

Nutrición Clínica en Medicina

Revista científica dedicada a la revisión de temas relevantes
en el área de la Nutrición Clínica y la Alimentación

VOLUMEN XIX • N° 2 • 2025

Encuestas dietéticas: más allá de la energía y los nutrientes

*María Fernanda Bernal-Orozco, Alejandra Betancourt-Núñez
y Barbara Vizmanos*

Estado actual y aproximación a las bases de datos de composición de alimentos

María Dolores Ruiz-López y Emilio Martínez de Victoria

Valoración nutricional avanzada en el trasplante de pulmón

*Patricia Mezerhane Ricciardi, Coral Montalbán Carrasco,
Víctor Manuel Mora Cuesta y Luis Alberto Vázquez Salví*

Utilidad del análisis de composición corporal por tomografía computarizada en pacientes oncológicos

Andrés Jiménez Sánchez

www.nutricionclinicaenmedicina.com

ISSN 2255-1700

NUTRISENS 
Juntos, innovando en nutrición.

Nutrición Clínica en Medicina

Revista científica dedicada a la revisión de temas relevantes en el área de la Nutrición Clínica y la Alimentación

Director

Pedro Pablo García Luna

Unidad de Gestión Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Prof. Asoc. Facultad de Medicina Sevilla. Sevilla. España.

Redactor Jefe

Alejandro Sanz Paris

Jefe de Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza. Profesor Titular Doctor con vinculación clínica. Facultad de Medicina de Zaragoza. España.

Redactora Adjunta

Pilar Matía Martín

Especialista en Endocrinología y Nutrición. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. Instituto de Investigación Sanitaria San Carlos. Profesora Asociada en Ciencias de la Salud. Universidad Complutense. Madrid.

Subdirector

Prof. Dr. Daniel A. de Luis Román

Catedrático de Endocrinología y Nutrición. Universidad de Valladolid. Jefe del Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Director del Centro de Investigación de Endocrinología y Nutrición. Facultad de Medicina. Valladolid. España.

Coordinador Científico

Gabriel Olveira Fuster

Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Regional de Málaga. Departamento de Medicina y Dermatología. Universidad de Málaga. Grupo de investigación en Endocrinología y Nutrición, Diabetes y Obesidad. Instituto de investigación Biomédica/plataforma Bionand Málaga.

Comité de Redacción

Manuel Aguilar Diosdado

Julia Álvarez Hernández

María Ballesteros Arriba

Diego Bellido Guerrero

Francisco Botella Romero

Rosario Burgos Peláez

Alfonso Calañas Contiente

Victoria Calvo Hernández

Marisa Canicoba (Argentina)

Ángel Caracuel García

Florentino Carral Sanllaureano

Mercedes Cervera Balears

José Chamorro Quirós

Sergio Edgardo Echenique Martínez
(Perú)

José Manuel García Almeida

Dan Waitzberg (Brasil)

Antonio Zarzuelo Zurita

Abelardo García de Lorenzo Mateos

Pilar García Lorda

Francisco García Muriana

Pilar García Peris

Ángel Gil Hernández

Miguel León Sanz

Rosario López Velasco

Concepción Losada Morell

Luis Miguel Luengo Pérez

Victoria Luna López

Maria José Martínez Ramírez

Emilio Martínez de Victoria

Alfonso Mesejo Arizmendi

Juan Bautista Molina Soria

Juan Carlos Montejó González

Francisco Moreno Baró

Jose Manuel Moreno Villares

Juan Carlos Plácido Olivos (Perú)

José Luis Pereira Cunill

Francisco Pérez Jiménez

Guadalupe Piñeiro Corrales

Juana María Rabat Restrepo

Isabel Rebollo Pérez

Pilar Rioboó Servan

M^ª Dolores Ruiz López

Sergio Ruiz Santana

Jesús Sánchez Nebra

Pilar Serrano Aguayo

Juan José Silva Rodríguez

Federico Soriguer Escofet

Nicolás Velasco Fuentes (Chile)

Nuria Virgili i Casas



aulamédica
formación en salud

Edita

Grupo Aula Médica
C/Río Jarama, 132. Nave 3.06.
45007 Toledo

Sede Central Madrid

C/Gandía, 1. 28007 Madrid
aulamedica@aulamedica.es

www.aulamedica.es
ISSN 2255-1700

Título clave:
Nutrición clínica en medicina (Internet)
Impreso en España



FIBAO

FUNDACIÓN PÚBLICA ANDALUZA PARA LA
INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA DE ANDALUCÍA ORIENTAL
ALJANDUR (CÓRDOBA)

FISEVI

NUTRISENS 
Juntos, innovando en nutrición.

FANE 
Fundación Andaluza de Nutrición y Dietética

Nutrición Clínica en Medicina es una revista científica dedicada a la revisión de temas de particular relevancia en este ámbito. Se publicarán 3 números anuales, cada número constará de aproximadamente 48 páginas.

El envío de un trabajo a la revista implica que es original, no ha sido previamente publicado, y que es sólo enviado a Nutrición Clínica en Medicina. También que, de ser aceptado, queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación total o parcial deberá ser autorizada por el director de la misma. Todos los trabajos recibidos se someten a evaluación por el comité editorial. Nutrición Clínica en Medicina comunicará la decisión adoptada respecto de todos los trabajos recibidos para evaluación.

El Comité de Redacción se reserva el derecho de introducir modificaciones de estilo y/o acortar los textos que lo precisen, comprometiéndose a respetar el contenido original.

Previamente a su publicación, se enviará una prueba compaginada del artículo al autor responsable de la correspondencia utilizando el correo electrónico. Este deberá devolver dicha prueba, debidamente corregida y/o aprobada en el plazo máximo de 5 días desde el envío de las mismas.

NORMAS ESPECÍFICAS PARA LA PREPARACIÓN DE ARTÍCULOS DE REVISIÓN

REVISIONES

I. Hoja frontal

1. Título completo del trabajo y un título corto para encabezar la página (no más de 50 letras, incluidos espacios). Tanto el título completo como el título corto deberán enviarse también en idioma inglés.
2. Nombre completo y apellidos de los autores. Es obligatorio el cumplimiento de la premisa anterior, no aceptándose nombres con la inicial abreviada. Es recomendable un número máximo de tres autores. Recomendamos a los autores la normalización de sus nombres mediante la adopción de un nombre bibliográfico único (es decir, firmar todos los trabajos siempre de la misma manera. Es recomendable elegir una forma de firma que identifique lo más claramente posible al investigador y lo diferencia de los demás.
3. Servicio y centro donde se ha realizado el trabajo. En el caso de ser varios los servicios, identificar los autores pertenecientes a cada uno con asteriscos. Se entiende que cada uno de los firmantes ha participado sustancialmente en la elaboración del manuscrito y se responsabiliza del contenido del texto. Se recomienda a los autores-investigadores la elección de una denominación estándar y fija para su centro. Ello facilitará una mejor selección en las bases de datos.
4. Dirección y correspondencia. Gran parte de la correspondencia relativa a los artículos recibidos, hasta obtener la versión final, se realizará por correo electrónico. Por lo tanto, es obligatorio incluir el correo electrónico del autor responsable de la remisión del artículo. Esta dirección no aparecerá en el artículo que se publique salvo indicación expresa. Se aconseja, asimismo, incluir un número de teléfono de contacto.

II. Resumen y palabras clave

El resumen no será mayor de dos páginas (con las mismas características de espacio y letra que el resto del texto). Deberá, obligatoriamente, incluir una versión traducida al inglés. Deberán incluirse al final del resumen un máximo de 5 palabras clave. Deben enviarse en castellano e inglés.

III. Texto

El texto tendrá una longitud máxima de 25 páginas (figs. y tablas no incluidas), escritas a doble espacio en tipografía Times New Roman 12. Las abreviaturas deben definirse la primera vez que se empleen. Todas las páginas deberán ser numeradas consecutivamente, incluyendo la frontal. Deberá incluirse un apartado final de Reflexiones/Conclusiones donde el/los autor/es exponga los aspectos más destacables de su artículo.

IV. Bibliografía

Se ordenará y numerará por orden de aparición en el texto. Comenzará por apellidos e iniciales de los autores, título de trabajo en el idioma original; abreviatura de la revista de acuerdo al Index Medicus. Relacionar todos los autores si son seis o menos, si son más de seis, sólo los tres primeros seguidos de la expresión et al. Año, volumen y páginas inicial y final. Para la cita de libros, nombres de autores, título del libro, editorial, página, ciudad de edición y año. Las citas en el texto se referirán al número de la bibliografía y eventualmente al primer autor; deben evitarse las citas de comunicación personal y las de trabajos en prensa que sólo figurarán como tales si consta la aceptación de la revista. Se procurará que el número de citas no supere las 50. La bibliografía se ajustará a normas Vancouver.

V. Pies de figuras

Vendrán en página independiente, según el orden en que son mencionadas en el texto. Serán breves y muy precisos, ordenando al final por orden alfabético las abreviaturas empleadas con su correspondiente definición.

VI. Tablas

Se enumerarán con cifras romanas, según el orden de aparición del texto. Llevarán un título informativo en la parte superior y las abreviaturas empleadas con su correspondiente definición en la inferior. Ambas como parte integrante de la tabla.

VII. Figuras

Se enviarán por triplicado con el número e indicativo de la parte superior al dorso y sin montar, salvo que formen una figura compuesta. Los esquemas y gráficas se confeccionarán en alta calidad. La rotulación será suficientemente grande y clara para poder ser legible después de la fotorreducción necesaria para adecuarla al ancho de la columna, excepcionalmente al ancho de la página. El número de tablas y figuras recomendado es entre 4 y 10 en total.

VIII. Agradecimientos

Esta sección debe reconocer las ayudas materiales y económicas de cualquier índole recibidas. Se indicará el organismo, institución o empresa que las otorga y, en su caso, el número de proyecto que se le asigna.

IX. Conflictos de intereses

Todos los artículos que se envíen a Nutrición Clínica en Medicina deben ir acompañados de una declaración de los posibles conflictos de intereses de cada una de las personas firmantes. De la misma forma, si no hay ningún conflicto de intereses, deberán hacerlo constar explícitamente en el artículo.

ENVIO DE ORIGINALES

Todos los originales serán enviados por correo electrónico a:

nutricionclinicaenmedicina@grupoaulamedica.com

coello@grupoaulamedica.com

Notas

Los juicios y las expresiones expresadas en los artículos que aparecen en la revista son exclusivamente responsabilidad de las personas que los firman. El Comité Editorial de Nutrición Clínica en Medicina y Grupo Aula Médica declinan cualquier responsabilidad sobre los contenidos de los trabajos publicados.

Revisiones

> 55 **Encuestas dietéticas: más allá de la energía y los nutrientes**
Dietary surveys: beyond energy and nutrients

María Fernanda Bernal-Orozco¹, Alejandra Betancourt-Núñez^{1,2}
y Barbara Vizmanos^{1,2,3}

¹Laboratorio de Evaluación del Estado Nutricio, Departamento de Clínicas de la Reproducción Humana, Crecimiento y Desarrollo Infantil, División de Disciplinas Clínicas. Instituto de Nutrigenética y Nutrigenómica Traslacional, Departamento de Biología Molecular y Genómica, División de Disciplinas Básicas. Departamento de Salud Pública, División de Disciplinas para el Desarrollo, Promoción y Preservación de la Salud. Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara. México. ²Centro de Investigación Educativa y Bienestar Universitario, Departamento de Disciplinas Filosófico, Metodológicas e Instrumentales, División de Disciplinas Básicas, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara. México. ³Centro de Investigación de Endocrinología y Nutrición Clínica, Universidad de Valladolid, Valladolid. España.

> 72 **Estado actual y aproximación a las bases de datos de composición de alimentos**
Current Status and Overview of Food Composition Databases

María Dolores Ruiz-López^{1,2} y Emilio Martínez de Victoria^{2,3}

¹Departamento de Nutrición y Bromatología, Universidad de Granada, Granada. España. ²Instituto de Nutrición y Tecnología de los alimentos "José Mataix" (INYTA). Centro de Investigación Biomédica, Universidad de Granada, Granada. España. ³Departamento de Fisiología, Universidad de Granada, Granada. España.

> 85 **Valoración nutricional avanzada en el trasplante de pulmón**
Advanced nutritional assessment in lung transplantation

Patricia Mezerhane Ricciardi¹, Coral Montalbán Carrasco¹,
Víctor Manuel Mora Cuesta² y Luis Alberto Vázquez Salvi¹

¹Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, Cantabria. España. ²Servicio de Neumología, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, Cantabria. España.

> 96 **Utilidad del análisis de composición corporal por tomografía computarizada en pacientes oncológicos**
Usefulness of CT-based body composition analysis in patients with cancer

Andrés Jiménez Sánchez

Unidad de Gestión Clínica de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Servicio Andaluz de Salud (SAS). Instituto de Biomedicina de Sevilla (IBiS). Fundación Pública Andaluza para la Gestión de la Investigación en Salud de Sevilla (FISEVI), Sevilla. España.

[r e v i s i ó n]

Encuestas dietéticas: más allá de la energía y los nutrientes

Dietary surveys: beyond energy and nutrients

María Fernanda Bernal-Orozco¹, Alejandra Betancourt-Núñez^{1,2} y Barbara Vizmanos^{1,2,3}

¹Laboratorio de Evaluación del Estado Nutricio, Departamento de Clínicas de la Reproducción Humana, Crecimiento y Desarrollo Infantil, División de Disciplinas Clínicas. Instituto de Nutrigenética y Nutrigenómica Traslacional, Departamento de Biología Molecular y Genómica, División de Disciplinas Básicas. Departamento de Salud Pública, División de Disciplinas para el Desarrollo, Promoción y Preservación de la Salud. Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara. México. ²Centro de Investigación Educativa y Bienestar Universitario, Departamento de Disciplinas Filosófico, Metodológicas e Instrumentales, División de Disciplinas Básicas, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara. México. ³Centro de Investigación de Endocrinología y Nutrición Clínica, Universidad de Valladolid, Valladolid. España

Cómo citar este trabajo

- 1 Bernal-Orozco MF, Betancourt-Núñez A, Vizmanos B. Encuestas dietéticas: más allá de la energía y los nutrientes. Nutr Clin Med 2025;19(2):55-71

Palabras clave

Encuestas dietéticas, patrones dietéticos, calidad de la dieta, sostenibilidad de la dieta, procesamiento de los alimentos.

>>RESUMEN

Las encuestas alimentarias se han centrado, habitualmente, en la determinación de la ingestión de energía, nutrientes y grupos de alimentos de una población. No obstante, en la actualidad se promueve que la evaluación de la dieta sea hacia el análisis de patrones dietéticos, de la calidad de la dieta, y de otros indicadores que toman en cuenta el nivel de procesamiento de los alimentos o la sostenibilidad de la dieta. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es presentar el enfoque tradicional de las encuestas dietéticas, como recorda-

torios de 24 horas, frecuencias de consumo de alimentos y diarios dietéticos, para después abordar la evaluación de patrones dietéticos *a priori*, la calidad de la dieta y los patrones dietéticos *a posteriori*, para finalizar con otras tendencias existentes en la evaluación de la dieta, considerando la sostenibilidad, el procesamiento de los alimentos y la incorporación de la tecnología para esta tarea. Como conclusión, aunque la determinación de la ingestión de energía, nutrientes y grupos de alimentos sigue siendo una parte esencial de la evaluación de la dieta, es importante evaluar cómo estos elementos, en conjunto, influyen en la salud y la nutrición, considerando también aspectos actuales, como la sostenibilidad, el procesamiento y la incorporación de la tecnología.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 55-71
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0009

Correspondencia

María Fernanda Bernal-Orozco
Email: fernanda.bernal@academicos.udg.mx
Barbara Vizmanos
Email: barbara.vizmanos@academicos.udg.mx o
bvizmanos@yahoo.com.mx

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.
Más información:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Key words

Dietary surveys, dietary patterns, diet quality, sustainability, food processing degree.

<<ABSTRACT

Dietary surveys have traditionally focused on determining population's energy and nutrient intake, and food groups' consumption. However, diet assessment is currently being encouraged toward the analysis of dietary patterns, diet quality, and other indicators related to food degree processing or diet sustainability. Therefore, the objective of this paper is to present the

traditional approach to dietary surveys, such as 24-hour recalls, food frequency questionnaires, and diet records, and to address the assessment of dietary patterns and diet quality. Finally, it describes other existing trends in dietary assessment, considering sustainability, food processing degree, and the incorporation of technology for this task. In conclusion, although determining energy, nutrient, and food group intake remains an essential part of dietary assessment, it is important to evaluate how these elements, as a whole, influence health and nutrition, also considering current aspects such as sustainability, processing, and the incorporation of technology.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 55-71
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0009

>>INTRODUCCIÓN

Las encuestas alimentarias son herramientas que nos ayudan a conocer el consumo de alimentos y bebidas de un individuo o una población. Tradicionalmente, nos ayudan a determinar el consumo de energía, nutrientes y grupos de alimentos¹.

No obstante, en la actualidad, se recomienda que el alcance de las encuestas dietéticas no solo se centre en estos componentes vistos de forma aislada, sino en cómo estos componentes, en su conjunto, influyen en la nutrición y la salud. Esto se puede analizar a partir del estudio de patrones de alimentación, la calidad de la dieta o la adherencia a guías o recomendaciones alimentarias. Asimismo, el enfoque de la evaluación de la dieta también ha cambiado hacia la determinación de su sostenibilidad y grado de procesamiento; además, se han incorporado nuevas tecnologías para poder realizar la evaluación.

Debido a lo anterior, en este artículo se abordan las generalidades de las encuestas dietéticas y cómo a partir de ellas se pueden determinar los patrones dietéticos, cómo valorar la calidad de la dieta, y el análisis de otras tendencias en el uso de encuestas dietéticas para analizar otros aspectos de la alimentación.

>>TIPOS DE ENCUESTAS DIETÉTICAS

Las encuestas dietéticas suelen tener dos tipos de enfoques: un enfoque retrospectivo, es decir,

sobre el consumo pasado, o un enfoque prospectivo, es decir, en tiempo real. Algunos ejemplos de encuestas dietéticas retrospectivas son el recordatorio de 24 horas y el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, mientras que el diario dietético, también llamado registro de alimentos o diario de alimentos, es un ejemplo de encuesta prospectiva¹. En la [tabla I](#) se describen las características generales de estas encuestas¹⁻⁸.

Independientemente de la encuesta dietética elegida, se sugiere ayudarse de herramientas visuales de apoyo para la estimación precisa de las cantidades consumidas. En este sentido, puede recurrirse al uso de tazas medidoras, réplicas o modelos de alimentos (bidimensionales o tridimensionales) o álbumes fotográficos. De estas herramientas, se ha reportado que el menor porcentaje de error en la estimación de la cantidad de consumo se observa con los álbumes fotográficos; por ejemplo, en México, el porcentaje de error absoluto de esta herramienta⁹ (es decir, considerando solo el porcentaje de error, sin considerar si se sobreestima o subestima la cantidad), fue de 30,9 % *versus* 54 % de las réplicas y 68,6 % de las tazas medidoras¹⁰.

Al final, con las encuestas dietéticas tradicionales se puede determinar el consumo de energía, nutrientes y grupos de alimentos y, con base en esta información, es posible determinar si la persona evaluada cumple con sus requerimientos energéticos y de nutrientes, además del equilibrio y variedad de la dieta⁶⁻⁸. No obstante, estas encuestas también permiten determinar otros

TABLA I. CARACTERÍSTICAS DE LAS ENCUESTAS DIETÉTICAS

Característica	Descripción	Referencias
Recordatorio de 24 horas		
Características principales	– Método retrospectivo. – Se interroga al paciente sobre el consumo de alimentos y bebidas del día anterior, detallando formas de preparación, ingredientes, cantidades (con herramientas visuales de apoyo), marcas comerciales, así como hora y lugar de consumo.	1, 2, 7
Ventajas	– Es relativamente fácil de administrar, porque implica solo el registro de consumo en un formato impreso o electrónico (con apoyo visual para estimación de cantidades). – Es relativamente de bajo costo, al no requerir material costoso para su aplicación, aunque actualmente hay plataformas o softwares diseñados para su análisis. – Requiere menor tiempo de administración comparado con otras encuestas. – Permite determinar la ingestión de energía, nutrientes y grupos de alimentos del día o días evaluados (si se aplica varios días).	1, 2, 7
Desventajas	– No es representativo de la dieta habitual, porque se obtiene información dietética solo del día evaluado. – Para aproximarnos a conocer la dieta habitual, se requiere aplicar varios recordatorios de 24 horas, que consideren algunos días entre semana y al menos uno de fin de semana. – Esta herramienta no permite evaluar la variedad de la dieta, a menos de que se apliquen varios recordatorios. – Puede haber omisiones y olvidos por parte de la persona entrevistada. – Puede haber dificultad para estimar cantidades ingeridas de forma precisa, tanto por parte del entrevistador como del entrevistado, por distintos motivos: el registro depende de la información recordada por el participante, no se cuenta con herramientas visuales de apoyo al momento de la entrevista o hay ingredientes difíciles de cuantificar, al utilizarse en la preparación de alimentos, como grasas, azúcares y sal. Debido a este motivo, puede haber un subregistro en el consumo de azúcares, grasas, sal y bebidas. – Requiere de habilidad por parte del entrevistador, para obtener toda la información de consumo necesaria. – Idealmente, requiere motivación y cierto nivel educativo por parte de la persona entrevistada para obtener información de consumo más completa y precisa.	1, 2, 7
Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos		
Características principales	– Método retrospectivo. – Consiste en un listado de alimentos y bebidas específicos, previamente establecidos. El participante debe mencionar o registrar con qué frecuencia consume cada uno de ellos. – Este cuestionario permite obtener un panorama de la dieta habitual en un tiempo pasado determinado, puede ser el consumo en la semana previa, uno o varios meses previos, o un año. – Tiene una versión cualitativa que se centra solo en preguntar la frecuencia de consumo de manera general, es decir, si es diaria, semanal, mensual, etc., sin detallar cantidades de consumo. Este formato es habitualmente utilizado a nivel clínico, aunque también se puede utilizar a nivel epidemiológico. – También tiene una versión cuantitativa o semicuantitativa, donde además de incluir la frecuencia de consumo con opciones de respuesta que van desde “nunca” hasta varias veces al día, a la semana o al mes, incluye tamaños de porción estándar que permiten estimar cuantitativamente el consumo de alimentos y bebidas. Este formato de la herramienta se utiliza ampliamente en estudios epidemiológicos, pero requiere validarse previamente en el contexto y población en el que se quiere aplicar.	1-5, 8

→

TABLA I (CONT.). CARACTERÍSTICAS DE LAS ENCUESTAS DIETÉTICAS

Característica	Descripción	Referencias
Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos		
Ventajas	– Es representativo de la dieta habitual, porque se evalúa el consumo en un período amplio de tiempo. – Es relativamente de bajo costo, al no requerir material costoso para su aplicación, aunque actualmente hay plataformas o softwares diseñados para su análisis. – Su versión cuantitativa permite determinar la ingestión de energía, nutrientes y grupos de alimentos, así como la variedad de la dieta. – El listado de alimentos puede adaptarse en función del objetivo del estudio; por ejemplo, si el interés es evaluar el consumo de algunos alimentos y nutrientes específicos, el listado de alimentos se puede adaptar a esa necesidad. – Puede ser aplicado a manera de entrevista o de forma autoadministrada, dependiendo de cómo se construyó y validó el cuestionario.	1-5, 8
Desventajas	– Requiere capacitación previa por parte del entrevistador, además de habilidad, en caso de aplicarse a manera de entrevista. – Puede haber sobreestimación del consumo. – Puede haber omisiones y olvidos por parte de la persona entrevistada. – Puede haber dificultad para estimar la cantidad de alimento o bebida consumida si no se cuenta con una herramienta visual de apoyo para esta tarea. – Idealmente, requiere motivación y cierto nivel educativo por parte de la persona entrevistada para obtener información de consumo más completa y precisa. – La información obtenida depende, en gran medida, del listado de alimentos incluidos en el cuestionario. – Responder estos cuestionarios puede requerir inversión de tiempo del entrevistado, principalmente si el listado de alimentos es amplio.	1-5, 8
Diario dietético		
Características	– Método prospectivo. – Consiste en que la persona entrevistada (o su tutor, en caso de personas que así lo requieran) registre todos los alimentos y bebidas consumidos durante uno o más días en formatos preestablecidos, en el momento en que son ingeridos (para evitar sesgos de memoria), detallando formas de preparación, ingredientes, cantidades, marcas comerciales, así como hora y lugar de consumo.	1, 2, 6
Ventajas	– Es representativo de la dieta habitual (cuando es de varios días). – Es útil a nivel individual y poblacional. – Puede ser una herramienta útil para la autoevaluación, el autocontrol y la motivación para el cambio. – Permite determinar la ingestión de energía, nutrientes y grupos de alimentos, así como variedad de la dieta (cuando es de varios días). – No depende de la memoria de la persona entrevistada.	1, 2, 6
Desventajas	– Idealmente, requiere motivación y cierto nivel educativo por parte de la persona entrevistada para obtener información de consumo más completa y precisa. – Puede haber omisiones por parte de la persona entrevistada. – Se necesita capacitar a la persona para la cumplimentación de la encuesta de forma precisa. – Requiere de una herramienta de apoyo para la cuantificación de cantidades, idealmente, de una báscula con la que se pesen los alimentos crudos o cocidos, y antes y después de la ingestión (en caso de no haber consumido todo). – Puede haber un subregistro en el consumo de azúcares, grasas, sal y bebidas, debido a las omisiones por parte de la persona que cumplimenta la encuesta o por la dificultad de cuantificar ingredientes que se utilizan en la preparación de alimentos, como grasas, azúcares y sal. – Puede implicar mayor carga a la persona, debido al tiempo requerido para su cumplimentación.	1, 2, 6

aspectos, como la adherencia a patrones dietéticos *a priori*, como la dieta mediterránea, o la dieta DASH o determinar la calidad de la dieta o identificar patrones dietéticos *a posteriori* mediante análisis estadísticos subsecuentes. En el siguiente epígrafe abordaremos lo relacionado con el análisis de patrones dietéticos y calidad de la dieta.

>>PATRONES DIETÉTICOS A PRIORI

Los patrones dietéticos representan la totalidad de lo que las personas comen y beben habitualmente y en combinaciones distintas. Los componentes de cada patrón actúan sinérgicamente para afectar la salud; como resultado, un patrón dietético puede ser un mejor predictor de salud o de riesgo de enfermedad, comparado con los alimentos o nutrientes vistos de forma aislada¹¹.

Un patrón dietético saludable consiste en el consumo de alimentos y bebidas nutricionalmente densos, es decir, ricos en nutrientes como vitaminas, minerales y otros componentes saludables, en las cantidades y límites de energía recomendados y sin pocos azúcares añadidos, grasas saturadas y sodio (o añadidos en pequeñas cantidades). El mantener un patrón dietético saludable a lo largo de la vida puede minimizar el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición, como enfermedades cardiometabólicas. De manera contraria, el no consumir alimentos y bebidas nutricionalmente densos, puede conducir al desarrollo de este tipo de enfermedades¹¹.

Existen ya varios patrones considerados como saludables; de hecho, varias guías alimentarias actuales se centran más en los patrones dietéticos que solo en el consumo de nutrientes, energía y grupos de alimentos de manera individual¹¹⁻¹³. Un ejemplo son los patrones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés *United States Department of Agriculture*). El patrón de alimentación saludable del USDA constituye una guía de alimentación basada en los tipos y proporciones de alimentos que se recomienda consumir, independientemente de la edad, sexo, raza o grupo étnico. Este patrón se empezó a promover a partir de las Guías Alimentarias publicadas en 2015 y la versión más actualizada, es la que se basa en las Guías publicadas en 2020¹¹ y en *My Plate*, el cual incluye los siguientes grupos de alimentos: verduras, frutas, granos enteros, proteínas y lácteos¹⁴.

Otros patrones que han sido difundidos por la USDA son los patrones de dieta mediterránea y de dieta vegetariana. En su conjunto, el objetivo de estos patrones es ayudar a cumplir las Guías Alimentarias para la población, pero no de forma rígida, sino considerando las preferencias culturales e individuales de las personas, además de servir como guía para planear y servir alimentos a nivel individual o institucional, y en los hogares. Puede verse un ejemplo de estos patrones en la [tabla II](#)¹¹.

En México, en el año 2023, se publicaron las Guías Alimentarias Saludables y Sostenibles para la Población Mexicana. Estas guías surgieron para hacer frente al problema de sobrepeso/obesidad, desnutrición y deficiencias de micronutrientes y el cambio climático, que afectan no solo a la población mexicana, sino a la población mundial. En la actualización de estas guías participó un comité de expertos nacionales e internacionales, además de un comité multisectorial nacional conformado por gobierno, organismos internacionales, academia y sociedad civil, liderados por el Instituto Nacional de Salud Pública y la Secretaría de Salud¹³.

Estas guías, además de su guía visual llamada “Plato del Bien Comer Saludable y Sostenible”, incluyen diez recomendaciones que promueven: 1) la lactancia materna exclusiva, 2) el mayor consumo de frutas y verduras, 3) el consumo de legumbres, 4) el consumo de cereales integrales o de granos enteros, 5) el menor consumo de carne de res y carnes procesadas, 6) evitar el consumo de ultraprocesados, 7) el mayor consumo de agua natural, 8) evitar el consumo de alcohol, 9) hacer más actividad física, y 10) disfrutar de los alimentos en compañía de amigos o familiares, en la medida de lo posible¹³.

Específicamente, la guía visual, también en forma de plato, recomienda el consumo de verduras y frutas de temporada y de producción local (mitad del plato), seguido del consumo de cereales, granos y tubérculos; legumbres; alimentos de origen animal (incluyendo los lácteos), y aceites y grasas saludables. Esta representación visual tiene en el centro el consumo de agua natural y recomienda evitar productos con sellos de advertencia¹³. Estos sellos son símbolos en forma de octágono colocados en el etiquetado frontal, y que hacen una advertencia

TABLA II. EJEMPLO DE PATRONES DIETÉTICOS PARA LA POBLACIÓN DE ESTADOS UNIDOS¹¹ PARA UNA DIETA DE 2000 KCAL

Grupo o subgrupo de alimentos	Cantidad recomendada ^a		
	Patrón dietético saludable ^b	Patrón mediterráneo	Patrón vegetariano
Vegetales	2 ½ tazas / día	2 ½ tazas / día	2 ½ tazas / día
Vegetales de hoja verde	1 ½ tazas / semana	1 ½ tazas / semana	1 ½ tazas / semana
Vegetales de color rojo o naranja	5 ½ tazas / semana	5 ½ tazas / semana	5 ½ tazas / semana
Legumbres (en tazas)	1 ½ tazas / semana	1 ½ tazas / semana	1 ½ tazas / semana
Vegetales almidonados	5 tazas / semana	5 tazas / semana	5 tazas / semana
Otras verduras	4 tazas / semana	4 tazas / semana	4 tazas / semana
Frutas	2 tazas / día	2 ½ tazas / día	2 tazas / día
Granos	170 g / día	170 g / día	170 g / día
Granos enteros	≥ 85 g / día	85 g / día	99 g / día
Granos refinados	< 85 g / día	85 g / día	85 g / día
Lácteos	3 tazas / día	2 tazas / día	3 tazas / día
Alimentos con proteínas	156 g / día	184 g / día	99 g / día
Carnes, aves, huevos	737 g / semana	737 g / semana	85 g / semana ^c
Legumbres	—	—	170 g ^d
Pescados y mariscos	227 g / semana	425 g / semana	—
Nueces, semillas, productos de soya	142 g / semana	142 g / semana	198 g / semana para nueces y semillas y 227 g / semana para productos de soya
Aceites y grasas	27 gramos / día	27 gramos / día	27 gramos / día
Límite de kcal para otros propósitos^e	240 kcal / día (alrededor del 12 % del total de energía consumida)	240 kcal / día (alrededor del 12 % del total de energía consumida)	250 kcal / día (alrededor del 13 % del total de energía consumida)

^aLas cantidades equivalentes para los alimentos de cada grupo se detallan en el Anexo 3 de las Guías Alimentarias para los Estados Unidos de 2020.

^bLas cantidades recomendadas varían para dietas con un aporte mayor o menor de 2000 kcal / día y de acuerdo con la edad. El detalle de las recomendaciones, para niños y adultos, se indican en el Anexo 3 de las Guías Alimentarias para los Estados Unidos de 2020.

^cSolo en forma de huevo.

^dAlrededor de la mitad de las legumbres se muestran como vegetales, en tazas, y la otra mitad como alimentos con proteína, en onzas. Las legumbres presentadas en tazas corresponden a la cantidad en el grupo de los vegetales más la cantidad en el grupo de alimentos con proteínas (en onzas) divididos entre 4.

^eCuando la dieta incluye alimentos nutricionalmente densos, bajos en grasa y preparados con la menor cantidad de azúcares añadidos, cereales refinados, grasas saturadas o sodio, se puede incluir una cantidad de kcal adicional proveniente de estas fuentes y / o alcohol o una cantidad adicional dentro de cada grupo, lo cual dependerá de las necesidades energéticas y nutricionales individuales.

sobre el contenido excesivo de calorías (energía), sodio, grasas trans, azúcares o grasas saturadas, de acuerdo con la normativa para etiquetado de alimentos¹⁵.

Al igual que en las guías estadounidenses, la recomendación de consumo de algunos grupos y subgrupos de alimentos se hace de forma semanal y no diaria¹³. En la [tabla III](#) se muestra un ejemplo de un patrón saludable basado en las guías mexicanas.

Otro ejemplo de un patrón de dieta saludable es la dieta mediterránea, que es el patrimonio resultante de milenios de intercambios en la cuenca mediterránea que han definido y caracterizado los hábitos alimentarios de los países de esa región¹⁶.

La dieta mediterránea tradicional se basa en plantas, con alto consumo de cereales, legumbres, nueces, frutas, verduras y especias, además de promover un bajo consumo de carnes rojas y

TABLA III. EJEMPLO DE UN PATRÓN SALUDABLE PARA ADULTOS DE ACUERDO CON LAS GUÍAS ALIMENTARIAS PARA LA POBLACIÓN MEXICANA¹³

Grupo o subgrupo de alimentos	Porciones recomendadas ^a	
	Hombres	Mujeres
Verduras	5/día	4/día
Frutas	2/día	2/día
Legumbres	2/día	1 a 2/día
Cereales integrales o de granos enteros y tubérculos	9 a 11/día	6 a 11/día
Alimentos de origen animal		
Carne de res	3 a 4/semana	3 a 4/semana
Otras carnes rojas	3 a 4/semana	2 a 3/semana
Pollo y otras aves	8 a 11/semana	5 a 7/semana
Pescados y mariscos	4/semana	3 a 7/semana
Huevos	7/semana	7/semana
Aceites y grasas saludables	Solo señala que deben consumirse diariamente, pero que la cantidad debe ser moderada o limitada. Ejemplos de este tipo de grasas son aguacate, aceite de oliva, cacahuates y semillas de girasol o calabaza.	
Agua natural	13 vasos	9 vasos

^aLas porciones para los alimentos de cada grupo se detallan en las Guías Alimentarias¹³, y las cantidades sugeridas varían según el grupo de edad.

procesadas y un consumo moderado de pescado, mariscos, huevos, carnes blancas y lácteos. Asimismo, permite el consumo moderado de alcohol durante la comida, en los lugares en los que esta práctica sea parte de la cultura alimentaria, e incluye el aceite de oliva como la principal fuente de grasa de la dieta¹⁷.

Desde 1960, se ha comprobado que la adherencia a la dieta mediterránea conlleva efectos positivos para la salud¹⁷, pero actualmente esta dieta no solo se concibe desde el punto de vista nutricional, sino que también se concibe como un modelo cultural que involucra cómo son seleccionados, procesados y distribuidos los alimentos¹⁶⁻¹⁷. Además, este patrón dietético promueve un mayor consumo de productos locales derivados de plantas y de temporada, y un menor consumo de productos de origen animal. Por ello, la noción de este patrón también ha sido extendida para representar lo que significa un patrón dietético sustentable o sostenible, considerando sus beneficios socioculturales, económicos y medioambientales. De hecho, en 2010 esta dieta fue reconocida como patrimonio cultural inma-

terial de la humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura¹⁷.

Otro patrón alimentario saludable es el llamado DASH, por sus siglas en inglés *Dietary Approaches to Stop Hypertension*. Este es un plan de alimentación divulgado por el *National Heart, Lung and Blood Institute* de Estados Unidos y, como su nombre indica, está enfocado, principalmente, al control de la hipertensión, además de a la disminución de las concentraciones de las lipoproteínas de baja densidad. Este patrón promueve el consumo de frutas, verduras y granos enteros, así como el consumo de lácteos bajos en grasa, además del consumo de pescados, aves, legumbres, nueces y aceites vegetales. Asimismo, limita el consumo de alimentos ricos en grasa saturada, bebidas azucaradas y azúcares en general¹⁸.

Al igual que en los otros patrones, la recomendación de consumo de los grupos de alimentos depende de la cantidad de energía requerida¹⁸. En la [tabla IV](#) se muestra un ejemplo de este patrón.

TABLA IV. EJEMPLOS DE PATRONES SALUDABLES DE ACUERDO CON LA DIETA DASH¹⁸

Grupo de alimentos	Porciones recomendadas ^a	
	Dieta 1400-1600 kcal/día	Dieta 1800-200 kcal/día
Granos	5-6 por día	6-8 por día
Vegetales	3-4 por día	4-5 por día
Frutas	4 por día	4-5 por día
Lácteos (bajos en grasa o sin grasa)	2-3 por día	2-3 por día
Carnes magras, pescado y aves	3-4 por día o menos	6 por día o menos
Aceites y grasas	1-2 por día	2-3 por día
Nueces, semillas y legumbres	3-4 por semana	4-5 por semana
Azúcares añadidos y dulces	3 o menos por semana	5 o menos por semana
Sodio	1500-2300 mg/día	1500-2300 mg/día

^aLas porciones para los alimentos de cada grupo se detallan en distintas hojas de trabajo e infografías disponibles en la página del National Heart, Lung and Blood Institute de Estados Unidos.

Existe otra herramienta que evalúa la adherencia a las recomendaciones de consumo de ciertos grupos de alimentos, conforme a referencias nacionales e internacionales, llamada Mini-Encuesta de Calidad de Consumo Alimentario versión 2 (Mini-ECCA v2). Este es un cuestionario de 14 ítems enfocado a conocer el consumo de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas, basado en la revisión de recomendaciones mexicanas y de otros países. Para cada pregunta, puede haber 3-4 opciones de respuesta, generalmente en escala de Likert, además de utilizar fotografías de referencia para estimar las cantidades ingeridas¹⁹.

Para la interpretación de la herramienta, debe introducirse el número de respuesta seleccionada para cada ítem (que puede variar de 1 a 3 o de 1 a 4), a tres ecuaciones distintas, una para cada tipo de patrón alimentario que puede identificarse: 1) hábitos saludables, 2) hábitos por mejorar o 3) hábitos no saludables; aquella ecuación con un resultado mayor indicará el tipo de patrón que tiene la persona evaluada¹⁹.

Esta herramienta tiene la ventaja de que permite identificar patrones dietéticos sin depender de una encuesta dietética como recordatorios de 24 horas, registros dietéticos o cuestionarios de frecuencia de consumo, además de que su aplicación es más rápida que este tipo de encuestas. Además, se ha

evidenciado, en otros estudios, que se asocia con otros indicadores de salud, como los niveles de vitamina D en pacientes con COVID²⁰ o los tipos de grasa consumidos en este tipo de pacientes²¹.

Otra forma de evaluar los patrones dietéticos *a priori* es a partir de los índices de calidad de dieta, lo cual se aborda en el siguiente epígrafe.

>> CALIDAD DE LA DIETA

El término “calidad de la dieta” hace referencia a una dieta saludable, balanceada y diversa, que provee la energía y nutrientes que las personas requieren para mantener la salud, el crecimiento, el desarrollo y la actividad física, reduciendo el riesgo de enfermedades no transmisibles e infecciones. No obstante, este concepto puede ir más allá, y puede ser un indicador del cumplimiento de recomendaciones nutricionales previamente establecidas o al apego a las recomendaciones de las guías alimentarias, como las señaladas en el apartado previo, así como la inocuidad y aspectos sociales y culturales²².

Actualmente, existe amplia evidencia sobre la relación entre la calidad de la dieta y el riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas¹, ya que no analiza de forma aislada los aspectos cuantitativos

y cualitativos de la dieta, sino que los analiza en conjunto.

Para evaluar la calidad de la dieta, se han desarrollado herramientas llamadas índices de calidad de la dieta (ICD). Estos índices incluyen indicadores nutricionales variados; algunos índices incluyen indicadores basados en el consumo de nutrientes, otros incluyen indicadores basados en el consumo de grupos de alimentos, y otros incluyen indicadores mixtos. Cada indicador se puntúa según el nivel de adherencia, y se obtiene una puntuación final. Habitualmente, a mayor puntuación mejor calidad de la dieta, pero la interpretación depende en cada índice²².

El nivel de adherencia a los indicadores del ICD se obtiene a partir del análisis de las encuestas dietéticas mencionadas. La complejidad del análisis dietético depende del índice utilizado; es posible que se requiera realizar el cálculo de ingestión energética y nutricional, análisis de porcentajes de adecuación de energía y nutrientes con respecto a lo requerido, análisis del equilibrio entre los macronutrientes (porcentajes de distribución de energía) con respecto al aporte energético total, análisis de la relación entre tipos de ácidos grasos consumidos, análisis del consumo diario o semanal de algunos grupos de alimentos como frutas, verduras, carnes, entre otros aspectos. La ventaja de esta técnica de evaluación de la alimentación es que permite la comparabilidad entre poblaciones²².

El primer ICD que se publicó fue el *Dietary Quality Index* (DQI), en 1994²³. El objetivo inicial de este índice era evaluar la asociación de la calidad de la dieta con el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Incluía la valoración del grado de apego a la recomendación de consumo de ocho componentes dietéticos (grasas, ácidos grasos saturados, colesterol, frutas y verduras, hidratos de carbono complejos, proteínas, sodio y calcio). Cada componente se evalúa de 0 al 2, por lo que el puntaje final puede variar entre 0 y 16. Para la interpretación de este índice, a mayor puntaje, menor calidad de la dieta²²⁻²³.

Otro ICD utilizado ampliamente es el *Healthy Eating Index* (HEI), el cual fue desarrollado en 1995 de acuerdo con las Guías Alimentarias de Estados Unidos²⁴. La versión original se ha archivado debido a los cambios drásticos que

ha sufrido desde entonces²⁵. El HEI se actualiza cada vez que se actualizan las Guías Alimentarias de Estados Unidos. La versión más actualizada es el HEI-2020^{24,26}, y actualmente también existe la versión para niños a partir de los 2 años (HEI-Toddlers)^{24,27-29}.

Tanto el HEI-2020 como el HEI-Toddlers incluyen la evaluación de 13 componentes: 9 evalúan la “adecuación” en el consumo de grupos de alimentos, subgrupos de alimentos y otros componentes dietéticos que deben consumirse en mayor cantidad (frutas totales, frutas enteras, verduras totales, verduras verdes y legumbres, cereales de grano entero, lácteos, alimentos proteicos, proteínas vegetales y aquellas provenientes de pescados y mariscos, y ácidos grasos); a mayor puntaje, mayor calidad. El resto de los componentes evalúan la “moderación” en el consumo de grupos de alimentos y nutrientes que cuentan con un límite de consumo (azúcares añadidos, cereales refinados, sodio y ácidos grasos), por lo que a menor puntaje, mayor calidad^{24,26-29}.

Algo importante a considerar es que este ICD separa la calidad de la cantidad, utilizando el método de densidad o *density approach*, es decir, ajusta la recomendación de consumo por cada 1000 kcal, excepto para los ácidos grasos^{24,26-29}. Existen cientos de estudios que, desde que se publicó por primera vez el HEI, han evaluado la asociación de este índice con el riesgo de enfermedades crónicas, riesgo de mortalidad por cualquier causa, evaluación de programas federales de nutrición y evaluación en la administración de servicios de alimentos^{24,30}.

Otros ICD ampliamente utilizados son los diseñados para medir la adherencia a la dieta mediterránea. El primer índice que existió fue el *Mediterranean Diet Scale* (MDS), publicado en 1995 por Trichopoulou *et al.*^{31,32}. Consistía en ocho componentes: seis positivos (cereales, vegetales, frutas y nueces, legumbres, alcohol moderado, y razón de ácidos grasos monoinsaturados: ácidos grasos saturados) y dos negativos (consumo de productos lácteos, carnes y derivados). La forma de puntuar este ICD depende del consumo del grupo de alimentos en cuestión en función de la mediana poblacional^{31,32}. En 2003, se añadió el consumo de pescados y mariscos como otro componente positivo^{31,33} y, en 2005, se modificó la razón de ácidos grasos (ácidos grasos poliinsaturados +

ácidos grasos monoinsaturados: ácidos grasos saturados) y se separó el grupo frutas del de nueces para el Estudio Prospectivo Europeo sobre Cáncer y Nutrición (EPIC)^{32,34}.

El MDS se ha adaptado y modificado para ser utilizado en distintos países mediterráneos, pero también se ha adaptado y validado para utilizarse en países no mediterráneos. La versión más utilizada es una adaptación de la herramienta de Trichopoulou de 2003, realizada por Fung *et al.* en 2005 y denominada *Alternative Mediterranean Diet Scale*^{32,35}. Esta herramienta ha sido utilizada en Europa, Australia, Asia, Sudamérica y Estados Unidos³².

Uno de los ICD que revolucionó la manera de evaluar la adherencia a la dieta mediterránea fue el *Mediterranean Diet Adherence Score* (MEDAS), una rápida herramienta autoaplicable de 14 ítems, que no depende de encuestas dietéticas para poder evaluarse y que se utiliza en el estudio de cohorte de PREvención con DIeta MEDiterránea (PREDIMED)^{32,36}. Esta herramienta también ha sido utilizada en varios países del mundo³².

En el caso de México, existe el Índice de Calidad de la Dieta Mexicana o ICDMx. Este índice se basa en el análisis de encuestas dietéticas como el cuestionario de frecuencia de consumo semicuantitativo de alimentos para población mexicana, recordatorios y diarios dietéticos³⁷. Para su construcción, se tomaron en consideración las recomendaciones de ingestión de energía y nutrientes para la población mexicana^{38,39} y otras recomendaciones nacionales e internacionales. Este índice consiste en la evaluación de cinco categorías, correspondientes a una “dieta correcta”: 1) suficiente, en cuanto a cumplimiento de requerimientos de energía y nutrientes; 2) equilibrada, en cuanto a la proporción de energía proveniente de cada macronutriente; 3) completa, en cuanto a la inclusión de distintos grupos de alimentos; 4) variada; en cuanto a la inclusión de distintas opciones dentro de cada grupo de alimento, y 5) inocua, en cuanto al consumo de una dieta libre de microorganismos patógenos y con moderación en el consumo de nutrientes clave como sodio, alcohol y tipos de ácidos grasos. Cada categoría puntúa máximo 20 puntos, por lo que el máximo puntaje posible es de 100 puntos; a mayor puntaje, mayor calidad de la dieta³⁷.

Otra forma de evaluar la dieta es a partir de análisis posteriores al consumo de alimentos, sin tener una premisa de consumo. Este tipo de análisis se aborda en el siguiente epígrafe.

>>PATRONES DIETÉTICOS A POSTERIORI

Las técnicas *a posteriori* no dependen de las recomendaciones dietéticas ni miden la dieta directamente. Para generar estos patrones dietéticos se requieren técnicas estadísticas multivariadas. En este tipo de técnicas estadísticas se utiliza información dietética previamente recolectada a partir de varios recordatorios de 24 horas no consecutivos, o a partir de cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos validados para la población objetivo o de diarios dietéticos⁴⁰⁻⁴².

Los patrones dietéticos *a posteriori* se generan de manera similar, independientemente del método de recolección dietético utilizado. Previamente a realizar el análisis estadístico, la información dietética obtenida se debe transformar para expresar el consumo de cada alimento o grupos de alimentos en número de porciones, en gramos o en porcentaje de ingestión de la energía total, según decida el investigador⁴⁰⁻⁴².

Las técnicas estadísticas multivariadas más utilizadas en la epidemiología nutricional para generar patrones dietéticos son: el análisis de factores (*factor analysis*) y el análisis por conglomerados (*cluster analysis*). En el análisis de factores, se identifican dimensiones comunes (factores) de consumo alimentario, agrupando los alimentos en función de cómo se correlacionan unos con otros. Por su parte, el análisis de conglomerados agrupa a los individuos en subgrupos relativamente homogéneos (conglomerados o *clusters*)⁴⁰.

Los patrones dietéticos derivados mediante estas técnicas pueden variar en función de los alimentos incluidos en el análisis; por tanto, estos patrones dietéticos son específicos de la población evaluada, difieren entre poblaciones y estas diferencias no permiten su comparabilidad⁴⁰⁻⁴³.

Sin embargo, es importante mencionar que en diferentes poblaciones de estudio se han observado similitudes en los patrones dietéticos generados. En la mayoría de los casos se observa un patrón dietético nombrado como “prudente” y otro llamado “occidental”. Se ha nombrado

patrón “prudente” a aquel que está constituido principalmente por alimentos saludables (frutas, verduras, granos enteros, lácteos bajos en grasa, pescado, etc.) y como “occidental” al patrón constituido por alimentos considerados menos saludables (carne roja, carne procesada, papas fritas, *snacks* salados y dulces, granos refinados, etc.)⁴⁰⁻⁴³.

Por otro lado, además de estas similitudes, también en diversos estudios se han observado patrones dietéticos étnicamente específicos, explicados por diferencias geográficas, diferencias en los hábitos de alimentación y diferencias en las preferencias y disponibilidad de alimentos, que demuestran la diversidad de los patrones dietéticos dentro y entre poblaciones, representando un reto en la evaluación e interpretación de la dieta⁴⁰⁻⁴³.

La generación de patrones dietéticos se ha incrementado como método alternativo al análisis tradicional de nutrientes individuales porque puede evaluar el efecto conjunto de la dieta habitual sobre el riesgo de enfermedad. Las personas consumen comidas que incluyen muchos alimentos y nutrientes en combinación, por ello la exploración de patrones dietéticos se podría acercar más al consumo habitual. Por ello, ambos enfoques, análisis de alimentos y nutrientes individuales y el análisis de patrones dietéticos, pueden considerarse complementarios, ya que en conjunto permiten un mejor entendimiento de la relación dieta-enfermedad y mejorar la salud pública^{40,41}.

Un ejemplo es lo reportado en un estudio realizado en adultos mexicanos, donde se analizó la asociación entre alimentación emocional y patrones dietéticos en personas con y sin obesidad abdominal. Los patrones se generaron con la técnica estadística multivariada de análisis de componentes principales a partir de 40 grupos de alimentos, cuya información se obtuvo de un Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos Semicuantitativo. En personas con obesidad abdominal se observaron cuatro patrones dietéticos: 1) “*Snacks* y comida rápida” (conformado por pan dulce industrializado y no industrializado, maíz, comida rápida, dulces, azúcar, leche, yogur, postres, papa y cereales de desayuno); 2) “tradicional occidentalizado” (conformado por productos típicos de México en

conjunto con alimentos de la cultura occidental como: tortilla, carnes rojas y procesadas, aceite, bebidas alcohólicas, pan blanco, grasa animal, frijoles y bebidas azucaradas); 3) “saludable” (conformado por frutas, verduras, nueces, aguacate, pescados y mariscos, leguminosas, aceite de oliva y té), y 4) “productos de origen animal y cereales” (conformado por arroz, pasta, quesos, granos enteros, leche y huevo). En este estudio, ser comedor emocional se asoció negativamente con la adherencia a un patrón dietético “saludable” y se asoció positivamente con la adherencia al patrón “*snacks* y comida rápida”⁴⁴.

>>OTRAS TENDENCIAS EN EL ESTUDIO DE LA DIETA

En 2025 se cumplen 10 años de dos acuerdos que cambiaron la agenda política a nivel mundial. Nos referimos a la divulgación, por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a la firma del Acuerdo de París. Los ODS buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, y se esperan cumplir en 15 años, es decir, en 2030⁴⁵. Por su parte, el Acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático, adoptado por 193 países y la Unión Europea, en la Conferencia sobre el Cambio Climático de París o la 21.^a Conferencia de las Partes (COP21), de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), cuyo objetivo es limitar el calentamiento global, controlando las emisiones de gases de efecto invernadero^{46,47}.

Para seguir en línea con los ODS, los años 2016-2025 fueron designados por la ONU como la Década de la Nutrición⁴⁸. Debido a ese motivo, ha habido un creciente interés en que la evaluación de la dieta también considere su sostenibilidad. Una dieta sostenible y saludable tiene como objetivo promover el bienestar físico, mental y social de la población en cualquier etapa de la vida, protegiendo y salvaguardando los recursos del planeta para preservar su biodisponibilidad. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), además de la promoción de bienestar, otras de las características de la dieta sostenible son: la equidad y el comercio justo; la biodiversidad, el ambiente y el clima; productos de temporada locales y ambientalmente amistosos;

herencia cultural, tradiciones y habilidades; y cubrir requerimientos nutricios, de seguridad alimentaria y accesibilidad de alimentos⁴⁹.

Al respecto, uno de los movimientos más importantes fue la publicación del Reporte de la Comisión EAT-Lancet, un grupo de 19 comisionados y 18 coautores de 16 países, liderado por el Dr. Walter Willet, de la Universidad de Harvard, y el Dr. Johan Rockström, del *Potsdam Institute for Climate Impact* y el *Research & Stockholm Resilience Centre*. En ese reporte, se propuso la dieta planetaria saludable, cuyas características principales residen en limitar el consumo de carnes y almidones, opcionalmente consumir aves, huevos y lácteos, y enfatizar el consumo de pescado, frutas, verduras, legumbres, granos enteros y nueces⁵⁰. Un ejemplo de este tipo de dieta se observa en la [tabla V](#).

Se han desarrollado otros índices para evaluar la sostenibilidad de la dieta, muchos de ellos basados en las recomendaciones del EAT-Lancet; por ejemplo: el *World Index for Sustainability and Health*

(WISH)^{50,51}, que elimina el grupo de tubérculos y vegetales almidonados; el *Planetary Health Diet Index* (PHDI)^{50,52}, que incluye 16 componentes y también toma en cuenta la adecuación, la moderación y una razón de ingestión óptima, considerando el *Dutch Healthy Eating Index*^{50,53}, y el *Sustainable-HEalthy-Diet* (SHED) *Index*, que se conforma de 30 componentes de acuerdo con las recomendaciones del EAT-Lancet y del *Mediterranean Diet Score*⁵⁰.

Sin embargo, existen otros índices que se desarrollaron de forma independiente, como el *Healthy and Sustainable Diet Index* (HSDI), que fue el primer esfuerzo para evaluar la sostenibilidad de la dieta y que se apoyaba del uso de una aplicación en el celular para registrar el consumo de alimentos^{50,54}; y el *Sustainable Diet Index* (SDI), que incorporaba los indicadores de sostenibilidad de la definición de la FAO^{50,55}.

Junto con el interés por evaluar la sostenibilidad de las dietas, también ha habido un creciente interés en considerar el procesamiento de los alimen-

TABLA V. EJEMPLO DE UNA DIETA PLANETARIA SALUDABLE PARA 2500 KCAL⁵⁰

Grupo de alimentos	Gramos por día (rango posible)	kcal/día (% de 2500)
Granos enteros	232	811 (32,4)
Tubérculos o vegetales almidonados	50 (0-100)	39 (1,6)
Vegetales	300 (200-600)	78 (3,1)
Frutas	200 (100-300)	126 (5,0)
Lácteos	250 (0-500)	153 (6,1)
Fuentes de proteína animal		
Res, puerco, cordero	14 (0-28)	30 (1,2)
Pollo y otras aves	29 (0-58)	62 (2,5)
Huevos	13 (0-25)	19 (0,8)
Pescado	28 (0-100)	40 (1,6)
Fuentes de proteína vegetal		
Legumbres	75 (0-100)	284 (11,4)
Nueces	50 (0-75)	291 (11,6)
Grasas añadidas		
Insaturadas	40 (20-80)	354 (2,2)
Saturadas	11,8 (0-11,8)	96 (3,8)
Azúcares añadidos	31 (0-31)	120 (0,48)

tos al momento de evaluar la alimentación, como una propuesta para cumplir esos ODS. En 2010, Monteiro *et al.*, investigadores de la Universidad de Sao Paulo de Brasil, propusieron un sistema de clasificación de alimentos, basados en su grado de procesamiento⁵⁶. Esta clasificación se dividía en tres grupos: alimentos no procesados (como frutas, verduras, pescado, etc.), ingredientes culinarios (como aceites, grasas, azúcares y especias, que se combinan con los primeros) y alimentos ultraprocesados^{56,57}. Posteriormente, en 2015, la FAO publicó unas directrices para la clasificación de los productos procesados, basadas en la clasificación de Monteiro, ya denominada clasificación NOVA, e incluía cuatro categorías: las mismas dos primeras de la clasificación previa, y otras clasificaciones, diferenciando los alimentos procesados (alimentos que ya incluyen sal, azúcar, aceite o vinagre para conservarlos por más tiempo, prolongando su caducidad, o para aumentar su palatabilidad) de los ultraprocesados (compuestos de sustancias derivadas de otros alimentos o fuentes orgánicas, que prácticamente no contienen alimentos enteros, durables, convivientes, altamente palatables, accesibles y con una mayor cantidad de conservadores, estabilizadores, emulsificadores, edulcorantes, colorantes, saborizantes, etc.)⁵⁸.

Esta clasificación se utiliza actualmente a nivel mundial y ha evidenciado que a mayor consumo de alimentos ultraprocesados, menor calidad de la dieta⁵⁹⁻⁶², mayor ganancia de peso^{61,63}, y mayor riesgo de enfermedad crónica y mortalidad por cualquier causa^{61,64-67}.

Asimismo, el avance de la tecnología ha contribuido a que la evaluación dietética sea más sencilla y pueda atender algunas de las desventajas de las encuestas dietéticas tradicionales, por el acceso a internet, la disponibilidad de dispositivos móviles y el uso de las cámaras incluidas en estos dispositivos⁶⁸. En 2004, el Instituto Nacional de Cáncer de Estados Unidos financió el desarrollo de un recordatorio de 24 horas automatizado y autoadministrado, denominado ASA-24 por sus siglas en inglés (*Automated, Self-Administered 24-hour dietary recall*)^{69,70}. El ASA-24 utiliza el denominado Método Automatizado de Múltiples Pasos de la USDA: 1) hacer un listado rápido de alimentos consumidos, 2) preguntar por alimentos olvidados, 3) recabar hora y lugar de consumo, 4) dar detalles de los alimentos y bebidas consumidos, y 5) corroborar

que no haya olvidos adicionales^{70,71}. El ASA-24 ha sido ampliamente utilizado en varios estudios desde su creación, y también ha mostrado niveles de validez aceptables al comparar el consumo reportado con el real⁷¹.

Además del uso de este tipo de herramientas de apoyo, en la actualidad existen varias aplicaciones de cuidado de la salud en estos dispositivos, que también incorporan elementos de coaching o consejería nutricional (técnica de acompañamiento en el proceso de atención nutricional) y consultas en línea. Parte de los beneficios que incluyen es la posibilidad de personalizar el cuidado de la salud, a través de distintas metas y educación para la salud, lo que puede dar a las personas una sensación de mayor compromiso, apoyo social y retroalimentación y, por tanto, mayor facilidad para el cambio de comportamiento y satisfacción personal. Además, disminuye la carga del análisis y registro alimentario, tanto para el profesional de la nutrición como para el usuario, además de que puede reducir costos en salud. No obstante, también deben considerarse las limitantes, como el hecho de que estas herramientas no siempre están validadas ni indican las bases de datos de donde se obtiene la información nutricional, lo que denota la falta de regulación en su creación y uso⁶⁸.

En el caso de la evaluación dietética automatizada basada en fotografías, se ha establecido que las imágenes pasan por varios procesos de análisis: segmentación (utilizando herramientas de visión computacionales como *Grubcut* para definir bordes y separar cada alimento de una imagen), clasificación (que utiliza redes neuronales convolucionales artificiales para identificar los alimentos), evaluación de volumen y análisis nutricional (a partir de la evaluación de volumen, la densidad y las bases de datos nutricionales para calcular el contenido nutricional de los alimentos de la imagen). De estos pasos, la estimación de volumen es la que todavía necesita madurar más, pero se espera que, con los avances de la óptica, el aprendizaje profundo y la visión computarizada, esta área de investigación siga madurando e incorporándose de manera natural a la evaluación dietética⁶⁸.

Otras tecnologías de interés son la incorporación de sensores durante los tiempos de comida para apoyar en la evaluación dietética⁷², el uso de algoritmos de aprendizaje automático o de *machine*

learning (por ejemplo, para la clasificación de productos con base en su procesamiento)⁷³ y la metabolómica basada en resonancia magnética⁷⁴, por mencionar algunos ejemplos.

Finalmente, existen proyectos dirigidos a países en vías de desarrollo para facilitar la adquisición de información dietética de alta calidad y oportuna, para mejorar la agricultura, la seguridad alimentaria y los indicadores de nutrición, como el *International Dietary Data Expansion* (INDDEX) Project. Dentro de los resultados de este proyecto, está el desarrollo de la Plataforma INDDEX24 *Dietary Assessment* y la inclusión de repositorios de la FAO y de la Organización Mundial de la Salud para estandarizar, recolectar y analizar el uso de evaluaciones dietéticas individuales, además del diseño y uso de encuestas de gasto del hogar para análisis dietéticos, y el diseño del recurso *Data4Diets* para el análisis de seguridad alimentaria, patrones, adecuación dietética y fuentes de alimentos y de nutrientes^{75,76}.

siendo una parte esencial de la evaluación de la dieta, es importante seguir el enfoque de evaluar cómo estos elementos, en conjunto, influyen en la salud y la nutrición, considerando también aspectos actuales, como la sostenibilidad, el procesamiento y la incorporación de la tecnología. No obstante, sobre este último punto, es importante regular su uso y validar la metodología y bases de datos utilizadas, para que la evaluación dietética sea precisa y confiable.

Agradecimientos

Queremos agradecer a los Profesores Dr. Daniel de Luis y Dr. J. Alfredo Martínez su consideración al invitarnos a elaborar este artículo. Agradecemos también al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) de la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) de México, al cual pertenecemos las tres autoras (números de CVUs: 176919-MFBO-, 484393-ABN- y 22064-BV-).

>>CONCLUSIONES

Aunque la determinación de la ingestión de energía, nutrientes y grupos de alimentos sigue

Conflictos de intereses

Las autoras expresan que no hay conflictos de intereses.

>>BIBLIOGRAFÍA

1. Bartok C, Mahan LK. Ingesta: anamnesis alimentaria y nutricional. En: Raymond JL, Morrow K, editores. Krause Mahan Dietoterapia. 15.ª ed. Elsevier Health Sciences; 2021. p. 41-56.
2. Baranowski T. 24-Hour Recall and Diet Record Methods. En: Willet W, editor. Nutritional Epidemiology. 3.ª ed. Nueva York: Oxford University Press; 2013. p. 49-69.
3. Willet W. Food Frequency Methods. En: Willet W, editor. Nutritional Epidemiology. 3.ª ed. Nueva York: Oxford University Press; 2013. p. 70-95.
4. Macedo-Ojeda G, Vizmanos-Lamotte B, Márquez-Sandoval YF, Rodríguez-Rocha NP, López-Uriarte PJ, Fernández-Ballart JD. Validation of a semi-quantitative food frequency questionnaire to assess food groups and nutrient intake. *Nutr Hosp*. 2013; 28:2212-20.
5. Sierra-Ruelas É, Bernal-Orozco MF, Macedo-Ojeda G, Márquez-Sandoval YF, Altamirano-Martínez MB, Vizmanos B. Validation of semiquantitative FFQ administered to adults: a systematic review. *Public Health Nutr*. 2021; 24(11):3399-418. DOI: 10.1017/S1368980020001834
6. Arias-López JG, Macedo-Ojeda G, Sierra-Ruelas E. Diario dietético. En: Macedo-Ojeda G, Altamirano-Martínez MB, Bernal-Orozco MF, Vizmanos-Lamotte B, editores. Evaluación del Estado Nutricio. Guadalajara: Editorial Universidad de Guadalajara; 2022. p. 123-42.
7. Cordero-Muñoz AY, Arias-López JG, Arellano-Sandoval LS. Recordatorio de 24 horas. En: Macedo-Ojeda G, Altamirano-Martínez MB, Bernal-Orozco MF, Vizmanos-Lamotte B, editores. Evaluación del Estado Nutricio. Guadalajara: Editorial Universidad de Guadalajara; 2022. p. 107-22.
8. Macedo-Ojeda G, Fernández-Ballart J, Sierra-Ruelas E, Vizmanos-Lamotte B. Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. En: Macedo-Ojeda G, Altamirano-Martínez MB, Bernal-Orozco MF, Vizmanos-Lamotte B, editores. Evaluación del Estado Nutricio. Guadalajara: Editorial Universidad de Guadalajara; 2022. p. 143-52.
9. Bernal-Orozco MF, Vizmanos-Lamotte B, Rodríguez-Rocha NP, Macedo-Ojeda G, Orozco-Valerio M, Rovillé-Sausse F, et al. Validation of a Mexican food photograph album as a tool to visually estimate food amounts in adolescents. *Br J Nutr*. 2013; 109(5):944-52. DOI: 10.1017/S0007114512002127

10. Vizmanos-Lamotte B, López-Uriarte PJ, Rodríguez-Rocha NP, Macedo-Ojeda G. Álbum fotográfico de alimentos mexicanos. Guadalajara: Ediciones de la Noche; 2015.
11. U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services. Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025 [Internet]. 9.^a ed. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services; 2020 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: [DietaryGuidelines.gov](https://www.dietaryguidelines.gov)
12. Health Canada. Canada's Dietary Guidelines for Health Professionals and Policy Makers [Internet]. Ottawa: Health Canada; 2019 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://food-guide.canada.ca/sites/default/files/artifact-pdf/CDG-EN-2018.pdf>
13. Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Guías Alimentarias saludables y sostenibles para la población mexicana [Internet]. Gobierno de México, Secretaría de Salud; 2023 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1fGQoNbTZ0zlfVrYyZ8eT0efQWEfflwae/view>
14. My Plate. United States Department of Agriculture. What is MyPlate [Internet]. United States Department of Agriculture; 2011 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://www.myplate.gov/eat-healthy/what-is-myplate>
15. Secretaría de Economía. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria, publicada el 5 de abril de 2010 [Internet]. Diario Oficial de la Federación; 2020 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/2020/SEECO/NOM_051.pdf
16. Serra-Majem L, Ortiz-Andrellucchi A. La dieta mediterránea como ejemplo de una alimentación y nutrición sostenibles: enfoque multidisciplinar. *Nutr Hosp*. 2018;35(Spec No4):96-101. DOI: 10.20960/nh.2133
17. Serra-Majem L, Tomaino L, Dernini S, Berry EM, Lairon D, Ngo de la Cruz J, et al. Updating the Mediterranean Diet Pyramid towards Sustainability: Focus on Environmental Concerns. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(23):8758. DOI: 10.3390/ijerph17238758
18. National Heart, Lung and Blood Institute. DASH Eating Plan [Internet] [actualizado 10/01/2025; consultado 01/01/2025]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/education/dash-eating-plan>
19. Bernal-Orozco MF, Salmeron-Curiel PB, Prado-Arriaga RJ, Orozco-Gutiérrez JF, Badillo-Camacho N, Márquez-Sandoval F, et al. Second Version of a Mini-Survey to Evaluate Food Intake Quality (Mini-ECCA v.2): Reproducibility and Ability to Identify Dietary Patterns in University Students. *Nutrients*. 2020;12(3):809. DOI: 10.3390/nu12030809
20. González-Estévez G, Turrubiates-Hernández FJ, Herrera-Jiménez LE, Sánchez-Zuno GA, Herrera-Godina MG, Muñoz-Valle JF. Association of Food Intake Quality with Vitamin D in SARS-CoV-2 Positive Patients from Mexico: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(14):7266. DOI: 10.3390/ijerph18147266
21. Macedo-Ojeda G, Muñoz-Valle JF, Yokogawa-Teraoka P, Machado-Sulbarán AC, Loza-Rojas MG, García-Arredondo AC, et al. COVID-19 Screening by Anti-SARS-CoV-2 Antibody Seropositivity: Clinical and Epidemiological Characteristics, Comorbidities, and Food Intake Quality. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(17):8995. DOI: 10.3390/ijerph18178995
22. Macedo-Ojeda G, Fernández-Ballart J, Vizmanos-Lamotte B, Rodríguez-Rocha NP. Evaluación de la calidad de la dieta. En: Macedo-Ojeda G, Altamirano-Martínez MB, Bernal-Orozco MF, Vizmanos-Lamotte B, editores. *Evaluación del Estado Nutricio*. Guadalajara: Editorial Universidad de Guadalajara; 2022. p. 153-68.
23. Patterson RE, Haines PS, Popkin BM. Diet quality index: capturing a multidimensional behavior. *J AM Diet Assoc*. 1994;94(1):57-64. DOI: 10.1016/0002-8223(94)92042-7
24. Food and Nutrition Service, U.S. Department of Agriculture. Healthy Eating Index (HEI) [Internet]. Food and Nutrition Service, U.S. Department of Agriculture [actualizado 21/04/2025; consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://www.fns.usda.gov/cnpp/healthy-eating-index-hei>
25. Food and Nutrition Service, U.S. Department of Agriculture. HEI Resources [Internet]. Food and Nutrition Service, U.S. Department of Agriculture [actualizado 21/04/2025; consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://www.fns.usda.gov/cnpp/hei-resources>
26. Shams-White MM, Pannucci TE, Lerman JL, Herrick KA, Zimmer M, Meyers Mathieu K, et al. Healthy Eating Index-2020. Review and Update Process to Reflect the Dietary Guidelines for Americans, 2020-2025. *J Acad Nutr Diet*. 2023;123(9):1280-8. DOI: 10.1016/j.jand.2023.05.015.
27. Herrick KA, Lerman JL, Pannucci TE, Zimmer M, Shams-White MM, Mathieu KM, et al. Continuity, Considerations, and Future Directions for the Healthy Eating Index-Toddlers-2020 (HEI-Toddlers-2020). *J Acad Nutr Diet*. 2023;123(9):1298-306. DOI:10.1016/j.jand.2023.05.012
28. Lerman JL, Herrick KA, Pannucci TE, Shams-White MM, Kahle LL, Zimmer M, et al. Evaluation of the Healthy Eating Index-Toddlers-2020. *J Acad Nutr Diet*. 2023;123(9):1307-19. DOI: 10.1016/j.jand.2023.05.014
29. Pannucci TE, Lerman JL, Herrick KA, Shams-White MM, Zimmer M, Meyers Mathieu K, et al. Development of the Healthy Eating Index-Toddlers-2020. *J Acad Nutr Diet*. 2023;123(9):1289-97. DOI: 10.1016/j.jand.2023.05.013
30. Schap T, Kuczynski K, Hiza H. Healthy Eating Index-Beyond the Score. *J Acad Nutr Diet*. 2017;117(4):519-21. DOI: 10.1016/j.jand.2017.02.002
31. Trichopoulos A, Kouris-Blazos A, Wahlqvist ML, Gnardellis C, Lagiou P, Polychronopoulos E, et al. Diet and overall survival in elderly people. *BMJ*. 1995;311(7018):1457-60. DOI: 10.1136/bmj.311.7018.1457

32. Hutchins-Wiese HL, Bales CW, Porter Starr KN. Mediterranean diet scoring systems: understanding the evolution and applications for Mediterranean and non-Mediterranean countries. *Br J Nutr*. 2022;128(7):1371-92. DOI:10.1017/S0007114521002476
33. Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D. Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med*. 2003;348(26):2599-608. DOI: 10.1056/NEJMoa025039.
34. Trichopoulou A, Orfanos P, Norat T, Bueno-de-Mesquita B, Ocké MC, Peeters PH, et al. Modified Mediterranean diet and survival: EPIC-elderly prospective cohort study. *BMJ*. 2005;330(7498):991. DOI: 10.1136/bmj.38415.644155.8F
35. Fung TT, McCullough ML, Newby PK, Manson JE, Meigs JB, Rifai N, et al. Diet-quality scores and plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(1):163-73. DOI: 10.1093/ajcn.82.1.163.
36. Schröder H, Fitó M, Estruch R, Martínez-González MA, Corella D, Salas-Salvadó J, et al. A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *J Nutr*. 2011;141(6):1140-5. DOI: 10.3945/jn.110.135566
37. Macedo-Ojeda G, Márquez-Sandoval F, Fernández-Ballart J, Vizmanos B. The Reproducibility and Relative Validity of a Mexican Diet Quality Index (ICDMx) for the Assessment of the Habitual Diet of Adults. *Nutrients*. 2016;8(9):516. DOI: 10.3390/nu8090516
38. Bourges H, Casanueva E, Rosado JL. Recomendaciones de Ingestión de Nutrimientos para la Población Mexicana. Bases Fisiológicas. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana; 2005.
39. Bourges H, Casanueva E, Rosado JL. Recomendaciones de Ingestión de Nutrimientos para la Población Mexicana. Bases Fisiológicas. Energía, Proteínas, Lípidos, Hidratos de Carbono y Fibra. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana; 2008.
40. Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol*. 2002;13(1):3-9. DOI: 10.1097/00041433-200202000-00002
41. Newby PK, Tucker KL. Empirically derived eating patterns using factor or cluster analysis: a review. *Nutr Rev*. 2004;62(5):177-203. DOI: 10.1301/nr.2004.may.177-203
42. Tucker KL. Dietary patterns, approaches, and multicultural perspective. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35(2):211-8. DOI: 10.1139/H10-010
43. Kant AK. Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc*. 2004;104(4):615-35. DOI: 10.1016/j.jada.2004.01.010
44. Betancourt-Núñez A, Torres-Castillo N, Martínez-López E, De Loera-Rodríguez CO, Durán-Barajas E, Márquez-Sandoval F, et al. Emotional Eating and Dietary Patterns: Reflecting Food Choices in People with and without Abdominal Obesity. *Nutrients*. 2022;14(7):1371. DOI: 10.3390/nu14071371
45. Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible [Internet]. Naciones Unidas; 2015 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
46. Naciones Unidas. El Acuerdo de París [Internet]. Naciones Unidas; 2015 [consultado 01 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
47. Naciones Unidas. Acuerdo de París [Internet]. París: Naciones Unidas; 2015 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
48. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac JC, Levy RB, Louzada MLC, Jaime PC. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public Health Nutr*. 2018;21(1):5-17. DOI: 10.1017/S1368980017000234
49. Alexandropoulou I, Goulis DG, Merou T, Vassilakou T, Bogdanos DP, Grammatikopoulou MG. Basics of Sustainable Diets and Tools for Assessing Dietary Sustainability: A Primer for Researchers and Policy Actors. *Healthcare*. 2022;10(9):1668. DOI: 10.3390/healthcare10091668
50. EAT-Lancet Commission. Summary Report of the EAT-Lancet Commission. Healthy Diets from Sustainable Food Systems. Food Planet Health [Internet]. EAT-Lancet Commission; 2019 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: https://eatforum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf
51. Trijsburg L, Talsma EF, Crispim SP, Garrett J, Kennedy G, de Vries JHM, et al. Method for the Development of WISH, a Globally Applicable Index for Healthy Diets from Sustainable Food Systems. *Nutrients*. 2020;13(1):93. DOI: 10.3390/nu13010093
52. Cacao LT, De Carli E, de Carvalho AM, Lotufo PA, Moreno LA, Bensenor IM, et al. Development and Validation of an Index Based on EAT-Lancet Recommendations: The Planetary Health Diet Index. *Nutrients*. 2021;13(5):1698. DOI: 10.3390/nu13051698
53. Looman M, Feskens EJ, de Rijk M, Meijboom S, Biesbroek S, Temme EH, et al. Development and evaluation of the Dutch Healthy Diet index 2015. *Public Health Nutr*. 2017;20(13):2289-99. DOI: 10.1017/S136898001700091X
54. Harray AJ, Boushey CJ, Pollard CM, Delp EJ, Ahmad Z, Dhaliwal SS, et al. A Novel Dietary Assessment Method to Measure a Healthy and Sustainable Diet Using the Mobile Food Record: Protocol and Methodology. *Nutrients*. 2015;7(7):5375-95. DOI: 10.3390/nu7075226
55. Burlingame B, Dernini S, Nutrition and Consumer Protection Division, Food and Agriculture Organization. Sustainable Diets and Biodiversity. Directions and Solutions for Policy, Research and Action. Food and Agriculture Organization: Roma; 2012.

56. Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, Castro IR, Cannon G. A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. *Cad Saude Publica*. 2010;26(11):2039-49. DOI: 10.1590/s0102-311x2010001100005
57. Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, de Castro IR, Cannon G. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. *Public Health Nutr*. 2011;14(1):5-13. DOI: 10.1017/S1368980010003241
58. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines on the collection of information on food processing through food consumption surveys [Internet]. Roma: FAO; 2015 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e9ce3172-8eb5-4f40-a494-dd5c9b39edd3/content>
59. Martini D, Godos J, Bonaccio M, Vitaglione P, Grosso G. Ultra-processed foods and nutritional dietary profile: a meta-analysis of nationally representative samples. *Nutrients*. 2021;13(10):3390. DOI: 10.3390/nu13103390
60. Liu J, Steele EM, Li Y, Karageorgou D, Micha R, Monteiro CA, et al. Consumption of ultraprocessed foods and diet quality among U.S. children and adults. *Am J Prev Med*. 2022;62(2):252-64. DOI: 10.1016/j.amepre.2021.08.014
61. Monteiro CA, Astrup A. Does the concept of “ultra-processed foods” help inform dietary guidelines, beyond conventional classification systems? YES. *Am J Clin Nutr*. 2022;116(6):1476-81. DOI: 10.1093/ajcn/nqac122
62. Neri D, Steele EM, Khandpur N, Cediel G, Zapata ME, Rauber F, et al. Ultraprocessed food consumption and dietary nutrient profiles associated with obesity: a multicountry study of children and adolescents. *Obes Rev*. 2022;23 Suppl 1:e13387. DOI: 10.1111/obr.13387
63. Hall KD, Ayuketah A, Brychta R, Cai H, Cassimatis T, Chen KY, et al. Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: an inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. *Cell Metab*. 2019;30(1):67-77. DOI: 10.1016/j.cmet.2019.05.008
64. Pagliai G, Dinu M, Madarena MP, Bonaccio M, Iacoviello L, Sofi F. Consumption of ultra-processed foods and health status: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr*. 2021;125(3):308-18. DOI: 10.1017/S0007114520002688
65. Delpino FM, Figueiredo LM, Bielemann RM, da Silva BGC, Dos Santos FS, Mintem GC, et al. Ultra-processed food and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Int J Epidemiol*. 2022;51(4):1120-41. DOI: 10.1093/ije/dyab247
66. Dicken SJ, Batterham RL. The role of diet quality in mediating the association between ultra-processed food intake, obesity and health-related outcomes: a review of prospective cohort studies. *Nutrients*. 2022;14(1):23. DOI: 10.3390/nu14010023
67. Suksatan W, Moradi S, Naeini F, Bagheri R, Mohammadi H, Talebi S, et al. Ultra-processed food consumption and adult mortality risk: a systematic review and dose-response meta-analysis of 207,291 participants. *Nutrients*. 2022;14(1):174. DOI: 10.3390/nu14010174
68. Tay W, Kaur B, Quek R, Lim J, Henry CJ. Current Developments in Digital Quantitative Volume Estimation for the Optimisation of Dietary Assessment. *Nutrients*. 2020;12(4):1167. DOI: 10.3390/nu12041167
69. Thompson FE, Subar AF, Loria CM, Reedy JL, Baranowski T. Need for technological innovation in dietary assessment. *J Am Diet Assoc*. 2010;110(1):48-51. DOI: 10.1016/j.jada.2009.10.008
70. Subar AF, Kirkpatrick SI, Mittl B, Zimmerman TP, Thompson FE, Bingley C, et al. The Automated Self-Administered 24-hour dietary recall (ASA24): a resource for researchers, clinicians, and educators from the National Cancer Institute. *J Acad Nutr Diet*. 2012;112(8):1134-7. DOI: 10.1016/j.jand.2012.04.016
71. Whitton C, Collins CE, Mullan BA, Rollo ME, Dhaliwal SS, Norman R, et al. Accuracy of energy and nutrient intake estimation versus observed intake using 4 technology-assisted dietary assessment methods: a randomized crossover feeding study. *Am J Clin Nutr*. 2024;120(1):196-210. DOI: 10.1016/j.ajcnut.2024.04.030
72. Wang L, Allman-Farinelli M, Yang JA, Taylor JC, Gemming L, Hekler E, et al. Enhancing Nutrition Care Through Real-Time, Sensor-Based Capture of Eating Occasions: A Scoping Review. *Front Nutr*. 2022;9:852984. DOI: 10.3389/fnut.2022.852984
73. Menichetti G, Ravandi B, Mozaffarian D, Barabási AL. Machine learning prediction of the degree of food processing. *Nat Commun*. 2023;14(1):2312. DOI: 10.1038/s41467-023-37457-1
74. Bertram HC. NMR foodomics in the assessment of diet and effects beyond nutrients. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2023;26(5):430-9. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000906
75. International Dietary Data Expansion Project. The INDDEx Project [Internet]. Boston: Tufts University, Gerald D and Dorothy R. Friedman School of Nutrition Science and Policy, Bill & Melinda Gates Foundation [c2015-2025; consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://inddex.nutrition.tufts.edu/inddex-project>
76. International Dietary Data Expansion Project. Data4Diets. Building Blocks for Diet-related Food Security Analysis, Version 2.0 [Internet]. Boston: Tufts University; 2023 [consultado 01/06/2025]. Disponible en: <https://inddex.nutrition.tufts.edu/data4diets>

[r e v i s i ó n]

Estado actual y aproximación a las bases de datos de composición de alimentos

Current Status and Overview of Food Composition Databases

María Dolores Ruiz-López^{1,2} y Emilio Martínez de Victoria^{2,3}

¹Departamento de Nutrición y Bromatología, Universidad de Granada, Granada. España. ²Instituto de Nutrición y Tecnología de los alimentos "José Mataix" (INYTA). Centro de Investigación Biomédica, Universidad de Granada, Granada. España.

³Departamento de Fisiología, Universidad de Granada, Granada. España

Cómo citar este trabajo

|| Ruiz-López MD, Martínez de Victoria E. Estado actual y aproximación a las bases de datos de composición de alimentos.
|| Nutr Clin Med 2025;19(2):72-84

Palabras clave

Tabla de composición de alimentos, base de datos nutricional, sistema LanguaL, Foodex2, calidad de los datos.

>>RESUMEN

Las bases de datos de composición de alimentos (BDCA) son herramientas esenciales en nutrición, salud pública e investigación, ya que proporcionan información detallada sobre los nutrientes y componentes bioactivos de los alimentos. Las BDCA se construyen a partir de análisis químicos directos, literatura científica y técnicas de imputación, y su calidad depende de factores como la actualidad de los datos, el método analítico empleado y la cobertura de alimentos y nutrientes. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la

Alimentación (FAO), a través de la Red Internacional de Sistemas de Datos de Alimentos (INFOODS) y redes como European Food Information Resource (EuroFIR), han promovido la armonización y estandarización de estos recursos. Para maximizar su utilidad, las BDCA deben cumplir con los principios *findable*, *accessible*, *interoperable*, *reusable* (FAIR), lo que implica disponer de metadatos estructurados, acceso abierto, estándares internacionales y documentación clara para su reutilización. Sus aplicaciones abarcan desde la investigación y formulación de políticas públicas hasta la atención clínica, la industria alimentaria y la educación nutricional. Se incluye una descriptiva de las principales bases de datos de distintos países, así como el desarrollo de bases de datos específicas para productos de marca, que ofrecen datos más detallados y actualizados sobre los alimentos disponibles en el mercado.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 72-84
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0010

Correspondencia

María Dolores Ruiz-López
Email: mdruiz@ugr.es

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Más información:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Key words

Food composition table, nutritional database, LanguaL system, data quality.

<<ABSTRACT

Food composition databases (FCDs) are essential tools in nutrition, public health, and research, as they provide detailed information on the nutrient and bioactive compound content of foods. FCDs are built from direct chemical analyses, scientific literature, and imputation techniques. Their quality depends on factors such as the currency of the data, the analytical methods used, and the coverage of foods and nutrients. The FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), through INFOODS (International Network of Food Data Systems), and networks like EuroFIR (European Food Information Resource) have promoted the harmonization and standardization of these resources. To maximize their usefulness, FCDs should comply with the FAIR principles (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), which require structured metadata, open access, international standards, and clear documentation for reuse. Their applications range from research and public policy development to clinical care, the food industry, and nutrition education. The document includes a description of the main databases from various countries, as well as the development of brand-specific databases, which provide more detailed and updated data on foods available in the market.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 72-84
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0010

>>INTRODUCCIÓN

Las bases de datos de composición de alimentos (BDCA) son herramientas fundamentales en la nutrición, la salud pública y la investigación alimentaria, ya que proporcionan información detallada sobre los nutrientes y componentes bioactivos de los alimentos. Su aplicabilidad es amplia debido a que permite evaluar la ingesta dietética, formular políticas alimentarias y desarrollar productos alimenticios¹.

Históricamente, Wilhelm König fue uno de los pioneros en el análisis químico de alimentos, publicando en 1879 las primeras tablas sistemáticas que incluían agua, proteínas, grasas, carbohidratos y cenizas². En la misma época (1896), y tras su paso por Alemania, Wilbur Olin Atwater, fisiólogo y químico estadounidense, publicó junto con Woods un análisis de más de 500 alimentos y creó los “números de Atwater”, que sirvieron para sentar las bases del cálculo energético utilizado actualmente².

A medida que creció el conocimiento sobre nutrición y se desarrollaron tecnologías analíticas más precisas, las tablas evolucionaron y se incluyeron un mayor número de nutrientes. Muchos países comenzaron a crear sus propias tablas nacionales de composición de alimentos basadas en los patrones alimentarios locales. Con la llegada de la informática, en los años 70 se comienza a digi-

talizar las tablas y hoy día siguen coexistiendo las dos formas de presentación, impresas en papel (tablas de composición de alimentos, TCA) o digitalizadas (BDCA).

A nivel mundial, existen más de 150 TCA o BDCA. Sin embargo, la calidad y disponibilidad de estos datos varían significativamente entre países. Muchos países en desarrollo carecen de datos suficientes y confiables, y muchas tablas se basan en datos antiguos o en métodos analíticos obsoletos³. Un estudio reciente destacó la necesidad de mejorar los metadatos, estandarizar los métodos analíticos y fortalecer la gobernanza de los datos para aumentar la utilidad de las BDCA¹.

En respuesta a estos desafíos, surgieron iniciativas como las de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)/International Network of Food Data Systems (INFOODS) y European Food Information Resource (EuroFIR), que han trabajado en la armonización de los datos y en el desarrollo de herramientas para evaluar la calidad de las BDCA. Además, se están desarrollando bases de datos específicas para productos de marca, que ofrecen datos más detallados y actualizados sobre los alimentos disponibles en el mercado.

Este artículo ofrece una revisión del estado actual de las BDCA, abordando los avances recientes,

los desafíos persistentes y las oportunidades para mejorar la calidad y utilidad de estas herramientas imprescindibles en los estudios nutricionales.

>>CONCEPTO Y USO DE LAS BASES DE DATOS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS

Las BDCA son sistemas organizados de información sobre el contenido nutricional de un número limitado de alimentos que tienen un formato digital. Las BDCA son desarrolladas a partir de análisis químicos directos de alimentos o por compilación de datos obtenidos en la literatura científica y técnicas de imputación estadística para alimentos con información faltante o escasa⁴. La estandarización de estos datos ha sido promovida por la FAO a través de la red INFOODS desde 1984, con el objetivo de garantizar la calidad, comparabilidad y aplicabilidad de la información nutricional a nivel internacional^{4,5}.

La calidad y actualidad de estos datos son esenciales para su aplicabilidad en diversos contextos, y se ha enfatizado la necesidad de mejorar la integridad y la adherencia a los principios FAIR (localizable, accesible, interoperable, reusable) en las BDCA¹.

La forma como debe aplicarse es:

- Localizable (*findable*): los datos de composición de alimentos deben ser fácilmente identificables y recuperables por humanos y sistemas informáticos. Esto se logra mediante:
 - Metadatos estructurados y estandarizados, que describen claramente la fuente, el método analítico, el año, el país, el tipo de alimento y la forma de preparación.
 - Identificadores persistentes como el digital object identifier (DOI) para cada alimento o conjunto de datos.
 - Indexación en repositorios públicos o catálogos internacionales, como INFOODS o EuroFIR.
- Accesible: los datos deben estar disponibles de manera clara, incluso si requieren autenticación:
 - Las BDCA deben ofrecer acceso gratuito o bajo licencia abierta, como Creative Commons, o permitir el acceso a través de plataformas interoperables.

- Deben especificarse los protocolos de acceso (por ejemplo, interfaz de programación de aplicaciones [API] abiertas o interfaces web).
- Se debe documentar el grado de restricción o confidencialidad de cada conjunto de datos.

- Interoperable: la interoperabilidad garantiza que los datos puedan interactuar con otros sistemas de información nutricional, sanitaria o estadística:
 - Uso de vocabularios y estándares internacionales, como LanguaL, FoodEx2, INFOODS tagnames o EuroFIR thesauri.
 - Datos codificados en formatos abiertos y estructurados como JSON (JavaScript Object Notation), XML (eXtensible Markup Language) o RDF (Resource Description Framework).
 - Posibilidad de integrarse en software de análisis nutricional o plataformas de salud digital.
- Reutilizable: los datos deben estar preparados para ser reutilizados en múltiples contextos (investigación, industria, salud pública), lo cual implica:
 - Provisión de metadatos completos sobre el origen, el método de análisis, la fecha y la cobertura geográfica.
 - Licencias claras de uso que definan las condiciones legales de reutilización.
 - Documentación adecuada para permitir la reproducción, validación y ampliación de los datos por terceros.

Los principales usos de las BDCA se resumen en los siguientes:

- Investigación en nutrición y salud pública: las BDCA permiten estimar ingestas de nutrientes a nivel individual o poblacional, evaluar la adecuación nutricional y analizar relaciones entre dieta y enfermedad en estudios observacionales y experimentales.
- Elaboración de políticas alimentarias: constituyen una base empírica para diseñar guías alimentarias, programas de fortificación, etiquetado nutricional y otras estrategias de intervención nutricional.
- Atención clínica y dietoterapia: facilitan la planificación de dietas específicas para diferentes condiciones clínicas y estados fisiológicos.

- Industria alimentaria: se utilizan para el desarrollo de productos, reformulaciones y cumplimiento de normativas de etiquetado nutricional, como el Reglamento (UE) N.º 1169/2011.
- Educación alimentaria: sirven como herramientas educativas en programas de promoción de hábitos de alimentación saludable.

>> CALIDAD DE LOS DATOS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS

La evaluación de la calidad de los datos que se van a incorporar a una BDCA es un paso crítico para determinar la utilidad y la fiabilidad de esa base de datos para los distintos usuarios, y determina los resultados obtenidos en los estudios donde se emplean. Por tanto, se deben desarrollar procedimientos que evalúen la calidad tanto de los datos analíticos como de los prestados o tomados de otras fuentes. Estos datos de calidad se relacionan con la identidad del alimento, el muestreo y los métodos analíticos utilizados, la fiabilidad de las fuentes utilizadas, etc. No obstante, en muchas ocasiones, un dato de baja calidad puede ser útil si es el único del que se dispone.

Para establecer la calidad de los datos de composición de alimentos se tienen en cuenta seis criterios principales que han sido desarrollados para los sistemas europeos y que son compatibles con el sistema del United States Department of Agriculture (USDA). Para ello, se establecen

distintos niveles de calidad de acuerdo con cada uno de dichos criterios. Estos criterios incluyen: 1) La descripción de los alimentos; 2) la identificación de los componentes; 3) el muestreo; 4) el número de muestras analizadas; 5) el manejo de las muestras, y 6) los métodos analíticos y su control de calidad^{6,7}. En la [tabla I](#) se incluyen los niveles de calidad según los criterios aplicados.

En este ámbito de la compilación de datos de composición de alimentos, la armonización y la estandarización de los procedimientos es imprescindible y se consigue con la colaboración de diferentes compiladores que aportan sus experiencias en este campo para poner en común con otros compiladores y llegar a establecer procedimientos operativos estándar (SOP). Esto permite el intercambio de datos y la comunicación entre distintas BDCA.

En 2009, la Red de Excelencia Europea, EuroFIR y posteriormente EuroFIR AISBL (Association Internationale Sans But Lucratif) comenzó y continúa con el proyecto de armonización de las BDCA europeas. Para ello, se desarrolló un proceso de compilación que incluye los principales pasos antes de publicar un dato de un nutriente o un alimento en una BDCA y evaluar su calidad.

En la [figura 1](#) se recogen los SOP propuestos por EuroFIR⁸ y que se han ido refinando y mejorando con distintas actualizaciones. Como se observa en esta figura, se estableció un diagrama de flujo con los pasos a cumplimentar hasta la publicación de un dato sobre el contenido en nutrientes

TABLA I. CRITERIOS Y NIVELES DE CALIDAD DE LOS DATOS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS

Criterio de calidad	Nivel alto	Nivel medio	Nivel bajo
1. Descripción del alimento	Descripción detallada, estandarizada (p. ej., LanguaL)	Descripción general con clasificación parcial	Descripción ambigua o genérica
2. Identificación del componente	Componente bien definido con nombre y unidad estándar	Componente identificado, pero con ambigüedad en unidad	Componente poco claro o sin especificación precisa
3. Muestreo	Muestreo representativo, definido según protocolo	Muestreo aceptable, pero sin protocolo claro	Muestreo no representativo o sin información
4. Número de muestras analizadas	≥ 10 muestras analizadas y reportadas	4-9 muestras analizadas	≤ 3 muestras o sin especificar
5. Manejo de las muestras	Almacenamiento y transporte controlados y documentados	Condiciones parcialmente controladas o no documentadas	Sin control ni documentación del manejo
6. Métodos analíticos y control de calidad	Métodos validados + control de calidad documentado	Métodos adecuados, pero sin información completa del control	Métodos no validados o sin control de calidad

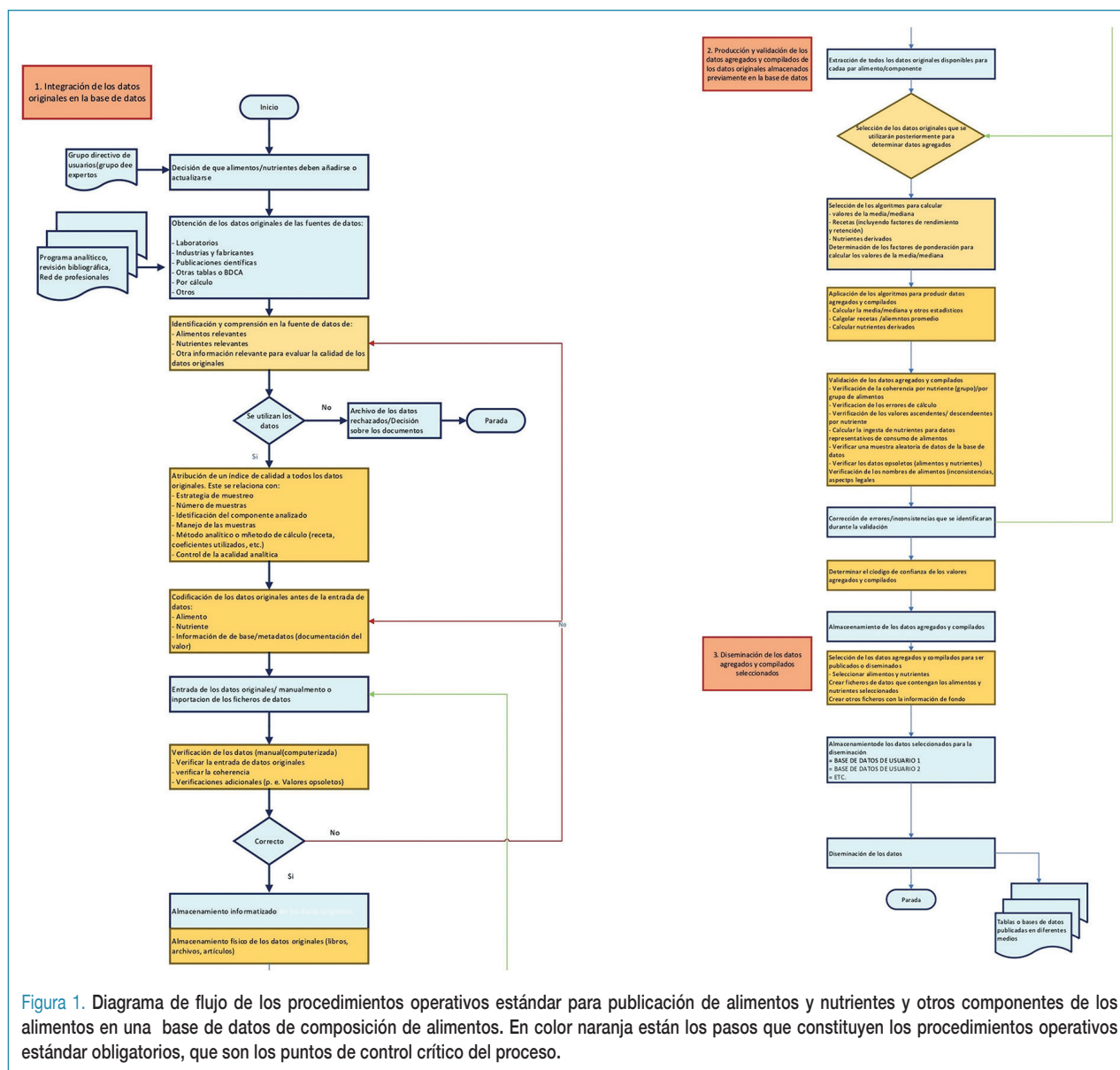


Figura 1. Diagrama de flujo de los procedimientos operativos estándar para publicación de alimentos y nutrientes y otros componentes de los alimentos en una base de datos de composición de alimentos. En color naranja están los pasos que constituyen los procedimientos operativos estándar obligatorios, que son los puntos de control crítico del proceso.

y otros componentes de un alimento. Estos SOP se pueden integrar en un sistema general de manejo de datos en BDCA como el que se recoge en la figura.

El proceso se puede dividir en tres niveles: 1) integración de los datos originales en la base de datos; 2) producción y validación de los datos agregados y compilados que proceden de los originales que existen en la base de datos y, por último, 3) diseminación de los datos agregados y compilados seleccionados.

En este diagrama de flujo se señalan los puntos críticos de control que forman parte fundamental de los SOP.

En resumen, tras decidir qué alimentos y nutrientes van a ser incorporados a la BDCA en función de la información de frecuencia de consumo obtenida de las encuestas nutricionales y de los hábitos alimentarios de la población y de los datos de salud de dicha población en la que se han detectado ingestas inadecuadas de determinados nutrientes, se procede a la recolección o producción de los datos originales procedentes de análisis químico, revisión de la literatura científica, industria alimentaria, cálculos, otras fuentes externas, etc. y, además, identificando aquellos alimentos y nutrientes que son relevantes, junto con toda la información que los acompaña.

El paso siguiente sería adjudicar un índice de calidad a los datos incorporados teniendo en cuenta la descripción del alimento, el plan de muestreo, las técnicas analíticas, etc. A continuación, se procede a la codificación de estos datos originales antes de su entrada en el sistema. Actualmente, existen diferentes métodos internacionales de identificación de alimentos como LanguaL o FoodEx2, por citar los más utilizados y reconocidos. Por ejemplo, el sistema LanguaL®, sistema internacional de codificación, identificación y descripción de alimentos,

tiene como idea central el que cualquier alimento pueda ser descrito mediante una combinación de características.

Para una mejor comprensión de cómo se aplica este sistema, en la [tabla II](#) se incluyen los puntos que el sistema LanguaL tiene en cuenta para llevar a cabo esa identificación.

Después se introducen los datos directamente o importados de otros ficheros. Tras verificar que son correctos los datos introducidos y su codificación, se almacenan en una BDCA inicial.

TABLA II. PUNTOS QUE TIENE EN CUENTA EL SISTEMA LANGUAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UN ALIMENTO

Grupo de alimento	A	Tipo de producto Ejemplo: lácteos, bebidas, cereales, etc.
Origen del alimento	B	Fuente Ejemplo: ganado bovino, marisco, semillas, etc.
	C	Parte de una planta o de un animal Ejemplo: frutos, vísceras
Propiedades físicas	E	Estado físico, forma Ejemplo: líquido, solido, etc.
	F	Grado de tratamiento térmico Ejemplo: no se aplica tratamiento térmico. Tratamiento térmico completo
	G	Método de cocinado Ejemplo: cocinado por calor, cocinado con grasa, horneado, asado, a la parrilla
	H	Tratamiento aplicado Pasos adicionales de procesamiento que comprende adiciones, sustitución o eliminación de componentes
	J	Procedimientos de conservación Ejemplo: congelación, preservación química
Embalaje y acondicionamiento	K	Agente de conservación o acondicionamiento Ejemplo: envasado en gelatina, preservación química
	M	Contenedor o materiales envolventes: material del contenedor, forma de este. Ejemplo: bandeja de cartón con envoltorio, bolsa para ebullición
	N	Contacto con el alimento: las superficies con las que el alimento está en contacto. Ejemplo: cerámica, cartón, vidrio, metal
Empleos dietéticos	P	Grupo de consumo/uso dietético: humanos o animal, características dietéticas especiales. Ejemplo: dietas pobres en grasa, dietas sin sodio

Tomado de ⁹.

A partir de aquí, se comienza el proceso de compilación y agregación de los datos (alimento/nutriente) originales. Se seleccionan los algoritmos adecuados y se validan los datos compilados y agregados corrigiendo errores o inconsistencias que pudieran aparecer durante la validación. Tras asignarles un código de confianza a estos valores, se almacenan en la base de datos como datos agregados y compilados.

La última etapa es la diseminación de estos datos agregados / compilados, seleccionando aquellos que queremos que estén a disposición del usuario de la BDCA y publicándolos. Para más detalles, véase la [figura 1](#)⁸.

>> REPRESENTATIVIDAD DE LOS ALIMENTOS

Uno de los aspectos fundamentales en el diseño de una BDCA orientada a una población específica —ya sea de un país o una región concreta— es asegurar que los alimentos incluidos reflejen con fidelidad los patrones de consumo alimentario predominantes. Por tanto, resulta necesario identificar previamente cuáles son los productos más habitualmente consumidos por ese grupo poblacional. En este sentido, se debe hacer un estudio previo de cuáles son los alimentos y las recetas más consumidos. Para ello, es necesario obtener información de las encuestas nutricionales realizadas para esa población. Por ejemplo, en el caso de España, es necesario recurrir a las encuestas dietéticas realizadas a nivel nacional o regional, como la Encuesta Nacional de Ingesta Dietética Española (ENIDE) y la Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente (ENALIA), ambas coordinadas por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). Otras fuentes son la encuesta realizada por la Fundación Española de Nutrición, el estudio ANIBES (Antropometría, Ingesta y Balance Energético en España) o el que la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria realizó en 2014 (EMPE). Derivados de estos estudios, se han incluido en la Base Española de datos de Composición de Alimentos (BEDCA), los alimentos genéricos más consumidos por la población española, que según lo recogido en la bibliografía deben incluir aquellos que contribuyan al 75 % de la ingesta de nutrientes de esa población. De igual forma, otras BDCA incluyen los alimentos más consumidos por las poblacio-

nes diana, o colectivos, con el objetivo de que sirvan de base a estudios de valoración nutricional o de dieta total. Estos alimentos no solo pueden ser genéricos (leche, pan, patatas, etc.), sino otros ya cocinados (arroz cocido, pollo asado, patatas fritas, etc.) y recetas más populares o frecuentes de consumo poblacional (estofado de lentejas, carne a la jardinera, bacalao al “pilpil”, etc.). También sería deseable que se incluyeran variedades y cultivos autóctonos, razas de animales de granja propias de esa área, como por ejemplo las denominaciones de origen protegidas o las indicaciones geográficas protegidas y alimentos étnicos.

>> PROTOCOLO DE COMPILACIÓN DE DATOS

Para la compilación de los datos se deben seguir unas normas estandarizadas de compilación con el objetivo de documentar cada uno de los datos de composición incluidos en la base de datos.

Así, por ejemplo, en el caso de los datos obtenidos por análisis químico, se debe tener en cuenta, en primer lugar, el plan de muestreo de los alimentos, partiendo de una clasificación del alimento que no sea ambigua, utilizando para ello sistemas de clasificación internacionales fiables. En segundo lugar, los métodos de análisis para cada uno de los componentes alimentarios deben ser los adecuados, y los laboratorios que participen han de ser acreditados con estándares de calidad aceptados.

Respecto al cálculo e imputación de valores, también deben tenerse en cuenta algunos aspectos. Normalmente, se utilizan valores analíticos de alimentos similares; así, para un alimento cocinado (arroz cocido), se pueden obtener datos del mismo alimento crudo (arroz). También se pueden imputar valores entre distintas formas del mismo alimento, véase, por ejemplo, distintos cortes de carne de ternera, verduras congeladas o no, diferentes variedades de una fruta o verdura, etc. Se ha de tener en cuenta que solo se puede utilizar este método cuando los valores a utilizar o computar no afecten sustancialmente al alimento.

Cuando no es posible obtener datos analíticos directos sobre los componentes de un alimento determinado, o en caso de que existan datos ausentes, se recurre al uso de información

procedente de otras BDCA, publicaciones científicas, informes analíticos o del etiquetado nutricional proporcionado por la industria alimentaria, entre otras fuentes. En estos casos, los compiladores deben evaluar cuidadosamente si los valores seleccionados son apropiados para la base de datos en la que se van a integrar. Es fundamental tener en cuenta factores como la posible presencia de alimentos fortificados en el país de interés, en comparación con versiones no fortificadas o con diferentes niveles de fortificación. Asimismo, debe valorarse si los datos del nutriente han sido obtenidos mediante metodologías distintas o si están expresados en unidades diferentes, ya que estas variaciones pueden afectar la consistencia y comparabilidad de los datos.

>> APROXIMACIÓN PRÁCTICA AL USO DE LAS BASES DE DATOS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS

Para hacer un uso adecuado de la información que aparece en las TCA/BDCA es necesario conocer cómo se construyen y presentan.

Fuente u origen de los datos

La construcción de las BDCA puede llevarse a cabo a través de tres métodos: el análisis directo, la recopilación indirecta de datos, y una forma combinada o mixta. El análisis químico directo de alimentos es considerado el método más preciso para determinar su composición nutricional. Sin embargo, el elevado número de alimentos y muestras que hay que analizar y el gran coste de la analítica requerida hace imposible que muchos países lo puedan llevar a cabo sin ayuda exterior. La compilación indirecta de datos a partir de fuentes existentes, como otras bases de datos y literatura científica, es la metodología que se ha utilizado durante muchos años. Este método exige que se seleccionen meticulosamente las fuentes atendiendo a diversos criterios, como la cercanía geográfica de los alimentos, su identificación y la calidad de los datos. Por último, la combinación de análisis directo y recopilación bibliográfica es una práctica cada vez más común en la elaboración de BDCA. Este enfoque permite aprovechar las ventajas de ambos métodos, proporcionando datos precisos y actualizados.

Numero de alimentos

Si bien no hay una cifra mínima establecida, una buena BDCA debe incluir al menos los alimentos representativos del patrón dietético de la población objetivo, idealmente entre 500-1000 ítems, si se pretende un uso nutricional poblacional o clínico. Sin embargo, organismos internacionales como la FAO/INFOODS han desarrollado directrices que enfatizan la calidad y representatividad de los datos sobre la cantidad¹⁰.

Formato e información que aparece en una BDN

El formato de las BDCA tiene la apariencia de una plantilla en la que una dimensión, normalmente la horizontal, la dan los nutrientes y otros componentes, y la otra (vertical) la ocupan los alimentos. Los alimentos aparecen clasificados por grupos o categorías de alimentos. Estos grupos son arbitrarios en el número y en el nombre y dependen de los autores.

Porción comestible

Los valores de energía y nutrientes corresponden siempre a 100 g de la parte comestible de los alimentos. Normalmente, el alimento está crudo y solo cuando la información de la que se dispone es del alimento procesado por alguna técnica culinaria, se indicara junto al nombre del alimento. Por ejemplo, patata asada o patata frita. En la mayoría de las BDCA se incluye una columna con un factor que indica la porción comestible del alimento. Este factor suele expresarse en forma de tanto por uno (por ejemplo, 0,73) o como porcentaje (por ejemplo, 73 %).

Por ejemplo, si el peso bruto de una naranja es de 150 g y el factor de porción comestible según la BDCA es 0,73, el cálculo sería: $150 \text{ g} \times 0,73 = 109,5 \text{ g}$ de porción comestible. Si el valor estuviera expresado como porcentaje (73 %), el cálculo sería: $(150 \text{ g} \times 73) / 100 = 109,5 \text{ g}$.

Este tipo de cálculo es habitual en la mayoría de los estudios de evaluación dietética, ya que generalmente se parte del peso bruto del alimento y es necesario estimar su parte comestible.

Cálculo de la energía

Los valores energéticos de los nutrientes se expresan en kcal en la mayoría de las tablas (al menos en las españolas) pero también puede incluir los datos en kJ. No obstante, si solo se incluyen los valores en kcal para convertirlos en kJ, basta con multiplicarlos por 4,184 kJ. Normalmente, los valores energéticos se obtienen a partir de las cantidades de proteínas, lípidos, hidratos de carbono y alcohol, usando los valores de Atwater, es decir: 4 kcal/g para hidratos de carbono y proteínas, 9 kcal/g para lípidos y 7 kcal/g para el alcohol. Pero hay algunas tablas que para este cálculo han utilizado los factores de conversión de Southgates y Durnin, que emplean 3,75 kcal/g para los hidratos de carbono, 4 kcal/g para las proteínas y 9 kcal/g para las grasas. Esta información debe estar indicada en la introducción que aparecen en las BDCA.

Para el cálculo de la energía procedente de bebidas alcohólicas hay que tener en cuenta que el factor a aplicar es el de 7 kcal/g, y que la cantidad de alcohol que tienen estas bebidas se expresa en grados alcohólicos (mL de alcohol en 100 mL de bebida) o en porcentaje, por lo que hay que convertir estos grados o mL en gramos de alcohol teniendo en cuenta la densidad del mismo (0,789 g/mL). Por ejemplo, si una bebida alcohólica indica en su etiqueta un grado alcohólico del 5 %, esto significa que contiene 5 mL de alcohol por cada 100 mL de bebida. Para conocer el valor energético aportado por el alcohol, primero es necesario convertir ese volumen a gramos, utilizando la densidad del alcohol (0,789 g/mL). Así, $5 \text{ mL} \times 0,789 \text{ g/mL} = 3,945 \text{ g}$ de alcohol. Luego, para calcular la energía proporcionada por el alcohol, se multiplica la cantidad en gramos por su valor calórico (7 kcal/g): $3,945 \text{ g} \times 7 \text{ kcal/g} = 27,6 \text{ kcal}$.

La decisión de atribuir un valor energético de 2 kcal/g a la fibra dietética proviene de estudios metabólicos y recomendaciones internacionales que evalúan la digestibilidad parcial de algunos tipos de fibra en el intestino grueso y su conversión en ácidos grasos de cadena corta, los cuales sí son absorbidos y utilizados por el cuerpo como fuente de energía. No toda la fibra dietética es igual: mientras que parte de ella (como la celulosa) no es fermentada, otra (como las pectinas o algunos oligosacáridos) sí lo es por la microbiota intestinal. En promedio,

se estima que esta fermentación genera aproximadamente 2 kcal por gramo de fibra fermentable. Por ello, se ha adoptado esta cifra como un valor estándar para estimaciones generales en BDCA¹¹.

Proteínas

El contenido en proteínas de los alimentos se determina siempre a partir de su contenido en nitrógeno multiplicando por el factor de conversión 6,25, basado en la suposición de que las proteínas contienen en promedio un 16 % de nitrógeno ($100 \div 16 = 6,25$). Pero este factor es solo aproximado, y resulta alto para las proteínas de los cereales y demasiado bajo para la leche¹².

Grasas

La grasa total se refiere a la suma de todos los lípidos presentes en un alimento, que incluyen ácidos grasos libres, triglicéridos, fosfolípidos, esteroides y otros compuestos lipídicos. Dentro de esta grasa total, se pueden desglosar componentes más específicos como los ácidos grasos. Se puede calcular el contenido de ácidos grasos totales a partir del contenido de grasa total utilizando factores de conversión estándar. Un método recomendado por FAO/INFOODS¹⁰ es:

$$\text{Ácidos grasos totales (g)} = \text{Grasa total (g)} \times 0,93$$

Este factor 0,93 indica que aproximadamente el 93 % de la grasa total corresponde a ácidos grasos, y el resto sería glicerol, fosfolípidos y otros componentes lipídicos no grasos. El factor 0,93 se considera un valor medio, y puede variar según el tipo de alimento. Por ejemplo: la mantequilla tiene un factor de 0,94 %, el aceite vegetal 0,95 %, los productos cárnicos 0,90-0,93 % y los productos lácteos de 0,91 a 0,93 %.

Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono o carbohidratos suelen presentarse como una categoría global que puede desglosarse en diferentes componentes, dependiendo del nivel de detalle de la base de datos en cuestión. Habitualmente, los carbohidratos se expresan como carbohidratos totales, definidos como la cantidad de hidratos de carbono disponibles en un alimento, excluyendo la

fibra dietética en muchos casos. El valor por diferencia se calcula como:

$$\text{Carbohidratos (g)} = 100 - (\text{agua} + \text{proteínas} + \text{lípidos} + \text{cenizas} + \text{fibra dietética})$$

Este método, aunque ampliamente utilizado, puede introducir errores acumulativos al depender de la precisión de los demás componentes. Alternativamente, algunos sistemas reportan los carbohidratos por análisis directo, desglosando sus fracciones específicas mediante técnicas cromatográficas o enzimáticas.

Algunas bases de datos incluyen información específica sobre azúcares simples (como glucosa, fructosa, sacarosa, lactosa y maltosa), oligosacáridos y polisacáridos como el almidón. En la actualidad, esta información es esencial, sobre todo cuando se utilizan las BDCA para elaborar la información obligatoria en el etiquetado de un alimento envasado.

La metodología empleada para determinar tanto los carbohidratos como la fibra puede variar entre bases de datos, lo que puede dar lugar a pequeñas discrepancias en los valores reportados. Por ello, es importante tener en cuenta la fuente y los métodos analíticos al utilizar esta información con fines científicos o clínicos.

Micronutrientes

Los micronutrientes —que incluyen vitaminas y minerales esenciales— se expresan generalmente en mg o μg por 100 gramos de porción comestible del alimento. Para algunas vitaminas con actividad biológica específica, se utilizan unidades equivalentes, como los equivalentes de retinol (RE) para la vitamina A, los equivalentes de folato en la dieta (DFE) o los equivalentes de α -tocoferol para la vitamina E. En el caso de los minerales (calcio, hierro, zinc, selenio o yodo, entre otros), se indica su concentración total, normalmente expresada en mg o $\mu\text{g}/100\text{ g}$, sin considerar su biodisponibilidad.

>> BASES DE DATOS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS EN DISTINTOS PAÍSES

En 1984, la FAO creó una red internacional sobre sistemas de datos de alimentos que denominó

INFOODS, y en 1988 elaboró un directorio que recogía las principales bases de datos y tablas de composición de alimentos que se publicaban o se colgaban en red en los distintos países. A partir de aquí, los responsables de INFOODS han ido actualizando periódicamente este repositorio conforme conocían la creación de nuevas BDCA. También se modificaban las ya existentes o se eliminaban cuando estaban descatalogadas. Con esta red internacional, la FAO pretende informar a todos los países cuáles son las fuentes de datos de composición de alimentos de cada país o región mundial, los datos de contacto para su consulta o adquisición, y los enlaces a estas tablas y bases de datos. Esta red está supervisada por distintos organismos que asesoran en diversos aspectos y que incluye a la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), la Unión Internacional de Ciencias Nutricionales (IUNS) que agrupa a todas las sociedades nacionales de nutrición, y a la International Nutrition Foundation (INF).

Las funciones de INFOODS están recogidas en su portal de internet (<https://www.fao.org/infoods/infoods/estructura-y-funciones/es/>) y son bastante amplias, ya que implican la coordinación de las actividades a nivel mundial, la creación, mantenimiento y desarrollo de redes regionales de BDCA, y la coordinación de las tareas nacionales relacionadas con la composición de alimentos para mejorar la calidad y la disponibilidad de estos datos. Estas funciones generales implican numerosas tareas que van dirigidas a disponer de una información sobre la composición de alimentos que esté disponible para todos los sectores sociales que la necesiten (sanitario, industrial, comercial) y para los ciudadanos.

Los centros regionales de INFOODS se ubican en los cinco continentes y son: Afrofoods, Aseanfoods, Caricomfoods, Carikfoods, Eurofoods, Latinfoods, Neasiafoods, Mefoods & Gulfoods, Noramfoods, Oceaniafoods y Saarcfoods.

Durante todos estos años, INFOODS ha publicado las directrices a seguir para la elaboración de tablas y BDCA que tengan un mínimo de calidad y con determinados estándares para poder incorporarse a esta red. Estas directrices incluyen los sistemas de nomenclatura, terminología y clasificación de alimentos, los identificadores de los componentes de los alimentos, los sistemas de intercambio de datos de composición de

alimentos y los criterios de calidad de los datos incluidos. Cada uno de estos estándares está recogidos en el portal de INFOODS y son actualizados periódicamente.

En la actualidad, INFOODS recoge gran cantidad de tablas y BDCA, clasificadas por continentes, y también incluye las publicadas por la propia FAO, como bases de datos globales que pueden ser utilizadas para los estudios poblacionales en países que no dispongan de ninguna. Para Asia se incluyen las de 19 países en distintos formatos y estándares y una de la organización regional; para África, 21 países y algunas regionales; 5 para la región de USA, Canadá y el Caribe, 31 nacionales y una regional; 15 para América Latina, incluyendo Latinfoods, para la región; 10 para Oriente Medio y 4 para Oceanía. Además, incluye un apartado de BDCA internacionales y otros inventarios relacionados con la composición de alimentos.

Cuando se repasan y consultan las BDCA y TCA, se observa una gran variabilidad de los formatos en los que se recogen los datos, los criterios de clasificación de los alimentos, las definiciones y unidades de los componentes alimentarios y su número, las fuentes de obtención de los datos y, en general, los criterios de calidad de cada una de ellas. También es de destacar que hay grandes diferencias en la información que aportan y en las aplicaciones derivadas que ayudan a los que accedan a ellas tanto para docencia, como para investigación, etiquetado, etc.

Este portal de la FAO es una referencia imprescindible para conocer el estado actual de la información sobre composición de alimentos a nivel mundial (<https://www.fao.org/infoods/infoods/es/>).

En la actualidad, en España, existe una base de datos que sigue los estándares de EuroFIR, que es la Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA) (www.bedca.net), desarrollada por distintas instituciones académicas y de investigación bajo la iniciativa, en su origen, de la AESAN. Esta base de datos incluye cerca de 1000 alimentos genéricos que provienen de datos medios de distintos productos, están todos los alimentos codificados según el sistema LanguageL y FoodEx2 (EFSA), y todos los datos están documentados de acuerdo con los SOP descritos.

Esta base de datos aportará a la próxima Base de Datos Europea de Composición de alimentos (*Open Access European Food Composition Database*, EU FCDB) los datos correspondientes a España.

>> BASES DE DATOS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS Y APLICACIONES QUE CONTIENEN ALIMENTOS CON MARCA COMERCIAL

Cuando se planifican estudios sobre el estado nutricional de poblaciones para abordar la prevalencia de ciertas enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas con la alimentación, los alimentos que aparecen en las encuestas (registros, historias, recuerdos, etc.) se corresponden con alimentos comprados en comercios, y la mayoría están empaquetados y con marca comercial. Este hecho hace que en distintos países los alimentos comercializados tengan diferente composición nutricional dependiendo de la formulación realizada por la industria alimentaria que los produce. Esto hace que en las BDCA no solo debe haber alimentos genéricos (por ejemplo, zumo de naranja), sino también alimentos con marca (zumo de naranja marca x, y, z, que puede ser una marca de distribución de distintas plataformas o marca registrada de una determinada industria).

La USDA tiene publicado, además de su BDCA tradicional, una base de datos de alimentos con marca que se denomina USDA Global Branded Foods Products Database (U.S. Department of Agriculture [USDA], Agricultural Research Service. FoodData Central: USDA Global Branded Food Products Database. Version Current: April 2024. Internet: <https://fdc.nal.usda.gov/>), donde se incluye con otras bases de datos, y que por una cooperación público-privada recibe información de la industria alimentaria que proviene del etiquetado de los alimentos y que posteriormente otras instituciones académicas y públicas del estado revisan, estandarizan y formatean para ser publicadas en ella. Estas bases de datos de alimentos con marca son actualizadas dos veces al año y puede consultarse su actualización a través de una interfaz de programación de aplicaciones (API).

En la Unión Europea, el etiquetado nutricional de los alimentos con marca está regulado (Reglamento (UE) n.º 1169/2011 del Parlamento Europeo y del

Consejo de 25 de octubre de 2011). Este reglamento incluye los siguientes apartados: a) la lista de ingredientes, incluidos aditivos, en orden descendente de peso; b) valores de los nutrientes por 100 g o mL. E incluye energía, grasa, ácidos grasos saturados, poliinsaturados, polioles, almidón, fibra y vitaminas o minerales. Los alimentos con marca han evolucionado mucho en los últimos tiempos en cuanto a su formulación, especialmente con objeto de atender la demanda de los consumidores. Tienen, además, otro condicionante, que es la corta vida en el mercado, siendo sustituidos por otros con distintas formulaciones y por tanto diferente composición nutricional.

Para construir una base de datos de composición de alimentos con marca se debe acudir a datos provenientes de los fabricantes de forma voluntaria; estudios de seguimiento de alimentos, provenientes de análisis o de etiquetados tomados de supermercados y otras superficies comerciales, la toma de datos *online* de distintos portales web y recolección de datos por colaboración abierta distribuida (*crowdsourcing*) a través de los consumidores adquiridos con teléfonos inteligentes o aplicaciones web^{13,14}.

En España se han publicado recientemente dos BDCA con marca, una de ellas, NUTRIFEN, por la Fundación Española de Nutrición en colaboración con la Asociación Española de Codificación Comercial (AECOC) (<https://www.fen.org.es/nutrifen/>), que recopila información de más de 50 000 productos del mercado español y recoge la información del etiquetado de los fabricantes y también algunos alimentos frescos. Hay que señalar que estas bases de datos son parciales, ya que no cubren la composición en nutrientes completa de cada alimento y solo aportan aquellos

nutrientes que son obligatorios en el etiquetado nutricional y algunos más, dependiendo del alimento, que los fabricantes incluyan voluntariamente o de inclusión obligatoria condicionada por el tipo de producto y las alegaciones nutricionales o de salud que incluyan. Además, los datos aportados del etiquetado tienen una información de respaldo que no permite conocer si esos datos son analíticos o tomados de publicaciones, otras bases de datos, etc. Su actualización está a cargo de la AECOC y las empresas que fabrican cada producto.

Otra base de datos de alimentos con marca es la que ha desarrollado un Instituto Universitario (Instituto Universitario Alimentación y Sociedad) de la Universidad CEU San Pablo de Madrid, que se denomina TABULA: Tablas de Composición de Alimentos y Bebidas de España. Se ha desarrollado mediante una búsqueda sistemática y cribado de la información del etiquetado de productos alimenticios y bebidas comercializados en España disponibles en las plataformas *online* de las marcas correspondientes, con un total de más de 6000 alimentos. Esta base de datos también incluye una clasificación de alimentos según el sistema LanguaL y el modelo de perfil de nutrientes de la Organización Mundial de la Salud para Europa (<https://ias.ceu.es/tabula-bbdd/presentacion/>). En este caso, la actualización es periódica.

En los últimos años se han publicado aplicaciones colaborativas como Open Food Fact, que incluyen alimentos con marca en los que se aportan, directamente, imágenes del etiquetado nutricional del producto.

>> BIBLIOGRAFÍA

1. Brinkley S, Gallo-Franco JJ, Vázquez-Manjarrez N, et al. The state of food composition databases: data attributes and FAIR data harmonization in the era of digital innovation. *Front Nutr.* 2025;12:1552367.
2. Colombani PC. On the origins of food composition tables. *J Food Comp Anal.* 2011; 24(4-5):732-737.
3. Pretorius B, Muka JM, Hulshof PJM and Schönfeldt HC. Current practices, challenges and new advances in the collection and use of food composition data for Africa. *Front Sustain Food Syst.* 2023;7:1240734.
4. Elmadfa I, Meyer AL. Food composition data and its relevance to nutrition and public health. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2010;64(Suppl 3): S4-S7
5. FAO/INFOODS. International Network of Food Data Systems: Guidelines for Food Composition Data Compilation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. <https://www.fao.org/infoods/infoods/guidelines/en/>
6. Westenbrink S, Oseredczuk M, Castanheira I, Roe M. (2009). Food composition databases: The EuroFIR approach to develop tools to assure the quality of the data compilation process. *Food Chem.* 2009;113(3): 759-767.

7. Church SM. EuroFIR Synthesis report No 7: Food composition explained. In Nutrition Bulletin. 2009;34(3): 250–272.
8. EuroFIR AISBL. Siân Astley, Simone Bell, Hedwig Beernaert, et al. Standard Operating Procedures Technical Manual. 2019
9. Mañas M, Martínez de Victoria E, Yago Torregrosa MD. Tablas de composición de alimentos y bases de datos nutricionales. En Gil A, Artacho R. Ruiz-López MD. tomo III. Composición y valor nutritivo de los alimentos. Ed. Panamericana, Madrid 2024.
10. FAO/INFOODS Guidelines for Food Matching. Version 1.2. FAO, Rome. 2012
11. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA Journal 2010; 8(3):1462.
12. Wolfe RR, Rutherford-Markwick K. Protein quality and methods to evaluate it. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2021;24(2): 89-95.
13. Xanthopoulou S. The need of Branded Food Composition Databases: Opportunities and challenges. 2024 https://www.eurofir.org/the-need-of-branded-food-composition-databases-opportunities-and-challenges/?utm_source=chatgpt.com
14. Pravst I, Hribar M, Žmitek K, Blažica B, Koroušić Seljak B, Kušar A. Branded Foods Databases as a Tool to Support Nutrition Research and Monitoring of the Food Supply: Insights From the Slovenian Composition and Labeling Information System. Front Nutr. 2022;8:798576. doi: 10.3389/fnut.2021.798576

[r e v i s i ó n]

Valoración nutricional avanzada en el trasplante de pulmón

Advanced nutritional assessment in lung transplantation

Patricia Mezerhane Ricciardi¹, Coral Montalbán Carrasco¹, Víctor Manuel Mora Cuesta²
y Luis Alberto Vázquez Salví¹

¹Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, Cantabria. España.

²Servicio de Neumología, Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander, Cantabria. España.

Cómo citar este trabajo

Mezerhane Ricciardi P, Montalbán Carrasco C, Mora Cuesta VM, Vázquez Salví LA. Valoración nutricional avanzada en el trasplante de pulmón. *Nutr Clin Med* 2025;19(2):85-95

Palabras clave

Trasplante pulmonar, valoración nutricional, desnutrición, obesidad pre trasplante pulmonar, nuevos métodos de valoración morfo funcional en nutrición.

>>RESUMEN

Este artículo aborda los fundamentos del trasplante pulmonar, su relevancia clínica y los datos epidemiológicos más recientes en España. Además, pone el foco en la importancia del estado nutricional de los pacientes candidatos a esta intervención, y resume la estrategia de intervención nutricional en la etapa previa al trasplante. Se analizan las limitaciones del índice de masa corporal como único método de evaluación del estado nutricional, y se proponen métodos alternativos y complementarios más precisos para valorar la composición corporal y la función física. Se describe la evolución hacia una valoración nutricional integral y multidisciplinar en centros especializados,

incorporando parámetros avanzados que permiten ofrecer una atención nutricional individualizada. Asimismo, se aboga por una intervención coordinada en la que, además del equipo médicoquirúrgico habitual, se integren especialistas en endocrinología y nutrición, así como en rehabilitación. Este enfoque busca que la prehabilitación multimodal, tanto en el período preoperatorio como posoperatorio, alcance su máxima eficacia, de modo que el paciente llegue lo mejor preparado posible al procedimiento y se optimice su evolución posquirúrgica. En cuanto al tratamiento nutricional, se propone un algoritmo de decisión terapéutica para optimizar el estado nutricional antes del trasplante, en función de la patología de base, el diagnóstico nutricional y el estado de la masa muscular.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 85-95
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0011

Correspondencia

Patricia Mezerhane Ricciardi
Email: patriciafiorela.mezerhane@scsalud.es

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Más información:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Key words

Lung transplant, nutritional assessment, malnutrition, obesity before lung transplant, new methods of morphofunctional assessment in nutrition.

<<ABSTRACT

This article addresses the fundamentals of lung transplantation, its clinical relevance, and the most recent epidemiological data in Spain. It also focuses on the importance of the nutritional status of patients who are candidates for this intervention and summarizes the pre-transplant nutritional intervention strategy. The limitations of body mass index (BMI) as the sole method of nutritional assessment are discussed, and alternative and complementary methods for more accurately measuring body composition and physical function are proposed. The article describes the shift towards comprehensive and multidisciplinary nutritional assessment in specialized centers, incorporating

advanced parameters to provide individualized nutritional care. Furthermore, the article advocates for a coordinated approach where, in addition to the usual medical-surgical team, specialists in Endocrinology and Nutrition, as well as Rehabilitation, are involved. This approach aims to maximize the effectiveness of multimodal prehabilitation in both the preoperative and postoperative periods, ensuring that the patient is as well-prepared as possible for the procedure and optimizing their postoperative evolution. Regarding nutritional treatment, a therapeutic decision algorithm is proposed to optimize the nutritional status prior to transplantation, based on the underlying pathology, nutritional diagnosis, and muscular status.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 85-95

DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0011

>>INTRODUCCIÓN

El trasplante pulmonar (TP) constituye una alternativa terapéutica para pacientes con enfermedades respiratorias crónicas incurables de origen no neoplásico, en quienes se han agotado todas las opciones de tratamiento convencionales. Estos pacientes deben presentar un deterioro clínico avanzado que comprometa significativamente su calidad de vida y suponga un riesgo vital. Según la International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT), deben considerarse candidatos a TP aquellos pacientes con una probabilidad superior al 50 % de fallecer en los próximos dos años sin el trasplante, y con una probabilidad de supervivencia mayor al 80 % a cinco años tras la intervención, siempre que el injerto funcione adecuadamente. En otras palabras, los candidatos ideales son pacientes con enfermedades respiratorias crónicas avanzadas y sin comorbilidades mayores que comprometan su supervivencia a medio plazo si el injerto es exitoso¹.

El desarrollo del TP comenzó en la década de 1940 con los primeros ensayos experimentales en animales, liderados por Vladimir Demikhov y Dominique Metras. El primer trasplante pulmonar en humanos fue realizado por el Dr. James Hardy en 1963, aunque el paciente falleció a los 18 días por una infección, sin evidencia de rechazo en

la autopsia². Fue durante las décadas de 1980 y 1990 cuando el TP consolidó sus técnicas quirúrgicas y mejoró sus resultados, estableciéndose como una opción terapéutica viable para enfermedades pulmonares avanzadas. En España, el primer TP exitoso se llevó a cabo en 1990 en el Hospital General Universitario Gregorio Marañón, en Madrid.

Actualmente, en España el TP se realiza en nueve centros hospitalarios³:

- Hospital Universitario de A Coruña (Galicia).
- Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (Cantabria).
- Hospital Universitario Vall d'Hebron (Cataluña).
- Hospital Universitario 12 de Octubre (Madrid).
- Hospital Universitario Puerta de Hierro (Madrid).
- Hospital Universitario y Politécnico La Fe (Valencia).
- Hospital Universitario Reina Sofía (Andalucía).
- Hospital Universitario de Gran Canaria Doctor Negrín (Canarias).

- Complejo Asistencial Universitario de Salamanca (Castilla y León).

España lidera mundialmente en número de donantes por millón de población (pmp). En 2024, según la Organización Nacional de Trasplantes, la tasa fue de 52,6 donantes pmp, la más alta registrada, muy por encima de la media europea. Ese mismo año, se realizaron 6466 trasplantes de órganos (132,8 pmp), marcando un récord nacional. En cuanto al TP, se efectuaron 623 trasplantes, alcanzando una tasa de 12,8 pmp. A nivel global, se realizan aproximadamente 7000 TP anualmente⁴.

Las principales indicaciones actuales de TP son la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y la enfermedad pulmonar intersticial difusa (EPID), que representan más del 80 % de los casos. Aunque históricamente la EPOC era más prevalente, en los últimos años las EPID han superado ligeramente su incidencia³. Otras indicaciones incluyen fibrosis quística (FQ), hipertensión pulmonar y enfermedades misceláneas. En el caso de la FQ, su prevalencia como indicación ha disminuido drásticamente debido a los moduladores del CFTR, que han transformado el pronóstico respiratorio y metabólico de esta enfermedad⁵.

>> IMPLICACIONES NUTRICIONALES DE LOS PACIENTES CANDIDATOS A TRASPLANTE PULMONAR

La inclusión de un paciente en lista activa de trasplante requiere una evaluación precisa del momento idóneo, priorizando la seguridad y eficacia del procedimiento¹. La ISHLT establece una clasificación de condiciones en tres niveles:

- Contraindicaciones absolutas, que descartan el trasplante por su alto riesgo.
- Condiciones de alto riesgo, que requieren evaluación en centros especializados y casos seleccionados.
- Condiciones de riesgo, que no contraindican el procedimiento, pero sí condicionan los resultados y deben ser tenidas en cuenta.

La inclusión en la lista activa reconoce tanto una expectativa de vida limitada sin el TP como un

balance riesgo-beneficio favorable al trasplante frente al tratamiento médico convencional¹. En los pacientes con insuficiencia respiratoria crónica, la disnea limita severamente la capacidad funcional, afectando la ingesta nutricional y favoreciendo la desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE). La evidencia sugiere que el estado nutricional es un factor pronóstico clave en la evolución posoperatoria⁶. Un estudio español identificó una prevalencia de DRE del 60 % en candidatos a TP⁷, y otros autores la sitúan entre el 20 % y el 50 %. En particular, la guía de la European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) 2022 estima que el 20 % de los pacientes con EPOC presenta riesgo nutricional⁸.

En relación con la EPID, se trata de un grupo heterogéneo de enfermedades que reducen progresivamente la capacidad pulmonar, muchas veces secundarias a exposición ambiental, tóxicos, autoinmunidad o causas idiopáticas. Estos pacientes suelen tener baja calidad de vida y reciben tratamientos antifibróticos (nintedanib, pirfenidona) que con frecuencia causan diarreas y pérdida de peso^{9,10}. Además, el uso crónico de corticoides en esta población incrementa el riesgo de obesidad, sarcopenia y complicaciones cardiovasculares, favoreciendo un estado de malnutrición que empeora la evolución clínica.

El cribado y manejo nutricional pretrasplante es esencial para corregir alteraciones como la desnutrición, la obesidad o la sarcopenia, con el fin de reducir complicaciones posoperatorias. Sin embargo, esta área aún carece de protocolos estandarizados. A pesar del creciente interés, no existen guías específicas ampliamente aceptadas para el manejo nutricional en el contexto del TP.

Este artículo tiene como objetivo revisar la atención nutricional pretrasplante pulmonar y presentar el modelo implementado en el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (HUMV), adaptado a las necesidades de pacientes con patologías respiratorias crónicas. Para ello, se ha tomado como referencia el enfoque del Ohio State University Transplant Center, donde se realiza una evaluación nutricional completa por un dietista registrado. Esta incluye: historia dietética, nivel de actividad física (como la prueba de caminata de 6 minutos), síntomas que afectan la ingesta, evolución del peso, uso de suplementos y una exploración física centrada en aspectos

nutricionales y las guías ESPEN de nutrición clínica en cirugía mayor¹¹.

En el HUMV, se ha incorporado además la evaluación morfofuncional, un enfoque emergente que permite una valoración más realista y personalizada del estado nutricional del paciente candidato a TP.

>> HERRAMIENTAS DE CRIBADO NUTRICIONAL

No existe una única herramienta de cribado nutricional de referencia específicamente validada para pacientes candidatos a TP. En las guías anteriormente mencionadas, se citan algunas herramientas empleadas en otros tipos de trasplante o en la valoración prequirúrgica en cirugía mayor, cuya aplicación puede extrapolarse al TP. Sin embargo, las sociedades científicas no han alcanzado un consenso, por lo que la elección depende de la práctica clínica habitual de cada unidad de nutrición.

En el HUMV se ha decidido utilizar en la consulta pretrasplante la herramienta *Nutritional Risk Screening 2002* (NRS-2002). Esta incluye parámetros antropométricos (pérdida de peso e índice de masa corporal [IMC]) y la gravedad de la enfermedad. Ha demostrado buena sensibilidad para detectar pacientes con mayor riesgo de complicaciones, y está recomendada por la ESPEN para el cribado nutricional en pacientes sometidos a cirugía mayor¹¹, lo que permite extrapolar su uso al TP.

Medidas antropométricas

El IMC ha sido históricamente el principal método para evaluar el estado nutricional en candidatos a TP. De hecho, es el único parámetro nutricional considerado como contraindicación absoluta o relativa³. No obstante, el IMC presenta limitaciones importantes, ya que no diferencia entre masa grasa y masa muscular. Esto puede conducir a una clasificación errónea, especialmente en pacientes con sarcopenia que pueden presentar un IMC normal o elevado, o en aquellos con elevada masa muscular y bajo IMC.

La Organización Mundial de la salud define los rangos deseables para adultos, y la ESPEN

establece puntos de corte para malnutrición: IMC < 20 kg/m² en menores de 70 años, y < 22 kg/m² en mayores de 70 años¹¹. En el TP, se ha asociado un IMC < 17 kg/m² o ≥ 30 kg/m² con un mayor riesgo de mortalidad postrasplante. La obesidad de grado II o III (IMC ≥ 35 kg/m²) se considera una *contraindicación absoluta*, mientras que el grado I (IMC entre 30-34,9 kg/m²) constituye un *factor de riesgo*. En España, la mayoría de los centros consideran un IMC > 30 kg/m² como contraindicación absoluta³.

Valoración de la composición corporal

Se han incorporado métodos alternativos y complementarios al IMC para evaluar la *composición corporal* de forma más precisa y caracterizar el estado nutricional de los pacientes de manera más completa¹². Estos métodos permiten cuantificar compartimentos corporales, masa magra, masa grasa y áreas musculares relevantes. A continuación, se describen los más utilizados en la evaluación de pacientes en lista de espera para TP:

- Tomografía computarizada (TC) del músculo psoas: la medición del área muscular a nivel lumbar (L3) mediante TC se considera uno de los estándares de oro para la detección de sarcopenia. El volumen muscular a ese nivel se correlaciona con la masa muscular global. En pacientes candidatos a TP, suele ser posible reutilizar TC previamente realizadas, evitando radiación adicional. Según el consenso norteamericano, el punto de corte de sarcopenia en la sección transversal del músculo psoas a nivel de L3 es < 50 cm²/m² en hombres y < 39 cm²/m² en mujeres¹³.
- Ecografía muscular del recto anterior femoral: esta técnica está ganando popularidad por ser rápida, segura, no invasiva y libre de radiación. Permite estimar la masa muscular evaluando la superficie, volumen, longitud y fascículos musculares. Aunque aún no existen escalas validadas específicamente en TP, su uso es factible tanto a pie de cama como en consulta¹⁴. En el HUMV se realiza sistemáticamente en la consulta pre-TP una ecografía del recto anterior femoral, utilizándose también para monitorizar la eficacia de las intervenciones nutricionales y de ejercicio físico.

- Bioimpedanciometría: actualmente es uno de los métodos más utilizados para estudiar la composición corporal en diversos contextos clínicos debido a su bajo coste, portabilidad y menor variabilidad interobservador. Proporciona parámetros como *resistencia*, *reactancia* y el *ángulo de fase*¹².

El *ángulo de fase* es un indicador de integridad celular y se ha propuesto como marcador del estado nutricional en adultos y niños. Se ha demostrado que puede ser útil como marcador pronóstico en distintas condiciones clínicas, incluso superior a otros indicadores bioquímicos, antropométricos o funcionales¹².

En población sana, el *ángulo de fase* varía fisiológicamente según el sexo (mayor en varones), la edad (relación directa), el IMC (relación directa hasta valores extremos) y la raza. Diversos estudios han establecido valores de referencia entre 5,5° y 9°¹⁵. En la consulta pre-TP del HUMV, se valora el *ángulo de fase* como marcador nutricional y de estado celular. En casos con *ángulo de fase* < 4°, se instauran suplementos nutricionales en pacientes con normopeso, suplementos hiperproteicos e hipercalóricos; en pacientes con sobrepeso, módulos de proteínas.

Valoración funcional y de la fuerza muscular

La evaluación de la función física mediante *dinamometría* (fuerza prensil de la mano) y *test funcionales* como el *Timed Up and Go* (TUG) se integra cada vez más en la valoración nutricional, con el objetivo de complementar los datos de composición corporal¹². La fuerza muscular y la capacidad funcional son indicadores relevantes del estado nutricional y tienen valor predictivo sobre los resultados clínicos, como el riesgo de complicaciones posquirúrgicas, la duración de la estancia hospitalaria y la mortalidad¹⁶. El TUG, aunque recomendado para medir la funcionalidad, en la consulta pre-TP no puede ser realizado de forma fiable, ya que los pacientes habitualmente van con sistemas de oxígeno portátiles, con lo cual se da valor al test de marcha de 6 minutos, que se explicará más adelante.

- Dinamometría: la fuerza muscular estimada mediante *dinamometría de mano* (*handgrip strength*) debe formar parte de la evaluación pre-TP, ya que constituye una herramienta útil para

el diagnóstico de sarcopenia y para el seguimiento del estado nutricional tras la intervención. Se dispone de valores de referencia estandarizados en población general. Un valor medio, tras tres mediciones, por debajo del percentil 10 según edad y sexo puede ser indicativo de disminución de la fuerza muscular y presencia de sarcopenia. La dinamometría es una técnica sencilla, económica, reproducible y, dado que ya existen valores de normalidad en adultos sanos, puede ser un marcador adecuado para evaluar la sarcopenia y monitorizar la evolución de la fuerza muscular tras la intervención nutricional y el ejercicio físico. Existe un estudio español publicado en 2018 en el que se analizaron más de 800 pacientes, y se tomaron como punto de corte para el dinamómetro Jamar, que es el que se utiliza en el HUMV, los siguientes valores para determinar sarcopenia: en la muestra total, los puntos de corte para definir la desnutrición (percentil 5) fueron 29 kg en hombres y 14 kg en mujeres para el dinamómetro Jamar, aunque esto varió según la edad¹⁷.

- Test de marcha de 6 minutos: este test se realiza sistemáticamente en todos los pacientes candidatos a TP. Consiste en medir la distancia recorrida, en metros, a paso rápido durante 6 minutos. Además, se registran los siguientes parámetros al inicio y al final del test: frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno mediante pulsioximetría, escala de disnea de BORG y número de paradas realizadas. Este test se ha correlacionado con la supervivencia en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas. Las unidades de neumología lo aplican de forma bastante estandarizada².

Parámetros bioquímicos

Se recomienda que en todos los pacientes incluidos en lista de espera en situación de estabilidad clínica se realice, como parte de la analítica básica habitual, una determinación de parámetros bioquímicos relacionados con el estado nutricional. Estos incluyen: *prealbúmina*, *proteína C reactiva* (PCR), *linfocitos totales* y *colesterol total*. El cociente prealbúmina/PCR no lo utilizamos, ya que se evalúa a los pacientes en un contexto de consulta externa, no estando ingresados ni con infección activa.

En cuanto a la albúmina y la prealbúmina, se toma como punto de corte el límite inferior de la normalidad, pero en este contexto no suele ser frecuente la desnutrición proteica pura, teniendo en cuenta que se incluyen en lista de espera para TP pacientes en situación de estabilidad clínica, salvo los pacientes que ingresan en alarma cero, que no son objeto de este resumen.

En el HUMV, se realiza una analítica completa el mismo día de la inclusión en lista de espera para TP. Esta incluye los parámetros mencionados, junto con otros específicos como estudios de inmunidad, *niveles de cotinina*, *perfil lipídico*, *hemoglobina glicosilada (HbA1c)* y *25-OH vitamina D*.

En pacientes con diagnóstico previo de diabetes, se busca *optimizar el control metabólico* para alcanzar valores de *HbA1c* < 7% y niveles de *25-OH vitamina D* > 30 ng/mL antes de la cirugía. Además, es frecuente detectar candidatos con glucemias en ayunas normales, pero con valores de HbA1c compatibles con una diabetes de reciente diagnóstico, teniendo en cuenta el potencial efecto diabético de los inmunosupresores y los corticoides que son utilizados en el tratamiento postrasplante, es conveniente descartar la diabetes lo antes posible.

La valoración nutricional en el pretrasplante no tiene un algoritmo estructurado, en los grupos de TP se tiene en cuenta el IMC únicamente, pero en el HUMV hemos querido añadir herramientas de valoración *murfofuncional*, datos de *dinamometría*, *ángulo de fase* y pruebas como la *ecografía muscular*, combinado con el porcentaje de pérdida de peso y los metros recorridos en la prueba de 6 minutos. En la figura 1 se presenta un algoritmo de decisión en cuanto a la valoración nutricional que utilizamos en HUMV.

>> TRATAMIENTO NUTRICIONAL PRETRASPLANTE PULMONAR

Los pacientes candidatos a TP suelen presentar disnea y una reducción de la capacidad pulmonar, lo que incrementa el gasto energético basal. Aunque pueden observarse casos con diagnóstico de DRE, es más frecuente encontrar pacientes con peso normal para la talla que presentan *sarcopenia* y *fragilidad*¹⁸. También existe el extremo opuesto: pacientes con obesidad, en muchos

casos de origen *yatrogénico* debido al uso crónico de corticoides.

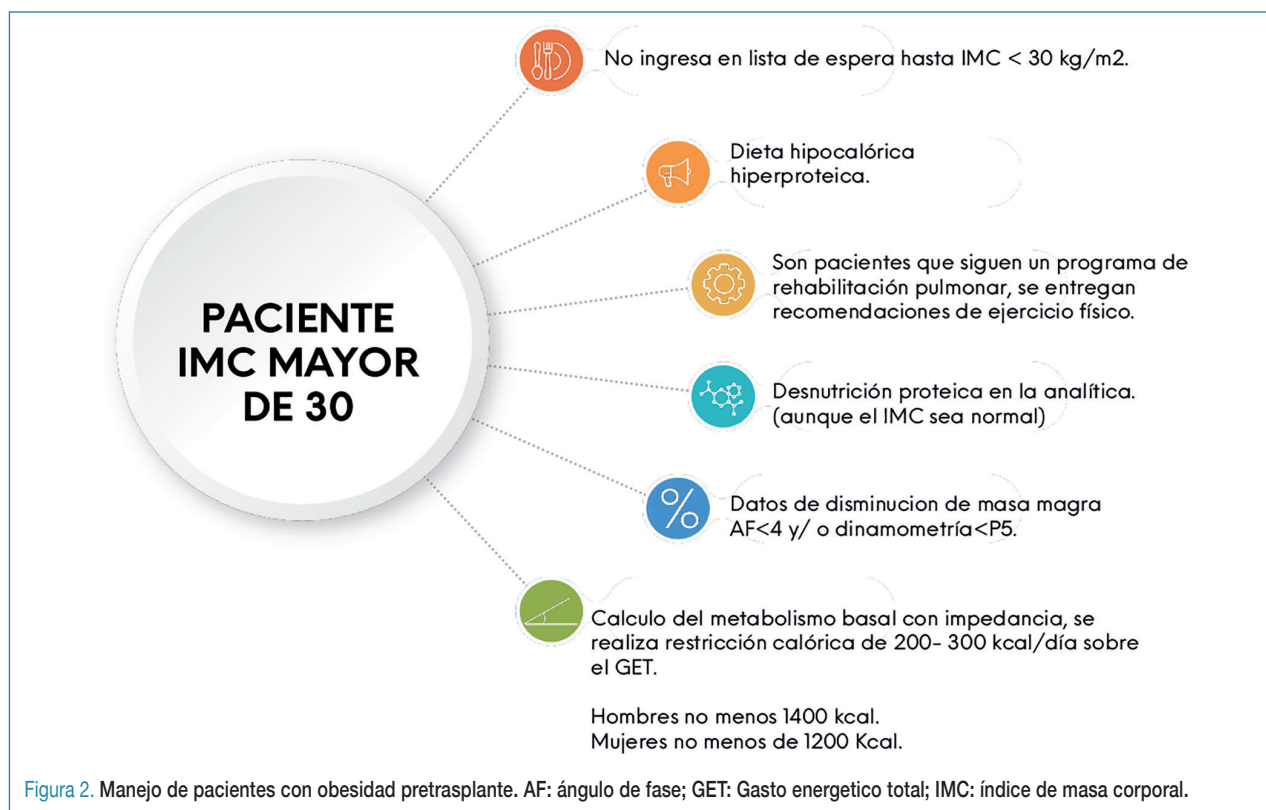
La ISHLT considera como factores de riesgo un IMC entre 30-34,9 o entre 16-17 kg/m², y como *factor de alto riesgo* un IMC > 35 o < 16 kg/m². Sin embargo, muchos centros españoles consideran internamente un IMC > 30 kg/m² como *contraindicación absoluta* para la inclusión en lista de espera, ya que se ha asociado con peores resultados postrasplante².

La intervención nutricional del especialista en endocrinología y nutrición es fundamental en el manejo del paciente candidato a TP. No obstante, es clave que los profesionales sanitarios que habitualmente atienden al paciente detecten el riesgo nutricional precozmente y lo deriven a valoración especializada incluso antes de la inclusión en lista de espera, para que la intervención pueda ser efectiva (figura 1).

Obesidad pretrasplante pulmonar

Un IMC > 30 kg/m² se considera *contraindicación absoluta* para el TP en la mayoría de los centros españoles, debido al mayor riesgo de complicaciones posquirúrgicas¹⁹. Por ello, la intervención debe comenzar tan pronto como se prevea la necesidad de trasplante mediante dietas hipocalóricas e hiperproteicas, bajas en hidratos de carbono y, en la medida de lo posible, aumento de la actividad física en coordinación con las unidades de rehabilitación, que forman parte del equipo multidisciplinar (ver figura 2).

No existen guías clínicas específicas para el tratamiento de la obesidad en TP. Se pueden utilizar tratamientos farmacológicos como los *agonistas del receptor de GLP-1* (GLucagon like peptide) o *agonistas duales de GLP-1 y GIP* (*gastrointestinal peptide*), aprobados para el tratamiento de la obesidad. Estos han mostrado tasas de éxito relevantes, con pérdidas medias de hasta un 20 % del peso corporal en plazos relativamente cortos^{20,21}. Son compatibles con diversas patologías pulmonares y tratamientos crónicos (sistémicos o inhalados). La pérdida de más del 5 % del peso corporal ya puede traducirse en una mejoría clínica de la disnea, independientemente del tipo de enfermedad pulmonar. Es fundamental informar al paciente sobre los posibles efectos adversos y proporcionar recomendaciones dietéticas



para mejorar la adherencia. La pérdida de peso también contribuye a una mejor adaptación al ejercicio y a una mejora del bienestar psicológico.

En casos en los que no se pueden utilizar análogos de GLP-1 / GIP (por intolerancia, coste o contraindicación), puede valorarse el uso de técnicas

restrictivas temporales, como el balón intragástrico, siempre que el estado respiratorio permita la sedación endoscópica. En estos casos, la intervención nutricional debe incluir una dieta específica que evite la deshidratación y asegure un adecuado aporte proteico, especialmente en los primeros días tras la colocación del balón intragástrico.

Hay que hacer mención a la obesidad sarcopénica, con la pérdida de masa muscular y fuerza, aumentando el riesgo de enfermedades metabólicas, cardiovasculares, caídas, fracturas y discapacidad. El diagnóstico implica identificar tanto el exceso de grasa por bioimpedancia como la pérdida de músculo y fuerza, con la reducción del tamaño del músculo recto anterior del fémur por ecografía y una dinamometría por debajo del percentil 5, aunque no existe un criterio único universalmente aceptado para el diagnóstico de esta entidad. Es importante destacar que en el HUMV los pacientes con IMC mayor de 30 kg/m² no son incluidos en lista de espera para TP, por lo que se intenta tratar esta condición antes de su inclusión con dietas hipocalóricas hiperproteicas, prescripción de ejercicio físico y en algunos casos se añaden módulos de proteínas enteras a la dieta que se prescribe, sobre todo en el caso de que se decidan utilizar fármacos como los antes mencionados o técnicas restrictivas.

Desnutrición en pacientes candidatos a trasplante pulmonar

La evolución del paciente con EPOC puede verse negativamente afectada por la desnutrición, presente en hasta el 20 % de los casos⁸. El desequilibrio energético causado por una ingesta insuficiente de energía y nutrientes es la principal causa de esta condición. Tanto en la EPOC como en la EPID, el elevado gasto energético se asocia al esfuerzo respiratorio.

Se recomienda un aporte nutricional de 30-35 kcal/kg/día y 1,2-2 g de proteína/kg/día⁸, distribuidos en 4-5 comidas diarias para minimizar la disnea y la plenitud abdominal. En pacientes inestables con riesgo de retención de dióxido de carbono, pueden utilizarse fórmulas ricas en grasas y bajas en hidratos de carbono para reducir la producción de dióxido de carbono. No obstante, estas fórmulas pueden causar efectos adversos como retraso en el vaciado gástrico, flatulencias, diarrea y disnea agravada (ver figura 3).

Aporte nutricional pretrasplante

Aporte proteico

- EPOC (1-1,3 g/kg)
- EPID (1,3-1,5 g/kg)
- FQ (1,8-2 g/kg)

Aporte calórico (peso ajustado)

- EPOC: 25-30 kcal/día
- EPID: 25-30 kcal/día
- FQ: 30-35 kcal/día

Vitaminas liposolubles: vitamina D

Omega 3

En la FQ: vitaminas liposolubles A, D, E y K

Figura 3. Recomendaciones calóricas en pacientes según su patología de base. EPID: enfermedad pulmonar intersticial difusa; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; FQ: fibrosis quística.

En un estudio español publicado en 2022, que incluyó a 163 pacientes candidatos a TP agrupados en cuatro grandes grupos diagnósticos —EPOC 36,8 %, EPID 27,6 %, séptica (FQ y bronquiectasias) 28,8 % y vascular (hipertensión pulmonar y otros) 6,7 %— se observó una prevalencia de desnutrición del 60,9 % (intervalo de confianza 95 %: 53,4-68,4). La forma más común fue la desnutrición calórica moderada (23,3 %). El grupo de patología intersticial presentó mayores valores de peso, IMC y porcentaje de peso ideal¹⁸.

En casos de desnutrición o sarcopenia, debe optimizarse el estado nutricional con dieta adaptada, educación nutricional enfocada en aumentar la ingesta de proteínas de alto valor biológico y reducir los azúcares de absorción rápida y las grasas saturadas.

El uso de suplementos de nutrición enteral puede ayudar a alcanzar los requerimientos energéticos y proteicos. Se recomienda utilizar fórmulas hiperproteicas e hipercalóricas. En pacientes con disnea o insuficiencia respiratoria grave, puede ser conveniente utilizar fórmulas concentradas (1,5-2 kcal/mL) que permitan alcanzar los objetivos nutricionales con menor volumen (ver figura 4).

Los pacientes con FQ presentan requerimientos nutricionales significativamente elevados (110-200 % respecto a individuos sanos del mismo sexo y edad), debido a un mayor gasto energético basal (infección, inflamación, medicación, deterioro pulmonar), pérdidas por malabsorción y reducción de la ingesta. En estos casos, podrían requerirse fórmulas peptídicas, más tolerables y que favorecen la adherencia²².



En pacientes con uso crónico de corticoides o diabetes pretrasplante, pueden utilizarse fórmulas específicas para diabetes, hiperproteicas y con bajo índice glucémico, para evitar hiperglucemias posprandiales y picos insulínicos.

Respecto a la *inmunonutrición*, aunque no existen guías específicas aplicables a todos los trasplantes, algunas fórmulas con *arginina*, *ácidos grasos omega-3* y *nucleótidos* podrían mejorar la función inmune y la cicatrización en el posoperatorio de cirugía mayor. Sin embargo, la evidencia actual no es lo suficientemente robusta como para recomendar su uso rutinario en la etapa preoperatoria del TP.

Debe corregirse cualquier deficiencia nutricional (hierro, calcio, magnesio, folatos, vitaminas liposolubles). En la FQ con insuficiencia pancreática exocrina, se recomienda la suplementación específica de *vitaminas A, D, E y K*, siguiendo las guías de práctica clínica para el tratamiento nutricional en FQ^{5,22}.

Nutrición enteral

Sondas nasogástrica, nasoyeyunal o gastrostomía: están indicadas cuando la alimentación por vía oral no cubre al menos el 60 % de los requerimientos energéticos. Este tipo de soporte permite un aporte continuo o intermitente de nutrientes

y puede combinarse con la alimentación oral parcial si la tolerancia digestiva lo permite. En algunos casos, se recomienda de forma intermitente con el objetivo de favorecer la ingesta oral y reducir la resistencia a la insulina. La utilización de nutrición enteral mediante sondas o gastrostomías en este tipo de pacientes se realizará según la práctica clínica habitual.

En resumen, la decisión de iniciar tratamiento con suplementos nutricionales enterales y/o módulos de proteínas depende no solo de si el paciente cumple criterios clásicos de desnutrición calórico-proteica, sino que también es importante evaluar el estado muscular; la intervención nutricional debe ser precoz, no cuando se decide la inclusión en lista de espera para TP, sino cuando se prevé que el paciente pueda ser candidato a trasplante, ya que en algunos casos la cirugía es cercana a la inclusión en lista de espera y el tiempo de la optimización del estado nutricional es insuficiente.

>>CONCLUSIONES

El TP es un procedimiento complejo, habitualmente indicado para mejorar la supervivencia y la calidad de vida en pacientes con enfermedad pulmonar avanzada e insuficiencia respiratoria. No obstante, debe tenerse en cuenta que implica

introducir al paciente en una situación de dependencia de la inmunosupresión y de vigilancia clínica continua, lo que puede considerarse, en cierto modo, como “cambiar una enfermedad por otra”. A pesar de ello, los beneficios a largo plazo justifican el reto que supone esta intervención.

La nutrición desempeña un papel crucial en los resultados posquirúrgicos del TP. Dada la limitada disponibilidad de órganos, es fundamental seleccionar a aquellos pacientes con mayor probabilidad de éxito y capacidad para seguir un programa de rehabilitación y acondicionamiento previo a la intervención. En este contexto, resulta también esencial la colaboración multidisciplinar, trabajando en conjunto con médicos rehabilitadores y fisioterapeutas para adaptar el ejercicio físico a la capacidad funcional del paciente, con el objetivo de alcanzar un peso adecuado y favorecer la ganancia de masa muscular. Este trabajo no es sencillo, ya que la disnea, común a todos estos pacientes, constituye un factor muy limitante.

En el marco de la valoración nutricional del TP, proponemos una evaluación integral y multidisciplinar, incorporando herramientas recientemente añadidas al arsenal diagnóstico. Estas han incrementado la complejidad del proceso, pero

también la precisión del diagnóstico nutricional tradicional.

Cabe destacar, por ejemplo, el ángulo de fase, que refleja la salud celular y el estado nutricional. Se trata de una medición sencilla, potencialmente accesible en las unidades de trasplante, que debería integrarse de forma habitual en la valoración nutricional. Es aún una tarea pendiente estandarizar valores de referencia en la población española y realizar estudios específicos en pacientes con enfermedad pulmonar grave.

Otras herramientas destacables son la dinamometría para la evaluación de la fuerza muscular; parámetros analíticos emergentes como el cociente PCR/prealbúmina, que permiten considerar la inflamación en la valoración nutricional, y la ecografía muscular para estimar la masa y calidad del tejido muscular. Estas técnicas permiten diferenciar entre masa magra y masa grasa, ofreciendo una valoración más completa del estado nutricional y de la composición corporal. Esto facilita la detección de condiciones como la sarcopenia, incluso en pacientes con un IMC aparentemente normal, lo que posibilita instaurar un tratamiento nutricional específico y adaptado, orientado a optimizar la situación del paciente antes del TP.

>>BIBLIOGRAFÍA

1. Leard LE, Holm AM, Valapour M, Glanville AR, Attawar S, Aversa M, et al. Consensus document for the selection of lung transplant candidates: An update from the International Society for Heart and Lung Transplantation. *J Heart Lung Transplant*. 2021;40(11):1349-79. DOI: 10.1016/j.healun.2021.07.005
2. Hardy JD, Webb WR, Dalton ML, Walker GR. Lung homotransplantation in man: Report of the initial case. *JAMA*. 1963;186(12):1065-74. DOI: 10.1001/jama.1963.03060260001001
3. Román A, Ussetti P, Solé A, Zurbano F, Borro JM, Vaquero JM, et al. Guidelines for the selection of lung transplantation candidates. *Arch Bronconeumol*. 2011;47(6):303-9. DOI: 10.1016/j.arbres.2011.03.007
4. Organización Nacional de Trasplantes (ONT). Documento oficial de la ONT 2024. Disponible en: <https://www.ont.es/>
5. Hollander FM, de Roos NM, Heijerman HGM. The optimal approach to nutrition and cystic fibrosis: latest evidence and recommendations. *Curr Opin Pulm Med*. 2017;23(6):556-61. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000430
6. Allen JG, Arnaoutakis GJ, Weiss ES, Merlo CA, Conte JV, Shah AS. The impact of recipient body mass index on survival after lung transplantation. *J Heart Lung Transplant*. 2010;29(9):1026-33. DOI: 10.1016/j.healun.2010.05.005
7. Calañas-Continente AJ, Cerveró Pluvins C, Muñoz Gomariz E, Lama Martínez R, Font Ugalde P, Molina Puerta MJ, Santos Luna F. Prevalencia de desnutrición en enfermos candidatos a trasplante pulmonar. *Nutr Hosp*. 2002;17(4):197-203.
8. Lattanzi G, Finamore P, Pedone C, Alma A, Scarlata S, Fontana DO, et al. Predictors of undernutrition in COPD patients. *Clin Nutr ESPEN*. 2022;51:486-9. DOI: 10.1016/j.clnesp.2022.06.109
9. Molina-Molina M, Shull JG, Vicens-Zygmunt V, Rivera-Ortega P, Antoniou K, Bonella F, et al. Gastrointestinal pirfenidone adverse events in idiopathic pulmonary fibrosis depending on diet: the MADIET clinical trial. *Eur Respir J*. 2023;62(4):2300262. DOI: 10.1183/13993003.00262-2023
10. Richeldi L, du Bois RM, Raghu G, Azuma A, Brown KK, Costabel U, et al. Efficacy and safety of nintedanib in idiopathic pulmonary fibrosis. *N Engl J Med*. 2014;370(22):2071-82. DOI: 10.1056/NEJMoa1402584

11. Weimann A, Braga M, Carli F, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr*. 2021;40(7):4745-61. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.03.031
12. García Almeida JM, García García C, Bellido Castañeda V, Bellido Guerrero D. Nuevo enfoque de la nutrición. Valoración del estado nutricional del paciente: función y composición corporal. *Nutr Hosp*. 2018;35(spe3):1-14.
13. Wazzan MA. Reference for normal measurements of psoas muscle among the adult population in Saudi Arabia. *Saudi J Health Sci*. 2023;12(3):222-6. DOI: 10.4103/sjhs.sjhs_122_23
14. López-Gómez J, Rodríguez-Mañas L, García-González M, et al. Nutritional ultrasonography, a method to evaluate muscle mass and quality in morphofunctional assessment of disease-related malnutrition. *Nutrients*. 2023;15(18):3923. DOI: 10.3390/nu15183923
15. Di Vincenzo O, Marra M, Di Gregorio A, Pasanisi F, Scalfi L. Bioelectrical impedance analysis (BIA)-derived phase angle in sarcopenia: A systematic review. *Clin Nutr*. 2021;40(5):3052-61. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.10.048
16. Lee SW, Lee D, Choi DK. Comparison of the effects of multiple frailty and nutritional indexes on postoperative outcomes in critically ill patients undergoing lung transplantation. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(7):1018. DOI: 10.3390/medicina60071018
17. Sánchez Torralvo FJ, Porras N, Abuín Fernández J, García Torres F, Tapia MJ, Lima F, et al. Valores de normalidad de dinamometría de mano en España. Relación con la masa magra. *Nutr Hosp*. 2018;35(1):98-103. DOI: 10.20960/nh.1052
18. Garibaldi Castillo R, Lagos Muñoz M, Crespo López A, Pérez Martínez F, Sánchez Gómez L, Torres Fernández J, et al. Prevalencia de desnutrición en pacientes candidatos a trasplante pulmonar. *Nutr Hosp*. 2022;39(1):65-9.
19. Bozso SJ, Nagendran J, Gill RS, Freed DH, Nagendran J. Impact of obesity on heart and lung transplantation: Does pre-transplant obesity affect outcomes? *Transplant Proc*. 2017;49(2):344-7. DOI: 10.1016/j.transproceed.2016.12.002
20. Jastreboff AM, Aronne LJ, Ahmad NN, Berra C, Kaplan LM, Kushner RF, et al. Tirzepatide once weekly for the treatment of obesity. *N Engl J Med*. 2022;387(3):205-16. DOI: 10.1056/NEJMoa2206038
21. Amaro A, Sugimoto D, Wharton S. Efficacy and safety of semaglutide for weight management: evidence from the STEP program. *Postgrad Med*. 2022;134(sup1):5-17. DOI: 10.1080/00325481.2022.2147326
22. Garriga M, Horrisberger A, Ruiz de las Heras A, Catalán N, Fernández G, Suárez M, et al. Guía de práctica clínica para el manejo nutricional de personas con fibrosis quística (GPC-FQ). *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2017;21(1):74-97. DOI: 10.14306/renhyd.21.1.299

[r e v i s i ó n]

Utilidad del análisis de composición corporal por tomografía computarizada en pacientes oncológicos

Usefulness of CT-based body composition analysis in patients with cancer

Andrés Jiménez Sánchez

Unidad de Gestión Clínica de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Servicio Andaluz de Salud (SAS). Instituto de Biomedicina de Sevilla (IBiS). Fundación Pública Andaluza para la Gestión de la Investigación en Salud de Sevilla (FISEVI), Sevilla. España

Cómo citar este trabajo

Jiménez Sánchez A. Utilidad del análisis de composición corporal por tomografía computarizada en pacientes oncológicos. Nutr Clin Med 2025;19(2):96-105

Palabras clave

Mioesteatosis, tejido adiposo visceral, supervivencia, complicaciones, individualización.

>>RESUMEN

La tomografía computarizada (TC) es una técnica de imagen médica que puede utilizarse de forma oportunista para analizar la composición corporal de pacientes oncológicos mediante un proceso llamado segmentación. Estas imágenes se almacenan con metadatos en formato DICOM (digital imaging and communications in medicine) y son segmentadas mediante diversos programas informáticos para obtener resultados precisos. La TC es una técnica de referencia para el análisis de composición corporal, pero como cualquier otra herramienta no está exenta de limitaciones y fuentes de error a controlar. La TC puede mejorar la calidad del diagnóstico nutricional al analizar la cantidad y calidad muscular. De esta forma, facilita el diagnóstico de atrofia muscular, obesidad sarcopénica y mioesteatosis, condiciones que, en mayor o menor medida, pueden asociarse con múltiples eventos de interés en oncología. Su uso puede mejorar la calidad de la atención a estos pacientes no solo en la evaluación inicial, sino también facilitando un análisis longitudinal que detecte de forma precoz cambios en la composición corporal. Además, la TC permite una medición directa del tejido adiposo visceral, un tejido con un comportamiento dual: su exceso al momento del diagnóstico puede crear un microambiente oncogénico y comprometer los resultados quirúrgicos, mientras que su pérdida durante el tratamiento, por caquexia cancerosa, puede ser predictor de menor supervivencia. El análisis de la individualización de dosis y predicción de toxicidad en tratamientos médicos antineoplásicos según composición corporal por TC es un

Correspondencia

Andrés Jiménez Sánchez
Email: andres.jimenez.endocrinologia@gmail.com

Obra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Más información:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



tema complejo que todavía no está completamente dilucidado. Aunque hay estudios que sugieren que el ajuste de dosis por composición corporal (bien sea por masa muscular o magra) puede ser más preciso que el uso de superficie corporal total para predecir la toxicidad limitante de dosis en algunas quimioterapias, seguimos necesitando evidencia más robusta para determinar si este ajuste es superior al actual y cómo puede afectar a mayor variedad de tratamientos y tipos de cáncer. La TC también puede valorar la presencia y desarrollo de complicaciones secundarias a la enfermedad y tratamiento oncológico y que entran dentro del paraguas de conocimiento del especialista en nutrición clínica. Aunque el soporte nutricional y el ejercicio físico pueden mejorar los resultados de salud en pacientes oncológicos, todavía no disponemos de evidencia clara sobre la superioridad de la individualización de estas recomendaciones según la composición corporal basada en TC de cada paciente. Futuros estudios analizarán la relación entre el fenotipo muscular de los pacientes y la mejora de resultados en salud con el objetivo de desarrollar un soporte nutricional y de ejercicio físico más personalizado.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 96-105
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0012

Key words

Myoesteatosis;
visceral adipose
tissue; survival;
complications;
individualization.

<<ABSTRACT

Computed tomography (CT) is a medical imaging technique that can be used opportunistically to analyze the body composition of cancer patients through a process called segmentation. These images are stored with metadata in DICOM format and are segmented using various computer programs to obtain accurate results. CT is a reference technique for body composition analysis, but just like with any other tool, it comes with its own limitations and sources of error that must be controlled. CT can improve the quality of nutritional diagnosis by analyzing muscle quantity and quality. In this way, it facilitates the diagnosis of muscle atrophy, sarcopenic obesity, and myosteosis –conditions that, to a greater or lesser extent, can be associated with multiple events of interest in Oncology. Its use can improve the quality of care for these patients not only in the initial evaluation, but also by facilitating a longitudinal analysis that may detect changes in body composition at an early stage. In addition, CT allows direct measurement of visceral adipose tissue (VAT), a tissue with dual behaviour: its excess at the time of diagnosis can create an oncogenic microenvironment and compromise surgical outcomes, while its loss during treatment due to cancer cachexia can be a predictor of lower survival. The analysis of dose individualization and toxicity prediction during antineoplastic medical treatments based on body composition by CT is a complex issue that has not yet been fully elucidated. Although studies suggest that dose adjustment based on body composition (either by muscle or lean mass) may be more accurate than the use of total body surface area (BSA) for predicting dose-limiting toxicity (DLT) in some chemotherapies, we still need more robust evidence to determine whether this adjustment is superior to the current one and how it may affect a wider variety of treatments and types of cancer. CT can also assess the presence and development of complications secondary to the disease and cancer treatment that fall within the scope of knowledge of a Clinical Nutrition specialist. Although nutritional support and physical exercise can improve health outcomes in cancer patients, there is no clear evidence yet on the superiority of the individualization of these recommendations according to the CT-based body composition of each patient. Future studies will analyze the relationship between patients' muscle phenotype and improved health outcomes, with the aim of developing more personalized nutritional and physical exercise support.

Nutr Clin Med 2025; 19 (2): 96-105
DOI: 10.7400/NCM.2025.19.2.0012

>>INTRODUCCIÓN

La *tomografía computarizada* (TC) es una técnica de imagen médica por la cual se obtienen imágenes transversales de alta resolución del organismo humano tras atravesarlo por haces de rayos X. Para el examen, el paciente se coloca en una camilla motorizada que se desplaza a través del hueco central de un gantry. Este anillo consta de un tubo de rayos X que rota alrededor del eje principal del paciente, mientras detectores fotosensibles localizados en el extremo opuesto del anillo captan la radiación emitida una vez que ha atravesado los tejidos del organismo. Los datos obtenidos de múltiples ángulos se procesan mediante algoritmos informáticos para reconstruir cortes axiales, permitiendo visualizar estructuras anatómicas. Una de sus principales limitaciones es la exposición a radiación ionizante, si bien existe una continua reducción de dosis gracias al desarrollo de nuevos protocolos de adquisición y reconstrucción de imágenes¹.

Estas imágenes se almacenan en un formato estándar de intercambio y almacenamiento llamado DICOM (digital imaging and communications in medicine), que aúna imágenes y metadatos con información sobre el paciente, prescriptor de la prueba, lugar y hora de la exploración, equipo utilizado, protocolo y características de adquisición de la imagen, resolución, etc.

La TC es considerada una técnica de referencia para el análisis de composición corporal^{2,3} en aquellas poblaciones clínicas en las que podemos disponer de ella de forma oportunista (debido a que se ha solicitado con otro fin diagnóstico-terapéutico, en el caso de oncología para realizar una estadificación tumoral y valorar la presencia de complicaciones o criterios de respuesta al tratamiento). Al ser una técnica indirecta, cuenta con gran precisión y es intrínsecamente superior en términos de calidad a otras técnicas de uso clínico y doblemente indirectas. Para poder hacer un análisis de composición corporal a partir de estas imágenes, necesitamos visualizar los archivos DICOM para dividir la imagen del organismo humano en diferentes tejidos de interés, en un proceso llamado segmentación, utilizando un programa informático dedicado o un visor DICOM con dicha capacidad. En este sentido, actualmente existe una plétora de opciones de segmentación⁴. Este proceso no está exento de limitaciones y fuentes de error que se deben

controlar (tabla I) para asegurar la fidelidad de los resultados. En los próximos apartados se desglosan los principales usos clínicos y de investigación para esta herramienta, tanto aquellos que ya son una realidad hoy en día, como aquellos que plausiblemente lo serán en un futuro cercano.

>>PRINCIPALES USOS DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA EL ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN ONCOLOGÍA

Optimización del diagnóstico nutricional en la valoración inicial

Debido a su capacidad de segmentación, la TC permite el diagnóstico de la afectación muscular no solo en términos cuantitativos (atrofia), sino también de calidad: la mioesteatosis es la acumulación patológica de lípidos en el interior del miocito, demostrada bioquímica e histológicamente mediante biopsia muscular. No obstante, es común su operativización mediante una variable subrogada: el descenso de la atenuación del músculo esquelético en imágenes de TC, cuantificada en forma de unidades Hounsfield (UH). Esto es debido a que la variabilidad de UH en fantasmas rellenos de lípidos dentro del rango de la densidad del tejido muscular esquelético puede explicarse casi perfectamente por esta concentración de lípidos⁵.

El diagnóstico de atrofia muscular mediante TC puede mejorar el diagnóstico clínico de desnutrición, al detectar casos de desnutrición por afectación muscular (ya sea en calidad o en cantidad) que serían pasados por alto por otros medios. Por ejemplo, en el cáncer colorrectal y de forma preoperatoria, la TC consiguió diagnosticar de atrofia muscular a un 31,5 %⁶ y a un 48,9 %⁷ de pacientes con valoración global subjetiva negativa, incrementando en ambos casos la prevalencia de desnutrición en la muestra en aproximadamente +38,5 %. Los diagnósticos de desnutrición por atrofia muscular⁸ y mioesteatosis^{9,10} en TC cuentan con capacidad pronóstica para supervivencia, complicaciones, toxicidad por tratamiento y otros eventos de interés en oncología bajo múltiples modalidades de tratamiento, y de hecho podrían asociar una mayor mortalidad que los casos diagnosticados por valoración global subjetiva¹¹.

TABLA I. PROPUESTA DE CHECKLIST DURANTE LA SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Elemento	Descripción
Entrenamiento del operador	Como en todo proceso con implicaciones clínicas, es aconsejable formar, entrenar e inicialmente supervisar al operador.
Uso de software validado	Aunque todavía no dispongan actualmente de aprobación de la FDA o la AEMPS, ciertos programas informáticos cuentan con evidencia de utilidad clínica en humanos (Slice-o-Matic, 3DSlicer, Focused-ON, DAFS, ImageJ, AutoMATICA, etc.) y por tanto su uso parece más justificado sobre otras opciones.
Comprobación de características de adquisición de la imagen	La presencia de contraste intravenoso, voltaje y amperaje de la imagen afectan con mayor o menor intensidad a los parámetros de interés. No analizar imágenes artefactadas por movimiento o malposición del paciente.
Comprobación de resolución espacial	El programa informático que se utilice para segmentar deberá tener en cuenta (de forma automática o introducida por el usuario) el tamaño de pixel (espaciado) en la imagen.
Ventana de visualización	Para los tejidos habitualmente analizados en análisis de composición corporal, se utilizará una ventana para tejidos blandos, pudiendo cambiar de ventana para analizar artefactos.
Demarcación anatómica	Seleccionar el corte anatómico correcto según estructuras óseas de referencia. La renderización tridimensional (3DVR) puede ser de especial utilidad en personas con variantes anatómicas.
Rango de valores de atenuación	Utilizar umbrales estandarizados de protocolo Alberta, de cara a permitir comparabilidad de resultados: -29 a +150 UH para tejido muscular esquelético, -190 a -30 UH para tejido adiposo subcutáneo e intermuscular, -150 a -50 UH para tejido adiposo visceral.
Exclusión de artefactos	No incluir elementos de tejido conectivo, implantes o material metálico quirúrgico.
Diferenciación de compartimentos adiposos	Diferenciar tanto por valores de atenuación como por localización anatómica (de profundo a superficial, respectivamente) el tejido adiposo visceral, intermuscular y subcutáneo.
Normalización de datos	Ajustar superficie del tejido de interés (principalmente muscular esquelético) por altura, superficie de otro tejido de interés u otros parámetros antropométricos si se realizan comparaciones entre sujetos.

La TC es especialmente útil para diagnosticar la obesidad sarcopénica. Esta conjunción de obesidad con atrofia muscular podría no ser diagnosticada por otras técnicas (aquellas basadas en el índice de masa corporal) o presentar un grado de error excesivo debido a la amplia desviación que esta condición supone con respecto al arquetipo fisiológico (en técnicas doblemente indirectas). El interés de diagnosticar la obesidad sarcopénica mediante TC radica en que asocia una peor supervivencia y tolerancia al tratamiento quimioterápico y quirúrgico, aunque con matices según el tipo de neoplasia y situación clínica¹². La evidencia en este sentido ya es clásica¹³, y la guía de práctica clínica de la European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)/European Association for the Study of Obesity (EASO) de obesidad sarcopénica recomienda valorar de forma oportunista con TC a personas de índice de masa corporal elevado¹⁴.

El doble análisis muscular simultáneo (en términos de cantidad y calidad) no parece ser redundante. En un reciente estudio retrospectivo con TC en pacientes intervenidos de cáncer colorrectal en entorno EHRAS (enhanced recovery after surgery), se encontró que los criterios GLIM (global leadership in malnutrition) de desnutrición conseguían fenotipar adecuadamente a pacientes con menor área muscular e índice muscular esquelético, pero paradójicamente diagnosticaban como desnutridos a pacientes con una mayor densidad muscular (y por tanto, menor mioesteatosis)¹⁵. Por tanto, el uso de TC permite ampliar el diagnóstico nutricional a otro fenotipo de desnutrición, con implicaciones pronósticas similares o peores al fenotipo clásico de atrofia muscular y que, además, puede sinergizar con el mismo. En poblaciones oncológicas, un doble fenotipo de atrofia muscular y mioesteatosis se ha asociado de forma significativa a niveles máximos de

proteína C reactiva¹⁶, dinapenia¹⁶, mortalidad¹⁶⁻¹⁸ y complicaciones posoperatorias¹⁷.

Monitorización longitudinal de cambios en la composición corporal

Múltiples estudios asocian longitudinalmente pérdida de masa y calidad muscular con quimioterapia en diferentes neoplasias y esquemas de tratamiento¹⁹⁻²². El origen de esta intensificación se debe principalmente, a nivel molecular, a la degradación proteosómica de proteínas estructurales miocitarias, de origen multifactorial y favorecida por un desequilibrio en la secreción de miocinas proinflamatorias y anabólicas²³, causado a su vez por el propio ambiente tumoral y estimulada por el tratamiento a través de los siguientes mecanismos:

- Ingesta reducida por síntomas gastrointestinales²⁴, de forma que no se alcanzan los requerimientos nutricionales.
- Menor actividad física por una peor tolerancia al esfuerzo²⁵, lo que condiciona desacondicionamiento físico y puede crear un círculo de retroalimentación negativo.
- Efecto miotóxico. Esta miotoxicidad puede provenir vía estimulación del receptor de glucocorticoides, activable a su vez por ciertos agentes quimioterápicos²⁶ o el ambiente proinflamatorio²⁷, que también puede causar miotoxicidad²² vía receptores toll-like y otros sensores de daño²³.

La pérdida de cantidad y calidad muscular de forma longitudinal durante el tratamiento oncológico, bien sea por quimioterapia¹⁹⁻²¹ o cirugía^{28,29}, se asocia a una mayor incidencia de complicaciones y peor supervivencia en múltiples neoplasias. Además de este importante ensombrecimiento pronóstico a corto plazo, esta afectación muscular también podría dificultar a posteriori la realización de actividad física, que se ha demostrado mejora la supervivencia a largo plazo en ciertas formas de cáncer³⁰⁻³².

Como probable aplicación futura en la práctica clínica rutinaria, la medición seriada de las TC utilizadas durante el seguimiento rutinario de estos pacientes mediante segmentación basada en inteligencia artificial permitiría de forma operativa diagnosticar a pacientes con pérdidas

rápidas de cualquier tejido de interés o con una pérdida de calidad muscular, candidatos por tanto a una valoración nutricional precoz y/o a una revaloración del plan terapéutico, además de potencialmente servir para mejorar la supervisión de los programas de intervención nutricional y con ejercicio físico.

Análisis del tejido adiposo visceral

La TC ofrece, de forma exclusiva junto con la resonancia magnética, la posibilidad de segmentar la totalidad del tejido adiposo visceral (TAV), un tejido que despierta un interés creciente y con asociaciones aparentemente contradictorias según el momento en que sea analizado.

Existe un cuerpo de evidencia traslacional progresivamente creciente que demuestra que el exceso crónico de TAV puede crear un microambiente que estimule el desarrollo y progresión tumoral a través de la transmisión de ácidos grasos libres, citocinas proinflamatorias, factores de crecimiento y factores angiogénicos³³, potencialmente maximizando el efecto proinflamatorio de la agresión quirúrgica local. Otros estudios también apuntan a que un exceso abdominal de TAV puede asociar una peor evolución en enfermedades proinflamatorias no abdominales a través de una mayor inflamación sistémica³⁴. El exceso de TAV al diagnóstico oncológico, pero también su pérdida durante el tratamiento por una caquexia cancerosa, han resultado predictores de menor supervivencia en cánceres de cabeza y cuello, cervix, colorrectal, esófago, estómago, mama, melanoma, ovario, páncreas y próstata bajo diferentes modalidades de tratamiento³⁵. También parece que la capacidad predictiva del área de TAV para complicaciones podría presentar una curva en J, de forma análoga al índice de masa corporal. De esta manera, las personas tanto con un exceso de adiposidad visceral (definido como área de TAV ≥ 105 cm²) como un déficit ($\leq 29,5$ cm²) de forma basal presentaron una mayor incidencia de complicaciones relacionadas con quimioterapia y cirugía en un amplio estudio retrospectivo multicéntrico con pacientes con cáncer colorrectal intervenidos tras quimioterapia neoadyuvante. Además, el riesgo atribuible al déficit de TAV fue todavía mayor en los pacientes con TAV inicialmente disminuido y que continuaron perdiendo durante el seguimiento, como expresión de caquexia cancerosa³⁶. Sin embargo,

el exceso de TAV presenta un efecto mecánico detractor sobre el tiempo de intervención quirúrgica en cirugía rectal que parece ser directamente proporcional y lineal³⁶. En este sentido, un exceso de adiposidad visceral definido como un área de TAV $\geq 100 \text{ cm}^2$ se ha identificado como predictor significativo de complicaciones posoperatorias de perfil infeccioso, mecánico y médico (OR: 2,52 [1,58-4,00]; $I^2 = 39\%$; $p = 0,18$), así como de abordaje vía laparotomía (OR: 2,61 [1,40-4,85]; $I^2 = 0\%$; $p = 0,64$), en un reciente metaanálisis en cáncer colorrectal. Si bien esta asociación no se encontró en estudios que utilizan puntos de corte propios o que consideran al área de TAV como una variable cuantitativa continua, los resultados del metaanálisis fueron igualmente significativos cuando se analizaron todos los estudios en conjunto, independientemente de su forma de definir el exceso de adiposidad visceral³⁷.

Individualización de dosis y predicción de toxicidad por tratamientos médicos antineoplásicos

En quimioterapia, la capacidad de predicción de intensidad terapéutica subóptima por peor tolerancia, definida como una intensidad relativa de dosis $< 85 \%$, ha resultado ser similar en un estudio longitudinal en cáncer colorrectal para la atrofia muscular medida tanto por TC como por densitometría (DEXA)³⁸. Estos hallazgos refrendan el uso oportunista de la TC en esta población, evitando una solicitud complementaria para el análisis de la composición corporal con un coste y radiación extra. Con respecto a la modalidad de análisis, otro estudio en cáncer colorrectal ha encontrado que el volumen de tejido muscular esquelético en el análisis tridimensional de imágenes de TC puede proporcionar una mejor capacidad para la predicción de toxicidad limitante de dosis que el análisis bidimensional de superficie de tejido muscular esquelético o el uso de superficie corporal total actualmente utilizado para el ajuste de dosis de quimioterapia³⁹. Pese a ello, un metaanálisis reciente no ha encontrado que el análisis de composición corporal por TC pueda predecir toxicidad limitante de dosis en cáncer colorrectal⁴⁰. Esto podría deberse a la heterogeneidad en cuanto a definición de atrofia muscular y características de adquisición de las imágenes entre estudios, que potencialmente reduce la precisión de los hallazgos y limita la comparabilidad, así como a las propias características morfométricas de esta población. En

este sentido, un estudio pionero⁴¹ encontró que el ajuste de capecitabina, sin tener en cuenta el análisis de composición corporal, se asociaba a mayor toxicidad en cáncer de mama avanzado en mujeres con atrofia muscular según el índice muscular esquelético basado en la masa muscular total estimada a partir de la TC. De forma análoga, un estudio en cáncer de nasofaringe ha encontrado que la administración de quimioterapia por superficie corporal total produjo una sobredosificación en mujeres en relación con su masa magra total estimada a partir de la TC, y que esta sobredosificación se asoció en análisis multivariante a neutropenia severa cuando se combinada cisplatino con docetaxel, pero no al combinarse con gemcitabina⁴². La mioesteatosis también puede ser predictora de retraso de tratamiento en el cáncer de ovario⁴³. En inmunoterapia, existe evidencia que tanto afirma⁴⁴ como desmiente la posible relación de atrofia muscular con eventos adversos de interés^{45,46}, por lo que se necesitan más estudios en este sentido. Futuras investigaciones necesitarán continuar profundizando en si el ajuste por composición corporal (bien sea masa muscular o magra) es o no superior al actual ajuste por superficie corporal total, teniendo en cuenta la farmacocinética de cada tratamiento, con una técnica pulcra de adquisición de imágenes, controlando por mayor número de factores de confusión y analizando con mayor detalle la composición corporal de cada sujeto.

Optimización de comorbilidades

La medición oportunista en TC de variables complementarias como el grado de calcificación de placas de ateroma, esteatosis hepática y densidad mineral ósea vertebral pueden proporcionar información útil para valorar el riesgo cardiovascular y de fracturas en estos pacientes supervivientes⁸, y así optimizar el manejo de estas comorbilidades producidas o empeoradas por la caquexia y los tratamientos antineoplásicos⁴⁷⁻⁵¹. El enfoque crónico de control del riesgo cardiovascular parece de especial relevancia si se tiene en cuenta que el estudio ARIC (Atherosclerosis Risk In Communities) de cohortes prospectivas demostró un $+42 \%$ de riesgo de desarrollar enfermedad cardiovascular en participantes con diagnóstico incidente de cáncer durante el período de seguimiento. En comparación con la cohorte sin cáncer, el cáncer de mama, pulmón, colorrectal y las neoplasias hematológicas se asociaron a un mayor riesgo de insuficiencia cardíaca congestiva, mientras que el cáncer de

pulmón se asoció a un mayor riesgo de accidente cerebrovascular⁵². De forma complementaria, datos provenientes del registro SEER (National Cancer Institute's Surveillance, Epidemiology, and End Results) del año 2021 señalan que los supervivientes de cáncer de colon, próstata y mama (las formas de cáncer más prevalentes en países industrializados) no avanzados tenían a la muerte cardíaca como principal forma de muerte no cancerosa, con incidencias del 24 al 29 %, aproximadamente. Esta incidencia de mortalidad no oncológica llegó a ser hasta tres veces superior a la mortalidad específica por cáncer a los 10 años tras el diagnóstico⁵³. Pero esta información también podría ser de interés durante el tratamiento activo del cáncer. Por ejemplo, personas con un alto riesgo para aparición de eventos adversos cardíacos por antraciclinas tuvieron una mayor puntuación de calcio en arterias coronarias, con una relación directa y lineal con los niveles de péptido natriurético cerebral⁵⁴. Aunque son necesarios más estudios que demuestren su utilidad en este aspecto, el calcio coronario podría ser un marcador para la estratificación oportunista de este riesgo.

Individualización de las recomendaciones nutricionales y de ejercicio físico

Si bien ya disponemos de evidencia de que el soporte nutricional durante el tratamiento quimioterápico puede mitigar la atrofia muscular y reducir la incidencia de complicaciones asociadas al mismo⁵⁵, no existe bajo nuestro conocimiento evidencia hasta el momento que demuestre que el ejercicio físico y el soporte nutricional completamente individualizado según la composición corporal de pacientes oncológicos mediante TC pueda mejorar resultados en salud. Este fenotipado podría permitir una mejor individualización de las recomendaciones nutricionales y de ejercicio físico, de especial interés debido a la heterogeneidad inherente en cuanto a la composición corporal de cada paciente por dimorfismo sexual, edad, tratamientos, estilo de vida, semiología e inflamación sistémica producida por la enfermedad de base. Futuros trabajos deberán abordar esta línea de investigación en detalle.

>> REFLEXIONES

Nos encontramos en un momento de continua génesis y optimización de aplicaciones de la TC

a la atención multimodal (y, en nuestro caso, con un enfoque centrado en la nutrición clínica) de las personas con cáncer, si bien queda un largo camino por recorrer en cuanto a estandarización y validación para afinar estrategias de uso. Algunas áreas de interés futuro podrían ser:

- Continuar profundizando en la relación entre diferentes parámetros de la composición corporal por TC de estos pacientes, la necesidad de individualización y la respuesta a diferentes modalidades terapéuticas.
- Evaluar el impacto en términos de salud y económicos de la potencial capacidad de la segmentación tisular por TC para realizar medicina de precisión masiva en un entorno asistencial mediante la evaluación longitudinal exhaustiva semiautomatizada o completamente automatizada de la composición corporal antes, durante y tras los tratamientos.
- El desarrollo y optimización de programas informáticos de análisis automatizado de imágenes para analizar de forma precisa y eficiente en entornos de vida real la densidad mineral ósea vertebral, y la presencia y grado de calcificación de placas de ateroma en pacientes con cáncer, con el objetivo de identificar el riesgo cardiovascular y de fractura de forma preclínica, y demostrar que el tratamiento precoz de estas comorbilidades evita desenlaces adversos.
- Analizar con mayor detalle el impacto en términos de salud y económicos de la administración de recomendaciones e intervenciones nutricionales (biomoléculas, micronutrientes y nutraceuticos) y de ejercicio físico más personalizadas en diferentes situaciones clínicas según los resultados del análisis de composición corporal por TC.

En conclusión, la investigación en el campo del análisis de composición corporal por TC en pacientes oncológicos es un área efervescente y que cuenta con un cuerpo de evidencia amplio. El horizonte cercano augura múltiples oportunidades para mejorar los resultados en salud y calidad de vida de estas personas mediante esta técnica.

Conflictos de intereses

Ninguno que aplique al presente manuscrito.

>>BIBLIOGRAFÍA

1. Lell M, Kachelrieß M. Computed Tomography 2.0: New Detector Technology, AI, and Other Developments. *Invest Radiol*. 2023;58(8):587-601.
2. Barazzoni R, Jensen GL, Correia MITD, Gonzalez MC, Higashiguchi T, Shi HP, et al. Guidance for assessment of the muscle mass phenotypic criterion for the Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM) diagnosis of malnutrition. *Clin Nutr*. 2022;41(6):1425-33.
3. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31.
4. Jiménez-Sánchez A, García-Luna PP. Body composition analysis on computed tomography scans using easy-to-access segmentation software. *Nutr Hosp* [Internet]. 2025 [consultado 5/09/2025]. Disponible en: <https://www.nutricionhospitalaria.org/articles/05699/show>
5. Goodpaster BH, Kelley DE, Thaete FL, He J, Ross R. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):104-10.
6. Klassen P, Baracos V, Gramlich L, Nelson G, Mazurak V, Martin L. Computed-Tomography Body Composition Analysis Complements Pre-Operative Nutrition Screening in Colorectal Cancer Patients on an Enhanced Recovery after Surgery Pathway. *Nutrients*. 2020;12(12):3745.
7. Djordjevic A, Deftereos I, Carter VM, Morris S, Shannon R, Kiss N, et al. Ability of malnutrition screening and assessment tools to identify computed tomography defined low muscle mass in colorectal cancer surgery. *Nutr Clin Pract*. 2022;37(3):666-76.
8. Bates DDB, Pickhardt PJ. CT-Derived Body Composition Assessment as a Prognostic Tool in Oncologic Patients: From Opportunistic Research to Artificial Intelligence-Based Clinical Implementation. *Am J Roentgenol*. 2022;219(4):671-80.
9. Ahn H, Kim DW, Ko Y, Ha J, Shin YB, Lee J, et al. Updated systematic review and meta-analysis on diagnostic issues and the prognostic impact of myosteatosis: A new paradigm beyond sarcopenia. *Ageing Res Rev*. 2021;70:101398.
10. Sahin TK, Guven DC. Prognostic impact of myosteatosis on survival with immune checkpoint inhibitors: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr ESPEN*. 2024;63:829-36.
11. Vashi PG, Gorsuch K, Wan L, Hill D, Block C, Gupta D. Sarcopenia supersedes subjective global assessment as a predictor of survival in colorectal cancer. *Kato M, editor. PLoS One*. 2019;14(6):e0218761.
12. Silveira EA, Da Silva Filho RR, Spexoto MCB, Haghighatdoost F, Sarrafzadegan N, De Oliveira C. The Role of Sarcopenic Obesity in Cancer and Cardiovascular Disease: A Synthesis of the Evidence on Pathophysiological Aspects and Clinical Implications. *Int J Mol Sci*. 2021;22(9):4339.
13. Martin L, Birdsell L, Macdonald N, Reiman T, Clandinin MT, McCargar LJ, et al. Cancer cachexia in the age of obesity: skeletal muscle depletion is a powerful prognostic factor, independent of body mass index. *J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol*. 2013;31(12):1539-47.
14. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. *Clin Nutr*. 2022;41(4):990-1000.
15. Palmas FX, Ricart M, Lluch A, Mucarzel F, Cartiel R, Zabalegui A, et al. Prognostic Value of Computed Tomography-Derived Muscle Density for Postoperative Complications in Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) and Non-ERAS Patients. *Nutrients*. 2025;17(14):2264.
16. Calixto-Lima L, Wiegert EVM, Oliveira LCD, Chaves GV, Bezerra FF, Avesani CM. The association between low skeletal muscle mass and low skeletal muscle radiodensity with functional impairment, systemic inflammation, and reduced survival in patients with incurable cancer. *J Parenter Enter Nutr*. 2023;47(2):265-75.
17. Guo H, Chen S, Zheng T, Ding P, Yang J, Wu H, et al. Association of low skeletal muscle mass and radiodensity with clinical outcomes in patients undergoing robotic radical gastric cancer surgery: a population-based retrospective cohort study. *BMC Cancer*. 2025;25(1):741.
18. Rodrigues CS, Chaves GV. Skeletal Muscle Quality Beyond Average Muscle Attenuation: A Proposal of Skeletal Muscle Phenotypes to Predict Short-Term Survival in Patients with Endometrial Cancer. *J Natl Compr Canc Netw*. 2018;16(2):153-60.
19. Xu T, Li Z, Li H, Hou J, Li J, Jin G, et al. Dynamic changes in the body composition during chemotherapy for gastrointestinal tumors in the context of active nutrition intervention. *Front Oncol*. 2022;12:965848.
20. Li ZH, Xu T, Zhang YJ, Jiang JH, Mi YZ, Li JX, et al. Dynamic changes in body composition during XELOX/SOX chemotherapy in patients with gastric cancer. *Front Oncol*. 2024;14:1309681.
21. Nattenmüller J, Wochner R, Muley T, Steins M, Hummler S, Teucher B, et al. Prognostic Impact of CT-Quantified Muscle and Fat Distribution before and after First-Line-Chemotherapy in Lung Cancer Patients. *Singh PK, editor. PLoS One*. 2017;12(1):e0169136.
22. Amitani M, Oba T, Kiyosawa N, Morikawa H, Chino T, Soma A, et al. Skeletal muscle loss during neoadjuvant chemotherapy predicts poor prognosis in patients with breast cancer. *BMC Cancer*. 2022;22(1):327.
23. Rausch V, Sala V, Penna F, Porporato PE, Ghigo A. Understanding the common mechanisms of heart and skeletal muscle wasting in cancer cachexia. *Oncogenesis*. 2021;10(1):1.

24. Alonso Domínguez T, Civera Andrés M, Santiago Crespo JA, Malpartida KG, Botella Romero F. Toxicidad digestiva en los tratamientos oncológicos. Revisión bibliográfica. Influencia en el estado nutricional. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2023;70(2):136-50.
25. Mallard J, Hucteau E, Hureau TJ, Pagano AF. Skeletal Muscle Deconditioning in Breast Cancer Patients Undergoing Chemotherapy: Current Knowledge and Insights from Other Cancers. *Front Cell Dev Biol.* 2021;9:719643.
26. Braun TP, Szumowski M, Levasseur PR, Grossberg AJ, Zhu X, Agarwal A, et al. Muscle Atrophy in Response to Cytotoxic Chemotherapy Is Dependent on Intact Glucocorticoid Signaling in Skeletal Muscle. *PLoS One.* 2014;9(9):e106489.
27. Cole CL, Kleckner IR, Jatoi A, Schwarz EM, Dunne RF. The Role of Systemic Inflammation in Cancer-Associated Muscle Wasting and Rationale for Exercise as a Therapeutic Intervention. *JCSM Clin Rep.* 2018;3(2):e00065.
28. Tan S, Zhuang Q, Zhang Z, Li S, Xu J, Wang J, et al. Postoperative Loss of Skeletal Muscle Mass Predicts Poor Survival After Gastric Cancer Surgery. *Front Nutr.* 2022;9:794576.
29. Zhang L, Guan J, Ding C, Feng M, Gong L, Guan W. Muscle loss 6 months after surgery predicts poor survival of patients with non-metastatic colorectal cancer. *Front Nutr.* 2022;9:1047029.
30. Van Blarigan EL, Fuchs CS, Niedzwiecki D, Zhang S, Saltz LB, Mayer RJ, et al. Association of Survival With Adherence to the American Cancer Society Nutrition and Physical Activity Guidelines for Cancer Survivors After Colon Cancer Diagnosis: The CALGB 89803 / Alliance Trial. *JAMA Oncol.* 2018;4(6):783.
31. Courneya KS, Vardy JL, O'Callaghan CJ, Gill S, Friedenreich CM, Wong RKS, et al. Structured Exercise after Adjuvant Chemotherapy for Colon Cancer. *N Engl J Med.* 2025;393(1):13-25.
32. Pierce JP, Stefanick ML, Flatt SW, Natarajan L, Sternfeld B, Madlensky L, et al. Greater survival after breast cancer in physically active women with high vegetable-fruit intake regardless of obesity. *J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol.* 2007;25(17):2345-51.
33. Chaplin A, Rodriguez RM, Segura-Sampedro JJ, Ochogavía-Seguí A, Romaguera D, Barceló-Coblijn G. Insights behind the Relationship between Colorectal Cancer and Obesity: Is Visceral Adipose Tissue the Missing Link? *Int J Mol Sci.* 2022;23(21):13128.
34. McGovern J, Dolan R, Richards C, Laird BJ, McMillan DC, Maguire D. Relation Between Body Composition, Systemic Inflammatory Response, and Clinical Outcomes in Patients Admitted to an Urban Teaching Hospital with COVID-19. *J Nutr.* 2021;151(8):2236-44.
35. Tolonen A, Pakarinen T, Sassi A, Kyttä J, Cancino W, Rinta-Kiikka I, et al. Methodology, clinical applications, and future directions of body composition analysis using computed tomography (CT) images: A review. *Eur J Radiol.* 2021;145:109943.
36. Li H, Chen Y, Jia H, Ye R, Li T. Visceral adipose tissue predicts perioperative complications of total neoadjuvant therapy for locally advanced rectal cancer: A multicenter real-world study. *Surgery.* 2025;185:109548.
37. Van Helsdingen CPM, Van Wijlick JGA, De Vries R, Bouvy ND, Leeftang MMG, Hemke R, et al. Association of computed tomography-derived body composition and complications after colorectal cancer surgery: A systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2024;15(6):2234-69.
38. Cheng E, Caan BJ, Cawthon PM, Evans WJ, Hellerstein MK, Shankaran M, et al. Body Composition, Relative Dose Intensity, and Adverse Events among Patients with Colon Cancer. *Cancer Epidemiol Biomark Prev Publ Am Assoc Cancer Res Cosponsored Am Soc Prev Oncol.* 2023;32(10):1373-81.
39. Cao K, Yeung J, Arafat Y, Choi C, Wei MYK, Chan S, et al. Can AI-based body composition assessment outperform body surface area in predicting dose-limiting toxicities for colonic cancer patients on chemotherapy? *J Cancer Res Clin Oncol.* 2023;149(15):13915-23.
40. Choi CS, Kin K, Cao K, Hutcheon E, Lee M, Chan STF, et al. The association of body composition on chemotherapy toxicities in non-metastatic colorectal cancer patients: a systematic review. *ANZ J Surg.* 2024;94(3):327-34.
41. Prado CMM, Baracos VE, McCargar LJ, Reiman T, Mourtzakis M, Tonkin K, et al. Sarcopenia as a determinant of chemotherapy toxicity and time to tumor progression in metastatic breast cancer patients receiving capecitabine treatment. *Clin Cancer Res Off J Am Assoc Cancer Res.* 2009;15(8):2920-6.
42. Xing X, Zhou X, Yang Y, Li Y, Hu C, Shen C. The impact of body composition parameters on severe toxicities in patients with locoregionally advanced nasopharyngeal carcinoma undergoing neoadjuvant chemotherapy. *Ann Transl Med.* 2021;9(14):1180-1180.
43. Del Grande M, Rizzo S, Nicolino GM, Colombo I, Rossi L, Manganaro L, et al. Computed Tomography-Based Body Composition in Patients With Ovarian Cancer: Association With Chemotoxicity and Prognosis. *Front Oncol.* 2021;11:718815.
44. Xue D, Li N, Yang J, Men K, Li L, Jiang H, et al. Sarcopenia predicts immune-related adverse events due to anti-PD-1 / PD-L1 therapy in patients with advanced lung cancer. *Front Oncol.* 2024;14:1450020.
45. Cavdar VC, Aric M, Rakici IT, Gulturk I, Karaca ZB, Afsar CU, et al. The impact of sarcopenia on adverse effects and survival in patients with metastatic hormone receptor-positive breast cancer treated with CDK4/6 inhibitors. *Medicine (Baltimore).* 2025;104(28):e43374.

46. Li S, Wang T, Lai W, Zhang M, Cheng B, Wang S, et al. Prognostic impact of sarcopenia on immune-related adverse events in malignancies received immune checkpoint inhibitors: a systematic review and meta-analysis. *Transl Cancer Res.* 2021;10(12):5150-8.
47. Wyart E, Bindels LB, Mina E, Menga A, Stanga S, Porporato PE. Cachexia, a Systemic Disease beyond Muscle Atrophy. *Int J Mol Sci.* 2020;21(22):8592.
48. Choi A, Kim S, Kim S, Cho I, Cha MJ, You SC. Atherosclerotic Cardiovascular Disease in Cancer Survivors: Current Evidence, Risk Prediction, Prevention, and Management. *J Lipid Atheroscler.* 2025;14(1):30.
49. Paternostro R, Sieghart W, Trauner M, Pinter M. Cancer and hepatic steatosis. *ESMO Open.* 2021;6(4):100185.
50. Nisha Y, Dubashi B, Bobby Z, Sahoo JP, Kayal S, Ananthakrishnan R, et al. Cytotoxic chemotherapy is associated with decreased bone mineral density in postmenopausal women with early and locally advanced breast cancer. *Arch Osteoporos.* 2023;18(1):41.
51. Ali MM, Simmons P, Warren A, Gatrell LB, Resende-Coelho A, McElroy T, et al. The adverse effects of chemotherapy on bone mass are not prevented by senolytics. *Sci Rep.* 2025;15(1):17279.
52. Florido R, Daya NR, Ndumele CE, Koton S, Russell SD, Prizment A, et al. Cardiovascular Disease Risk Among Cancer Survivors. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(1):22-32.
53. Kc M, Fan J, Hyslop T, Hassan S, Cecchini M, Wang SY, et al. Relative Burden of Cancer and Noncancer Mortality Among Long-Term Survivors of Breast, Prostate, and Colorectal Cancer in the US. *JAMA Netw Open.* 2023;6(7):e2323115.
54. Borowiec A, Ozdowska P, Rosinska M, Zebrowska AM, Jagiello-Gruszfeld A, Jasek S, et al. Coronary artery calcium score and other risk factors in patients at moderate and high risk of cancer therapy-related cardiovascular toxicity. *Cardio-Oncol.* 2024;10(1):64.
55. Zhao SR, Li XR, Li ZH, Ren XJ, Hou JX, Zhao J, et al. A prospective non-randomized interventional study of dynamic changes of L3SMI in patients with gastric cancer undergoing ambulatory chemotherapy with active nutrition combined with exercise. *Front Oncol.* 2025;15:1620115.