



Revisión

Ingestión de compuestos fenólicos en población adulta mayor *Consumption of phenolic compounds in the elderly population*

Andrea Cereceres-Aragón, Joaquín Rodrigo-García, Emilio Álvarez-Parrilla y Alejandra Rodríguez-Tadeo

Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua. México

Resumen

Introducción: en la actualidad, la población adulta mayor se encuentra en aumento y, con ello, la presencia de enfermedades. Los compuestos fenólicos son sustancias que tienen propiedades antioxidantes y pueden impactar en la prevención del daño oxidativo, muy relacionado con el inicio de diversas enfermedades. La mayoría de los compuestos fenólicos son bioaccesibles y biodisponibles mediante vías mecánicas, enzimáticas y químicas. Sin embargo, durante el envejecimiento se modifican estos factores afectando la absorción de estos compuestos.

Objetivo: conocer la información reciente relacionada con el consumo de compuestos fenólicos y sus implicaciones para la salud en los adultos mayores.

Métodos: se realizó una búsqueda en diferentes bases académicas y/o motores de búsqueda (EBSCOHOST, PubMed y Science Direct) sobre consumo total de fenoles en adultos mayores. Esta información fue analizada y subclasificada considerando enfermedades crónicas.

Resultados: los adultos mayores tienen una ingesta de compuestos fenólicos que oscila de 280 ± 130 a 2.771 ± 1.552 mg/día y la cantidad que refleja un beneficio frente enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico y diabetes en adultos mayores oscila de 322 ± 153 a 2.861 mg/día.

Conclusión: en algunos casos, el consumo de polifenoles en el adulto mayor no es suficiente para generar una prevención frente a diferentes enfermedades, por lo que se recomienda incrementar su cantidad. Existen diferentes situaciones que modifican la bioaccesibilidad y biodisponibilidad, entre ellas la deficiencia de transportadores de polifenoles, por lo que la cantidad necesaria se modifica para llevar a cabo su acción en el organismo. Además, existen pocos estudios de este tipo en esta población, por lo que se recomienda realizar más investigaciones.

Palabras clave:

Adultos mayores.
Compuestos fenólicos.
Bioaccesibilidad.
Biodisponibilidad.

Abstract

Introduction: currently, the elderly population is increasing and with it, the presence of diseases. Phenolic compounds are substances that have antioxidant properties which can impact on the prevention of oxidative damage, closely related to the onset of various diseases. Most phenolic compounds are bioaccessible and bioavailable through mechanical, enzymatic and chemical routes. However, during aging these factors are modified, affecting the absorption of these compounds.

Objective: to know the recent information related to the consumption of phenolic compounds and implications for health in the elderly.

Methods: a search was made in different academic bases and/or search engines (EBSCOHOST, PubMed and Science Direct) about total phenol consumption in older adults. This information was analyzed and subclassified considering chronic diseases.

Results: older adults have an intake of phenolic compounds ranging from 280 ± 130 to $2,771 \pm 1,552$ mg/day and the amount that reflects a benefit against cardiovascular diseases, metabolic syndrome and diabetes in older adults ranges from 322 ± 153 to $2,861$ mg/day.

Conclusion: in some cases, the consumption of polyphenols in the elderly is not enough to generate a prevention against different diseases, so increasing their quantity is recommended. There are different situations that modify bioaccessibility and bioavailability, including the deficiency of polyphenol transporters, so the amount needed is modified to carry out its action in the body. There are few studies of this type in this population, so more research is recommended.

Key words:

Older adults.
Phenolic compounds.
Bioaccessibility.
Bioavailability.

Recibido: 28/06/2018 • Aceptado: 21/11/2018

Cereceres-Aragón A, Rodrigo-García J, Álvarez-Parrilla E, Rodríguez-Tadeo A. Ingestión de compuestos fenólicos en población adulta mayor. *Nutr Hosp* 2019;36(2):470-478

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2171>

Correspondencia:

Alejandra Rodríguez-Tadeo. Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. C/ Henry Dunant, 4016. Zona Pronaf. 32310 Ciudad Juárez, Chihuahua. México
e-mail: alrodrig@uacj.mx

INTRODUCCIÓN

Se considera adulto mayor a la persona que tiene 60 años o más (1). Actualmente, se conoce que la proporción de la población adulta mayor se triplicará entre 2000 y 2050 y pasará de 605 millones a 2.000 millones (del 11% al 22%) (2). Aunado a la edad, se presentan diversos cambios tanto fisiológicos (cambios en la composición corporal, menor actividad física, soledad, depresión, entre otros) como físicos (disgeusia, hipofunción digestiva, etc.) (3). Lo anterior puede contribuir a una malabsorción de diversos nutrimentos y sustancias antioxidantes, entre ellas los compuestos fenólicos (CF), y por tanto, disminuir su potencial efecto beneficioso frente al estrés oxidativo. Los CF se encuentran en diversos alimentos, especialmente en frutas y verduras. Su principal función es eliminar y/o reducir los efectos de las especies reactivas de oxígeno en la célula (4). Durante el envejecimiento, los cambios fisiológicos presentes producen un desequilibrio entre sustancias antioxidantes y especies reactivas de oxígeno, lo que conlleva un aumento en el daño celular y, en consecuencia, un mayor riesgo de desarrollar complicaciones de enfermedades crónicas. En el presente artículo se plantea como objetivo conocer la información reciente relacionada con el consumo de CF y sus implicaciones para la salud en la población adulta mayor.

ESTRÉS OXIDATIVO EN LA EDAD ADULTA. CAUSAS Y CONSECUENCIAS

El estrés oxidativo se presenta con el incremento de especies reactivas de oxígeno (ERO) o un sistema debilitado de defensas antioxidantes (5). Esta situación conlleva la aparición de alteraciones en el metabolismo (menor secreción de insulina; incremento de glucosa circulante; incremento de los procesos inflamatorios, que puede ser una parte integral de procesos ateroscleróticos; incremento los niveles de marcadores proinflamatorios circulantes, etc.), aumentando el riesgo de presentar enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).

Se ha observado que los adultos mayores presentan problemas de salud preocupantes, sobre todo en lo que se refiere a ECNT. La mayoría de las personas de edad mueren de enfermedades no transmisibles, como las cardiopatías, el cáncer y la diabetes, en lugar de infecciones y parasitosis. Además, es frecuente que las personas mayores padezcan varios problemas de salud al mismo tiempo, como diabetes y cardiopatías (2). La obesidad está asociada con anomalías en el metabolismo de la glucosa, los lípidos y las lipoproteínas, aumento del riesgo cardiovascular y estrés oxidativo. Las alteraciones lipídicas se han considerado como factores contribuyentes al estrés oxidativo en la obesidad (6).

El estrés oxidativo (EO) es responsable de la degeneración celular, debido a que los radicales libres (RL) pueden reaccionar con biomoléculas (proteínas, lípidos y ADN) produciendo un daño irreversible que puede llevar al daño del tejido y, eventualmente, a la muerte celular. Los RL oxidan aminoácidos, lo cual produce diversas modificaciones tales como la formación de grupos

carbonilo, el rompimiento de enlaces peptídicos, la pérdida de la afinidad por los metales y el incremento en la hidrofobicidad, ocasionando que las proteínas sufran cambios en su estructura, actividad y funcionalidad. Los ácidos grasos poliinsaturados, al ser oxidados por los RL, dan lugar a la lipoperoxidación y esto provoca un mayor daño a la célula al producir cambios en la estructura molecular de la membrana. Los RL también atacan al ADN, dañando los genes que codifican a las proteínas necesarias que llevan a cabo todas las funciones celulares (7).

El deterioro celular producido por el estrés oxidativo es responsable de diversas enfermedades crónicas-degenerativas, como Alzheimer, Parkinson, cáncer, diabetes mellitus, anemia, hepatitis y envejecimiento, entre otras (7).

ALIMENTACIÓN FUNCIONAL Y ESTRÉS OXIDATIVO. MECANISMOS DE PROTECCIÓN Y DESREGULACIONES METABÓLICAS ASOCIADAS AL ENVEJECIMIENTO

Los antioxidantes son uno de los principales mecanismos protectores contra el efecto de los radicales libres en el organismo. Dichas moléculas tienen la capacidad de donar electrones para estabilizar a los radicales libres y neutralizar sus efectos dañinos. Los antioxidantes pueden ser de origen endógeno (sintetizados por el organismo) y exógeno (provenientes de fuentes externas). Entre los antioxidantes endógenos, se encuentran el sistema antioxidante enzimático (la enzima superóxido dismutasa [SOD], que cataliza la dismutación del O_2 para dar origen al H_2O_2 ; la catalasa [CAT], que descompone el H_2O_2 en O_2 y H_2O ; y la glutatión peroxidasa [GPx], que cataliza la reducción del H_2O_2) y los antioxidantes no enzimáticos, como el tripeptido glutatión (7).

Dentro de los antioxidantes exógenos se encuentran las vitaminas A, E y C, el licopeno, los CF (flavonoides, ácidos fenólicos) y cofactores (minerales) que son necesarios para la actividad del sistema enzimático endógeno. Estos antioxidantes pueden actuar de dos formas: previniendo la generación excesiva de radicales libres (RL) o bien neutralizando los niveles de estos, lo que evita que el daño avance (7).

Los CF son el grupo más extenso de sustancias antioxidantes presentes en los alimentos de origen vegetal. Gracias a su poder antioxidante pueden mejorar la salud y disminuir la incidencia de enfermedades (8). Se ha reportado la ingesta de fenoles totales en diferentes grupos poblacionales, siendo muy pocos los encontrados en población adulta mayor (Tabla I).

MÉTODOS

La búsqueda de la información se realizó durante marzo/abril del año 2017 en las bases académicas y/o motores de búsqueda EBSCOHOST, PubMed y Science Direct. Las palabras clave utilizadas fueron *Total Phenolic Consumption AND Elderly* para el cuadro sistemático 1 (Tabla I); y *Total Phenolic Consumption AND Elderly AND chronic diseases* para el cuadro

Tabla I. Cuadro sistemático de la ingesta de polifenoles en adultos mayores (1)

Autor, año	País	Población de estudio	Diseño del estudio	Métodos	Ingesta de fenoles totales
Nascimento-Souza cols., 2016	Brasil	620 adultos mayores (60-98 años)	Estudio transversal	Recordatorios de su consumo habitual Base de datos Phenol-Explorer	1.198,6 mg/día en promedio
González y cols., 2014	España (Norte)	304 sujetos con edad promedio de 73,2 en hombres y 76,9 en mujeres	Estudio transversal	Cuestionario de Frecuencia de Alimentos Base de datos Phenol-Explorer	Hombres: 358,8 ± 190,6 mg/día Mujeres: 279,6 ± 129,8 mg/día en promedio
Miranda y cols., 2016	Brasil (Sao Paulo)	1.103 adultos y adultos mayores (20-59 años y ≥ 60 años)	Estudio transversal	Recordatorio de 24 horas Base de datos Phenol-Explorer	377,5 mg/día en promedio
Witkowska y cols., 2015	Polonia	6.661 sujetos (20-74 años)	Estudio transversal	Recordatorio de 24 horas Base de datos Phenol-Explorer	989 mg/día
Zujko y cols., 2012	Polonia	6.661 sujetos (20-74 años)	No específica	Recordatorio de 24 horas Base de datos propia	1.172 mg/día en hombres y 1.031 mg/día en mujeres
Grosso y cols., 2014	Polonia	10.477 sujetos (45-69 años)	Estudio prospectivo, cohorte	Cuestionario de Frecuencia de Alimentos Base de datos Phenol-Explorer	1.756,5 ± 695,8 mg/día en promedio
Burkholder-Cooley y cols., 2017	Canadá y EUA	899 adultos (58,2 ± 13,3 años)	Estudio prospectivo, cohorte	Cuestionario de Frecuencia de Alimentos (CFC) y recordatorio de 24 horas (R24) Base de datos Phenol-Explorer	717 ± 646 mg/día en promedio (CFC) y 402 ± 345 mg/día (R24)
Shahar y cols., 2014	Malasia	93 individuos (≥ 60 años)	Estudio transversal	Cuestionario de Frecuencia de Alimentos Base de datos Phenol-Explorer	2.770,7 ± 1.552,4 mg/día en promedio

Fuente (18-25). *Los datos del consumo de polifenoles totales se obtuvieron con la aplicación de cuestionarios de alimentos, recordatorios de 24 horas y frecuencias de consumo, usando bases de datos de USDA y Phenol Explorer.

sistemático 2 (Tabla II). Los criterios de inclusión y exclusión para la selección final de los manuscritos fueron los siguientes:

- Inclusión: año 2000-2017. Limitaciones EBSCO: solo texto completo en línea, solo publicaciones académicas; materia: *polyphenols, phenols, aging*; idioma: inglés. Limitaciones Science Direct: materia: *age, human, patient, health*; tipo de contenido artículo: modelo en humanos.
- Excluidos: no eran estudios en población adulta mayor, revisiones, no relaciona el tema de interés, repeticiones.

La información relevante fue documentada por población de estudio, diseño, métodos e ingesta de fenoles totales (Tabla I) y tipo, población, objetivo y diseño del estudio, ingesta de fenoles totales, parámetros medidos, resultados y autor y año (Tabla II).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los CF han sido ampliamente investigados, desde sus propiedades benéficas en el organismo hasta la cantidad presente en diferentes alimentos, por lo que resultan ser una buena opción para contrarrestar el daño oxidativo y, con ello, lograr la disminución de incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles.

El consumo de CF en la población adulta mayor ha sido revisado por algunas investigaciones en distintos países. En esta revisión se presentan estudios encontrados donde se menciona la cantidad ingerida por los adultos mayores, evaluados con recordatorios de 24 horas, frecuencias de alimentos, base de datos o Phenol Explorer.

En un inicio se identificaron 363 (EBSCO), 51 (PubMed) y 39 (Science Direct) artículos con limitaciones mencionadas en cada base académica para la tabla I y 406 (EBSCO), cinco (PubMed) y 67 (Science Direct) artículos para la tabla II. Al excluir los documentos duplicados, los que no eran de acceso libre y los no relacionados con el tema de investigación, se incluyeron solamente ocho en la tabla I y siete en la tabla II (Fig. 1). En la tabla I se reportaron los artículos referentes a la ingestión de compuestos fenólicos por distintas poblaciones de adultos mayores y en la tabla II se reportaron artículos donde se mencionaba la ingestión de compuestos fenólicos junto con su acción preventiva en el organismo en adultos mayores.

En la tabla I se observaron los resultados del consumo de polifenoles en población adulta mayor reportado de distintos países, entre ellos, Brasil, España, Polonia, Canadá y Malasia, donde evaluaron de 93 a 10,477 sujetos mayores de 60 años, les aplicaron

Tabla II. Cuadro sistemático de la relación en la ingesta de polifenoles y mejora en la salud (2)

Tipo de estudio	Población de estudio	Objetivo de estudio	Diseño del estudio	Ingesta de fenoles totales	Parámetros medidos	Resultados	Autor, Año
Análítico (cohorte observacional)	3.430 adultos mayores con alto riesgo cardiovascular (66-73 años)	Examinar la asociación entre el consumo total de polifenoles sobre el riesgo de diabetes	Seguimiento de 5,51 años en promedio (dieta mediterránea)	T1: 600 mg/d; T2: 781 mg/d; y T3: 1002 mg/d	Glucosa en plasma (ayuno y 2 horas)	↑ consumo de polifenoles totales es asociado con ↓ riesgo de diabetes en adultos mayores con enfermedad cardiovascular	Tresserra-Rimbau y cols., 2016
Transversal	2.618 sujetos (19-84 años)	Investigar la asociación entre el consumo de polifenoles totales y el síndrome metabólico	Seguimiento de 3 años (estudio de lípidos y glucosa en Teherán)	1.780 mg/día en promedio	Antropometría, presión arterial, triglicéridos y C-HDL	↑ consumo de polifenoles ↓ prevalencia de síndrome metabólico	Sohrab y cols., 2013
Transversal	159 sujetos con edad promedio de 73,1 años	Asociación entre cantidades fisiológicas de diferentes clases y subclases de polifenoles y peroxidación lipídica	Observación directa	T1 (MDA < 0,8 μmol/l): 346,7 ± 180,5 ; T2 (0,8-2,5 μmol/l): 340,3 ± 174,5 ; y T3 (MDA > 2,5 μmol/l): 321,5 ± 152,8 mg/día	Malondialdehído en plasma (MDA)	↑ consumo de polifenoles ↓ estrés oxidativo	González y cols., 2013
Análítico (cohorte prospectivo)	652 individuos (≥ 65 años) sin demencia	Investigar la asociación entre el total de polifenoles en orina y dieta y el descenso cognitivo	3 años de seguimiento	574 mg/día	Test cognitivo (minixamen del estado mental)	Ingesta de polifenoles totales dietarios no reduce el descenso cognitivo	Rabassa y cols., 2015
Análítico (intervención aleatorizado)	86 participantes (35-70 años) con sobrepeso u obesidad, ↑ circunferencia de cintura	Explorar, en individuos con riesgo de diabetes tipo 2, los efectos a mediano plazo de dietas naturalmente ricas en polifenoles y/o AGn3 en metabolismo de la glucosa	Intervención: 1. Control, baja en ácidos grasos n-3 y polifenoles 2. Alta AGn-3 y baja en polifenoles 3. Alta en polifenoles, baja en AGn-3 4. Alta en AGn-3 y polifenoles por 8 semanas	1. 365 mg/día 2. 363 mg/día 3. 2.903 mg/día 4. 2.861 mg/día	Prueba de tolerancia oral a la glucosa, concentraciones de glucosa e insulina	↑ consumo de polifenoles, ↓ respuesta de glucosa en sangre, ↑ secreción de insulina y sensibilidad a la misma	Bozzetto y cols., 2015
Transversal	81 participantes (18-72 años)	Evaluar, en sujetos sanos segregados respecto a la edad, la relación entre los polifenoles totales en orina, dieta y biomarcadores de estrés oxidativo	Estudio PASMED	1.196,70 mg GAE/persona/día (18-39 años) 1.967,90 mg GAE/persona/día (40-54 años) 1.687,59 mg GAE/persona/día (55-72 años)	LDL oxidada, isoprostano-8, grupos carbonilo, FRAP, ORAC, GSH, GSSG, TBARS, SOD, GPx y CAT	Excreción total de polifenoles en orina refleja una atenuación del daño oxidativo	Pedret y cols., 2012
Análítico (intervención aleatorizado)	7.447 participantes (> 60 años)	Evaluar la asociación del consumo de polifenoles y mortalidad en sujetos con alto riesgo cardiovascular	Estudio paralelo, al azar, controlado por 5 años (dieta mediterránea)	Q1: 483 mg/día, Q2: 674 mg/día, Q3: 794 mg/día, Q4: 937 mg/día, Q5: 1.235 mg/día	Información sobre mortalidad (octubre 2003-diciembre 2010)	↑ consumo de polifenoles, ↓ riesgo de mortalidad	Tresserra-Rimbau y cols., 2014

Fuente (26-32). T1: tertíl 1; T2: tertíl 2; T3: tertíl 3; C-HDL: lipoproteínas de alta densidad; AGn-3: ácidos grasos n-3; LDL: lipoproteínas de baja densidad; FRAP: poder antioxidante reductor de hierro; ORAC: capacidad de absorción de radicales de oxígeno; GSH: glutatión; GSSG: glutatión disulfuro; TBARS: sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico; SOD: superóxido dismutasa; GPx: glutatión peroxidasa; CAT: catalasa; Q1: quintil 1; Q2: quintil 2; Q3: quintil 3; Q4: quintil 4; Q5: quintil 5.

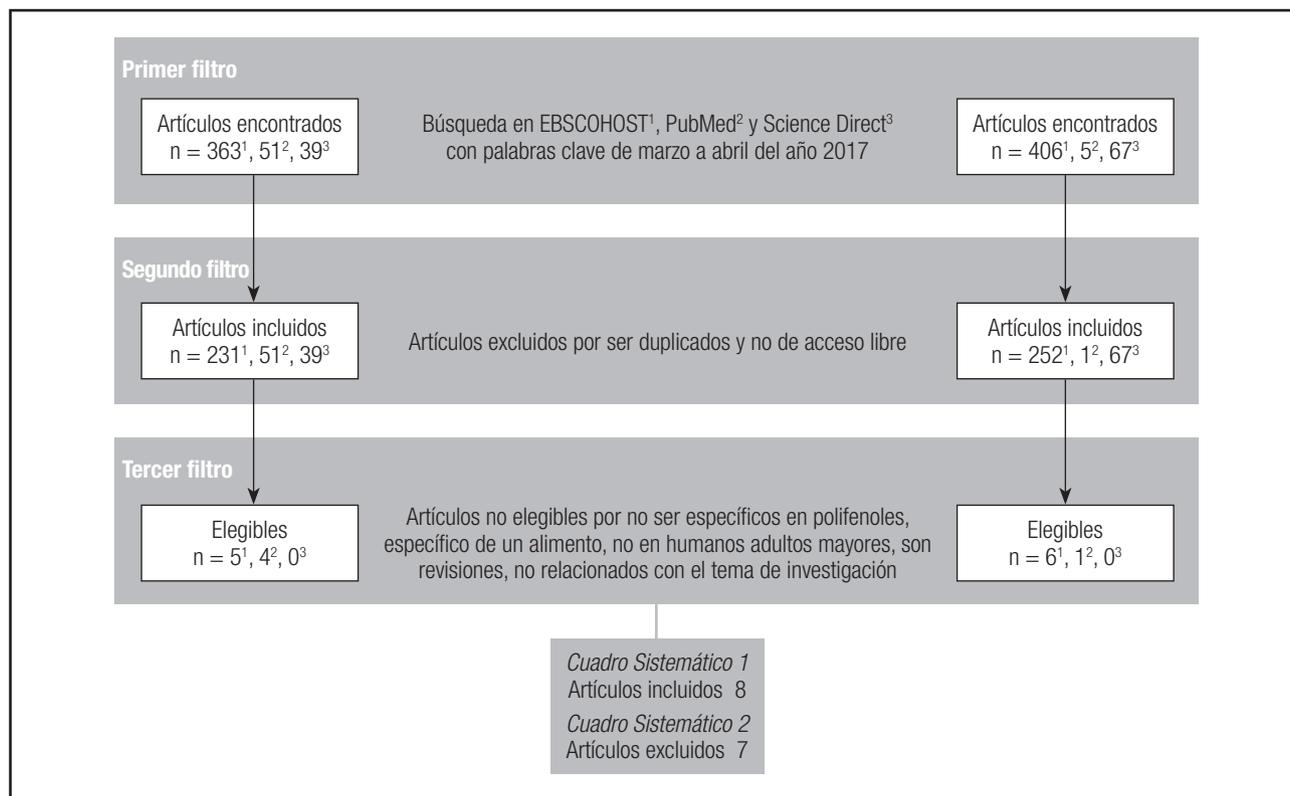


Figura 1.

Diagrama de flujo para la selección de documentos. EBSCO (1), PubMed (2) y Science Direct (3).

cuestionarios de alimentos como recordatorios de 24 horas o frecuencias de consumo de alimentos y utilizaron para su análisis la base de datos Phenol Explorer. Por otra parte, la tabla II reporta resultados del consumo de polifenoles y su efecto benéfico en el organismo evaluando de 81 a 7,447 sujetos; se encontró relación con diabetes, síndrome metabólico, estrés oxidativo y mortalidad evaluando distintos parámetros bioquímicos y también se utilizaron cuestionarios de alimentos y la base de datos Phenol Explorer para su análisis.

En base al análisis de estos datos se observa que los adultos mayores tienen una ingesta de compuestos fenólicos que oscila de 280 ± 130 a 2.771 ± 1.552 mg/día (Tabla I) y la cantidad de compuestos fenólicos que refleja un beneficio frente distintas enfermedades oscila de 322 ± 153 a 2.861 mg/día (Tabla II).

El reporte del consumo de CF en adultos mayores es escaso y se ha evaluado en pocos países. El menor consumo reportado fue de $279,6 \pm 129,8$ mg/día en mujeres españolas y el mayor consumo de CF fue de $2.770,7 \pm 1.552,4$ mg/día en mujeres y hombres en Malasia (Tabla I). La variación presente en el consumo puede deberse a los distintos estilos de vida que presenta la población adulta mayor, en particular la alimentación que existe en el país, la disponibilidad de frutas en el mercado, así como el contenido en fenoles de las frutas y verduras presentes en el mercado de cada país, aunado al tipo de alimento. Otro posible factor de variación es que se evaluó con diferentes encuestas de

alimentos tales como recordatorios de 24 horas y frecuencias de alimentos, ya que, en base al análisis efectuado por cada evaluador, modificaría el resultado obtenido.

Dentro de los métodos utilizados para valorar la ingesta dietaria se encuentran la frecuencia de alimentos y los recordatorios de 24 horas. Algunas ventajas del uso de los recordatorios de 24 horas son que es económico y fácil de obtener, no es intrusivo, es rápido, cubre un gran número de sujetos y puede usarse con analfabetos o sujetos de bajo nivel educativo. Sus desventajas son que no representa la ingesta usual, depende de la memoria, puede ser impreciso en cantidades y requiere de considerable exploración e interrogatorio. Por otro lado, la frecuencia de alimentos tiene también ventajas tales como la demanda de un esfuerzo moderado por parte del entrevistado, puede ser autoadministrado y codificado mecánicamente, tiene un costo relativamente bajo y se considera el preferido en estudios sobre la relación dieta-enfermedad. Sin embargo, sus desventajas son que depende en gran medida de la memoria del entrevistado, no es representativo de la ingesta absoluta de nutrientes, los alimentos o porciones no son significativas o relevantes para el entrevistado y depende de la motivación y habilidad del entrevistado para describir su dieta (9).

Al elegir alguna encuesta dietaria, se debe tener en cuenta lo mencionado previamente para corroborar la cantidad consumida de los sujetos y que no existan variaciones considerables de la ingestión.

INGESTA DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y PROTECCIÓN DE ENFERMEDADES EN LA EDAD ADULTA

Se ha demostrado que los compuestos fenólicos ejercen actividad antioxidante, ya que protegen de la acción de especies oxidantes (10). Estos compuestos se han asociado con una menor incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles tales como diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares, entre otras (Tabla II).

Al contrario de lo encontrado en estudios donde evaluaron la ingesta de compuestos fenólicos en estado basal del sujeto, la cantidad que refleja un beneficio frente a diferentes enfermedades (síndrome metabólico, cardiovascular, diabetes) en la población adulta mayor oscila de $321,5 \pm 152,8$ mg/día a 2.861 mg/día. Los estudios analizados muestran que el consumo de CF es mayor en una población que recibe tratamiento para la disminución de alguna enfermedad. Estos estudios han demostrado que mejora la salud de la población, debido a que se incrementa la ingesta actual, ya sea con la adición de algún suplemento rico en antioxidantes o aumentando la ingesta de alimentos que contienen antioxidantes exógenos en mayor proporción, lo cual confirma que un mayor consumo de compuestos antioxidantes, específicamente CF, provee una mejora en la salud de la población adulta mayor después de determinado tiempo (Tabla II).

Los estudios mostrados en la tabla II fueron realizados por un determinado periodo de tiempo que varía desde ocho semanas hasta 5,5 años aproximadamente. Fueron evaluados la glucosa en plasma, los triglicéridos, el malondialdehído, las enzimas antioxidantes y el estado cognitivo para corroborar la eficacia de estos compuestos frente a distintas patologías, y se obtuvo un resultado positivo en diabetes, síndrome metabólico, estrés oxidativo y deterioro cognitivo, entre otras.

Además del mecanismo de acción que llevan a cabo los CF, se ha relacionado su metabolismo (absorción y distribución) con el efecto que produce en el organismo, específicamente en la población adulta mayor.

METABOLISMO DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Para ejercer actividad, al llegar al intestino los CF se liberan de la matriz alimentaria en lo que se conoce como bioaccesibilidad; esto permite que sean capaces de atravesar la barrera intestinal, sufriendo diversas modificaciones. La mayoría de los CF son absorbidos y llegan al torrente sanguíneo para ser distribuidos y metabolizados en distintos órganos; se conoce a este proceso como biodisponibilidad (11). La bioaccesibilidad de los CF es crucial para la biodisponibilidad entérica y sistémica, que está determinada por varios factores, entre ellos el tipo de polifenol, la cantidad de fuentes comestibles, la naturaleza del alimento y los factores relacionados con el consumidor (12).

BIOACCESIBILIDAD DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Los CF son asimilados a través de la masticación, donde la β -glucosidasa causa una escisión de los restos glucosídicos, y al llegar al estómago los CF son absorbidos por las células gástricas. En el intestino delgado, los CF pasan por diferentes mecanismos (difusión pasiva [DP]), del lumen intestinal al enterocito, donde actúan lactasa-floridina hidrolasa (LPH), β -glucosidasa citosólica, UDP-glucuronosiltransferasas (UDPGT), sulfotransferasa (SULT), catecol-O-metiltransferasa (COMT) y β -glucosidasa citosólica (CBG), facilitando la absorción de CF, el transporte paracelular y el transporte activo (TA); donde actúa el transportador de glucosa dependiente de sodio (SGLT1), monocarboxilato 1-4 (MCT), transportador orgánico de cationes 1 (OCT1), transportador orgánico de cationes 2 (OCT2) y difusión facilitada (DF) donde actúa el receptor basurero clase B tipo 1 (SRB1). No todas las porciones de CF son absorbidas en el intestino delgado, por lo que una parte pasa al intestino grueso para ser excretada (11).

En la boca ocurre el primer evento de asimilación de los compuestos fenólicos a través de la masticación. El efecto del sabor astringente, el nivel de glicosilación y la interacción con las enzimas de la saliva ayudan a la liberación de los compuestos fenólicos. El rompimiento de los restos glucosídicos de los compuestos fenólicos comienza en la boca con la acción de la β -glucosidasa bacteriana (Fig. 2).

Al pasar el alimento al estómago, pequeños CF (ácidos fenólicos) pueden ser liberados y estar disponibles para su absorción por las células gástricas. El ambiente gástrico (pH menor) induce a la hidrólisis y la transformación de CF (11).

BIODISPONIBILIDAD DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Al pasar al intestino delgado, algunos CF se vuelven inestables por causa del pH intestinal (alcalino), por lo que puede disminuir su biodisponibilidad (por ejemplo, antocianinas, flavonoles, etc.) (11). Los CF pasan del lumen intestinal al citosol de los enterocitos a través de diferentes mecanismos: difusión pasiva, transporte activo, transporte paracelular y difusión facilitada (Fig. 2).

La acción de diversos transportadores facilita la absorción de los CF, entre ellos, la catecol-O-metiltransferasa (COMT). La UDP-glucuronosiltransferasa (UDPGT) y la sulfotransferasa (SULT) actúan sobre los compuestos fenólicos modificando sus características químicas y permitiendo su paso al organismo de una manera más sencilla (metilación, conjugación). La actividad de la SULT frente a los CF es influenciada por otros nutrientes consumidos como el ácido ascórbico. Los mismos CF pueden interferir en la actividad de la COMT y la SULT (11).

Las translocasas de cationes orgánicos (OC) mueven moléculas cargadas (+ o -) de acuerdo con su gradiente electroquímico. La absorción influenciada por los pequeños CF aniónicos puede ser por difusión facilitada o por la ayuda de transporta-

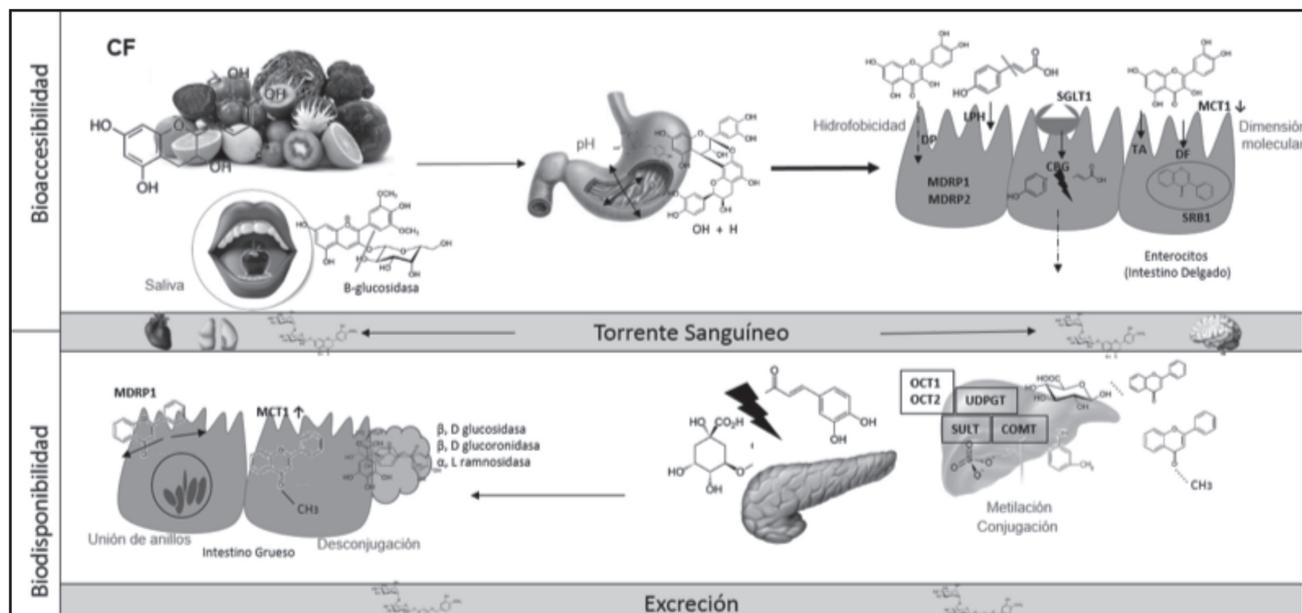


Figura 2.

Bioaccesibilidad y biodisponibilidad de los compuestos fenólicos (CF). Fuente: elaboración propia.

dores (OC), ya que el rol de absorción de los CF en el intestino por transportadores orgánicos de aniones (OAT) no es útil (12). El transportador orgánico de cationes 1 (OCT1) y OCT2 transporta compuestos de pequeñas masas (transportadores OC hidrofílicos y CF).

El monocarboxilato 1-4 (MCT) transporta OC como el lactato y piruvato por mecanismo de transporte acoplado con protones. MCT1 y MCT4 se expresan en el intestino delgado (pequeñas cantidades) y en el grueso (grandes cantidades) y transportan quercetina y ácido ferúlico (12).

A pesar de que el hígado es el principal órgano detoxificante en el cuerpo, el intestino delgado contribuye a transformar xenobióticos en formas que pueden ser rápidamente excretables. Aunque los CF tienen muchas propiedades benéficas probadas, no son considerados nutrientes (xenobióticos), por lo que experimentan una transformación de fase 2 y pasan a excretarse, y tales transformaciones contribuyen a una baja disponibilidad de los CF.

El intestino grueso alberga una gran diversidad de microflora. Una larga porción de los CF ingeridos no es absorbida en el intestino delgado (polímeros largos de CF) y es canalizada al colon para brindar una relación recíproca con la microflora colónica. La conversión que sufren los CF en el colon varía dependiendo de la microbiota en cada individuo, la estructura química de los CF y el efecto de los alimentos que se consumen en conjunto con los CF. Las bacterias modulan la formación de ácidos fenólicos de largos polímeros de CF por escisión de anillos y oxidación. Las enzimas bacterianas del colon catalizan la desconjugación, la deshidroxilación y la escisión de anillos para convertir CF en una mezcla compleja de ácidos fenólicos simples. Por ejemplo, la β , D-glucuronidasa bacteriana, β , D-glucosidasa y α , L-ramosidasa

desconjugan las fracciones de fase 2 de los metabolitos de CF (producidos en los enterocitos y/o hepatocitos) y CF glucósidos. CF y sus metabolitos de fase II y derivados bacterianos son eliminados del consumidor a través de orina y heces (11). Los CF absorbidos son rápidamente excretados del cuerpo después de las 24 horas de consumo.

METABOLISMO DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS EN EL ADULTO MAYOR

Con el envejecimiento, el sistema gastrointestinal disminuye la producción de enzimas y sustancias que participan en el proceso de digestión y absorción de nutrientes, lo que genera cambios en la alimentación y el estado nutricional de los adultos mayores. Se presenta una menor ingesta de alimentos con alto valor nutricional debido al difícil manejo de estos, desde su masticación hasta su eliminación. Un problema frecuente es la disminución de la secreción de ácido clorhídrico, lo que lleva a un aumento en el pH gástrico e intestinal con el consiguiente sobrecrecimiento bacteriano en el intestino delgado. La lactasa es una de las enzimas que disminuye su producción (13).

La edad está relacionada con una menor actividad de la lactasa-floricina hidrolasa (LPH), lo que afecta a la absorción de CF como los flavonoides porque la enzima está implicada en la escisión de conjugación del azúcar (14). La LPH causa una escisión sobre los restos de azúcar conjugados antes de que suceda la absorción.

Los transportadores utilizados para la absorción de los CF también disminuyen conforme avanza la edad. En 473 voluntarios

de 64 a 68 años se encontró que la catecol-O-metiltransferasa (COMT) tiene relación con la habilidad cognitiva. Sin embargo, no se menciona si se encuentra en menor cantidad (15). También se reportó que en 53 adultos mayores sanos no hay evidencia de que el polimorfismo COMT contribuya a decaimiento con la edad en la función cognitiva en un periodo de diez años (16). La COMT metila grupos hidroxilos de los CF en la posición catecol, particularmente en el carbono 3' del anillo B. La transcripción y función de portadores como transportador orgánico de cationes (OCT) es afectada por el proceso de envejecimiento (17). El OCT transporta pequeños CF, por lo que al verse afectado por la edad disminuye su función.

Varios estudios reportan una deficiencia en transportadores y enzimas que tienen como función participar en el metabolismo de los CF. La edad disminuye sus actividades, por lo que se verá afectada la absorción de tales xenobióticos y, con ello, tendrá lugar una menor función específica en tejidos.

CONCLUSIÓN

Los adultos mayores representan una parte importante de la población. La presencia de enfermedades crónicas no transmisibles conforme avanza la edad ha sido asociada con un aumento del daño oxidativo, el cual puede disminuir con el adecuado consumo de antioxidantes. La evidencia aquí revisada permite dar a conocer la cantidad de CF consumidos por los adultos mayores de algunos países y la cantidad necesaria para tener un efecto positivo en el organismo. Los resultados aquí presentados muestran que el consumo de compuestos fenólicos es menor al necesario para mostrar un impacto sobre parámetros fisiológicos y, por lo tanto, se obtiene poca ayuda exógena a través de la ingesta de compuestos fenólicos. El consumo de estos antioxidantes es incrementado para el tratamiento o prevención de alguna patología, verificando así el beneficio para la misma. Debido a la escasa información sobre el consumo de compuestos fenólicos en la población adulta mayor y su impacto sobre la salud, es necesario realizar más estudios que centren su objetivo en este tema, comprobando la tendencia disminuida del consumo de estos compuestos en adultos mayores. Junto con la edad, existen varios factores que modifican la bioaccesibilidad y biodisponibilidad de los polifenoles, entre los cuales el mismo proceso de envejecimiento conlleva a una menor asimilación y disminución de los diversos transportadores de los CF. Posteriores investigaciones experimentales permitirán proponer el consumo de un alimento o suplemento funcional rico en antioxidantes, particularmente en compuestos fenólicos, que permita cumplir las necesidades de los adultos mayores y mejorar su estilo de vida, asegurando así que exista el adecuado consumo de estos compuestos que refleje un beneficio para la salud.

BIBLIOGRAFÍA

1. Norma Oficial Mexicana NOM-167-SSA1-1997. Para la prestación de servicios de asistencia social para menores y adultos mayores. México; 1997.
2. Revisada el 20 de septiembre del 2016. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/167ssa17.html>
3. Organización Mundial de la Salud (OMS). Envejecimiento y ciclo de vida. Ginebra: OMS; 2018. Último acceso el 19 de febrero de 2018. Disponible en: <http://www.who.int/ageing/about/facts/es/>
4. Restrepo SL, Morales RM, Ramírez MC, López MV, Varela LE. Los hábitos alimentarios en el adulto mayor y su relación con los procesos protectores y deteriorantes en salud. *Rev Chil Nutr* 2006;33(3):500-10.
5. Sánchez-Valle V, Méndez-Sánchez N. (2013). Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. *Rev Invest Med Sur Mex* 2013;20(3):161-8.
6. Lu J, Wang Z, Cao J, Chen Y, Dong Y. A novel and compact review on the role of oxidative stress in female reproduction. *Reprod Biol Endocrinol* 2018;16(1):80.
7. Karaouzene N, Merzouk H, Aribi M, Merzouk SA, Berrouiguet AY, Tessier C, et al. Effects of the association of aging and obesity on lipids, lipoproteins and oxidative stress biomarkers: a comparison of older with young men. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2011;21(10):792-9.
8. Delgado Olivares L, Betanzos Cabrera G, Sumaya Martínez MT. Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investig Cienc* 2010;18(50).
9. Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp* 2012;27(1):76-89
10. Sanjurjo D, Rodríguez M. Evaluación de la ingesta dietaria: aspectos selectos en la colección y el análisis de datos. División deficiencias nutricionales. Programa de Nutrición Comunitaria. New York: Colegio de Ecología Humana, Universidad de Cornell; 1997.
11. Álvarez E, González G, De la Rosa L, Ayala J. Antioxidantes. En: *Alimentos y salud* (1ª ed.). México: CLAVE; 2012.
12. Velderrain-Rodríguez GR, Palafox-Carlos H, Wall-Medrano A, Ayala-Zavala JF, Chen CO, Robles-Sánchez M, et al. Phenolic compounds: their journey after intake. *Food Funct* 2014;5(2):189-97.
13. Domínguez-Ávila JA, Wall-Medrano A, Velderrain-Rodríguez GR, Chen CYO, Salazar-López NJ, Robles-Sánchez M, et al. Gastrointestinal interactions, absorption, splanchnic metabolism and pharmacokinetics of orally ingested phenolic compounds. *Food Funct* 2017;8:15-38.
14. Gutiérrez LM, Picardi P, Aguilar SG, Ávila JA, Menéndez J, Pérez AB. Gerontología y nutrición del adulto mayor. México: MacGraw Hill Interamericana; 2010.
15. Meskin MS, Bidlack WR, Randolph RK. *Phytochemicals: aging and health*. CRC press; 2008.
16. Starr JM, Fox H, Harris SE, Deary IJ, Whalley LJ. COMT genotype and cognitive ability: a longitudinal aging study. *Neurosci Lett* 2007;421(1):57-61.
17. Erickson KI, Kim JS, Suever BL, Voss MW, Francis BM, Kramer AF. Genetic contributions to age-related decline in executive function: a 10-year longitudinal study of COMT and BDNF polymorphisms. *Front Hum Neurosci* 2008;2:11.
18. Karlic H, Lohninger A, Laschan C, Lapin A, Böhmer F, Huemer M, Pfeils-töcker M. Downregulation of carnitine acyltransferases and organic cation transporter OCTN2 in mononuclear cells in healthy elderly and patients with myelodysplastic syndromes. *J Mol Med* 2003;81(7):435-42.
19. Nascimento-Souza MA, De Paiva PG, Pérez-Jiménez J, Franceschini SDCC, Ribeiro AQ. Estimated dietary intake and major food sources of polyphenols in elderly of Viçosa, Brazil: a population-based study. *Eur J Nutr* 2016;1-11.
20. González S, Fernández M, Cuervo A, Lasheras C. Dietary intake of polyphenols and major food sources in an institutionalised elderly population. *J Hum Nutr Diet* 2014;27(2): 176-83.
21. Miranda AM, Steluti J, Fisberg RM, Marchioni DM. Dietary intake and food contributors of polyphenols in adults and elderly adults of Sao Paulo: a population-based study. *Br J Nutr* 2016;115(06):1061-70.
22. Witkowska AM, Zujko ME, Waśkiewicz A, Terlikowska KM, Piotrowski W. Comparison of various databases for estimation of dietary polyphenol intake in the population of Polish adults. *Nutrients* 2015;7(11):9299-308.
23. Zujko ME, Witkowska AM, Waśkiewicz A, Sygnowska E. Estimation of dietary intake and patterns of polyphenol consumption in Polish adult population. *Adv Med Sci* 2012;57(2):375-84.
24. Grosso G, Stepaniak U, Topor-Mądry R, Szafraniec K, Pająk A. Estimated dietary intake and major food sources of polyphenols in the Polish arm of the HAPIEE study. *Nutrition* 2014;30(11):1398-403.
25. Burkholder-Cooley NM, Rajaram SS, Haddad EH, Oda K, Fraser GE, Jaceldo-Siegl K. Validating polyphenol intake estimates from a food-frequency questionnaire by using repeated 24-h dietary recalls and a unique method-of-triads approach with 2 biomarkers. *Am J Clin Nutr* 2017;105(3):685-94.

25. Shahar S, Chiah HL, Haron H. Development and validation of Food Frequency Questionnaire (FFQ) for Estimation of the dietary polyphenol intake among elderly individuals in Klang Valley. *JSKM* 2014;12(2):33-40
26. Tresserra-Rimbau A, Guasch-Ferré M, Salas-Salvadó J, Toledo E, Corella D, Castañer O, et al. Intake of total polyphenols and some classes of polyphenols is inversely associated with diabetes in elderly people at high cardiovascular disease risk. *J Nutr* 2016;146(4):767-77.
27. Sohrab G, Hosseinpour-Niazi S, Hejazi J, Yuzbashian E, Mirmiran P, Azizi F. Dietary polyphenols and metabolic syndrome among Iranian adults. *Int J Food Sci Nutr* 2013;64(6):661-7.
28. González S, Cuervo A, Lasheras C. Polyphenol intake in elderly people is associated with lipid oxidative damage. *J Am Coll Nutr* 2013;32(6):384-90.
29. Rabassa M, Cherubini A, Zamora-Ros R, Urpi-Sarda M, Bandinelli S, Ferrucci L, et al. Low levels of a urinary biomarker of dietary polyphenol are associated with substantial cognitive decline over a 3year period in older adults: the Invecchiare in Chianti Study. *J Am Geriatr Soc* 2015;63(5):938-46.
30. Bozzetto L, Annuzzi G, Pacini G, Costabile G, Vetrani C, Vitale M, et al. Polyphenol-rich diets improve glucose metabolism in people at high cardiometabolic risk: a controlled randomised intervention trial. *Diabetologia* 2015;58(7):1551-60.
31. Pedret A, Valls RM, Fernández-Castillejo S, Catalán Ú, Romeu M, Giralt M, et al. Polyphenol-rich foods exhibit DNA antioxidative properties and protect the glutathione system in healthy subjects. *Mol Nutr Food Res* 2012;56(7):1025-33.
32. Tresserra-Rimbau A, Rimm EB, Medina-Remón A, Martínez-González MA, López-Sabater MC, Covas MI, et al. Polyphenol intake and mortality risk: a re-analysis of the PREDIMED trial. *BMC Med* 2014;12(1):77.