

Métodos de evaluación dietaria: de la tradición a la innovación

Natalia Vázquez-Manjarrez*

*Dirección de Nutrición, Instituto Nacional de Ciencias Médicas de la Salud Salvador Zubirán, CDMX

Uno de los principales retos en la epidemiología nutricional es evaluar la ingesta dietaria de manera precisa para así poder establecer asociaciones robustas entre la dieta y la salud. Para determinar la ingesta dietaria adecuadamente, obtener un perfil preciso de los alimentos consumidos y estimar las porciones ingeridas de manera exacta es de extrema importancia.

Para poder obtener dicha información se utilizan distintos instrumentos. Los métodos de evaluación dietaria pueden ser categorizados en directos e indirectos (Figura 1). Los métodos indirectos se utilizan principalmente para estimar la disponibilidad de alimentos para consumo tanto a nivel nacional como del hogar. En esta categoría se encuentran las hojas de balance alimentario y las encuestas de consumo y gastos del hogar. Es importante recordar, que ninguna de estas herramientas es útil para evaluar la ingesta alimentaria a nivel individual sin embargo son útiles para determinar tendencias de consumo y la disponibilidad alimentaria en distintas regiones y a través del tiempo [1].

Los métodos directos pueden dividirse en dos subgrupos, en retrospectivos y prospectivos (Figura 1). En los métodos retrospectivos se registran los alimentos consumidos en el pasado, mientras que en los métodos prospectivos el registro es concomitante al momento de la ingesta. La información obtenida por los métodos directos es utilizada para identificar patrones dietarios, tendencias de consumo de alimentos y nutrimentos, y para evaluar asociaciones dieta-enfermedad.

Los métodos prospectivos incluyen el registro por pesada de alimentos, diario de alimentos y el duplicado de la dieta. De estos tres, el registro por pesada de alimentos es considerado el “estándar de oro” de los métodos de evaluación dietaria. En este método, se pide al respondedor que pese todos los alimentos y bebidas consumidos utilizando balanzas digitales. Además, se pide al sujeto registrar las marcas comerciales, lugar de consumo y el momento del día de la comida. Dependiendo del objetivo del estudio, estos registros pueden realizarse repetidamente para así obtener información detallada sobre la dieta habitual. La principal limitación para el uso de este instrumento es el elevado costo de análisis, la alta carga para el respondedor y su impacto en la conducta alimentaria del individuo durante el desarrollo del estudio [2].

El método de dieta duplicada consiste en coleccionar muestras de la dieta del individuo y analizarlas para estimar la exposición a diversos componentes dietarios. Este método se utiliza principalmente para determinar contacto con contaminantes, por ejemplo, pesticidas en la fruta [3].

Dentro de los métodos retrospectivos se encuentran los cuestionarios de frecuencia de consumo (CFC), el recordatorio de 24 horas (R24h) y las historias dietarias. De estos tres, el R24h y los CFC son los principalmente utilizados en la investigación en nutrición [2].

La historia dietaria fue desarrollada en 1947 por Burke y requiere que los sujetos completen un R24h, un diario de alimentos de 3-días, y que completen una lista de alimentos usualmente consumidos [4]. Este método es poco utilizado en la investigación epidemiológica debido su alto costo en tiempo de aplicación y a la necesidad de personal altamente entrenado para su realización.

A diferencia de las historias dietarias, los CFC son usualmente auto-aplicados. Estos instrumentos contienen una categoría de frecuencia de consumo (e.g. 1-3 veces por semana, nunca, 1-3 veces por día) e incluyen una lista detallada de grupos de alimentos. Algunos pueden contener información de porciones estándar dando así información cuantitativa o semi-cuantitativa. Los CFC conllevan varias ventajas entre las cuales se incluyen, su habilidad de evaluar el consumo a largo plazo, el hecho de que no altera la conducta alimentaria durante su aplicación en estudios de larga duración, y que conllevan una menor carga al respondedor [5, 6]. Asimismo, estos cuestionarios son flexibles y pueden ser adaptados para incluir alimentos de especial interés o adaptarlos a una población específica.

Los R24h proveen información sobre la ingesta reciente obtenida por medio de entrevistas dirigidas por un profesional experto. Durante la entrevista se indaga detalladamente sobre los alimentos consumidos en un periodo de 24h, así como los métodos de preparación, ingredientes utilizados, las marcas de los productos comerciales y las porciones consumidas. Para la determinación de porciones se utilizan contenedores de tamaño estándar como platos, tazas, cucharas, así como modelos tridimensionales de alimentos. Para poder evaluar la dieta habitual con este instrumento, la aplicación de R24h repetidos han mostrado ser efectivos [2].

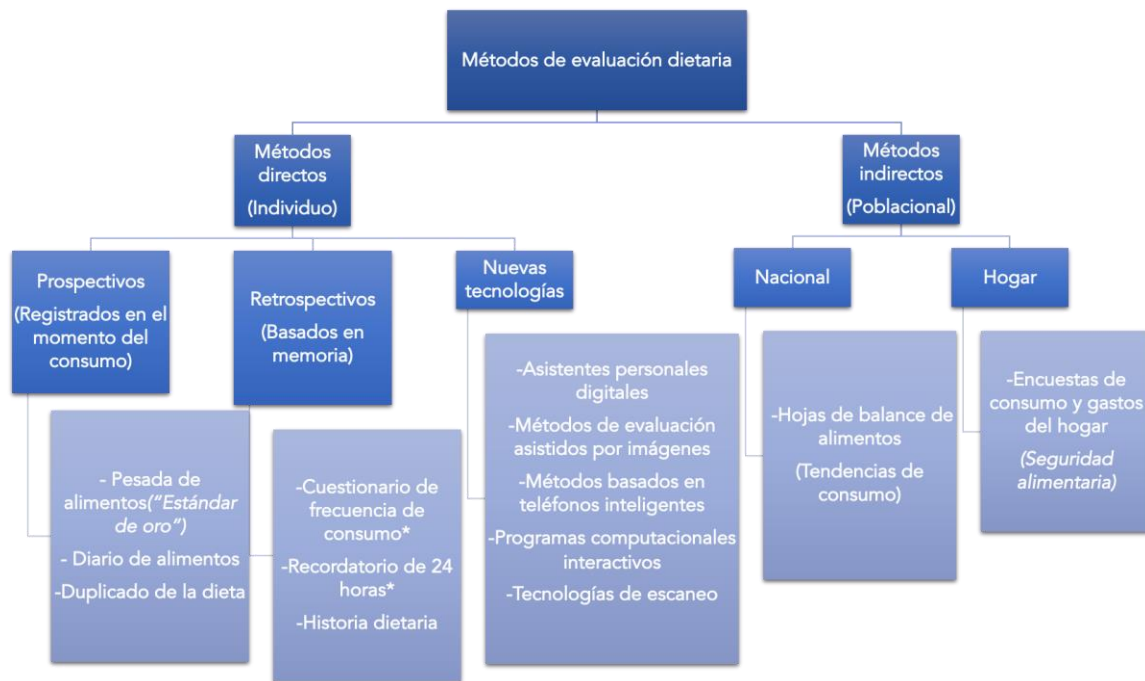


Figura 1. Resumen de los métodos de evaluación dietaria actualmente utilizados para determinar el consumo de alimentos y nutrientes a nivel nacional, hogar e individual [1]

Independientemente del tipo de instrumento, las principales limitaciones de los métodos retrospectivos son su dependencia a la memoria del individuo y la discordancia entre la percepción de las porciones consumidas y la ingesta real [7, 8]. Estudios con agua doblemente marcada han mostrado que la ingesta dietaria es comúnmente sub-reportada entre 4-37% dependiendo del grupo de estudio y del método de evaluación dietaria utilizado [9, 10]. Otro ejemplo de lo anterior son los resultados observados en el estudio prospectivo europeo de cáncer y nutrición, EPIC por sus siglas en inglés. Aquí, la ingesta de frutas y verduras fue evaluada utilizando CFC e historia dietaria. Los resultados obtenidos fueron correlacionados con doce R24h en distintos países. Los resultados mostraron ser inconsistentes entre los instrumentos de evaluación dietaria con coeficientes entre 0.33 y 0.79 [11]. Esto indica que la mayoría de la variación de la información dietaria recolectada no proviene de la ingesta real. Además, en el mismo estudio se observó una sobreestimación del consumo de fruta que oscilaba entre el 4-44% en los cuestionarios de frecuencia de consumo [11-13]. Esto nos alerta sobre la necesidad de fortalecer la precisión de la información obtenida por los diversos métodos de evaluación dietaria. En este aspecto, el uso de métodos tecnológicos como el uso de teléfonos móviles y el desarrollo de biomarcadores dietarios podrían incrementar la calidad de la información dietaria obtenida por los métodos tradicionales [1, 14, 15].

Los nuevos desarrollos tecnológicos (i.e. asistentes personales digitales, teléfonos móviles inteligentes, programas computacionales interactivos) apuntan a superar las limitaciones de los instrumentos tradicionales además de disminuir los costos relacionados a la recolección y procesamiento de la información dietaria obtenida. En comparación con los métodos tradicionales, las nuevas tecnologías tienen varias ventajas, primero, éstas no dependen de la memoria del respondedor, la información recolectada puede ser automáticamente procesada y pueden proveer al individuo orientación

alimentaria en tiempo real. No obstante, estos métodos tienen también diversas limitaciones incluyendo su disponibilidad en ciertas poblaciones y la necesidad del manejo de aparatos sofisticados que puede representar un reto para ciertos individuos [1].

Estos nuevos instrumentos pueden clasificarse en cinco grupos: asistentes personales digitales, métodos de evaluación dietaria con imágenes de asistencia, tecnologías basadas en teléfonos móviles, programas interactivos computacionales o en línea y tecnologías fundamentadas en sensores y escáneres. Los asistentes personales digitales consisten en computadoras portátiles cargadas con programas especiales que pueden ser usados para registrar el autoconsumo. Este instrumento permite la evaluación de ingesta a corto-plazo en tiempo real.

Los métodos de evaluación dietaria con imágenes de asistencia se refiere a cualquier método tradicional que utiliza en conjunto imágenes como fotografías o videos tomados durante la ingesta para así mejorar la estimación de las porciones. Para aplicar este método se requiere que los individuos cuenten con dispositivos portátiles, como cámaras digitales, para tomar fotografías de los alimentos o platillos antes y después de su consumo. Adicionalmente, se puede pedir a los participantes una descripción escrita de su consumo. Las imágenes obtenidas son examinadas por nutriólogos entrenados para determinar las porciones consumidas comparándolas con imágenes de referencia [14]. Este método en combinación con R24h y diarios de alimentos ha mostrado mejorar la calidad de la información obtenida al registrar alimentos omitidos por errores de memoria [16, 17].

La tecnología basada en teléfonos móviles es similar a los métodos con imágenes de asistencia. Los sujetos toman fotografías de los alimentos consumidos para su posterior análisis además de poder realizar grabaciones con descripciones de los alimentos. Esta tecnología permite la evaluación de la ingesta a corto-plazo en tiempo real [18].

Los programas computacionales tienen como objetivo recolectar información dietaria durante un periodo específico a corto o largo plazo. Estos métodos son similares a los tradicionales con la diferencia que se acompañan de atributos de multimedia como colores, imágenes de alimentos, narración en audio, guías animadas, gráficos y cámaras web. Para la obtención de la información se pide a los sujetos que reporten la ingesta de alimentos durante un periodo en específico y que la agreguen al programa el cual puede sondear alimentos omitidos. Finalmente, el sistema calcula las ingestas dietarias utilizando imágenes multimedia que pueden ajustarse para mostrarse las porciones adecuadas. Los programas NANA (novel assessment of nutrition and aging) y ASA24(Automated self-administered 24-hour recall) son ejemplos de aplicación de estos innovadores instrumentos [19, 20].

Finalmente, en las tecnologías basadas en escáneres los participantes escanean los códigos de barras de artículos adquiridos. En consecuencia, este método puede únicamente utilizarse en entornos comerciales e institucionales. En cuanto al uso de sensores, estos pequeños dispositivos registran la ingesta dietaria automáticamente. Esto se logra mediante el uso de cámaras miniaturas, micrófonos, tarjetas de memoria, entre otros aditamentos. Para su aplicación se pide a los participantes usar el sensor alrededor del cuello durante los periodos de ingesta; el dispositivo recolecta datos visuales que inmediatamente se transfiere a los nutriólogos para su análisis [21, 22].

Estudios de validación han sido realizados para comparar los resultados obtenidos por estos nuevos métodos con aquellos obtenidos por métodos tradicionales. Los resultados obtenidos mostraron que el uso de cámaras portátiles junto con el R24h incrementa la cantidad de energía auto reportada aproximadamente 12.5% ($P=0.02$) comparado con el uso del R24h únicamente [16]. En comparación con el agua doblemente marcada se observó que la subestimación ingesta energética utilizando las cámaras portátiles y los R24h disminuyó de manera significativa entre 6-18% ($P<0.02$) [16].

Por otro lado, el uso de biomarcadores dietarios ha ganado interés en la epidemiología nutricional. Un biomarcador de ingesta es un constituyente de un alimento que puede detectarse en distintos biofluidos únicamente tras la ingesta de ese alimento o de un grupo de alimentos [23]. Consecuentemente, el uso de biomarcadores de ingesta representa una forma objetiva de determinar el consumo de diversos alimentos en comparación con los instrumentos dietarios tradicionales abriendo la posibilidad de establecer asociaciones dieta-salud de mayor solidez.

El descubrimiento de biomarcadores cae en el área de la metabolómica nutricional la cual implica el uso de tecnologías de alto rendimiento como la espectrometría de masas, o la resonancia magnética nuclear para la exploración de metabolitos presentes en biofluidos tras la ingesta de diversos alimentos [15, 24]. Ejemplos de biomarcadores actualmente utilizados son la vitamina C y carotenoides para determinar la ingesta de frutas y verduras [25, 26], nitrógeno urinario para determinar la ingesta proteica. A pesar de ser comúnmente utilizados, estos biomarcadores no permiten la evaluación de alimentos específicos debido a su amplia distribución en diversos alimentos. Por lo tanto, estos biomarcadores solo pueden ofrecer información de exposición a nivel de grupo.

Un buen ejemplo de un biomarcador de ingesta específico es la prolina-betaina para cítricos, y particularmente para la ingesta de naranja. La prolina-betaina, también denominada estaquidrina, es sintetizada en la naranja como respuesta de defensa a cambios ambientales. Tras la ingesta de esta fruta, la concentración de prolina-betaina aparece en diversos biofluidos manteniendo una relación dosis respuesta [27, 28]. Lo anterior es de suma importancia para la realización de curvas de calibración que puedan posteriormente ser utilizadas para estimar la ingesta real de dicho alimento en estudios de cohorte [28]. Esto ha sido ya reportado por Gibbons et al 2017, utilizando el estudio Nutritech para la elaboración de curvas de calibración que posteriormente fueron aplicadas en el estudio NANS para detectar la ingesta real de naranja [28]. Lo anterior sugiere que la prolina-betaina puede ser utilizada para realizar estudios de asociación entre la ingesta de naranja y diversas enfermedades.

No obstante, es importante recalcar que si bien los biomarcadores de ingesta representan un faro de luz para lograr una evaluación dietaria precisa, su aplicación en estudios epidemiológicos se encuentra aún en su infancia. Grandes esfuerzos deben aún realizarse para descubrir nuevos biomarcadores específicos para diversos alimentos y evaluar su utilidad para estudios de asociación. En un esfuerzo por descubrir nuevos biomarcadores, el consorcio de "Alianza de Biomarcadores de los Alimentos" por sus siglas en inglés "FoodBall" (The Food Biomarkers Alliance, www.foodmetabolome.org), se ha dado a la tarea de descubrir y validar biomarcadores de ingesta de alimentos de alto consumo en distintos países. Entre los alimentos estudiados se encuentran diferentes leguminosas [29], el plátano y otras frutas [30-33], carnes y pescados [34], tubérculos como la papa [35], y productos lácteos [36].

En conclusión, los métodos de evaluación dietaria, particularmente los métodos retrospectivos, requieren fortalecerse para proveer información dietaria precisa que proporcione bases de mayor solidez para establecer asociaciones dieta-salud más robustas. Con esta finalidad la comunidad científica ha dado pasos agigantados con el desarrollo de métodos tecnológicos que permiten superar los errores de memoria y la dificultad de estimar las porciones consumidas. Así mismo, el descubrimiento de biomarcadores dietarios, a través de la metabolómica nutricional, permitirá a los investigadores en salud obtener información objetiva para la determinación de la ingesta de alimentos. En este aspecto el desarrollo de estudios de intervención de dosis-repuesta son imperativos para la elaboración de curvas de calibración que permitan corregir la información obtenida por los métodos tradicionales en diversos estudios nutricionales.

Referencias

- [1] FAO. Dietary Assessment: A resource guide to method selection and application in low resource settings. Rome 2018.
- [2] Shim J-S, Oh K, Kim HC. Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiology and health*. 2014;36:e2014009-e.
- [3] Lu C, Schenck FJ, Pearson MA, Wong JW. Assessing children's dietary pesticide exposure: direct measurement of pesticide residues in 24-hr duplicate food samples. *Environmental health perspectives*. 2010;118:1625-30.
- [4] Burke BS. The dietary history as a tool in research. *Journal of the American Dietetic Association*. 1947;23:1041-6.
- [5] Subar AF, Ziegler RG, Thompson FE, Johnson CC, Weissfeld JL, Reding D, et al. Is shorter always better? Relative importance of questionnaire length and cognitive ease on response rates and data quality for two dietary questionnaires. *Am J Epidemiol*. 2001;153:404-9.
- [6] Kristal AR, Glanz K, Feng Z, Hebert JR, Probart C, Eriksen M, et al. Does using a short dietary questionnaire instead of a food frequency improve response rates to a health assessment survey? *Journal of Nutrition Education*. 1994;26:224-7.
- [7] Archer E, Marlow ML, Lavie CJ. Controversy and debate: Memory-Based Methods Paper 1: the fatal flaws of food frequency questionnaires and other memory-based dietary assessment methods. *J Clin Epidemiol*. 2018;104:113-24.
- [8] Poslusna K, Ruprich J, de Vries JH, Jakubikova M, van't Veer P. Misreporting of energy and micronutrient intake estimated by food records and 24 hour recalls, control and adjustment methods in practice. *Br J Nutr*. 2009;101 Suppl 2:S73-85.
- [9] Thompson FE, Subar AF. Chapter 1 - Dietary Assessment Methodology. Fourth Edition ed: Elsevier Inc; 2017. p. 5-48.
- [10] Moshfegh AJ, Rhodes DG, Baer DJ, Murayi T, Clemens JC, Rumpler WV, et al. The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes. *The American journal of clinical nutrition*. 2008;88:324-32.
- [11] Kaaks R, Slimani N, Riboli E. Pilot phase studies on the accuracy of dietary intake measurements in the EPIC project: overall evaluation of results. *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition*. *Int J Epidemiol*. 1997;26 Suppl 1:S26-36.

- [12] Pisani P, Faggiano F, Krogh V, Palli D, Vineis P, Berrino F. Relative validity and reproducibility of a food frequency dietary questionnaire for use in the Italian EPIC centres. *Int J Epidemiol.* 1997;26 Suppl 1:S152-60.
- [13] Ocke MC, Bueno-de-Mesquita HB, Pols MA, Smit HA, van Staveren WA, Kromhout D. The Dutch EPIC food frequency questionnaire. II. Relative validity and reproducibility for nutrients. *Int J Epidemiol.* 1997;26 Suppl 1:S49-58.
- [14] Boushey CJ, Spoden M, Zhu FM, Delp EJ, Kerr DA. New mobile methods for dietary assessment: review of image-assisted and image-based dietary assessment methods. *Proc Nutr Soc.* 2017;76:283-94.
- [15] Scalbert A, Brennan L, Manach C, Andres-Lacueva C, Dragsted LO, Draper J, et al. The food metabolome: a window over dietary exposure. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2014;99:1286-308.
- [16] Gemming L, Doherty A, Kelly P, Utter J, Ni Mhurchu C. Feasibility of a SenseCam-assisted 24-h recall to reduce under-reporting of energy intake. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:1095-9.
- [17] Dahl Lassen A, Poulsen S, Ernst L, Kaae Andersen K, Biloft-Jensen A, Tetens I. Evaluation of a digital method to assess evening meal intake in a free-living adult population. *Food & nutrition research.* 2010;54:10.3402/fnr.v54i0.5311.
- [18] Khanna N, Boushey CJ, Kerr D, Okos M, Ebert DS, Delp EJ. An Overview of The Technology Assisted Dietary Assessment Project at Purdue University. *ISM : IEEE International Symposium on Multimedia : proceedings IEEE International Symposium on Multimedia.* 2010:290-5.
- [19] Timon CM, Astell AJ, Hwang F, Adlam TD, Smith T, Maclean L, et al. The validation of a computer-based food record for older adults: the Novel Assessment of Nutrition and Ageing (NANA) method. *Br J Nutr.* 2015;113:654-64.
- [20] Kirkpatrick SI, Subar AF, Douglass D, Zimmerman TP, Thompson FE, Kahle LL, et al. Performance of the Automated Self-Administered 24-hour Recall relative to a measure of true intakes and to an interviewer-administered 24-h recall. *Am J Clin Nutr.* 2014;100:233-40.
- [21] Illner AK, Freisling H, Boeing H, Huybrechts I, Crispim SP, Slimani N. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *International journal of epidemiology.* 2012;41:1187-203.
- [22] Sun M, Fernstrom JD, Jia W, Hackworth SA, Yao N, Li Y, et al. A Wearable Electronic System for Objective Dietary Assessment. *Journal of the American Dietetic Association.* 2010;110:45-7.
- [23] Gao Q, Praticò G, Scalbert A, Vergères G, Kolehmainen M, Manach C, et al. A scheme for a flexible classification of dietary and health biomarkers. *Genes & nutrition.* 2017;12:34-.
- [24] Ulaszewska MM, Weinert CH, Trimigno A, Portmann R, Andres Lacueva C, Badertscher R, et al. Nutrismetabolomics: An Integrative Action for Metabolomic Analyses in Human Nutritional Studies. *Mol Nutr Food Res.* 2018:e1800384.
- [25] McGrath AJ, Hamill LL, Cardwell CR, Draffin CR, Neville CE, Appleton KM, et al. Combining vitamin C and carotenoid biomarkers better predicts fruit and vegetable intake than individual biomarkers in dietary intervention studies. *European Journal of Nutrition.* 2016;55:1377-88.
- [26] Pennant M, Steur M, Moore C, Butterworth A, Johnson L. Comparative validity of vitamin C and carotenoids as indicators of fruit and vegetable intake: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Nutr.* 2015;114:1331-40.
- [27] Heinzmann SS, Brown IJ, Chan Q, Bictash M, Dumas ME, Kochhar S, et al. Metabolic profiling strategy for discovery of nutritional biomarkers: proline betaine as a marker of citrus consumption. *Am J Clin Nutr.* 2010;92:436-43.
- [28] Gibbons H, Michielsen CJR, Rundle M, Frost G, McNulty BA, Nugent AP, et al. Demonstration of the utility of biomarkers for dietary intake assessment; proline betaine as an example. *Mol Nutr Food Res.* 2017;61.

- [29] Garcia-Aloy M, Ulaszewska M, Franceschi P, Estruel-Amades S, Weinert CH, Tor-Roca A, et al. Discovery of Intake Biomarkers of Lentils, Chickpeas, and White Beans by Untargeted LC–MS Metabolomics in Serum and Urine. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2020;64:1901137.
- [30] Vázquez-Manjarrez N, Weinert CH, Ulaszewska MM, Mack CI, Micheau P, Pétéra M, et al. Discovery and Validation of Banana Intake Biomarkers Using Untargeted Metabolomics in Human Intervention and Cross-sectional Studies. *J Nutr*. 2019;149:1701-13.
- [31] Vázquez-Manjarrez N, Ulaszewska M, Garcia-Aloy M, Mattivi F, Praticò G, Dragsted LO, et al. Biomarkers of intake for tropical fruits. *Genes Nutr*. 2020;15:11.
- [32] Ulaszewska M, Garcia-Aloy M, Vázquez-Manjarrez N, Soria-Florado MT, Llorach R, Mattivi F, et al. Food intake biomarkers for berries and grapes. *Genes & Nutrition*. 2020;15:17.
- [33] Ulaszewska M, Vázquez-Manjarrez N, Garcia-Aloy M, Llorach R, Mattivi F, Dragsted LO, et al. Food intake biomarkers for apple, pear, and stone fruit. *Genes & Nutrition*. 2018;13:29.
- [34] Cuparencu C, Praticó G, Hemeryck LY, Sri Harsha PSC, Noerman S, Rombouts C, et al. Biomarkers of meat and seafood intake: an extensive literature review. *Genes & Nutrition*. 2019;14:35.
- [35] Zhou X, Gao Q, Praticò G, Chen J, Dragsted LO. Biomarkers of tuber intake. *Genes & Nutrition*. 2019;14:9.
- [36] Münger LH, Trimigno A, Picone G, Freiburghaus C, Pimentel G, Burton KJ, et al. Identification of Urinary Food Intake Biomarkers for Milk, Cheese, and Soy-Based Drink by Untargeted GC-MS and NMR in Healthy Humans. *Journal of Proteome Research*. 2017;16:3321-35.