creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

식품영양학석사학위논문

식품섭취빈도조사를 기반으로 한 챗봇 콘텐츠 개발 및 종이 식품섭취빈도조사와 챗봇으로 측정한 영양소 섭취량 비교 연구

Development of FFQ-based Chatbot contents and comparison of nutrient intake measured by Chatbot and paper-based FFQs

2023 년 8 월

서울대학교 대학원

식품영양학과

임 의 연

식품섭취빈도조사를 기반으로 한 챗봇 콘텐츠 개발 및 종이 식품섭취빈도조사와 챗봇으로 측정한 영양소 섭취량 비교 연구

지도 교수 이 정 은

이 논문을 식품영양학석사 학위논문으로 제출함

2023 년 6 월

서울대학교 대학원
식품영양학과
임 의 연

임의연의 식품영양학석사 학위논문을 인준함

2023 년 7 월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국 문 초 록

식품섭취빈도조사를 기반으로 한 챗봇 콘텐츠 개발 및 종이 식품섭취빈도조사와 챗봇으로 측정한 영양소 섭취량 비교 연구

서울대학교 대학원
식품영양학과
임 의 연

식품섭취빈도조사(Food Frequency Questionnaire, FFQ)는 집단 및 개인의 평소 식사 섭취 현황을 조사하기 위해 많이 사용되는 식사 조사 방법이다. 종이 또는 전자식 FFQ는 구조화된 설문 형태로서 음식의 섭취 빈도와 양에 대한 질문으로 구성된다. 모바일 시대의 도래로 식사 섭취 조사 분야에서도 모바일 기술의 사용이 증가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 한국에서 가장 많이 쓰이는 모바일 인스턴트 메신저인 카카오톡을 활용하여 타당도가 입증된 FFQ의 질문을 묻고 답하는 형태인 모바일 챗봇 콘텐츠를 개발하였다. 그리고 챗봇과 종이 기반의 FFQ로 조사한 영양소 섭취량을 비교 분석하였다.

연구 대상자는 2022 년 4~8 월에 동국대학교 일산병원에서 상부위장관내시경 또는 대장내시경을 시행한 사람으로 모집하였다. 최종 대상자는 24-79 세의 남성 50 명과 여성 45 명이었다. FFQ 는 제 6 기(2013-2015 년) 국민건강영양조사에서 시행한 112 문항의 FFQ 에 와인 문항을 추가하여 사용하였다. 본 연구의 대상자는 3 개월 이내에 종이, 챗봇 기반의 동일한 FFQ 를 두 번 시행하였다. 챗봇은 동국대학교 소프트웨어구조 연구실에서 개발하였다. 챗봇 설문은 신체계측 및 기본정보 조사, 운동량 조사, FFQ 그리고 식이보충제 조사 순서로 진행되었다. 설문을 완료하면 챗봇을 통해 자동으로 작성된 영양평가 결과가 채팅창에 나타났다. 영양평가 결과는 2020 한국인 영양소 섭취기준을 바탕으로 작성되었다. 챗봇과 종이 기반의 FFQ 를 통한 영양소 섭취량을 비교하기 위해 상관관계와의 일치도를 분석하였다.

피어슨 상관계수의 범위는 0.74(나이아신)에서 0.90(비타민 A)까지였으며, 중앙값은 0.85 로 높은 상관관계를 보였다. 다음으로 일치도 분석을 위해 섭취량에 따라 사분위수로 분류한 후 교차분류(cross-classification)를 통해 동일한, 인접한, 한 칸 건너뛴 또는 반대의 사분위수에 해당하는 비율을 나타내었다. 그 결과 동일하거나 인접한 사분위수로 분류된 참가자의 비율은 88%(나트륨)에서 98%(오메가-6 지방산)까지의 범위를 보였다. 또한 섭취량의 사분위에 따른 코헨 카파계수(Cohen's kappa coefficient)를 계산하였다. 그 결과 0.42(나이아신, 95% 신뢰구간=0.29-0.56)에서 0.64(오메가-6

지방산, 95% 신뢰구간=0.52-0.75)까지의 범위로 적절부터 상당 수준까지의 일치도를 나타내었다. 그리고 Bland-Altman 도표를 제시하였다. Bland-Altman 도표에서 대부분의 열량과 영양소 섭취량의 차이는 일치 범위의 하한과 상한 사이에 위치하였다.

본 연구에서는 기본정보 조사, 운동량 조사, FFQ 그리고 식이보충제 조사로 구성된 챗봇을 카카오톡을 이용하여 개발하였고 조사한 정보를 바탕으로 식사 평가를 제공하였다. 그리고 챗봇과 종이 기반의 FFQ로 조사한 영양소 섭취량을 비교하였을 때, 순위 일관성이 높게 나타났다. 따라서 챗봇에 FFQ 를 탑재하여 영양소 섭취를 조사하는 방법은 영양요인과 질병 위험 간의 관련성을 평가하는 역학연구에 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

주요어 : Food Frequency Questionnaire; 식품섭취빈도조사; 챗봇; mHealth; 모바일 헬스케어; 비교가능성

학 번: 2021-29008

목 차

국 문 초 록 i

목 차 iv

표 목차 vi

그림 목차 vii

약어 목록 viii

I. 서 론 1

II. 문 헌 고 찰 4

1. 모바일 식사조사 4

2. 모바일 헬스케어 및 식생활 관리 6

3. 챗봇과 헬스케어 8

III. 연 구 방 법 10

1. 연구 대상 10

2. 식품섭취빈도조사 11

3. 신체 계측 변수 및 그 외 변수 13

4. 설문조사 및 영양평가 15

1) 종이 설문조사 15

2) 챗봇 조사 콘텐츠 개발 15

5. 통계 분석 28

IV. 결 과 30

1. 일반적 특성 30

2. 열량 및 영양소 섭취량 31

3. 상관관계 및 일치도 33

1) 피어슨 상관계수 (Pearson correlation coefficient) 결과 ... 33

2) 교차 분류 (cross-classification) 결과 33

3) 코헨 카파계수 (Cohen's kappa coefficient) 결과 34

4) Bland-Altman 도표 36

4. 하위 그룹 분석 40

5. 식이보충제 섭취량 추가한 영양소 섭취량 분석 51

V. 고 찰 53

참 고 문 헌 59

Abstract 71

표 목차

Table 1. Characteristics of the participants who completed both chatbot and paper-based FFQs.....31

Table 2. Mean daily energy and nutrient intake assessed from chatbot-based and paper-based FFQs.....32

Table 3. Measurements of agreement and correlation of chatbot-based and paper-based FFQs.....35

Table 4. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by sex.....41

Table 5. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by age group.....43

Table 6. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by CCI score.....45

Table 7. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by BMI 47

Table 8. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by educational level.....49

Table 9. Analysis after adding dietary supplement intake.....52

그림 목차

Figure 1. A screenshot of KakaoTalk search bar 16

Figure 2. A screenshot of start screen.....17

Figure 3. Screenshots of basic questionnaire screens.....18

Figure 4. Examples of exercise for physical activity assessments 19

Figure 5. Screenshots of physical activity assessment screens 20

Figure 6. A screenshot of food frequency questionnaire (FFQ) start screen 22

Figure 7. Screenshots of food frequency and portion size screens.....23

Figure 8. Screenshots of dietary supplement intake screens 25

Figure 9. A screenshot of the nutritional assessment result screen.....27

Figure 10. Bland-Altman plot of energy intake.....37

Figure 11. Bland-Altman plot of protein intake 37

Figure 12. Bland-Altman plot of fat intake 38

Figure 13. Bland-Altman plot of carbohydrate intake 38

Figure 14. Bland-Altman plot of calcium intake.....39

Figure 15. Bland-Altman plot of vitamin C intake 39

약어 목록

BMI	Body Mass Index
CI	Confidence Interval
FFQ	Food Frequency Questionnaire
KCDC	Korea Centers for Disease Control and Prevention
KNHANES	Korea National Health and Nutrition Examination Survey
METs	Metabolic Equivalent Task score
mHealth	Mobile Health
NLP	Natural Language Processing
SD	Standard Deviation

I. 서 론

영양역학연구에서 개인 또는 집단의 식품 및 영양소 섭취량을 조사하기 위해 다양한 식품 섭취 조사 방법이 개발되었다(Willett & Hu, 2007). 그 중에서도 식사 기록법, 24 시간 회상법, 식품섭취빈도조사법(Food Frequency Questionnaire, FFQ)이 주로 사용된다(Johnson, 2002). FFQ 는 집단과 개인의 일상적인 식사 섭취를 평가하는 데 사용되며, 1 년 동안의 평균적인 식사 섭취에 대해 질문하기 때문에 비교적 장기간의 식사 섭취를 반영할 수 있다(Naska et al., 2017; Shim et al., 2014; Thompson & Subar, 2017). 또한 다른 평가 도구는 개방형으로 구성된 반면 FFQ 는 섭취의 빈도와 양을 묻는 구조화된 설문으로 구성되어 있기 때문에 자가 기입이 가능하고 디지털 데이터 형식으로의 변환이 쉬운 편이다(Willett & Hu, 2007). 이렇게 일상의 식품 섭취를 자가 기입할 수 있는 FFQ 는 대상자의 식사 섭취를 장기간 추적할 필요가 있는 코호트 연구에서 식사 평가 도구로서 많이 이용되고 있다(Willett & Hu, 2007). FFQ 가 실제 섭취량을 반영하는지를 검증하기 위해 역학 및 임상 연구에서는 영양요인과 건강 사이의 관계를 연구하는 데 사용하기 전에 타당성과 재현성을 검증하여 신뢰할 수 있는 도구인지를 확인해야 한다(Zhu et al., 2010).

최근에는 모바일 시대의 도래로 식사 섭취 조사 분야에서의 모바일 기술 활용이 증가하고 있다(Boushey et al., 2009; Zhu et al., 2008). 최근 모바일 기기의 기술적 발전으로 인해 자가 모니터링 과정이 간소화되고,

영양소 섭취 계산의 정확성이 향상되는 추세이다(Glanz et al., 2006). 청소년을 대상으로 한 이전의 연구에서는 전통적인 종이 조사 방법보다 기술 기반의 식사 조사 방법을 선호하는 경향이 나타났다(Boushey et al., 2009). 또한 모바일 기기를 활용한다면 대상자의 답변이 디지털 형식으로 저장되므로 수작업으로 데이터를 입력하는 번거로움을 없앨 수 있다(Cole et al., 2006; Illner et al., 2012; Mariappan et al., 2009). 또한 대상자의 응답을 기반으로 개발자가 자동 계산 및 답변 시스템을 구현한다면 실시간 피드백을 제공할 수 있다(Boyer et al., 2001). 따라서 모바일 기반의 식사 조사 방법은 영양사와 연구자의 실무에서 시간과 노동 측면에 실효적인 도움을 줄 수 있다(Six et al., 2010).

모바일 기반의 식사 조사 방법을 이용하기 위해서는 디지털 문해력과 모바일 기기가 필요하다는 단점이 있다. 그러나 스마트폰 사용률과 인터넷 보급률의 증가로 많은 사람이 언제 어디서든 모바일을 통해 인터넷에 연결할 수 있게 되었으며 디지털 문해력도 높아지는 추세이다(Bröhl et al., 2018). 특히 한국의 모바일 메신저 애플리케이션인 카카오톡은 2022 년 기준으로 4,700 만 명의 사용자를 보유하고 있으며 한국인의 92%가 사용하고 있다(Kakao, 2022). 2022 년 기준, 카카오톡 채널에서는 챗봇 관리 플랫폼을 통해 챗봇을 생성하고 배포하는 서비스를 무료로 제공하였다. 이 서비스를 통해 개발된 챗봇은 주로 고객 문의 처리, 설문 조사 등의 서비스 영역에서 활용되고 있다(Kakao, 2023). 챗봇은 사전에 정의된 응답 규칙을 기반으로 사용자가 원하는 답변을 제공하는 시스템이다(Nordheim et al.,

2019; Roy & Naidoo, 2021). 최근 챗봇의 발전으로 자연어 처리(Natural Language Processing, NLP) 시스템이 도입되어 사용자와 자연스러운 대화 형식의 상호작용까지 가능해졌다(Roy & Naidoo, 2021). 챗봇의 활용은 인적 자원의 필요성을 최소화하여 비용을 절감할 수 있으며 사용자의 서비스 대기 시간도 줄일 수 있다(De Andrade & Tumelero, 2022). 또한 챗봇은 카카오톡의 사례와 같이 기존 애플리케이션 내에서 구현이 가능하여 별도의 앱을 설치할 필요가 없기 때문에 별도의 저장 공간이나 추가 비용이 필요하지 않다는 장점이 있다(Zumstein & Hundertmark, 2017).

본 연구에서는 타당도가 검증된 국민건강영양조사의 FFQ 를 기반으로 식품 섭취를 조사하는 챗봇의 콘텐츠를 개발하였다. 챗봇을 통해 대상자의 나이, 성별, 키, 몸무게, 운동 습관, 식이보충제 섭취를 조사하고 FFQ 를 시행하도록 한 후에 조사 결과를 2020 한국인 영양소 섭취 기준과 비교하여 에너지 및 영양소 섭취량에 대한 피드백을 제공할 수 있도록 하였다. 그리고 챗봇 FFQ 와 종이 FFQ 의 비교성(comparability)을 확인하기 위해 대장내시경 또는 상부위장관내시경을 받은 성인을 대상으로 챗봇과 종이 기반 FFQ 로 조사한 영양소 섭취량이 유사한지를 조사하였다.

II. 문 헌 고 찰

1. 모바일 식사조사

식품 및 영양소 섭취는 개인 또는 집단의 건강과 질병 예방에 큰 영향을 미치는 요소이다(Willett, 2012). 그러나 기존의 식사 조사 방법을 수행할 때는 기억력에 의존해야 하므로 일상적인 식사량을 정확하게 기록하기가 어려웠다. 이에 따라 개인의 식사 섭취를 정확하게 추적하고 평가하는 데 도움을 줄 수 있는 모바일을 통한 식사 조사의 중요성이 대두되고 있다(Mariappan et al., 2009; Zhu et al., 2010).

모바일의 사용은 실시간으로 식품 섭취를 기록하고 추적할 수 있는 편리성을 제공한다. 식사 사진, 음식 종류, 식사 시간 등을 식사 섭취 시에 기록하여 영양평가를 가능하게 한다 (Boushey et al., 2017). 또한 이러한 모바일 식사 조사는 사용자에게 식생활에 대한 맞춤형 조언과 권장 사항을 제공하여 건강한 식습관을 형성하게 할 수 있다(Hutchesson et al., 2015). 기존의 식사 조사 도구와 모바일 식사 조사 도구 간의 비교 연구를 통해 모바일 도구의 정확성과 일관성을 입증하는 다양한 선행 연구가 진행되었다 (Cole et al., 2006; Mariappan et al., 2009; Six et al., 2010; Zhu et al., 2010).

모바일 식사 조사는 개인의 식습관 개선과 비만 관리에 유용하게 활용될 수 있다(Casperson et al., 2015). 개인화된 식이 조언과 식습관 개선을 위한 목표 설정, 추적, 피드백 기능 등을 제공하여 사용자의 동기부여를 촉진함으로써 식습관을 개선하도록 돕는다(Sharp & Allman-Farinelli, 2014). 이 외에도

모바일을 통한 식사 조사의 효과는 퇴원 후 영양 관리, 질환 예방을 위한 영양 관리, 건강한 집단의 영양 관리 등 다양한 측면에서 확인되고 있다(Daugherty et al., 2012).

그러나 모바일 식사 조사 도구는 전문가가 개입하는 전통적인 조사 도구와 달리 사용자의 자체 보고나 기록에 의존하기 때문에 주관성에 의한 오차가 발생할 수 있다(Lieffers & Hanning, 2012). 또한 사용자가 식사 섭취를 실시간으로 기록하는 데 부담과 어려움을 느낄 수 있다(Turner-McGrievy et al., 2013). 따라서 인공지능과 기계학습 기술을 도입하여 모바일 식사 조사 도구의 자동화와 정확성 향상하기 위한 연구가 필요하며, 이를 통해 모바일 식사 조사 도구의 한계를 개선할 수 있을 것으로 생각한다(Bejar et al., 2016).

2. 모바일 헬스케어 및 식생활 관리

모바일 헬스케어(mobile Healthcare, mHealth) 시장은 안정적으로 성장하고 있으며, 앞으로도 계속해서 성장할 것으로 예상된다. 2022 년 기준 6,354,375 만 달러의 시장 가치가 있으며 연평균 성장률은 24.57%가 될 것으로 전망한다 (Market-Growth, 2023). 독일의 컨설팅 기업인 Research2Guidanc 에서 발표한 자료에 따르면 2017 년 기준으로 이용 가능한 헬스케어 앱(apps)은 32 만 5,000 개이며, 2016 년에는 앱 스토어에 새로운 헬스케어 앱 7 만 8,000 개가 추가되었다(Research2Guidance, 2018).

모바일 앱을 통해 개인의 건강 데이터를 관리하고 데이터를 연동하여 개인화된 건강 관리 서비스를 제공하는 것의 필요성이 증가하고 있다(Fox & Connolly, 2018). 또한 인공지능과 빅데이터 분석 등의 기술적 발전으로 모바일 헬스케어의 발전 가능성이 더욱 높아졌다(Briganti & Le Moine, 2020). 더욱이 COVID-19 팬데믹으로 인해 모바일 헬스케어를 통한 원격 의료와 건강 모니터링의 필요성이 부각되었으며 향후 더욱 중요한 역할을 할 것으로 전망된다(Rowland et al., 2020).

실제로 보험 회사나 의료기관 등에서 모바일 앱을 활용하여 의료 서비스 이용에 도움을 주거나 건강 정보를 제공하는 서비스가 증가하고 있다(Yi et al., 2018). mHealth 의 발전과 더불어 스마트폰의 보급이 확산함에 따라 개인이 식사 기록을 자가 기입하여 식생활을 관리하는 mHealth 분야가 급부상하고 있다(이진수, 2014). 선행 연구 중 당뇨병 환자의 식생활 관리를 위해

스마트폰의 이미지 인식 방식을 이용하였을 때, 식단일지 방법보다 영양소 섭취량을 정확히 계산했으며 식생활 개선에 도움을 주었다(Rollo et al., 2015). 비슷한 연구 결과로 모바일 앱을 이용한 영양 교육을 통해 영양 상태가 개선되었다고 보고한 선행 연구가 존재한다(DiFilippo et al., 2015; Du et al., 2016; Gabrielli et al., 2017).

모바일 헬스케어 및 식생활 관리는 지속적으로 사용하도록 더 동기부여를 할 수 있는 개인화된 서비스와 유용한 기능을 개발하는 것이 필요하다(Rowland et al., 2020). 아울러 인공지능, 빅데이터, 웨어러블 디바이스 등의 기술 발전이 모바일 헬스케어 솔루션의 혁신을 촉진할 수 있다(Boateng et al., 2019; Hunt et al., 2020; 박종태 et al., 2014; 배재권, 2021; 정혜실, 2014).

3. 챗봇과 헬스케어

챗봇은 인공지능과 모바일 기술의 발전과 함께 발전하고 있는 분야이다(Laranjo et al., 2018). 챗봇은 의료 및 건강 분야에서 다양한 용도로 활용되며, 사용자에게 많은 혜택을 제공하고 있다(Athota et al., 2020; Roy & Naidoo, 2021).

챗봇은 24 시간 사용이 가능하며, 대화 인터페이스를 통해 사용자와 자연스러운 대화를 할 수 있다(Chung & Park, 2019). 이를 통해 사용자는 의료 질문에 신속하고 정확한 답변을 받을 수 있고, 건강 상태를 모니터링하며, 예방 및 관리 정보, 약물 관련 정보 등도 제공받을 수 있다(Dharwadkar & Deshpande, 2018). 또한 챗봇은 사용자의 건강 데이터를 수집하고 분석하여 개인화된 건강 조언을 제공할 수 있다(Dharwadkar & Deshpande, 2018). 해외에서는 챗봇을 이용한 헬스케어 시스템이 증가하고 있다(Athota et al., 2020; Park & Kim, 2023; Piao et al., 2020; Ryu et al., 2020; Xu et al., 2021; Ye et al., 2021). 미국을 중심으로 다양한 기업이 챗봇을 통한 의료 서비스를 개발하여 도입하고 있다(Laranjo et al., 2018). 예를 들어, ‘Buoy Health’는 인공지능 챗봇을 통해 사용자의 증상을 분석하고 가장 적합한 진료 방법을 제안한다(Xu et al., 2021). 또한 ‘Your.MD’가 제공하는 ‘Healthily’ 사이트에서는 챗봇을 이용하여 사용자에게 개인화된 건강 정보와 자가 진단 도구를 제공하는 방식으로 의료 서비스 접근성을 높이고 있다(Your.MD, 2023).

챗봇은 비대면 진료에 활용되는 의료 서비스에서 나아가 식생활 관리에도 도입되고 있다. 환자가 퇴원한 후 인공지능 챗봇에 식사 관련 질문을 하면

본인의 병력에 근거한 답을 얻을 수 있고 자가 기입한 식사 기록의 변화에 따라 체중 변화도 예측할 수 있다(Fadhil, 2018; Fadhil & Gabrielli, 2017; Huang et al., 2018). 또는 사용자의 영양 상태에 따라 더 나은 영양 상태에 이르기 위한 식사를 추천받을 수도 있다(Fadhil, 2018). 그러나 한국에는 챗봇을 이용한 식생활 관리 서비스의 사례가 아직까지 존재하지 않는다.

챗봇을 이용한 헬스케어는 의료 서비스의 혁신과 개인화된 식생활 및 건강 관리의 가능성을 제시하고 있지만 몇 가지 과제와 제약도 존재한다. 개인정보보호, 의료 전문성의 한계, 챗봇의 신뢰성 등이 이에 해당한다(Ni et al., 2017).

III. 연 구 방 법

1. 연구 대상

동국대학교 일산병원에서 2022 년 4 월부터 8 월까지 대장내시경 또는 상부위장관내시경을 받은 사람 중 총 100 명을 대상자로 모집하였다. 포함 기준은 다음과 같이 정의하였다. 1) 19 세 이상의 성인, 2) 한국어를 읽고 쓸 줄 아는 자, 3) 카카오톡을 실행할 수 있는 휴대폰을 소지한 자, 4) 모바일 메신저(카카오톡)를 이용하여 채팅을 주고받을 수 있는 디지털 문해력을 가진 자이다. 모집된 대상자 100 명은 챗봇과 종이 기반의 FFQ 를 모두 시행하였다. 대상자 5 명은 평균 열량 섭취량을 로그 변환한 후 평균 열량 섭취량 표준편차의 2 배 이상 또는 이하인 비정상적인 열량 섭취량으로 간주되어 연구에서 제외하였다. 결과적으로, 총 95 명의 참가자(남성 50 명, 여성 45 명)가 최종 분석에 포함되었다. 모든 대상자는 연구 등록 전에 서면 동의서를 작성하였으며 본 연구는 동국대학교 일산병원의 생명윤리심의위원회의 승인을 받았다(IRB #2022-01-025).

2. 식품섭취빈도조사

본 연구는 질병관리청(Korea Centers for Disease Control and Prevention, KCDC) 제 6 기(2013-2015 년) 국민건강영양조사(Korea National Health and Nutrition Examination Survey, KNHANES)의 FFQ 를 사용하였다. 제 6 기의 FFQ 는 국민건강영양조사에서 시행한 가장 최근의 FFQ 이다. 해당 조사지는 2007 년에 실시한 4 차 국민건강영양조사의 19 세 이상 한국인 2,939 명의 식사 섭취 데이터를 기반으로 개발되었으며 총 112 개의 음식 문항으로 구성되어 있다(Yun et al., 2013). 본 조사지의 타당도 검증은 약 9 개월 간격으로 실시된 계절별 3 일 식사기록과 열량 및 영양소의 섭취량을 비교하여 이루어졌다 (Kim et al., 2015). 본 연구에서는 한국인의 와인 소비 증가를 반영하기 위해 와인 문항을 추가하였다(Jihyung, 2021). 와인의 영양소 데이터베이스로 질병관리청 국민건강영양조사에서 수행한 2017-2019 년의 24 시간 회상법 식사 조사 데이터를 사용하였다.

본 연구의 대상자는 3 개월 이내에 종이, 챗봇 기반의 동일한 FFQ 를 두 번 시행하였다. 와인을 포함하여 총 113 개 음식 문항의 섭취빈도와 섭취량을 물었다. 일일 평균 열량과 영양소 섭취량은 응답한 섭취빈도와 섭취량을 곱하여 구하였다. 국민건강영양조사 FFQ 데이터베이스를 활용하여 열량(kcal), 단백질(g), 지방(g), 포화 지방산(g), 단일 불포화 지방산(g), 다가 불포화 지방산(g), 오메가-3 지방산(g), 오메가-6 지방산(g), 콜레스테롤(mg), 탄수화물(g), 식이섬유(mg), 칼슘(mg), 인(mg), 철(mg), 나트륨(mg), 칼륨(mg), 비타민 A(㎍ RE), 레티놀(㎍),

카로티노이드(㎍), 티아민(mg), 리보플라빈(mg), 나이아신(mg), 비타민 C(mg)의 일일 평균 섭취량을 계산하였다.

3. 신체 계측 변수 및 그 외 변수

종이와 챗봇 설문에서 이름, 성별(남성, 여성), 나이(세), 키(cm), 체중(kg), 운동 종류 및 시간을 자가 기입하도록 하였다. 추가적으로 종이 기반 설문지에서만 교육 수준(중학교 이하, 고등학교, 대학교 이상), 흡연 여부(과거 흡연함, 현재 흡연함, 흡연 경험 없음), 폐경 상태(폐경 전, 폐경 후)에 대해 자가 기입하도록 하였다. 대장 용종 제거 수술 경험, 대장내시경 또는 상부위장관내시경 시행 여부 그리고 사망에 영향을 줄 수 있는 동반 질환의 점수를 매겨 사망 위험률을 나타내는 찰슨 동반상병 지수(Charlson Comorbidity Index, CCI) 점수는 병원으로부터 제공받은 의료기록으로 계산하였다(Charlson et al., 1987).

종이와 챗봇 기반 FFQ 의 영양소 섭취량을 대조하기 위해 이름을 대조 변수로 사용하였다. 자가 기입한 체중과 키를 사용하여 체질량지수(Body Mass Index, BMI)(kg/m^2)를 계산하였다. 성별, 나이, BMI 는 FFQ 로 계산한 열량 및 영양소 섭취 결과에 대한 피드백을 제공하기 위해 2020 한국인 영양소 섭취 기준을 확인하기 위한 변수로 사용하였다. 자가 기입한 운동 종류와 시간을 기반으로 대사 등가 작업 점수(Metabolic Equivalent Task score, METs)를 휴식 상태의 대사 속도를 1 METs 라고 정의하여 주당 시간 단위 운동량으로 계산하였다(Ainsworth et al., 2011).

추가적으로 종이와 챗봇 설문 모두에서 지난 1 년 동안 2 주 이상 연속해서 복용한 식이보충제의 종류, 이름, 일일 복용량 및 총 복용 기간을 질문하였다.

챗봇에서는 식이보충제의 제품명이 보이는 앞면의 사진과 영양 및 기능 정보가 보이는 뒷면의 사진을 추가로 첨부하도록 하였다.

4. 설문조사 및 영양평가

1) 종이 설문조사

종이 설문조사는 이름, 성별(남성, 여성), 만 나이(세), 키(cm), 체중(kg), 운동 종류 및 시간을 자가 기입하도록 하였다. 그리고 교육 수준(중학교 이하, 고등학교, 대학교 이상), 흡연 여부(과거 흡연함, 현재 흡연함, 흡연 경험 없음), 폐경 상태(폐경 전, 폐경 후)에 대해서도 자가 기입하도록 하였다. 이어서 식이보충제 섭취에 대해 조사한 후 FFQ 를 조사하였다. 본 연구자는 연구 간호사로부터 받은 설문지의 답변을 데이터로 코딩하고 일일 열량 및 영양소 섭취량을 분석하였다. 이 결과를 바탕으로 영양평가를 작성하여 담당 연구 간호사에게 전달하였다. 그리고 영양평가 결과는 연구 간호사가 해당 대상자에게 이메일이나 문자메시지로 전달하거나 외래 진료 시에 직접 전달하였다.

2) 챗봇 조사 콘텐츠 개발

챗봇 설문조사는 카카오톡을 이용하여 진행되었으며 카카오톡 채팅 인터페이스와 동일한 User Experience(UX)와 User Interface(UI)를 사용하였다(Kakao, 2023). 챗봇은 동국대학교 정보통신공학과 김웅섭 교수의 소프트웨어구조 연구실에서 개발하였고 카카오톡에서 제공하는 “Kakao i Open Builder”를 이용하였다. 대상자는 전달받은 링크(https://pf.kakao.com/_xceKDb)를 클릭하거나 제공받은 QR 코드를

스마트폰의 QR 코드 인식이 가능한 카메라로 찍거나 카카오톡 검색창에 “식생활 솔루션 챗봇”을 검색(Figure 1)하여 챗봇을 시작하였다.

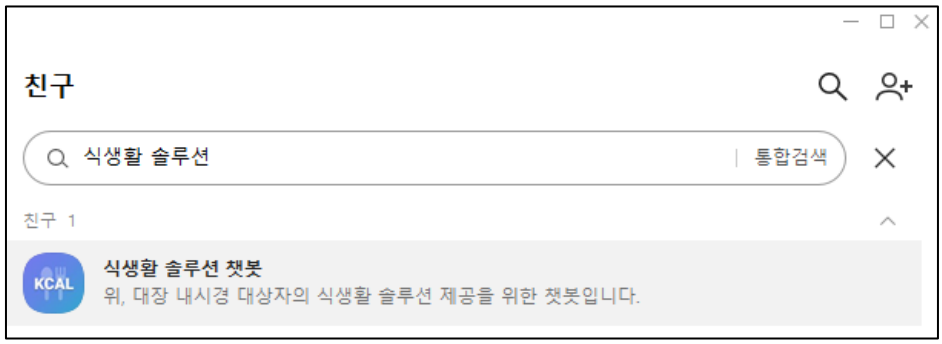

Figure 1. A screenshot of KakaoTalk search bar

챗봇에 처음 입장하면 챗봇 “시작하기” 버튼과 이용 안내 “확인하기” 버튼이 나타났다. 이용 안내 확인하기 버튼을 누르면 챗봇 사용 시의 유의 사항이 카드뉴스 형식으로 제공되었다. 유의 사항에는 이전 문항으로 돌아가고 싶을 때는 “돌아가기”를 선택할 수 있음을 명시하였다. 최근 1 년 동안 2 주 이상 지속적으로 섭취한 식이보충제가 있다면 챗봇 설문조사를 시행하기 전에 제품의 앞면과 뒷면을 챗봇에 이용할 스마트폰으로 촬영하도록 하였다. 시작하기 버튼을 누르면 조사가 시작되었다. 조사는 기본정보, 운동량, FFQ 조사 그리고 식이보충제 조사 순서로 진행되었다(Figure 2). 챗봇은 하나의 질문을 하고 대상자가 답변을 하면 다음 질문을 채팅창에 이어서 묻는 방식으로 설문을 진행하였다. 객관식 보기는 옆으로 밀어서 모두 볼 수 있었다

Figure 2. A screenshot of start screen

챗봇은 대상자의 기본정보를 얻기 위해 이름, 만 나이(세), 성별, 키(cm), 몸무게(kg) 순서대로 질문하였다. 성별 외의 질문은 모두 단위를 포함하여 대상자가 직접 작성하여 답변하도록 했고, 성별은 객관식 보기(남자, 여자) 중에 하나를 선택하여 답변하도록 했다(Figure 3).

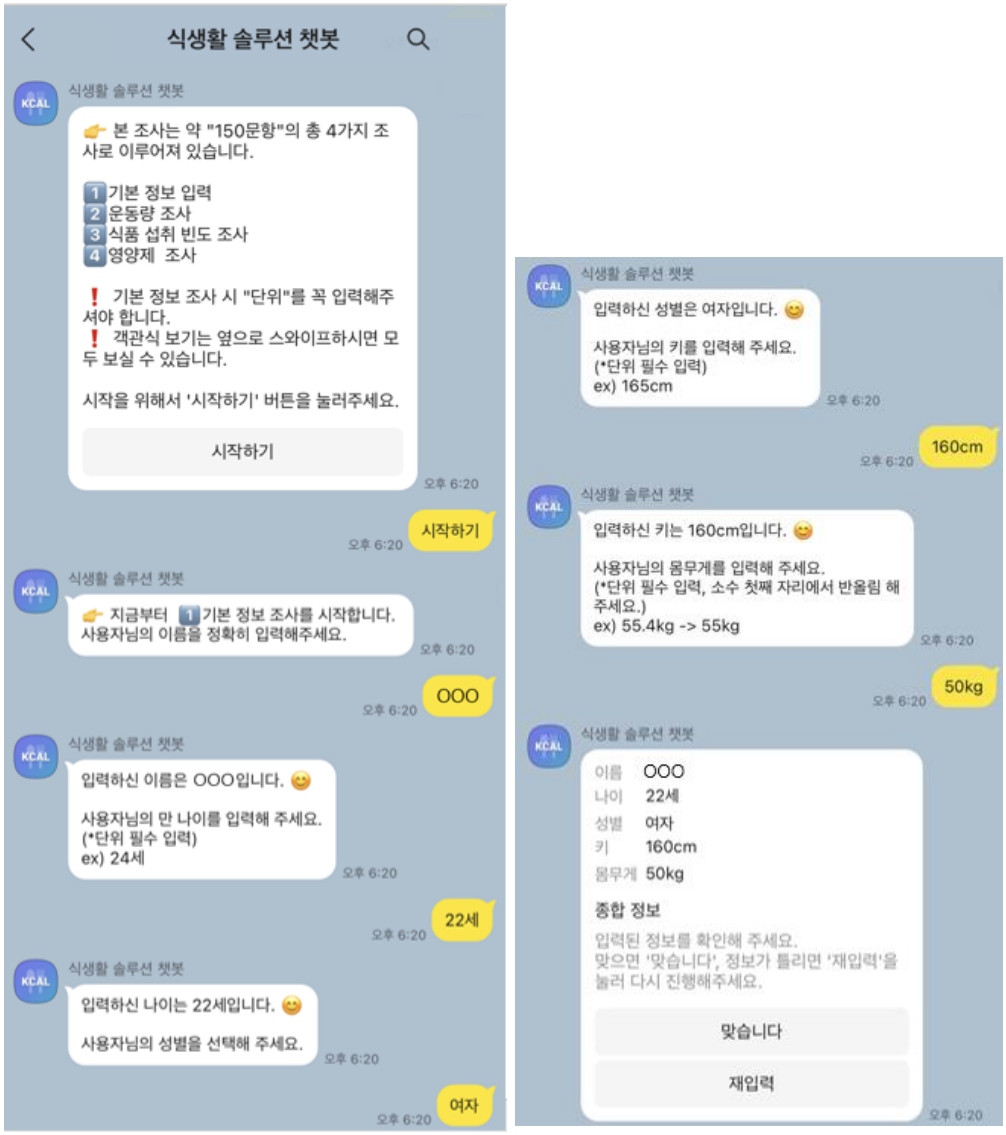

Figure 3. Screenshots of basic questionnaire screens

두 번째로는, 운동량 조사가 이어졌다. 25 가지 운동의 예시를 사진으로 제시하였다(Figure 4). 운동량이 자동으로 입력되기 위해서, 예시 중에 해당하는 운동이 없다면 가장 비슷한 운동을 선택하도록 하였다. 운동량 조사는 운동 종류의 개수(개), 운동 종류 번호(번), 1 회 운동 시간의 시간 단위(시간), 1 회 운동 시간의 분 단위(분) 그리고 주간 운동 횟수(회) 순서대로 이루어졌다(Figure 5). 만약 대상자가 운동량 조사의 첫 질문인 운동 종류의 개수를 2 개 이상으로 입력하였다면 운동 종류 번호, 시간 그리고 횟수에 대한 질문이 반복되도록 하였다.

Figure 4. Examples of exercise for physical activity assessments

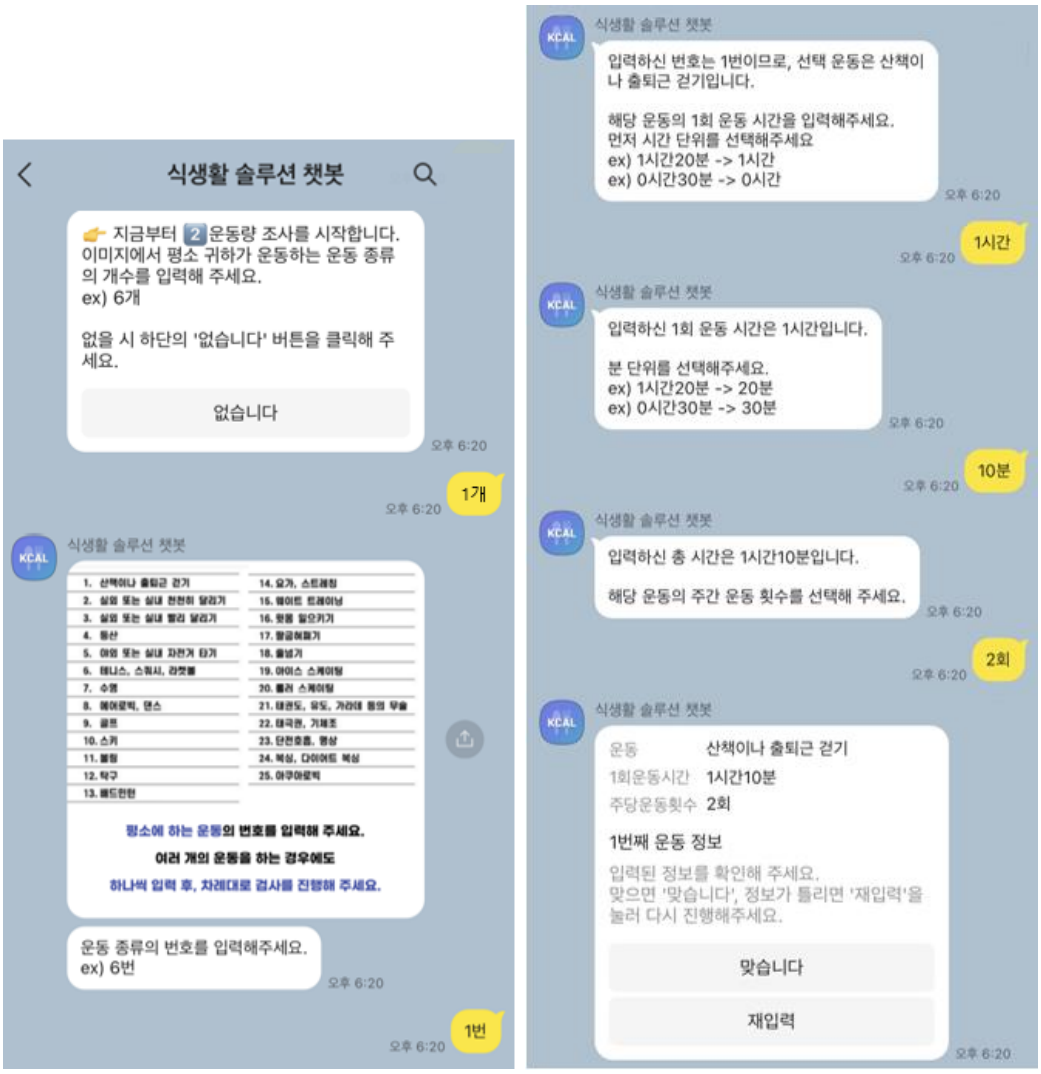

Figure 5. Screenshots of physical activity assessment screens

운동량의 입력이 끝나면 FFQ 가 진행되었다(Figure 6). 음식 총 113 가지의 최근 1 년간 섭취 빈도와 섭취량을 질문하였다. 챗봇은 한 질문을 답변해야 다음 질문으로 넘어갈 수 있었고 이전 문항으로 돌아가기 위해서는 “돌아가기” 버튼을 눌러야 했다. 섭취 빈도는 모든 문항에서 “거의 안 먹음”, “1 개월 1 번”, “1 개월 2−3 번”, “1 주일 1 번”, “1 주일 2−4 번”, “1 주일

5-6 번", "1 일 1 번", "1 일 2 번" 그리고 "1 일 3 번"까지 총 9 가지의 선택지를 제시하였다. 섭취량은 1 회 평균 섭취량을 기준 분량으로 하여 선택지 2 번에 제시하고 나머지 1, 3 번 선택지를 구성하였다. 예외적으로 쌀밥, 잡곡 그리고 김밥은 기준 분량의 1/2, 1, 3/2, 2 배의 섭취량을 선택지로 제시하여 총 4 개의 선택지를 제시하였다. 그리고 커피, 소주, 맥주, 막걸리 그리고 와인의 섭취량은 보기에 제시된 섭취량을 넘었을 때 섭취량을 직접 기입하도록 하였다. 전체 문항 중 피자의 섭취 빈도와 섭취량 질문을 Figure 7 에 제시하였다.

챗봇의 테스트 실행 시, 챗봇은 한 문항을 답변한 후 다음 문항이 채팅창에 나타나는 구조이기 때문에 1 번(쌀) 문항과 2 번(잡곡밥) 문항에서 중복된 응답이 발생하는 것을 발견하였다. 그래서 1 번 문항이 나타나기 전에 "1 번 쌀밥 문항 이후, 2 번 잡곡밥(콩밥 포함) 문항이 있으니 쌀밥과 잡곡밥을 먹는 비율을 고려하여 답해 주시기 바랍니다. ex) 하루에 쌀밥 1 공기, 잡곡밥 2 공기를 먹은 경우 1 번 쌀밥 하루 1 번 1 공기, 2 번 잡곡밥 하루 2 번, 1 공기" 라는 주의 문구를 추가하였다(Figure 6).

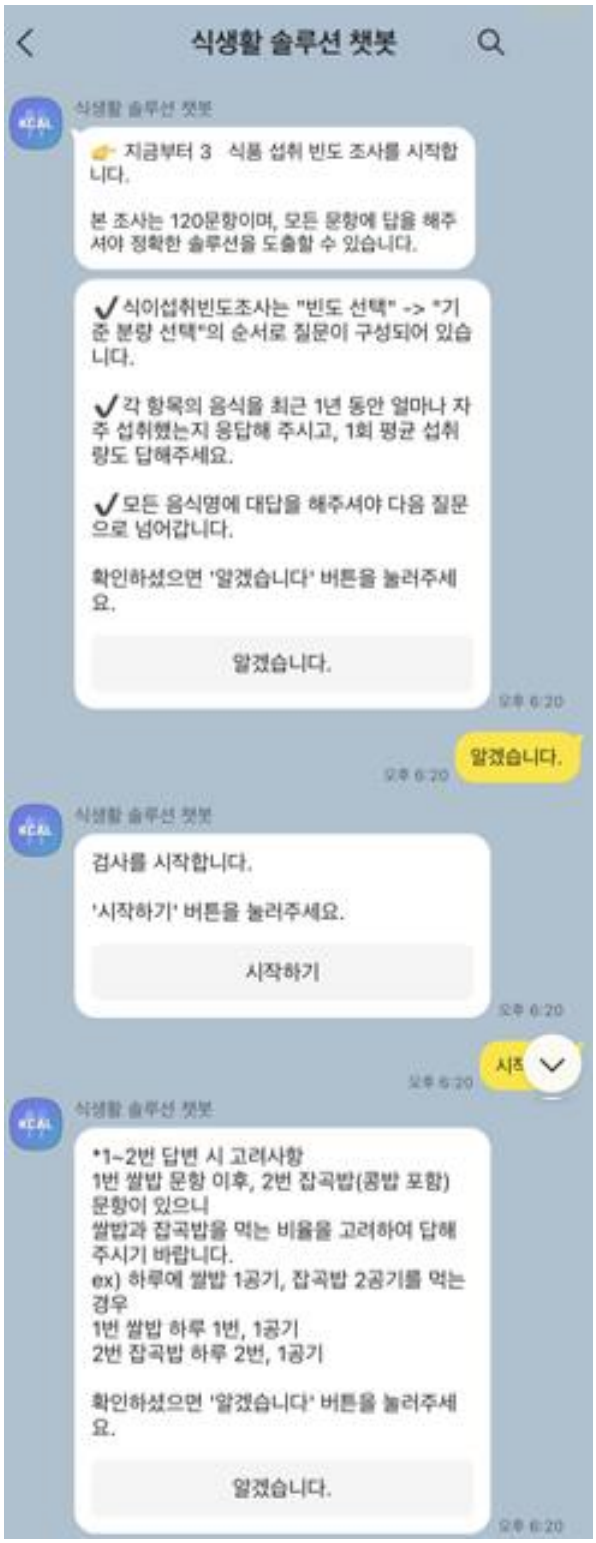

Figure 6. A screenshot of food frequency questionnaire (FFQ) start screen

Figure 7. Screenshots of food frequency and portion size screens

FFQ 가 끝나면 식이보충제 조사가 이어졌다. 대상자는 최근 1 년 동안 2 주 이상 지속적으로 복용 중인 식이보충제가 있다면 미리 앞면과 뒷면 사진을 찍어 준비하도록 하였다(Figure 8). 대상자가 두 개의 사진을 올린 후 제조회사(유통회사), 제품명, 복용 기간, 복용 빈도 그리고 복용 분량을 순서대로 응답하게 하였다. 섭취하는 식이보충제가 2 개 이상이라면 복용 분량에 대한 질문 후 추가할 식이보충제가 있는지에 대한 질문에 답하게 하여 식이보충제 섭취 정보를 추가할 수 있게 하였다.

추가 분석에서 식이보충제로부터의 영양소 섭취량을 추가하여 분석할 때, 연구원이 수동으로 식이보충제의 사진과 입력한 정보를 확인한 후, 식품의약안전처 식품안전나라의 건강기능식품 검색 서비스에서 해당 제품을 검색하여 영양소 섭취량을 정리하였다(식품의약품안전처, 2023). 이 같은 검색으로 찾을 수 없는 제품은 구글에서 검색하여 제품 정보에 포함된 영양 및 기능 정보를 확인하여 영양소 섭취량을 정리하였다.

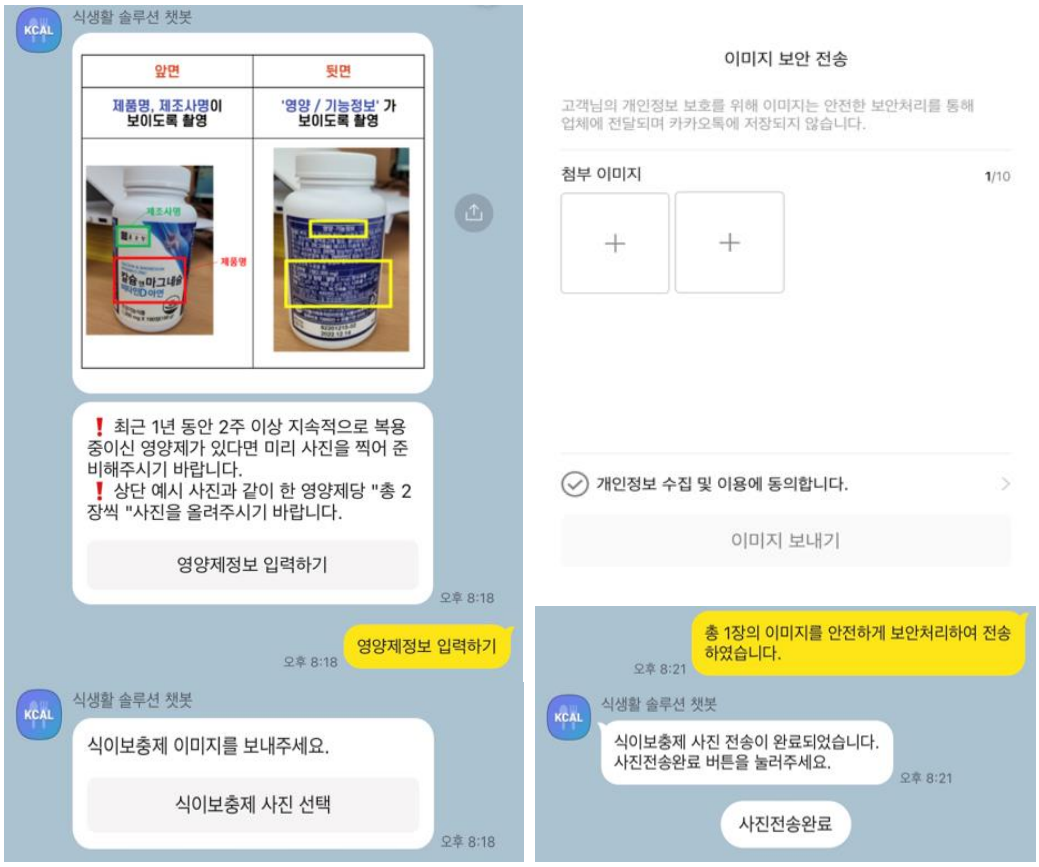

Figure 8. Screenshots of dietary supplement intake screens

식이보충제까지 챗봇을 통한 설문이 끝나면 자동으로 영양평가가 제공되었다. 영양평가 결과의 예시는 Figure 9 와 같다. 종이 FFQ 로 영양평가를 할 때는 연구원이 수동으로 식이보충제를 확인하여 해당 값을 더하였는데, 자동화되어 있는 챗봇 버전에서는 식이보충제 섭취량을 자동 계산할 수 없었기 때문에 영양평가에 반영되지 않았다. 영양평가는 대상자의 나이, 성별, BMI 를 고려하여 2020 한국인 영양소 섭취 기준에 따라서 평가하였다. 3 대 열량 영양소의 권장 섭취 비율(탄수화물:단백질:지방 = 55-65:7-20:15-30) 정보를 제시하고 대상자의 섭취 비율을 제시하였다.

열량은 에너지 필요 추정량, 단백질은 권장섭취량, 포화지방산은 에너지 적정 비율, 나트륨은 만성질환 위험감소 섭취량 그리고 칼슘과 비타민 C 는 권장섭취량과 비교하여 미만, 적절, 초과로 평가하였다. 이때 모든 열량과 영양소 섭취량 기준의 ±10%를 적절의 범위로 평가하였다. 영양평가 결과, 열량을 에너지 필요 추정량 미만으로 섭취하였으면 평소 식사 섭취량을 늘리도록 제안하였고, 초과하여 섭취하였으면 평소 식사 섭취량을 줄이라고 제안하였다. 이때 대상자가 BMI 18.5 미만인 저체중이면 식사 섭취량을 줄이라는 제안은 하지 않도록 설정하였고, BMI 23 이상인 과체중 또는 비만이면 식사 섭취량을 늘리라는 제안은 하지 않도록 설정하였다. 단백질 섭취량이 권장섭취량의 미만이었을 때 단백질이 풍부한 음식을 섭취하도록 제안하였고 단백질 급원 식품에 대한 정보를 제공하였다. 포화지방 섭취량이 에너지 적정 비율을 초과하였을 때는 포화지방 섭취량을 줄이라고 제안하였다. 나트륨 섭취량이 만성질환 위험감소 섭취량을 초과하였을 때는 나트륨 섭취를 줄일 수 있도록 저나트륨 음식 섭취를 제안하였다. 칼슘 또는 비타민 C 의 섭취량이 권장섭취량의 미만이었을 때는 칼슘 또는 비타민 C 가 풍부한 음식을 섭취하도록 제안하였고 급원 식품에 대한 정보를 제공하였다.

<단백질, 칼슘, 비타민 C 급원 식품에 대한 정보>

- 단백질 급원 식품: 돼지고기, 달걀, 닭고기, 소고기, 두부, 우유, 대두
- 칼슘 급원 식품: 저지방 유제품, 멸치, 두부, 두유, 시래기 등
- 비타민 C 급원 식품: 귤, 딸기, 시금치, 무, 오렌지 등

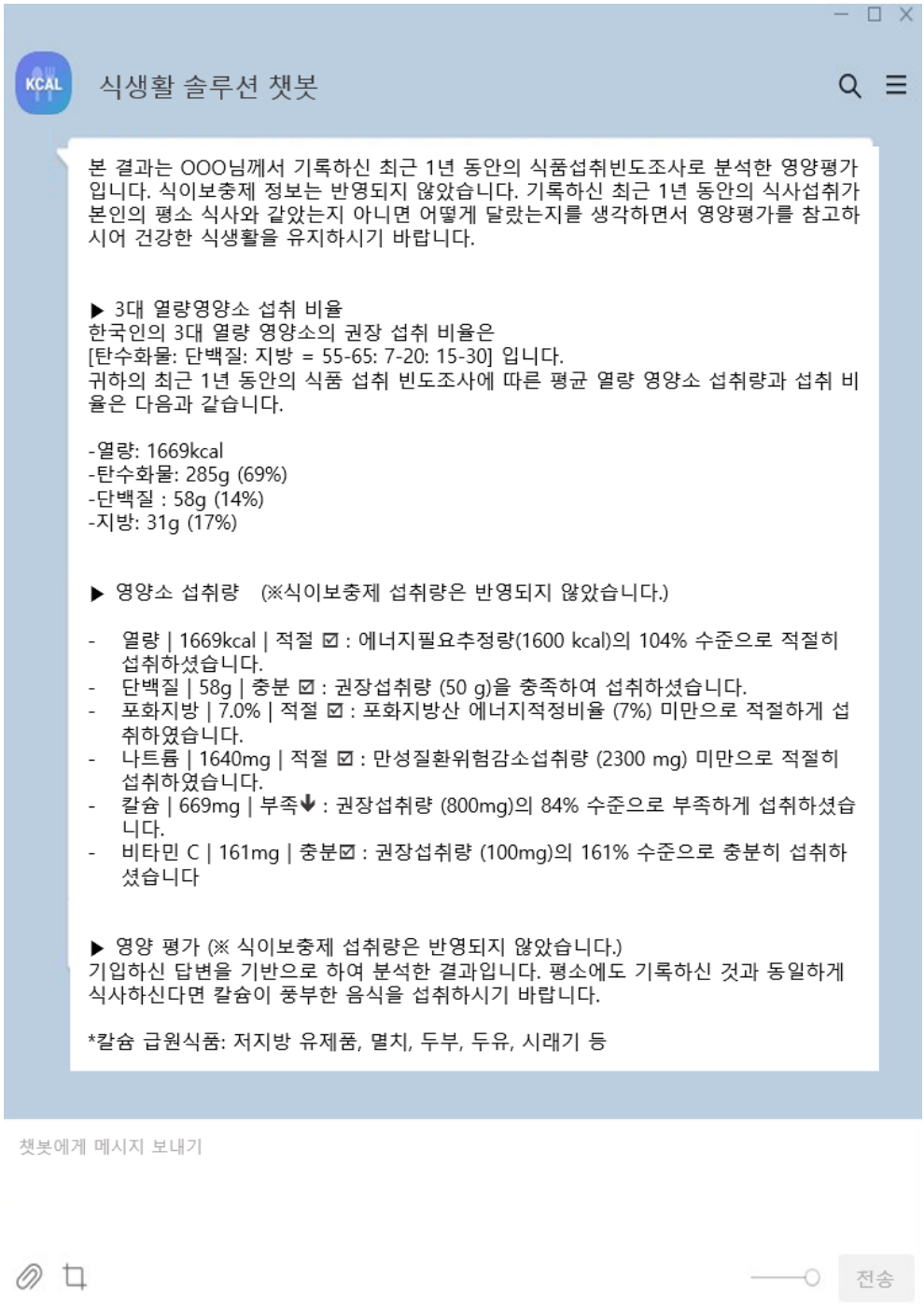

Figure 9. A screenshot of the nutritional assessment result screen

5. 통계 분석

대상자의 일반적 특성은 연속형 변수[나이(세), BMI(kg/m^2), CCI 점수]는 평균과 표준편차(SD)로 제시하였고 범주형 변수[성별(남, 여), 교육 수준(중학교 졸업 이하, 고등학교 졸업 이하, 대학교 졸업 이상), 흡연 여부(흡연 경험 없음, 과거 흡연함, 현재 흡연함), 식이보충제 섭취 여부(섭취함, 섭취하지 않음)]는 대상자 수와 백분율(%)로 제시하였다. 종이과 챗봇의 FFQ 로 얻은 열량 및 영양소의 섭취량은 평균과 표준편차(SD)로 제시하였다.

영양소 섭취량은 상관관계와의 일치도를 분석하기 전, 각 영양소 섭취량에 대한 총 열량 섭취량의 영향을 최소화하기 위해 잔차 보정 방법을 사용하여 열량을 보정하였다(Willett et al., 1997). 종이와 챗봇 조사에서 각각 얻은 열량과 영양소 섭취 간 상관관계는 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 이용하여 평가하였다. 피어슨 상관분석은 변수가 정규성을 따른다는 전제 조건하에 이루어지는 모수 검정이기 때문에 열량과 영양소 섭취량에 로그를 취하여 정규성을 만족시킨 후 분석하였다(Cohen et al., 2009).

일치도는 교차 분류(cross-classification)를 이용하여 대상자의 섭취량을 사분위수로 나눈 후 동일한, 인접한, 한 칸 건너뛴, 반대의 사분위수에 위치하는 백분율(%)로 나타내었다. 그리고 교차 분류를 통해 나뉜 네 그룹(동일한, 인접한, 한 칸 건너뛴, 반대의 사분위수)의 코헨 카파계수(Cohen's kappa coefficient)를 계산하였다. 코헨 카파계수는 95%

신뢰구간과 함께 제시하였다. Bland-Altman 도표는 종이와 챗봇의 영양소 섭취량 평균(x 축)을 기준으로 두 방법 간 섭취량 차이(y 축)를 점으로 표시하여 작성하였다. 섭취량의 차이는 챗봇에서 얻은 영양소 섭취량을 종이에서 얻은 섭취량에서 뺀 값이다. Bland-Altman 도표에는 섭취량 평균 차이, 상단 및 하단의 신뢰구간[평균 ± 표준편차(SD)*1.96] 그리고 섭취량 평균 차이가 0 인 선을 그렸다. Bland-Altman 도표는 두 방법의 차이가 정규 분포를 따라야 하므로 각 섭취량에 로그 변환을 적용하여 정규성을 만족시켰다(Bland & Altman, 1986).

추가 분석으로 하위 그룹 분석(subgroup analysis)을 하였고, 식이보충제 섭취량을 더한 값을 분석하였다. 하위 그룹 분석을 위해 대상자를 성별(남=55 명, 여=40 명), 나이(57 세 미만=45 명, 57 세 이상=50 명), CCI 점수(2 점 미만=44 명, 2 점 이상=51 명), BMI(25 미만=40 명, 25 이상=55 명) 그리고 교육 수준(고등학교 졸업 이하=45 명, 대학교 졸업 이상=50 명)으로 그룹화하였다. 그리고 챗봇과 종이 조사에서 각각 조사한 식이보충제 섭취량을 FFQ 에서 얻은 섭취량에 더하여 분석을 진행하였다. 이러한 추가 분석은 앞서 진행한 열량과 영양소 섭취량의 평균과 표준편차, 피어슨 상관계수, 교차 분류에서 동일 및 인접한 사분위수 비율 그리고 코헨 카파계수를 이용해 분석하였다. 모든 통계 분석은 SAS 9.4 버전(SAS Institute Inc., Cary, NC, 미국)를 통해 양측 검정으로 수행하였으며 유의 수준은 $P < 0.05$ 로 설정하였다.

IV. 결 과

1. 일반적 특성

대상자의 일반적 특성을 표 1 에 제시하였다. 대상자는 남성 50 명, 여성 45 명으로 총 95 명이었다. 이들의 나이는 24 세부터 79 세까지 분포하였고 평균 연령은 55.5 세였으며 가장 많이 분포한 연령대는 50 대(38.9%)였다. 그리고 여성 중 60%가 폐경 이후 여성이었다. 평균 체질량지수(BMI)는 24.1kg/m^2 이었고 체질량지수가 25 이상으로 비만인 대상자의 비율은 57.9%였다. 대상자의 절반 이상은 흡연 경험이 없었고(55.8%), 식이보충제를 섭취하였으며(54.7%), 교육 수준은 대학 졸업 이상이었다(52.6%). 병원 자료에 따르면 대상자 중 대장 용종 제거 수술 경험이 있는 사람은 62.1%였고, CCI(Charlson Comorbidity Index) 점수는 평균 1.35 로 낮은 수준이었다. 대상자 95 명 중 59 명은 대장내시경과 상부위장관내시경 검사를 모두 경험하였고, 14 명은 대장내시경 검사만, 22 명은 상부위장관내시경 검사만 경험하였다.

Table 1. Characteristics of the participants who completed both chatbot and paper-based FFQs

Characteristics	Total (N = 95)
Mean (±SD)	
Age (years)	55.5 (11.4)
BMI (kg/m2)	24.1 (3.7)
CCI[a] score	1.4 (0.3)
N (%)	
Sex	
Male	50 (52.6%)
Female	45 (47.4%)
Education level	
Middle school or less	12 (12.6%)
High school	33 (34.7%)
College or more	50 (52.6%)
Smoking status	
Never	53 (55.8%)
Past	29 (30.5%)
Current	13 (13.7%)
Dietary supplement use	
Yes	52 (54.7%)
No	43 (45.3%)

[a]CCI: Charlson Comorbidity Index.

2. 열량 및 영양소 섭취량

종이와 챗봇 FFQ를 통해 계산한 일일 평균 열량과 영양소 섭취량을 Table 2 에 제시하였다. 일일 평균 열량 섭취량은 종이와 챗봇 순서대로 2,028 ± 824kcal/일, 1,872 ± 664kcal/일였다. 비타민 C 를 제외한 모든 영양소에서 챗봇으로 조사한 경우보다 종이로 조사한 경우에 섭취량이 높게 나타났다.

Table 2. Mean daily energy and nutrient intake assessed from chatbot-based and paper-based FFQs

Nutrients	Paper	Chatbot
	Mean (±SD)	Mean (±SD)
Energy (kcal/d)	2028.2 (824.0)	1872.5 (664.0)
Carbohydrate (g/d)	310.6 (114.2)	290.6 (99.2)
Protein (g/d)	68.4 (29.1)	63.5 (25.6)
Total fat (g/d)	44.9 (24.9)	40.2 (21.3)
Saturated fatty acid (g/d)	13.1 (8.1)	11.7 (7.0)
Monounsaturated fatty acid (g/d)	14.3 (9.1)	12.8 (7.6)
Polyunsaturated fatty acid (g/d)	11.5 (6.1)	10.0 (5.0)
Omega-3 fatty acid (g/d)	1.3 (0.7)	1.1 (0.6)
Omega-6 fatty acid (g/d)	10.4 (5.8)	9.0 (4.5)
Cholesterol (mg/d)	313.9 (199.5)	308.5 (199.6)
Fiber (mg/d)	20.4 (9.2)	19.2 (9.3)
Calcium (mg/d)	444.9 (209.2)	391.8 (162.3)
Phosphorus (mg/d)	1003.8 (392.5)	931.6 (344.6)
Iron (mg/d)	13.6 (5.5)	12.5 (4.9)
Sodium (mg/d)	3110.3 (1558.3)	2845.9 (1422.8)
Potassium (mg/d)	2763.6 (1145.4)	2682.8 (1154.0)
Vitamin A (μg RE/d)	604.4 (316.3)	554.9 (309.7)
Retinol (μg/d)	100.0 (59.9)	93.1 (55.6)
Carotenoid (μg/d)	2907.9 (1705.8)	2676.9 (1696.9)
Thiamin(mg/d)	1.8 (0.8)	1.7 (0.7)
Riboflavin (mg/d)	1.4 (0.6)	1.3 (0.6)
Niacin (mg/d)	13.5 (6)	12.4 (4.7)
Vitamin C (mg/d)	126.6 (86.6)	129.3 (95.9)

3. 상관관계 및 일치도

1) 피어슨 상관계수 (Pearson correlation coefficient) 결과

종이와 챗봇을 이용한 FFQ 결과로 얻은 열량과 영양소 섭취량의 피어슨 상관계수의 범위는 0.74(나이아신)에서 0.90(비타민 A)까지였으며, 계수의 중앙값은 0.85 였다. 열량과 영양소 섭취량에 대한 피어슨 상관계수는 모두 통계적으로 유의하였다($P<.001$)(Table 3). 따라서 종이와 챗봇 조사에서의 열량 및 영양소 섭취량은 유의한 양의 상관성을 나타내었다. 상관계수가 0.7-0.9 이면 높은 상관관계, 0.9-1.0 이면 매우 높은 상관관계로 해석할 수 있기 때문에(Akoglu, 2018) 종이와 챗봇의 FFQ 로부터 구한 영양소 섭취량의 상관관계는 '높음' 에서 '매우 높음' 수준으로 평가할 수 있다.

2) 교차 분류 (cross-classification) 결과

종이와 챗봇을 이용한 FFQ 결과로 얻은 열량과 영양소 섭취량을 사분위수로 구분한 후 교차 분류를 통해 동일한, 인접한, 한 칸 건너뛴 그리고 반대의 사분위수에 해당하는 비율을 나타내었다(Table 3). 그 중 동일 또는 인접한 사분위로 분류된 참여자의 비율은 88%(나트륨)부터 98% (오메가-6 지방산)까지의 범위를 보였다. 한 칸 건너뛴 사분위의 비율이 12% 이하였으며, 반대 사분위의 비율은 2% 이하였다. 즉, 모든 영양소에서 섭취량을 사분위로 분류하였을 때 일치도가 높았다.

3) 코헨 카파계수 (Cohen’s kappa coefficient) 결과

종이와 챗봇을 이용한 FFQ 결과로 얻은 열량과 영양소 섭취량을 사분위로 분류하여 분석한 결과, 코헨 카파계수의 범위는 0.42(나이아신, 95% 신뢰구간: 0.29−0.56)부터 0.64(오메가−6 지방산, 95% 신뢰구간: 0.52−0.75)까지였으며, 코헨 카파계수의 중앙값은 0.54 였다(Table 3). 카파계수가 0.2−0.4 이면 적절한 일치, 0.4−0.6 이면 중간 수준의 일치, 0.6−0.8 이면 상당 수준의 일치라고 해석할 수 있기 때문에(Landis & Koch, 1977) 종이와 챗봇의 FFQ 로부터 구한 섭취량의 일치도는 ‘적절’ 에서 ‘상당’ 수준으로 평가할 수 있다.

Table 3. Measurements of agreement and correlation of chatbot-based and paper-based FFQs

Nutrients	Pearson correlation coefficient[a]	Percent of agreement (%)[b]					Cohen's Kappa (95% CI) [b]
		Same quartile	Adjacent quartile	Skip one quartile	opposite quartile	Same or adjacent	
Energy (kcal/d)	0.84	70	24	5	1	94	0.59 (0.47-0.72)
Carbohydrate (g/d)	0.79	61	31	7	1	92	0.48 (0.35-0.61)
Protein (g/d)	0.80	60	31	8	1	91	0.47 (0.34-0.60)
Total fat (g/d)	0.82	65	31	3	1	96	0.54 (0.41-0.66)
Saturated fatty acid (g/d)	0.85	60	32	8	0	92	0.47 (0.34-0.60)
Monounsaturated fatty acid (g/d)	0.79	63	31	5	1	94	0.51 (0.38-0.64)
Polyunsaturated fatty acid (g/d)	0.82	68	26	5	1	94	0.56 (0.44-0.69)
Omega-3 fatty acid (g/d)	0.86	65	28	7	0	93	0.54 (0.41-0.66)
Omega-6 fatty acid (g/d)	0.81	73	25	2	0	98	0.64 (0.52-0.75)
Cholesterol (mg/d)	0.85	72	26	1	1	98	0.62 (0.50-0.74)
Fiber (mg/d)	0.90	65	33	1	1	98	0.54 (0.41-0.66)
Calcium (mg/d)	0.85	61	34	5	0	95	0.48 (0.35-0.61)
Phosphorus (mg/d)	0.83	58	35	6	1	93	0.44 (0.31-0.57)
Iron (mg/d)	0.87	73	23	4	0	96	0.64 (0.52-0.75)
Sodium (mg/d)	0.82	57	32	12	0	88	0.42 (0.29-0.56)
Potassium (mg/d)	0.82	66	30	4	0	96	0.55 (0.42-0.68)
Vitamin A (μg RE/d)	0.90	71	25	4	0	96	0.61 (0.48-0.73)
Retinol (μg/d)	0.88	71	23	6	0	94	0.61 (0.48-0.73)
Carotenoid (μg/d)	0.90	71	27	2	0	98	0.61 (0.48-0.73)
Thiamin(mg/d)	0.87	65	30	3	2	95	0.54 (0.41-0.66)
Riboflavin (mg/d)	0.86	72	22	5	1	94	0.62 (0.50-0.74)
Niacin (mg/d)	0.74	57	34	9	0	91	0.42 (0.29-0.56)
Vitamin C (mg/d)	0.86	69	27	4	0	96	0.58 (0.45-0.70)

[a]Pearson correlation coefficients for log-transformed energy-adjusted nutrient intakes.
[b]Energy-adjusted nutrients were compared except energy intake.

4) Bland-Altman 도표

열량, 단백질, 지방, 탄수화물, 칼슘, 비타민 C 의 Bland-Altman 도표를 제시하였다(Figure 10-15). 섭취량의 차이는 종이로 구한 섭취량에서 챗봇으로 구한 섭취량을 뺀 결과이다. 일치 범위의 상한 값과 하한 값은 평균 ±1.96 *표준편차(SD)이다. 대부분의 섭취량 차이가 일치 범위인, 하한 값과 상한 값의 사이에 위치하였다. 또한 섭취량의 많음/적음을 의미하는 x 축에 따라 섭취량의 차이를 의미하는 y 값이 일정한 패턴을 보이지 않았다. 그 외의 영양소도 마찬가지로 대부분의 섭취량 차이가 일치 범위 내에 위치하였으며 x 축에 따라 y 값이 일정한 패턴을 보이지 않았다.

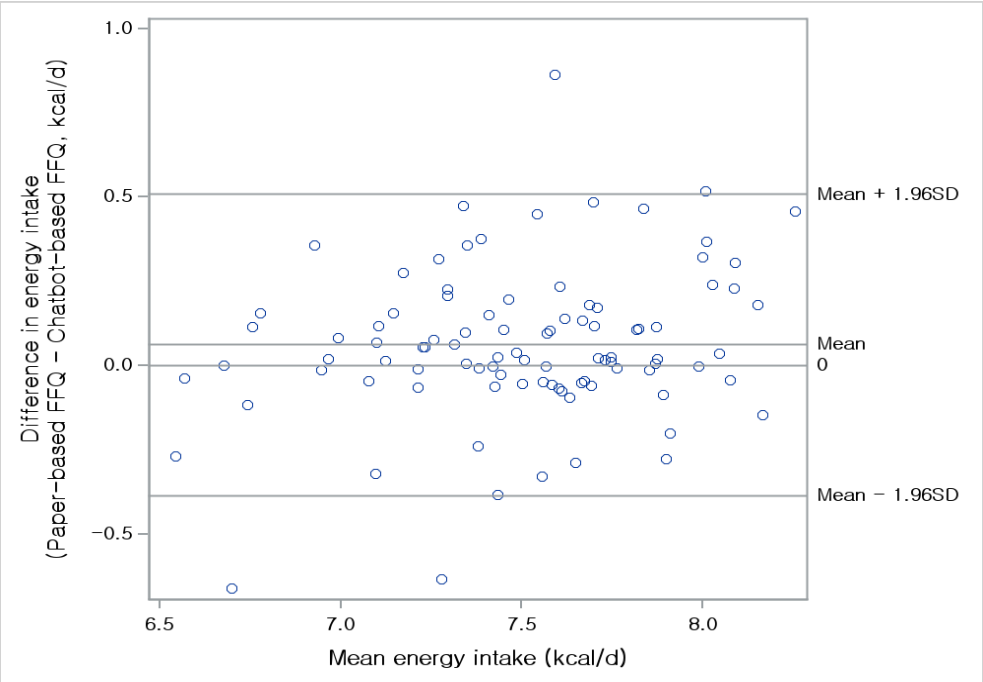

Figure 10. Bland-Altman plot of energy intake

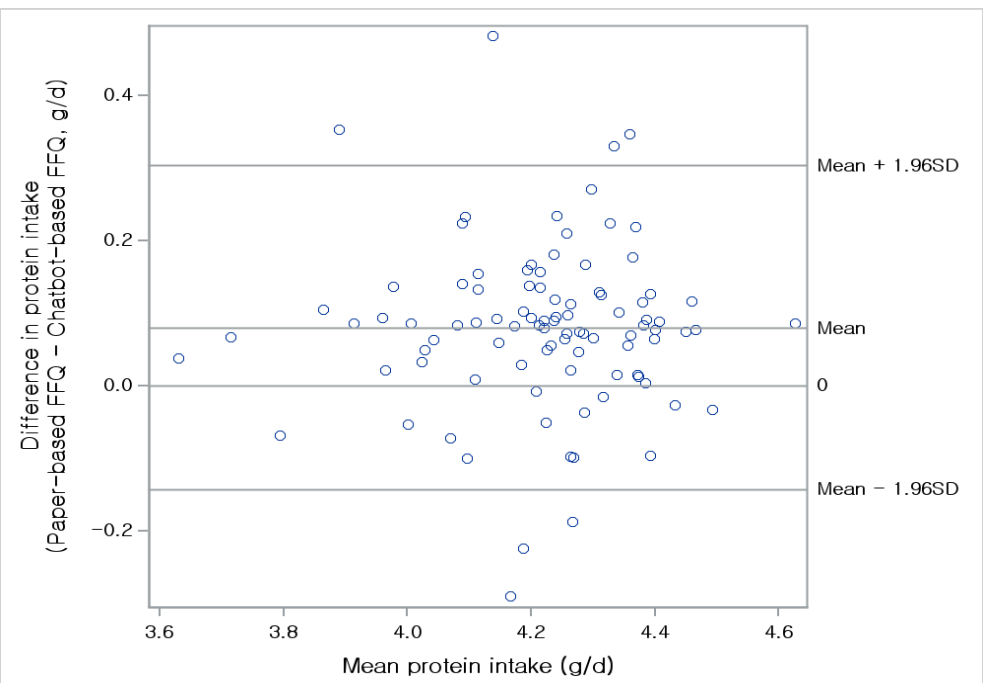

Figure 11. Bland-Altman plot of protein intake

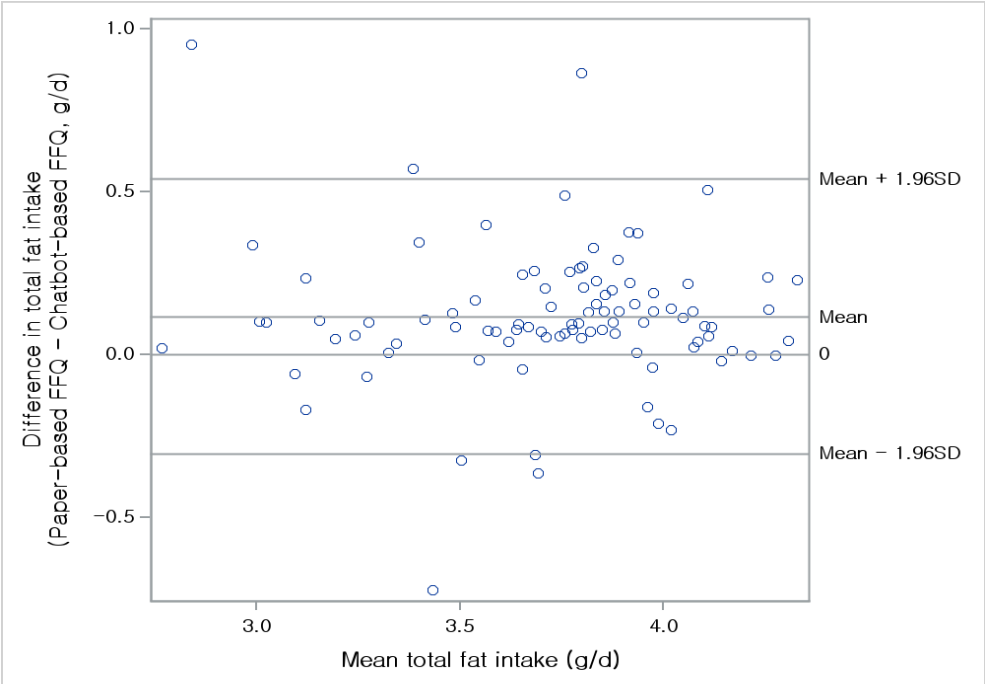

Figure 12. Bland-Altman plot of fat intake

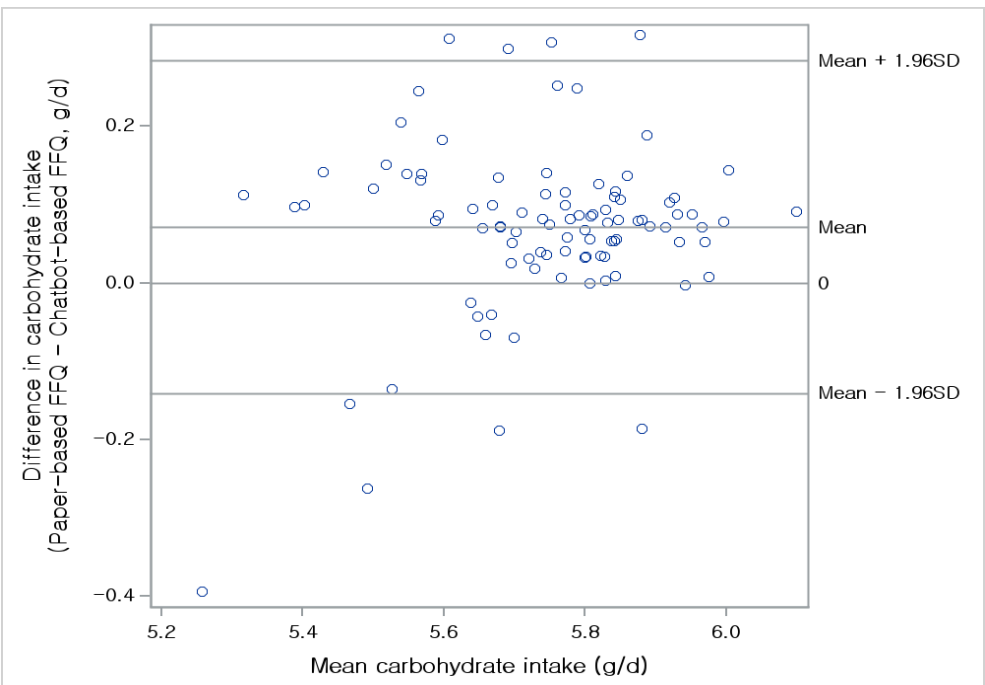

Figure 13. Bland-Altman plot of carbohydrate intake

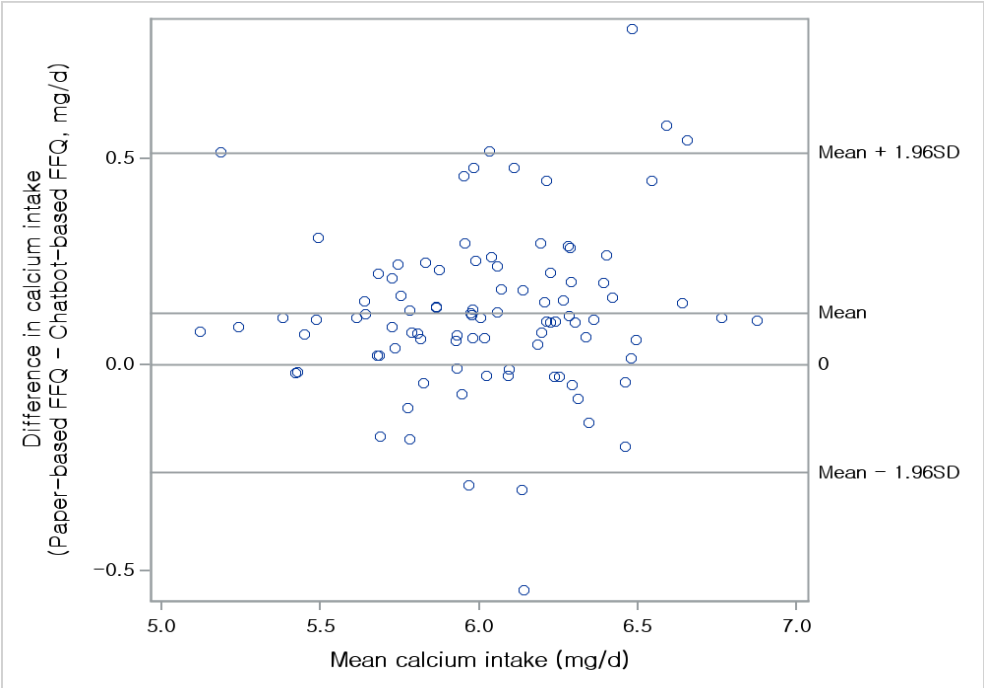

Figure 14. Bland-Altman plot of calcium intake

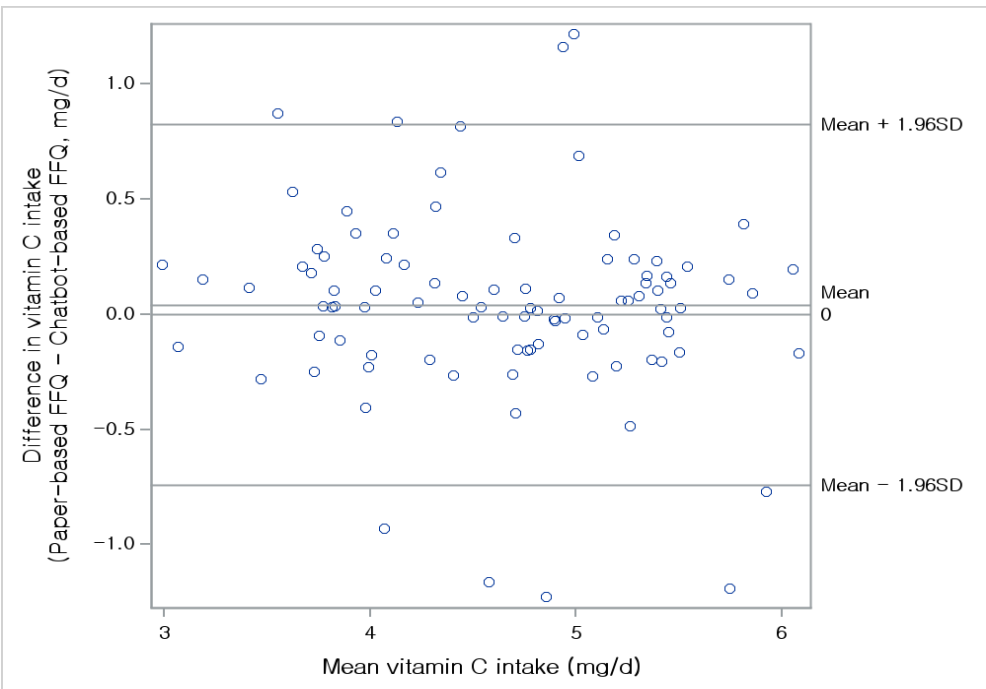

Figure 15. Bland-Altman plot of vitamin C intake

4. 하위 그룹 분석

성별, 연령, CCI 점수, BMI 및 교육 수준에 따른 하위 그룹 분석(subgroup analysis) 결과를 Tables 4-8 에 제시하였다. 남성, 젊은 연령, 높은 BMI, 고학력 그룹은 다른 그룹보다 더 많은 에너지를 소비했다. 피어슨 상관 계수, 일치도의 동일 또는 인접 사분위수(%) 및 코헨 카파계수는 하위 그룹 간에 유사했다. 모든 그룹에서 피어슨 상관 계수는 0.59(P<.001) 이상으로 다소 높음에서 매우 높음 수준의 상관관계를 나타내었다. 교차 분류 결과, 모든 그룹에서 동일 또는 인접한 사분위수의 비율이 83% 이상으로 높은 일치를 보여주었다. 또한 코헨 카파계수는 모든 그룹에서 0.28 이상으로 적절에서 상당 수준의 일치를 보여주었다.

Table 4. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by sex

Nutrients	Men (n=55)					Women (n=40)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Energy (kcal/d)	2239.7 (839.0)	2057.3 (613.0)	0.84	96	0.67 (0.51-0.83)	1793.2 (748.0)	1667.1 (664.5)	0.82	91	0.48 (0.29-0.68)
Carbohydrate (g/d)	334.0 (111.4)	311.0 (91.4)	0.78	90	0.44 (0.26-0.62)	284.6 (112.8)	267.9 (103.6)	0.81	93	0.52 (0.33-0.71)
Protein (g/d)	74.4 (29.2)	68.6 (23.5)	0.77	92	0.41 (0.23--0.60)	61.8 (27.7)	57.9 (26.8)	0.82	89	0.53 (0.34-0.71)
Total fat (g/d)	47.2 (23.4)	42.7 (19.9)	0.77	96	0.46 (0.28-0.65)	42.3 (26.5)	37.5 (22.5)	0.87	96	0.61 (0.44-0.79)
Saturated fatty acid (g/d)	13.9 (7.8)	12.5 (6.4)	0.76	88	0.33 (0.14-0.52)	12.1 (8.4)	10.9 (7.7)	0.92	96	0.61 (0.43-0.79)
Monounsaturated fatty acid (g/d)	15.0 (7.9)	13.7 (7.0)	0.73	94	0.47 (0.29-0.65)	13.6 (10.3)	11.8 (8.3)	0.85	93	0.56 (0.38-0.73)
Polyunsaturated fatty acid (g/d)	12.0 (6.1)	10.7 (5.3)	0.84	98	0.49 (0.30-0.67)	10.9 (6.1)	9.2 (4.5)	0.80	89	0.64 (0.46-0.81)
Omega-3 fatty acid (g/d)	1.3 (0.7)	1.2 (0.6)	0.89	92	0.49 (0.31-0.66)	1.2 (0.6)	1.1 (0.5)	0.81	93	0.58 (0.40-0.76)
Omega-6 fatty acid (g/d)	10.9 (5.5)	9.7 (4.8)	0.83	100	0.52 (0.34-0.7)	9.9 (6.1)	8.3 (4.2)	0.78	96	0.76 (0.61-0.91)
Cholesterol (mg/d)	328.0 (201.7)	327.5 (198.3)	0.75	96	0.49 (0.32-0.67)	298.2 (198.2)	287.4 (201.2)	0.93	100	0.76 (0.62-0.91)
Fiber (mg/d)	20.6 (7.9)	19.4 (8.6)	0.90	98	0.57 (0.40-0.74)	20.2 (10.5)	19.0 (10.1)	0.90	98	0.49 (0.30-0.68)
Calcium (mg/d)	479.3 (225.7)	405.8 (158.0)	0.85	94	0.36 (0.17-0.54)	406.7 (184.3)	376.1 (167.3)	0.86	96	0.61 (0.44-0.79)
Phosphorus (mg/d)	1070.0 (397.0)	979.6 (318.9)	0.85	94	0.44 (0.25-0.62)	930.3 (378.2)	878.3 (367.3)	0.81	91	0.43 (0.25-0.62)
Iron (mg/d)	14.3 (5.1)	13.1 (4.5)	0.86	94	0.57 (0.40-0.74)	12.7 (5.8)	11.9 (5.2)	0.88	98	0.7 (0.54-0.86)

Nutrients	Men (n=55)					Women (n=40)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Sodium (mg/d)	3388.8 (1519.0)	3027.2 (1341.3)	0.80	92	0.41 (0.23-0.60)	2800.8 (1559.4)	2644.4 (1497.5)	0.84	84	0.44 (0.25-0.63)
Potassium (mg/d)	2870.9 (1072.2)	2679.5 (960.9)	0.81	96	0.49 (0.30-0.67)	2644.4 (1222.6)	2686.6 (1347.9)	0.83	96	0.61 (0.43-0.79)
Vitamin A (μg RE/d)	643.2 (296.2)	570.5 (300.3)	0.90	96	0.62 (0.46-0.79)	561.4 (335.3)	537.6 (322.3)	0.91	96	0.58 (0.41-0.76)
Retinol (μg/d)	107.4 (65.1)	97.9 (51.5)	0.78	94	0.55 (0.37-0.72)	91.8 (53.0)	87.7 (60.1)	0.93	93	0.67 (0.51-0.84)
Carotenoid (μg/d)	3092.1 (1568.1)	2730.4 (1589.6)	0.89	98	0.63 (0.46-0.79)	2703.1 (1842.9)	2617.4 (1825)	0.91	98	0.59 (0.41-0.76)
Thiamin (mg/d)	1.9 (0.7)	1.8 (0.6)	0.90	96	0.52 (0.34-0.69)	1.7 (0.8)	1.6 (0.7)	0.82	93	0.55 (0.37-0.73)
Riboflavin (mg/d)	1.5 (0.6)	1.4 (0.6)	0.80	94	0.65 (0.49-0.81)	1.3 (0.6)	1.2 (0.6)	0.91	93	0.58 (0.40-0.77)
Niacin (mg/d)	14.5 (5.3)	13.6 (4.6)	0.85	94	0.47 (0.29-0.65)	12.3 (6.6)	11.1 (4.6)	0.60	87	0.38 (0.19-0.57)
Vitamin C (mg/d)	123.4 (80.4)	128.8 (93.7)	0.91	98	0.71 (0.55-0.86)	130.2 (93.9)	129.9 (99.3)	0.82	93	0.43 (0.24-0.63)

[a]Pearson correlation coefficients for log-transformed energy-adjusted nutrient intakes.
[b]Energy-adjusted nutrients were compared except energy intake.

Table 5. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by age group

Nutrients	Age<57 (n=45)					Age≥57 (n=50)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Energy (kcal/d)	2132.8 (873.8)	1964.3 (732.6)	0.82	93	0.64 (0.47-0.81)	1934.1 (773.2)	1789.9 (590.8)	0.86	94	0.54 (0.37-0.72)
Carbohydrate (g/d)	318.1 (130.5)	293.0 (116.6)	0.68	89	0.42 (0.23-0.61)	303.9 (98.1)	288.5 (81.7)	0.86	94	0.51 (0.33-0.68)
Protein (g/d)	74.0 (31.3)	68.0 (27.9)	0.77	91	0.49 (0.30-0.68)	63.4 (26.2)	59.5 (22.8)	0.82	90	0.44 (0.26-0.62)
Total fat (g/d)	53.1 (27.4)	47.5 (23.9)	0.75	98	0.41 (0.20-0.61)	37.5 (20)	33.6 (16.2)	0.83	94	0.61 (0.44-0.78)
Saturated fatty acid (g/d)	16.1 (9.1)	14.7 (8.3)	0.80	89	0.43 (0.23-0.62)	10.3 (5.9)	9.1 (4.3)	0.85	94	0.44 (0.26-0.62)
Monounsaturated fatty acid (g/d)	17.5 (10.5)	15.6 (8.9)	0.66	93	0.44 (0.24-0.63)	11.4 (6.4)	10.3 (5.2)	0.82	94	0.53 (0.35-0.71)
Polyunsaturated fatty acid (g/d)	12.7 (6.2)	10.8 (4.7)	0.75	91	0.52 (0.33-0.70)	10.4 (5.9)	9.3 (5.1)	0.85	96	0.60 (0.43-0.76)
Omega-3 fatty acid (g/d)	1.3 (0.6)	1.2 (0.5)	0.83	98	0.55 (0.36-0.73)	1.2 (0.7)	1.1 (0.6)	0.88	88	0.51 (0.34-0.68)
Omega-6 fatty acid (g/d)	11.7 (6.2)	9.9 (4.4)	0.71	98	0.60 (0.42-0.78)	9.3 (5.2)	8.3 (4.6)	0.85	98	0.65 (0.49-0.81)
Cholesterol (mg/d)	326.0 (172.8)	321.3 (169.0)	0.78	100	0.59 (0.41-0.77)	303.0 (222.0)	297.0 (224.8)	0.87	96	0.61 (0.44-0.78)
Fiber (mg/d)	18.8 (8.7)	16.9 (8.5)	0.84	98	0.62 (0.44-0.81)	21.9 (9.5)	21.3 (9.6)	0.92	98	0.41 (0.23-0.59)
Calcium (mg/d)	451.9 (227.5)	388.2 (160.7)	0.74	93	0.35 (0.15-0.54)	438.6 (193.5)	394.9 (165.3)	0.92	96	0.60 (0.43-0.77)
Phosphorus (mg/d)	1027.3 (421.2)	937.6 (353.3)	0.73	91	0.28 (0.07-0.48)	982.7 (367.7)	926.2 (340.0)	0.88	94	0.57 (0.40-0.74)

Nutrients	Age<57 (n=45)					Age≥57 (n=50)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Iron (mg/d)	13.4 (5.5)	12.2 (4.9)	0.85	96	0.63 (0.46-0.81)	13.7 (5.4)	12.8 (4.8)	0.88	96	0.62 (0.45-0.78)
Sodium (mg/d)	3423.1 (1532.1)	3113.3 (1441.0)	0.72	89	0.33 (0.12-0.53)	2828.8 (1542.6)	2605.1 (1376.3)	0.86	88	0.48 (0.30-0.66)
Potassium (mg/d)	2664.1 (1092.3)	2511.7 (1001.4)	0.69	93	0.52 (0.33-0.71)	2853.1 (1195.0)	2836.8 (1266.2)	0.86	98	0.56 (0.39-0.74)
Vitamin A (μg RE/d)	566.7 (243.7)	524.1 (248.3)	0.84	98	0.54 (0.34-0.73)	638.4 (369.0)	582.6 (356.3)	0.92	94	0.64 (0.48-0.80)
Retinol (μg/d)	106.4 (60.9)	100.1 (56.1)	0.79	98	0.51 (0.31-0.71)	94.2 (59.0)	86.8 (55.1)	0.91	90	0.67 (0.52-0.83)
Carotenoid (μg/d)	2627.3 (1255.1)	2420.4 (1298.6)	0.86	100	0.57 (0.39-0.76)	3160.4 (2007.5)	2907.7 (1973.5)	0.91	96	0.62 (0.46-0.78)
Thiamin (mg/d)	1.9 (0.8)	1.7 (0.7)	0.85	93	0.55 (0.37-0.74)	1.7 (0.7)	1.7 (0.6)	0.88	96	0.52 (0.34-0.69)
Riboflavin (mg/d)	1.5 (0.6)	1.4 (0.5)	0.77	96	0.57 (0.38-0.76)	1.3 (0.7)	1.3 (0.6)	0.90	92	0.64 (0.48-0.81)
Niacin (mg/d)	14.4 (6.9)	12.8 (5.1)	0.59	89	0.35 (0.15-0.54)	12.7 (5.0)	12.1 (4.4)	0.86	92	0.49 (0.31-0.67)
Vitamin C (mg/d)	109.4 (89.0)	102.8 (81.6)	0.79	93	0.58 (0.39-0.76)	142.1 (82.3)	153.2 (102.1)	0.90	98	0.56 (0.39-0.74)

[a]Pearson correlation coefficients for log-transformed energy-adjusted nutrient intakes.
[b]Energy-adjusted nutrients were compared except energy intake.

Table 6. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by CCI score

Nutrients	CCI score<2 (n=44)					CCI score≥ 2 (n=51)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Energy (kcal/d)	1960.0 (783.3)	1858.9 (728.8)	0.84	93	0.63 (0.46-0.81)	2087.1 (860.9)	1884.3 (609.7)	0.84	94	0.55 (0.38-0.73)
Carbohydrate (g/d)	293.8 (111.8)	284.1 (114.4)	0.77	95	0.53 (0.35-0.72)	325.1 (115.4)	296.3 (84.8)	0.81	88	0.41 (0.23-0.60)
Protein (g/d)	67.8 (30.4)	63.9 (28.6)	0.81	91	0.48 (0.29-0.67)	68.9 (28.1)	63.2 (22.9)	0.79	90	0.45 (0.27-0.63)
Total fat (g/d)	49.4 (28.3)	44.7 (24.9)	0.81	98	0.52 (0.33-0.71)	41.0 (21.1)	36.4 (16.8)	0.81	94	0.52 (0.34-0.69)
Saturated fatty acid (g/d)	14.5 (9.2)	13.6 (8.5)	0.88	93	0.55 (0.36-0.74)	11.8 (6.8)	10.2 (5.0)	0.81	90	0.35 (0.17-0.52)
Monounsaturated fatty acid (g/d)	16.2 (10.9)	14.6 (9.3)	0.77	95	0.46 (0.26-0.65)	12.7 (6.8)	11.2 (5.5)	0.79	92	0.51 (0.33-0.69)
Polyunsaturated fatty acid (g/d)	12.4 (6.8)	10.5 (5.6)	0.81	91	0.57 (0.38-0.75)	10.8 (5.4)	9.6 (4.3)	0.84	96	0.55 (0.38-0.72)
Omega-3 fatty acid (g/d)	1.3 (0.7)	1.1 (0.6)	0.86	95	0.54 (0.35-0.73)	1.3 (0.6)	1.1 (0.5)	0.87	90	0.53 (0.36-0.70)
Omega-6 fatty acid (g/d)	11.4 (6.7)	9.6 (5.2)	0.79	95	0.66 (0.48-0.83)	9.6 (4.8)	8.5 (3.9)	0.83	100	0.60 (0.43-0.77)
Cholesterol (mg/d)	293.5 (173.3)	296.1 (177.4)	0.80	100	0.63 (0.45-0.81)	331.6 (219.8)	319.2 (218.2)	0.87	96	0.60 (0.44-0.77)
Fiber (mg/d)	18.4 (8.4)	16.9 (7.8)	0.88	98	0.60 (0.41-0.78)	22.1 (9.6)	21.2 (10.1)	0.92	98	0.47 (0.28-0.65)
Calcium (mg/d)	419.5 (188.8)	376.5 (150.5)	0.78	93	0.43 (0.23-0.62)	466.9 (224.9)	404.9 (172.2)	0.90	96	0.53 (0.36-0.70)
Phosphorus (mg/d)	958.7 (392.1)	892.6 (344.4)	0.73	91	0.30 (0.10-0.50)	1042.7 (392.4)	965.2 (344.6)	0.90	94	0.55 (0.38-0.72)
Iron (mg/d)	12.4 (4.9)	11.7 (4.7)	0.87	95	0.57 (0.38-0.75)	14.5 (5.8)	13.2 (4.9)	0.88	96	0.68 (0.52-0.84)

Nutrients	CCI score<2 (n=44)					CCI score≥ 2 (n=51)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Sodium (mg/d)	3043.9 (1418.9)	2886 (1428.6)	0.79	89	0.42 (0.22-0.62)	3167.6 (1681.2)	2811.2 (1431.1)	0.84	88	0.42 (0.24-0.60)
Potassium (mg/d)	2658.1 (1110.0)	2534.5 (976.5)	0.74	93	0.51 (0.33-0.70)	2854.6 (1178.3)	2810.8 (1283.6)	0.89	98	0.58 (0.41-0.75)
Vitamin A (μg RE/d)	553.2 (252.2)	511.4 (244.3)	0.87	98	0.54 (0.34-0.73)	648.6 (359.3)	592.4 (354.8)	0.92	94	0.66 (0.50-0.81)
Retinol (μg/d)	97.2 (57.8)	92.7 (55.6)	0.83	93	0.54 (0.35-0.73)	102.4 (62.1)	93.4 (56.2)	0.90	94	0.66 (0.50-0.82)
Carotenoid (μg/d)	2612.1 (1398.3)	2394.2 (1348.8)	0.89	100	0.48 (0.27-0.68)	3163.0 (1909.3)	2920.7 (1928.2)	0.90	96	0.71 (0.56-0.86)
Thiamin (mg/d)	1.8 (0.8)	1.7 (0.7)	0.83	98	0.51 (0.32-0.7)	1.8 (0.7)	1.7 (0.6)	0.89	92	0.55 (0.38-0.73)
Riboflavin (mg/d)	1.3 (0.6)	1.3 (0.5)	0.76	93	0.51 (0.31-0.7)	1.5 (0.7)	1.3 (0.6)	0.91	94	0.71 (0.56-0.86)
Niacin (mg/d)	13.7 (6.8)	12.4 (4.9)	0.66	89	0.42 (0.22-0.62)	13.4 (5.3)	12.5 (4.7)	0.82	92	0.42 (0.24-0.60)
Vitamin C (mg/d)	127.9 (103.5)	125.1 (103.7)	0.86	93	0.58 (0.40-0.75)	125.5 (70.0)	133.0 (89.4)	0.88	98	0.58 (0.41-0.75)

[a]Pearson correlation coefficients for log-transformed energy-adjusted nutrient intakes.
[b]Energy-adjusted nutrients were compared except energy intake.

Table 7. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by BMI

Nutrients	BMI<25 (n=40)					BMI≥25 (n=55)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Energy (kcal/d)	1906.5 (746.0)	1751.3 (690.5)	0.83	93	0.53 (0.33-0.73)	2116.8 (872.4)	1960.7 (635.8)	0.85	95	0.63 (0.48-0.79)
Carbohydrate (g/d)	307.3 (112.4)	284.1 (108.2)	0.81	90	0.53 (0.32-0.73)	313 (116.4)	295.4 (92.9)	0.78	93	0.44 (0.27-0.61)
Protein (g/d)	64.1 (28.2)	59.4 (28.2)	0.83	90	0.52 (0.33-0.72)	71.6 (29.6)	66.5 (23.3)	0.75	91	0.41 (0.23-0.59)
Total fat (g/d)	43.7 (27.6)	37.7 (23.4)	0.83	95	0.60 (0.41-0.78)	45.7 (22.9)	42.0 (19.5)	0.82	96	0.49 (0.31-0.66)
Saturated fatty acid (g/d)	12.6 (8.9)	11.0 (8.0)	0.89	95	0.56 (0.37-0.75)	13.4 (7.5)	12.3 (6.3)	0.81	89	0.39 (0.21-0.57)
Monounsaturated fatty acid (g/d)	14 (10.7)	12 (8.7)	0.81	93	0.57 (0.38-0.76)	14.5 (7.7)	13.4 (6.8)	0.77	95	0.47 (0.29-0.64)
Polyunsaturated fatty acid (g/d)	11.3 (6.4)	9.2 (4.7)	0.78	90	0.63 (0.44-0.81)	11.7 (5.9)	10.6 (5.1)	0.86	96	0.51 (0.34-0.68)
Omega-3 fatty acid (g/d)	1.2 (0.6)	1.1 (0.5)	0.80	90	0.60 (0.41-0.79)	1.3 (0.7)	1.2 (0.6)	0.90	95	0.49 (0.32-0.66)
Omega-6 fatty acid (g/d)	10.2 (6.4)	8.3 (4.4)	0.77	95	0.76 (0.61-0.92)	10.6 (5.4)	9.5 (4.6)	0.86	100	0.54 (0.37-0.71)
Cholesterol (mg/d)	306.6 (192.5)	289.8 (201.8)	0.92	100	0.77 (0.61-0.92)	319.2 (206.0)	322.1 (198.8)	0.78	96	0.52 (0.35-0.68)
Fiber (mg/d)	21.8 (10.1)	20.2 (10.2)	0.89	98	0.49 (0.29-0.69)	19.4 (8.5)	18.5 (8.6)	0.91	98	0.56 (0.40-0.72)
Calcium (mg/d)	430.8 (197.2)	385.5 (168)	0.88	95	0.56 (0.36-0.75)	455.2 (218.8)	396.3 (159.4)	0.82	95	0.41 (0.23-0.59)
Phosphorus (mg/d)	973.6 (374.8)	906.1 (376.7)	0.82	90	0.47 (0.27-0.66)	1025.8 (406.8)	950.1 (321.5)	0.84	95	0.42 (0.24-0.59)
Iron (mg/d)	13.6 (5.7)	12.5 (5.3)	0.87	98	0.69 (0.52-0.87)	13.5 (5.3)	12.5 (4.5)	0.87	95	0.58 (0.41-0.75)

Nutrients	BMI<25 (n=40)					BMI≥25 (n=55)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Sodium (mg/d)	2959.7 (1682.1)	2729.5 (1615.4)	0.85	85	0.49 (0.29-0.69)	3219.8 (1467.7)	2930.5 (1273.6)	0.78	91	0.36 (0.18-0.54)
Potassium (mg/d)	2838.5 (1184.2)	2798.7 (1378.3)	0.83	95	0.63 (0.44-0.81)	2709.1 (1124.1)	2598.6 (963.9)	0.80	96	0.49 (0.31-0.66)
Vitamin A (μg RE/d)	602.6 (333.9)	559.6 (326.7)	0.92	95	0.63 (0.45-0.81)	605.8 (306.0)	551.5 (299.7)	0.89	96	0.59 (0.42-0.75)
Retinol (μg/d)	94.9 (50.0)	85.9 (49.4)	0.90	93	0.67 (0.49-0.84)	103.7 (66.3)	98.3 (59.7)	0.87	95	0.56 (0.40-0.73)
Carotenoid (μg/d)	2916.5 (1849.1)	2755.8 (1868.1)	0.92	98	0.60 (0.41-0.78)	2901.6 (1611.1)	2619.5 (1576.1)	0.87	98	0.61 (0.45-0.77)
Thiamin (mg/d)	1.8 (0.8)	1.7 (0.7)	0.86	95	0.49 (0.29-0.69)	1.8 (0.7)	1.7 (0.6)	0.87	95	0.56 (0.39-0.73)
Riboflavin (mg/d)	1.4 (0.6)	1.3 (0.6)	0.89	93	0.56 (0.37-0.76)	1.4 (0.7)	1.3 (0.6)	0.83	95	0.66 (0.51-0.81)
Niacin (mg/d)	13.1 (6.7)	11.6 (4.8)	0.61	83	0.40 (0.20-0.60)	13.8 (5.5)	13.0 (4.7)	0.85	96	0.44 (0.27-0.62)
Vitamin C (mg/d)	145.9 (91.9)	146.2 (103.6)	0.81	93	0.49 (0.29-0.69)	112.6 (80.6)	117.0 (88.8)	0.90	98	0.63 (0.48-0.79)

[a]Pearson correlation coefficients for log-transformed energy-adjusted nutrient intakes.
[b]Energy-adjusted nutrients were compared except energy intake.

Table 8. Mean of energy and nutrient intake and comparison of energy-adjusted nutrient intakes between paper- and chatbot-based FFQs by educational level

Nutrients	High school graduation or less (n=45)					College graduation or above (n=50)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Energy (kcal/d)	1911.3 (721.9)	1809.9 (568.9)	0.82	93	0.64 (0.47-0.82)	2133.5 (900.4)	1928.9 (740.5)	0.86	94	0.55 (0.37-0.72)
Carbohydrate (g/d)	303.0 (107.4)	288.4 (79.6)	0.86	93	0.55 (0.36-0.74)	317.5 (120.6)	292.6 (114.9)	0.75	90	0.41 (0.22-0.59)
Protein (g/d)	63.8 (23.4)	60.2 (21.4)	0.80	89	0.49 (0.30-0.68)	72.5 (33.0)	66.5 (28.7)	0.81	92	0.44 (0.25-0.62)
Total fat (g/d)	39.4 (20.5)	35.9 (17.3)	0.93	100	0.64 (0.46-0.81)	49.9 (27.6)	44.1 (23.7)	0.73	92	0.43 (0.25-0.61)
Saturated fatty acid (g/d)	11.5 (6.4)	10.6 (5.6)	0.92	96	0.58 (0.40-0.76)	14.5 (9.2)	12.8 (8.1)	0.81	88	0.36 (0.17-0.54)
Monounsaturated fatty acid (g/d)	12.3 (7.0)	11.2 (5.9)	0.92	100	0.67 (0.50-0.84)	16.1 (10.3)	14.2 (8.7)	0.70	88	0.35 (0.17-0.54)
Polyunsaturated fatty acid (g/d)	10.1 (5.2)	8.9 (4.1)	0.92	96	0.67 (0.50-0.84)	12.8 (6.6)	11.0 (5.5)	0.71	92	0.46 (0.27-0.64)
Omega-3 fatty acid (g/d)	1.2 (0.6)	1.0 (0.5)	0.91	98	0.61 (0.44-0.79)	1.4 (0.7)	1.2 (0.6)	0.83	88	0.46 (0.28-0.65)
Omega-6 fatty acid (g/d)	9.1 (4.7)	8.0 (3.7)	0.92	100	0.73 (0.57-0.89)	11.6 (6.4)	10.0 (5.0)	0.70	96	0.54 (0.36-0.72)
Cholesterol (mg/d)	304.0 (206.7)	294.2 (212.0)	0.95	100	0.70 (0.54-0.86)	322.8 (194.5)	321.4 (189.0)	0.73	96	0.54 (0.36-0.72)
Fiber (mg/d)	19.6 (9.4)	19.1 (9.0)	0.93	100	0.61 (0.44-0.79)	21.1 (9.1)	19.3 (9.7)	0.88	96	0.47 (0.28-0.65)
Calcium (mg/d)	431 (182.8)	395.8 (167.9)	0.91	98	0.59 (0.42-0.76)	457.5 (231.6)	388.1 (158.8)	0.78	92	0.39 (0.21-0.57)
Phosphorus (mg/d)	961.2 (335.7)	915.4 (320.6)	0.87	96	0.47 (0.28-0.65)	1042.1 (437.1)	946.2 (367.5)	0.78	90	0.41 (0.23-0.60)

Nutrients	High school graduation or less (n=45)					College graduation or above (n=50)				
	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI) [b]
Iron (mg/d)	13.0 (4.8)	12.1 (4.2)	0.92	100	0.67 (0.51-0.84)	14.1 (6.0)	12.9 (5.4)	0.84	92	0.60 (0.43-0.77)
Sodium (mg/d)	2907.4 (1534)	2618.2 (1330.9)	0.90	89	0.43 (0.25-0.62)	3292.9 (1572.6)	3050.8 (1484.1)	0.76	88	0.41 (0.22-0.59)
Potassium (mg/d)	2569.3 (1033.2)	2616.4 (1132.1)	0.85	96	0.64 (0.47-0.81)	2938.5 (1221.6)	2742.6 (1181.6)	0.79	96	0.47 (0.28-0.65)
Vitamin A (μg RE/d)	567.5 (301.0)	530.6 (278.2)	0.94	96	0.67 (0.51-0.83)	637.7 (329.0)	576.7 (336.7)	0.86	96	0.54 (0.36-0.72)
Retinol (μg/d)	95.3 (51.6)	92.5 (60.4)	0.93	93	0.70 (0.54-0.86)	104.3 (66.7)	93.6 (51.6)	0.82	94	0.52 (0.34-0.70)
Carotenoid (μg/d)	2736.1 (1562.7)	2549.3 (1429.9)	0.93	98	0.79 (0.65-0.93)	3062.5 (1826.9)	2791.7 (1913.0)	0.86	98	0.43 (0.24-0.62)
Thiamin (mg/d)	1.7 (0.7)	1.6 (0.5)	0.88	96	0.61 (0.44-0.79)	1.9 (0.8)	1.8 (0.7)	0.86	94	0.47 (0.29-0.65)
Riboflavin (mg/d)	1.3 (0.6)	1.3 (0.6)	0.94	98	0.76 (0.62-0.91)	1.5 (0.6)	1.4 (0.6)	0.71	90	0.49 (0.31-0.67)
Niacin (mg/d)	12.3 (4.7)	11.8 (4.1)	0.85	91	0.55 (0.37-0.73)	14.6 (6.8)	13.0 (5.2)	0.62	90	0.30 (0.10-0.49)
Vitamin C (mg/d)	108.5 (70.4)	120.9 (82.7)	0.83	96	0.49 (0.30-0.69)	143.0 (96.9)	136.9 (106.6)	0.90	96	0.65 (0.49-0.81)

[a]Pearson correlation coefficients for log-transformed energy-adjusted nutrient intakes.
[b]Energy-adjusted nutrients were compared except energy intake.

5. 식이보충제 섭취량 추가한 영양소 섭취량 분석

식이보충제 섭취량을 추가한 후, 주요 분석과 비교하였을 때 결과는 유사하였다. 피어슨 상관계수는 0.48(P<.001) 이상으로 다소 높은 수준 이상인 상관관계를 나타냈으며 통계적으로 유의하였다. 교차 분류 결과, 동일 또는 인접한 사분위수의 비율이 88% 이상이었다. 또한 코헨 카파계수는 0.31(95% 신뢰구간 = 0.18-0.45)에서 0.64(95% 신뢰구간 = 0.52-0.75)로 적절에서 상당 수준의 일치를 나타내었다.

Table 9. Analysis after adding dietary supplement intake

Nutrients	Paper Mean (±SD)	Chatbot Mean (±SD)	Pearson correlation coefficient[a]	Same or adjacent quartile (%)[b]	Cohen's Kappa (95% CI)[b]
Energy (kcal/d)	2034.1 (824.4)	1874.8 (664.6)	0.84	94	0.62 (0.50-0.74)
Carbohydrate (g/d)	311.2 (114.3)	290.8 (99.3)	0.79	92	0.45 (0.32-0.58)
Protein (g/d)	68.9 (29.2)	63.6 (25.6)	0.78	89	0.47 (0.34-0.60)
Total fat (g/d)	45.5 (25.4)	40.3 (21.3)	0.81	95	0.55 (0.42-0.68)
Saturated fatty acid (g/d)	13 (8.1)	11.7 (7.0)	0.85	92	0.49 (0.36-0.62)
Monounsaturated fatty acid (g/d)	14.3 (9.1)	12.8 (7.6)	0.79	94	0.54 (0.41-0.66)
Polyunsaturated fatty acid (g/d)	11.5 (6.1)	10 (5.0)	0.83	94	0.56 (0.44-0.69)
Omega-3 fatty acid (g/d)	130.1 (327.1)	111.3 (499.8)	0.59	92	0.31 (0.18-0.45)
Omega-6 fatty acid (g/d)	10.4 (5.8)	9 (4.5)	0.81	98	0.62 (0.50-0.74)
Cholesterol (mg/d)	313.9 (199.5)	308.5 (199.6)	0.85	98	0.62 (0.50-0.74)
Fiber (mg/d)	20.4 (9.2)	19.2 (9.3)	0.9	98	0.54 (0.41-0.66)
Calcium (mg/d)	486 (241.9)	419.4 (174.4)	0.82	95	0.55 (0.42-0.68)
Phosphorus (mg/d)	1004.4 (392.4)	932.1 (343.9)	0.83	93	0.45 (0.32-0.58)
Iron (mg/d)	19.9 (52.0)	13.5 (5.6)	0.48	95	0.54 (0.41-0.66)
Sodium (mg/d)	3112.9 (1558.4)	2846.6 (1422.5)	0.82	88	0.42 (0.29-0.56)
Potassium (mg/d)	2763.6 (1145.4)	2682.8 (1154.0)	0.82	96	0.55 (0.42-0.68)
Vitamin A (μg RE/d)	733.8 (466.6)	642.2 (430.0)	0.88	94	0.44 (0.31-0.57)
Retinol (μg/d)	100 (59.9)	93.1 (55.6)	0.88	94	0.64 (0.52-0.75)
Carotenoid (μg/d)	2914.2 (1712.0)	2729.5 (1710.1)	0.84	97	0.55 (0.42-0.68)
Thiamin (mg/d)	16 (32.3)	9.2 (22.4)	0.56	89	0.47 (0.34-0.60)
Riboflavin (mg/d)	11.9 (27.5)	6.4 (18.7)	0.53	91	0.48 (0.35-0.61)
Niacin (mg/d)	20.6 (17.6)	17.8 (17.9)	0.62	89	0.35 (0.22-0.49)
Vitamin C (mg/d)	266.1 (345.6)	336.1 (762.8)	0.71	91	0.49 (0.36-0.62)

[a]Pearson correlation coefficients for log-transformed energy-adjusted nutrient intakes.
[b]Energy-adjusted nutrients were compared except energy intake.

V. 고 찰

본 연구에서는 타당도가 검증된 국민건강영양조사의 FFQ 를 기반으로 식품섭취를 조사하여 영양평가를 제시하는 챗봇의 콘텐츠를 개발하였다. 그리고 챗봇 FFQ 와 종이 FFQ 의 비교성(comparability)을 확인하기 위해 대장내시경 또는 상부위장관내시경을 받은 성인을 대상으로 챗봇과 종이 기반의 FFQ 로 조사한 영양소 섭취량이 유사한지를 조사하였다. 그 결과 대상자 95 명의 열량 및 영양소 섭취량의 순위가 높은 상관관계와 일치도를 나타내었다.

종이 FFQ 와 챗봇으로 산출한 영양소의 피어슨 상관계수의 범위는 0.74(P<.001)에서 0.90(P<.001)까지였으며 높은 수준의 양의 상관관계를 보였다(Akoglu, 2018). 그러나 두 조사 방법의 일관성을 평가하기 위해 상관분석을 사용하는 것은 자료 수치의 일치를 측정할 수 없으며, 두 변수 간의 연관성의 강도에만 초점을 맞추게 되는 한계가 있다(Schober et al., 2018). 따라서 섭취량 변수 간의 일치를 포괄적으로 평가하기 위해 Bland-Altman 그림과 섭취량을 사분위로 구분한 교차 분류를 진행하였다.

Bland-Altman 그림은 섭취 도구 간의 편향과 차이의 크기를 시각화할 수 있다(Bland & Altman, 1986). 이 연구에서, Bland-Altman 플롯은 섭취량이 많음/적음을 의미하는 x 축에 따라 섭취량의 차이를 의미하는 y 값이 일정한 패턴을 보이지 않았다. 이는 챗봇 기반의 FFQ 방법을 종이와 비교했을 때,

섭취량이 많음/적음에 따라 섭취량을 과대/과소 추정하는 일관된 경향이 없다는 것을 의미한다.

교차 분류 결과 대상자의 88~98%는 동일한 또는 인접한 사분위수로 분류되었다. 코헨 카파계수도 0.42(95% 신뢰구간 = 0.29-0.56)에서 0.64(95% 신뢰구간 = 0.52-0.75)로 적절에서 상당 수준의 일치도를 보였다(Landis & Koch, 1977). 이는 챗봇과 종이 기반의 FFQ 의 일치도가 높은 수준임을 의미한다.

하위 그룹 분석에서는 대상자를 성별, 연령, CCI 점수, BMI 및 교육 수준을 기반으로 두 개의 그룹으로 분류하였다. 모든 그룹에서 피어슨 상관계수의 범위는 0.59(P<.001)에서 0.95(P<.001)까지였으며 다소 높은 수준에서 매우 높은 수준으로 양의 상관관계를 보였다(Akoglu, 2018). 사분위수로 분류한 교차 분류 결과도 모든 그룹에서 83% 이상 동일한 또는 인접한 사분위수로 분류되어 높은 일치를 보여주었다. 교차 분류에 기반한 코헨 카파계수는 모든 그룹에서 0.28(95% 신뢰구간 = 0.07-0.48)에서 0.79(95% 신뢰구간 = 0.65-0.93)까지의 범위를 가지며 적절에서 상당 수준의 일치를 보여주었다(Landis & Koch, 1977). 결론적으로, 이 연구에서 정의된 하위 그룹을 기반으로 종이와 챗봇 FFQ 로 측정한 영양소 섭취량에는 유의한 차이가 없었다. 이는 챗봇을 성별, 연령, CCI 점수, BMI 또는 교육 수준과 상관없이 사용할 수 있다는 것을 보여준다.

또한 FFQ 를 통해 얻은 열량 및 영양소 섭취량 평가에 식이보충제 섭취량을 추가하여 분석을 수행하였다. 피어슨 상관계수의 범위는 0.48(P<.001)에서

0.88(*P*<.001)까지였으며 다소 높은 수준에서 높은 수준으로 양의 상관관계를 보였다(Akoglu, 2018). 교차 분류 결과 88% 이상의 대상자가 동일하거나 인접한 분위에 분류되었고 코헨 카파계수는 0.31(95% 신뢰구간 = 0.18-0.45)에서 0.64(95% 신뢰구간 = 0.52-0.75)로 적절에서 상당한 수준의 일치를 나타내었다. 이는 챗봇과 종이를 통해 얻은 식품보충제 섭취량이 높은 재현성을 갖는다는 것을 나타내며, 식품보충제 섭취량은 챗봇을 통해 조사할 수 있다는 것을 보여준다.

그러나 본 연구에서 재현성이 높게 관찰된 이유는 실행 간격이 3 개월 이내로 짧아서 응답 변동을 최소화하는 데 도움이 되었기 때문일 수 있다(Tsubono et al., 1995). 이전 연구에서는 FFQ 가 더 긴 간격(6 개월에서 1 년)으로 반복했을 때, 더 짧은 간격(1 개월에서 6 개월)과 비교하여 상관계수가 0.06-0.15 정도 감소하였다(Cade et al., 2004; Tsubono et al., 1995).

본 연구에서 관찰된 높은 수준의 상관 및 일치 결과는 챗봇 기반 모바일 FFQ 가 개인의 영양소 섭취량의 순위를 종이를 이용한 것과 유사하게 평가할 수 있다는 것을 시사한다. 이는 전통적 방식과 새로운 방식의 식사 평가 도구간의 재현성을 조사한 이전 연구와 일치한다. 한 연구에서는 퀘벡 대도시 지역의 건강한 성인 74 명을 대상으로 동일한 내용의 웹 기반 FFQ 와 인터뷰어와 함께 시행한 FFQ 를 응답하도록 하였다. 그 결과 웹 기반 FFQ 와 인터뷰어와 함께 시행한 FFQ 간에 유의한 상관관계(*P*<.001)가 관찰되었으며 평균 상관계수는 0.59(95% 신뢰구간: = 0.54-0.65) 이었으나, 나트륨 섭취량은 상관계수가 0.17 에 불과하여 통계적으로 유의하지 않았다(P=0.14). 교차 분류

결과 동일하거나 인접한 사분위수의 참가자 비율은 77%에서 97%이었고 반대 사분위수의 참가자는 2.5% 이하였다 (Labonte et al, 2012). 미국에서 수행된 또 다른 연구에서는 사진 기반의 식사 설문의 웹 기반 및 종이 기반 버전을 4 주 간격으로 실시하였다. 총 218 명의 대상자들의 웹 기반 및 종이 기반 설문 순서는 무작위 배정되었다. 그 결과 웹 기반 및 종이 기반의 설문을 비교하였을 때, 25 가지 영양소의 섭취량은 보정하지 않은 경우 0.71(P<.001), 에너지를 보정한 경우 0.51(P<.001)의 평균 상관계수를 나타냈다 (Beasley et al, 2009).

본 연구에는 몇 가지 한계가 존재한다. 첫째, 조사 완료에 필요한 시간을 측정하지 않았다. 또한 조사 방법 선호도와 사용성에 관련된 구체적인 질문을 포함시키지 않았다. 대상자가 응답하는 데 부담을 줄 수 없는 상황이라 FFQ 외의 추가 질문은 포함하지 않았다. 설문의 소요 시간 및 선호도 조사는 사용자 입장에서 이용 편의성을 수치화하여 개선점을 도출하고 실제 사용 시에 발생할 수 있는 오류를 파악하여 챗봇 개선에 도움을 줄 수 있다. 따라서 향후에는 챗봇 기반 식사 조사에 대한 소요 시간, 사용성, 유용성, 만족도 등을 포괄적으로 평가하는 연구가 필요하겠다. 둘째, 이 연구의 또 다른 한계는 챗봇과 종이 기반 FFQ 에서 얻은 하루 평균 열량과 영양소 섭취량의 절대치에 차이가 있었다는 것이다. 비타민 C 를 제외하고 모든 영양소에서 챗봇 기반 FFQ 보다 종이 기반 FFQ 에서 섭취량이 더 높은 경향을 보였다. 이러한 경향으로 인해 식사 조사 방법으로 종이와 챗봇을 통한 FFQ 를 함께 사용하는 것이 섭취량의 절댓값을 이용하여 비교하는 연구에는 어려울 수 있다. 하지만 FFQ 는 개인의 섭취량 순위를 비교하는 데 의미가 있으며 본

연구에서 일일 열량과 영양소의 절댓값에는 차이가 있었지만, 그들의 순위는 유사하였다.

이 연구의 강점은 나이가 많은 대상자 그룹도 챗봇과 종이 버전 FFQ 로 열량과 영양소 섭취량을 비교했을 때 상관관계와 일치도가 높았다는 점이다. 나이의 중앙값인 57 세를 기준으로 나누어 하위 그룹 분석을 한 결과, 피어슨 상관계수는 57 세 미만인 그룹과 57 세 이상인 그룹이 각각 0.77, 0.87 로 두 그룹 모두 높은 수준의 상관관계를 나타냈다(Akoglu, 2018). 코헨 카페계수의 평균은 57 세 미만인 그룹과 57 세 이상인 그룹이 각각 0.50, 0.56 으로 두 그룹 모두 적절 수준의 일치도를 나타냈다(Landis & Koch, 1977). 대상자는 평소에 사용하던 카카오톡의 UX 와 UI 가 익숙하고 이해하기 쉬웠기 때문에 챗봇 실행이 가능했으리라고 생각한다. 이 연구의 또 다른 강점은 카카오톡 챗봇을 이용한 식사 조사 도구의 첫 번째 사례라는 점이다. 본 연구는 식사 정보를 수집하고 분석하는 새로운 접근 방법을 제시하였다. 비대면 식사 조사를 통해 접근성과 수월성을 높일 수 있으며 대상자가 익숙한 카카오톡을 사용함으로써 식사 조사 시의 사용성을 높일 수 있었다. 따라서 향후 대규모 연구에 활용될 수 있는 가능성을 보여주었다. 또한 챗봇을 통한 설문은 종이 설문에 비해 결측치가 적었다. 챗봇은 질문에 대한 답변을 해야만 다음 질문이 제시되기 때문에 모든 문항의 답변을 받을 수 있었다. 그리고 자동화되어 있으므로 챗봇은 FFQ 작성 완료 후 즉시 영양평가를 생성할 수 있었다.

결론적으로, 본 연구에서는 FFQ 를 기반으로 한 챗봇 콘텐츠를 개발하였고, 챗봇 기반 모바일 FFQ 와 전통적인 종이 방식의 FFQ 로 조사한 영양소

섭취량을 비교하였다. 두 가지 방법으로 조사한 영양소 섭취량은 높은 순위 일관성을 보였다. 이는 챗봇 기반 FFQ 가 열량과 영양소 섭취 순위를 평가하는데 종이 기반 FFQ 를 대체하는 잠재력을 지니고 있음을 시사한다. 따라서 FFQ 설문을 챗봇으로 조사하는 방법을 영양요인과 질병 위험 간의 관련성을 평가하는 역학연구에 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett Jr, D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., & Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine & science in sports & exercise*, *43*(8), 1575-1581.

Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turk J Emerg Med*, *18*(3), 91-93. https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001

Athota, L., Shukla, V. K., Pandey, N., & Rana, A. (2020). Chatbot for healthcare system using artificial intelligence. 2020 8th International conference on reliability, infocom technologies and optimization (trends and future directions)(ICRITO),

Bejar, L. M., Sharp, B. N., & Garcia-Perea, M. D. (2016). The e-EPIDEMIOLOGY Mobile Phone App for Dietary Intake Assessment: Comparison with a Food Frequency Questionnaire. *JMIR Res Protoc*, *5*(4), e208. https://doi.org/10.2196/resprot.5782

Beasley JM, Davis A, Riley WT. Evaluation of a web-based, pictorial diet history questionnaire. Public health nutrition. 2009;12(5):651-9. doi: 10.1017/S1368980008002668.

Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical Methods for Assessing Agreement between Two Methods of Clinical Measurement. *Lancet*, *1*(8476), 307-310. https://doi.org/DOI 10.1016/s0140-6736(86)90837-8

Boateng, G., Motti, V. G., Mishra, V., Batsis, J. A., Hester, J., & Kotz, D. (2019). Experience: Design, development and evaluation of a wearable device for

mHealth applications. The 25th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking,

Boushey, C. J., Kerr, D. A., Wright, J., Lutes, K. D., Ebert, D. S., & Delp, E. J. (2009). Use of technology in children's dietary assessment. *Eur J Clin Nutr*, *63 Suppl 1*(Suppl 1), S50-57. https://doi.org/10.1038/ejcn.2008.65

Boushey, C. J., Spoden, M., Zhu, F. M., Delp, E. J., & Kerr, D. A. (2017). New mobile methods for dietary assessment: review of image-assisted and image-based dietary assessment methods. *Proc Nutr Soc*, *76*(3), 283-294. https://doi.org/10.1017/S0029665116002913

Boyer, K. K., Olson, J. R., & Jackson, E. C. (2001). Electronic surveys: Advantages and disadvantages over traditional print surveys. *Decision Line*, *32*(4), 4-7.

Briganti, G., & Le Moine, O. (2020). Artificial Intelligence in Medicine: Today and Tomorrow. *Front Med (Lausanne)*, *7*, 27. https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00027

Bröhl, C., Rasche, P., Jablonski, J., Theis, S., Wille, M., & Mertens, A. (2018). Desktop PC, tablet PC, or smartphone? An analysis of use preferences in daily activities for different technology generations of a worldwide sample. Human Aspects of IT for the Aged Population. Acceptance, Communication and Participation: 4th International Conference, ITAP 2018, Held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15–20, 2018, Proceedings, Part I 4,

Cade, J. E., Burley, V. J., Warm, D. L., Thompson, R. L., & Margetts, B. M. (2004). Food-frequency questionnaires: a review of their design, validation and utilisation. *Nutr Res Rev*, *17*(1), 5-22. https://doi.org/10.1079/NRR200370

Casperson, S. L., Sieling, J., Moon, J., Johnson, L., Roemmich, J. N., & Whigham, L. (2015). A mobile phone food record app to digitally capture dietary intake for adolescents in a free-living environment: usability study. *JMIR Mhealth Uhealth*, *3*(1), e30. https://doi.org/10.2196/mhealth.3324

Charlson, M. E., Pompei, P., Ales, K. L., & MacKenzie, C. R. (1987). A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis*, *40*(5), 373-383. https://doi.org/10.1016/0021-9681(87)90171-8

Chung, K., & Park, R. C. (2019). Chatbot-based heathcare service with a knowledge base for cloud computing. *Cluster Computing-the Journal of Networks Software Tools and Applications*, *22*, 1925-1937. https://doi.org/10.1007/s10586-018-2334-5

Cohen, I., Huang, Y., Chen, J., Benesty, J., Benesty, J., Chen, J., Huang, Y., & Cohen, I. (2009). Pearson correlation coefficient. *Noise reduction in speech processing*, 1-4.

Cole, E., Pisano, E. D., Clary, G. J., Zeng, D., Koomen, M., Kuzmiak, C. M., Seo, B. K., Lee, Y., & Pavic, D. (2006). A comparative study of mobile electronic data entry systems for clinical trials data collection. *Int J Med Inform*, *75*(10-11), 722-729. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2005.10.007

Daugherty, B. L., Schap, T. E., Ettienne-Gittens, R., Zhu, F. M., Bosch, M., Delp, E. J., Ebert, D. S., Kerr, D. A., & Boushey, C. J. (2012). Novel technologies for assessing dietary intake: evaluating the usability of a mobile telephone food record among adults and adolescents. *J Med Internet Res*, *14*(2), e58. https://doi.org/10.2196/jmir.1967

De Andrade, I. M., & Tumelero, C. (2022). Increasing customer service efficiency through artificial intelligence chatbot. *Revista de Gestão*, *29*(3), 238-251.

Dharwadkar, R., & Deshpande, N. A. (2018). A medical chatbot. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*, *60*(1), 41-45.

DiFilippo, K. N., Huang, W. H., Andrade, J. E., & Chapman-Novakofski, K. M. (2015). The use of mobile apps to improve nutrition outcomes: A systematic literature review. *J Telemed Telecare*, *21*(5), 243-253. https://doi.org/10.1177/1357633X15572203

Du, H., Venkatakrishnan, A., Youngblood, G. M., Ram, A., & Pirolli, P. (2016). A Group-Based Mobile Application to Increase Adherence in Exercise and Nutrition Programs: A Factorial Design Feasibility Study. *JMIR Mhealth Uhealth*, *4*(1), e4. https://doi.org/10.2196/mhealth.4900

Fadhil, A. (2018). Can a chatbot determine my diet?: Addressing challenges of chatbot application for meal recommendation. *arXiv preprint arXiv:1802.09100*.

Fadhil, A., & Gabrielli, S. (2017). Addressing challenges in promoting healthy lifestyles: the al-chatbot approach. Proceedings of the 11th EAI international conference on pervasive computing technologies for healthcare,

Fallaize, R., Forster, H., Macready, A. L., Walsh, M. C., Mathers, J. C., Brennan, L., Gibney, E. R., Gibney, M. J., & Lovegrove, J. A. (2014). Online dietary intake estimation: reproducibility and validity of the Food4Me food frequency questionnaire against a 4-day weighed food record. *J Med Internet Res*, *16*(8), e190. https://doi.org/10.2196/jmir.3355

Fox, G., & Connolly, R. (2018). Mobile health technology adoption across generations: Narrowing the digital divide. *Information Systems Journal*, *28*(6), 995-1019. https://doi.org/10.1111/isj.12179

Gabrielli, S., Dianti, M., Maimone, R., Betta, M., Filippi, L., Ghezzi, M., & Forti, S. (2017). Design of a Mobile App for Nutrition Education (TreC-LifeStyle) and Formative Evaluation With Families of Overweight Children. *JMIR Mhealth Uhealth*, *5*(4), e48. https://doi.org/10.2196/mhealth.7080

Glanz, K., Murphy, S., Moylan, J., Evensen, D., & Curb, J. D. (2006). Improving dietary self-monitoring and adherence with hand-held computers: a pilot study. *Am J Health Promot*, *20*(3), 165-170. https://doi.org/10.4278/0890-1171-20.3.165

Huang, C.-Y., Yang, M.-C., Huang, C.-Y., Chen, Y.-J., Wu, M.-L., & Chen, K.-W. (2018). A chatbot-supported smart wireless interactive healthcare system for weight control and health promotion. 2018 IEEE international conference on industrial engineering and engineering management (IEEM),

Hunt, X., Tomlinson, M., Sikander, S., Skeen, S., Marlow, M., du Toit, S., & Eisner, M. (2020). Artificial Intelligence, Big Data, and mHealth: The Frontiers of the Prevention of Violence Against Children. *Front Artif Intell*, *3*, 543305. https://doi.org/10.3389/frai.2020.543305

Hutchesson, M. J., Rollo, M. E., Callister, R., & Collins, C. E. (2015). Self-monitoring of dietary intake by young women: online food records completed on computer or smartphone are as accurate as paper-based food records but more acceptable. *J Acad Nutr Diet*, *115*(1), 87-94. https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.07.036

Illner, A. K., Freisling, H., Boeing, H., Huybrechts, I., Crispim, S. P., & Slimani, N. (2012). Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *Int J Epidemiol*, *41*(4), 1187-1203. https://doi.org/10.1093/ije/dys105

Jihyung, K. (2021). A Study on Demand Forecasting Model of Korea's Imported Wine Market by 2030 - Application of Time Series Forecasting Model -. *Jornal of Hotel & Resort*, *20*(6), 451-466.

Johnson, R. K. (2002). Dietary intake--how do we measure what people are really eating? *Obesity*, *10*(s11), 63S.

Kakao. (2022). *Announcement of Q3 earnings for 2022*. Retrieved 3 January from https://www.kakaocorp.com/ir/referenceRoom/earningsAnnouncement#none

Kakao. (2023). *kakao channel chatbot*. Retrieved 9 May from https://business.kakao.com/info/chatbot/

Kim, D. W., Song, S., Lee, J. E., Oh, K., Shim, J., Kweon, S., Paik, H. Y., & Joung, H. (2015). Reproducibility and validity of an FFQ developed for the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *Public Health Nutr*, *18*(8), 1369-1377. https://doi.org/10.1017/S1368980014001712

Labonte, M. E., Cyr, A., Baril-Gravel, L., Royer, M. M., & Lamarche, B. (2012). Validity and reproducibility of a web-based, self-administered food frequency questionnaire. *Eur J Clin Nutr*, *66*(2), 166-173. https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.163

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, *33*(1), 159-174. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/843571

Laranjo, L., Dunn, A. G., Tong, H. L., Kocaballi, A. B., Chen, J., Bashir, R., Surian, D., Gallego, B., Magrabi, F., Lau, A. Y. S., & Coiera, E. (2018). Conversational agents in healthcare: a systematic review. *J Am Med Inform Assoc*, *25*(9), 1248-1258. https://doi.org/10.1093/jamia/ocy072

Lieffers, J. R., & Hanning, R. M. (2012). Dietary assessment and self-monitoring with nutrition applications for mobile devices. *Can J Diet Pract Res*, *73*(3), e253-260. https://doi.org/10.3148/73.3.2012.e253

Mariappan, A., Bosch, M., Zhu, F., Boushey, C. J., Kerr, D. A., Ebert, D. S., & Delp, E. J. (2009). Personal dietary assessment using mobile devices. Computational Imaging VII,

Market-Growth, B. (2023). *Mobile Health (Mhealth) Market - Growth, Trends, and Forecast (2023 - 2028)*. M. I. P. Ltd.

Naska, A., Lagiou, A., & Lagiou, P. (2017). Dietary assessment methods in epidemiological research: current state of the art and future prospects. *F1000Res*, *6*, 926. https://doi.org/10.12688/f1000research.10703.1

Ni, L., Lu, C., Liu, N., & Liu, J. (2017). Mandy: Towards a smart primary care chatbot application. Knowledge and Systems Sciences: 18th International Symposium, KSS 2017, Bangkok, Thailand, November 17–19, 2017, Proceedings 18,

Nordheim, C. B., Folstad, A., & Bjorkli, C. A. (2019). An Initial Model of Trust in Chatbots for Customer Service-Findings from a Questionnaire Study.

Interacting with Computers, *31*(3), 317-335. https://doi.org/10.1093/iwc/iwz022

Park, D. Y., & Kim, H. (2023). Determinants of Intentions to Use Digital Mental Healthcare Content among University Students, Faculty, and Staff: Motivation, Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and Parasocial Interaction with AI Chatbot. *Sustainability*, *15*(1), 872. https://doi.org/ARTN 872

10.3390/su15010872

Piao, M., Kim, J., Ryu, H., & Lee, H. (2020). Development and Usability Evaluation of a Healthy Lifestyle Coaching Chatbot Using a Habit Formation Model. *Healthc Inform Res*, *26*(4), 255-264. https://doi.org/10.4258/hir.2020.26.4.255

Research2Guidance. (2018). *mHealth Economics 2017/2018 – Connectivity in Digital Health*. https://research2guidance.com/product/connectivity-in-digital-health/

Rollo, M. E., Ash, S., Lyons-Wall, P., & Russell, A. W. (2015). Evaluation of a Mobile Phone Image-Based Dietary Assessment Method in Adults with Type 2 Diabetes. *Nutrients*, *7*(6), 4897-4910. https://doi.org/10.3390/nu7064897

Rowland, S. P., Fitzgerald, J. E., Holme, T., Powell, J., & McGregor, A. (2020). What is the clinical value of mHealth for patients? *NPJ digital medicine*, *3*(1), 4.

Roy, R., & Naidoo, V. (2021). Enhancing chatbot effectiveness: The role of anthropomorphic conversational styles and time orientation. *Journal of*

Business Research, *126*, 23-34. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.051

Ryu, H., Kim, S., Kim, D., Han, S., Lee, K., & Kang, Y. (2020). Simple and steady interactions win the healthy mentality: designing a chatbot service for the elderly. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, *4*(CSCW2), 1-25.

Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesth Analg*, *126*(5), 1763-1768. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864

Sharp, D. B., & Allman-Farinelli, M. (2014). Feasibility and validity of mobile phones to assess dietary intake. *Nutrition*, *30*(11-12), 1257-1266. https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.02.020

Shim, J. S., Oh, K., & Kim, H. C. (2014). Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiol Health*, *36*, e2014009. https://doi.org/10.4178/epih/e2014009

Six, B. L., Schap, T. E., Zhu, F. M., Mariappan, A., Bosch, M., Delp, E. J., Ebert, D. S., Kerr, D. A., & Boushey, C. J. (2010). Evidence-based development of a mobile telephone food record. *J Am Diet Assoc*, *110*(1), 74-79. https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.10.010

Thompson, F. E., & Subar, A. F. (2017). Dietary assessment methodology. *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease*, 5-48.

Tsubono, Y., Nishino, Y., Fukao, A., Hisamichi, S., & Tsugane, S. (1995). Temporal change in the reproducibility of a self-administered food frequency

questionnaire. *Am J Epidemiol*, *142*(11), 1231-1235. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a117582

Turner-McGrievy, G. M., Beets, M. W., Moore, J. B., Kaczynski, A. T., Barr-Anderson, D. J., & Tate, D. F. (2013). Comparison of traditional versus mobile app self-monitoring of physical activity and dietary intake among overweight adults participating in an mHealth weight loss program. *J Am Med Inform Assoc*, *20*(3), 513-518. https://doi.org/10.1136/amiajnl-2012-001510

Willett, W. (2012). *Nutritional epidemiology* (Vol. 40). Oxford university press.

Willett, W. C., Howe, G. R., & Kushi, L. H. (1997). Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr*, *65*(4 Suppl), 1220S-1228S; discussion 1229S-1231S. https://doi.org/10.1093/ajcn/65.4.1220S

Willett, W. C., & Hu, F. B. (2007). The food frequency questionnaire. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, *16*(1), 182-183. https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-06-0843

Xu, L., Sanders, L., Li, K., & Chow, J. C. L. (2021). Chatbot for Health Care and Oncology Applications Using Artificial Intelligence and Machine Learning: Systematic Review. *JMIR cancer*, *7*(4), e27850. https://doi.org/10.2196/27850

Ye, B. J., Kim, J. Y., Suh, C., Choi, S. P., Choi, M., Kim, D. H., & Son, B. C. (2021). Development of a Chatbot Program for Follow-Up Management of Workers' General Health Examinations in Korea: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*, *18*(4), 2170. https://doi.org/10.3390/ijerph18042170

Yi, J. Y., Kim, Y., Cho, Y. M., & Kim, H. (2018). Self-management of Chronic Conditions Using mHealth Interventions in Korea: A Systematic Review. *Healthc Inform Res*, *24*(3), 187-197. https://doi.org/10.4258/hir.2018.24.3.187

Your.MD. (2023). Healthily. Retrieved 14, May from https://www.livehealthily.com/

Yun, S. H., Shim, J.-S., Kweon, S., & Oh, K. (2013). Development of a food frequency questionnaire for the Korea National Health and Nutrition Examination Survey: data from the fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV). *Korean Journal of Nutrition*, *46*(2), 186-196.

Zhu, F., Bosch, M., Woo, I., Kim, S., Boushey, C. J., Ebert, D. S., & Delp, E. J. (2010). The Use of Mobile Devices in Aiding Dietary Assessment and Evaluation. *IEEE J Sel Top Signal Process*, *4*(4), 756-766. https://doi.org/10.1109/JSTSP.2010.2051471

Zhu, F., Mariappan, A., Boushey, C. J., Kerr, D., Lutes, K. D., Ebert, D. S., & Delp, E. J. (2008). Technology-assisted dietary assessment. Computational Imaging VI,

Zumstein, D., & Hundertmark, S. (2017). CHATBOTS--AN INTERACTIVE TECHNOLOGY FOR PERSONALIZED COMMUNICATION, TRANSACTIONS AND SERVICES. *IADIS International Journal on WWW/Internet*, *15*(1).

박종태, 천승만, & 고석주. (2014). 사물인터넷 기반 헬스케어 서비스 및 플랫폼 동향. *한국통신학회지(정보와통신)*, *31*(12), 25-30. http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06092219

배재권. (2021). 스마트 헬스케어 산업의 인공지능 기술 적용에 관한 연구. *로고스경영연구*, *19*(4), 179-196.

식품의약품안전처. (2023). *식품안전나라 건강기능식품 검색*. Retrieved 20, June from https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/healthyfoodlife/searchHomeHF.do?menu_grp=MENU_NEW01&menu_no=2823

이진수. (2014). 디지털 헬스케어 플랫폼과 주요기업 동향. *보건산업브리프, 한국보건산업진흥원*, *140*.

정혜실. (2014). 헬스케어 웨어러블 디바이스의 동향과 전망. *KHIDI Brief*, *115*, 3-20.

Abstract

Development of FFQ-based Chatbot contents and comparison of nutrient intake measured by Chatbot and paper-based FFQs

Euiyeon Lim
Department of Food and Nutrition
The Graduate School
Seoul National University

A food frequency questionnaire (FFQ) is a widely used method for assessing the habitual dietary intakes of individuals or groups. Paper or electronic FFQs consist of structured survey forms that ask questions about the frequency and quantity of food consumption. With the advent of the mobile era, the use of mobile technology has also increased in the field of dietary intake assessment. Therefore, in this study, we developed a mobile chatbot content based on a validated FFQ, using KakaoTalk, the most widely used mobile instant messenger in Korea. We also compared and analyzed the nutrient intakes obtained from the chatbot and paper-based FFQs.

The study participants were recruited from Dongguk University Ilsan Hospital between April and August 2022. They were individuals who underwent gastric or colon endoscopy. The final sample included 50 men and 45 women aged 24 to 79 years old. The FFQ used in the study consisted of 112 items from the 6th Korea

National Health and Nutrition Examination Survey (2013-2015), with an additional question on wine consumption. The participants completed both the chatbot and paper-based FFQs within a period of 3 months. The chatbot was developed by the Software Architecture Laboratory at Dongguk University. The survey was conducted in the following order: anthropometric measurements and basic information, physical activity assessment, FFQ, and dietary supplement intake assessment. After completing the survey, the automatically generated nutrition evaluation results were displayed in the chat window of the chatbot. The nutrition evaluation results were based on the 2020 Korean Dietary Reference Intakes. Correlation and agreement analyses were performed to compare the nutrient intake data obtained from the chatbot and paper-based FFQs.

The Pearson correlation coefficients ranged from 0.74 (niacin) to 0.90 (vitamin A), with a median of 0.85, indicating a high correlation. For the agreement analysis, the intakes were classified into quartiles, and cross-classification was performed to determine the proportion of participants classified into the same, adjacent, one-quartile apart, or opposite quartiles. The results showed that the proportions of participants classified into the same or adjacent quartiles ranged from 88% (sodium) to 98% (omega-6 fatty acid). Additionally, Cohen's kappa coefficients were calculated based on the quartile distribution of intake. The results ranged from 0.42 (niacin, 95% confidence interval = 0.29-0.56) to 0.64 (omega-6 fatty acids, 95% confidence interval = 0.52-0.75), indicating moderate to substantial agreement. Bland-Altman plots were presented, and the differences in calorie and nutrient intake were mostly located within the limits of agreement.

In this study, we developed a chatbot that consisted of basic demographic and anthropometric information assessment, physical activity assessment, FFQ, and dietary supplement intake assessment. Based on the collected information, the chatbot automatically generated nutrition evaluation results. When comparing the nutrient intake data obtained from the chatbot and paper-based FFQs, high rank order agreement was observed. Therefore, incorporating a FFQ into a chatbot can be a useful method for assessing nutrient intake in epidemiological studies evaluating the relationship between nutrition factors and disease risk.

Keywords: Food Frequency Questionnaire; FFQ; mHealth; mobile healthcare; chatbot; comparability

Student Number : 2021-29008