기 인구집단에서 최고골량을 형성하는 것이

중요함을 제시하고 있다. Hernandez 등[5]은 폐경기의 골 소실을 10% 감소는 골다공증 발생을 2년 정도 지연시킬 수 있지만, 최고골량 형성시기에 골량을 10% 증가시키면 골다공증 발생을 13년 지연시키게 되므로 최고골량이 골다공증 진행의 가장 중요한 예측요인임을 보고하였다. 뼈의 성장 발달은 수정에서부터 시작되어 아동기와 사춘기를 거쳐 지속적으로 진행되며 성인초기에 최고골량에 이르게 되는데, 최근의 모아-자녀 연구들은 뼈의 발달과정에 있어서 발달가소성(developmental plasticity), 즉 후생유전학적 영향 가능성을 제시하고 있다[6]. 이러한 연구결과들을 살펴볼 때 골다공증 예방은 임신 중 태아기부터 시작되어 최고골량 형성 시기인 초기 성인기에 이르기까지 강조되어야 하며, 발달단계 중 이들 단계의 인구집단에게 운동과 영양을 포함한 건강 생활습관 형성을 도모하기 위한 골건강 증진 중재가 필요하다고 볼 수 있다.

그동안 골건강 증진을 목적으로 수행된 중재의 대부분은 교육을 적용한 연구들이며, 이들 연구의 결과가 일관되지는 않으나 골건강 증진에 대한 교육중재는 대상자의 골다공증 지식은 증가시켰으나 건강신념이나 건강행위의 변화, 건강생활습관의 형성을 보장하지는 않는 것 같다는 조심스러운 결론을 제시하고 있다[7-9]. 폐경 전(25~44세) 여성을 대상으로 자신의 골밀도 측정결과와 골다공증 교육을 제공하고 교육 6주 후, 2년 후 그리고 12년 후 그 변화를 추적한 연구에 의하면, 교육 6주후 골다공증 지식은 교육 전보다 높아졌으나 이러한 지식 수준은 12년 후까지 유지되지 못 했으며, 운동과 칼슘섭취와 같은 건강생활습관 수행에 대한 자기효능감은 이 연구의 어느 시점에서도 개선되지 않은 것으로 나타나 반복적으로 교육을 실시하거나 교육이외의 다른 중재방법의 모색이 필요함을 보여주고 있다[9].

일반적으로 건강한 생활습관의 형성은 행위변화를 요구하고 이를 위해서는 개인의 자기관리 능력의 향상과 순응이 요구되므로 대상자의 건강행위 변화를 위해서 이들 개념은 중요하게 고려되어야 한다. 자기관리 능력은 만성적 질병과 같은 건강조건에서 개인이 경험하게 되는 증상, 치료, 신체적 사회심리적 결과 및 생활습관 변화를 스스로 관리하는 개인의 능력을 의미하며[10], 순응은 건강관리에 대한 권고나 충고를 따르는 노력으로 개인의 자발적 의사결정 권리가 강조되는 개념이다[11]. 이러한 점에 비추어볼 때, 최근 건강관리 분야에서 모바일 PC와 같은 상호작용적 기술(interactive technology)을 이용하여 개인에게 맞춤형 피드백을 제공하는 것은 개인에게 생활습관 변화에 대한 동기를 부여하고, 변화된 행위를 제

강화하여 자기관리 능력을 높임으로써 건강증진 프로그램의 효과를 더욱 향상시킬 수 있는 중요한 수단일 수 있다[12]고 제안되고 있다.

그동안 스마트폰을 이용한 중재는 만성질환자 관리[13], 정신건강 평가와 관리[14] 또는 알코올 중독자 관리[15] 등의 영역에서 진행되었고 긍정적인 효과가 보고되어 왔다. 그러나 아직 골건강 영역에서 골건강 증진을 목적으로 개발된 스마트폰 어플리케이션(application, 이하 앱)과 이의 유용성에 대한 연구는 국내외에서 보고된 바 없다.

따라서 본 연구는 최고골량 형성 시기에 있는 성인초기 여성의 골건강 증진을 위한 운동수행, 영양섭취 및 건강 생활습관 형성에 대한 자기관리 능력 향상을 돕는 스마트폰 앱을 개발하고, 예비실험과 실험 후 면담을 통해 개발된 앱의 골건강 증진 효과와 유용성을 평가하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 성인초기 여성의 골건강 증진을 위한 스마트폰 앱을 개발하는 것으로 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 성인초기 여성의 골건강 증진을 위한 운동수행, 영양섭취 및 건강생활 습관 형성에 대한 자기관리 능력 향상을 위한 스마트폰 앱을 개발한다.
- 개발된 스마트폰 앱의 골건강 증진 효과와 유용성을 평가하기 위하여 골건강 증진 스마트폰 앱 적용 전과 후의 성인초기 여성의 BMD, 생화학적 골표지자, 체성분, 비만도, 골건강 관련 심리사회적 변인 점수, 식이섭취의 차이를 검증한다.

연구 방법

본 연구는 1) 골건강 증진을 위한 스마트폰 앱을 개발하고, 2) 개발된 앱의 골건강 증진 효과와 유용성 평가를 위한 예비실험과 3) 실험 후 면담의 3단계로 진행되었다.

1. 스마트폰 앱 개발

스마트폰 앱 개발은 2013년 6~10월까지 5개월간 진행되었고, 구체적 진행과정은 다음과 같다.

1) 스마트폰 앱의 내용 구성 및 동영상/교육자료 개발

선행연구결과 성인초기 여성 중 골밀도 감소군($Z\text{-score} \leq$

-1.0)을 대상으로 규명된 골건강 관련요인[16]과 골량 증가에 효과가 있음이 증명된 운동유형[17], 한국영양학회에서 제시한 한국인 영양섭취기준[18]을 중심으로 스마트폰 앱에 포함될 내용을 구성하였으며, 운동·영양과 관련된 동영상 및 교육자료를 개발하였다. 이는 간호학 교수를 포함한 전공자 3인, 운동생리전공 체육학 교수 및 전공자 2인, 영양학 전공 교수 1인 등 총 7명으로 구성된 전문가 자문회의를 거쳐 수정·보완하였다.

2) 스마트폰 앱의 기능적 구현

스마트폰 앱의 기능적 구현범위는 첫째, 본 앱의 개발목적이 대상자의 골건강에 대한 자기관리 능력 향상에 있으므로 지속적으로 User feedback이 가능한 상호작용 모형이어야 한다는 것과 둘째, 골건강 증진을 위한 정보제공이 가능하도록 개발된 운동 및 영양 관련 동영상 및 교육자료의 탑재가 가능해야 한다는 것이었다. 이는 본 연구팀과 정보학 전문가 1인의 지속적 자문회의 및 반복적인 앱 운용 실험을 거쳐 구현되었다.

2. 스마트폰 앱 적용 예비실험

1) 연구가설

성인초기 여성의 골건강 증진을 위한 스마트폰 앱의 효과를 검증하기 위한 가설은 다음과 같다.

- 가설 1. 스마트폰 앱 적용 후의 성인초기 여성의 BMD, 생화학적 골표지자, 체성분, 비만도는 앱 적용 전보다 향상될 것이다.
- 가설 2. 스마트폰 앱 적용 후의 성인초기 여성의 골건강 관련 지식, 건강신념, 자기효능감 점수는 앱 적용 전보다 높을 것이다.
- 가설 3. 스마트폰 앱 적용 후의 성인초기 여성의 식이섭취는 앱 적용 전보다 향상될 것이다.

2) 연구설계 및 대상

예비실험은 단일군 전후설계(one group pre-posttest design)로 진행하였다. 연구를 위한 표집대상은 선행연구[16]에 참여한 18~29세의 성인초기 여성 1,298명중 골밀도 Z-score가 -1.0 이하로 확인된 성인초기 여성 715명이었으며, 이 중 안드로이드 타입의 스마트폰을 사용하고 있는 대상자를 편의표집하였다. 실험참여에 동의한 대상자는 32명이었으나 8주간의 실험을 완료한 대상자는 22명으로 탈락률은 31.3%였다.

3) 윤리적 고려

본 연구는 저자가 소속되어 있는 대학의 생명윤리심의위원회의 심의를 통과하였다(IRB No. KU-IRB-13-60-A-1). 실험에 앞서 연구참여를 동의한 대상자들에게는 본 실험의 목적과 수집된 자료의 활용범위, 연구완료 후 폐기절차, 대상자가 거부하면 언제라도 실험 참여를 중단할 수 있음이 기술된 문서를 제공하였으며, 이에 대한 서명동의를 받은 후 실험을 진행하였다. 또한 대상자의 익명성을 보장하고 연구결과는 연구 이외의 목적으로 절대 사용되지 않을 것임을 설명하였다.

4) 연구도구

(1) BMD

정량적 초음파측정법(Quantitative ultrasonography [QUS])의 정량적 골초음파기(SONOST-2000, OsteoSys Co., Ltd.)를 이용하여 종골(calcaneus bone)에서 측정하였으며, 측정 결과는 Z-score, T-score, 광역음파감소(Broadband ultrasound attenuation [BUA]), 음파속도(Speed of sound [SOS]) 및 Bone quality index (BQI)로 보고하였다.

(2) 생화학적 골표지자(biochemical bone markers [BMs])

혈액검사를 통해 골형성 표지자로서 혈청내 Osteocalcin (OC), 골흡수 표지자로 C-telopeptide of collagen cross-links (CTX), 그 외 25 (OH) 비타민 D, Calcium (Ca)과 Phosphorus (P)을 측정하였다. 각 표지자의 성인초기 여성의 정상 범위는 OC는 8.8~39.4 ng/mL, CTX는 0.57 ng/mL 이하, Ca는 8.1~10.5 mg/dL, P은 2.5~5.0 mg/dL이며, 비타민D의 경우 10 ng/mL 미만은 '부족', 10~30 ng/mL는 '불충분', 30~100 ng/mL는 '충분', 100 ng/mL 이상은 '중독'으로 해석된다.

(3) 체성분 및 비만도

체성분 분석기(IOI 353, 자원메디칼)를 이용하여 근육량, 체수분량, 체지방량(body fat mass), 제지방량(fat free mass), 체지방률, 복부비만율(Waist-hip ratio) 및 체질량 지수(Body mass index [BMI])를 측정하였고, BMI 측정을 위해 신장계측기(DS-102, 동산제닉스)를 이용하였다. 체지방률은 체지방량이 체중에서 차지하는 비율로, 여성의 경우 '22% 미만'은 '마름', '22.0~27.9%'는 '적정', '28.0~35.9%'는 '과체중', '36.0~40.9%'는 '비만', '41% 이상'은 '고도비만'을 의미하며, 복부비만율은 허리위와 엉덩이의 비율로 '0.70~0.85'인 경우 '정상', '0.85 이상'은 '복부비만'으로 분류한다. BMI (kg/m²)는 '18.5 미만'은 '저체중', '18.5~22.9'는 '정상', '23.0

~24.9'는 '위험체중', '25.0~29.9'는 '1단계 비만', '30.0 이상'은 '2단계 비만'으로 대한비만학회가 제시한 기준을 적용하였다.

(4) 식이섭취

24시간 회상법을 이용하여 대상자가 섭취한 식사 내용을 그대로 기록하는 식이섭취일지를 이용하여 3일간 조사하였으며, 한국영양학회에서 제공하는 Computer aided nutritional analysis program 전문가용(CAN-pro 4.0)을 이용하여 섭취 영양소를 분석하였다.

(5) 골건강 관련 심리사회적 변수

본 연구에서는 골건강 관련 지식, 건강신념 및 자기효능감을 측정하였다.

- ① 골건강 관련 지식: 골다공증과 관련된 위험요인 및 예방 행위에 관한 지식을 묻는 골다공증 지식 측정도구[19]의 문항 중 골다공증 예방에는 옳은 지식이나 성인초기 여성에게는 잘못된 건강행위로 이끌 수 있는 문항(예: '칼슘영양제 섭취는 골다공증의 위험을 줄인다')과 선행연구[15] 분석에서 문항난이도가 낮은 문항의 총 5문항을 제외하고 6문항을 추가하여 총 28문항으로 구성하였다. 문항의 정답은 1점, 오답은 0점으로 응답 점수 범위는 0~28점으로 점수가 높을수록 지식이 높음을 의미한다.
- ② 골건강 관련 건강신념: 골다공증 건강신념 척도를 이용하여 측정하였다[20]. 이 도구는 골다공증에 대한 민감성, 심각성, 운동 유익성, 칼슘섭취 유익성, 운동 장애성, 칼슘섭취 장애성과 건강동기의 7개영역으로 구성되어 있으며 영역별로 6문항씩 총 42문항으로 이루어져 있다. 응답범위는 '전혀 그렇지 않다' 1점에서 '매우 그렇다' 5점으로 영역별 점수범위는 6점에서 30점으로 점수가 높을수록 영역별 건강신념이 높은 것을 의미한다. 본 연구에서 내적일관성 신뢰도 Cronbach's α 는 민감성 .80, 심각성 .72, 운동 유익성 .79, 칼슘섭취 유익성 .73, 운동 장애성 .87, 칼슘섭취 장애성 .66, 건강동기 .80이었다.
- ③ 골건강 자기효능감: 골다공증 자기효능감 측정도구를 이용하였다[21]. 이 도구는 21문항의 시각적 상사척도로 구성되어있으나 선행연구[16] 결과 분석을 토대로 2문항을 삭제하였다. 삭제된 문항은 운동 자기효능감 영역 1문항, 칼슘 자기효능감 영역 1문항으로 골다공증 예방에는 옳은 지식이나 성인초기 여성에게는 잘못된 건

강행위로 이끌 수 있는 문항(예: ‘나는 음식으로 충분한 칼슘섭취를 못한다면 칼슘보충제를 복용할 수 있다’)을 제외하고 운동 자기효능감 9문항, 칼슘 자기효능감 10문항의 총 19 문항을 이용하였다. 응답범위는 일직선을 동일하게 10등분하여 ‘전혀 자신 없다’ 1점, ‘매우 자신 있다’ 10점이며, 가능점수 범위는 19점에서 190점으로 점수가 높을수록 자기효능감이 높음을 의미한다. 도구의 내적 일관성 신뢰도 Cronbach's α 는 .87이었으며, 운동 자기효능감은 .93, 칼슘 자기효능감은 .92였다.

(6) 인구사회학적 특성

연령, 전공, 거주지, 가정경제상태를 묻는 문항으로 구성하였다.

5) 예비실험 적용 및 자료수집방법

예비실험 적용 및 자료수집은 2013년 11월 2일부터 2014년 1월 10일까지 8주간 진행되었다.

(1) 사전 및 사후 조사

골밀도측정, 혈액검사 및 질문지의 사전 조사는 2013년 11월 2일과 7일 2일간 9시부터 10시 30분에, 사후 조사는 2014년 1월 6일과 10일 2일간 오전 9시부터 오후 2시까지 간호대학 519호와 521호에서 이루어졌다. 혈액검사를 위한 채혈, 골밀도 및 체성분 측정은 임상경력 2년 이상의 간호사 면허가 있는 연구원 3명이 담당하였다. 혈액검사를 위한 채혈량, 보관 방법과 원심분리, 골밀도와 체성분 측정은 검사의학 전문기관인 C의료재단 담당자 입회하에 반복 측정을 통한 교육으로 정확도를 확인한 후 진행되었다. 채혈된 5~6 cc의 혈액검체는 원심 분리 후 당일 C의료재단으로 운반되었다. 골밀도, 체성분 및 혈액검사에 소요된 시간은 10~15분이었다.

(2) 실험적용

개발된 스마트폰 앱은 연구대상자들에게 집단교육과 개별 면담 이후 8주간 적용되었다. 먼저 집단교육은 본 연구에서 개발한 운동유형, 식이섭취 및 앱 소개를 위한 목적으로 2013년 11월 2일과 7일 2일간 사전 조사 후 오전 10시 30분에서 12시까지 90분간, 간호대학 519호에서 진행되었다. 이용한 교육 자료는 본 연구팀에서 개발한 “여성의 골건강: 이렇게 지키자”, “여성의 골건강: 영양”, “여성의 골건강: 운동”이었다. 본 연구의 교육자료 중 운동유형은 골량 증가에 효과가 있다고 보고된 체중부하운동(weight bearing high force exercise

[WBE])과 저항성 운동(non-weight bearing high force exercise [NWBE]), 정지시 체중부하운동(static weight bearing exercise [SWBE])을 병합하여 개발하였다. 이 중 WBE는 운동부하에 따른 골형성지수(osteogenic index [OI]) 산출을 위하여 빠르게 걷기, 달리기 및 줄넘기의 3가지 유형으로 구성하였으며, 예비실험에서는 이 중 1가지 유형에 대상자를 무작위로 배정하였고, 빠르게 걷기와 달리는 제시된 속도로 운동이 진행되도록 <521호 간호중재실>에 설치된 트레드밀에서 표준 속도가 인지되도록 연구원의 시범에 따라 개별 연습이 이루어졌다. NWBE를 위해 본 연구에서 개발된 밴드 운동은 저항력이 100% 신장 시 1.7 kg인 밴드를 이용하는 전신의 저항성 운동 동작 10가지로 구성하였으며, 체육 전공자의 시범 하에 연습이 이루어졌다. SWBE는 한 발로 1분간 서있기로 구성하였으며 시범 후 연습으로 진행하였다. 이들 운동중재를 위하여 만보기, 줄넘기 및 밴드를 대상자에게 제공하였다.

개별면담은 개인별 식이섭취 상담을 목적으로 집단교육 후 오후 1시30분부터 3시30분까지 간호대학 501호에서 실시하였으며, 선행연구[16]에서 대상자들이 이미 보고했던 식품빈도 조사지에 대한 개인별 분석결과를 중심으로 선행연구[16]시 측정된 골밀도, 혈액검사 결과 그리고 당일 측정된 골밀도 결과와 함께 검토하면서 본 연구책임자와 대상자의 일대일 면담으로 진행하였다. 식이섭취 상담을 위해 이용된 개인별 영양소 분석 자료는 에너지, 탄수화물, 지질(식물성 / 동물성), 단백질(식물성 / 동물성), 식이섬유, 수분, 비타민 D, 칼슘(식물성 / 동물성), 인, 나트륨, 칼륨, 철(식물성 / 동물성), 콜레스테롤 등 총 13가지 영양소에 대한 분석내용을 포함하였다.

스마트폰 앱 적용은 집단교육과 개별면담 후 대상자별로 앱을 다운받아서 8주간 실시되었다.

6) 자료분석

자료분석은 PC-SAS 9.1.3과 영양소 분석을 위한 CAN-pro 4.0 (전문가용) 프로그램을 이용하였다.

- 대상자의 BMD, BMs, 체성분 및 비만도, 영양소, 골건강 지식, 건강신념 및 자기효능감과 인구사회학적 특성의 분포적 특성은 빈도, 백분율, 평균과 표준편차의 기술통계를 이용하였다.
- 실험전후의 BMD, BMs, 체성분 및 비만도, 영양소, 골건강 관련 사회심리적 변수의 변화에 대한 차이 검증은 paired t-test를 이용하였다.

3. 예비실험 후 면담

예비실험 후 면담은 2014년 1월 6일과 10일 2일간 사후 조사 완료 후 본 연구책임자와 대상자의 일대일 면담으로 진행되었다. 면담대상자는 사후 조사에 참여한 22명 중 17명(77.3%)이었으며, 개인별 면담시간은 5~10분이었다. 면담은 '앱 사용이 운동수행, 식이섭취 및 건강 생활습관 유지에 어떻게 영향했는가?', '앱의 개선 사항은 무엇이라고 생각하는가?'를 묻는 반구조화된 질문지로 진행되었으며, 수집된 자료는 내용분석과 내용별 빈도를 분석하였다.

연구결과

1. 성인초기 여성의 골건강 증진을 위한 스마트폰 앱 'Strong Bone Fit Body'(SbFb) 개발

본 연구에서 개발된 SbFb 앱은 Android platform (version: 2.3 Ginger bread)으로 개발되었으며, menu navi-

gation과 User interface는 'Self-diary', 'History', 'Information'과 'Setting' 디렉토리로 구성하였다. 개발된 SbFb 앱의 주요 스크린은 Figure 1과 같다.

1) Self-diary 디렉토리

「운동상태 체크」, 「영양상태 체크」, 「건강생활습관 체크」로 구성하였다. 이 중 「운동상태 체크」를 위하여 WBE, NWBE, SBE를 반영하였는데, WBE는 빠르게 걷기, 달리기, 줄넘기 중 1가지 유형을, NWBE는 밴드운동을, 그리고 SBE는 한발로 1분간 서있기를 반영하였다. WBE에서는 OI를 산출하기 위하여 운동별 지표면 반응력(Ground Reaction Force, GRF)을 보고한 국외 연구결과[22]에서 걷기, 달리기 및 점프하기의 GRF를 이용하였다. 빠르게 걷기는 4 km/hr 속도일 때, 달리기는 8km/hr 속도일 때 각각의 보행수를 80보/min, 160보/min로 그리고 1일 권장 운동시간은 빠르게 걷기는 40분, 달리기는 10분을 기준으로 하였고, 줄넘기는 1회 권장 횟수 기준은 100회로 정하였다. 이들 운동의 주별 권장 횟수는 주 3회를 기준으로 하였으며, 아래의 공식[23]에 따라 OI가 산

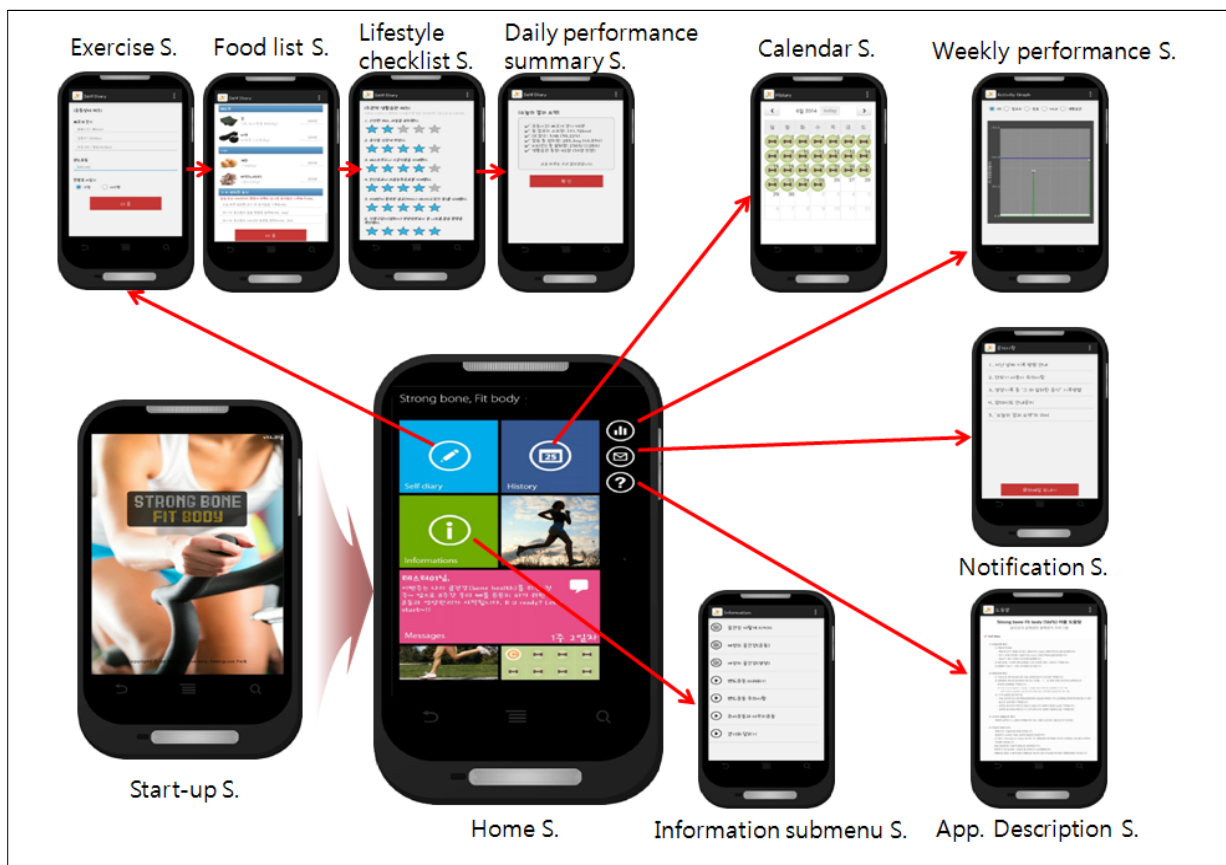


Figure 1. Screenshots of 'Strong Bone Fit Body' application.

출되었다.

$$[OI=GRF * LN(Loading\ cycle + 1)]$$

GRF=ground reaction force, LN=natural logarithm, Loading cycle=반복횟수

NWBE는 밴드운동으로 구성하였다. 밴드운동은 어깨(승모근) 강화운동 1종, 팔(상완이두근, 상완 삼두근) 강화운동 2종, 등(광배근, 척추기립근) 강화운동 2종, 다리(대퇴사두근, 햄스트링) 강화운동 3종 그리고 엉덩이(대둔근) 강화운동 1종, 엉덩이-다리(대퇴사두근과 대둔근) 강화운동 1종의 10가지 운동을 1세트로 하여 횟수를 기록하도록 하였다. SWBE인 ‘한 발로 1분간 서있기’는 수행여부만을 기록하도록 하였다.

「영양상태 체크」는 칼슘과 비타민 D 함유가 높으면서 성인초기 여성에게 익숙한 식품목록으로 각 식품별 1회 섭취기준 분량을 제시하고 섭취량을 기준 분량 대비 배수로 기록하도록 앱에 반영하였다. 제시된 식품 목록은 유제품 5종, 어류 5종, 육류, 3종, 채소류 4종, 두류 2종, 견과류 3종, 과일 4종, 해조류 2종, 기타 2종으로 총 30종이었으며, 식품그림과 함께 기준분량을 제시하였다. 한편 앱에 제시되지 않은 식품목록을 섭취한 경우 칼슘과 비타민 D의 섭취량을 정확하게 확인 가능한 경우는 그 용량을 기록하도록 하였으며, 칼슘과 비타민 D 섭취량 기준은 한국인 영양기준[17]에 따라 칼슘 650 mg, 비타민 D 200 IU로 하였다.

「건강생활습관 체크」는 흡연, 음주, 카페인 섭취, 염분이 많은 음식, 수면, 햇빛 속 야외활동을 묻는 10문항의 5점 척도를 사용하였으며, 일별 건강생활습관 점수를 산출하여 반영하였다.

2) History 디렉토리

‘Self-diary’에서 대상자가 기록한 운동, 영양 및 건강생활습관에 대한 일별/주별 수행 기록을 토대로 하여 1일 권장 목표치를 기준으로 수행 성과율을 산출하고, 주별로는 1주간의 권장 목표치 달성 정도에 따라 운동, 영양 및 생활습관에 대해 ‘상’, ‘중’, ‘하’로 피드백 메시지가 발송되고, 누적 성과는 격은선 그래프로 제시하여 피드백이 되도록 하였다. 그래프는 권장 목표치를 보여주는 기준선을 수평선으로 제시하고 ‘OI’, ‘칼슘’, ‘비타민D’와 ‘생활습관’ 성취점수가 누적 그래프로 제시되도록 개발하였다.

3) Information 디렉토리

본 연구팀이 개발한 ‘골건강: 이렇게 지키자’, ‘여성의 골건강: 운동’, ‘여성의 골건강: 영양’ 및 ‘앱 사용법’에 대한 PPT 자료를 집단교육 후 앱에 업로드하였다. ‘골건강: 이렇게 지키

자’는 우리나라 여성 골건강 현황, 뼈에 대한 기초지식, 골건강, 어떻게 지킬까? 의 내용으로 구성되었으며, ‘여성의 골건강: 운동’은 빠르게 걷기 따라하기, 달리기 따라하기, 그리고 저항성 운동(밴드운동) 따라하기로 구성되었고 동영상으로 개발하였다. ‘여성의 골건강: 영양’은 에너지 적정비율, 영양소 분배 및 우선순위, 식사구성안 영양 목표, 식사구성안(예)의 내용으로 구성하였다.

4) Setting 디렉토리

공지 사항, 앱 사용 도움말 및 Q&A로 구성하였고, 앱을 사용하면서 지속적으로 본 연구팀과 대상자간에 커뮤니케이션이 가능하도록 개발하였다.

2. SbFb 앱 적용 예비실험 결과

1) 대상자의 일반적 특성

예비실험에 참여한 22명의 대상자의 평균 연령은 22.41(2.04)세였고, 연령분포는 20~27세였다. 전공별로는 인문사회계 9명(40.9%), 자연계 13명(59.1%)이었으며, 거주지는 자택 10명(45.5%), 하숙 5명(22.7%), 기숙사 3명(13.6%), 자취 4명(18.2%)이었다. 대상자가 보고한 사회경제적 상태는 ‘중’ 18명(81.8%), ‘상’ 3명(13.6%), ‘하’ 1명(4.6%)이었다.

2) 가설 검증

(1) 가설 1

“스마트폰 앱 적용 후의 성인초기 여성의 BMD, 생화학적 골표지자, 체성분, 비만도는 앱 적용 전보다 향상될 것이다.”

가설 1의 검증 결과는 Table 1과 같다. 예비실험 결과, BMD의 경우 Z-score는 실험 전 -1.55에서 실험 후 -1.87로 감소하였고 이 변화는 통계적으로 유의하였다($t=6.18, p<.001$). T-score($t=6.34, p<.001$), SOS($t=3.78, p=.001$), BUA($t=3.35, p=.003$) 및 BQI($t=6.24, p<.001$)도 모두 낮아졌고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. BMs의 경우 OC (ng/mL)는 실험 전보다 후에 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었으며, CTX (ng/mL)는 실험 전보다 후에 감소하였고 이는 통계적으로 유의하였다($t=2.55, p=.020$). 비타민D (ng/mL)는 실험 전보다 실험 후에 현저히 감소하였고 이는 통계적으로 유의하였으며($t=8.37, p<.001$), Ca (mg/dL)은 실험 전보다 후에 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. P (mg/dL)는 실험 전보다 실험 후에 증가하였으며 이는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다($t=-3.42, p=.003$). 체성

분 분석에서는 체중($t=-5.11, p<.001$), 체지방량($t=-2.69, p=.014$), 체지방률($t=-6.43, p<.001$), 근육량($t=-2.31, p=.031$), 체수분량($t=-2.57, p=.018$), 체지방율($t=-3.30, p=.003$), 복부지방률($t=-2.22, p=.038$), 및 BMI ($t=-5.27, p<.001$)가 모두 실험 전보다 후에 증가하였고 이들 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 따라서, 가설 1은 부분적으로 지지되었다.

(2) 가설 2

“스마트폰 앱 적용 후의 성인초기 여성의 골건강 관련 지식, 건강신념, 자기효능감 점수는 앱 적용 전보다 높을 것이다.”

가설 2의 검증 결과는 Table 1과 같다. 골건강 관련 사회적 심리 변수에서 골건강 지식은 실험 전보다 후에 증가하였고

통계적으로 유의한 차이를 나타냈다($t=3.03, p=.006$). 골건강 신념에서는 민감성, 심각성, 운동 유익성, 칼슘섭취유익성은 모두 실험 전보다 실험 후 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다. 운동장애성은 실험 전보다 실험 후 증가하였고, 칼슘섭취 장애성은 실험 전보다 실험 후 감소하였으며, 건강동기는 실험 전보다 실험 후 감소하였으나 이들 모두 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 골건강 자기효능감은 운동자기효능감과 칼슘섭취 자기효능감 모두에서 실험 전보다 실험 후 감소하였으며, 칼슘섭취 자기효능감보다 운동자기효능감의 감소가 더 큰 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 따라서, 가설 2는 부분적으로 지지되었다.

Table 1. Mean Differences of BMD, BTMs, Body Composition, and Psychosocial Variables between Pretest and Posttest ($N=22$)

Variables		Pretest	Posttest	Difference	t (p)
		M±SD	M±SD	M±SD	
BMD	Z-score	-1.55±0.65	-1.87±0.57	0.32±0.25	6.18 (<.001)
	T-score	-1.48±0.59	-1.79±0.51	0.31±0.23	6.34 (<.001)
	SOS (m/sec)	1,526.26±23.88	1,517.20±22.76	9.06±11.23	3.78 (.001)
	BUA (dB/MHz)	38.54±9.54	33.57±7.26	4.96±6.94	3.35 (.003)
	BQI	76.41±11.08	70.65±9.73	5.76±4.33	6.24 (<.001)
BMs	Osteocalcin (ng/mL)	19.12±4.63	21.54±5.48	-2.27±5.40	-1.93 (.068)
	CTX (ng/mL)	0.41±0.17	0.32±0.13	0.08±0.13	2.55 (.020)
	Calcium (mg/dL)	9.61±0.35	9.42±0.74	0.17±0.83	0.95 (.355)
	Phosphorus (mg/dL)	3.95±0.42	4.33±0.52	-0.41±0.55	-3.42 (.027)
	25 (OH)Vit D	13.92±3.53	8.77±3.08	5.17±2.69	8.37 (<.001)
Body composition	Body weight	50.02±4.90	50.94±4.98	-0.92±0.85	-5.11 (<.001)
	Free fat mass	38.18±2.66	38.54±2.81	-0.36±0.63	-2.69 (.014)
	Body fat mass	11.84±2.74	12.40±2.70	-0.56±0.60	-4.43 (<.001)
	Muscle	35.31±2.41	35.60±2.56	-0.29±0.59	-2.31 (.031)
	Body fluid	27.50±1.91	27.75±2.03	-0.25±0.46	-2.57 (.018)
	BMI	19.29±1.65	19.64±1.69	-0.35±0.31	-5.27 (<.001)
	Body fat ratio	23.44±3.28	24.14±3.12	-0.70±1.00	-3.30 (.003)
	Abdominal fat ratio	0.73±0.03	0.73±0.03	-0.01±0.01	-2.22 (.038)
Psychosocial variables related to bone health					
Knowledge		16.90±2.41	17.79±1.53	0.91±1.44	-3.03 (.006)
Health belief	Susceptibility	19.14±3.75	19.64±4.46	-0.50±3.17	-0.74 (.468)
	Seriousness	17.14±3.85	18.45±5.51	-1.32±5.30	-1.17 (.267)
	Benefit exercise	24.64±2.82	24.73±2.00	-0.09±2.78	-0.15 (.879)
	Benefit calcium intake	21.82±2.99	22.59±2.34	-0.77±2.33	-1.56 (.135)
	Barriers exercise	15.41±4.78	17.18±3.72	-1.77±4.09	-2.03 (.055)
	Barriers calcium intake	13.18±3.08	13.05±3.79	0.14±3.52	0.18 (.858)
	Health motivation	20.59±3.70	20.18±3.65	0.41±2.58	0.74 (.465)
	Self-efficacy	125.23±19.13	117.00±20.92	8.23±28.45	1.36 (.189)
	Exercise self-efficacy	59.07±14.30	52.83±14.47	6.22±18.69	1.60 (.125)
Calcium intake self-efficacy		66.33±11.80	64.08±12.86	2.65±13.74	0.93 (.365)

BMD=bone mineral density, BMs=biochemical bone markers, SOS=speed of sound, BUA=broadband ultrasound attenuation, BQI=bone quality index, CTX=C-telopeptide of collagen cross-links, BMI=body mass index.

(3) 가설 3

“스마트폰 앱 적용 후의 성인초기 여성의 식이섭취는 앱 적용 전보다 향상될 것이다.”

가설 3의 검증 결과는 Table 2와 같다. 칼슘(mg) 섭취 정도는 실험 전보다 후에 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 비타민 D (μg)의 섭취는 실험 전과 후에 별 다른 차이가 없었다. 그 외 에너지, 탄수화물, 지방, 단백질, 섬유소,

비타민 A, E, K, C, 티아민, 리보플라빈, 나이아신, 비타민B6, 엽산, 비타민 B12, 판토텐산, 비오틴, 칼슘, 인, 나트륨, 염소, 마그네슘, 철분, 아연, 구리, 콜레스테롤 및 칼륨 모두에서 섭취가 증가하였으나 섬유소($t=-2.37, p=.027$), 비타민 B6 ($t=-2.19, p=.040$), 판토텐산($t=-2.21, p=.039$)을 제외한 나머지 영양소는 모두 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 가설 3은 부분적으로 지지되었다.

Table 2. Mean Differences of Nutrients Intakes between Pretest and Posttest

(N=22)

Nutrients	Pretest	Posttest	Difference	t (p)
	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	
Calorie (Kcal)	1,389.37 \pm 303.71	1,437.92 \pm 341.98	-48.55 \pm 92.06	-0.53 (.603)
Carbohydrate (g)	192.26 \pm 49.78	200.33 \pm 44.31	-8.07 \pm 12.91	-0.63 (.539)
Fat (g)	43.78 \pm 11.02	45.25 \pm 15.03	-1.47 \pm 17.21	-0.40 (.692)
Protein (g)	51.20 \pm 13.82	57.15 \pm 17.05	1.59 \pm 13.28	0.56 (.580)
Fiber (g)	11.62 \pm 3.22	13.81 \pm 3.93	-2.19 \pm 4.33	-2.37 (.027)
Water (mL)	679.50 \pm 263.74	656.01 \pm 213.26	23.48 \pm 222.40	0.50 (.626)
Vit. A (μg)	564.31 \pm 361.21	662.57 \pm 259.52	-98.27 \pm 393.20	-1.17 (.254)
Vit. D (μg)	2.65 \pm 2.26	2.64 \pm 2.13	0.01 \pm 3.13	0.01 (.996)
Vit. E (mg)	11.37 \pm 5.20	12.61 \pm 5.05	-1.25 \pm 6.67	-0.88 (.390)
Vit. K (μg)	95.16 \pm 72.96	114.68 \pm 62.78	-19.53 \pm 72.54	-1.26 (.221)
Vit. C (mg)	55.62 \pm 36.32	57.88 \pm 27.91	-2.26 \pm 43.11	-0.25 (.808)
Thiamin (mg)	0.93 \pm 0.28	0.97 \pm 0.29	-0.04 \pm 0.33	-0.59 (.562)
Riboflavin (mg)	1.00 \pm 0.47	1.13 \pm 0.40	-0.13 \pm 0.51	-1.19 (.246)
Niacin (mg)	12.05 \pm 4.01	12.53 \pm 3.74	-0.48 \pm 4.82	-0.46 (.649)
Vit. B6 (mg)	0.98 \pm 0.35	1.16 \pm 0.37	-0.18 \pm 0.39	-2.19 (.040)
Folic acid (μg)	270.55 \pm 123.10	316.25 \pm 103.35	-45.70 \pm 122.60	-1.75 (.095)
Vit B12 (μg)	4.95 \pm 3.90	6.54 \pm 3.31	-1.59 \pm 4.29	-1.73 (.098)
Panto (mg)	3.03 \pm 1.12	3.63 \pm 1.06	-0.60 \pm 1.28	-2.21 (.039)
Biotin (μg)	11.08 \pm 7.72	14.38 \pm 7.13	-3.31 \pm 9.55	-1.62 (.119)
Calcium (mg)	411.84 \pm 151.35	440.64 \pm 225.39	-28.80 \pm 227.40	-0.59 (.559)
Phosphorus (mg)	734.99 \pm 186.68	779.01 \pm 185.52	-44.02 \pm 250.80	-0.82 (.420)
Sodium (mg)	2,571.32 \pm 904.17	2,615.02 \pm 732.55	-43.70 \pm 1215.30	-0.17 (.868)
Chloride (mg)	247.02 \pm 145.09	407.73 \pm 315.92	-160.70 \pm 380.70	-1.98 (.061)
magnesium (mg)	53.26 \pm 21.14	60.92 \pm 22.62	-7.67 \pm 35.98	-1.00 (.329)
Fe (mg)	9.56 \pm 3.23	12.04 \pm 4.92	-2.48 \pm 6.32	-1.84 (.080)
Zn (mg)	6.61 \pm 1.83	7.63 \pm 1.91	-1.02 \pm 2.67	-1.78 (.089)
Cu (μg)	0.75 \pm 0.23	0.84 \pm 0.26	-0.09 \pm 0.33	-1.27 (.218)
Cholesterol (mg)	265.03 \pm 180.40	310.33 \pm 146.23	-45.30 \pm 244.60	-0.87 (.395)
K (mg)	1,633.17 \pm 484.75	1,824.91 \pm 512.85	-191.70 \pm 595.00	-1.51 (.146)

3. SbFb 앱 적용 실험후 면담 분석결과

예비실험 완료 후 반구조화된 질문지를 이용하여 앱 적용의 효과와 앱 개선 사항을 확인한 면담결과는 먼저 앱 적용이 운동수행, 영양섭취 및 건강생활습관에 미치는 효과에 대하여 ‘시험준비(기말시험, 임용고시 등), 추운 날씨 등으로 의지대로 하지 못했다’(8명, 47.1%), ‘골밀도가 낮아 걱정은 되지만 골밀도 낮은 것이 당장 눈으로 보이는 것이 아니므로 꾸준히 행동으로 옮기는 동기가 부족했다’(10명, 58.8%), ‘10가지 밴드운동은 보면서 해도 정확하게 따라하기 어렵고, 전체를 다 하는 것이 쉽지 않았다’(5명, 29.4%), ‘일부 밴드운동은 집(하숙, 자취)의 공간이 협소해서 수행할 수 없었다’(3명, 17.6%). ‘한발로 1분간 서있기는 장소에 관계없이 수행할 수 있어 어려움이 없었다’(17명, 100%), ‘식사는 칼슘과 비타민 D 포함 식품을 가능한 한 챙겨 먹으려고 애썼다’(13명, 76.5%)는 평가가 제시되었다.

SbFb 앱 운용에서는 ‘음식 목록이 좀 더 다양하게 제시되었으면 좋겠다’(3명, 17.6%), ‘20대가 자주 먹는 음식 목록으로 제시되었으면 좋겠다’(3명, 17.6%), ‘입력하다 중간에 멈추면 다시 처음부터 기록해야 되어서 불편했다’(3명, 17.6%), ‘밤 12시가 지난 뒤 적으려고 하면 일자가 넘어가서 전날 수행한 것을 기록할 수 없는 점이 불편했다’(3명, 17.6%), ‘나의 성과 그래프에 대한 이해가 어려웠고, 민감하게 나의 성과를 보여주는 것으로도 생각되지 않았다’(3명, 17.6%), ‘저녁 8시와 10시에 오는 알림메시지가 도움이 되고 피드백이 되었다’(6명, 35.3%), ‘일별 요약 기록은 도움이 되었다’(2명, 11.8%)는 내용이 제시되었다.

논 의

본 논의에서는 개발된 SbFb 앱의 주요 특징, 예비실험에서 나타난 골건강 증진 효과 그리고 실험 후 면담에서 제시된 앱의 기능적 개선 사항에 대해서 기술하고자 한다.

먼저 개발된 SbFb 앱의 주요 특징을 살펴보면 첫째, SbFb 앱은 대상자의 운동, 영양섭취 및 건강생활습관 수행에 대하여 피드백을 제공하는 상호작용 모델로 개발되었다. 대상자가 운동수행, 영양섭취 및 건강생활습관에 대해 입력하면 일별 성취정도가 문자 요약으로 제공되고, 주별로는 설정된 권장 목표치에 준하여 성취정도가 그래프로 제공된다. 입력하지 않은 대상자에게는 1일 2회 입력을 독려하는 알림메시지가 제공되어 건강행위 수행 및 입력을 독려하게 된다. 대상자는 이러

한 피드백 과정을 통해 건강행위를 형성하고 자기관리 능력을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 둘째, 운동, 영양섭취 및 건강생활습관 수행에 대하여 영역별 성취점수가 산출되도록 개발되었다. 특히 운동 성취점수 산출을 위해 골건강 증진 효과에 대한 간접지표로서 운동유형별 GRF를 고려한 골형성지수 OI의 개념을 도입하였다. 영양섭취 점수 산출을 위해서는 칼슘과 비타민D 함유가 높으면서 성인초기 여성에게 익숙한 식품 목록 30종과 표준분량을 이미지로 제시하였고, 건강생활습관 영역은 골건강 증진 관련 내용을 5점 척도의 시각적 이미지로 개발하였다. 셋째, 본 연구에서 개발한 골건강 교육자료(골건강 지식, 운동지식, 영양지식 및 건강생활습관 지식)와 운동 동영상(빠르게 걷기, 달리기, 밴드운동)을 앱에 업로드하여 대상자가 반복적으로 학습이 가능하도록 하였다. 이를 종합해 볼 때, SbFb 앱은 국내외에서 최초 개발된 도구로서 골건강 증진을 위한 효율적인 앱으로 평가할 수 있으며, 향후 근거의 수준을 높이는 연구를 통한 유용성 검증과정을 거쳐 활용도를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

SbFb 앱 적용의 골건강 증진 효과에 대한 예비실험 결과에서 대상자의 BMD는 앱 적용 후 통계적으로 유의한 감소를 보여 SbFb 앱 적용 후 Z-score가 증가할 것이라는 기대와는 다른 결과를 보였다. 본 예비실험에서 BMD는 말단 종골(calcaneous bone)에서 QUS로 측정하였는데, QUS는 골밀도 스크리닝에는 유용하나 정밀도 오차, 즉 측정오차가 커서 반복 측정을 통한 경과관찰의 경우에는 이중에너지 방사선흡수법(Dual energy X-ray absorptiometry [DXA]) 등 비교적 정밀도 오차가 적은 측정법이 권고된다[24]. 본 예비실험은 대조군이 없는 단일군 전후 설계로 이러한 연구결과에 대한 해석은 QUS의 정밀도 오차, 즉 측정오차의 문제가 보완된 후로 유보하는 것이 적절할 것으로 생각된다. 따라서 추후 연구에서 반복측정으로 대상자의 변화를 확인하는 경우 BMD 측정을 DXA 측정으로 변경하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

생화학적 골표지자 OC와 CTX의 변화에서는 골형성 표지자인 OC의 경우 실험 전에 비해 실험 후 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아닌 반면 골흡수 표지자인 CTX의 실험 후 감소는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 생화학적 골표지자는 골대사의 동적지표로 골교체를 반영하나 일반적으로 골다공증의 진단이나 골소실의 속도 예측 등을 위해 사용되는 것은 권장되지 않으며, 호르몬이나 약제 치료에 대한 장기적 반응의 조기 예측을 위해 치료 전과 치료 3~6개월 후에 측정할 것을 권장하고 있다[24]. 본 예비실험에서 OC와 CTX는 운동수행과 영양섭취의 효과에 대한 측정변수로 OC

와 CTX의 변화를 골교체에 대한 긍정적 평가로 해석하기 보다는 본 연구에서 나타난 BMD의 부정적 결과를 고려해 볼 때 해석을 유보하는 것이 적절할 것으로 생각된다. 최근 건강한 성인남녀를 대상으로 한 연구에서 신체적 활동이 많을수록 Sclerostin이 낮게 나타난다고 보고하면서, 신체활동이 골세포(osteocytes) 형성을 증가시키고 성숙한 골세포의 사멸을 감소시키는 Wnt/ β -catenin signaling pathway를 활성화시킨데 영향한다는 긍정적 결과가 보고된 바 있다[26]. 따라서, 기계적 운동부하가 Wnt/ β -catenin signaling pathway를 활성화시켜 골형성에 영향하는지의 가설을 검증하기 위해서는 Sclerostin(골세포에서 분비되는 골형성 조절 단백질로 Wnt 길항제 역할)을 파악하는 연구가 시도될 필요가 있다고 제안되고 있다[25]. 따라서 추후연구에서는 신체활동의 정도를 직접 반영할 수 있는 Sclerostin의 측정이 고려될 필요가 있다.

한편 Ca, P 및 비타민 D 중에서 혈중 Ca 농도는 통계적으로 유의한 감소는 아니었으나 실험 전보다 실험 후 감소하였고, P의 농도는 실험 전보다 실험 후 통계적으로 유의하게 증가하였다. 비타민 D는 실험 전 '불충분' 수준(평균 13.92 ng/mL)에서 실험 후 '부족' 수준(8.77 ng/mL)으로 더욱 낮아졌는데, 본 연구의 식이섭취 영양소 분석 결과 비타민 D 섭취가 감소하지 않은 점을 고려할 때 이러한 결과는 식이섭취의 문제이기 보다는 실험 후 검사시기의 영향일 것으로 생각된다. 본 연구에서 앱 적용 후 혈액검사 시기가 1월 초였는데, 기온 저하로 인한 바깥 활동 감소가 이러한 결과에 영향하였을 것으로 생각된다. 따라서, 계절과 이들 지표들간의 관계를 규명하는 반복연구가 필요하며, 추후 연구에서는 이들 지표의 측정과 그 결과의 해석에 있어서 계절적 영향이 고려되어야 할 것이다.

체성분 분석에서는 예비실험 후 대상자의 체중, 체지방량, 체지방률, 근육량, 체수분량, BMI, 체지방률 및 복부비만률이 실험 전보다 모두 증가하였으며, 이 증가는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 본 연구대상자인 성인초기 여성의 평균 BMI는 실험 전후 각각 19.29, 19.64, 평균 체지방률은 23.44, 23.14, 평균 복부비만률은 0.73, 0.73으로 모두 정상 범위 내에 있으나 하한 경계 수준을 조금 웃도는 수준이었다. 그러나 이 결과의 해석 역시 앞서 BMD, BMs 결과와 같은 맥락에서 주의할 필요가 있다.

골건강 관련 사회심리변수에서는 골건강지식 점수가 앱 적용 후 통계적으로 유의하게 상승된 것을 볼 수 있었다. 그러나 골건강신념 점수는 실험전후 민감성, 심각성, 운동유익성, 칼슘섭취 유익성, 운동장애성, 칼슘섭취 장애성의 모든 하위영역에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 골건강 자기효

능감은 통계적으로 유의한 차이는 아니었으나 실험 후에서 실험 전보다 감소하였고, 운동자기효능감의 감소가 칼슘자기효능감의 감소보다 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 개발된 SbFb 앱의 적용이 대상자의 골건강 지식은 높이지만 골건강신념을 바꾸거나 골건강 자기효능감을 높이기에는 제한이 있음을 의미한다. 이는 실험 후 면담 결과에서 대상자들이 운동을 해야 한다고는 생각하지만 여러 가지 생활사건(기말시험, 고시준비, 취업준비 등)으로 인해 행동으로 이어지기에는 많은 제약이 있었다고 보고한 내용과 맥락을 같이 한다고 볼 수 있다.

본 연구에서 앱 적용의 목적은 대상자의 운동수행, 영양섭취 및 건강생활습관 수행에서 지속적인 피드백을 통해 자기관리 능력을 높이는 것이었으나, 예비실험의 결과는 이의 효과를 반영하지 못하고 있으며 앱 적용 초기에 대상자들이 가졌던 동기와 의지를 유지하는데 제한점이 있었던 것으로 나타났다. 최근 만성질환자(당뇨병, 천식, 고혈압 환자 등)의 자기관리를 위한 지지로 모바일폰 메시지를 이용한 연구들에 대한 체계적 문헌고찰이 수행되었는데, 그 결과에 의하면 이들 연구에서의 건강결과(예: 혈당조절(HbA1c), BMI, 체중, 고혈압, 천식증상)와 대상자의 질환 자기관리 능력(예: 당뇨병 지식, 자기효능감, 치료이행 등)에서 모바일 폰의 효과는 중등도 수준(앞으로 좀 더 많은 연구의 축적이 있어야 결과 추정에 대한 신뢰도를 높일 수 있고, 현재의 추정도 바뀔 수 있음을 의미한 증거 수준)인 것으로 나타났으며, 모바일 폰 메시지에 대한 대상자의 평가 및 건강서비스 이용 효과도 매우 불확실한 것으로 보고되었다[27]. 본 예비실험연구가 evidence quality가 낮은 단일군 전후설계로 수행되었다는 점과 30%에 달하는 대상자 탈락을 또한 본 연구의 제한점으로 볼 수 있으며, 이를 고려해 볼 때 추후 연구에서는 이를 보완할 수 있는 연구설계와 함께 앞서 제시된 측정변수 및 측정방법, 측정시기 등을 보완한 연구가 시도되어야 할 것으로 생각된다.

결론적으로 본 연구결과는 개발된 SbFb 앱이 내용 및 기능적 측면에서 개선이 요구되며, 개선된 앱의 골건강 증진에 대한 대상자의 자기관리 능력 향상의 효과를 측정하기 위해서는 인과적 설명력을 높일 수 있는 실험설계, 민감도가 높은 측정변수의 선정 및 측정오차가 적은 측정방법 등이 고려되어야 할 것으로 생각된다.

결론 및 제언

본 연구는 최고골량 형성 시기에 있는 성인초기 여성의 골건강 증진을 위한 운동, 영양섭취 및 건강생활습관 형성에 대

한 자기관리 능력 향상을 목적으로 스마트폰 앱 ‘SbFb’를 개발하고 예비실험과 실험 후 면담을 이용하여 개발된 SbFb 앱의 골건강 증진 효과와 유용성을 평가하였다. 앱 개발은 2013년 6월부터 10월까지, 개발된 앱에 대한 예비실험과 면담은 2013년 11월부터 1월까지 진행되었다. 단일군 전후설계로 진행된 예비실험에 참여한 대상자는 BMD가 낮은(Z -score <-1) 성인초기 여성 22명이었고, 실험 후 면담에는 이 중 17명이 참여하였다. 연구결과, SbFb 앱은 Android platform (Version 2.3 Ginger bread)으로 개발되었고 main menu는 ‘Self-diary’, ‘History’, ‘Information’ 그리고 ‘Setting’으로 구성되었다. 예비실험에서 대상자의 BMD (Z -score)는 앱 적용 전보다 후에 더 낮아졌고, BMs를 살펴보면 CTX와 비타민 D가 실험 후 감소하였다. 체성분 분석에서는 근육량, 체수분량, 체지방량, 체지방량, BMI, 체지방을 복부비만을 모두 앱 적용 후 증가하였으나, 골건강 관련 사회심리적 변수는 골건강 지식만이 실험 후 증가하였다. 실험 후 면담에서는 SbFb 앱의 내용과 운용에서의 개선 사항이 제시되었다.

결론적으로 개발된 SbFb 앱은 골건강 증진을 위한 자기관리 능력 향상을 목적으로 국내외에서 최초로 개발된 앱이라는 점에서 그 의미가 크다고 볼 수 있다. 그러나 대상자의 자기관리 능력 향상을 위하여 앱의 내용 및 기능에서 보완이 요구되며, 개선된 앱의 추후 평가를 위하여 인과적 설명력이 높은 실험설계를 적용할 필요가 있다. 또한 골건강 증진 효과를 측정하는 변수와 도구에 있어서 측정오차가 좀 더 적고 민감도가 높은 변수가 고려되어야 할 필요가 있다고 생각된다.

REFERENCES

- Murray CJL, Vos T, Lozano L, Naghavi M, Flaxman AD, Michaud C, et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the global burden of diseases study 2010. *Lancet*. 2012;380:2197-223.
- Wright NCW, Looker AC, Saag KG, Curtis JR, Delzell ES, Randall S, et al. The recent prevalence of osteoporosis and low bone mass in the united states based on bone mineral density at the femoral neck or lumbar spine. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2014;29(11):2520-6. <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.2269>
- Park EJ, Joo IW, Jang MJ, Kim YT, Oh K, Oh HJ. Prevalence of osteoporosis in the Korean population based on Korea national health and nutrition examination survey (KHANES), 2008-2011. *Yonsei Medical Journal*. 2014;55(4):1049-57. <http://dx.doi.org/10.3349/ymj.2014.55.4.1049>
- Chang SM, Park CM, Chang SH, Shin CS, Ha YC. Medical utilization and prescription pattern of Korean patients with osteoporosis. Seoul: Health Insurance Review & Assessment Service; 2009.
- Hernandez CJ, Beaupre GS, Carter DR. A theoretical analysis of the relative influences of peak BMD, age-related bone loss and menopause on the development of osteoporosis. *Osteoporosis International*. 2003;14:843-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-003-1454-8>
- Harvey N, Dennison E, Cooper C. Osteoporosis: a lifecourse approach. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2014;29(9):1917-25. <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.2286>
- Bohaty K, Rocolle H, Wehling K, Waltman N. Testing the effectiveness of an educational intervention to increase dietary intake of calcium and vitamin D in young adult women. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*. 2008;20:93-9. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-7599.2007.00281.x>
- Sedlak CA, Doheny MO, Jones SL. Osteoporosis education programs: changing knowledge and behaviors. *Public Health Nursing*. 2000;17(5):398-402.
- Wu F, Laslett LL, Wills K, Oldenburg B, Jones G, Winzenberg T. Effects of individualized bone density feedback and educational interventions on osteoporosis knowledge and self-efficacy: a 12 year prospective study. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment & Musculoskeletal Health*. 2014; 17(4):466-72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeod.2014.07.008>
- Barlow J, Wright C, Sheasby J, Turner A, Hainsworth J. Self-management approaches for people with chronic conditions: a review. *Patient Education and Counseling*. 2002;48:177-87.
- Robinson JH, Callister LC, Berry JA, Dearing KA. Patient-centered care and adherence: definitions and applications to improve outcomes. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*. 2008;20:600-7. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-7599.2008.00360.x>
- Bandura A. Health promotion by social cognitive means. *Health Education & Behavior*. 2004;31(2):143-64. <http://dx.doi.org/10.1177/1090198104263660>
- Klein M, Mogles N, van Wissen A. Intelligent mobile support for therapy adherence and behavior change. *Journal of Biomedical Informatics*. 2014;51:137-51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbi.2014.05.005>
- Reid SC, Kauer SD, Hearps SJC, Crooke AHD, Khor AS, Sanci LA. A mobile phone application for the assessment and management of youth mental health problems in primary care: a randomized controlled trial. *BMC Family Practice*. 2011;12:131. <http://www.biomedcentral.com/1471-2296/12/131>
- Gustafson DH, McTavish FM, Chih MY, Atwood AK, Johnson RA, Boyle MG. A smartphone application to support recovery from alcoholism: a randomized clinical trial. *JAMA Psychiatry*. 2014;71(5):566-72.

- http://dx.doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2013.4642
16. Park YJ, Lee SJ, Shin NM, Shin H, Kim YK, Cho YJ, et al. Bone mineral density, biochemical bone turnover markers and factors associated with bone health in young Korean women. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2014;44(5):504-14. <http://dx.doi.org/10.4040/jkan.2014.44.5.504>
17. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, et al. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2011;7:CD000333. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd000333.pub2>
18. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. Seoul: Author; 2010.
19. Waller J, Eriksson O, Foldevi M, Kronhed A-CG, Larssen L, Lofman O, et al. Knowledge of osteoporosis in a swedish municipality: a prospective study. *Preventive Medicine*. 2002;34(4):485-91. <http://dx.doi.org/10.1006/pmd.2002.1007>
20. Kim KK, Horan M, Gendler P, Patel M. Osteoporosis health belief, self-efficacy, and knowledge tests. In: Redman BK, editor. *Measurement tools in patient education*. New York, NY: Springer Publishing Company; 1998. p. 307-8.
21. Horan ML, Kim KK, Gendler P, Froman RD, Patel MD. Development and evaluation of the osteoporosis self-efficacy scale. *Research in Nursing and Health*. 1998;21(5):395-403.
22. Weeks BK, Beck BR. The BPAQ: a bone-specific physical activity assessment instrument. *Osteoporosis International*. 2008; 19:1567-77. <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-008-0606-2>
23. Turner CH, Robling AG. Designing exercise regimens to increase bone strength. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2003;31(1):45-50.
24. Korean Society for Bone and Mineral Research. *Osteoporosis*. 3rd ed. Seoul: Hanmee Medical Publishing Company; 2006.
25. Cheung AM, Giangregorio L. Mechanical stimuli and bone health: what is the evidence? *Current Opinion Rheumatology*. 2012;24:561-6. <http://dx.doi.org/10.1097/BOR.0b013e3283570238>
26. Amrein K, Amrein S, Drexler C, Dimai HP, Dobling H, Pfeifer K, et al. Sclerostin and its association with physical activity, age, gender, body composition, and bone mineral content in healthy adults. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*. 2012;97(1):148-54. <http://dx.doi.org/10.1210/jc.2011-2152>
27. de Jongh T, Guro-Urganci I, Vodopivec-Jamsek V, Car J, Atun R. Mobile phone messaging for facilitating self-management of long-term illness. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012; 12: Art No.: CD007459. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD007459.pub2>