특집: 코로나19 시대의 우리

개인맞춤영양 AI Diet 식품산업

김 지 영

서울대학교 식품바이오융합연구소

Personalized Nutrition AI Diet Food Industry

Jiyoung Kim

Center for Food and Bioconvergence, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

서 론

이른 새벽, 아직은 깜깜한 세상에 혼자 일어나 커피를 내리고 한 조각의 다크초코렛과 막 내린 커피와 함께 Youtube Music으로 음악듣기를 좋아한다. Youtube Music은 내가 좋아하는 나에게 맞추어진 “나만을 위한 맞춤 믹스”를 들려주는데 나름 내 취향을 예측하는 것 같다.

아침마다 커피와 음악듣기와 함께 하는 루틴은 나의 건강 정보를 내 스마트폰 안에 입력하고 확인하는 것인데, 오늘 아침 화장실을 다녀온 뒤 잰 오늘의 체중, 지난 밤 수면 내용, 어제의 활동량, 배변기록, 먹은 것, 마신 것, 걸음 수 등을 기록하거나 확인하며, 어제의, 지난 한 주의, 한 달의, 일 년의 기록들을 훑어보고, 오늘은 나의 건강을 어떻게 관리할 것인지 건강 목표를 스스로 설정해 본다(그림 1). 또, 건강을 위한 “나는 무엇을 먹어야 하는가?”는 연구와 생활 안에 항상 함께 하고 있는 주제인데, 전염병 시대에 살고 있으니 면역 기능에 도움이 될 식재

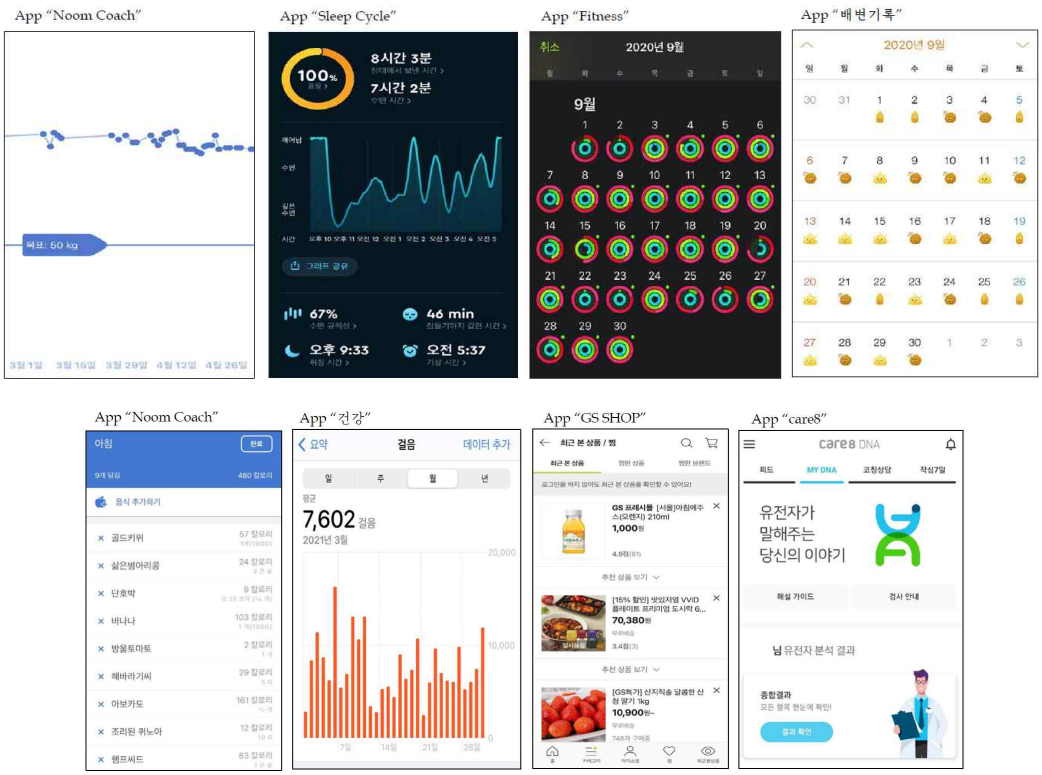


그림 1. 내 스마트폰 안의 나의 건강 데이터.

E-mail: jiyoungkim1107@snu.ac.kr, Phone: 02-880-4890



그림 2. jiyoungkimlab 맞춤 영양 DB.

료들과 나와 가족의 건강 목표들을 생각하며 우리 가족에게 맞추어진 아침 식탁을 차리고 부족해 보이는 영양소는 영양제로 채울 수 있도록 준비하며, 떨어진 식재료들은 현재 스스로 만들고 있는 jiyoungkimlab 맞춤 영양 DB를 확인하며 온라인 주문을 한다(그림 2). 온라인 shop 안의 나의 식재료 구매 데이터는 내가 그리고 우리 가족이 무엇을 먹고 있는지, 건강한 선택을 하고 있는지, 그렇지 않은 선택을 하고 있는지, 나름대로 가늠할 수 있는 수단이 되어준다.

"나는 누구인가? 우리는 누구인가? 나는, 우리는 무엇을 먹어야 하는가?"

The A.I. Diet—Forget Government-Issued Food Pyramids. Let an Algorithm Tell You How to Eat

2019년 3월 2일 New York Times에는 "The A.I. Diet—Forget government-issued food pyramids. Let an algorithm tell you how to eat."라는 제목의 Eric Topol 교수의 opinion 기사가 실렸다(Topol, 2019)(그림 3). 다소 놀라운, 정부기관 관계자라면 사실 좀 깜짝 놀랄, 이 opinion의 저자 Eric Topol 교수는 미국 캘리포니아주 라호야 스크립스 중개과학연구소(Scripps Translational Science Institute)의 설립자이자 소장이며 유전학 교수이자 심장내과 전문의이다. 개인 게놈과 디지털 기술을 사용하여 개별화된 의학(individualized medicine), 즉, 생물학적, 생리학적 세부 수준에서 각 사람을 이해하여 적절한 치료법과 예방을 결정하기 위한 연구를 주로 하며, 디지털헬스케어와 미래의학을 선도하고 있다.

그는 스스로 앱을 이용해 두 주간 참여한 흥미로운 실험에 대해 소개했는데, 스마트폰 앱을 사용하여 두 주간 먹은 모든 음식, 마신 모든 음료, 복용한 모든 약, 수면과 운동량을 기록했다. 혈당 수치를 모니터링하는 센서를 착용하고 장내 미생물(microbiome) 군집 평가를 위해 대변 샘플도 분석기관에 보냈다. 그의 데이터는 수천 명 이상의 다른 사람들로부터 수집된 유사한 데이터들을 기반으로 만들어진 알고리즘 내에서 개인화된 식이(personalized diet)가 추천될 수 있도록 인공지능으로 분석되었다.

The New York Times

Opinion

The A.I. Diet

Forget government-issued food pyramids. Let an algorithm tell you how to eat.

By Eric Topol
Dr. Topol is a cardiologist.

March 2, 2019

Some months ago, I participated in a two-week experiment that involved using a smartphone app to track every morsel of food I ate, every beverage I drank and every medication I took, as well as how much I slept and exercised. I wore a sensor that monitored my blood-glucose levels, and I sent in a sample of my stool for an assessment of my gut microbiome. All of my data, amassed with similar input from more than a thousand other people, was analyzed by artificial intelligence to create a personalized diet algorithm. The point was to find out what kind of food I should be eating to live a longer and healthier life.

그림 3. 2019년 3월 2일 New York Times Eric Topol 교수의 opinion 기사 (Topol, 2019).

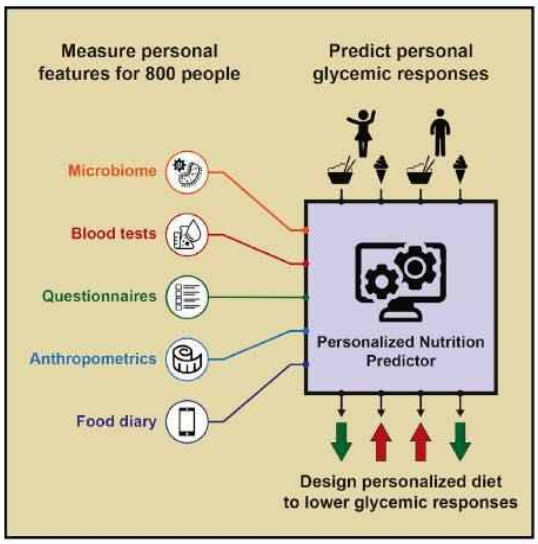


그림 4. 2015년 이스라엘 와이즈만연구소의 "Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses(혈당 반응 예측에 의한 개인맞춤영양)" 연구(Zeevi 등, 2015).

실험에 참여한 후 Eric Topol 교수는 흥미로운 결과를 얻게 되었는데, 우선 간식 카테고리에서 그가 먹어야 할 음식으로 놀랍게도 "치즈케이크"가 "통밀무화과바"보다 더 높게 추천되었다. "자몽"보다는 "딸기", "채식버거"보다는 "혼합견과류"가 그의 혈당관리에 도움이 될 식품으로 추천되었다.

이러한 실험 결과를 도출하게 한 개인맞춤영양 연구는 2015년 이스라엘 와이즈만연구소(Weizmann Institute of Science)의 Eran Segal, Eran Elinav를 중심으로 한 연구진들이 생명과학 분야 최고의 수준을 자랑하는 Cell 저널에 "Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses(혈당 반응 예측에 의한 개인맞춤영양)"라는 획기적인 논문을 발표하며 세상에 알려졌다(Zeevi 등, 2015)(그림 4). 이 연구에서는 당뇨 증상이 없는 800여 명의 각 개인의 식사 시간, 식음료의 양과 내용, 신체 활동, 키, 체중 및 수면 정보를 포함하여, 혈액과 장내 미생물 군집을 분석하여 조사하였고, 혈당의 변화도 일주일 동안 모니터링했다. 800여 명이 5,107개의 표준화된 식사를 먹고 난 후의 혈당 측정이 이루어졌으며, 약 46,898건에 대한 식후 혈당 반응 정보를 비교한 결과, 동일한 특정 식사에 대한 개개인의 반응이 다르고, 일반적인 식사 제안이 한계가 있음을 확인했다. 관련하여 수집된 빅데이터를 기반으로 식후 혈당 기계 학습(machine learning) 알고리즘이 만들어졌고, 이렇게 만들어진 알고리즘은 추가로 독립된 100명을 대상으로 타당성 검토(validation) 연구와 최종 28명을 대상으로 한 식이 중재(dietary intervention) 연구를 통해 알고리즘 예측에 따른 개인맞춤 상담 결과가 일반적인 식이 상담 결과보다 혈당관리에 효과가 더 큰 것으로 확인할 수 있었다.

이 연구에서는 실제로 상당한 수의 사람들에서 쿠키

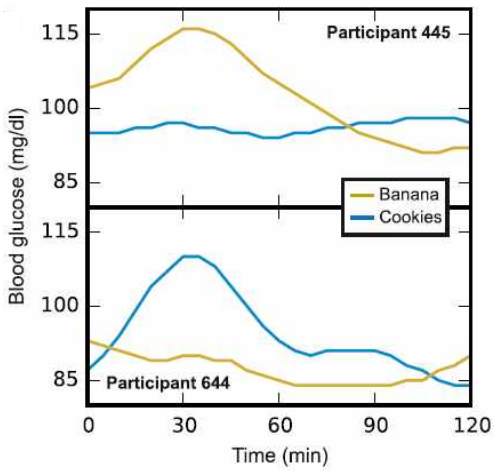


그림 5. 쿠키와 바나나 섭취 후 연구 참여자들의 서로 다른 혈당 반응.

섭취 후 혈당 수치의 변화가 없고, 오히려 바나나 섭취 후 혈당 수치가 급증하는 기존의 건강 상식과는 다른 결과가 있음을 보여주었으며, 서로 다른 개개인은 실제로 같은 음식을 먹어도 매우 다르게 반응한다는 그 첫 번째 객관적인 증거를 보여준 셈이다(그림 5).

본 연구는 추후 미국 Mayo Clinic을 중심으로 미네소타(n=318)와 플로리다(n=9) 지역의 당뇨 증상이 없는 성인 코호트 327명을 대상으로 검증되어 2019년 미국 의학협회 저널 네트워크 오픈지(JAMA Network Open)와 미국임상영양학회지(American Journal of Clinical Nutrition)에 그 연구결과가 발표되었다(Mendes-Soares 등, 2019a; Mendes-Soares 등, 2019b). 이 코호트 연구에서는 개인의 임상적 특성, 생리학적 변수, 장내 미생물 군집과 같은 고유한 특징을 고려하는 개인화된 식후 혈당 예측 모델이 식이의 칼로리 또는 탄수화물 함량에만 초점을 맞춘 현재의 식후 혈당 예측 접근법보다 우수하다는 결론을 내었다. 이스라엘에서 연구된 개인맞춤영양의 연구결과가 미국 미네소타와 플로리다 지역에 거주하고 있는 성인에게도 적용됨을 확인하였으며, 이러한 다수 개인의 빅데이터와 이를 기반으로 하는 인공지능 알고리즘을 이용한 식후 혈당 예측 과학에 대한 신뢰도를 높였다고 할 수 있다.

이러한 연구내용은 현재 식후혈당반응 예측에 따른 개인맞춤영양 솔루션을 제공하는 스타트업 DayTwo(이스라엘/미국)를 통해 시장에서 구현되고 있다(그림 6).

인간의 생물학적 다양성과 개인맞춤영양

인간은 생물학적으로 매우 다양하다.

인간 게놈 프로젝트가 완료된 이후, 사람들은 수많은 유전적 변이를 서로 달리 가지고 있음을 확인하게 되었고, 이는 질병에 대한 개개인의 위험도에 영향을 미칠 것으로 연구되었다. 질병의 유전적 기초와 이로 인한 유전

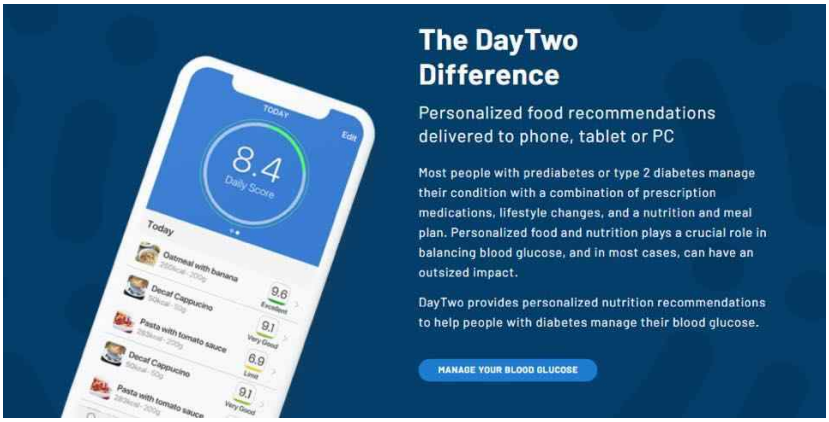


그림 6. 대규모 임상연구를 기반으로 구현되고 있는 스타트업 DayTwo의 식후혈당 예측을 통한 개인맞춤 식이 제안 서비스.

적 위험요인에 대한 이해도가 높아지면서 유전자가 곧 개인의 건강과 의료에 혁명을 일으킬 것이라는 희망과 기대가 커지게 되었고, 개인의 유전자를 알면 기존의 "일률적인" 건강 관리의 접근 방식과는 달리, 질병에 대한 개인의 서로 다른 위험도를 보다 정확하게 예측할 수 있고, 개인화된 치료 및 예방 전략을 처방할 수 있을 것이라 예측하고 있다.

영양유전체를 기반으로 한 개인맞춤영양 연구는 "특정 영양소의 섭취 및 대사에 영향을 미치는 유전적 변이를 확인하고, 개개인에게 주어지는 식이요법에 대한 반응이 개인의 유전자에 따라 다를 것이다."라는 전제 하에 같은 영양공급에 따른 개인의 차이를 예측하게 한다. 이러한 영양과 개인 게놈 간의 상호 작용 연구는 인간의 유전 현상이 실제로 표현되는 과정에서 생성되는 전사체(transcriptomics), 단백질체(proteomics), 대사체(metabolomics) 등의 오믹스(omics)와 영양과의 상호작용 연구로 이어지며, 이러한 오믹스 기술은 개인의 건강상태를 측정하거나 식이중재 후 변화된 건강상태를 확인하기 위한 바이오마커(biomarker)의 측정을 위해 사용되고 있다(그림 7). 오믹스 바이오마커들은 개인의 건강상태를 진단하기 위해 계속해서 연구되고 발굴되고 있으며, 개인맞춤영양을 적용하기 위해 유전자 검사뿐만 아니라, 후성유전체(epi-genomics), 대사체까지 아우르는 여러 방식의 서비스들이 개발되고 시도되고 있다. 현재, 개인 유전자 기반의 소비자 의뢰(direct-to-consumer, DTC) 회사들은 타액(침)이나 구강 내 조직의 유전자를 분석해 식이, 영양, 신체 기능 및 운동에 중점을 두고 여러 가지 서비스들을 제공하고 있다(그림 8). 고객의 유전자형 데이터를 기반으로 "유전자 매칭 식이"를 설계해 고객이 보다 쉽게 체중 감량을 하도록 돕고, 운동 중 신체가 선호하는 영양소가 무엇인지, 어떤 유형의 훈련이 가장 효과적인지 제안하기도 한다.

또한, 최근 과학계에 커다란 이슈가 되고 있는 인체 내 거주하고 있는 미생물 군집, 특히 장내 미생물 군집이 개인의 건강과 크게 연관되어 있다는 연구보고가 쏟아져 나오면서, 미생물군 유전체(microbiome/metagenome) 역시 한 개인의 생물학적, 생리학적 건강 표현에 있어 중요한 요소로 떠오르고 있다. 인간의 건강과 질병이 개인이 가진 장내 미생물에 의해 크게 영향을 받으며 또한 영향을 주고 있다는 내용이다. 특히, 개인맞춤영양에 있어 개인이 가진 장내 미생물 군집의 차이는 우리가 먹는 특정 음식에 대한 대사 반응에 크게 작용하여 같은 식이에 대해 개인 간 반응 차이를 만들어 내는데, 개인의 장내 미생물을 분석해 그에 맞는 프로바이오틱스를 추천하기도 하고 장내 미생물들의 먹이를 공급하기 위한 프리바이오틱스가 되는 채소와 과일을 꾸러미의 형태로 배송하는

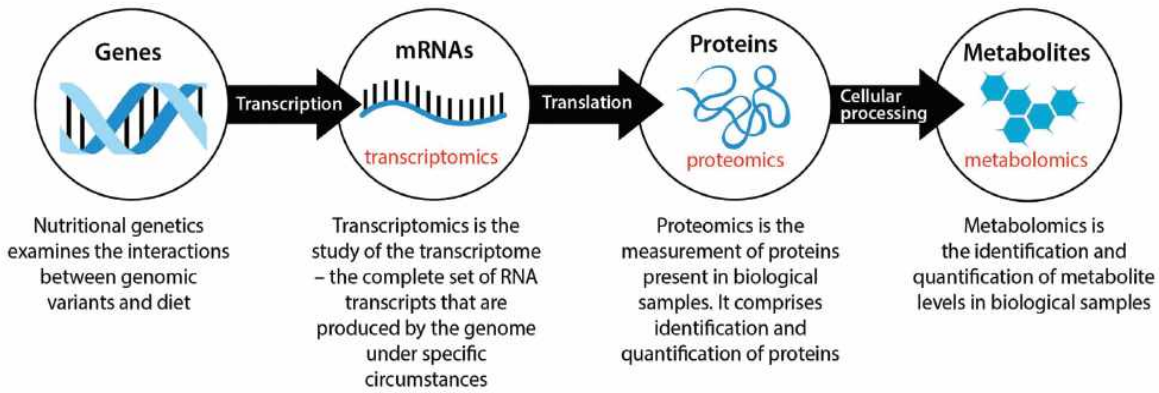


그림 7. 오믹스(omics) 기술을 이용한 영양과 개인 게놈 간의 상호 작용 연구(Brennan과 de Roos, 2021).

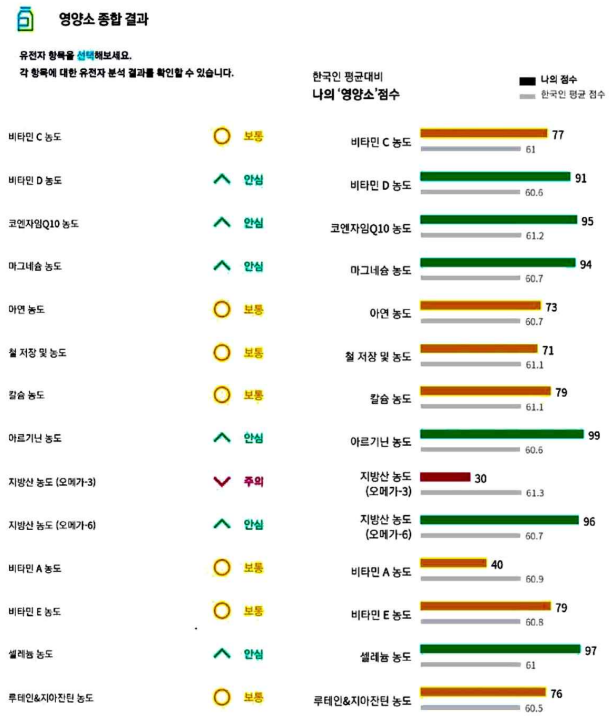


그림 8. 영양소 관련 유전자 분석 내용(Care8 DNA).

서비스도 이루어지고 있다(그림 9). 또한 장내 미생물의 대사산물인 포스트바이오틱스의 생리활성기능을 규명하고 이를 식품으로 개발하고자 하는 연구와 산업도 한창 진행 중이다.

개인 유전자 및 장내 미생물군 군집 분석 외에 소변유기산, 모발미네랄, 푸드항체, 호흡가스 등을 토대로 한 개인맞춤영양의 제안도 이루어지고 있다.

개인맞춤영양 AI Diet 식품산업

인간은 생물학적으로 다양하지만 환경적으로도 매우 다양하다.

개인맞춤영양은 personalized nutrition 또는 precision nutrition과 같은 용어로 개인의 생물학적 차이(유전적 요소)를 바탕으로 질병에 대한 위험도와 이를 적용한 예방 및 치료로서 정밀의학과 맞물린 개념으로 시작이 되었지만, 최근 들어 개인의 영양 관리에 있어 유전적 요소뿐만 아니라, 환경, 생활습관 등 개인이 가지는 다양하고 독특한 환경적인 요인들이 함께 맞물려 중요하게 작용함이 연구되었으며(de Toro-Martín 등, 2017), 개인 중심의 맞춤 문화와 트렌드가 형성되면서 이것이 꼭 생물학적 유전자, 대사체, 장내 미생물 군집과 같은 오믹스를 염두에 둔 개인맞춤이라기보다 개인의 생활패턴과 건강 목표를 염두에 둔 용어로 크게 확장되어 사용되고 있다.

개인의 건강을 대표할 수 있는 다양한 요소들, 개인의 유전자, 장내 미생물 군집, 대사체, 생활패턴/습관, 건강/식이/영양상태, 건강목표, 기호도/선호도 등은 따로 또는 같이 계산되어 다양한 형태의 개인맞춤 식품으로 서비스되고 있는데, 개인맞춤 과일, 식품, 이유식, 밀키트, 또는 특정 건강 목표 및 질환에 맞추어진 맞춤형 식단, 맞춤형 건강기능식품 등이 추천되거나 직접 결제를 통해 제품을 전달 받을 수 있는 시장이 형성되고 있다. 그 외 1:1 영양코치서비스, 건강기능식품의 영양소 합산, 섭취시간 및 잔여량 알림, 수술 및 퇴원 후 식생활에 대한 정보와 영양상담을 제공하는 서비스들도 이루어지고 있으며, 규제 특례로 개인맞춤형 건강기능식품 소분 판매 실증사업도 진행되고 있다(그림 10).

개인맞춤영양이 완성되기 위해 해결되어야 할 숙제들

건강한 삶을 유지하기 위한 산업과 연구에 있어 "먹는 것"만큼 중요한 것이 있을까? 인간은 하루에 세 끼를 먹고, 수시로 먹고, 때때로 먹고, 늘 항상 무언가를 먹고 마시고 있지만, 그리고 인간은 완벽하게 스스로가 먹는 것으로 구성되게 되어 있지만 "나는 무엇을 먹어야 하는가" 또는 "나에게 필요한 또는 맞는 음식과 영양제는 무엇인가?"에 대한 질문에 대해 얼마나 잘 알고 있을까? 분명한 것은 모든 사람을 위한 하나의 최적의 식단은 없다는 것이다. 4P(prediction, prevention, personalization, participation; 예측, 예방, 개인맞춤, 참여)에 중점을 둔 정밀건강 관리의 개념이 대두되며, 이미 시장은 개인맞춤형



그림 9. 장내 미생물군 군집(microbiome) 분석 서비스와 프리바이오틱스가 되는 채소 과일 배송 서비스(천랩).

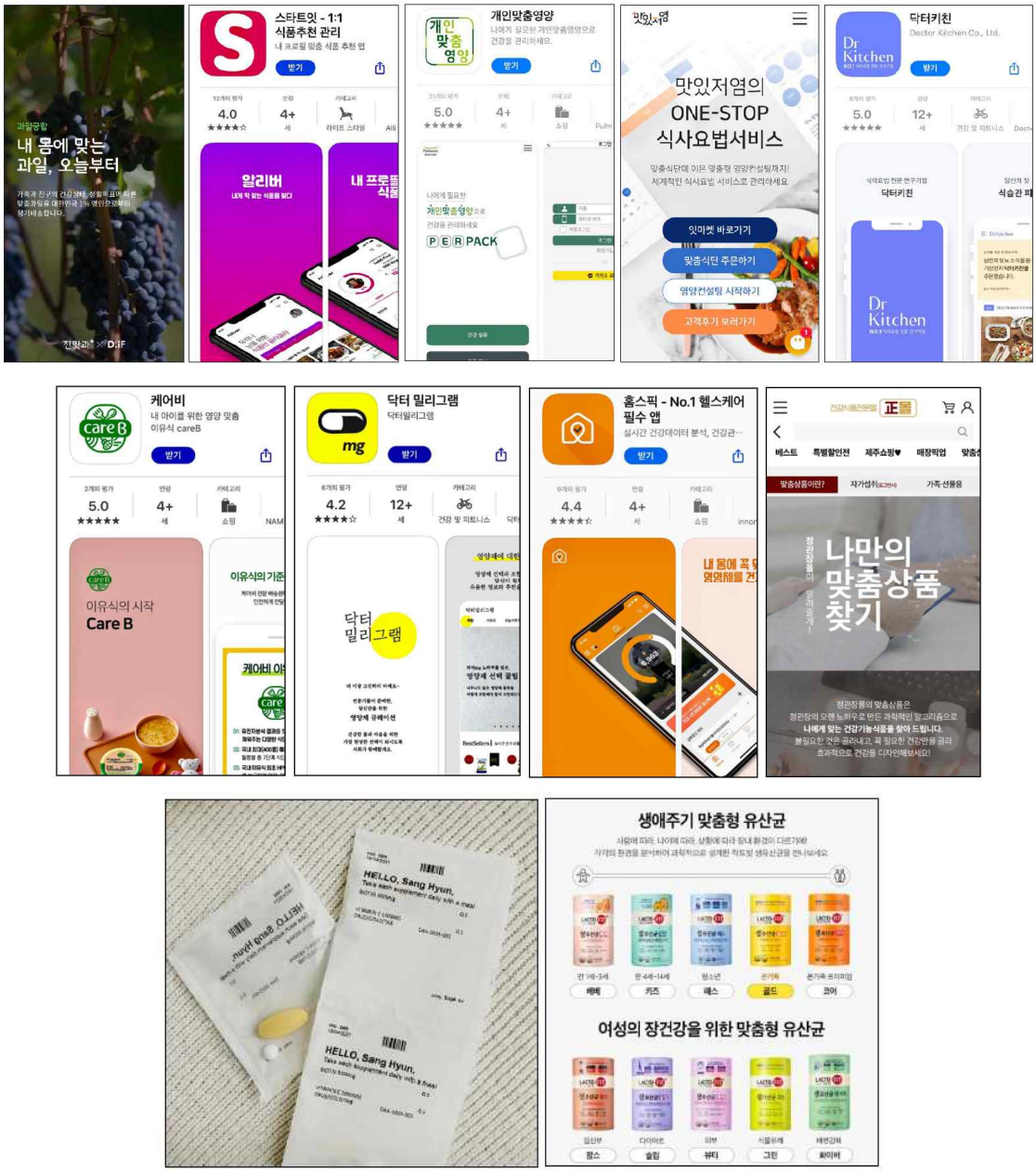


그림 10. 현재 서비스 되고 있는 개인맞춤영양 식품 산업.

식품과 영양제를 제안하고 공급하기 위해 빅데이터와 AI 기술을 도입하여 개인의 질병을 예측(prediction)하고 예방(prevention)하기 위한, 개인에게 맞추어진(personalization) 서비스를 제공하고자 개인의 참여(participation)를 유도하고 있다.

하지만, 숨 가쁘게 형성되어 가고 있는 이러한 서비스들에 대해 비현실적으로 높아진 개인맞춤영양에 대한 기대치의 관리와 함께 학문적 연구와 과학적 검증이 동반되어야 할 필요가 있다. 개인맞춤영양이 임상적 검증을 받고 공중 보건 환경에서 널리 사용되기 위해서는 아직 많은 연구가 필요한데, 개인의 식이의 질을 개선하고 개인의 질병을 예방 및 관리하기 위한 맞춤 영양이라는 분야와 공중 보건 영양 분야의 균형을 맞추기 위한 계속된 연구가 필요해 보인다. 전문가들은 질병 예방을 위해 인구 전체 중 개개인에게 맞춤화된 영양을 권장하기에는 아직 이르다고 판단하고 있으며, 또한, 사회적 취약 계층을 포함하는 공중 보건 권장 사항에 반하여 실행되어서도 안 될 것을 권고하고 있다(Brand-Miller와 Buyken, 2020; Ordovas 등, 2018).

현재의 개인맞춤영양 연구는 여전히 높은 비용의 오믹스(유전자, 대사체, 장내 미생물 군집 등) 분석 기술, 목표하는 질병을 조기에 진단하고 개선 정도를 측정할 수 있는 질병 별 바이오마커의 부재 등의 어려움을 안고 있다. 특히, 개인맞춤영양 연구에 있어 일반적으로 나타나는 현

상은 개인 내 오믹스의 변화는 크지 않은 반면, 개인 간 오믹스 값의 차이가 매우 커, 이들 결과를 해석해 내기가 어렵다는 점이다(Brennan과 de Roos, 2021). 관련하여, 연구 설계의 방법론적 문제, 고차원 데이터 분석 및 해석, 재현 가능한 결과의 부족 등 여러 문제와 직면해 있다. 전통적인 평균적 영양 개입 접근법을 넘어 개인맞춤영양의 효능, 비용, 효율성 및 추가 이점을 뒷받침하기 위한 충분한 증거도 필요하다.

많은 유전자 DTC 회사들은 영양유전체학 또는 DNA 검사가 어떤 음식을 먹어야 하는지에 대해 지침을 제공할 수 있다는 아이디어를 마케팅하고 있지만 이를 뒷받침할 높은 수준의 근거가 부족하다는 평가이다(Brand-Miller와 Buyken, 2020; Berry 등, 2020). 이들 서비스들은 목표하는 건강 결과에 대해 만들어진 알고리즘을 사용하는 실제 환경에서 식이 변화의 효능과 효과를 테스트하는 잘 계획된 –2015년 이스라엘 와이즈만연구소의 Eran Segal, Eran Elinav의 "Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses(혈당 반응 예측에 의한 개인맞춤영양)" 연구와 같은– 높은 수준의 무작위 대조시험(randomized controlled trial, RCT)의 증거가 기반으로 되어야 하는데, 이는 상당한 비용을 요구할 뿐만 아니라 서로 다른 라이프 스타일을 가진 많은 사람들에게 정해진 식단을 오랜 기간 동안 준수하게 해야 하는 매우 어려운 연구를 요구한다. 또한 이러한 임상연구의 자금을 산업계에서 지원받게 되면 아무래도 그 영향력에서부터 자유로워지기가 어렵다. 그럼에도 불구하고, 개인맞춤영양 과학 기술이 미래 사회에 매우 중요할 것임을 뒷받침할 증거들은 충분하다(Brennan과 de Roos, 2021).

웹 또는 앱을 기반으로 이제 막 시작되고 있는 개인맞춤영양 서비스들은 개인의 건강 관련 정보를 수집하고 이에 대한 피드백을 제공하기 위해 개발되고 있다. 현재는 간단한 설문과 유전자 검사 등으로 시작되고 있지만, 개인맞춤영양이 실제로 사람들에게 도움이 되도록 제안되기 위해서는 개인의 생리학, 식이와 약물 및 환경 데이터를 모두 포함하는 매우 포괄적인 빅데이터와 정교한 인공지능이 개발되어야 하는데 이는 하나의 연구집단이나 기업이 감당할 수 있는 내용이 아니다. 인체생리학, 영양학, 약리학, 식품학, 전산학, 의학을 아우르는 융합연구집단과 병원, 기업을 중심으로 구성된 거대한 컨소시엄이 잘 짜인 플랫폼 내에서 상호 작용하며 협력할 때 가능하다.

결 론

2010년 구글(Google)의 Eric Schmidt는 "The power of individual targeting – the technology will be so good it will be very hard for people to watch or consume something that has not in some sense been tailored for them(개인화된 타겟팅의 힘 – 미래의 과학기술은 너무 좋아져서 사람들은 개인에게 맞춰지지 않은 것을 보거나 소비하기가 매우 어렵게 될 것이다)"라고 말했다. 완전한 과학은 없다. 우리의 과학은 차츰 "나는 누구인가, 우리는 누구인가"에 대한 생물학적인, 환경적인 해답을 얻기 위해 진보할 것이고, 아직 유전자, 대사체, 장내 미생물 군집 등의 바이오마커를 기반으로 하는 맞춤영양의 과학적 증거가 완전하지 않더라도 관련 기술이 급성장하고 있는 만큼 계속된 시행과 착오를 반복하며 발전해 나갈 것은 분명하다. 현재 유전자 DTC 검사로 스스로의 유전정보를 이해할 수 있는 과학은 "나 자신을 이해하기 위한 노력"의 일환으로 개인이 현재의 기술 안에서 스스로의 유전정보를 알고 싶은 요구가 있다면 그러한 요구도 분명 존중되어야 한다. 유전자 분석 DTC 회사는 유전자 분석 결과로 개인이 얻게 될 유전정보의 해석이 충분한 과학에 기반하도록 하고, 인간의 전체 행동 안에서 식이가 건강에 미치는 영향과 그 중 현재의 유전자 DTC로 검사 가능한 유전 정보가 식이를 통해 건강에 미칠 영향을 고려하여 잘못된 정보가 소비자에게 제공되지 않도록 지속적으로 깊이 있게 연구해야 한다.

가까운 미래에 나와 나의 가족의 유전자와 건강목표에 맞추어진 농수축산물>가공식품>건강기능식품으로 구성된 장바구니를 일주일에 몇 번 배송 받거나, 밀키트 또는 도시락의 형태로 배송 받을 수 있는 서비스가 이루어지기를 기대해 본다. 그 첫걸음으로 jiyoungkimlab 맞춤 영양 DB를 만들고 있으며, 나와 나의 가족뿐만 아니라 많은 관련 기업들과 일반인들이 쉽게 활용할 수 있는, 고도화된, 실생활에 직접 적용이 가능한, 농수축산물>가공식품>건강기능식품으로 다양하게 구성된, 인간과 지구의 지속가능성을 고려한, 개인맞춤영양 DB(real world applicable personalized nutrition DB)가 되도록 연구할 것이다. 또한 개인에게 맞추어진 식이를 제안하고 특정 식품 및 약물 성분에 대한 반응군과 비반응군을 예측하기 위한 AI diet predictor의 개발을 위해 연구할 것이다. 관련 연구비의 확보가 필요하다.

감사의 글

한 책임급 연구자가 자유롭고 독립된 상태로 연구하고 성장할 수 있도록 격려하고 환경을 만들어주신 서울대학교 식품바이오융합연구소 강동현 소장님과 운영위원님들께 감사드립니다. 또, "서울대학교 맞춤형 식이 설계 AI diet 플랫폼 개발 연구단"에 자문단 및 컨소시엄으로 참여해 주시고 응원 주신 많은 분들께 감사 인사 전합니다. 저희 연구단은 개인맞춤영양을 목표로 하는 연구와 산업화를 위해 계속 도전할 것이며 개방형 플랫폼으로 건강하고 진실한 네트워크를 원하시는 누구에게나 열려있습니다.

알 림

본 내용의 일부는 강남메이저병원 김경철 원장님과 공동

으로 집필 중인 책 “(가제)개인맞춤영양 Personalized Nutrition. 김경철, 김지영”의 일부 내용이 담겨있습니다.

참고문헌

Berry SE, Valdes AM, Drew DA, Asnicar F, Mazidi M, Wolf J, et al. Human postprandial responses to food and potential for precision nutrition. Nat Mede. 2020. 26:964-973.

Brand-Miller J, Buyken A. Mapping postprandial responses sets the scene for targeted dietary advice. Nat Med. 2020. 26: 828-830.

Brennan L, de Roos B. Nutrigenomics: lessons learned and future perspectives. Am J Clin Nutr. 2021. 113:503-516.

de Toro-Martín J, Arsenault BJ, Després JP, Vohl MC. Precision nutrition: a review of personalized nutritional approaches for the prevention and management of metabolic syndrome. Nutrients. 2017. 9:913. https://doi.org/10.3390/nu9080913

Mendes-Soares H, Raveh-Sadka T, Azulay S, Ben-Shlomo Y, Cohen Y, Ofek T, et al. Model of personalized postprandial glycemic response to food developed for an Israeli cohort predicts responses in Midwestern American individuals. Am J Clin Nutr. 2019a. 110:63-75.

Mendes-Soares H, Raveh-Sadka T, Azulay S, Edens K, Ben-Shlomo Y, Cohen Y, et al. Assessment of a personalized approach to predicting postprandial glycemic responses to food among individuals without diabetes. JAMA Netw Open. 2019b. 2:e188102. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.8102

Ordovas JM, Ferguson LR, Tai ES, Mathers JC. Personalised nutrition and health. Br Med J. 2018. 361:bmj.k2173. doi: 10.1136/bmj.k2173.

Topol E. The A.I. diet. The New York Times. 2019 March 2.

Zeevi D, Korem T, Zmora N, Israeli D, Rothschild D, Weinberger A, et al. Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. Cell. 2015. 163:1079-1094.