

Research Article



식사 전후의 사진 비교를 통한 스마트폰 앱의 영양소섭취량 타당도 평가

이혜진 ¹, 김은빈 ¹, 김수현 ¹, 임하은 ², 박영미 ², 강준호 ^{3,4}, 김희원 ³, 김진호 ³, 박용양 ^{3,4}, 박성진 ⁵, 김진기 ⁵, 양윤정 ²

¹동덕여자대학교 임상영양학과
²동덕여자대학교 식품영양학과
³삼성유전체연구소
⁴성균관대학교 분자세포생물학과
⁵삼성종합기술원 머신러닝랩

OPEN ACCESS

Received: Aug 12, 2019
Revised: Apr 27, 2020
Accepted: May 22, 2020

Correspondence to
Yoon Jung Yang

Department of Food and Nutrition, School of Natural Science, Dongduk Women's University, 60 Hwarang-ro 13-gil, Seongbuk-gu, Seoul 02748, Korea.
Tel: +82-2-940-4465
E-mail: yjyang@dongduk.ac.kr

© 2020 The Korean Nutrition Society
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.

ORCID iDs

Hyejin Lee 
<https://orcid.org/0000-0002-3246-7428>
Eunbin Kim 
<https://orcid.org/0000-0002-8052-1601>
Su Hyeon Kim 
<https://orcid.org/0000-0002-6503-1364>
Haeun Lim 
<https://orcid.org/0000-0002-3562-1232>
Yeong Mi Park 
<https://orcid.org/0000-0003-4156-7356>
Joon Ho Kang 
<https://orcid.org/0000-0002-9052-7062>
Heewon Kim 
<https://orcid.org/0000-0002-8682-2878>

Validation of nutrient intake of smartphone application through comparison of photographs before and after meals

Hyejin Lee ¹, Eunbin Kim ¹, Su Hyeon Kim ¹, Haeun Lim ², Yeong Mi Park ², Joon Ho Kang ^{3,4}, Heewon Kim ³, Jinho Kim ³, Woong-Yang Park ^{3,4}, Seongjin Park ⁵, Jinki Kim ⁵, and Yoon Jung Yang ²



¹Department of Clinical Nutrition, Graduate School of Public Health, Dongduk Women's University, Seoul 02748, Korea
²Department of Food and Nutrition, School of Natural Science, Dongduk Women's University, Seoul 02748, Korea
³Samsung Genome Institute, Samsung Medical Center, Seoul 06351, Korea
⁴Department of Molecular Cell Biology, Sungkyunkwan University School of Medicine, Suwon 16419, Korea
⁵Machine Learning Lab, Samsung Advanced Institute of Technology, Suwon 16678, Korea

ABSTRACT

Purpose: This study was conducted to evaluate the validity of the Gene-Health application in terms of estimating energy and macronutrients.

Methods: The subjects were 98 health adults participating in a weight-control intervention study. They recorded their diets in the Gene-Health application, took photographs before and after every meal on the same day, and uploaded them to the Gene-Health application. The amounts of foods and drinks consumed were estimated based on the photographs by trained experts, and the nutrient intakes were calculated using the CAN-Pro 5.0 program, which was named 'Photo Estimation'. The energy and macronutrients estimated from the Gene-Health application were compared with those from a Photo Estimation. The mean differences in energy and macronutrient intakes between the two methods were compared using paired t-test.

Results: The mean energy intakes of Gene-Health and Photo Estimation were 1,937.0 kcal and 1,928.3 kcal, respectively. There were no significant differences in intakes of energy,

Jinho Kim <https://orcid.org/0000-0001-9524-9981>Woong-Yang Park <https://orcid.org/0000-0003-4234-0380>Seongjin Park <https://orcid.org/0000-0002-3139-188X>Jinki Kim <https://orcid.org/0000-0003-1207-0623>Yoon Jung Yang <https://orcid.org/0000-0001-9395-0854>**Funding**

This study was supported by Samsung Medical Center grant, SMX1170491.

Conflict of Interest

There are no financial or other issues that might lead to conflict of interest.

carbohydrate, fat, and energy from fat (%) between two methods. The protein intake and energy from protein (%) of the Gene-Health were higher than those from the Photo Estimation. The energy from carbohydrate (%) for the Photo Estimation was higher than that of the Gene-Health. The Pearson correlation coefficients, weighted Kappa coefficients, and adjacent agreements for energy and macronutrient intakes between the two methods ranged from 0.382 to 0.607, 0.588 to 0.649, and 79.6% to 86.7%, respectively.

Conclusion: The Gene-Health application shows acceptable validity as a dietary intake assessment tool for energy and macronutrients. Further studies with female subjects and various age groups will be needed.

Keywords: smart phone, mobile application, validation study, nutrition assessment

서론

식생활이 서구화되고 과학기술의 발달로 활동량이 감소하면서 우리나라의 비만 인구가 증가하고 있다 [1,2]. 국민건강영양조사 결과 2001년 19세 이상 비만인구의 비율은 30.3%에서 2017년 34.8%로 증가한 것으로 나타났다 [3]. 비만은 만성질환의 위험도를 증가시키는데 2006년 가구원 중 만성질환이 있는 사람의 비율은 27.5%였으나 2016년에는 39.7%로 증가하였다 [4]. 만성질환의 예방과 비만은 식습관과 깊이 관련되어 있어서 식사 기록과 평가를 통한 꾸준한 개인 식생활 관리와 생활습관의 개선이 중요하다 [5-8].

식품섭취량 측정을 통해 영양소섭취량을 추정하게 되는데, 식품섭취량을 조사하는 방법 중 24시간 회상법, 식사일기, 식품섭취빈도법 등이 널리 이용되고 있다 [9]. 24시간 회상법은 대상자에게 부담은 적지만 회상에 따른 오차가 있으며, 식사일기는 응답자에게 부담을 주고, 식품섭취빈도법은 정성적인 식사에 대한 평가에 사용하며, 개인의 영양소섭취량 추정에는 적합하지 않은 방법이다 [10-12]. 또한 24시간 회상법, 식사일기, 식품섭취빈도법 모두 영양소 분석을 실시할 경우에는 전문가의 도움이 필요하여 식품섭취량 측정에 대한 지식이 없는 일반인들에게는 1회 분량에 대한 인지 부족, 음식에 포함된 식재료 정보 부족 등의 어려움이 있다 [10-12]. 따라서 일반인들이 간편하게 자신의 하루 영양소섭취량을 추정할 수 있는 스마트폰 어플리케이션의 개발이 요구되었다.

스마트폰이 일반인들에게 급속하게 보급되면서 많은 생활의 변화를 야기하고 있다. 2017년 스마트폰 보유 및 이용 현황은 84.8%로 2011년 21.6%보다 현저하게 증가하였다 [13]. 20대 이상 성인의 스마트폰 1일 평균 이용 횟수는 2017년 기준 주중에는 평균 24.7회며 주말에는 평균 37.4회이다 [14]. 스마트폰 등장으로 인하여 식사 모니터링을 도와주고 쉽게 영양소 분석이 가능한 어플리케이션이 많이 개발되고 있다 [15]. 실제로 녹색 식생활, 칼로리코디, 칼로리 카운터 등의 앱이 개발되어 이용되고 있다 [16]. 하지만, 국내에서 개발되어 사용되고 있는 어플리케이션이 실제 사용자들의 식품섭취량을 얼마나 정확하게 반영하고 있는지에 대한 타당도 조사를 실시한 연구는 없었다.

국외에서는 식사 모니터링 및 영양소 분석을 실시하는 여러 모바일 어플리케이션에 대해 타당성을 보고하였다. Carter 등 [17] 연구에서는 스마트폰 앱인 'My Meal Mate'에 기록된 식이의 영양소섭취량과 24시간 회상법을 이용하여 계산된 영양소섭취량을 비교하였다. Ahmed 등

[18] 연구에서는 참가자를 식사일기 그룹과 태블릿 앱 사용 그룹으로 나누어 식사를 배급해주고 섭취량을 입력하게 한 뒤에 두 방법 사이의 영양소 섭취량을 비교 분석 하였다. 따라서 본 연구는 Gene-Health 어플리케이션을 이용하여 추정된 영양소 섭취량과 실제 식사 섭취 전과 후의 사진 비교를 통해 섭취량을 추정하여 분석된 영양소 섭취량을 비교함으로써 Gene-Health 어플리케이션의 타당성을 평가하기 위하여 수행되었다.

연구방법

연구대상 및 기간

본 연구는 2017년 4월부터 2018년 1월까지 실시된 체중조절 관련 임상연구의 일부분으로 체중조절 대상자들 중 모바일 앱으로 식사기록과 식사사진을 업로드한 참가자를 대상으로 수행되었다. 연구 대상자 선정은 신체 건강한 남녀 만 19세 이상 60세 미만 성인 중 안드로이드 폰 소지 및 사용자를 대상으로 하였다. 서울 소재 병원 한 곳에서 직원 및 일반인을 대상으로 온라인과 전단 광고를 통하여 대상자를 모집하였고, 경기도 소재 회사 한 곳에서 게시판 공고문을 통하여 참가자를 모집하였다. 본 연구에 동의를 하지 않거나, 식이 조절을 하거나 운동을 하면 건강이 악화될 수 있는 자, 또는 체중 조절을 위한 약을 복용하고 있는 경우는 대상자에서 제외되었다. 최근 1개월 이내 금연자, 지나친 알코올 섭취자(주 4회 이상, 매회 소주 1병 이상 음주자)인 경우와 당뇨병, 심장질환, 신장질환, 암 등의 질환이 있는 경우도 대상자에서 배제하였다. 평소 식습관 및 육체활동 패턴을 파악하기 위해 첫 2주간은 중재 없이 평소 생활습관을 Gene-Health 앱의 입력 내용을 통해 모니터링 하였다. 임상연구의 전체 참여자는 361명이었으나, 중재 기간 전 모니터링 기간에 모바일 앱에 식사기록을 충실히 입력하고, 동일 한 식사에 대해 아침, 점심, 저녁, 간식의 식사 전과 식사 후의 사진을 모바일 앱에 업로드한 98명의 대상자를 본 연구의 최종 대상자로 선정하였다. 연구 참여자 전원에게 연구 동의서를 받았고, 연구에 대한 모든 것은 삼성서울병원 연구윤리위원회의 심사와 승인을 받았다(SMC 2017-03-064).

임상연구 시 식이교육

대상자 1차 방문 시 연구의 배경, 목적, 연구절차, 중재방법, 위험성, 이점 등에 대해 충분히 설명하고, 질의응답 후 자발적인 의사에 따라 동의서를 취득하였다. 체성분분석기(Inbody720, Medi Co., Seoul, Korea)를 이용하여 신장, 체중, 체성분을 측정하였고, 문진을 이용하여 기저 질환, 과거력, 투약력 등을 조사하였다.

임상연구 대상자 전원을 총 9개의 소규모 그룹으로 나누어 1회 식이 교육을 실시하였다. 방문이 어려운 대상자들에게는 동일 내용의 교육내용을 동영상으로 제작하여 온라인교육을 실시하였다. 교육 내용은 식품교환단위 및 식품군의 개념을 설명하여, 스스로 섭취한 식품에 대해 Gene-Health 앱에 식품의 종류와 섭취량을 입력할 수 있도록 교육하였다. 체중조절과 관련된 임상연구였기 때문에 혈당 지수의 개념을 통해 올바른 탄수화물 섭취 방법을 교육하였으며, 지방의 종류를 설명하여 올바른 지방 섭취 방법을 교육하였다. 또한 술과 체중조절과의 관계에 대해서도 교육하였고, 전반적인 앱 사용방법도 교육하였다.

Gene-Health 어플리케이션

Gene-Health 앱은 S전자와 S유전체연구소의 임상연구를 위해 2017년에 개발된 연구용 앱으로 기존의 Samsung Health 앱에 임상연구를 위한 기능들을 추가하여서 개발되었다. 따라서 식사기록과 영양소섭취량 분석은 기존의 Samsung Health 앱과 동일하며, 연구를 위해 식사 전과 후의 사진을 찍어서 업로드 하는 기능과 대상자들이 입력한 식품 내용을 모니터링하는 기능을 추가하였다. 연구참여자는 앱에서 식사를 한 날짜와 해당 끼니 (아침, 점심, 저녁, 오전 간식, 오후 간식, 저녁 간식)에 들어가서 섭취한 식품을 검색한 후 해당되는 식품을 선택하면 화면에 1회 제공량, 1회 제공량에 포함된 다량영양소 함량 등의 정보가 제시된다. 섭취량이 제시된 기준량과 같으면 그대로 완료 버튼을 누르고, 섭취량이 기준량과 다를 경우에는 섭취량을 조정 후 완료버튼을 눌러 저장을 한다. 하루에 섭취한 식품들을 입력하는 대로 자동으로 일일 섭취 칼로리, 탄수화물, 지방, 단백질의 섭취량과 섭취 비율이 계산되어 제시된다. Gene-Health (Samsung Health)의 영양소 데이터 베이스는 한국영양학회와 Fatsecret의 데이터베이스를 사용하였는데 28,534항목의 한국 식품 데이터 베이스와 994,556 항목의 세계 식품 데이터 베이스를 포함하고 있다 [19].

영양소 섭취 상태 분석

대상자 전원에게 중재 시작 전 모니터링 기간에 하루를 정하여 아침, 점심, 저녁, 간식 등 섭취한 모든 식사 사진의 전과 후를 찍어 모바일 어플리케이션 Gene-Health에 업로드 하도록 하였다. 또한 동일한 날에 모바일 앱을 이용하여 동일한 식사 내용을 입력하도록 하였다. 식사 전후 사진을 이용한 영양소 분석은 목적량과 영양소 분석에 관하여 훈련 받은 연구원들에 의해 수행되었다. 연구원들은 대상자들이 찍어서 업로드한 사진의 식사 전과 식사 후를 비교하여 실제 섭취량을 추정하여 각 끼니 별 식품섭취량을 코딩 하였다. 만약 대상자가 섭취한 식품이 CAN-Pro 데이터베이스에 입력되어 있지 않았을 경우 미국 농무부 (United States Department of Agriculture, USDA)에서 제공하는 영양소 데이터베이스를 사용하였다 [20]. 특정 브랜드의 제품을 섭취하였을 경우에는 1회 제공량의 영양성분을 토대로 데이터 베이스를 생성하였다. 식품별 코딩 내용을 바탕으로 CAN-Pro 프로그램 (CAN Pro 5.0, Korean Nutrition Society, Seoul, Korea)을 이용하여 영양소섭취량을 분석하였다.

통계분석

본 연구에서의 자료 분석은 SAS 프로그램 (SAS version 9.4, Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였다. Gene-Health와 섭취 사진으로 추정된 영양소섭취량 (Photo Estimation)의 비교는 paired t-test와 피어슨 상관계수를 구하여 유의성을 검증하였다. 두 그룹 간 영양소섭취량의 일치도는 가중 카파 계수 (Weighted Kappa coefficient)와 사분위수로 그룹을 나눈 후에 cross tabulation을 하여서 same agreement와 adjacent agreement를 구하여 분석하였다. 모든 결과의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 를 기준으로 검정하였다.

결과

연구 대상자의 일반적 특성

연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 남자는 77명으로 전체대상자의 78.6%이며, 여자는 21명으로 21.4%를 차지하고 있다. 평균 나이는 37.6 ± 7.3 세이었으며, 남자와 여

Table 1. General characteristics of the study subjects

Characteristics	Men (n = 77)	Women (n = 21)	Total (n = 98)
Age (yrs)	37.3 ± 7.6	38.6 ± 6.0	37.6 ± 7.3
Smoking status			
Current smoker	55 (74.3)	20 (95.0)	74 (78.7)
Former smoker	16 (21.6)	1 (5.0)	17 (18.1)
Non-smoker	3 (4.1)	0 (0)	3 (3.2)
Drinking status			
Non-drinker	13 (17.6)	10 (47.6)	23 (24.2)
≤ 3/month	29 (39.2)	6 (28.6)	35 (36.8)
1-3/week	30 (40.5)	5 (23.8)	35 (36.8)
> 3/week	2 (2.7)	0 (0)	2 (2.1)
Exercise status			
< 1 hr/week	7 (9.2)	5 (23.8)	12 (12.4)
1-10 hr/week	47 (61.8)	6 (28.6)	53 (54.6)
11-30 hr/week	7 (9.2)	3 (14.3)	10 (10.3)
> 30 hr/week	15 (19.7)	7 (33.3)	22 (22.7)
Height (cm)	173.9 ± 6.1	160.3 ± 3.6	170.9 ± 8.0
Weight (kg)	78.5 ± 11.5	57.8 ± 7.9	74.1 ± 13.7
BMI (kg/m ²)	25.9 ± 3.2	22.5 ± 3.0	25.2 ± 3.5
Fat mass (kg)	19.9 ± 6.7	18.2 ± 6.2	19.5 ± 6.6
Body fat (%)	24.9 ± 6.0	30.7 ± 6.9	26.2 ± 6.6

Data are presented in mean ± SD or number (%).
BMI, body mass index.

Table 2. Comparison of energy and macronutrient intakes between the Gene-Health and Photo Estimation

Variables	Gene-Health	Photo Estimation	p-value ¹⁾
Energy (kcal/day)	1,937.0 ± 758.6	1,928.3 ± 660.9	0.9102
Carbohydrate (g/day)	237.9 ± 95.0	251.0 ± 85.3	0.1103
Protein (g/day)	89.2 ± 46.1	77.8 ± 32.2	0.0105
Fat (g/day)	61.6 ± 38.8	62.7 ± 34.8	0.7929
Energy from carbohydrate (%)	50.5 ± 13.1	52.8 ± 10.7	0.0136
Energy from protein (%)	18.2 ± 5.4	16.3 ± 3.9	0.0002
Energy from fat (%)	28.0 ± 9.2	28.5 ± 8.8	0.5661

Values are presented as means ± SD.

¹⁾p-values represent the values of the paired t-test.

자 각각 37.3 ± 7.6세, 38.6 ± 6.0세였다. 평균 체중은 74.1 ± 13.7 kg이며 남자 78.5 ± 11.5 kg, 여자 57.8 ± 7.9 kg이다. 평균 체질량지수 (body mass index, BMI)는 25.2 ± 3.5 kg/m²이었으며, 남자는 25.9 ± 3.2 kg/m², 여자 22.5 ± 3.0 kg/m²이었다.

Gene-Health와 사진을 통한 영양소섭취량 비교

Gene-Health를 이용해 추정된 영양소섭취량과 사진을 통해 추정된 영양소섭취량을 비교한 결과는 **Table 2**와 같다. Gene-Health로 측정된 단백질 섭취량은 사진으로 추정된 단백질 섭취량보다 유의적으로 높았다 (p = 0.0105). 하지만 에너지, 탄수화물, 지방 섭취량은 두 방법 간

Table 3. Correlation coefficients of energy and nutrients between the Gene-Health and Photo Estimation

Variables	Correlation coefficient	p-value ¹⁾
Energy (kcal/day)	0.430	< 0.0001
Carbohydrate (g/day)	0.607	< 0.0001
Protein (g/day)	0.443	< 0.0001
Fat (g/day)	0.382	< 0.0001
Energy from carbohydrate (%)	0.708	< 0.0001
Energy from protein (%)	0.502	< 0.0001
Energy from fat (%)	0.616	< 0.0001

¹⁾p-values represent the values of Pearson correlation coefficient.

Table 4. Proportions of agreement and weighted Kappa coefficients of energy and nutrients between the Gene-Health and Photo Estimation

Variables	Weighted Kappa	p-value ¹⁾	Same agreement (%)	Adjacent agreement (%)
Energy	0.629	0.0015	43.9	82.7
Carbohydrate	0.649	< 0.0001	43.9	86.7
Protein	0.588	0.0002	41.8	79.6
Fat	0.636	< 0.0001	42.9	84.7
Energy from carbohydrate (%)	0.662	< 0.0001	43.9	88.8
Energy from protein (%)	0.618	0.0022	45.9	75.5
Energy from fat (%)	0.648	< 0.0001	48.0	82.7

¹⁾p-values represent the values of weighted Kappa coefficient.

에 차이가 없었다. 탄수화물로부터의 에너지 섭취 비율은 사진 추정군이 높았고 ($p = 0.0136$), 단백질로부터의 에너지 섭취 비율은 Gene-Health가 높았다 ($p = 0.0002$).

Gene-Health와 사진을 통한 영양소섭취량 간의 상관성

Gene-Health와 사진을 통해 추정된 영양소섭취량의 상관성을 Table 3에 제시하였다. 전체 대상자의 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방섭취량과 탄수화물 비율, 단백질 비율, 지질 비율은 모두 상관계수 0.382–0.708로 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 두 방법 간에 가장 높은 상관관계를 보인 것은 에너지섭취량 중 탄수화물의 섭취 비율이며 ($r = 0.708$, $p < 0.0001$), 가장 낮은 상관관계를 보인 것은 지방 섭취량 ($r = 0.382$, $p < 0.0001$)이다.

Gene-Health와 사진을 통한 섭취량 추정의 일치 정도와 가중 카파 계수

Gene-Health와 사진을 통한 영양소섭취량의 일치 정도와 가중 카파 계수는 Table 4에 나타나 있다. 카파 계수가 < 0.2이면 유사성이 부족 (poor)한 것이며, 0.2–0.4는 타당함 (fair)을 뜻한다 [18,19]. 0.41–0.6이면 두 측정 결과의 유사성이 중등 (moderate)정도 일치하는 것이며, 0.61–0.80이면 유사성이 높으며 (substantial), 0.81–1.0이면 거의 완벽하게 일치함 (perfect)을 의미한다 [21,22].

단백질 섭취량을 제외한 에너지, 탄수화물, 지방 섭취량과 탄수화물로부터의 에너지 섭취 비율, 단백질로부터 에너지 섭취비율, 지방으로부터의 에너지 섭취 비율의 가중 카파 계수는 0.6 이상으로 Gene-Health를 이용한 영양소 섭취와 사진을 통한 영양소섭취량 간에 상당한 유사성을 보였다. 단백질 섭취량의 가중 카파 계수는 0.588이었다. Same agreement는 41.8%–48.0%이며 adjacent agreement는 75.5%–88.8%로 두 방법 간에 높은 일치도를 보였다.

고찰

본 연구는 Gene-Health 어플리케이션의 타당도를 평가하기 위하여 Gene-Health를 이용하여 추정된 영양소섭취량을 실제 식사 섭취 전과 후의 사진을 통해 추정된 영양소섭취량과 비교하였다.

에너지 섭취량과 탄수화물 섭취량은 두 방법 간에 각 개인의 섭취량 추정에 유의적 차이가 없었고, 비교적 높은 피어슨 상관계수, 가중 카파 계수, same agreement, adjacent agreement를 보였다. 단백질 섭취량은 Gene-Health에서 추정된 값이 사진을 통해 추정된 값보다 유의적으로 높았고, 피어슨 상관계수가 0.443이고 가중 카파 계수가 0.588로 에너지 섭취량에 비

해 일치도가 낮았고 탄수화물 섭취량에 비해 상관성과 일치도가 조금 낮았지만 두 방법 간에 일치 정도는 수용할 수 있는 수준이었다. 지방 섭취량은 두 방법 간에 각 개인의 섭취량 추정 에 유의적 차이가 없었고, 피어슨 상관계수가 0.382로 영양소 중에 가장 낮았으나 가중 카파 계수가 0.636로 높아 두 방법 간에 일치도가 높았다. 따라서 Gene-Health를 이용하여 추정된 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방 섭취량은 사진으로부터 추정된 결과와 상당한 일치도를 보여 타당성을 입증할 수 있었다.

단백질로부터의 에너지 섭취비율이 두 방법 간에 유의적 차이가 있고, 가중 카파 계수가 다른 영양소에 비해 낮은 것은 Gene-Health의 단백질 섭취량이 사진 추정량보다 유의적으로 높은 것이 원인이었다. 대상자들이 Gene-Health를 이용해 입력한 식품섭취량과 숙련된 연구원들이 식사 전후의 사진을 보고 추정한 식품섭취량을 비교하였을 때 외식을 하는 경우 참가자들은 각 끼니 마다 사진을 식사 전과 후 각각 한 번만 업로드 할 수 있기 때문에 식품섭취량 추정에 오차가 발생할 수 있다. 예로, 소고기 등심을 섭취할 경우 1인분을 먹고 추가로 1인분을 더 먹어도 사진에는 먹기 전과 후의 사진만 업로드 되므로 사진을 통한 추정량은 소고기 등심 1인분이 되지만 Gene-Health에는 2인분을 섭취한 것으로 기록된다. 이러한 방법상의 제한점으로 인해 사진으로 추정한 단백질 섭취량이 Gene-Health로 추정한 단백질 섭취량에 비해 다소 낮을 수 있을 것이라 사료된다.

2017년 한국인의 1일 에너지 섭취량은 2,013.6 kcal이며 영양소별 1일 에너지 섭취 비율은 탄수화물 62.8%, 단백질 15.1%, 지방 22.1%로 [23], 본 연구에서 에너지 섭취량과 탄수화물로부터의 에너지 섭취 비율은 한국 성인의 평균 섭취량 보다는 낮았다. 이는 체중조절 전 모니터링 기간에 본 연구를 실시하였지만 많은 대상자들이 모니터링 기간에도 체중조절에 관심을 가지고 식사량을 줄인 것과 관련이 있으며 특히 탄산음료, 빵, 과자 등의 간식 섭취를 줄인 것과 관련이 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 Gene-Health와 사진 추정을 통한 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방 섭취량의 상관 계수값은 0.382–0.607이었다. 국내에서 식사 모니터링 도구로서의 스마트폰 모바일 앱 개발은 이루어지고 있었지만 영양소섭취량에 대한 타당도를 분석한 연구는 없었고, 국외에서는 여러 영양 평가도구가 개발되었으며 타당도에 관한 연구도 다수 보고되고 있다. Ahmed 등 [18] 연구에서는 참가자를 식사일기 그룹과 태블릿 앱 사용그룹으로 나누어 식사를 배급해 주고 섭취량을 입력하게 한 뒤에 영양소섭취량을 비교분석 하였다. 두 그룹의 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방의 상관 계수값은 0.992–0.996이었는데, 이 연구에서는 표준 식사가 배급되었고 잔반량을 측정하여 연구의 정확성을 높였다. Ashman 등 [24] 연구에서는 참가자에게 태블릿 앱을 통하여 사진을 찍게 하여 식사섭취량을 앱에 기록하게 하였으며 주 1회 임의의 날짜에 영양사들이 참가자들에게 시행한 24시간 회상법을 통해 수집된 영양소섭취량을 비교분석 하였다. 에너지와 다량영양소의 상관 계수 값은 0.580–0.696이었다. Carter 등 [17] 연구에서는 체중감량을 위하여 고안된 스마트폰 앱인 ‘My Meal Mate (MMM)’를 이용하였다. MMM은 일반 및 브랜드 제품을 포함한 식품 데이터베이스에서 사용자가 식품을 선택하고 기록하며 기록된 식이의 영양소와 24시간 회상법으로 측정된 영양소섭취량을 비교하였을 때 두 그룹간 상관계수 값은 0.63–0.85였다. Rangan 등 [25] 연구에서도 스마트폰 앱인 ‘e-DIA’를 이용하였으며, 참가자가 자신이 소비한 음식이나 음료를 검색하여 입력하였다. 일주일 중 5일동안 (평일 3일, 주말 2일 등) 영양소섭취량을 앱에 입력하였으며 이 중 3일을 24시간 회상

법을 통하여 섭취량을 분석하였다. 앱을 이용한 영양소섭취량과 24시간 회상법을 이용한 섭취량을 토대로 비교 분석한 상관계수의 범위는 0.55–0.79였다. 따라서 스마트폰 앱과 사진 추정을 통한 영양소섭취량과의 상관성으로 볼 때 Gene-Health의 타당도가 국외에서 보고된 스마트폰 앱들의 타당도와 유사한 수준임을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 Gene-Health와 사진을 통한 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방 섭취량을 사분위로 나누어 계산한 가중 카파 계수 값은 0.588–0.649이었다. Russell 등 [26]의 연구에서 식품섭취빈도법으로 추정된 Total Diet Score (TDS)와 식사기록법으로 추정된 TDS와의 일치도를 사분위로 나누어 측정한 결과 가중 카파 계수는 0.39였다. Jacques 등 [27]의 연구에서 프랑스-캐나다인들을 위한 자동화된 웹 기반 24시간 회상법 (automated, self-administered web-based 24-hour recall, R24W)을 개발하였으며 참가자는 앱에서 전날 섭취한 음식을 선택하여 입력할 수 있다. 이 앱을 토대로 임신 여성들을 대상으로 R24W와 종이와 펜으로 입력한 3일 식사기록법을 비교한 Savard 등 [28]의 연구에서 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방 섭취량을 사분위로 나누어 계산한 가중 카파 계수는 0.31–0.49이었다. 따라서 Gene-Health는 Russell 등 [26]과 Savard 등 [28]의 연구결과와 비교할 때 가중 카파 계수가 타당한 수준임을 확인할 수 있었다.

Timon 등 [29] 연구에서는 24시간 회상법과 식품빈도법으로 구성된 웹 기반 식이 평가도구인 Foodbook24와 무게를 측정한 식사일기를 비교하여 Foodbook24의 타당성을 분석하였다. Foodbook24는 입력 전일에 사용자가 직접 섭취한 음식을 선택하여 입력해야 한다. 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방의 agreement는 38.5%–56.4%였으며, adjacent agreement는 74.4%–84.6%였다. 본 연구에서 에너지 및 다량영양소의 agreement는 41.8%–43.9%였으며, adjacent agreement는 79.6%–86.7%였다. 따라서 Gene-Health의 agreement가 국외에서 보고된 연구와 비교할 때 타당한 수준임을 확인하였다.

식사 전과 후의 사진을 통해 식품섭취량을 추정하는 것은 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 삼겹살, 등심 구이와 같이 동일한 식품을 한끼에 추가해서 먹었을 경우 식사 전과 식사 후의 사진을 각 끼니 당 한 번씩만 업로드 할 수 있으므로 식품섭취량이 적게 추정될 수 있다. 또한 여러 명이 함께 식사한 경우에는 참가자 본인의 식사량을 사진상으로는 정확히 추정하는 것은 어렵다. 하지만 24시간 회상법과 같이 섭취한 식품의 종류와 양을 회상에 의존하지 않고 사진을 통해 확인한다는 장점이 있고, 식품섭취량을 식품영양학 전공자가 식품섭취 전후의 사진 비교를 통해 추정하여 입력하여서 정확도를 높였다는 장점이 있다. 따라서 Gene-Health로 추정된 에너지와 다량영양소 섭취량, 에너지 섭취비율을 사진으로 추정된 값과 비교하였을 때 상관계수, 가중 카파 계수, same agreement, adjacent agreement를 기준으로 Gene-Health는 정확도를 수용할 만한 타당도를 지닌 모바일 앱으로 볼 수 있다. 본 연구는 남성과 30대 후반 연령의 참가자로 주로 진행이 되어서 성별이나 연령에 따른 스마트폰 앱의 타당도를 비교할 수 없었다. 추후 연구에서는 각 끼니에 여러 번 사진을 업로드 할 수 있게 하여서 추가로 섭취한 음식에 대해서도 추정할 수 있도록 하며, 여러 명이 섭취할 경우 개인 접시에 각자 먹을 양을 담아서 사진을 촬영하게 하는 교육이 요구된다. 또한 다양한 연령과 여성 참가자를 확대하여서 성별과 연령에 따른 Gene-Health의 타당도를 비교하는 것이 필요하다.

요약

본 연구는 만 19세 이상 60세 미만 성인남녀 98명을 대상으로 스마트폰 앱인 Gene-Health를 이용하여 식사 기록을 통해 분석된 영양소섭취량과 동일한 날의 식사 섭취 전과 후의 사진 비교를 통해 섭취량을 추정하여 분석된 영양소섭취량을 비교함으로써 Gene-Health의 타당도를 조사하기 위해 수행되었다. 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, Gene-Health의 영양소섭취량과 사진을 통해 추정한 영양소섭취량을 비교한 결과 에너지, 탄수화물, 지방, 지방으로부터의 에너지 섭취비율은 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 단백질 섭취량과 단백질로부터의 에너지 섭취 비율은 Gene-Health가 높았고, 탄수화물로부터의 에너지 섭취비율은 사진추정군이 높았다. 둘째, Gene-Health와 사진을 통한 영양소섭취량의 상관성은 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방섭취량과 탄수화물 비율, 단백질 비율, 지질 비율은 모두 상관계수 0.382-0.708로 유의적인 양의 상관관계를 보였다. 셋째, Gene-Health와 사진을 통한 에너지, 탄수화물, 단백질, 지방섭취량과 탄수화물 비율, 단백질 비율, 지질 비율의 가중 카파 계수는 0.588-0.662로 상당히 일치하는 경향을 보였다. 에너지와 다량영양소, 다량영양소 섭취 비율의 same agreement는 41.8%-48.0%이며 adjacent agreement는 75.5%-88.8%였다. 본 연구를 통하여 Gene-Health는 에너지와 다량영양소 섭취량을 추정하기 위한 타당한 도구라고 사료된다. 추후 연구에서는 다양한 연령과 여성 참가자를 확대하여 성별과 연령에 따른 Gene-Health의 타당도를 연구할 필요가 있다.

REFERENCES

1. Park JS, Heo NR, Beon YH, Hwang MH, Kim SH. The relation analysis of obesity and blood lipid on total physical activity level in short sleeping adults. *J Sport Leis Stud* 2014; 57: 879-892.
2. Ministry of Health and Welfare (KR). Walking: ≥ 19 years, by sex [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2018 [cited 2019 Feb 20]. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_11702_N054&conn_path=I2.
3. Ministry of Health and Welfare (KR). Obesity: ≥ 19 years, by sex [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2018 [cited 2019 Feb 20]. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_11702_N101&conn_path=I2.
4. Korea Institute for Health and Social Affairs. Chronic disease of the house members [Internet]. Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2016 [cited 2018 Sep 12]. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=331&tblId=DT_33109_N022&conn_path=I2.
5. Cho CM. Trend analysis associated dietary habit factors on obesity in Korean adolescents. *J Korean Soc Living Environ Syst* 2014; 21(1): 97-107.
CROSSREF
6. Kim HK, Kim MJ. Effects of weight control program on dietary habits and blood composition in obese middle-aged women. *Korean J Nutr* 2010; 43(3): 273-284.
CROSSREF
7. Jang HM, Kim SK, Kim NY, Yoon HJ, Cho HY, Ha KS, et al. Association between personality and eating style in Korean obese adults. *Korean J Obes* 2013; 22(2): 100-106.
CROSSREF
8. Kim ES, Jung BM, Chun HJ. The survey of meal habits for the urban salaried workers. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 2001; 17(2): 91-104.
9. Capling L, Beck KL, Gifford JA, Slater G, Flood VM, O'Connor H. Validity of dietary assessment in atheltes: a systematic review. *Nutrients* 2017; 9(12): 1313.
PUBMED | CROSSREF
10. Freedman LS, Schatzkin A, Midthune D, Kipnis V. Dealing with dietary measurement error in nutritional cohort studies. *J Natl Cancer Inst* 2011; 103(14): 1086-1092.
PUBMED | CROSSREF

11. Souverein OW, Dekkers AL, Geelen A, Haubrock J, de Vries JH, Ocké MC, et al. Comparing four methods to estimate usual intake distributions. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65 Suppl 1: S92-S101.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
12. Zhang S, Midthune D, Guenther PM, Krebs-Smith SM, Kipnis V, Dodd KW, et al. A new multivariate measurement error model with zero-inflated dietary data, and its application to dietary assessment. *Ann Appl Stat* 2011; 5(2B): 1456-1487.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
13. Shin JH, Kim YH, Oh YS. Report No.17-11-02. 2017 Korea media panel survey. Jincheon: Korea Information Society Development Institute; 2017.
14. Ministry of Science and ICT, National Information Society Agency. The survey on smart phone overdependence. Gwacheon: Ministry of Science and ICT, National Information Society Agency; 2017.
15. Jeon E, Park HA, Min YH, Kim HY. Analysis of the information quality of Korean obesity-management smartphone applications. *Healthc Inform Res* 2014; 20(1): 23-29.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
16. Kim JW, Lee EJ. Current status of dietary education applications (app) as a smart educational material. *J Korean Pract Arts Educ* 2013; 26(4): 81-110.
17. Carter MC, Burley VJ, Nykjaer C, Cade JE. 'My Meal Mate' (MMM): validation of the diet measures captured on a smartphone application to facilitate weight loss. *Br J Nutr* 2013; 109(3): 539-546.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
18. Ahmed M, Mandic I, Lou W, Goodman L, Jacobs I, L'Abbé MR. Validation of a tablet application for assessing dietary intakes compared with the measured food intake/food waste method in military personnel consuming field rations. *Nutrients* 2017; 9(3): 200.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
19. FatSecret. The FatSecret Platform API [Internet]. c2020. Available from: <https://platform.fatsecret.com/api/>.
20. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Food composition database. Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS) 2015-2016 [Internet]. Washington, D.C.: Agricultural Research Service; c2020. Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/>.
21. Park IN, Kang SS, Noh EH, Kim MY, Seong TJ. Automatic scoring of Korean short answers by answer template description. *J KIISE Comput Pract Lett* 2013; 19(12): 630-636.
22. Kim HS, Lee SH, Kim HS, Kwon OR. Validation of initial nutrition screening tool for hospitalized patients. *J Nutr Health* 2019; 52(4): 332-341.
[CROSSREF](#)
23. Ministry of Health and Welfare (KR). Nutrient intakes per capita per day (standardization): ≥ 1 year, total [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2018 [cited 2020 May 20]. Available from: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=117&tblId=DT_11702_N225&conn_path=I2.
24. Ashman AM, Collins CE, Brown LJ, Rae KM, Rollo ME. Validation of a smartphone image-based dietary assessment method for pregnant women. *Nutrients* 2017; 9(1): 73.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
25. Rangan AM, O'Connor S, Giannelli V, Yap ML, Tang LM, Roy R, et al. Electronic dietary intake assessment (e-DIA): comparison of a mobile phone digital entry App for dietary data collection with 24-hour dietary recalls. *JMIR Mhealth Uhealth* 2015; 3(4): e98.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
26. Russell JC, Flood VM, Sadeghpour A, Gopinath B, Mitchell P. Total Diet Score as a valid method of measuring diet quality among older adults. *Asia Pac J Clin Nutr* 2017; 26(2): 212-219.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
27. Jacques S, Lemieux S, Lamarche B, Laramée C, Corneau L, Lapointe A, et al. Development of a web-based 24-h dietary recall a French-Canadian population. *Nutrients* 2016; 8(11): 724.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
28. Savard C, Lemieux S, Lafrenière J, Laramée C, Robitaille J, Morisset AS. Validation of a self-administered web-based 24-hour dietary recall among pregnant women. *BMC Pregnancy Childbirth* 2018; 18(1): 112.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)
29. Timon CM, Blain RJ, McNulty B, Kehoe L, Evans K, Walton J, et al. The development, validation, and user evaluation of Foodbook24: a web-based dietary assessment tool developed for the Irish adult population. *J Med Internet Res* 2017; 19(5): e158.
[PUBMED](#) | [CROSSREF](#)