

특집: 건강기능식품의 새로운 기능성 및 제품화 기술 지원

# 맞춤형 건강기능식품의 국내외 현황

김경진<sup>1</sup> · 김은주<sup>2</sup> · 송유리<sup>2</sup> · 김유진<sup>3</sup> · 전상현<sup>4</sup> · 김지연<sup>1,5†</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 나노바이오융합공학과

<sup>2</sup>한국국제생명과학회

<sup>3</sup>이화여자대학교 식품영양학과

<sup>4</sup>(주)위드포지티브

<sup>5</sup>서울과학기술대학교 식품공학과

## Current Status of Personalized Dietary Supplement

Kyeong Jin Kim<sup>1</sup>, Eunju Kim<sup>2</sup>, Yuri Song<sup>2</sup>, Youjin Kim<sup>3</sup>,  
Sang Hyun Chun<sup>4</sup>, and Ji Yeon Kim<sup>1,5†</sup>

<sup>1</sup>Department of Nano Bio Engineering, Seoul National University of Science and Technology

<sup>2</sup>International Life Science Institute Korea

<sup>3</sup>Department of Nutritional Science and Food Management, Ewha Womans University

<sup>4</sup>With Positive Inc

<sup>5</sup>Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology

### 서 론

개인맞춤영양(personalized nutrition) 또는 정밀영양(precision nutrition)은 개인의 특성을 고려하여 각 개인의 다른 유전적 특성(single nucleotide polymorphism) 요인으로 인하여 식품 섭취에 따른 건강상의 반응이 달라질 수 있다는 개념 하에 도입되기 시작하였다. 특히, 미국에서 23andMe의 DNA 검사가 합리적인 가격에 상용화된 2014년 이후에 사람들의 유전자 검사를 통한 질병 위험도 예측 검사를 포함한 정밀진단을 받아볼 수 있게 되어 이러한 개인맞춤영양 서비스가 점차 확대되고 있다. 그러나 최근 연구결과에 따르면 유전자 요인만 고려하여 예측하는 것 보다 여러 환경적인 요인을 함께 고려하였을 때, 건강 변화에 대한 예측력이 더 높아진다고 한다(de Toro-Martín 등, 2017)(그림 1).

Harvard T.H. Chan School of Public Health의 Frank Hu 교수에 따르면, 정밀영양은 일반 식사지침, 신체활동량, 항당뇨약물 처방의 기존 개념에서 나아가 일반적인 혈중 생화학 지표뿐 아니라 장기간의 식이섭취패턴을 확인하기 위해 사용하는 검증된 식품섭취빈도 설문지, 다양한 오믹스 기술(유전체학, 대사체학, 장내 미생물체 등), 웨어러블 디바이스를 활용한 다양한 정보의 빅데이터 분석을 수행하여 개인의 성향과 패턴에 맞는 지침을 개별적으로 제공할 필요성이 있다고 하였다(그림 2). 아울러, 예측된 개인 맞춤 지침은 웨어러블 디바이스를 통해 효과와

효용성을 검증하는 것이 필요하다고 언급하였다(Wang과 Hu, 2018).

최근 해외 영양학회 분야에서는 유전정보의 인지가 식생활과 건강 관련 행동에 미치는 영향에 대해서도 관심이 많으며, 실제로 개인 유전정보를 인지하고 있는 소비자들에게 식생활과 건강 관련 행동에 미치는 영향에 대해서 연구들이 진행되기도 하고 있다.

전 세계적으로는 글로벌 식품 기업 주도로 관련 서비스를 개발하고 정밀영양분야에 대한 신규 시장을 발굴하고 있다. 네슬레는 자체 연구기관인 NIHS(Nestlé Institute of Health Sciences)와 NRC(Nestlé Research Center) 주도로 개인맞춤영양에 대한 연구를 진행하고 있으며 바이오테크 기업인 Nuritas와 함께 빅데이터와 인공지능(AI)을 활용하여 영양, 건강과 웰니스를 타겟으로 하고

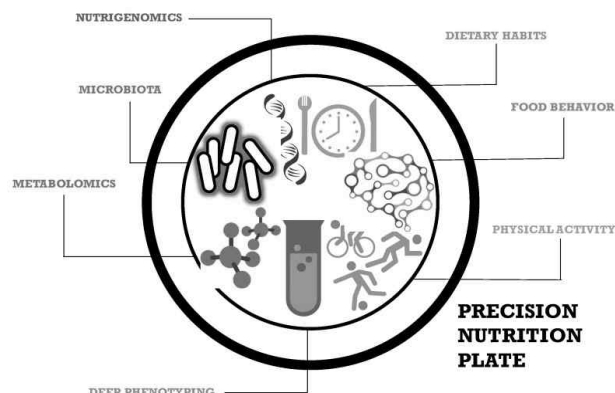


그림 1. 개인맞춤영양을 이루는 요소.

†Corresponding author

E-mail: jiyeonk@seoultech.ac.kr, Phone: 02-970-6740

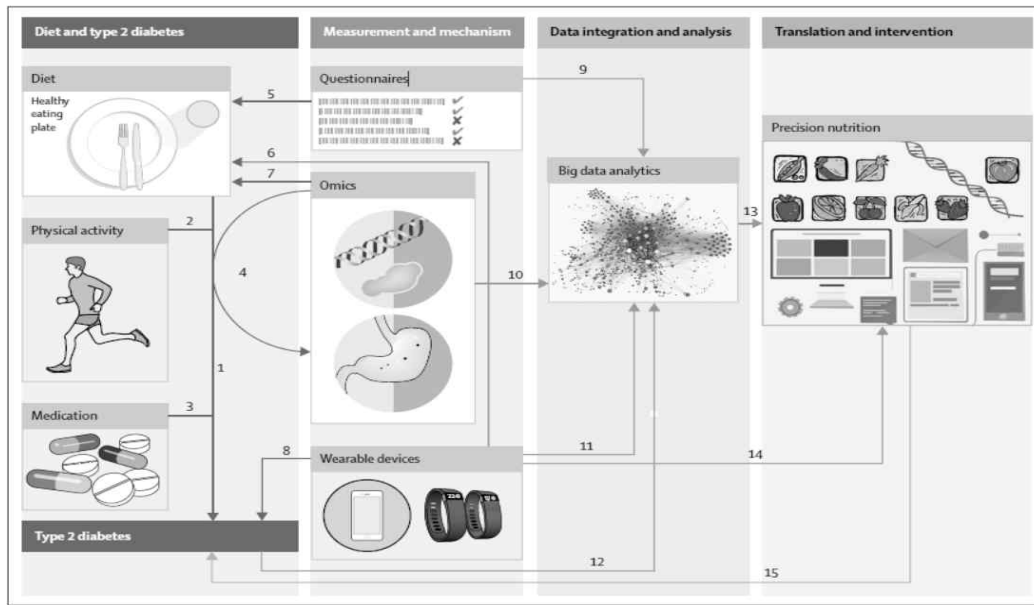


그림 2. 제2형 당뇨병 예방과 관리를 위한 정밀영양 개념도.

식품과 음료에 대해 소비자를 중심으로 한 헬스케어에 대한 새로운 기회를 추구할 수 있는 협업연구를 진행하고 있다(NUTRAingredients, 2018). 아울러 미국 실리콘밸리에 있는 삼성(Samsung Strategy and Innovation Centre, SSIC)과 협업연구를 진행하여, IoT 기술을 결합한 영양, 라이프스타일, 운동을 다각도로 고려한 개인맞춤형 처방(recommendations)을 제공할 수 있는 기반을 마련하고 있다(Nestle, 2016). BASF Human Nutrition(German)은 바이오테크 기업인 Nuritas와 함께 DNA 분석기술과 인공지능(AI)을 활용하여 차세대 펩타이드 원료(next generation peptide ingredients)에 대한 개발연구를 공동으로 진행하고 있다(BASF, 2018). 싱가포르에 위치한 Danone Nutricia Research는 “Precision Nutrition D-Lab”을 런칭해 빅데이터 수집과 디지털 분석을 위한 도구 발굴, 머신러닝과 시스템 생물학을 통한 데이터 통합 분석에 기반한 맞춤 영양 솔루션 발굴, 아시아-태평양 지역연구기관과의 공동연구를 통하여 근거 기반 솔루션 발굴에 중점을 두고 연구를 지속하고 있다(Danone Nutricia Research, 2018). 미국의 habit는 네덜란드 TNO와 공동으로 phenflex project의 결과를 실용화하는 기술을 적용한 개인 진단 및 맞춤형 건강관리 서비스 기업으로서 해당 기업에서 제공하는 키트를 가지고 집에서 고탄수화물/고지방 음식을 섭취한 후, 시간대별로 혈액 스팟을 수집하여 회사로 송부하면 결과 분석 내용과 함께 개인 맞춤형 건강관리 계획을 보고서로 제공하며 개인에게 제공된 내용은 온라인과 애플리케이션을 통해서도 확인할 수 있다.

이와 같은 제 외국의 맞춤형 영양서비스 산업의 배경에는 다년간의 연구결과를 바탕으로 한 성과가 많으며, 이러한 연구결과는 코카시안 위주나 의학적인 개념에서 이루

어진 결과가 많다. 미국영양협회(Academy of Nutrition and Dietetics)에서는 개인맞춤영양이 기대효과를 충족시키기 전에 여전히 많은 연구를 통한 근거 기반 의사결정과 함께 적절한 규정이 필요함을 언급하기도 하였다(Camp와 Trujillo, 2014; Grimaldi 등, 2017). 국내에선 2019년도 규제 샌드박스를 통해 맞춤형 건강기능식품에 대한 시범사업을 실시하기로 결정되면서 현재 6개 산업체가 서비스를 시작하였거나 시작할 준비를 하고 있다. 이에 본 연구에서는 맞춤형 건강기능식품의 여러 사례를 소개하고 한국인의 특성과 국내 환경에 적합한 산업 모델 도입을 위한 고민을 논의하고자 한다.

## 국내 상용화된 개인 영양건강 서비스 사례

### 소비자 의뢰(DTC: direct to consumers) 유전자 분석 활용

소비자 의뢰 유전자 분석은 소비자들이 의료기관(병원)을 내원하지 않고 유전자 검사 기관에 직접 의뢰하여 유전자 검사를 받는 것이다. 현재 국내에서 허용된 유전자 분석 서비스는 12항목에 해당하는 46개 유전자이다(표 1).

산업통상자원부는 실증특례(연구목적)로 지난 2019년 2월 제1차 산업융합 규제특례심의회를 통해 6가지 만성질환(관상동맥질환, 심방세동, 고혈압, 2형 당뇨병, 뇌졸중, 골관절염), 5가지 호발암(전립선암, 대장암, 위암, 폐암, 간암), 2가지 노인성 질환(황반변성, 파킨슨병)을 DTC 항목에 추가하기로 결정하였다.

국내의 한 회사는 소비자가 직접 시료채취키트를 활용하여 본인의 구강 안을 7~8회 긁은 후 유전자 분석 업체로 시료를 보내어 유전자 분석을 의뢰하고 검사 결과지를 수령한다. 결과지에는 체질량지수 관련 유전자 3종, 중성

표 1. DTC 유전자 분석 서비스 허용 항목

		검사항목명 (유전자수)	유전자명
1	비만/ 대사증후군	체질량지수(3)	FTO, MC4R, BDNF
2		중성지방(8)	GCKR, DOCK7, ANGPTL3, BAZ1B, TBL2, MLXIPL, LOC105375745, TRIB1
3		콜레스테롤(8)	CELSR2, SORT1, HMGCR, ABO, ABCA1, MYL2, LIPG, CEPT
4		혈당(8)	CDKN2A/B, G6PC2, GCK, GCKR, GLIS3, MTNR1B, DGKB-TMEM195, SLC30A8
5	미용	혈압(8)	NPR3, ATP2B1, NT5C2, CSK, FGF5, HECTD4, GUCY1A3, CYP17A1
6		색소 침착(2)	OCA2, MC4R
7		탈모(3)	chr20p11 (rs1160312, rs2180439), IL2RA, HLA-DQB1
8		모발 굵기(1)	EDAR
9	영양대사	피부 노화(1)	AGER
10		피부 탄력(1)	MMP1
11		비타민C 농도(1)	SCL23A1 (SVCT1)
12		카페인 대사(2)	AHR, CYP1A1-CYP1A2

지방농도 관련 유전자 4종, 콜레스테롤 관련 유전자 7종에 대한 결과와 식생활습관 결과를 양호, 보통, 주의로 알려주고 이를 근거로 식습관, 생활습관 및 추천 영양 또는 기능성분을 안내한다. 검사항목별로 각 유전자가 각 검사항목에 어떻게 관여하는지에 대한 쉬운 설명을 제공하고 분석된 소비자의 유전자 상태는 어떠한지와 이에 따른 건강 습관을 제안하는 결과지를 함께 제공한다. 해당 서비스는 제품 판매자가 소비자 개인의 유전자 분석과 식생활 습관 설문 결과를 함께 활용하여 소비자의 검사결과와 자사 제품을 매칭함으로써 추천할 수 있는 자체 알고리즘 개발을 통해 미래에 발생할 수 있는 건강 문제를 예측하고, 필요한 영양소 및 제품을 추천하는 서비스에 활용하고 있다.

현재 서비스의 형태가 일반 기능성에 근거하여 성분과 제품을 추천하는 방식이기 때문에 개인의 유전자 검사를 기반으로 하는 1:1 맞춤형 서비스는 아직 과학적 근거가 더 필요하다고 생각된다. 하지만 유전자 분석 서비스가 시행되면서부터 꾸준히 검사결과가 축적되고 있으며, 그 결과가 충분히 쌓이면 이를 통해 유전자와 개인 영양·건강 사이의 연관성과 자체 알고리즘에 대한 과학적 근거가 명확해질 수 있을 것으로 보인다. 현재 시범사업 중에 있는 DTC 유전자체 범위의 확장은 유전자 검사가 더 활발히 이뤄질 수 있게 만들고, 검사 결과의 축적을 도와 맞춤형 서비스의 정확도를 높이는 데에 기여할 것으로 생각된다. 또한 유전자체 범위의 확장뿐만 아니라 대사체, 장내 미생물 등 여러 가지 진단 가능한 tool 간의 연구를 통해 더 정확한 맞춤형 영양서비스가 가능해질 전망이다.

또 다른 회사에서 개발한 Genome-Food Complex Network Database(바이오복잡계네트워크데이터베이스)는 식품 DB와 유전자 검사 결과 등의 바이오 DB를 축적하고 그사이의 연관성을 도출하여 만들었다. DB 구축 과정에서 식품안전나라, USDA 등 국가기관의 식품 DB를 활용하여 그 신뢰도를 높인다. 바이오 DB와 식품 DB사이의 network를 형성하여 빅데이터가 만들어질 때 특

정 유전자 키워드, 형질, 단일염기다형성(single nucleotide polymorphism, SNP), 관련성을 가지는 대사체 정보, 관련 대사체를 포함하는 식품, 대사체를 포함하는 식품의 레시피 등 DB와 질병과 상관관계를 파악하고 유전자, 대사체, 식품 사이의 매칭이 쌓여 정확한 결과를 도출할 수 있도록 한다. 또한, 결과를 도출하는데에 인용된 논문에 대한 정보도 함께 확인 가능하다. Genome-Food Complex Network Database는 바이오 DB를 이용하여 특정 질병에 대한 환자와 질병 위험군으로 분류하더라도 해당 질병의 환자와 별개로 위험군에만 해당되는 식품 데이터를 연결 지어 질병 예방 차원에서 사용될 수 있도록 한다. 현재 데이터 네트워크를 형성하여 많은 정보의 연계가 이루어져 서비스가 제공 중이나 지속적으로 질병 위험군의 건강상태 개선을 모니터링하고 최신 연구결과의 업데이트를 하여 빅데이터의 과학적 정확성을 꾸준히 검토하여야 할 것이다.

#### 피부 진단기기 사용 서비스 사례

국내 어느 회사에서는 분석디바이스를 사용하여 경피수분 손실량(transepidermal water loss, TEWL), 피부수분도(stratum corneum hydration, SCH), 모공, 색소 침착, 피지, 피부 탄력, 주름, 피부 발기, 피부 거칠기, 피부투명도, 피부 pH 등을 측정하고 그 결과를 바탕으로 피부상태에 맞는 제품을 추천하기도 한다.

#### 대사체 분석을 활용한 국내 맞춤형 건강 서비스 추천 사례

호흡을 통한 가스로 배출되는 케톤양을 측정하여 실시간으로 체지방 분해 속도를 모니터링할 수 있다. 이를 통해 식단이나 운동 방법 등을 조절하여 각자에게 맞는 다이어트 방식을 선택하는 서비스를 제공하기도 한다.

#### 모발 검사를 활용한 서비스 사례

모발 검사를 통해 대사 유형, 주요 미네랄 간 비율 및 농도, 중금속 축적 수치를 분석하고 이를 토대로 영양요

법, 운동치료, 식이요법 등을 추천하는 맞춤형 건강 서비스는 이미 예전부터 시행되고 있다. 최근의 서비스 형태는 연구소로 직접 방문하지 않고 모발 채취 키트를 수령하여 모발을 소비자가 채취하여 분석기관으로 보낸 뒤 검사 결과와 맞춤형 식단, 솔루션 등을 이메일로 받아보는 형태로 제공되고 있다.

### 장내 미생물 분석을 통한 서비스 사례

장내 미생물 분석을 통한 건강상태를 진단하는 서비스는 지속적인 장내 환경 모니터링을 통해 생체 주기별로 변화하는 장내 미생물 패턴을 확인하여 건강 상태에 맞는 식단을 제공할 수 있는 형태의 서비스이며 유전체와는 달리 개인의 건강상태, 식이섭취 등에 따라 변화하므로 맞춤형 영양 서비스 전후 신체 변화를 지속적으로 모니터링할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 인종 별로 장내 미생물의 구성이 다르기 때문에 국내에서 서비스를 제공하는 회사에서는 한국인 data를 바탕으로 분석이 진행되고 있다. 장내 미생물의 분석은 분변의 채취를 통해 이뤄지고 있으며, 대장 내시경 검사 시에 sampling 작업이 가능하므로 향후 활용 가능할 것으로 보인다. 육식 위주, 채식 위주, 탄수화물 위주 등 식습관의 차이에 따라 장내 미생물의 구성에 차이가 발생하므로 장내 미생물의 구성을 분석하여 개인의 식습관을 진단하고 부족할 수 있는 식품의 추천이 가능할 수 있을 것으로 기대된다. 장내 유익균과 유해균의 균형지수를 측정하고, 부족한 프로바이오틱스의 종류에 대한 분석 등을 종합하여 장내 미생물 건강지수를 제공하기도 한다. 또한, 장내 미생물 구성의 분석을 통해 비만, 제2형 당뇨, 심혈관 질환, 지방간, 신장 결석 등의 질병에 대한 위험도를 예측하여 장내 미생물 환

경을 개선할 방안을 제시한다. 현재는 대부분 의료 목적으로 사용되고 있는 서비스로 제품의 추천으로는 이어지는 않지만, 개인 맞춤형 영양 서비스에 활용될 시 프리바이오틱스 제품 등의 추천으로 이어질 수 있을 것으로 판단된다.

### 개인 맞춤 영양관리서비스 또는 건강기능식품 산업에 대한 제 외국의 실제 상용화 사례

#### 건강진단과 건강기능식품 제공

**persona(미국):** 초기 개인 맞춤형 영양 처방(subscription)을 위한 스타트업 기업 중 하나로 2017년에 설립되었다. 효능이 있는 식이보충제의 조합 5조 개, 수백만의 과학적인 연구자료, 약 1,000건 이상 보고된 약물과 식이보충제 간 상호작용 보고에 기반하여 온라인 설문조사로 의사의 판단 이후, 영양사의 상담을 통한 개인 맞춤형 영양 서비스를 제공한다(그림 3). 최근에는 23andMe 등으로 얻은 DNA 결과를 시스템에 추가할 수 있어 개인 맞춤형 비타민, 무기질 및 식물 소재 기능성 원료로 그 범위를 확장하고 있다.

현재 상태를 기반으로 한 영양상담에서 나아가 기본적인 소분의 개념이 들어가 개인에게 필요한 비타민과 무기질 성분을 조합하여 1일 1회 섭취할 수 있도록 30일분의 포장 단위로 제공한다.

**care/of(미국):** “Personalized Daily Vitamin Packs”라는 슬로건으로 2016년에 뉴욕에서 시작한 스타트업 회사로서, 홈페이지 내 제공하는 설문조사(거주지역, 생선 섭취 횟수, 건강 목표 등)에 기반하여 30여 종의 식이보충제 중 3~4종을 추천하며, 방식은 한 회 주문 또는 매달

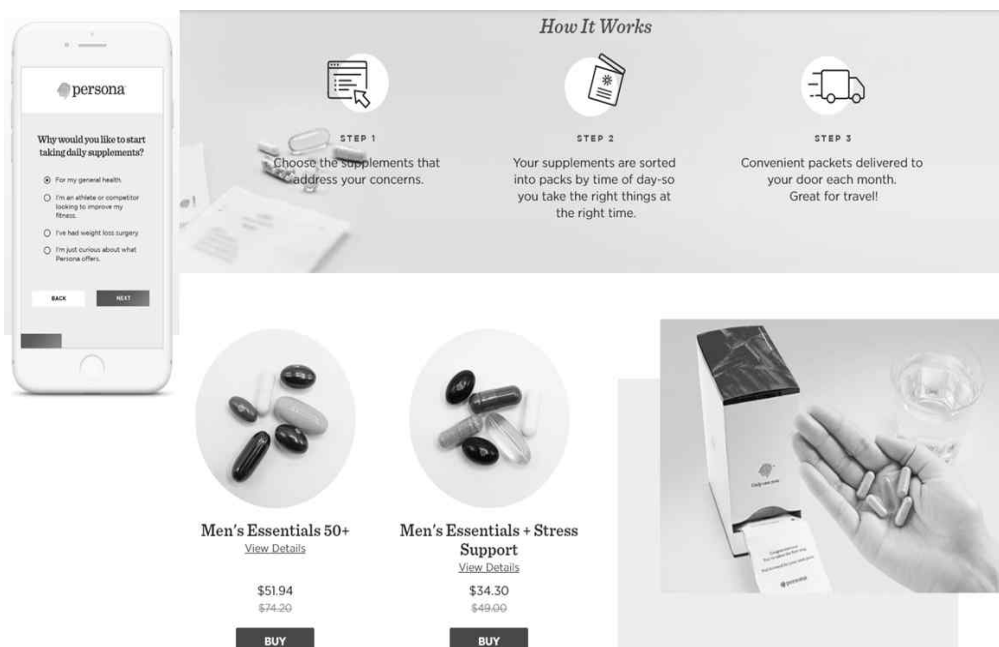


그림 3. persona의 서비스 이용 과정 및 내용.

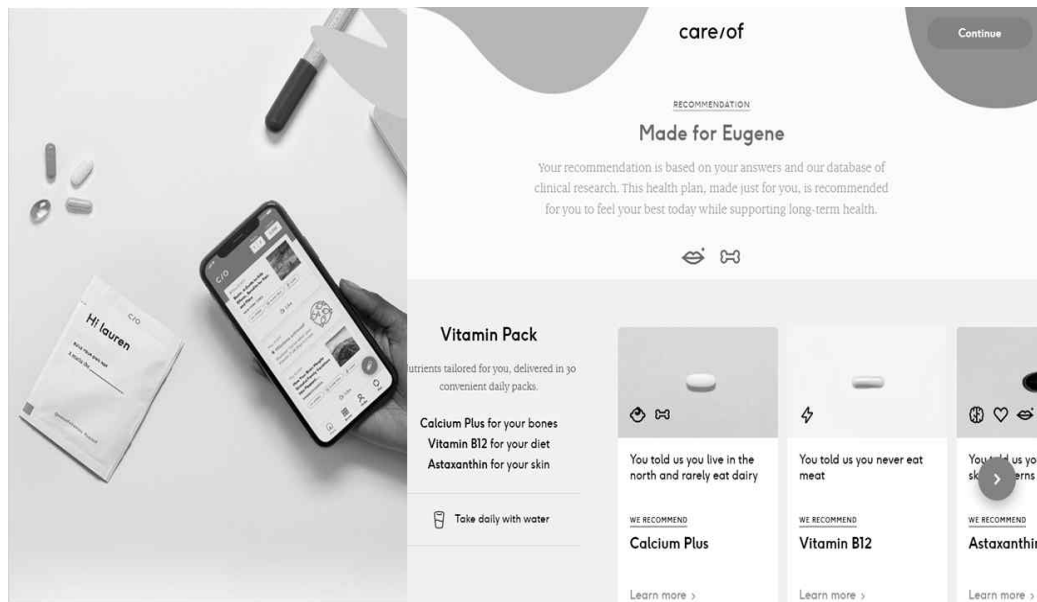


그림 4. care/of의 추천 결과 및 제품의 예시.

구매 등으로 선택할 수 있다(그림 4). 예를 들어, 어떤 소비자에게 피부 건강을 위한 아스타잔틴, 거주지역의 햇빛이 부족한 것에 착안한 비타민 D, 식단에 생선이 부족한 것을 고려하여 생선유 등을 추천하는 방식이다. 만약에 현 상태를 바꿀 여지가 있다면 선택 성분 중 생선유는 마그네슘으로 교체할 수도 있다. 의사, 연구자, 영양학전문가를 포함하는 과학자문위원회(Scientific Advisory Board)를 구성하고 있으며 이들과 협업을 통해 제품 개발, 추천 논리(recommendation logic), 최신의 근거자료를 수집한다. persona와 비슷한 개념으로 개인의 특성에 맞게 제안된 건강기능식품을 소분의 형태로 소비자의 이름이 적힌 1일 1회 섭취 분량으로 포장하여 제공하며, 30일분을 소비자에게 직접 배송하는 방식을 취하고 있다. care/of에서 제공하고 있는 제품은 필수영양소인 비타민과 무기질뿐 아니라 단백질, 식물 소재 기능성 원료, 적응소(adaptogen)도 추천 및 판매하고 있다. 소비자 모니터링과 상담은 핸드폰 애플리케이션을 통해 수행하고 있다. 원재료(raw material)와 최종 제품의 제조와 검사는 미국 내에서 NSF 인터내셔널(미국 국제 위생 안전기관)과 GMP (Good Manufacturing Practices) 인증기관에서 수행하고 있다. 섭취에 따른 부작용은 언급되지 않았으나 복용 중인 의약품이나 알레르기 반응에 대한 기록이 있는 경우, 섭취 전 의사와의 상담을 권장한다.

**Healthy-One(일본):** 1990년에 설립된 회사로 “Creating a new food culture”란 슬로건으로 건강기능식품의 개발과 판매, 병원 관리와 운영, 의료 서비스 등을 사업 내용으로 가지고 있다. 이 중 개인 맞춤 건강기능식품인 “My Vitamin”은 영양사나 약사의 상담을 통해 소비자의 식습관, 생활습관, 운동습관, 신체 상태나 추구하는 건강 목적을 파악한 후, 필요한 영양소를 선택하여 제품을 구

성한다(그림 5). 제안받은 제품은 1일 1회분으로 소분 포장하고, 한 팩은 최대 2개월분으로 구성할 수 있다.

**FANCL(일본):** 1982년 설립된 일본 화장품 업체인 FANCL은 긴자에 10개 층의 FANCL 매장을 개장하였으며, 2016년 3월 “FANCL 건강증진프로그램”을 런칭하여 신체 측정 및 개별 상담을 통한 개인 맞춤형 식품을 선보이고 있다. 혈관 나이, 체구성, 운동 능력(유연성) 측정 결과를 바탕으로 개인 상담을 수행하여 자체 개발한 음료나 건강식품을 제안한다(그림 6).

**Esthe Pro Labo(일본):** 이너뷰티를 위한 일본의 에스테틱 전문 연구소로 “Inner Beauty Salon”이라는 개인 맞춤 서비스를 제공하고 있다. 제공하는 서비스로는 식단 관리, 식이보충제 제안, 공복 건강(효소 음료를 이용하여 필수비타민과 무기질 및 최소로 필요한 에너지를 공급하여 소화기관을 휴식시킨다는 의미)이 있다. 개인 맞춤 서비스는 다음과 같은 단계로 구성되어 있다. 21개 항목의 생활양식조사(식이, 생활일과, 생활습관, 운동습관 등)를 수행한다. 평소 식단(단백질, 지질, 탄수화물, 비타민 결핍, 무기질 결핍, 식이섬유 부족, 수분 부족, 효소 부족, 발효 부족, 활성산소 축적, 독성 물질 축적)에 따른 위험요소를 효소 활성에 근거하여 분석한다. 신체 내 축적되는 최종당화산물(advanced glycation end products)을 측정하여 노화 정도를 추정한다. 손바닥을 통해 필수미네랄, 유해금속 34종의 성분을 측정한다. 체구성성분과 비침습적으로 혈류 흐름을 측정한다. 대사 및 비만, 뷰티 및 항노화와 관련된 DNA를 분석하고, 위의 조사결과 내용을 종합해 미용, 식생활, 노화 관리에 대한 개별 상담을 수행한다(그림 7).

**Made for(독일):** 독일에서 설립된 스타트업으로 개인의 상태에 맞는 맞춤형 일일 비타민 조합을 제공한다. 본



그림 5. “My Vitamin” 구성 과정.

**毎日の元気**

“元気”をサポートする発芽米の優良成分GABAを配合、さらに脳の神経細胞の活性化をサポートするいちよう葉エキスをトッピング。あずきと豆乳をブレンドしたほんのり甘いドリンクです。

**注目!**  
注目の  
ライオンミルク  
使用!

**発芽米ライオンミルク  
あずきグラス**  
¥300  
※100%です。  
主な成分  
いちよう葉エキス / GABA  
アレルギー  
表示

**動脈硬化に活躍**

オレンジやトマトには血管の健康に役立つカロチノイドがたっぷり。生活習慣が気になる方にぜひ飲んでいただきたいドリンクです。

**抗酸化力が  
オレンジジュースの1.3~2.5倍**

**循環さらさらトマトオレンジ**  
¥300  
主な成分  
カロチノイド  
アレルギー  
表示

**腸内環境を整える**

善玉菌を増やす働きを持つヨーグルトをベースに腸内環境の改善に役立つ成分が豊富なリンゴやキウイをミックス。腸内環境をよくすることで、大切な免疫力のバランスを整えてくれるドリンクです。

**おなかすっきり  
リンゴヨーグルト**  
¥300  
主な成分  
ヨーグルト / ペクチン / キウイ  
アレルギー  
表示

**リニューアル  
発売!**

**パーフェクトスリムシリーズ**

こんな方にオススメ  
・「ここぞ」という時に効率がよく集中ケアしたい方  
・日常生活に取り入れてダイエットしたい方

**風邪の予防に**

ビタミンCをたっぷり含んだゆずやみかんなどの柑橘系をベースにした、体を芯から温めてくれるホットドリンク。ビタミンCの力をさらに高めてくれるビタミンBも含まれています。

**抗酸化力が  
オレンジジュースの1.3~2.5倍**

**かぜよけオレンジ**  
¥300  
主な成分  
ビタミンC / ビタミンB  
アレルギー  
表示

**サビないカラダ対策に**

ビタミンやミネラル、食物繊維など様々な栄養が豊富に含まれたケールを使った青汁です。抗酸化力が高く、腸管不足も補えるカラダにうれしいドリンクです。

**青汁を  
お好きな  
飲み方で**

**青汁 ストレート** ¥300  
ケール100%で1日に必要な鉄質が補えます。  
[40kcal]  
アレルギー  
表示

**青汁 ゆずミックス** ¥300  
(アップル/オレンジ)  
青汁ストレートが苦手な方におすすめです。  
アップル アレルギー  
表示 [110kcal]  
オレンジ アレルギー  
表示 [108kcal]  
※1歳未満のお子様の飲用はお控えください。  
ケール / 緑黄色野菜エキス

**青汁 豆乳** ¥300  
豆乳に食まれる栄養素・イソフラボンがしっかりと摂れる女性にうれしいドリンクです。  
アレルギー  
表示 [75kcal]

**青汁 蜂蜜ジンジャー** ¥300  
(アップル/オレンジ)  
血行促進・疲労回復をサポートしてくれる蜂蜜とジンジャーをプラス  
アップル アレルギー  
表示 [95kcal]  
オレンジ アレルギー  
表示 [93kcal]  
※1歳未満のお子様の飲用はお控えください。

**機能性表示食品 カロリミットシリーズ**

こんな方にオススメ  
・食事の糖と脂肪が気になる方

**機能性表示食品 内脂サポート**

こんな方にオススメ  
・肥満気味でBMIが気になる方  
・お腹の脂肪が気になる方

그림 6. FANCL에서 제안하는 건강음료 및 제품의 예시.

인이 추구하는 건강 목표를 포함해 10~15분의 설문문을 마치면, 24종의 다양한 비타민, 무기질, 허브 등으로 구성된 최대 50,000개의 서로 다른 조합으로부터 특정 개인의 설문 내용에 맞는 성분으로 조합하여 매일 섭취할 수 있도록 소분 포장해 제공한다(그림 8).

**건강진단과 영양/생활서비스 및 건강기능식품 제언/제공**  
GNC(미국): 본 서비스는 기본적인 생활습관조사지를 입력하거나 DNA 분석결과를 추가하여 비타민과 무기질

의 건강기능식품을 추천받을 수 있다. 기본 조사는 건강 목표, 기본 정보, 병력, 식습관, 운동량을 입력한 후 현재 결과에 기반하여 필요한 건강기능식품을 추천한다(그림 9). VITAGENE과 파트너쉽을 통해 생활습관, 목표(건강/웰빙, 식사/체중 조절), 운동 능력, 선호도(채식주의, 카페인 섭취 가능 여부)와 DNA 결과를 분석하여 개인의 현재 상태를 진단하고, 필요한 부분을 제안한다(그림 10, 11). 제안된 식이보충제는 매일 섭취가 가능하도록 소분하여 매일 배송을 통해 제품 수령이 가능하다.



그림 7. Esthe Pro Labo의 개인 맞춤 서비스를 위한 조사 및 상담 예시.



그림 8. Made for\_의 이용 과정.

**InsideTracker(미국):** InsideTracker는 direct-to-consumer health analytics platform으로 웹 기반 응용 소프트웨어(Segterra)이며, 모바일 기반의 혈액 분석 결과에 근거하여 개인 맞춤 영양관리서비스를 제안한다. 2009년에 설립된 기업으로 미국 Tufts 대학교, Harvard 의과대학, Yale 의과대학, 호주 New South Wales 약학대학에서 공동연구한 결과를 2018년 Scientific Reports에 발표했다(Westerman 등, 2018). 위 서비스 플랫폼을 개발하기 위한 개발 원리는 다음과 같다(그림 12).

- 1,032명의 성인을 모집해 개인의 특성정보, 혈액의 생화학적 지표 분석, 식습관, 식이보충제 섭취 현황, 신체활동량, 생활습관 등을 Segterra(인공지능 알고리즘) 플랫폼에 넣어 대상자의 현재 건강상태를 파악한다.

- 이들에게 맞는 개별 영양 중재 플랜은 PubMed 내 문헌을 바탕으로 제안한다. 이들 문헌은 그 수준에 따라 점수를 붙여 대상자가 제안된 다수의 영양중재 방법 중 하나를 선택할 때, 판단할 수 있는 근거가 될 수 있게 제공한다(그림 13).
- 건강 수준을 판단하기 위한 지표의 수준은 1971~2014년 미국 건강 영양 조사 자료에서 선정한 40개의 생화학적 지표에서 양극단(5, 95%)을 제외한 범위를 건강 수준으로 설정한다.
- 중재효과는 영양중재 이전 건강한 범위에서 벗어난 지표의 수준이 영양중재 이후 어느 정도 변화했는지 확인하여 개인 맞춤 영양관리서비스의 효능을 평가한다.

그림 9. GNC의 GNC4u 조사 내용 예시.

### Your Supplement Plan

Based on your lifestyle and goals, GNC has curated a supplement plan especially for you. With the personalized GNC4U Supplement Pack, you'll get the support you need, conveniently delivered to your door each month.

#### The GNC4U Advantage

- ✓ Daily packs with up to eight different vitamins & supplements
- ✓ Customized by GNC, the industry leader
- ✓ Composed only of the highest quality GNC products

[Start Your Supplement Plan](#)

#### My Personalized Supplement Plan

GNC Alpha Lipoic Acid 600 MG	Blood sugar health →
GNC Triple Strength Fish Oil	Blood sugar health →

그림 10. GNC의 GNC4u 개인 맞춤 제안 결과 예시.



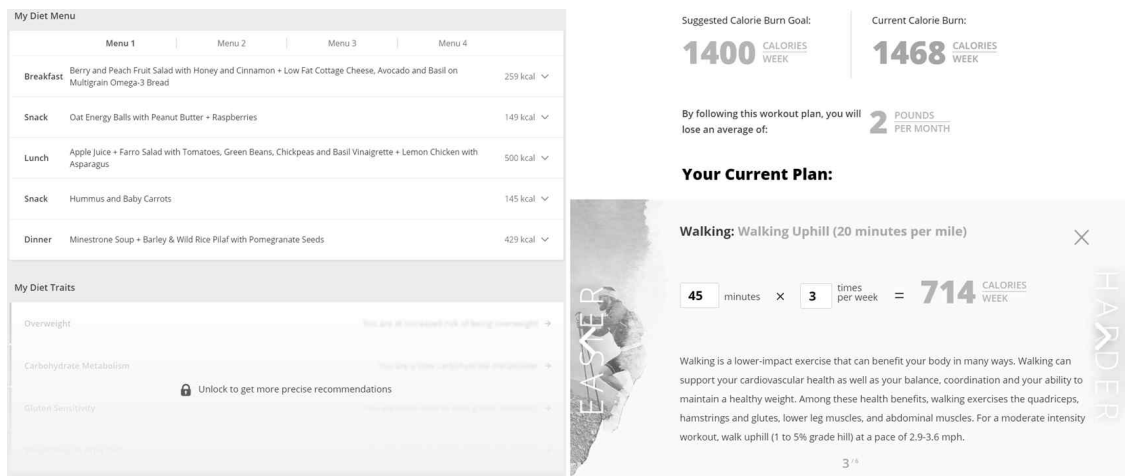


그림 11. GNC의 GNC4u 프로그램에서 제안받는 식사 및 활동 필요량 예시.

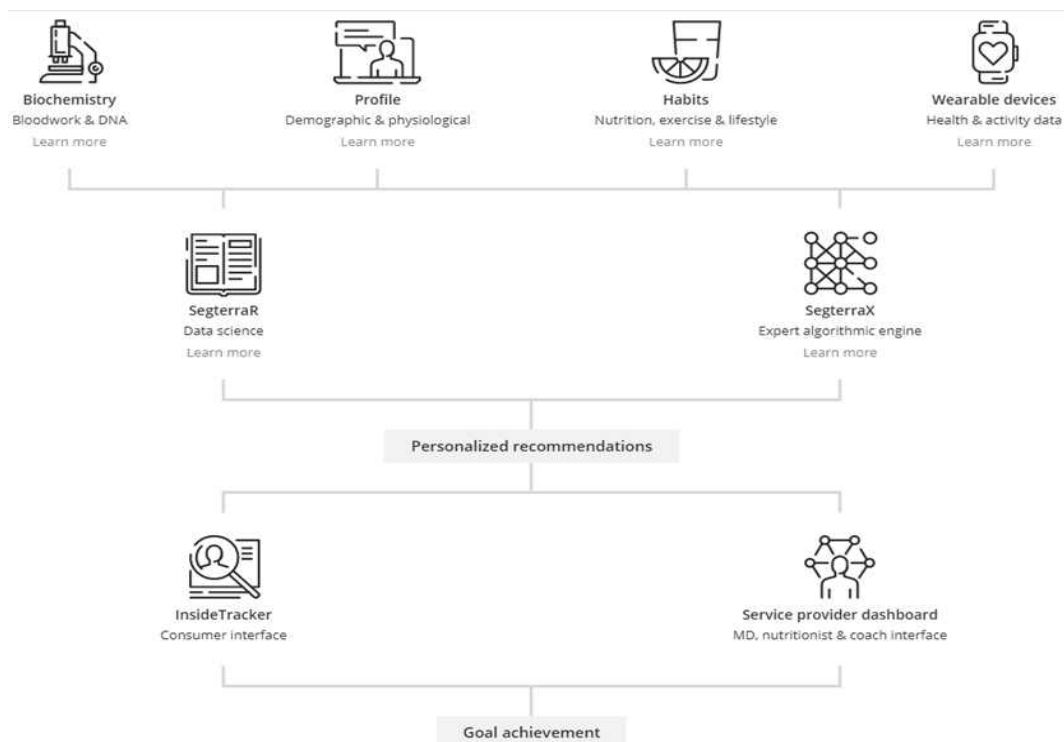


그림 12. InsideTracker의 개인 맞춤 영양관리서비스 도출 프레임워크.

위 서비스를 이용하는 방법은 아래의 5가지 패키지(그림 14) 중 한 가지를 선택하고, 개인의 특성정보, 혈액 분석결과, 생활습관, 웨어러블 디바이스를 통해 모니터링된 데이터를 보낸 후 자동화된 인공지능 알고리즘인 Segterra를 통해 건강상태의 판정과 유의미할 것으로 예측되는 영양중재 방법을 제공받는다.

Segterra는 이용자의 사용 가능한 정보(생화학적 지표, 인구통계학적 지표, 습관, 유전자)를 통합하여 각 개인을 위한 초개인화된 중재를 제공하기 위한 목적으로, 2,500건 이상의 피어리뷰된 학술지 정보, 180,000명 이상의 건강한 개인에 대한 인구통계학적 정보(연령, 성별,

지역 등), 8,000종 이상의 식품 데이터베이스, 전문가 자문을 통해 규칙을 적용한 인공지능 알고리즘이다. 이 시스템은 최신의 과학적 근거자료를 지속적으로 반영시키고 있다. 영양중재는 아래와 같이 문헌을 통해 도출되는 방법으로 제안하였으며, 최대 20개의 제안 중 5개 정도를 대상자가 자유롭게 선택할 수 있다(표 2).

**TELOYEARS(미국):** Telomere Diagnostics(TDx)에서 설립한 개인 유전자 분석 서비스 및 맞춤형 건강관리 서비스 기업으로, 노화에 따라 변화한다고 알려진 텔로미어를 측정해 개인별로 이와 관계된 제품을 제공하면서 식이, 신체활동량, 스트레스, 수면을 고려하여 건강관리서비

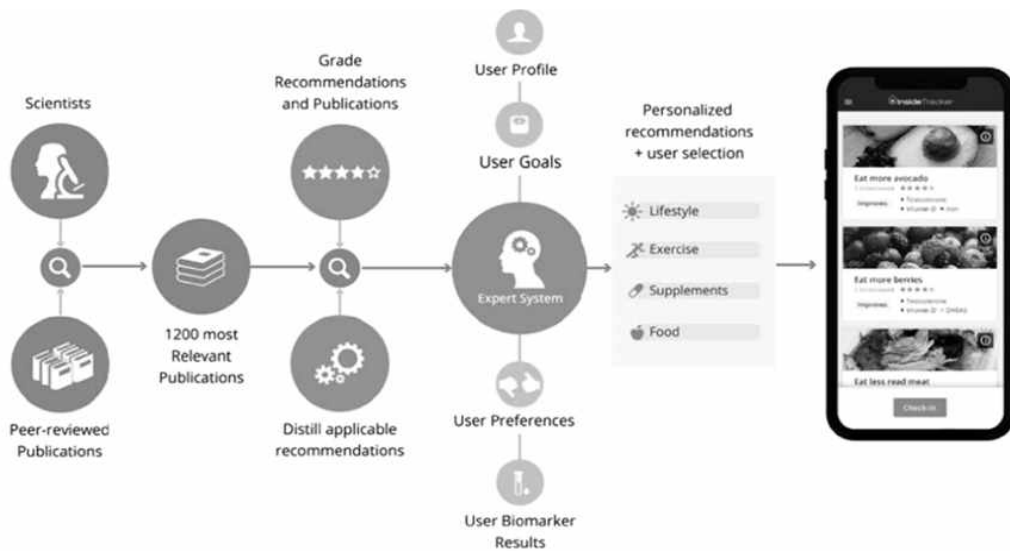


그림 13. 개인 맞춤 영양관리서비스 제안을 위한 근거 기반 활용 프레임워크.

DIY (Basic & Advanced) starts at \$49	Home Kit starts at \$299	Ultimate most popular starts at \$589	Essentials Vitality High Performance starts at \$189	InnerAge starts at \$99
Ideal for: Those who already have their own blood data	Ideal for: International users and those who do not desire a full blood draw	Ideal for: Anyone who wants to take total control of their athletic performance, health and wellness	Ideal for: Active individuals who want to assess fitness, AND maintain or improve performance and wellness	Ideal for: Anyone who wants to assess and optimize their real, biological age
Worldwide availability One full year of access	Worldwide availability Unlimited access	US & Canada only Unlimited access	US & Canada only Unlimited access	US & Canada only One full year of access
Analyze up to 43 biomarkers	Analyze 7 biomarkers	Analyze 43 biomarkers	Analyze up to 20 biomarkers	Analyze 5 biomarkers that predict biological age
Upgradeable with DNA	Upgradeable with DNA	Upgradeable with DNA	Upgradeable with DNA	Upgradeable with DNA
<a href="#">View Details</a> <a href="#">Buy Now</a>	<a href="#">View Details</a> <a href="#">Buy Now</a>	<a href="#">View Details</a> <a href="#">Buy Now</a>	<a href="#">View Details</a> ▾ <a href="#">Buy Now</a> ▾	<a href="#">View Details</a> <a href="#">Buy Now</a>

그림 14. InsideTracker에서 제공하는 서비스 플랜 5종.

스를 제공한다. 유전자형이 아닌 텔로미어 길이를 분석하는 DNA 검사를 통해 개인의 상태를 판정하고, “Younger Cells in 6 Months”라는 종합 서비스를 통해 개인 맞춤형 제품과 건강관리서비스를 제안하는 것이 다른 기업과의 차이점이다. 제품을 신청하면 집으로 그림 15와 같은 상자가 배송되고, 이를 통해 설문조사와 혈액 채취를 수행한 후, 회사로 회신한다. 3주 후 받게 되는 분석 결과지와 함께 제품을 수령할 수 있으며, 개인의 상태에 맞춰 필요한 생활습관을 제안받는다(그림 16). 한 통에 30일 분량의 60개의 캡슐이 들어있는 보충제 제품은 과학적인 근거 자료를 검토하여 텔로미어 건강과 관련되어 있다고 판단되는 항산화, 항염증의 기능을 가진 성분과 비타민을 조합하여 제공한다. 해당 영양소는 비타민 D, C, A, E, 니아

신, 피리독신, 판토텐산, 셀레늄, 엽산, 베타 카로티노이드, 루테인, 제아잔틴, 라이코펜, 홍차추출물(black tea extract), 피지옴추출물(pygeum extract)로 구성된다.

**VITAGENE(미국):** 개인이 원하는 범위에 따라 3가지 제품 카테고리 중 설정할 수 있다(표 3). 제품마다 DNA 유전자형에 맞는 식사지침, 보충제, 운동법, 혈통추적분석 보고서가 있으며, 추가적으로 피부 상태 관련 보고서와 개인 맞춤형 식이보충제(1일 1회분으로 포장, 총 90일 제공, 매월 배송)를 제공한다(그림 17). 이들 제안은 과학적인 근거자료를 통해 유전자, 영양, 운동 간의 관련성이 보고된 결과를 활용하여 개인의 유전자형에 맞는 생활습관을 제안한다.

**네슬레 Wellness Ambassador(일본):** 2018년 5월 네슬

표 2. 대상자에게 선택된 가장 인기 있는 영양충재방법

Intervention	n	% choosing
Vitamin D3	303	29.4
Psyllium husk	240	23.3
Berberine	217	21.0
Garlic	195	18.9
Increase fiber	174	16.9
Eat more fish	164	15.9
Eat more oatmeal	162	15.7
Drink green tea	136	13.2
Intermittent fasting	134	13.0
Eat more dairy	121	11.7
Eat nuts every day	120	11.6
Spirulina	105	10.2
Go vegetarian	101	9.8
Lose weight	101	9.8
Eat more fiber	91	8.8
Vitamin C	91	8.8
Reduce red meat consumption	88	8.5
Eat enough calories	86	8.3
Get plenty of sleep	82	7.9
Eat enough protein	81	7.8

레 일본에서 개인 맞춤형 영양 프로그램 “Wellness Ambassador”을 런칭한 것으로 발표했다(FOODDIVE, 2018). 이 프로그램은 인공지능(artificial intelligence,

AI), DNA 분석과 식이와 건강에 대한 소비자 데이터를 수집하기 위한 식사 분석을 결합하였으며, 소비자의 특성에 맞는 식품을 제공한다. 대략 100,000개의 프로그램 참여자가 있으며, 식사를 찍은 사진을 핸드폰 앱에 올리면 인공지능을 사용하여 식사와 운동 변화 및 개인 맞춤형 보충제를 제안하는 식으로 진행된다(그림 18). 이 프로그램 등록비는 약 1년에 600달러 수준이며, 이는 네슬레가 차, 음료와 비타민을 강화한 음료를 제공하는 데 사용된다고 보고된다. 2019년 10월에는 “Preamium course”를 런칭하여 월 980엔을 추가하면 영양사를 통한 별도의 개별 상담을 매월 1회 받을 수 있다. 해당 프로그램은 개인이 특정 건강 문제를 가지고 있는지 확인하기 위하여 집에서 직접 혈액과 DNA를 채취하여 연계된 검사기관에 보낸 후, 검사 결과는 소비자가 직접 받을 수 있다. 혈액 검사는 Halmek Ventures 社와 유전자 검사는 Genesis Healthcare 社와 연계하여 수행된다.

#### 건강진단과 영양/생활서비스 제공

DayTwo(이스라엘/미국): Weizmann Institute of Science가 주축인 이스라엘의 연구팀이 2015년 Cell 지(Zeevi 등, 2015)에 발표한 식후혈당반응 예측에 따른 개인 맞춤 영양에 대한 결과를 바탕으로 이어진 스타트업

표 3. VITAGENE 제품 카테고리

제 품	기본 옵션	기타 사항
Health + Ancestry Report	식이, 보충제, 운동, 혈통추적분석 보고서	23andMe 결과 활용도 가능
Premium Health + Ancestry Report	식이, 보충제, 운동, 혈통추적분석 보고서	피부 상태 보고서 추가
Vitality Bundle	식이, 보충제, 운동, 혈통추적분석 보고서	DNA 분석포함 총 90일간 매월 개인 맞춤 식이보충제 수령 가능

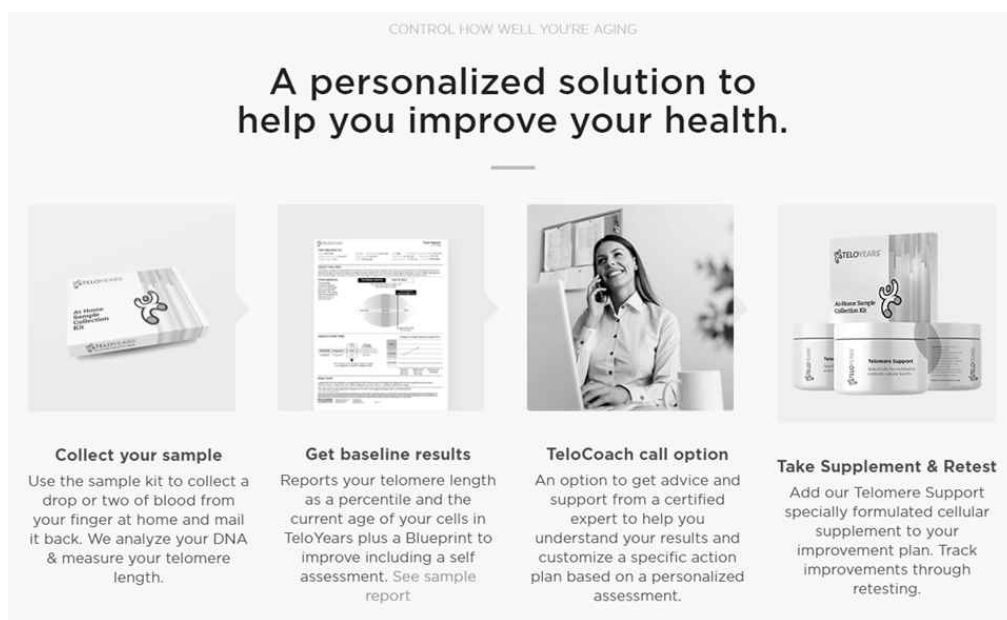


그림 15. TELOYEARS 제품 이용 과정.

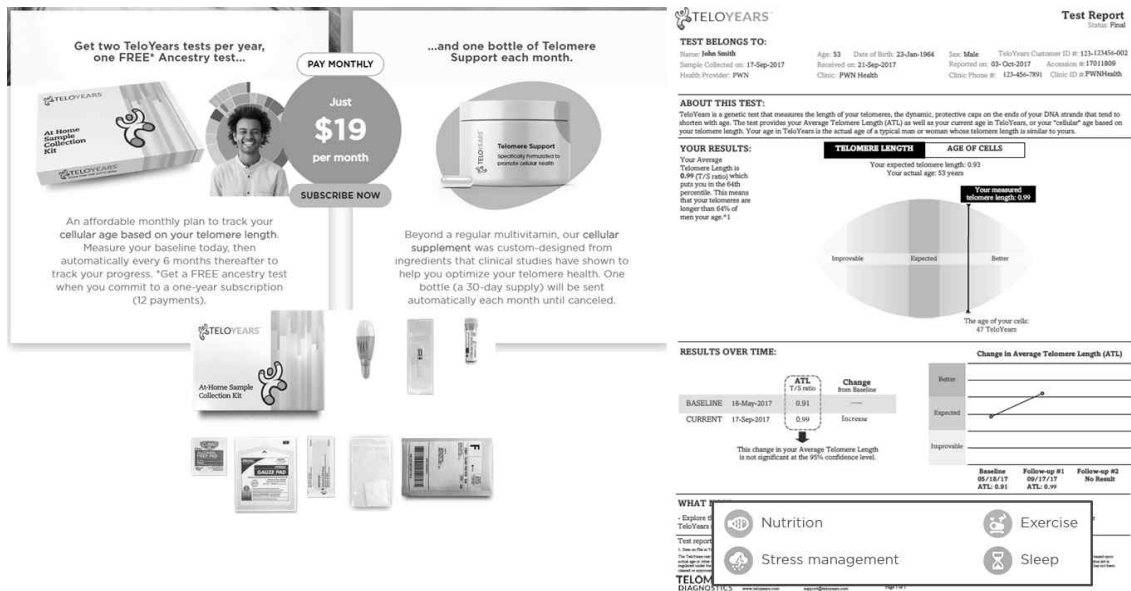


그림 16. TELOYEARS의 제품과 결과지 예시.



그림 17. VITAGENE의 제품과 서비스 이용 과정.

이다. 위 연구에서는 800명의 이스라엘 남녀 성인을 대상으로 전문가의 개별 상담과 기계학습모델을 활용한 개인 맞춤 식사의 식후 혈당반응 차이를 비교했다(그림 19). 대상자의 식사 46,898건에 대한 식후 혈당 반응 정보를 비교한 결과, 특정한 식사에 대한 반응이 달라 일반적인 식사 제안(dietary recommendations)은 제한적임을 우선 확인했다. 이에 기계학습 알고리즘을 이용하여 혈중

생화학적 지표, 식사 습관, 신체계측지표, 신체활동량, 장내 미생물체 데이터를 통합하여 일상 식사에 대한 식후혈당반응을 개별적으로 예측할 수 있도록 정확성을 높였다. 아울러 별도의 100명을 모집하여 이러한 예측 모델 시스템을 검증하였으며, 일반적인 전문가 기반 상담 결과와 기계학습 알고리즘 예측에 따른 개인 맞춤 상담 결과를 비교한 결과, 일반적인 상담보다 더 효과가 큰 것으로 나



그림 18. 네슬레 “Wellness Ambassador” 프로그램을 위한 핸드폰 앱 및 홈키트.

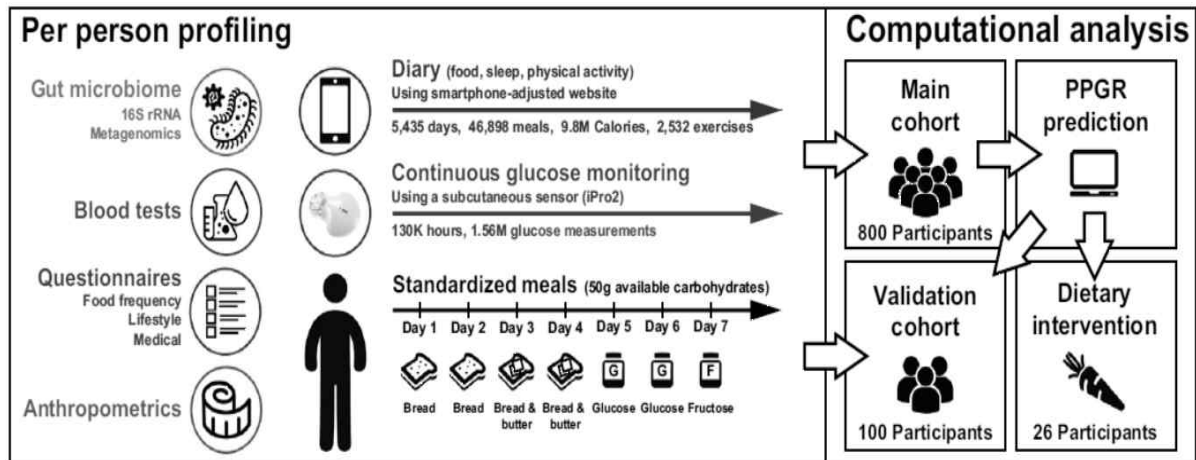


그림 19. 기계학습 알고리즘에 따른 개인 맞춤형 식후혈당반응 예측 기술 개발과정.

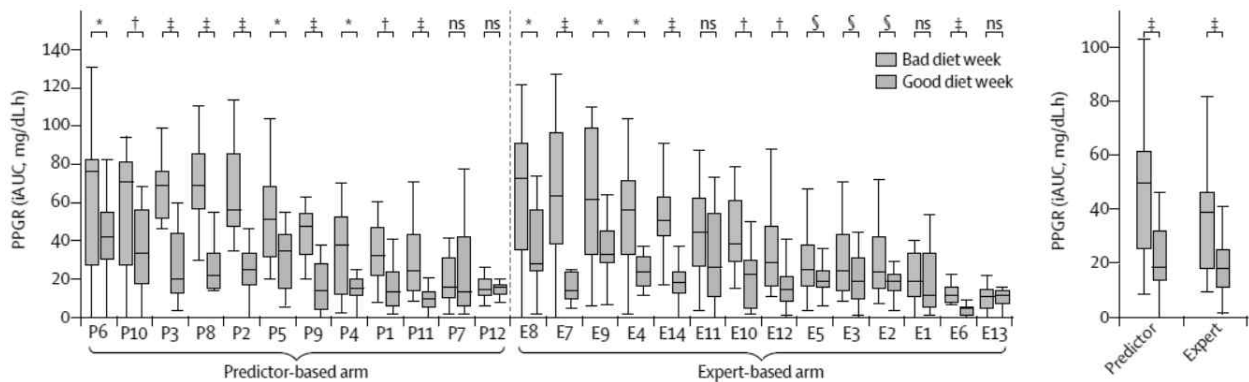


그림 20. 전문가 기반 식사지침과 기계학습 알고리즘 기반 개인 맞춤형 식사지침 간의 식후혈당반응 차이 결과 비교.

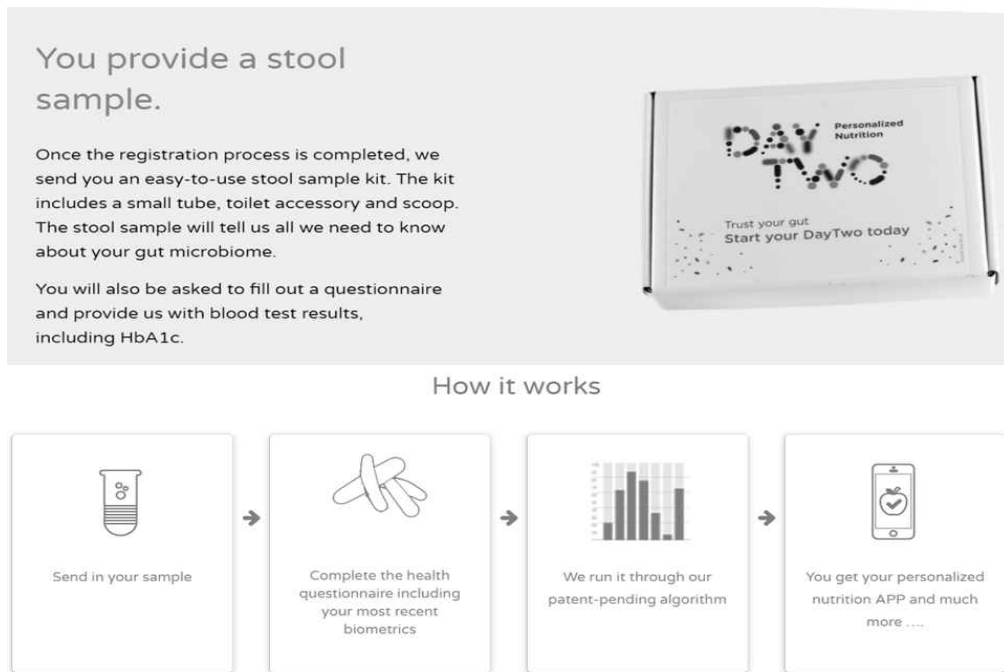


그림 21. DayTwo의 개인 맞춤 영양관리서비스를 제공받기 위한 진행 단계.

타났다(그림 20). 본 연구는 미국의 Mayo Clinic에서 이 기계학습모델을 통해 예측된 모델을 중서부 미국 성인 코호트(대상자: 327명)를 대상으로 검증했다(Mendes-Soares 등, 2019). 이를 통해 한 국가에서 연구된 결과가 타 국가에도 적용됨을 확인하여 연구결과의 성과를 증대시켰다. 개인 맞춤 영양서비스를 제공받기 위한 평가 방법은, 그림 21과 같은 도구를 구입한 후, 혈액 생화학적 지표 분석 결과, 생활습관 조사지, 변 샘플을 회신한다. 이들 데이터를 예측 시스템에 접목하여 해당 대상자의 현재 상태와 어떤 식이지침이 필요할지 확인한다. 여기에서는 특정한 제품을 추천하는 것 보다 전반적인 식사 계획을 제안하고, 그에 따른 요리방법을 소개하거나 운동 방법을 태블릿 PC 또는 핸드폰 애플리케이션을 통해 제공한다.

**habit(미국):** 미국 Caltech의 Leroy Hood 박사/의사, 네덜란드 TNO의 Ben van Ommen 박사의 공동연구를 통해 개발되었으며, 과학적인 근거자료 기반 제안 시스템을 활용하고 있다. 이를 위하여 530건 이상의 참고문헌을 사용하였고, 이를 위한 과학적인 근거 기반은 Genes & Nutrition 2017년에 발표된 바 있으며(Wopereis 등, 2017), 네덜란드 TNO의 phenflex challenge test(고탄수화물/고지방 부하 검사)를 통해 20명의 건강한 성인과 20명의 제2형 당뇨병 남성 환자의 식사 후 다양한 지표의 변화를 관찰하였으며, 7개 신체 기관(장, 간, 지방, 췌장, 심혈관, 근육, 신장)에 분포되어 있는 26개의 대사과정과 연관된 132개의 지표를 건강상태에 따라 정량화했다. habit에서는 소비자가 habit 키트를 구입하면 구강상피세포를 이용한 DNA 분석, 공복 혈액 검사, 경구 고탄수화물

/고지방 부하 검사(phenflex challenge test: 음료를 섭취하고, 정해진 시간에 따라 채혈침을 이용하여 손가락에 혈액을 짜내 시험지에 흡인 또는 점적시키는 방법을 이용), 신체 계측과 행태 조사를 통하여 70개 영양소와 관련된 혈중 지표, 대사체와 유전체 지표를 측정한다. 분석된 결과를 바탕으로 개인의 반응을 평가한 후, 개인의 특성에 따라 어떤 식품을 섭취해야 하는지, 그 식품을 섭취하기 위해서 어떤 음식을 먹는 것이 좋은지, 어떤 조리법을 통해 만들 수 있는지를 제안한다(그림 22). 최근에는 체내 영양소를 제공하는 체내 박테리아, 바이러스, 이스트, 곰팡이를 목표로 하여 AI를 사용해 분자 수준에서 신체를 이해하고자 하는 스타트업인 Viome에서 habit를 Campbell로부터 인수했다. 이는 habit의 개인 맞춤 영양관리서비스에 장내 미생물체 정보를 접목시켜 현재 개인 맞춤



그림 22. habit가 제공하는 분석 데이터와 개인 맞춤 서비스 예시.

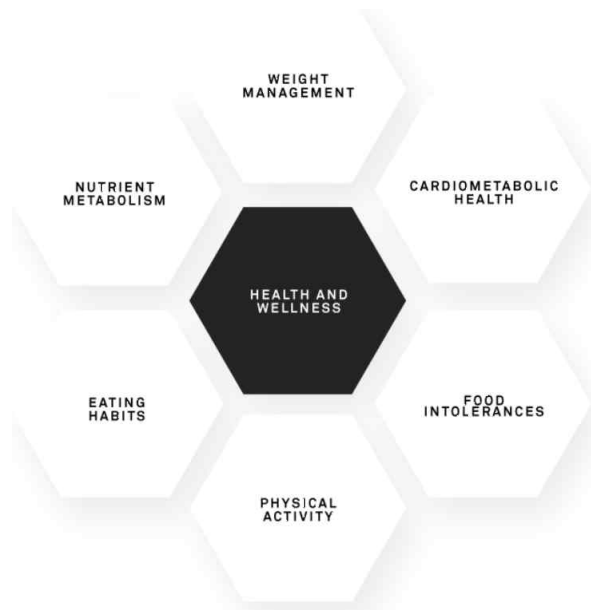


그림 23. Nutrigenomix의 관련 건강 영역.

영양관리서비스의 범위를 확대하고자 하는 것이다.

**Nutrigenomix(미국):** 캐나다 토론토 대학에서 설립한 스타트업 생명공학 기업으로, 유전자 분석을 기본으로 개인 맞춤형 식이를 제안한다. 건강(health), 운동(fitness)과 임신(fertility)의 항목 중 관심 있는 영역을 선택할 수 있다. 이 중 건강 카테고리에는 그림 23과 같이, 영양소대사, 체중 관리, 심대사 건강, 식습관, 신체활동량, 식품불내성(food intolerance)의 관점에서 해당하는 유전자들을 선별한다. 기본 개념은 개인별 특정 유전자로 인하여 섭취하는 식품, 음료 및 식이보충제에 어떻게 다르게 반응하는지 연구한 무작위배정 대조연구를 바탕으로 유전자 지표 45개를 선정한다. 예를 들면, 2,014명의 사람을 대상

으로 빠른 카페인 대사를 보이는 CYP1A2\* 1A allele를 가진 경우와 느린 카페인 대사를 보이는 CYP1A2\*1F를 가진 경우를 비교한 결과, 느린 카페인 대사를 가진 사람에게서 심장질환의 위험이 높은 것을 확인하였으며, 빠른 카페인 대사를 가진 사람은 반대로 나타나 심장 보호 효과가 있는 것을 확인한 연구가 있다. 이를 바탕으로 개인이 어느 유전형을 가지고 있는지 확인한 후 그 한계를 극복할 수 있도록 섭취해야 할 식품과 신체활동량 등을 제안한다.

**DNAfit(미국):** 소비자가 Diet, Body, Health 3종의 제품 중 원하는 제품을 선택할 수 있으며, Dietfit는 개인 맞춤형 영양과 식사 계획, Bodyfit는 DNA 유전형과 관련된 개인 맞춤형 운동과 영양에 대한 보고서와 영양사의 개별 상담이 포함된다. Healthfit는 운동과 영양에 대한 내용뿐 아니라 스트레스와 수면의 영역까지 포함된다. DNA 분석은 직접 구강상피세포를 채취하여 진행할 수 있고, 23andMe 결과가 있으면 이를 활용할 수도 있다. 근거자료에 기반하여 영양, 최적의 식사와 운동 유형, 지방과 탄수화물 민감성, 식품 민감성 또는 내성, 스트레스와 수면 반응에 관련 있는 DNA 유전형(그림 24)에 따라 개인 맞춤형 상담과 계획을 진행한다.

**ORIG3N(미국):** 구강상피세포를 채취하여 진행되는 DNA 분석을 기본으로 하여 영양, 대사, 관절, 비타민, 카페인 내성, 유당불내증, 운동(근력, 스키/스노보드, 달리기, 회복), 배고픔과 체중, 아동발달(언어발달, 체력, 수면과 행동, 영양), 뷰티(피부 건강, 노화, 햇빛 민감도, 머리카락), 행동(기분, 행동, 스트레스 내성), 알코올 분해, 슈퍼히어로(근력, 스피드, 언어발달) 항목과 관련된 유전자를 분석하고, 이 결과에 따라 개인에게 맞는 식품 선택과 운동 방법을 제안한다(그림 25). DNA 분석은 직접 구강상피세포를 채취하여 진행할 수 있고, 23andMe 결과가 있으

## Our science, your DNA

We are all different, and a part of this difference is as a result of our genetic profile.

Genetically, there are the differences that we all see, such as eye and hair colour, but there are also the differences we don't see, how we metabolise nutrients for example, the way we deal with toxins, how well we react to different types of exercise – we all interact with the environment in our own unique way.

Genetically we are almost identical, but in each gene there are points of variation. The most common type of variation is a single base change at a particular position – this variation is called a Single Nucleotide Polymorphism, or SNP for short (pronounced 'snip').

GPX1	TNF	ADH1C	BCKRB2	HLA	NRF2	LCT	MTHFR	GDF5	GSTM1
ACE	CYP1A2	IL6R	APOC3	LPL	EPHX1	ACTN3	AGT	IL6	TRHR
ADRB2	ADRB2	SOD2	CAT	ADRB3	PPARA	PPARGC1A	COL1A1	COL5A1	GSTT1
	APOA2	FABP2	FTO	PPARG	TCF7L2	VDR	CRP	VEGF	

그림 24. DNAfit에서 판단 근거 기준으로 사용하는 유전자 지표 예시.



그림 25. ORIG3N의 제품과 개인 맞춤형 제안 예시.

면 이를 이용할 수도 있다.

## 결론

생활습관조사를 통한 개인 맞춤 건강기능식품과 영양/생활서비스 제안으로 가는 경우가 많은 것을 확인하였고, 이는 전문가의 과학적인 근거에 기반하여 연관성이 보고된 제품들을 추천하는 것으로 보여진다. 특히 맞춤 건강기능식품의 경우, 원하는 또는 필요한 기능성에 맞추어 1일 1회 섭취로 소분하여 30일 또는 최대 90일 동안 섭취할 수 있는 분량으로 제조 및 판매 중이다. 제안받는데 사용되는 주요 건강기능식품 소재는 비타민, 무기질, 식물성 소재, 유산균, 적응소 등으로 확인되었다. 온라인 판매점 하단에는 “These statements have not been evaluated by the Food and Drug Administration. This product is not intended to diagnose, treat, cure or prevent any disease.”라는 문구를 통하여 개인 맞춤형 건강기능식품 또는 영양 상담서비스의 제한점을 제시한다.

최근에는 컴퓨터 모델링을 적용하여 기계학습 알고리즘을 활용하여 현재 축적된 모든 자료(생활습관 포함 DNA, 혈액 생화학적 지표, 오믹스 지표)를 바탕으로 연관성 있는 가능한 조합을 전부 찾아 개인에게 맞는 영양/생활서비스(제공처: habit, DayTwo)를 제공하거나 이러한 서비스와 함께 필요한 영양소나 기능성 소재를 제안(제공처: InsideTracker)한다. 위와 같은 컴퓨터 알고리즘을 통해 제안된 개인 맞춤형 제안을 적용한 경우에 그 효능이 있는지 검증하는 연구는 두 기업체(InsideTracker,

DayTwo)에만 수행되었다. 그러나, 여전히 이는 식습관이나 생활습관(운동량)의 변화로 확보한 결과이며, 개인 특성에 맞는 건강기능식품을 제안받아 이를 섭취한 후의 건강 증진 효과를 검증한 경우는 거의 확인하기 어려운 실정이다.

영양상태에 대한 유전적 요인의 영향과 함께 개인 간 다양한 요인들이 영양소의 흡수, 대사, 분포, 이용, 저장과 배출에 영향을 줄 수 있다. 영양상태에 영향을 줄 수 있는 조절불가능 요인에는 연령, 성별과 환경 독성물질이 있으며, 조절가능 인자로는 흡연, 약물 복용(i.e., 약물-영양소 상호작용), 영양소 섭취(i.e. 영양소-영양소 상호작용), 염증, 생애주기(e.g., 임신, 수유), 질환의 여부가 있다(Blumberg 등, 2018). 따라서, 이와 같은 요인들과 식품 소재의 체내 흡수, 수송, 대사의 개인 간 변이(inter-individual variation)를 고려하여 특정 건강기능식품 소재에 대한 반응군-비반응군을 정의하고, 그 특성의 차이에 따라 최적의 건강 유지 또는 증진을 이룰 수 있는 맞춤형 전략을 세우기 위한 연구가 필요하다.

정밀영양은 아직 태동기에 있으며, 유전자 기반의 접근 방식을 지지하는 대부분의 과학적 근거자료는 추가적인 연구가 요구된다(de Toro-Martín 등, 2017). 아울러, 건강전문가들의 고급 교육 과정에서 개인 맞춤형 접근에 대한 내용이 부족한 점 등 실제 실행(general practice)에서 당면하고 있는 현실적인 어려움이 있다. 전체적인 정밀영양 프레임워크 설계에는 모든 이해관계자의 협력이 요구되며, 건강 관련 전문가도 새로운 방법론과 기술을 익혀야 하며, 정책입안자들은 데이터 취합에 따른 개



인정보의 보호와 보안까지 아우르는 종합한 정책을 제안해야 할 것이다. 덧붙여, 산업체에서는 일반 대중이 지불 및 접근 가능한 정밀영양 도구의 개발을 추구함으로써 실질적으로 정밀영양을 널리 사용할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 정밀영양은 유전자 데이터, 표현형, 사회적, 문화적, 개인적 선호도, 생활습관을 통합하여 개인적인 영양으로 제공하는 것이지만 공중보건의 관점에서 식품 섭취에 영향을 주는 환경적, 사회적 분위기를 구축하는 것과 함께 윤리적, 법률적, 정책적인 면 또한 정의되고 실행되어야 할 것이다.

## 요 약

본 연구에서는 맞춤형 건강기능식품에 대한 국내외 사례를 소개하고자 한다. 맞춤형 건강기능식품이란 개인이나 특정한 그룹의 건강상태 및 요구도 등을 맞춤형 영양 서비스를 통하여 파악하고, 개인 등의 건강상태에 따라 맞추어서 개발되거나 조합된 건강기능식품을 말한다. 맞춤형 영양서비스에는 개인의 건강상태 및 요구도를 파악하는 확인(assessment) 단계, 개인 건강상태를 조절하는데 도움을 줄 수 있는 제품을 추천(product)하는 단계, 적절한 생활 습관 코칭 및 식이 지침을 종합적으로 제안하는 서비스(service) 단계로 구분할 수 있을 것이다. 현재 국내에서 제공하고 개인의 건강상태 및 요구도를 파악하는 확인(assessment) 방법으로는 기존의 영양 상태를 확인하는 설문조사 방법 및 모발검사 방법 이외에 최근에는 피부 진단기기를 이용한 영양상태 분석, 유전자 분석을 통한 건강예측, 대사체 및 장내미생물 분석 등이 있으며, 이러한 서비스를 제공하는 기업이 많아지고 있다. 제 외 국에서는 이러한 서비스를 기반으로 개인의 건강상태에 따라 이에 적합한 비타민 및 기타 보충제를 조합하여 개인에게 맞춘 제품을 판매하는 서비스가 확대되고 있다. 컴퓨터 모델링이 적용된 기계학습 알고리즘을 활용하여 필요한 영양소나 기능성 소재를 제안하지만, 그 효능에 대한 검증은 수행되기 어려운 실정이다. 영양상태에 영향을 줄 수 있는 다양한 요인들과 식품 소재의 체내 메커니즘을 고려하여 특정 건강기능식품 소재에 대한 반응군-비반응군을 정의하고, 그 특성의 차이에 따라 최적의 건강 유지 또는 증진을 이룰 수 있는 맞춤형 전략을 세우기 위한 연구가 필요하다. 정밀영양의 발전을 위해 건강전문가와 정책입안자 및 개인정보 보호와 보안과 관련된 모든 이해관계자의 협력이 요구되며 산업체에서는 일반 대중의 접근이 가능한 실질적인 대안이 필요하다. 또한 공중보건의 관점에서 환경적 및 사회적 분위기 구축과 함께 윤리적, 법률적, 정책적인 면을 정합하여 결론을 도출해야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 2019년도 식품의약품안전처의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- BASF. BASF launches PeptAlde in sports nutrition with state-of-the-art technology to modulate inflammation. 2018 Nov 6 [cited 2020 Nov 3]. Available from: <https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2018/11/p-18-363.html>
- Blumberg JB, Bailey RL, Sesso HD, Ulrich CM. The evolving role of multivitamin/multimineral supplement use among adults in the age of personalized nutrition. *Nutrients*. 2018; 10(2):248. doi: 10.3390/nu10020248.
- Camp KM, Trujillo E. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: nutritional genomics. *J Acad Nutr Diet*. 2014; 114:299-312.
- Danone Nutricia Research. Precision Nutrition D-Lab: Harnessing digital technology to provide tailored nutritional care in early life. 2018 May 14 [cited 2020 Nov 3]. Available from: <https://www.nutriciaresearch.com/precision-nutrition-d-lab-harnessing-digital-technology-to-provide-tailored-nutritional-care-in-early-life/>
- de Toro-Martín J, Arsenault BJ, Després JP, Vahl MC. Precision nutrition: A review of personalized nutritional approaches for the prevention and management of metabolic syndrome. *Nutrients*. 2017; 9(8):913. doi: 10.3390/nu9080913.
- FOODDIVE. Nestlé's personalized nutrition pilot taps AI, uses consumer DNA. 2018 Sep 5 [cited 2020 Nov 3]. Available from: <https://www.fooddive.com/news/nestles-personalized-nutrition-pilot-taps-ai-uses-consumer-dna/531560/>
- Grimaldi KA, van Ommen B, Ordovas JM, Parnell LD, Mathers JC, Bendik I, et al. Proposed guidelines to evaluate scientific validity and evidence for genotype-based dietary advice. *Genes Nutr*. 2017; 12:35. doi: 10.1186/s12263-017-0584-0.
- 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*. 2019; 2(2):e188102. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.8102.
- Nestle. Nestlé and Samsung to collaborate on digital nutrition and health. 2016 Jul 28 [cited 2020 Nov 3]. Available from: <https://www.nestle.com/media/news/nestle-samsung-collaboration-digital-nutrition-health>
- NUTRAIngredients. Nestlé and Nuritas announce collaboration on artificial intelligence based discovery of food-derived bioactive peptides. 2018 Feb 09 [cited 2020 Nov 3]. Available from: <https://www.nutraingredients.com/Article/2018/02/09/Nestle-and-Nuritas-announce-collaboration-on-artificial-intelligence-based-discovery-of-food-derived-bioactive-peptides>
- Wang DD, Hu FB. Precision nutrition for prevention and management of type 2 diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2018; 6:416-426.
- Westerman K, Reaver A, Roy C, Ploch M, Sharoni E, Nogal B, et al. Longitudinal analysis of biomarker data from a personalized nutrition platform in healthy subjects. *Sci Rep*. 2018; 8:14685. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33008-7>

Wopereis S, Stroeve JHM, Stafleu A, Bakker GCM, Burggraaf J, van Erk MJ, et al. Multi-parameter comparison of a standardized mixed meal tolerance test in healthy and type 2 diabetic subjects: the PhenFlex challenge. *Genes Nutr.* 2017.

12:21. doi: 10.1186/s12263-017-0570-6.

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.