

## 4차 산업혁명 시대 맞춤형 식이

박수현 · 박재호\*  
한국식품연구원 식품기능연구본부

### Personalized Diet in the Era of the 4<sup>th</sup> Industrial Revolution

Soo-Hyun Park, Jae-Ho Park\*

Food Functionality Research Division, Korea Food Research Institute, Korea

#### Abstract

This paper elucidates the novel direction of food research in the era of the 4<sup>th</sup> Industrial Revolution characterized by personalized approaches. Since conventional approaches for identifying novel food materials for health benefits are expensive and time-consuming, there is a need to shift towards AI-based approaches which offer more efficient and cost-effective methods, thus accelerating progress in the field of food science. However, relevant research papers in this field present several challenges such as regional and ethnic differences and lack of standardized data. To tackle this problem, our study proposes to address the issues by acquiring and normalizing food and biological big data. In addition, the paper demonstrates the association between health status and biological big data such as metabolome, epigenome, and microbiome for personalized healthcare. Through the integration of food-health-bio data with AI technologies, we propose solutions for personalized healthcare that are both effective and validated.

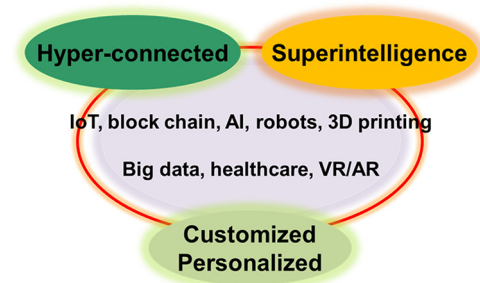
**Key Words :** Diet, food, personalized, artificial intelligence, nutrionics

#### 1. 서 론

인공지능(AI, Artificial Intelligence)과 초연결을 기반으로 4차 산업혁명시대는 디지털 기술과 물리적 시스템의 융합이 이루어지는 사회이다. 대한민국 정부에서도 21개 부처 및 4차산업혁명위원회를 통하여 4차 산업혁명 대응계획을 수립하였다. 전문가에 따라 차이는 있지만, IoT (Internet of Things), 블록체인, AI, 로봇틱스, 3D 프린팅, 빅데이터, 헬스케어, VR (Virtual Reality)/AR (Augmented Reality) 등이 4차 산업혁명 시대에 필요한 혁신적인 기술들로 알려졌으며, 헬스케어에 포함된 영양 및 건강 관련 분야도 예외가 아니다.

‘4차 산업혁명 시대 맞춤형식이’라는 개념은 개인의 특성, 라이프스타일, 건강, 생물학적/생리학적 지표에 따라 식단을 맞춤화하는 방식으로 많은 기업과 연구자들의 주목을 받고 있습니다. 이러한 혁신적 기술의 발전과 융합을 통해 우리의 삶은 본격적인 ‘맞춤형 시대’를 살아 갈 것이다. 다시 말해, 기업들은 소비자들의 행동, 선호, 건강지표, 유전체, 단백질, 대사체 등에 관한 방대한 양의 데이터를 수집할 수 있게 되고 이를 분석하여 개인에게 적절한 솔루션을 제공할 수 있는 시대가 도래 할 것이다.

이 논문은 다양한 산업 중 식품분야에서 4차 산업혁명 대응을 위한 맞춤형식이의 연구방향에 대한 내용과 진행되고 있는 연구에 대해 설명을 할 것이다. 논문의 주된 내용은 맞춤형식을 포함하는 헬스케어 서비스 발전 내용, 맞춤형식이가 갖는 중요성, 맞춤형식을 위한 바이오 데이터, AI 활용과 식품분야 국내 유일의 정부출연연구기관인 한국식품연구원에서 진행되고 있는 연구를 소개 할 것이다<Figure 1>.



<Figure 1> Characteristics in the era of 4<sup>th</sup> industrial revolution: Personalization based on hyper-connection and AI

\*Corresponding author: Jae-Ho Park, Food Functionality Research Division, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Republic of Korea  
Tel:\*\*\* \_ \*\*\*\* \_ \*\*\*\* Fax: +82-0504-419-4482 E-mail: jaehopark@kfri.re.kr

## II. 본 론

### 1. 4차 산업혁명 시대 헬스케어 서비스 및 식이

헬스케어 서비스 분야는 과거 ‘치료 중심’에서 ‘예방 중심’으로 패러다임 변화에 맞추어 병원과 의료인 중심의 Tele-헬스케어로부터 건강관리를 위한 일반인, 기업 등을 포함하는 스마트헬스케어로 발전하였다. 예방 중심의 헬스케어는 질병이 발생하기 전에 관리를 통해 질병을 예방하는 것으로, 이를 위해 개인의 건강 상태를 주기적으로 모니터링하고, 건강 상태에 영향을 미치는 요인들을 파악하여 적절한 조치를 취하는 것이다. 예방 중심의 헬스케어는 인간의 건강을 유지하고 강화하는 데에 초점을 맞추며, 질병 예방, 건강 증진, 생활 습관 개선 등을 중요한 목표로 한다. 이러한 예방 중심의 헬스케어 접근은 질병 발생 감소 및 의료 비용을 절감에 큰 도움이 된다. 특히, 개인에게는 질병 예방 및 초기 진단으로 인해 치료에 필요한 비용과 시간을 줄여주어, 개인의 건강은 물론 사회의 건강을 개선하는 데에도 중요한 역할을 한다.

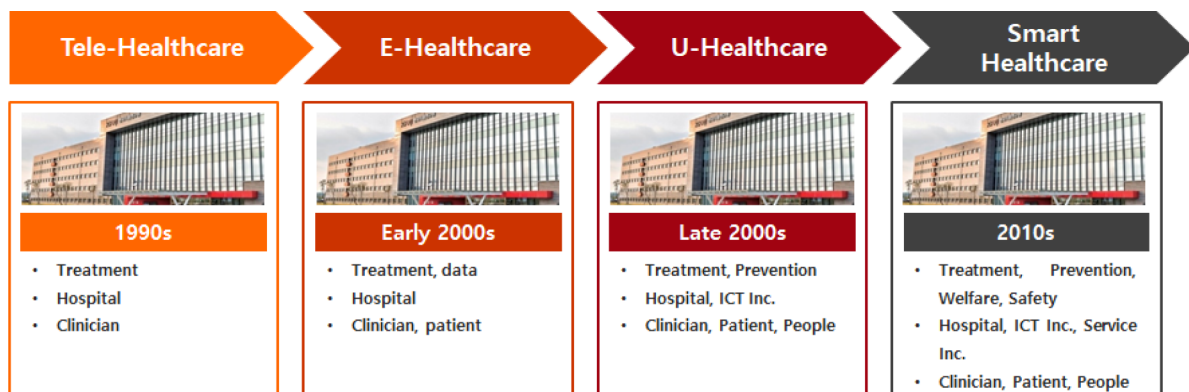
Tele-헬스케어는 의료 서비스를 원격으로 제공하는 것으로, 정보 통신 기술과 의료 기술의 융합을 통해 환자와 의료 전문가 사이 대면 진료 장벽을 없애고 효율적 진료를 가능하게 하였다. 이 서비스는 통화 및 온라인 상담을 통해 건강 상태 점검 및 교육을 위한 의료 서비스를 원격으로 제공할 수 있어 지역적 또는 거동이 제한된 환자들에게 특히 유용하다<Figure 2>.

E-헬스케어는 전자 기술, 정보 통신 기술과 의료 분야의 융합을 통해 환자의 건강 정보를 디지털 형태로 관리하고 공유 및 전달하는 의료 서비스이다. E-헬스케어는 개인의 의료 데이터 정확성과 보안성의 강화를 통해 의료 서비스의 효율성을 증대시킨다. 환자들은 온라인 환경에서 의료 기록을 열람하고 진료 예약과 의료 상담을 간편하게 진행할 수 있다. 의료 전문가들은 전자 건강 기록을 통해 환자들을 더 효율적으로 관리할 수 있다. 또한, e-헬스케어는 의료 연구와 임상 시험에도 큰 도움을 준다. 대량의 의료 데이터에 온라인

으로 쉽게 접근 가능하여, 연구에 필요한 의료 정보를 빠르게 수집하고 분석할 수 있다. 이로 인해 질병 예방과 치료 방법에 대한 지식이 증가하고, 의료 기술의 발전을 촉진한다. 전반적으로, e-헬스케어는 현대 의료 서비스의 중요 기술로서, 환자와 의료 전문가들에게 편리하고 효과적인 의료 서비스를 제공하는 데에 큰 역할을 하고 있다. 더 나아가 의료 분야의 지속적인 혁신과 발전에 기여할 것으로 기대된다.

U-헬스케어(유비쿼터스 헬스케어)는 지능형 센서와 정보 통신 기술을 이용하여 개인의 건강 상태를 지속적으로 모니터링하는 첨단 의료 서비스이다. 휴대용 건강 모니터링 장치와 웨어러블 기기를 사용하여 환자들의 신체 활동과 생체 신호를 수집하고, 이를 클라우드 서버에 저장하여 실시간으로 의료 전문가들과 공유한다. U-헬스케어는 개인 맞춤형 건강 관리를 제공할 수 있는 정보를 확인가능하게 하여, 환자 또는 일반인이 자신의 건강 상태를 지속적으로 관찰하고, 잠재적인 건강 문제를 조기에 파악할 수 있도록 한다. 또한, U-헬스케어는 건강 상태 변화를 분석하여 개인의 건강 상태를 평가함으로써 예방적인 건강관리에 기여한다. 예를 들어, 환자의 신체 활동 패턴, 수면 시간, 식사 습관 등의 데이터가 분석되어 건강 상태의 변화나 잠재적인 위험 요인을 확인할 수 있다. 전반적으로, U-헬스케어는 새로운 기술과 데이터 분석의 융합으로 인간의 건강을 더욱 효과적으로 관리하는 미래 지향적인 의료 서비스이다. 특히, 의료인 및 환자에 국한되지 않고 일반인에게 까지 확장된 건강관리와 질병 예방 효과를 얻을 수 있다.

스마트헬스케어는 혁신적인 기술과 정보 통신 기술의 융합을 통해 개인화된 건강관리를 실현하는 첨단 의료 서비스이다. 스마트 기기와 인공지능, 빅 데이터 분석 등의 기술을 통해 환자 및 일반인의 건강 데이터를 모니터링하고 분석하는 첨단 서비스로 병원뿐만 아니라 ICT (Information & Communication Technology) 기업의 참여를 통해 운영 될 수 있다. 스마트 기기와 웨어러블 기기를 활용하여 개인의 건강 상태를 실시간으로 모니터링하고, 인공지능 기술을 통



<Figure 2> Changes in healthcare service

\*Modified from modified from ‘Strategies for activating the smart healthcare industry’, Ministry of trade, industry and energy 2015

해 분석하여 보다 정확한 예측적인 건강관리와 개인 맞춤형 서비스를 제공한다. 심박수, 혈압, 체온 등과 같은 생체 신호부터 일상적인 활동과 수면 패턴까지 다양한 정보가 수집되며, 이러한 정보들은 클라우드 플랫폼에 저장되고 AI 기반 분석과 전문가들의 분석을 통해 개인에게 최적화된 서비스를 제공할 수 있다. 특히, 인공지능 활용은 대상자의 개별 건강 데이터를 기반으로 질병의 조기 진단을 도와주거나, 개인 맞춤형 건강 조언을 제공할 수 있다. 스마트헬스케어는 미래 지향적인 의료 서비스로서 기술의 발전과 데이터 분석의 융합으로 개인의 건강관리를 실현하는 데에 큰 잠재력을 가지고 있으며, 아마존, 애플, IBM 등 많은 거대 회사들이 투자를 통해 서비스를 발전시키고 있다.

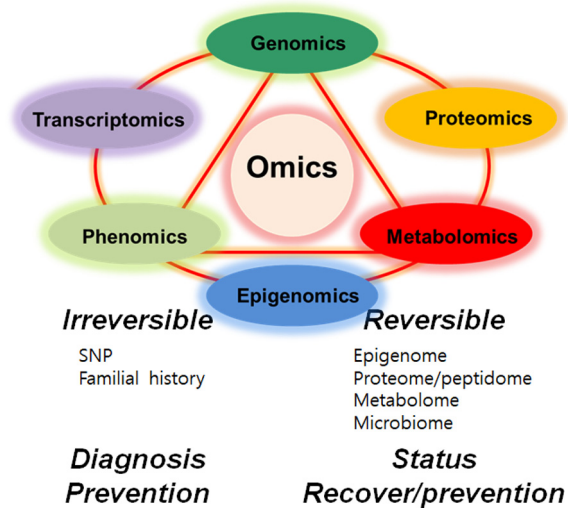
스마트헬스케어의 핵심인 맞춤형 건강관리를 위해서는 유전적 특성을 포함하는 생물학적 정보와 더불어 운동, 스트레스, 수면, 섭취 식이 등 많은 정보들을 필요로 한다. 이미 1960년대 고혈압, 당뇨, 관절염, 심혈관 병 등 여러 질병들이 유전학적 요소 이외에 섭취 식품 등 환경적 요소에 의해 영향을 받는다는 것이 알려졌다(Mayer 1967). 이러한 개념은 4차 산업혁명 시대까지 유효성을 가지고 있으며, 단순 유전 질병이 아닌 경우 환경적 요소(식이, 운동, 스트레스 등)의 중요성은 큰 부분을 차지하게 된다. 여러 역학 조사의 결과도 이를 잘 반영하고 있음을 알 수 있다(Park 2010). 본토 일본인과 선조가 브라질로 이주하여 브라질에 생활 근거를 둔 일본인에 관한 역학 연구에서, 일본 거주 조사자에 비해, 브라질에서 태어난 일본인 2세대/3세대와 다시 일본으로 귀국한 브라질 태생 일본인 2세대/3세대에서 비만의 비율이 높게 나타났으며 중성지방도 높은 것으로 확인되었다(Schwingel et al. 2007). 즉, 환경적 요소가 비만 발생에 중요 요소로 작용을 하고 있으며, 나아가 관련 질병과도 연관성이 높다는 것이다.

대한민국의 예를 살펴보면, 1800년 대 말에서 1900년 대 초, 한국인 평균 신장은 남자 166.5 cm, 여자 154 cm였으나, 1996년에는 한국인의 평균 신장이 북한보다 더 크다는 것이 확인되었다(EuroScience Open Forum 2016; NCD Risk Factor Collaboration 2016; The JoongAng 2018). 이러한 조사 결과는 유전적 동질성을 갖고 있는 한국인의 신장 차이가 유전적 특성이 아닌 외부환경에 의해서 영향을 받는 것을 보여준다. 외부환경 중 식량난으로 고난의 시대를 겪은 북한의 상황을 고려하면 외부환경 중 섭취 식이의 중요성을 알 수 있다.

2. 맞춤형식이를 위한 식이-바이오 빅 데이터

미래 맞춤형 시대에 질병 예방 및 건강관리를 위한 핵심 요소인 바이오 빅데이터는 어떤 성격을 갖는지와 현재 구축되어 활용되는 정보와의 초연결을 어떻게 진행해야 하는지 살펴보도록 한다<Figure 3>.

맞춤형 식이관리를 포함한 건강관리를 위해서는 현재 개



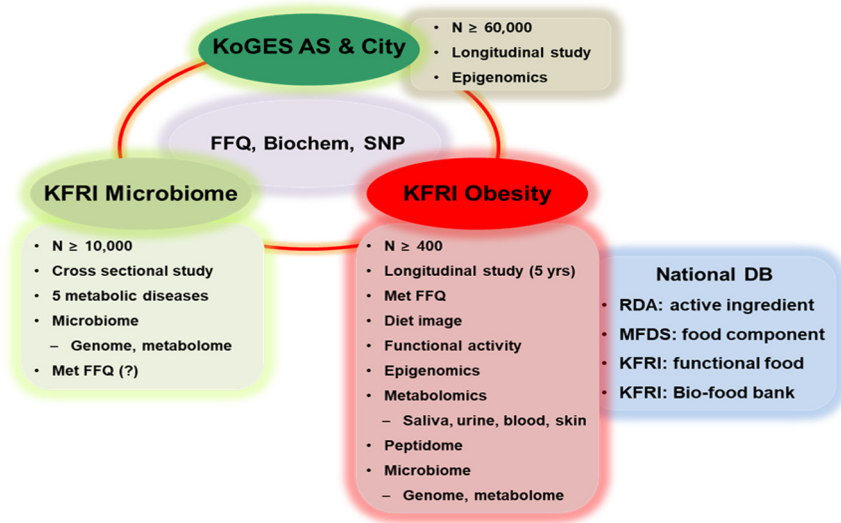
<Figure 3> Bio big data for personalized diet and food

인의 건강 상태에 대한 과학적이고 정확한 분석이 필요하다. 맞춤형 식이/식품에 관심은 2000년 대 초 인체 유전자지도가 완성된 이후 급격하게 커지기 시작했다. 유전형에 따른 질병 발생 위험을 반영한 질병 예방 식품 및 식단 개발에 대한 연구가 활발히 진행되었다. 대표적으로 Habit 회사에서는 유전형에 따라 소비자를 7가지 유형으로 분류하고 4,380개의 맞춤형 식단 중 적합한 식단을 추천하는 서비스를 제공하고 있다. 23andMe는 2006년 설립된 개인 유전체 분석 회사로 소비자의 유전자 정보를 쉽고 경제적으로 접근 할 수 있도록 대중화에 앞장선 기업으로, 유전형에 따른 생활습관도 제안해 주는 영역으로 확대하여 맞춤형 서비스를 제공하고 있다. 국내에서도 유전형 기반 식이, 식단 또는 건강관리를 제공하는 기업들이 늘어나고 있다. 또한 유전형 기반 산업적 활용을 위해 정부에서는 DTC (Direct to Consumer) 유전자검사 항목을 확대하였다<Figure 4>.

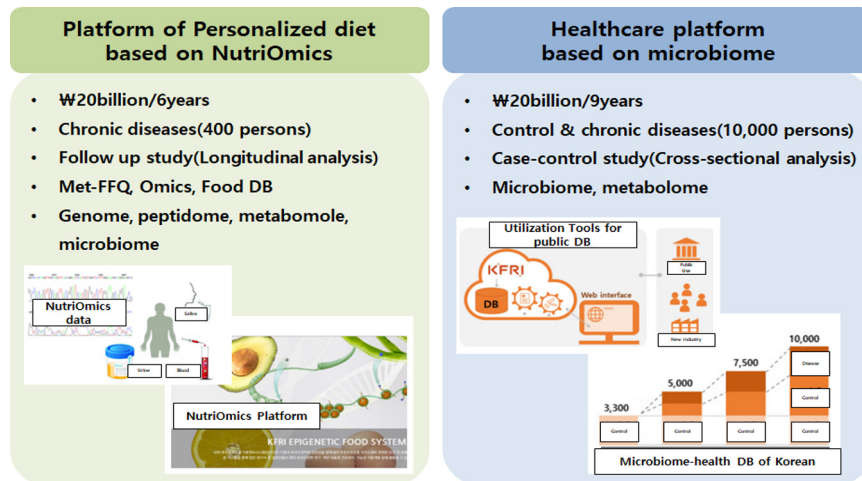
그러나 유전형기반 개인맞춤형 식단은 평생 변하지 않는 유전형에서 발생하는 근본적인 한계가 있다(Bergquist & Lobelo 2018). 유전형기반 질병 발생 위험을 예측하고 예방을 위한 여러 방안을 제시할 수 있으나, 현재의 개인의 건강 상태를 반영하지는 못한다. 유전형은 태어나면서 갖고 있는 특징으로 죽을 때까지 변하지 않는다. 유전형을 바꾸는 외부 물질은 발암물질로 정의될 수 있으며 섭취하면 안 된다. 이와 같이 유전형은 개인의 건강상태를 대표하는 생체지표가 아닌 발병 위험을 통계적 수치로 알려주는 지표로만 활용될 수 있어, 현재 개인의 건강상태에 기반한 미래 맞춤형에 활용하기에는 한계가 있다.

미래 맞춤형 시대에 대응하기 위해서는 가역적으로 변하는 생체지표 정보가 중요하다. 현재의 건강상태를 반영하는 생체지표이며 외부환경에 따라 변할 수 있는 생체지표 정보들로, 유전체 중 후성유전체, 장내미생물유전체가 있으며 단





<Figure 4> Summary of national omics and biochemical data



<Figure 5> Research projects in the Korea Food Research Institute

백체, 전사체, 대사체 등이 포함된다. 이러한 생체지표의 총합은 오믹스라 명명되고 사용되고 있다. 오믹스 정보의 가역성과 더불어 중요한 특성은 지역 및 인종적 상이성이다. 이러한 특성으로 인해 대한민국 국민의 자체 오믹스 정보를 구축하여야만 맞춤형 시대에 대응할 수 있다<Figure 5>.

일반적으로 외부환경에 의해 빠른 시간에 변화하는 것은 대사체이며 혈액, 피부, 타액, 소변, 분변 시료의 분석을 통해 변화를 확인할 수 있다. 국내외에서 타액으로 스트레스 상태나 암과 같은 특정 질병 발생 확률에 대한 분석이 활용되고 있다. 단백질의 경우도 외부환경에 의해 빠르게 변하는 부분이 있으며, 외부환경에 대한 빠른 반응의 경우 효소활성에 기인하는 경우가 많다. 효소활성의 변화는 대사체 변화를 야기할 수 있으며 건강상태에 반영된다. 전사체와 후성유전체는 또한 건강상태를 반영하는 가역적 생체지표이다. 많은 연구자들이 DNA 메틸화와 질병 발생 및 진행에 대한 연구

들을 수행하고 있으며, 임상적 및 산업적 활용이 가능한 DNA 메틸화 부위를 발견하고 있다(Samblas et al. 2019; Fu et al. 2023). 단백질의 변화와 건강상태와의 상관성도 매우 중요하며, 특히 단백질의 경우 진단시약, 키트 개발에 중요한 정보를 제공할 수 있어 활용의 범위가 크다. 최근 10년간 주목받고 있는 장내미생물 관련 정보 또한 외부환경에 의해 변화하며 개인의 건강상태를 반영한다. 국내외에서 중요한 장내미생물관련 DB 구축이 진행되고 있으며, 인구 10만명 당 19.2명의 대상자가 포함된 한국식품연구원 장내미생물 DB 구축은 세계 최고 수준으로 활용 및 파급 효과가 클 것으로 기대된다.

이와 같이 후성유전체, 장내미생물, 단백질, 대사체를 포함하는 오믹스라는 생체지표 정보와 더불어 섭취 식이, 생활습관 정보도 맞춤형 서비스를 위해 중요한 요소이다. 그러나 섭취 식이, 생활습관과 생체지표인 오믹스 정보가 결합된 DB

는 많지 않다. 앞서 서술된 지역 및 인종적 특성으로 해외 DB는 국내 맞춤형 시대를 준비하기에는 한계가 많다. 국내에서는 질병관리본부에서 구축하고 운영 중인 한국인유전체역학조사사업(KoGES 2023)이 가장 많은 대상자의 오믹스, 식이, 생활습관 정보를 확보하고 제공하고 있다. 특히 추적 조사인 종단분석이 가능한 정보들로 구성되어 있어 맞춤형 시대에 활용 가능한 정보이다. 그러나 후성유전체 정보가 부분적으로 포함되어 있고 장내미생물, 대사체, 단백질 정보는 부재하여 활용에 한계가 있다. 한국식품연구원에서 구축 중인 비만관련 대상자의 오믹스는 대사체, 단백질, 후성유전체, 장내미생물 정보를 모두 포함하고 있고 식이습관, 생활습관 정보도 포함하고 있다. 특히 종단분석이 가능한 추적조사 형식으로 개인의 건강-오믹스-식이-습관 변화를 분석할 수 있는 좋은 자료이다.

앞서 소개한 한국식품연구원 장내미생물 정보, 비만관련 대상자 오믹스-식이 정보, KoGES 정보의 통합적 활용을 위해 3개의 DB가 공통적으로 구축한 유전체 정보인 SNP, 생화학지표, 식이섭취 정보의 상대적 비교분석을 진행하고 있으며, 궁극적으로 맞춤형 건강관리 및 제안을 위한 서비스 개발의 기반 자료로 사용될 것이다. 또한 식이분석을 위한 참조 DB 구축을 위해 식품의약품안전처, 농촌진흥청, 한국식품연구원에서 구축 및 운영 중인 식품/식이 관련 DB의 표준화를 진행하고 있다. 이러한 작업은 4차 산업혁명 시대의 중요 특징인 초연결을 향해 나아가고 있으며 그 결과는 놀라운 생활의 변화인 “맞춤형 시대”를 실현하는 과정이다.

### 3. 맞춤형식이를 위한 식품분야 AI 확산

다양한 정보들의 초연결을 통한 맞춤형 시대를 앞에서 살펴보았다. 4차 산업혁명 시대의 특징 중 하나인 AI는 어떻게 활용되고 있는지 한국식품연구원에서 진행하는 내용을 중심으로 살펴보고자 한다.

2016년 AI와 이세대의 세기의 바둑대결을 통해 전 세계는 AI의 눈부신 발전을 실감하였으며 실생활에 AI가 활용될 수 있음을 인식하기 시작하였다(WIRED 2016). AI 발전은 기존 발전 단계 및 과정을 뛰어넘어 기하급수적으로 빠르게 진행되고 있으며 현재는 생성형 AI를 통해 산업 및 과학 분야에 스며들고 있다. 이 중 이미지 분석에서의 AI 성과는 놀라운 정도이며 맞춤형 식이관련 식품분야에도 적용되고 있다. 맞춤형 식이 분석에서 섭취 식이에 대한 정보는 중요한 부분으로 현재는 식품섭취빈도설문조사(FFQ, Food Frequency Questionnaire)와 24시간 회상법을 통해 수집된 자료를 분석한다(Jung et al. 2022). 그러나 두 가지 방법 모두 기억에 의존하는 방식으로 개인이 섭취하는 식이와는 차이가 있을 수 있다. 어제 점심에 콩나물을 몇 젓가락 먹었는지 기억하는 사람은 없을 것이며, 1년에 콩나물을 정확히 몇 번 먹었는지도 기억할 수 없다. 이러한 한계를 극복하고 정확한 섭취 식이에 대한 정보 수집을 위해 AI가 식품분야에 도입되

어 활용되고 있다. 대표적으로 다이어트 카메라(두잉랩), 다이어트신(퍼니엠), 밀리그램(킬로), 인아웃(마이노멀컴퍼니) 등 여러 기업에서 이미지 기반 분석용 앱을 개발하여 배포하고 있다. 이들은 다양한 한국인 섭취 음식을 매우 잘 인식한다. 특히 단일 식품 이미지 인식을 넘어 20개가 넘는 음식을 동시에 인식하는 수준에 도달하였으며 실시간 인식 및 저장 이미지 분석도 가능하다. 그러나 이러한 분석에서 넘어야 할 2가지 장벽이 있다. 하나는 ‘섭취량’ 인식 및 분석이며, 다른 하나는 식이/식품에 대한 참조 DB 부재이다. 앞서 한국식품연구원에서 진행하는 식품 관련 참조 DB 구축은 이러한 장벽을 극복하기 위한 방법이다. 동일한 섭취 식이가 다른 분석 결과를 보여준다면 사용자의 신뢰를 잃을 것이며 맞춤형 시대를 이루지 못할 것이다.

‘섭취량’ 문제 극복은 시간이 더 걸릴 것으로 예상된다. 한국인 섭취 음식 특성상 다른 나라와 비교하여 다양한 모양의 용기와 크기를 극복해야 한다. 또한 액체와 고체가 골고루 포함된 한국인 섭취 식이에 대한 고려가 필요하다. 이러한 한계 극복을 위해 한국식품연구원에서는 AI기반 이미지 분석 업체, 임상영양사 및 영양학자와 협업을 통해 이미지 기반 ‘섭취량’ 분석이 가능한 앱 개발을 진행하고 있다. 현재까지는 정밀 이미지를 수집하는 단계가 진행되고 있으며, 2024년에는 AI기반 학습을 통해 앱 개발이 가능할 것으로 기대하고 있다.

앞서 소개된 ‘맞춤형 시대’는 개인의 건강관리와 질병예방을 중심으로 기술되었다. 4차 산업혁명 시대는 ‘맞춤형’이 개인에게 국한되지 않고 집단, 국가, 지역적 사회 등 다양하게 확대되고 적용될 수 있다. AI의 식품분야 확산은 앞서 설명된 개인과 더불어 연구수행 실험실에 적용될 수 있다. AI업체의 타분야 확산에서 가장 큰 한계는 ‘실제적 검증, 실증’이다. 빅데이터 기반 학습을 통해 해결책 제시를 하지만, 그 제시안이 현실에서 작동할지 통계적 검증이 거의 없다. 즉, 개발된 알고리즘이 정확하지, 재현가능하지에 대한 결과가 없기에 계속 사용할 수 없게 된다. 이러한 근본적인 이유는 타분야 전문가와의 협업 부재와 재정적 문제에 기인한다. 이러한 실증을 통한 한계 극복을 위해 한국식품연구원에서는 AI기반 신약개발 업체와 협업하여 식품소재 및 성분의 기능성 실증 DB를 구축하고 있다. 주요 내용으로는 질병 및 관련 생체지표를 기반으로 기능성 효과를 가질 것으로 예상되는 성분을 제안해 주는 플랫폼을 구축하고 있다. 실험 및 문헌 분석을 통해 AI기반 기능성 성분 제안이 경제적으로 유효한 수준으로 판단되고 있으며 식품소재로 확대할 계획이다. 개발된 플랫폼을 2027년 공개되어 연구분야 및 산업분야 관계자들이 사용할 수 있을 것이다.

## III. 요약 및 결론

이 논문의 목적은 개인 맞춤형으로 특징되는 4차 산업혁

명시대의 식품 연구의 새로운 방향을 설명하는 것이다. 건강 가능성을 갖는 새로운 식품 성분을 식별하는 기존의 접근 방식은 비용이 많이 들고 시간이 많이 소요되기 때문에, 효율적이고 경제적인 AI 기반 접근 방식으로 전환해야 한다. 이를 통해 식품 과학 분야의 진전이 가속화될 것이다. 그러나 이 분야의 관련 연구 논문에 따르면 지역적 및 인종적 차이 및 표준화된 데이터 부재와 같은 어려움을 겪고 있다. 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해 방안으로 식품 및 바이오 빅 데이터의 획득과 정규화의 필요성 및 진행되고 있는 연구 내용을 설명 하였다. 또한, 이 논문은 대사체, 유전체 및 장내미생물과 같은 바이오 빅 데이터와 건강 상태 간의 연관성에 대한 연구 방향을 제시한다. 식품-건강-바이오 빅 데이터를 AI 기술과 통합함으로써, 효과적이고 검증된 개인 맞춤형 건강관리 솔루션을 제안한다.

### 저자정보

박재호(한국식품연구원, 책임연구원, 0000-0003-4428-436X)

박수현(한국식품연구원, 연구원, 0000-0002-7419-5221)

### 감사의 글

본 연구는 한국식품연구원 기본사업(E0210601-03)의 연구비 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### Conflict of Interest

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

### References

Bergquist SH, Lobelo F. 2018. The limits and potential future

- applications of personalized medicine to prevent complex chronic disease. *Public Health Rep.*, 133(5):519-522
- Fu S, Debes JD, Boonstra A. 2023. DNA methylation markers in the detection of hepatocellular carcinoma. *Eur. J. Cancer*, 191:112960
- Jung S, Park S, Kim JY. 2022. Comparison of dietary share of ultra-processed foods assessed with a FFQ against 1 24-h dietary recall in adults: results from KNHANES. 2016. *Public Health Nutr.*, 25(5):1-10
- Mayer J, Thomas DW. 1967. Regulation of food intake and obesity. *Sci.*, 156:328-337
- Park JH. 2010. Emerging Technology: Epigenetics & Food. *Bull. Food Technol.*, 23(1):42-47
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). 2016. A century of trends in adult human height. *Elife*, 5(e13410)
- Samblas M, Milagro FI, Martinez A. 2019. DNA methylation markers in obesity, metabolic syndrome, and weight loss. *Epigenetics*, 14(5):421-444
- Schwingel A, Nakata Y, Ito LS, Chodzko-Zajko WJ, Erb CT, et al. 2007. Central obesity and health-related factors among middle-aged men: a comparison among native Japanese and Japanese-Brazilians residing in Brazil and Japan. *J. Physiol. Anthropol.*, 26(3):339-34
- EuroScience Open Forum 2016 in Manchester. 2016. Available from: <https://www.esof.eu/esof-manchester/>. [2023.8.31.]
- Korean Genome and Epidemiology Study. 2023. Available from: <https://www.nih.go.kr/ko/main/contents.do?menuNo=300563>. [2023.8.31.]
- Metz C. 2016. The sadness and beauty of watching Google's AI play go. Available from: [https://www.wired.com/2016/03/sadness-beauty-watching-googles-ai-play-go/?mbid=social\\_fb](https://www.wired.com/2016/03/sadness-beauty-watching-googles-ai-play-go/?mbid=social_fb). [2023.8.31.]
- The JoongAng. South and North Korea from One Ancestor. 2018. Available from: <https://www.joongang.co.kr/digitalspecial/289>. [2023. 8.31]

Received August 8, 2023; revised August 18, 2023; accepted August 22, 2023