



Nutrición Hospitalaria



Retos actuales de la investigación en nutrición aplicada: ¿persona o población? *Current challenges of nutrition applied research: ¿person or population?*

Ángel Gil Hernández

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix. Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada. Instituto de Investigación Biosanitario de Granada. Granada. CIBEROBN. Madrid

Resumen

Durante la segunda mitad del siglo xx la nutrición se ha desarrollado de forma acelerada, basada en los conocimientos de ciencias básicas, como la bioquímica y la fisiología, y de ciencias aplicadas, como la epidemiología y la salud pública. En ese período se han establecido recomendaciones de nutrientes para determinados segmentos de población según su sexo, edad y condición fisiológica. No obstante, a pesar de los conocimientos generados, la desnutrición, tanto por defecto (deficiencia proteico-energética y de micronutrientes) como por exceso (sobrepeso y obesidad), representa una lacra para numerosos países.

En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el fin de "garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades", y se determinaron una serie de metas específicas para la nutrición materna, la de los lactantes y la de los niños de corta edad, así como para la prevención y control de las enfermedades crónicas no transmisibles. A pesar de que existen recomendaciones de ingesta de nutrientes a nivel poblacional, los individuos responden de forma diferente a las intervenciones en los estilos de vida a causa de que sus variantes génicas influyen en la absorción y utilización metabólica de los nutrientes. Es decir, la respuesta de un individuo a la ingesta de alimentos (y, por lo tanto, de los nutrientes) resulta de la interacción de factores metabólicos, genéticos, ambientales y sociales.

La genómica nutricional es la ciencia que trata de facilitar una explicación a nivel molecular de cómo los nutrientes y otros componentes de los alimentos interactúan con el conjunto de genes de un individuo y su repercusión sobre el estado de salud. Las herramientas de las ciencias ómicas (genómica, epigenómica, transcriptómica, proteómica y metabolómica) aplicadas a la nutrición posibilitan el desarrollo de la genómica nutricional. Mientras que el concepto de "nutrición personalizada" se refiere a la adaptación de la dieta a las necesidades y preferencias individuales, la "nutrición de precisión" predice si un individuo concreto va a responder a determinados nutrientes y patrones dietéticos, de forma que la utilización de la información genética y fenotípica del individuo puede contribuir a la prevención de la enfermedad.

Uno de los mayores retos de la nutrición es posibilitar una nutrición de precisión basada en el conocimiento para contribuir así a mejorar la salud de la población y disminuir la incidencia de enfermedades crónicas.

Abstract

During the last half of the 20th century, Nutrition has evolved in a quick way based on the knowledge of both basic sciences as Biochemistry and Physiology and applied sciences as Epidemiology and Public Health. In that period the nutritional requirements for different population groups grouped by sex, age and physiological conditions have been established. However, in spite of the enormous knowledge in food and nutritional sciences, malnutrition by nutrient deficiencies (protein-energy undernutrition and micronutrient deficiencies) and by excess of nutrient intake (overweight and obesity) continues being a critical burden and challenge for numerous countries.

In September 2015, the General Assembly of the United Nations established the "Sustainable Development Goals" with the aim of "to warrant a healthy life and promote the welfare for all in all ages", and defined a number of targets to reach maternal, infant and childhood nutrition, as well as to prevent non-communicable chronic diseases. Even though there are food intake guidelines and general recommendations for population nutrient intakes, individuals respond differently to lifestyle interventions depending on their genetic variants, which in turn influence the absorption and metabolism of nutrients. Indeed, the response of an individual to food intake and nutrients is the result of the interaction of a number of metabolic, genetic, environmental and social factors.

Nutritional genomics is the science trying to facilitate an explanation at molecular levels of how nutrients and other bioactive food components interact with the genes of an individual and their effects on health. The new "omics" science tools (genomics, epigenomics, transcriptomics, proteomics and metabolomics) applied to nutrition is currently allowing the development of nutritional genomics. While "personalized nutrition" refers to the adaptation of the diet to individual needs and preferences, "precision nutrition" predicts whether an individual is responding or not to specific nutrients and food and dietary patterns in such a way they can contribute to the prevention of disease based on the genetic information and phenotype of that particular individual.

One of the biggest challenges of nutrition today is to make possible precision nutrition in order to contribute to the improvement of the population and decrease the burden of non-communicable chronic diseases.

Palabras clave:

Ciencias ómicas.
Genómica
nutricional. Nutrición
personalizada.
Nutrición de
precisión. Objetivos
de desarrollo
sostenible.

Key words:

Omics. Nutritional
genomics.
Personalized
nutrition. Precision
nutrition. Sustainable
development goals.

Correspondencia:

Ángel Gil Hernández. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix. Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada. Parque Tecnológico de la Salud. 18100 Armilla, Granada
e-mail: agil@ugr.es

Gil Hernández Á. Retos actuales de la investigación en nutrición aplicada: ¿persona o población?
Nutr Hosp 2018;35(N.º Extra. 4):39-43

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2123>

INTRODUCCIÓN

En el año 2000, 189 países pertenecientes a las Naciones Unidas firmaron los objetivos de desarrollo del milenio (ODM), que debían alcanzarse en el año 2015 y que incluían erradicar la pobreza extrema y el hambre, lograr la educación básica para todos y la igualdad de oportunidades para el hombre y la mujer, reducir la mortalidad infantil, mejorar la salud en la maternidad, avanzar en la lucha contra el sida y otras enfermedades, asegurar un medioambiente sano y seguro y lograr una sociedad global para el desarrollo. Dentro de los ODM específicos relacionados con la nutrición, se acordó acabar con la malnutrición infantil, alcanzar una nutrición materna óptima, proveer alimentos de forma sostenible y contribuir a la disminución de las enfermedades crónicas (1,2).

Al finalizar el año 2015, aunque se habían realizado progresos sustanciales en numerosos países en relación con los ODM, la realidad mostró que la mayor parte de los objetivos estaban lejos de alcanzarse (2): 925 millones de personas siguen pasando hambre, 1.200 millones de personas subsisten con un dólar al día, 2.500 millones de personas no tienen acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas y unos 6,3 millones de menores de cinco años perdieron la vida en 2013, la mayoría por enfermedades tratables (un 49% menos respecto a 1990). Además, la desnutrición, que incluye la limitación del crecimiento fetal, el retraso del crecimiento, la emaciación y la carencia de vitamina A y zinc, junto con la lactancia materna subóptima, son las causas subyacentes de un 45% de las defunciones de niños menores de 5 años. Asimismo, la proporción de niños con insuficiencia ponderal en los países en desarrollo aún sigue siendo muy elevada (con una disminución del 28% al 17% entre 1990 y 2013).

Por otra parte, 41 millones de personas fallecieron en 2015 a causa de enfermedades crónicas no transmisibles, principalmente enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades inflamatorias, pulmonares y otras (3). En la escala de la malnutrición publicada en 2016, de un total de población mundial de alrededor de 7.000 millones de personas, aproximadamente una tercera parte tiene deficiencias por micronutrientes y casi 800 millones sufren desnutrición calórica. Asimismo, de un total de 5.000 millones de adultos, casi 2.000 millones tienen sobrepeso u obesidad y 1 de cada 12 personas sufre diabetes de tipo 2. Por lo que se refiere a los niños, de un total de 667 millones por debajo de 5 años, 150 millones presentan fallo de medro, 50 millones no alcanzan el peso adecuado para su edad (es decir, sufren emaciación) y 41 millones tienen sobrepeso (3).

Dada esta situación, en septiembre de 2015 la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel mundial con un gran objetivo general que consiste en "garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades". Los ODS son fruto del acuerdo alcanzado por los Estados miembros de las Naciones Unidas y se componen de una Declaración, 17 ODS, 169 metas y 230 indicadores que deberían utilizarse para realizar el seguimiento de los logros y para demostrar que los objetivos podrían alcanzarse plenamente en 2030 (4).

La nutrición es un aspecto de particular importancia dentro de los ODS. De hecho, se han establecido una serie de metas específicas de nutrición que se refieren a las indicadas por la Asamblea Mundial para la Salud (World Health Assembly) para la nutrición materna, la de los lactantes y la de los niños de corta edad (5), así como a las metas de nutrición indicadas por el Marco Global de Monitorización para la Prevención y Control de las Enfermedades Crónicas no Transmisibles (*Global Monitoring Framework for the Prevention and Control of NCD*) (6).

Al menos 12 de los 17 ODS contienen indicadores muy relevantes para la nutrición que reflejan su papel central en el desarrollo sostenible. La mejora del estado nutricional representa una plataforma de progreso para la salud, la educación, el empleo, el empoderamiento de la mujer y la reducción de la pobreza y la desigualdad. A su vez, la pobreza y la desigualdad, el acceso al agua, la salubridad y la higiene, la educación, los sistemas alimentarios, el cambio climático, la protección social y la agricultura tienen un impacto muy importante en los resultados de la nutrición (3,5).

En un informe de 2016 del International Food Policy Research Institute (IFPRI) de Estados Unidos, se reveló que el estatus y el bajo empoderamiento de la mujer representan causas importantes de malnutrición en el mundo. Así, las madres adolescentes (menores de 18 años) tienen una mayor probabilidad de tener hijos con fallo de medro. Por el contrario, si las madres tienen educación secundaria, la probabilidad de tener niños con fallo de crecimiento es mucho menor. Por tanto, parece importante incorporar metas de nutrición en los sectores sociales y de desarrollo y medir el impacto de los presupuestos estatales en este ámbito (3).

Los países miembros de la Organización Mundial de la Salud (OMS) han establecido metas globales para mejorar la nutrición materna, la del lactante y la del niño pequeño, y están comprometidos con el control de los avances. Las metas son vitales para identificar áreas prioritarias y propiciar los cambios a nivel mundial. En concreto, en relación a la talla, la meta es reducir un 40% el retraso en el crecimiento (talla baja para la edad) en los niños menores de cinco años. Por lo que se refiere a la anemia, la meta es reducir al 50% la anemia en mujeres en edad reproductiva. En los recién nacidos de bajo peso al nacer, se trata de reducir la incidencia hasta el 30%, y en el sobrepeso, no aumentar las cifras actuales. En cuanto a la lactancia materna, la meta es que al menos el 50% de las mujeres lacten de forma exclusiva en los primeros seis meses. Asimismo, otra de las metas es reducir y mantener por debajo del 5% la emaciación en niños (5).

Es obvio que para conseguir estos objetivos se necesitarán programas de acción concertados y el compromiso de todos: Gobiernos, agencias de Naciones Unidas (FAO, OMS, Unesco, etc.), organizaciones civiles (fundaciones y entidades sin ánimo de lucro), compañías privadas y otros donantes.

Uno de los retos más importantes de la salud pública a escala mundial es prevenir las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), y en ello la nutrición desempeña un papel muy importante. El consumo disminuido de frutas y verduras, la ingesta elevada de sal y de hidratos de carbono simple, así como la de alcohol, conjuntamente con la inactividad física, además del consumo de tabaco, se relacionan de forma muy directa con la prevalencia de

ECNT, muy especialmente con las enfermedades cardiovasculares (ECV), la *diabetes mellitus* de tipo 2, el cáncer y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Tan solo aplicando los conocimientos actuales, la mortalidad por ECNT podría reducirse en un 50% (6). En este sentido, el marco de “paso a paso”, sugerido por la OMS, ofrece una aproximación práctica y flexible en el ámbito de la salud pública para ayudar a los ministerios de salud a equilibrar las necesidades y prioridades al mismo tiempo que se implementan intervenciones basadas en la evidencia.

Para disminuir la incidencia y la prevalencia de las ECNT, se necesitan acciones integradas, comprensibles y amplias que combinen estrategias de población para reducir los factores de riesgo, así como acciones dirigidas a los individuos de alto riesgo. Una pequeña disminución de los factores de riesgo a nivel poblacional puede tener un efecto muy importante en la disminución de la carga actual que representan las ECNT. Las estrategias de prevención y control integradas son muy efectivas, ya que están focalizadas a factores comunes de riesgo para muchas de estas enfermedades, como las ECV, los infartos cerebrales y la diabetes de tipo 2. Este es el caso de una dieta poco saludable, de inactividad física y de consumo de tabaco (6).

Los estudios realizados por el grupo colaborador Global Burden of Disease (GBD) han provisto de herramientas que permiten la monitorización por países de los progresos realizados en relación a los ODS. En el último análisis realizado, se resalta la importancia no solo de los ingresos, de la educación y de la fertilidad como conductores de la mejora de la salud, sino que se enfatiza que las inversiones para conseguir los ODS no son suficientes (4).

INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN

Más allá de los retos a los que se enfrentan la alimentación y la nutrición a escala mundial y de salud pública, actualmente la investigación en nutrición se dirige a investigar el papel de los nutrientes y de los componentes no nutritivos de los alimentos a nivel molecular, así como el de sus metabolitos, con transportadores, receptores y cascadas de señalización celular, y sus interacciones con el genoma. Asimismo, otro de los grandes desafíos de la nutrición es conocer cómo los nutrientes, compuestos bioactivos de los alimentos y determinados patrones de alimentación influyen en el microbioma humano y cómo las modificaciones en la ecología microbiana intestinal intervienen en la mayor o menor prevalencia de las ECNT. Los hallazgos sobre las funciones de los nutrientes y de otros componentes alimentarios utilizando técnicas moleculares han guiado a la nutrición a un nuevo territorio que va mucho más allá de los estudios de nutrición clásica, y actualmente estamos viviendo la era de “la nutrición molecular” (7).

Una de las contribuciones más importantes del descubrimiento del genoma humano ha sido la constatación de que existen millones de diferencias en las secuencias de los genes de diferentes individuos. Las diferencias fenotípicas que distinguen a los individuos en la especie humana se deben, en gran medida, a las diferencias en la secuencia de sus genes, fundamentalmente centradas en la existencia de polimorfismos genéticos de un

solo nucleótido (*Single Nucleotide Polimorphisms*—SNP—), a las variantes en el número de copias (*Copy Number Variants*—CNV—) de algunos genes, a otras variantes como inversiones, inserciones y deleciones, así como al patrón de metilación génica. Todo ello influye sobre la expresión de numerosos genes y, por lo tanto, sobre los tipos y las concentraciones de las proteínas codificadas, lo que se traduce en cambios metabólicos específicos que, finalmente, condicionan la existencia de fenotipos concretos (7,8).

Las variaciones en la secuencia génica y en su patrón de metilación, así como las variantes en el número de copias de los genes y otras variantes genómicas, pueden condicionar la actividad de numerosas enzimas y transportadores, influyendo sobre su actividad metabólica y, por lo tanto, determinando el fenotipo del individuo y condicionando sus necesidades específicas de nutrientes. Esto significa que, al contrario de lo que la nutrición clásica ha preconizado, se necesita atender a los requerimientos nutricionales de individuos concretos y no tanto de poblaciones, pasando de una nutrición poblacional a una “nutrición personalizada” (9-11).

ÓMICAS Y NUTRICIÓN

La “genómica nutricional” es la nueva ciencia que explica los mecanismos moleculares por los que los componentes de los alimentos, tanto nutrientes como otros compuestos bioactivos de los alimentos, afectan a la salud de los individuos a través de su interacción con el genoma humano. A veces, se la denomina también “nutrigenómica”, en un sentido amplio, y su estudio incluye nuevas disciplinas, como la nutrigenética, la nutrigenómica en sentido estricto y la nutrieptogenética.

Así como la farmacogenómica ha evolucionado hacia los conceptos de “medicamento personalizado” y de “fármacos de diseño”, la genómica nutricional abre el camino a la “nutrición personalizada”. Es decir, conociendo el genotipo, el estado nutricional de un individuo y sus necesidades nutricionales particulares, la genómica nutricional debe proporcionar, en un futuro no muy lejano, un patrón de alimentación personalizado que conduzca a un estado de mejoría de la salud y de bienestar, ajustando de forma precisa su dieta con su dotación genética específica (7,10).

Durante el siglo pasado, los objetivos de la investigación nutricional fueron la identificación de los nutrientes y de los efectos que su carencia ocasiona en el metabolismo intermedio, el crecimiento, el mantenimiento y el desarrollo de las células y de los tejidos. Los estudios realizados llevaron a la formulación de las ingestas dietéticas recomendadas para cada nutriente, que cubre al 95% de los individuos de una población sana, y con ello se logró la erradicación de múltiples enfermedades deficitarias, como la pelagra, el beriberi, el escorbuto, etc. En la actualidad, la tecnología de la era genómica ha proporcionado nuevas y poderosas herramientas y ha posibilitado a los científicos cambiar el enfoque reduccionista tradicional de investigar los efectos de un solo nutriente sobre un sistema biológico por uno mucho más amplio, que permite explorar los efectos moleculares de uno o varios nutrientes en organismos biológicos completos.

A partir de los datos proporcionados por el proyecto del genoma humano, y a partir del conocimiento de polimorfismos genéticos o SNP, así como de las CVN y otras variantes genéticas, se ha constatado que existen ciertas variaciones en los individuos que alteran las interacciones entre los componentes de la dieta y las respuestas metabólicas, lo que conduce a una mayor o menor susceptibilidad en el desarrollo de determinadas enfermedades. Esta variación genética interindividual cuestiona hasta qué punto las recomendaciones dietéticas, usualmente basadas en estudios epidemiológicos, son válidas para todos los grupos raciales y étnicos.

El estudio de las variantes génicas de los individuos y de sus repercusiones sobre la utilización metabólica de los nutrientes es lo que se denomina nutrigenética. Por lo tanto, esta parte de la nutrición estudia la respuesta distinta de los individuos a la dieta en función de SNP y CVN y otras variantes funcionales en el genoma. Además, también incluye la identificación y la caracterización de variantes genéticas que se relacionen con una respuesta diferente a los componentes de la dieta para los genotipos de interés. En fin, el objetivo de la nutrigenética es generar recomendaciones específicas sobre la mejor composición de la dieta para el óptimo beneficio de cada individuo; es decir, conseguir una "nutrición personalizada" (7,9-11).

Tradicionalmente se ha supuesto que la expresión génica en los eucariotas no estaba influida directamente por los nutrientes, sino por la acción de hormonas, factores de crecimiento y citoquinas. Sin embargo, la dieta representa un potente mecanismo para modificar el ambiente celular de numerosos órganos y, por consiguiente, del individuo. Así, durante los últimos años se han encontrado numerosas evidencias de que los cambios ambientales provocados por los nutrientes y otros componentes de los alimentos en el entorno celular modifican la expresión de numerosos genes. Numerosos estudios han demostrado que los nutrientes y otros compuestos químicos de la dieta influyen sobre la expresión o la estructura de un conjunto de genes del genoma humano. A esta nueva ciencia que estudia los efectos de los nutrientes y compuestos bioactivos de los alimentos sobre la expresión génica se la denomina en sentido estricto nutrigenómica. Este hecho abre la perspectiva de modificar la expresión génica, tanto en individuos sanos como en enfermos, a través de la manipulación de la dieta (7).

Una aproximación habitual en nutrigenómica consiste en determinar en un órgano o un tejido todos los micro RNA (mRNA) presentes en función del tratamiento con un nutriente o un alimento particular. Además, pueden determinarse todas las proteínas que aparecen o desaparecen en dicho órgano o tejido por efectos del consumo del nutriente o alimento. Asimismo, es posible realizar un estudio diferencial de los metabolitos presentes. Es decir, mientras que la nutrigenética utiliza la secuenciación génica como herramienta fundamental, la nutrigenómica utiliza la transcriptómica para evaluar las acciones de los nutrientes sobre la expresión génica y la proteómica y la metabolómica y sus repercusiones metabólicas y sobre el fenotipo del individuo (7,10).

La epigenética estudia los cambios de determinadas "marcas" en el genoma que pueden ser copiadas de una generación celular

a otra y que pueden alterar la expresión genética, pero que no implican cambios en la secuencia de bases del ADN. Estas "marcas" incluyen la metilación de citosinas dentro de dinucleótidos citosina-fosfato-guanina (dinucleótidos CpG) y las modificaciones postraduccionales de las histonas, que forman parte de los nucleosomas, incluyendo acetilación, metilación, fosforilación y otros procesos

Actualmente se supone que el epigenoma es el resultado de las exposiciones de un individuo y de sus generaciones anteriores a las influencias ambientales, incluido el estado nutricional y la exposición a la dieta. De este modo, la nutriepigenética es una disciplina que estudia el marcado epigenético y cómo los componentes de la dieta influyen en él. Diferencias en dicho marcado pueden contribuir a explicar el riesgo de padecer enfermedades de individuos concretos, así como algunas variaciones interindividuales en la respuesta a intervenciones nutricionales asociadas con cambios en la expresión génica (7,12).

La epigenética depende de la presencia de enzimas y de nutrientes y puede ocurrir en un gen específico o de manera global. La S-Adenosil-metionina es el donante de grupos metilo universal para todas las metiltransferasas que metilan tanto al ADN como a las histonas y su disponibilidad puede verse limitada por la de los nutrientes que intervienen en el metabolismo de los fragmentos monocarbonados, como metionina, glicina, histidina y serina, así como folato, vitamina B₁₂, riboflavina, piridoxina, colina y betaína (7).

Algunos estudios han mostrado una relación entre la ingesta de determinados nutrientes durante el embarazo que intervienen en los procesos de metilación y el patrón de metilación de los neonatos. Asimismo, tanto la restricción energética como el consumo excesivo de grasa durante el embarazo y los primeros meses de vida pueden originar modificaciones epigenéticas que conducen posteriormente en la vida adulta a un mayor riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, como obesidad, síndrome metabólico y diabetes (7,12).

Los valores de referencia de ingesta dietética se han establecido para grandes grupos de población con límites seguros por diferentes organismos nacionales e internacionales, y se han estratificado por sexo y edad. Asimismo, se han generado numerosas guías dietéticas o alimentarias con particularidades para ciertos países y se han promovido ciertos estilos de vida saludable de forma general. Sin embargo, los individuos responden de forma diferente a las intervenciones en los estilos de vida, especialmente aquellos que cambian su dieta, debido a que las variantes génicas influyen en la absorción y su utilización metabólica. Es decir, la respuesta de un individuo a la ingesta de alimentos y, por lo tanto, de nutrientes, resulta de la interacción de factores metabólicos, genéticos, ambientales y sociales. La secuenciación del genoma humano y la continua búsqueda de nuevas variantes que responden a los nutrientes y a otros compuestos de los alimentos, así como a alimentos y a dietas globales, como es el caso de la dieta mediterránea, están contribuyendo a la emergencia y desarrollo de la nutrición personalizada, al constatar las necesidades particulares de una serie de individuos que comparten determinados haplotipos o conjuntos de variantes génicas.

Mientras que el concepto de nutrición personalizada se refiere a la adaptación de la dieta a las necesidades y preferencias individuales, con la evolución de las tecnologías ómicas y del manejo bioinformático de millones de datos (*big data*) la “nutrición de precisión” predice si un individuo determinado va a responder a determinados nutrientes y patrones dietéticos, de forma que puede contribuir a la prevención de la enfermedad al utilizar información genética y del individuo de forma global (10).

La nutrición de precisión se lleva a cabo en tres niveles: a) nutrición convencional basada en las guías generales de recomendación dietética y en determinantes sociales; b) nutrición individualizada, que añade información fenotípica sobre el estado nutricional de una persona concreta (antropometría, actividad física, biomarcadores clínicos y bioquímicos, etc.); y c) nutrición basada en el genotipo o en variaciones genéticas comunes o raras.

El objetivo último es integrar estas fuentes de información para asegurar que todos los profesionales de salud (médicos, dietistas, farmacéuticos, genetistas, etc.) tengan los conocimientos necesarios en ciencias nutrigenómicas para alcanzar el nivel apropiado de nutrición de precisión que integre los aspectos fenotípicos y genotípicos, así como los factores metabólicos, sociales y ambientales. Por consiguiente, el consejo dietético específico para cada genotipo particular debería ser más útil, especialmente en relación con la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles. De hecho, algunas compañías han comenzado a comercializar pruebas genéticas con el objeto de dar información a los consumidores de cómo deberían cambiar su dieta para prevenir la enfermedad o mejorar su salud; es decir, a ofrecer nutrición personalizada (10,11).

En conclusión, la nutrición se ha desarrollado de forma muy importante en el siglo xx, alcanzado grandes hitos, pero, a la vez, existen grandes desafíos definidos a escala mundial por los ODS. Más allá de que la nutrición puede y debe contribuir a que los ODS se alcancen utilizando los conocimientos ya adquiridos, esta

ciencia multidisciplinar tiene que evolucionar para complementar las recomendaciones de poblaciones con recomendaciones a grupos o individuos con riesgo genético de padecer enfermedades crónicas basándose en los conocimientos de las nuevas ciencias ómicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. United Nations. The Millennium Development Goals. [consultado 4 de septiembre 2017] Disponible en: <http://www.un.org/millenniumgoals/bkgd.shtml>
2. United Nations. The Millennium Development Goals Report. New York 2015. [consultado 4 de septiembre 2017]. Disponible en: [http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%201\).pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf)
3. International Food Policy Research Institute. Global Nutrition Report 2016: From Promise to Impact: Ending Malnutrition by 2030. Washington, DC 2016;1-157.
4. GBD 2015 SDG Collaborators. Measuring the health-related Sustainable Development Goals in 188 countries: a baseline analysis from the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet* 2017;388:1813-50.
5. WHO. 2014. Global Nutrition Targets 2025: Policy Brief Series. [consultado 4 de septiembre 2017]. Disponible en: http://www.who.int/nutrition/publications/globaltargets2025_policybrief_overview/en/
6. WHO 2015. Prevención de las enfermedades crónicas. Una inversión vital. [consultado 4 de septiembre 2017]. Disponible en: http://www.who.int/chp/chronic_disease_report/en/
7. Gil A. Introducción a la nutrición molecular. En: Gil A, editor. Tratado de Nutrición, 3.ª edición. Tomo II: Bases moleculares de la nutrición. Editorial Médica Panamericana; 2017. pp. 1-25.
8. Ordovás JM. Nutrigenetics, plasma lipids, and cardiovascular risk. *J Am Diet Assoc* 2006;106:1074-81.
9. Hesketh J. Personalised nutrition: how far has nutrigenomics progressed? *Eur J Clin Nutr* 2013;67:430-5.
10. Ferguson LR, De Caterina R, Görman U, Allayee H, Kohlmeier M, Prasad C, et al. Guide and Position of the International Society of Nutrigenetics/Nutrigenomics on Personalised Nutrition: Part 1-Fields of Precision Nutrition. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 2016;9:12-27.
11. Kohlmeier M, De Caterina R, Ferguson LR, Görman U, Allayee H, Prasad C, et al. Guide and Position of the International Society of Nutrigenetics/Nutrigenomics on Personalized Nutrition: Part 2-Ethics, Challenges and Endeavors of Precision Nutrition. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 2016;9:28-46.
12. Choi SW, Friso S. Epigenetics: a new bridge between nutrition and health. *Adv Nutr* 2010;1:8-16.