

Constituyentes Anticancerígenos de la Dieta Mediterránea

JUAN CARLOS ESPÍN. GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN CALIDAD, SEGURIDAD Y BIOACTIVIDAD DE ALIMENTOS VEGETALES. DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. CEBAS-CSIC.

Al referirnos a “dieta mediterránea” hablamos de un largo proceso de confluencia entre clima, productos y necesidades de las civilizaciones de los pueblos que han vivido en la cuenca mediterránea. En sentido estricto, deberíamos hablar de dietas mediterráneas, ya que las seguida por poblaciones como Creta, Túnez, Italia, España, etc. no es siempre la misma. Sin embargo, estos países si comparten características comunes; consumo elevado: de frutas, hortalizas, legumbres, pasta, cereales, aceite de oliva; moderado: de pescado, cárnico y de productos lácteos, así como de vino y frutos secos. Además de esto, el tipo de cocinado se basa en fritura en baño de aceite de oliva y hervido de alimentos. Actualmente la dieta mediterránea consiste básicamente en mantener una dieta variada/equilibrada y restricciones en el aporte calórico.

“Dieta Mediterránea”

Todo el mundo tiene una idea más o menos clara del concepto de “dieta mediterránea” así como del beneficio para la salud que reporta a la persona que sigue sus pautas. Sin embargo, no es fácil encontrar una respuesta simple y única para la definición de este término. De hecho, al referirnos a “dieta mediterránea” hablamos de un largo proceso de confluencia entre el clima, los productos de la tierra y las necesidades de las civilizaciones que han vivido en la cuenca mediterránea. Por tanto, es ya un modelo teórico, que en su día existió realmente y que actualmente es posible que aún exista como tal en algunas zonas. En sentido estricto, no deberíamos hablar de “dieta mediterránea” sino de “dietas mediterráneas”, ya que la dieta seguida por poblaciones de Creta, Túnez, Italia, España, etc. no es precisamente la misma. Sin embargo, estos países sí que compartían características importantes: consumo elevado de frutas, hortalizas, legumbres,

pasta y cereales; uso del aceite de oliva como principal fuente de grasa; consumo regular de pescado; moderado a bajo aporte cárnico y preferentemente de aves; consumo moderado a bajo de productos lácteos; ingesta moderada de miel, aceitunas y frutos secos; consumo moderado pero regular de vino tinto (excepto en países de religión musulmana) y uso de hierbas aromáticas y especias como alternativa a la sal. Además de esto, el aporte calórico era moderado (frugalidad en las comidas), el tipo de cocinado se basaba en fritura en baño de aceite de oliva y hervido de alimentos en agua, la gente realizaba una actividad física relativamente intensa y por supuesto había una ausencia casi total en la dieta de azúcares refinados y bollería industrial. Actualmente, la dieta mediterránea, tal y como la entienden las autoridades sanitarias, básicamente consiste en mantener una dieta variada-equilibrada y restringir el aporte calórico; o más detalladamente una dieta basada en comer menos carne,

menos huevos, menos productos lácteos de los que se consumen actualmente, comer más pescado, legumbres, frutos secos, cereales, frutas, verduras frescas, aceite de oliva y adecuar el aporte calórico a la actividad física desempeñada. La Organización Mundial de la Salud y la FAO, entre otras instituciones, han diseñado una “pirámide” que resume estas pautas dietéticas como modelo saludable a seguir por la población (**Figura 1**).

En los años sesenta, financiado por la Fundación Reina Guillermina de Los Países Bajos y dirigida por el profesor Ancel Keys, se llevó a cabo el llamado “Estudio de los Siete Países” (E.E.U.U., Japón, Finlandia, Holanda, Grecia, Italia y la antigua Yugoslavia). El estudio se realizó para intentar relacionar la alimentación con la aparición de enfermedades cardiovasculares. La conclusión fundamental de este estudio fue la menor tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en países mediterráneos (sobre todo en Creta), en comparación con las muertes re-





gistradas en Estados Unidos o Finlandia por esta causa. Así, el concepto de “dieta mediterránea” fue desarrollado por Ancel Keys y el profesor Francisco Grande Covián, eminentes expertos en nutrición, para referirse a los hábitos alimentarios altamente saludables observados en países de este entorno geográfico. Posteriormente, mediante numerosos estudios epidemiológicos, se ha evidenciado que la dieta mediterránea también tiene contrastados efectos beneficiosos frente a distintos tipos de cáncer^{1,2} e incluso podrían contribuir a una mejora de las expectativas de vida.^{1,3} Sin embargo, es preciso hacer hincapié en el hecho de que una dieta variada y equilibrada como la mediterránea, no es un seguro de vida si no se ve acompañada por unos “hábitos” también saludables como son la ausencia de tabaco, ejercicio regular, protección adecuada frente a rayos solares, etc.

España, por su situación geográfica, ha sido encuadrada dentro de las naciones donde la población sigue las pautas

de la dieta mediterránea. Ahora bien, la pregunta inmediata que surge es: ¿la población española sigue aún el prototipo de “dieta mediterránea”? La respuesta está llena de matices. En comparación con otros países de los llamados “desarrollados”, nuestras costumbres gastronómicas son envidiables, aparte de la palatabilidad de sus platos, con un relativamente alto consumo de frutas, verduras, legumbres, pescado, aceite de oliva y un menor consumo de carne roja y grasas saturadas en general. Ahora bien, sí es manifiesto un continuo empeoramiento de estas costumbres registrándose un cambio de ciertos patrones tales como sustituir la fruta como postre por los productos lácteos, menor consumo de fruta y verdura sobretudo entre la población infantil y un mayor aumento del consumo de la llamada “comida basura”, liderada por las frituras, hamburguesas, etc. El análisis de estos cambios es muy complejo y viene asociado en gran medida a la dinámica de vida actual por el trabajo que nos lleva al se-

dentarismo, a permanecer menos tiempo en la cocina, a comer más rápido, y por ello recurrir cada vez más a platos preparados, especialmente en la población de las ciudades. Aunque la situación no es alarmante, sí empieza a preocupar a las autoridades sanitarias, y no debemos bajar la guardia dejándonos llevar por el tópico según el cual por el mero hecho de vivir en España estamos “protegidos” por nuestra dieta.

Cáncer

Resulta innecesario recordar el impacto que tiene el cáncer como causa de muerte en nuestra sociedad. Se trata casi de una palabra tabú para mucha gente donde su nombre casi se asocia a una sentencia de muerte que, afortunadamente, cada vez con mayor frecuencia, no es el resultado final de este proceso.

Las células normales de nuestro cuerpo crecen, se dividen y mueren a través de un proceso altamente controlado y definido. Cuando somos niños, las células

se dividen más rápidamente hasta que llegamos a adultos, momento en el que las células de la mayoría del cuerpo se dividen sólo para reemplazar a las muertas o para reparar tejidos dañados. Sin embargo, cuando tiene lugar un crecimiento celular “descontrolado” nos encontramos ante un proceso canceroso que lleva a la formación de un “tumor”. Cuando esas células tumorales “viajan” y colonizan otros órganos del cuerpo, hablamos de “metástasis”, proceso que dramáticamente empeora las expectativas de vida del paciente (**Figura 2**).

Existen varios tipos de cáncer y distintos sub-tipos dentro de éstos: carcinomas (pulmón, mama, colon, etc.), sarcomas (hueso, músculo, etc.), linfomas (ganglios linfáticos y tejidos del sistema inmune) y leucemias (linfoide, mielode, etc.). Aunque, en general, el disfrutar de buena salud es en gran medida una cuestión de genes, distintos factores externos (polución, tabaco, radiaciones, etc.) pueden influir en nuestra salud de manera crítica. Entre estos factores externos, la dieta ocupa un lugar relevante. El binomio dieta-salud es incuestionable y son varios los tipos de cáncer (próstata, mama, pulmón, colon...), que pueden verse influenciados por la dieta^{4,5} si bien, son los cánceres del aparato gastrointestinal (esófago, estómago, colon...) los más estrechamente relacionados con nuestra alimentación⁶ (**Figura 2**).

Constituyentes de la Dieta Mediterránea y cáncer

El efecto de la dieta en la salud no tiene lugar mediante la acción de un nutriente aislado sino a través de la combinación de distintos constituyentes de uno o varios alimentos que permiten una acción sinérgica. Sin embargo, la interacción entre constituyentes de alimentos puede favorecer o empeorar la potencial acción frente algún proceso patológico como puede ser el cáncer. En este sentido, el procesado industrial de alimentos (tratamientos térmicos, adición de ingredientes, etc.) puede estar muy relacionado con el mayor o menor efecto final de una alimento en la salud.

Hemos mencionado anteriormente los alimentos de la dieta mediterránea más representativos promotores de la salud: frutas, verduras, pescado, frutos secos, aceite de oliva, vino tino, etc. También se ha dicho que la dieta mediterránea se caracterizaba por un aporte calórico moderado y en consonancia con la actividad fi-



sica desempeñada por la gente. Además, queda contrastado el papel beneficioso en la salud de los nutrientes propiamente dichos de la dieta mediterránea, como el tipo de grasas (ácido oleico del aceite de oliva, ácidos grasos ω -3 de nueces y pescado azul, etc.), los carbohidratos complejos aportados por las patatas, cereales, legumbres, etc., las proteínas de origen marino y vegetal, etc. Además intervienen otros componentes de estos ali-

mentos como son la fibra (frutas, verduras, cereales, etc.), los minerales (selenio, calcio, zinc, etc.) y las vitaminas. Pero, ¿qué constituyentes de estos alimentos son los mayores responsables en la potencial acción anticancerígena?. No se pueden mencionar con detalle todos los que conocemos pero sí algunos de los más representativos.

Existe un grupo de moléculas ampliamente distribuido en el Reino Vegetal y

FIGURA 2. EVOLUCIÓN Y ETAPAS DEL CÁNCER DE COLON

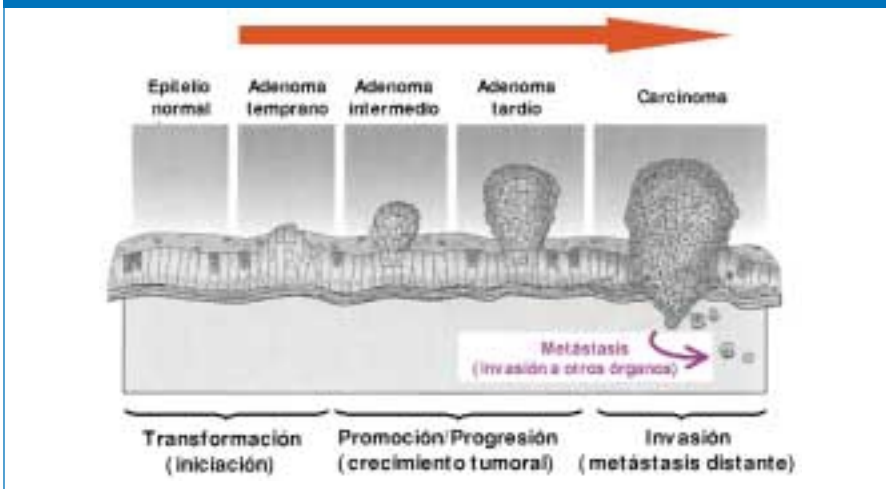
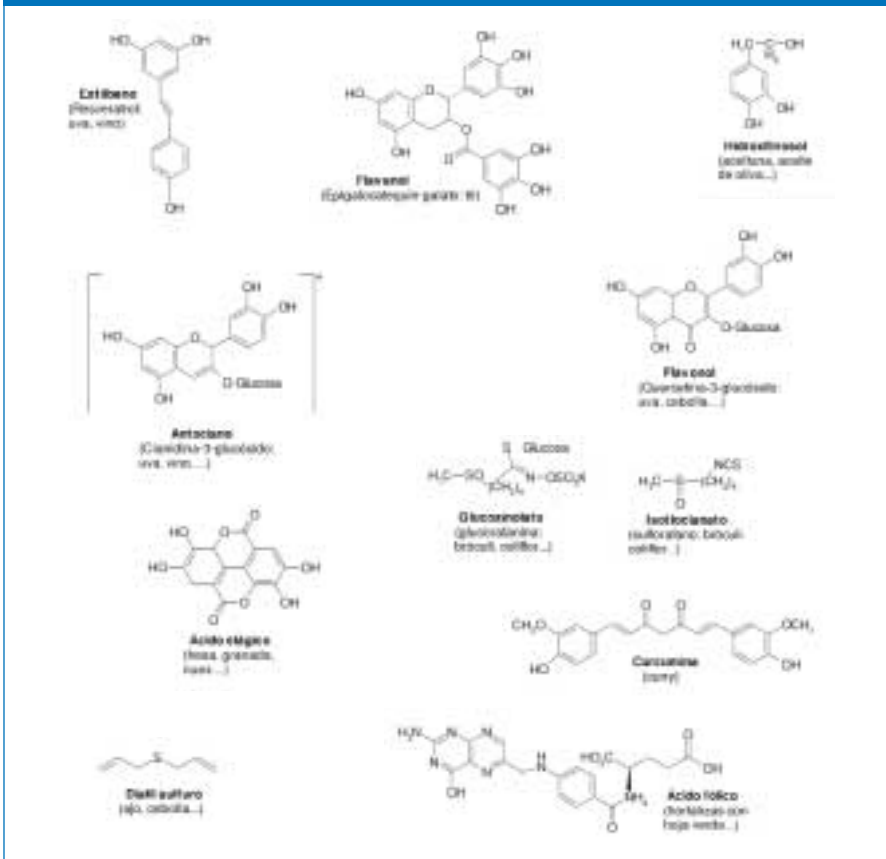


FIGURA 3. ALGUNOS CONSTITUYENTES BIOACTIVOS DE LA DIETA MEDITERRÁNEA



que forman parte de la dieta a través de la ingesta de fruta y hortalizas y derivados como zumos, vino y té. Hablamos de los **polifenoles**, metabolitos secundarios de las plantas implicados en la defensa de éstas frente a situaciones de estrés tales como ataques de patógenos. Además, los polifenoles son determinantes de la calidad de las frutas y hortalizas, contribuyendo al sabor, aroma y color de éstas.⁷

Los polifenoles se dividen en dos grupos fundamentales de acuerdo a su estructura: los flavonoides y los no-flavonoides. Dentro de los flavonoides, que son los polifenoles más abundantes (más de 5.000 descritos), destacan los antocianos (responsables del color rojo o púrpura de las frutas como uva tinta, ciruela, fresa, etc., y de algunas hortalizas como lechuga pigmentada), las catequinas o flavanoles (abundantes en uva, cereza y

sobre todo en té y vino), los flavonoles (presentes en la mayoría de las frutas y muy abundantes en alimentos como la cebolla), las flavanonas (representativas de los cítricos), las flavonas (en perejil, apio y pimienta), y las isoflavonas, aunque éstas no son representativas de la dieta mediterránea pues su principal fuente en la dieta es la soja. Dentro de los polifenoles no-flavonoides, encontramos los estilbenos (representativos de uva y vino, destacando el **resveratrol** sobre todos), los ácidos hidroxicinámicos (como los derivados de los ácidos cumárico, cafeico, ferúlico y sinápico, abundantes, según el compuesto del que hablemos, en alcachofa, uva, brócoli, etc.), y finalmente, los derivados hidroxibenzóicos (como los derivados del ácido elágico y gálico en fresa, frambuesa, granada, nuez; etc.).

Una de las principales acciones biológicas de los polifenoles es la de captar radicales libres (actividad antioxidante), especies altamente reactivas que se producen en nuestro organismo como consecuencia de multitud de procesos (metabolismo, ejercicio intenso, etc.). Los polifenoles combaten la acción de estos radicales libres que están implicados en la degradación de estructuras celulares interviniendo en el envejecimiento así como en enfermedades cardiovasculares y cáncer. Se han publicado numerosos trabajos científicos que avalan las distintas actividades promotoras de la salud de los polifenoles: antioxidante, anticancerígena, anti-inflamatoria, antibacteriana, antivírica, hipocolesterolémica, antitrombótica, etc. Si nos centramos en la actividad anticancerígena, ésta se ha descrito para la mayoría de los polifenoles, representativos o no de la dieta. Sin embargo, los numerosos estudios existentes destacan a una serie de polifenoles por su enorme potencial en la lucha frente al cáncer, ya sea por su contendencia en el efecto o por la vía por la que actúan (**Figura 3**): **epigallocatequina-galato (EGCG)** (en té), **resveratrol** (en vino, uva y cacahuetes), **hidroxitiroso** (en aceite de oliva), **ácido elágico** (en fresa, frambuesa, granada, etc.), **quercetina** (en uva, cebolla...) y **curcumina** (en curry).

Otros constituyentes con importante actividad anticancerígena son los **glucosinolatos** y sobretodo sus productos derivados, los **isotiociantatos (Figura 3)**. Este tipo de organosulfurados son representativos de especies del género *Brassica*, destacando por su importancia en nuestra dieta el brócoli, col, coliflor y col

de Bruselas. Mención especial requieren otros compuestos organosulfurados presentes en la familia *Alliaceae* (cebolla, ajo, puerro, etc.), sobre todo el **dialil sulfuro**, muy abundante en ajo (**Figura 3**).

Según estudios clínicos realizados se ha sugerido una reducción del cáncer de colon con la ingesta de **ácido fólico** (abundante en hojas de hortalizas, frutas, hígado, cereales....) si bien aún se encuentran en evaluación importantes ensayos clínicos para realmente validar esta hipótesis.

No se abordarán otros muchos constituyentes potencialmente beneficiosos para la salud pero que o bien no son especialmente relevantes en su efecto contra el cáncer o los resultados obtenidos en diferentes estudios muestran contradicciones. Por ejemplo, los **carotenoides** (β -caroteno, licopeno, luteína, criptoxantina, etc.), responsables del color amarillo-naranja-rojo de hortalizas como el pimiento, zanahoria, tomate, etc. Su principal actividad es captadora de radicales libres. Los carotenoides también han sido investigados en su posible actividad anticancerígena, e incluso el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos recomien-



da la ingesta de 5 a 6 mg de carotenoides diarios. Sin embargo, hasta la fecha se han obtenido resultados contradictorios, hasta el punto de que varios estudios epidemiológicos han correlacionado la ingesta de carotenos con un aumento en la incidencia de algunos tipos de cáncer.

También son importantes los **fitosteroles**, análogos estructurales del colesterol animal, que se encuentra fundamentalmente en las semillas de oleaginosas como girasol y sésamo entre otros. El efecto hipocolesterolémico (ayudan a bajar los niveles de colesterol en el organis-

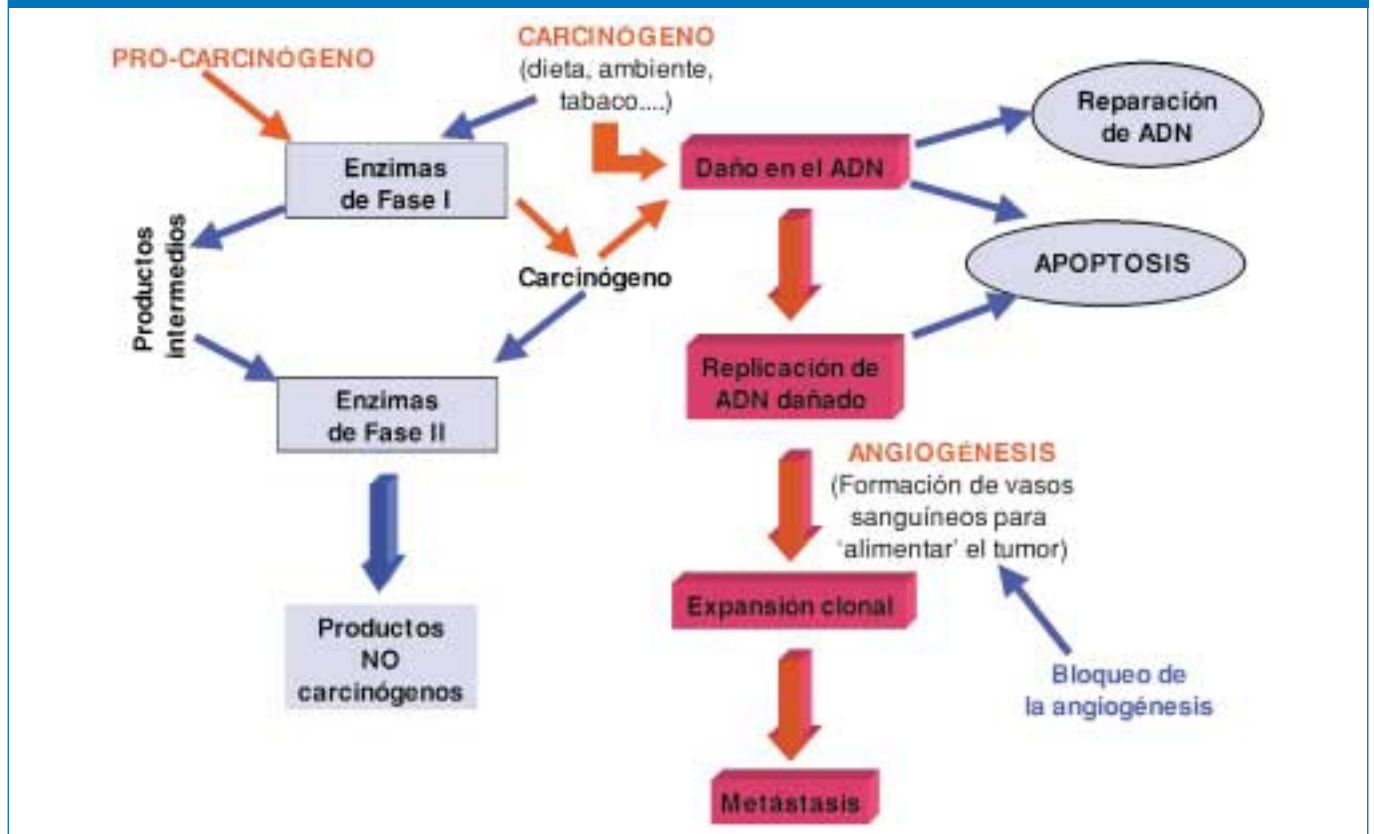
mo) de los fitosteroles ha sido contrastado mediante abundantes estudios científicos pudiendo contribuir a una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares.

El Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos junto a otras organizaciones institucionales han recomendado la ingesta de al menos 5 piezas de frutas y/o hortalizas y 20 a 30 gramos de **fibra** al día. La fibra puede prevenir el desarrollo de cáncer de colon aunque su posible mecanismo de actuación es difuso e incluso muchos estudios realizados sobre fibra y cáncer arrojan sólo resultados parciales.

Modo de actuación de los constituyentes anticancerígenos

Estos compuestos bioactivos, que por su potencial papel frente al cáncer se conocen en inglés como "cancer chemopreventive compounds" (en español se traduciría como "compuestos quimiopreventivos del cáncer"), pueden tener varios puntos de actuación en las etapas del desarrollo del cáncer (**Figura 4**). Un mismo constituyente puede ser muy selectivo en su acción, interviniendo en una ruta o etapa muy concreta, o bien, puede actuar sobre diversas etapas, siendo poco

FIGURA 4. PRINCIPALES ETAPAS EN EL DESARROLLO DEL CÁNCER (RUTA MARCADA EN ROJO) Y POTENCIALES INTERACCIONES DE LOS CONSTITUYENTES DERIVADOS DE LA DIETA (EN AZUL) PARA BLOQUEAR O DIFICULTAR EL DESARROLLO DEL CÁNCER





específico en su acción anticancerígena. Cada etapa en el desarrollo del cáncer, puede estar compuesta o caracterizada a su vez, por varias rutas lo que confiere al proceso multitud de variables. No es posible abordarlas todas por lo que resaltaremos las más representativas donde intervienen los constituyentes anticancerígenos de la dieta.

La **“apoptosis”** o comúnmente llamada “muerte celular programada” es un proceso por el cual las células normales del organismo mueren ante alguna señal de alarma que se produce en la célula (incorrecta secuencia en el ciclo celular, presencia de sustancias extrañas que pueden mutar el ADN, contacto entre otras células para delimitar el tamaño de tejidos, etc.). Sin embargo, las células cancerosas han sufrido algún cambio o mutación por lo cual no sufren apoptosis, y a pesar de que la célula ya no es

“normal” siguen dividiéndose descontroladamente (**Figura 4**). Existen constituyentes de la dieta muy específicos en su acción anticancerígena en virtud de la cual inducen apoptosis de células cancerosas, es decir, “hacen que las células cancerosas ya no se dividan descontroladamente y se suiciden”. La apoptosis puede tener lugar a través de varias rutas intracelulares interviniendo multitud de pasos distintos, en



donde los polifenoles, **nuevamente,** **también** **pueden** **ser** **inespecíficos**

cos afectando varios pasos de estas rutas, o bien ser muy específicos interfiriendo un paso muy determinando de unas de las posibles rutas concretas. Entre los compuestos que inducen apoptosis en células cancerosas encontramos a la mayoría de los polifenoles (**Figura 3**), destacando al resveratrol, a los flavonoides en general (sobre todo derivados de la quercetina y catequina), y al ácido elágico y sus derivados. Cabe destacar que la inducción selectiva de la apoptosis de células cancerígenas es una de las estrategias más prometedoras en la lucha contra el cáncer.⁸

Los compuestos organosulfurados como dialilsulfuros, glucosinolatos e isotiocianatos (**Figura 3**) ejercen su acción contra el cáncer fundamentalmente manteniendo un adecuado balance en unas rutas metabólicas de nuestro organismo que están concebidas para la eliminación de sustancias “extrañas” (potencialmente cancerígenas) que normalmente entran en nuestro cuerpo a través de los alimentos o el ambiente. En estas rutas intervienen las llamadas “enzimas de fase I y fase II” (**Figura 4**) que son las reguladas por estos compuestos organosulfurados jugando un papel crítico en procesos de eliminación de los potenciales carcinógenos medioambientales o de la dieta.

Existen otros mecanismos de acción de los constituyentes de la dieta mediterránea frente al cáncer, más o menos específicos. Por ejemplo, mediante el bloqueo o inhibición de moléculas que se ha visto son representativas de células can-



cerosas, como la enzima ciclo-oxigenasa 2 (COX-2), la cual interviene en la proliferación de las células tumorales. Muchos polifenoles son especialmente activos en el bloqueo de la actividad de esta enzima, implicando una menor proliferación de las células cancerosas. Al igual que en el caso de la COX-2, existen otros muchos marcadores tumorales que se ven afectados por los distintos constituyentes de la dieta mediterránea.

Cabría destacar otro mecanismo más mediante el cual la célula cancerosa puede ver dificultado su crecimiento gracias a la acción de estos constituyentes. Se trata del bloqueo de una enzima muy específica e importante en el crecimiento celular. Su nombre: **telomerasa**. Cuando la célula se divide progresivamente, se produce un acortamiento en los llamados “telómeros”, una parte concreta, distal, de los cromosomas. Se podrían interpretar como un “reloj biológico con cuenta atrás” en virtud del cual cada vez que la célula se divide, los telómeros se acortan, implicando esto que ya quedan menos divisiones celulares futuras. En los procesos cancerosos, una vía por la cual la célula puede crecer descontroladamente es que estos telómeros no se acorten, es decir, la célula no tiene ese “reloj” programado con un número concreto de divisiones, sino que éstas

pueden ser infinitas, encontrándonos ante una célula “inmortal”. Esta línea de investigación mediante la cual se “desactiva” este “reloj biológico” que constituyen los telómeros ha sido una estrategia pretendida hacia la búsqueda de la eterna juventud, o al menos, con el objeto de hacer al ser humano más longevo. Sin embargo, se ha visto que desactivar el mecanismo por el cual los telómeros se acortan equivale a producir células tumorales. La enzima encargada de evitar que los telómeros se acorten (“fabricando” la porción de los telómeros que se van “desgastando”) es la enzima telomerasa, la cual, cuando se encuentra mutada es la responsable de “desajustar” ese “reloj biológico”. Recientes investigaciones⁹ han demostrado que polifenoles de la dieta, especialmente la epigallocate-

quin-galato del té (**Figura 3**) pueden “bloquear” a la telomerasa de las células tumorales (que las hacía inmortales), volviéndolas a células normales (mortales) evitando la regeneración de los telómeros después de cada división.

Investigación actual: ¿dónde estamos y a dónde vamos?

Desde la “declaración oficial de guerra al cáncer” hace más de tres décadas, los avances en la investigación sobre la carcinogénesis han sido espectaculares. Dentro de toda la estrategia para hacer frente al cáncer, tiene su hueco el papel de la alimentación y su repercusión en la salud.

En el año 2000, el Instituto Americano de Investigación sobre el Cáncer y más recientemente otras instituciones han marcado el inicio de agresivas campañas para fomentar hábitos sanos en la alimentación y a su vez han fomentado la investigación sobre las bases científicas del papel protector de los constituyentes de la dieta en el cáncer. En este sentido ha habido alguna caída de mitos. Se ha constatado que la ingente cantidad de estudios realizados “in vitro” en los que se achacaban propiedades beneficiosas de los constituyentes de los alimentos, tal y como se encuentran en ellos, son, en su gran mayoría de dudosa extrapolación a las





condiciones reales “in vivo”. En este sentido, las investigaciones actuales sobre la relación alimento-cáncer, hacen más hincapié en los metabolitos que resultan tras la digestión en el organismo. Es decir, ¿cómo y cuánto se absorben los constituyentes de los alimentos?, ¿en qué (metabolitos) se transforman?, ¿a qué tejidos llegan?, ¿qué actividad tienen estos metabolitos que pasan a la sangre?, ¿qué papel tienen las bacterias

del intestino (flora del colon) en la transformación de los constituyentes que ingerimos?, puesto que la flora del colon es muy variable en función de cada individuo, ¿puede tener un mismo alimento distinto efecto en la salud en distintos individuos?.

Actualmente, merece mención especial la “Nutrigenómica”. El desarrollo de esta ciencia que empieza a asentarse en los mejores laboratorios mundiales, arro-

jará valiosa información acerca del papel protector de la salud de los constituyentes de alimentos, incluidos los de la dieta mediterránea. La Nutrigenómica nos permitirá evaluar qué genes se ven afectados como consecuencia de la ingesta de determinados constituyentes de estos alimentos. De esta manera sabremos el potencial papel de estos constituyentes en la prevención de determinadas patologías, incluida el cáncer. ■

NOTAS:

1. De Lorgeril, M.; Salen, P.; Martín, J.L.; Monjaud, I.; Boucher, P.; Melle, N. (1998). Mediterranean dietary pattern in a randomized trial. Prolonged survival in a possible reduced cancer rate. *Archives of Internal Medicine*, **158**, 1181-1187.
2. Mathew, A.; Peters, U.; Chatterjee, N.; Kulldorff, M.; Sinha, R. (2004). Fat, fiber, fruits, vegetables and risk of colorectal adenomas. *International Journal of Cancer*, **108**, 287-292.
3. Trichopoulou, A.; Costacou, T.; Bamia, C.; Trichopoulos, D. (2003). Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *New England Journal of Medicine*, **348**, 2599-2608.
4. Go, V.L.W.; Wong, D.A.; Butrum, R. (2001). Diet, nutrition and cancer prevention: Where are we going from here? *Journal of Nutrition*, **131**, 3121S-3126S.
5. Miller, A.B.; Altenburg, H.P.; Bueno-de-Mesquita, B.; Boshuizen, H.C. y otros. (2004). Fruits and vegetables and lung cancer: findings from the European prospective investigation into cancer and nutrition. *International Journal of Cancer*, **108**, 269-276.
6. Courtney, E.D.J.; Melville, D.M.; Leicester, R.J. (2004). Chemoprevention of colorectal cancer. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, **19**, 1-24.
7. Tomás-Barberán, F.; Espín, J.C. (2001). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **81**, 853-876.
8. Sun, S.Y.; Hail, N.; Lotan, R. (2004). Apoptosis as a novel target for cancer chemoprevention. *Journal of the National Cancer Institute*, **96**, 662-672.
9. Naasani, I.; Oh-hashii, F.; Oh-hara, T.; Feng, W.Y.; Johnson, J.; Kenneth, C.; Tsuruo, T. (2003). Blocking telomerase by dietary polyphenols is a major mechanism for limiting the growth of human cancer cells *in vitro* and *in vivo*. *Cancer Research*. **63**, 824-830.

AgroCSIC

El papel de la alimentación en la salud es objeto de intensas investigaciones a escala mundial. La colaboración entre científicos y personal clínico de hospitales se hace esencial para potenciar estas líneas de investigación. En este contexto, nuestro grupo de investigación está desarrollando estudios pioneros tanto en España como en el mundo en cuanto al papel protector en la salud de constituyentes de alimentos vegetales por lo que recientemente ha sido galardonado con el Premio Frial de Investigación en Alimentación y Salud, dotado con 18.000€, en un jurado presidido por el Excmo. Sr. D. Federico Mayor Zaragoza y en el que también figuraba la Dra. Margarita Salas (discípula de Severo Ochoa) entre otras eminentes personalidades.

CENTRO DEL CSIC: Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS). 30100 Campus de Espinardo. Murcia.

Departamento: Ciencia y Tecnología de Alimentos; (*Grupo de Investigación en Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales*).
Nombre Investigador: Dr. Juan Carlos Espín de Gea. Científico Titular del CSIC.

E-mail: jcespin@cebas.csic.es

Tendencias de Investigación:

- Alimentación y Salud.
- Absorción y metabolismo de moléculas de la dieta en células, animales y humanos.
- Actividad biológica de constituyentes de la dieta en animales, humanos sanos y afectados de distintas patologías.
- Efecto anticancerígeno de moléculas de la dieta en células cancerosas y normales: identificación molecular de la ruta de acción.