

Efectos en la piel de la administración oral y tópica de polifenoles: una revisión de la literatura.

Effects of topic and oral administration of polyphenols in human skin: a review of literature.

CABRERA J. SEBASTIÁN

Estudiante de Medicina,
Universidad de Cuenca,
Cuenca, Ecuador.

MACHADO O. GABRIELA

Médica general.
Máster en Nutrición y Metabolismo.
Especialista en Nutrición Clínica,
Universidad de Barcelona y
Rovira y Virgili, España.
Estudiante doctoral de Ciencias
Morfológicas, UFRO, Chile.
Docente Universidad de Cuenca.
Cuenca, Ecuador.

Recibido: 12/05/2021. Aceptado para publicación: 22/07/2021.

RESUMEN

Los polifenoles son un extenso grupo de compuestos químicos, con efectos antioxidantes, antiinflamatorios, anticancerígenos, fotoprotectores, entre otros. Los polifenoles cada vez tienen un mayor impacto en la medicina, ya que su consumo ha aumentado globalmente. En esta revisión de la literatura se ha podido observar los efectos de los polifenoles sobre la piel humana, luego de la administración vía oral y tópica, analizando así, sus efectos a nivel de prevención y de curación en ciertas enfermedades.

PALABRAS CLAVE: polifenoles, antioxidantes, administración oral, administración tópica, tratamiento, té verde, piel.

ABSTRACT

Polyphenols are a large group of chemical compounds, with antioxidant, anti-inflammatory, anticancer and photo protective effects. Polyphenols are having a greater impact in medicine because its consumption has increase. In this review of literature, it has been posible to observe the effects of polyphenols in human skin, after the oral administration and topic administration, analyzing its effects in the prevention of diseases and curative effects.

KEYWORDS: Polyphenols, Antioxidant, oral administration, topic administration, treatment, green tea, skin.

INTRODUCCIÓN

Los polifenoles son un extenso grupo de fitoquímicos bioactivos que contienen múltiples subclases que se definen en función del número de anillos fenólicos que contienen; estudios afirman que superan los 8000, siendo los principales los ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos y lignanos; con un rango diverso de efectos in vivo (1,2). Químicamente son compuestos que tienen al menos un anillo aromático con uno o más grupos funcionales hidroxilo unidos. Los polifenoles naturales se refieren a un gran grupo de metabolitos secundarios vegetales que van desde moléculas pequeñas hasta compuestos altamente polimerizados (3). Se encuentran en alimentos y bebidas de origen vegetal, siendo los representantes más destacados los frutos rojos, té verde, vino y chocolate.

Estudios epidemiológicos han destacado que una dieta con alto contenido de polifenoles es un factor protector ante enfermedades no transmisibles (ENT) (4); aunque en la literatura abunda información sobre la actividad in vitro e in vivo sobre la bioactividad de los polifenoles, en realidad, poco se conoce sobre sus mecanismos en la salud al tener baja biodisponibilidad oral, la cual depende de su estabilidad fisicoquímica, estructura química, interacción con alimentos, absorción gastrointestinal, y metabolismo hepático e intestinal (5). Constituyen una creciente área de investigación debido a sus efectos pleiotrópicos sobre el cuerpo humano, así como en las ya mencionadas ENT, envejecimiento e inmunidad (1).

La eficacia anti-cancerígena de los polifenoles naturales se ha atribuido prioritariamente a su potencial antioxidante y antiinflamatorio, además de su capacidad para modular los objetivos moleculares y diversas vías de señalización, que se han asociado con la supervivencia, diferenciación, migración, angiogénesis, proliferación, enzimas de desintoxicación, respuestas inmunes, actividades hormonales y celulares, entre otros (6,7). El

conocimiento completo del contenido total de estos compuestos bioactivos en los alimentos y las dietas es esencial para los estudios biológicos, epidemiológicos y clínicos que aborden sus posibles efectos en la salud.

Numerosos estudios en los últimos años han avalado los beneficios efectos de la ingesta de polifenoles en la dieta cotidiana, que son básicamente consecuencia de sus propiedades antioxidantes. Estos fitoquímicos presentan efectos vasodilatadores y son capaces de mejorar el perfil lipídico, así como de atenuar la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y modulan a su vez los procesos de apoptosis en el endotelio vascular (8).

A diferencia de las vitaminas, minerales y otros nutrientes, las carencias en la ingesta de los polifenoles no se asocian con enfermedades por carencia específicas, lo que dificulta el establecimiento de valores referenciales de ingesta recomendados para estos componentes nutricionales (2).

Los polifenoles ingeridos son pobremente absorbidos y/o extensamente metabolizados dentro de los eritrocitos y el hígado en las reacciones enzimáticas de fases I y II (9). Además, sufren una biotransformación amplia por la microbiota intestinal; es así, que se considera que menos del 5 % del total de la ingesta es absorbido y alcanza el plasma sin cambios (10). No sólo metabolitos de fase I y II, sino también productos de la microbiota, predominan en el plasma. A pesar de su deficiente biodisponibilidad oral, los polifenoles son indudablemente responsables de algunos efectos biológicos como los ya mencionados (11).

Clasificación de los polifenoles

Como ya se mencionó, diversos estudios afirman que existen varios miles de moléculas que tienen una estructura polifenólica en vegetales, los cuales pueden clasificarse en distintos grupos en función del número de anillos fenólicos que contienen y de los elementos estructurales que unen estos anillos entre sí; permitiendo la clasificación en cuatro grandes grupos: ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos y lignanos.

Ácidos fenólicos

Se pueden distinguir dos clases: derivados del ácido cinámico y derivados del ácido benzoico. Los ácidos hidroxicinámicos son más comunes que los ácidos hidroxibenzoicos y consisten primordialmente en ácidos p-cumárico, cafeico, ferúlico y sinápico;

rara vez se encuentran en forma libre, excepto en alimentos procesados que se han congelado, fermentado o esterilizado. El ácido cafeico es generalmente el más abundante en la mayoría de frutas; el ácido ferúlico es el más abundante en los cereales. (12).

Los ácidos hidroxibenzoicos contenidos en las plantas generalmente tienen una proporción muy baja, a excepción de ciertos frutos rojos y cebollas, donde van a alcanzar concentraciones más elevadas. Además, son estructuras complejas que se encuentran solo en unas pocas plantas de consumo humano, por lo que no se consideran de gran interés nutricional (12).

Flavonoides

Los flavonoides, que comparten una estructura común que consta de 2 anillos aromáticos unidos por 3 átomos de carbono que forman un heterociclo oxigenado, pueden dividirse en 6 subclases en función del tipo de heterociclo involucrado: flavonoles, flavonas, isoflavonas, flavanonas, antocianidinas y flavanoles (2). Los flavonoles son los más ubicuos en los alimentos, cuyos principales representantes son la quercetina y el kaempferol. Comúnmente, se encuentran en concentraciones relativamente bajas; las fuentes más abundantes son las cebollas, brócoli, arándanos, entre otros. El vino tinto y el té contienen hasta 45 mg/L (12).

Las flavonas son menos comunes en frutas y verduras que los flavonoles, las fuentes comestibles más destacadas son perejil y apio. La cáscara de los cítricos contiene grandes cantidades de flavonas polimetoxiladas (12).

Las isoflavinas son flavonoides con similitudes estructurales con los estrógenos, sin embargo, no son esteroides. Poseen propiedades pseudohormonales, incluida la capacidad de unirse a receptores de estrógenos, motivo por el cual se clasifican como fitoestrógenos. Se encuentran casi exclusivamente en plantas leguminosas, así como en la soja y sus productos derivados (12). Las flavanonas se encuentran fundamentalmente en cítricos, tomates y algunas plantas aromáticas como la menta. Las principales agliconas son naringenina en pomelo, hesperetina en naranjas y eriodictyol en limones (12).

Las antocianinas son pigmentos disueltos en la savia vacuolar de los tejidos externos de flores y frutos, a los que brindan un color rosa, rojo, azul o violeta. Se encuentran primariamente en el vino tinto, ciertas variedades de cereales y algunas hortalizas de hoja

y raíz como cebollas, rábanos, berenjenas, frijoles, entre otros; pero son más abundantes en las frutas (12).

Estilbenos

Se encuentran en pequeñas cantidades en la dieta humana. El resveratrol ha demostrado efectos anticancerígenos durante el cribado de plantas medicinales, se encuentra en bajas cantidades en el vino. Sin embargo, debido a que su presencia es baja en la dieta regular, es poco probable el efecto protector con ingestas nutricionales normales (12).

Lignanós

Están formados por dos unidades de fenilpropano. Se encuentran principalmente en la linaza, que contiene secoisolariciresinol y bajas cantidades de matairesinol; con cantidades unas 1000 veces más elevadas que en otras fuentes como cereales, granos, frutas y ciertas verduras. Los lignanos son metabolizados a enterodiol y enterolactina por la microbiota intestinal (12).

Los polifenoles son estructuras encontradas en diversos alimentos y bebidas de origen vegetal, con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias destacadas, entre otros efectos fisiológicos que los vuelven un valioso elemento en la dieta diaria.

Debido a la relevancia de los polifenoles en la salud humana, mediante esta revisión bibliográfica se busca analizar los principales efectos de la administración oral y tópica de los polifenoles sobre la piel, a través del análisis de la literatura existente se evaluará el grado de evidencia científica y se comparará los efectos de la aplicación tópica y la ingesta oral, valorando así la eficacia de estos a nivel cutáneo.

RESULTADOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática de artículos publicados en Pubmed aplicando filtros de idioma, año de publicación, especie y tipo de artículo; Palabras clave: "Poliphenols AND skin NOT grape skin" con los criterios de inclusión: Publicaciones desde febrero del 2011 hasta febrero 2021, Tipo de estudio: ensayos clínicos, Estudios en humanos y artículos publicados en idioma inglés. Los criterios de exclusión fueron: publicaciones anteriores al año 2011, estudios que no contengan efectos de los polifenoles sobre la piel humana. Se encontró 37 artículos sobre el tema de interés, de los cuales se descartaron 7 por no estar relacionados con los efectos de los polifenoles sobre la piel, con un total de 30 incluidos en este estudio.

De estos 30 estudios se clasificó por la vía de administración de los polifenoles, 10 por vía oral y 12 de aplicación tópica. El nivel de evidencia científica se determinó de acuerdo con la clasificación Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ).

Efectos de los polifenoles de administración oral.

En los estudios realizados con administración oral de polifenoles, los de mayor importancia son con ingesta de té verde. Dentro de los principales hallazgos encontramos que en el estudio "Improvement of green tea polyphenol with milk on skin with respect to antioxidant in healthy adults: a double blind placebo controlled randomized crossover clinical trial" se encontró que los pacientes que consumían té verde tenían niveles elevados de polifenoles en el plasma, también que aumenta la biodisponibilidad de los polifenoles cuando son consumidos con leche y minerales, esto, a su vez, aumenta los antioxidantes y disminuye el estrés oxidativo, lo que deriva en un mejoramiento de la integridad de la piel y su textura, actuando como agentes dermoprotectores, especial-

mente en individuos mayores de edad (1). En el estudio "Green Tea Polyphenols provide Photoprotection, Increase Microcirculation, and Modulate Skin Properties of Women" se demostró que la ingestión de té verde mejora la hidratación de la piel, su elasticidad y su densidad, para mantener la integridad de esta es vital consumir polifenoles en dosis altas (13). En el estudio "Using natural dietary sources of antioxidants to protect against ultraviolet and visible radiation-induced DNA damaged: An investigation of human green tea ingestion" se obtuvieron mejores resultados luego de 60 minutos del consumo de té verde, encontrándose significancia en la reducción de genotoxicidad, lo cual sugiere que es causado por los componentes de los polifenoles que reducen los radicales libres inducidos por la luz, que son los causantes del daño en el ADN (14). En el estudio de "A two-year, Double Blind, Randomized Placebo controlled Trial of Oral Green Tea Polyphenols on the Long-Term Clinical & Histologic Appearance of Photoaging Skin" hubo resultado significativo de mejoría en daño solar a los 6 meses de consumo, y en eritema y telangiectasia a los 12 meses de consumo té verde (15).

En otros estudios utilizaron diferentes tipos de polifenoles, como es el caso del estudio de "Sun Protection By Red Wine?" donde se realizó un ensayo cuasi experimental que investigó la influencia local y sistémica del vino tinto en la aplicación del eritema leve por exposición UVB. La aplicación tópica de vino se realizó previa a la exposición de radiación UV para luego ser medida. Como resultado se obtuvo que la ingesta oral de vino provee una protección solar limitada, lo que sugiere que para una protección solar efectiva se debería consumir un elevado porcentaje de polifenoles (16); mientras que en el estudio "Chocolate flavonols and skin photoprotection: a parallel, double-blind, randomized clinical trial", el resultado obtenido fue un incremento significativamente estadístico de la elasticidad e hidratación en el grupo alto en flavonoles, también se encontraron elevadas cantidades de teofilina, teobromina y cafeína en el plasma, pero no hubo variaciones en las concentraciones de metilxantinas (17).

Así mismo, en el estudio "Enhancement of fat Oxidation by licorice flavonoid oil in healthy humans during light exercise" se encontró que tras la administración de extracto de regaliz se observó que la temperatura corporal aumenta, y el gasto metabólico según la espirometría también aumenta, lo cual sugiere que los flavonoides realizan un proceso fisiológico para aumentar la oxidación de grasa durante el ejercicio (18). Comparado con el estudio "Beneficial effect of oligonol supplementation on sweating response under heat stress in humans" se encontró que los polifenoles al tener una actividad antioxidante interfieren en la sudoración, atenuando la temperatura corporal y disminuyendo la señal termorregru-

ladora del centro simpático hacia las glándulas sudoríparas, por lo tanto disminuyen la sudoración (19). En el estudio "Protective effects of citrus and rosemary extracts on UV-induced damage in skin cell model and human volunteers" se demostró que los extractos de romero y de cítricos tienen propiedades que disminuyen los radicales libres inducidas por radiaciones UVB, además de tener un efecto sinérgico cuando están juntas (20).

Efectos de los polifenoles de aplicación tópica.

En la administración tópica de polifenoles la mayor parte de estudios se enfocan de la misma manera en el té verde, el estudio "Effects of a Foot Bath Containing Green Tea Polyphenols (GTP) on Interdigital Tinea Pedis" los resultados muestran que el grupo con administración GTP es más efectivo en mejorar los síntomas del Tinea Pedis comparado con el agua tibia, y el GTP también mejora otra sintomatología de la piel relacionada con la enfermedad (21). En el estudio "Epigallocatechin-3-Gallate Improves Acne in Humans by Modulating Intracellular Molecular targets and inhibiting *P. acnes*" nos demuestra que el Epigallocatequina Galato (EGCG) del té verde es efectivo en los dos tipos de acné: inflamatorio y no inflamatorio, y puede representar una nueva oportunidad de terapia en Acné Vulgaris (22). En el estudio de "Anti-Angiogenic effects of epigallocatechin-3-gallate in human skin" se confirma que la aplicación tópica del EGCG ayuda en la prevención más que en la inversión de una telangiectasia ya existente (23). En el estudio "Topical Application of Green and White Tea Extracts Provide Protection From Solar-Simulated Ultraviolet Light in Human Skin" los resultados concluyeron que la aplicación tópica del té verde y del té blanco ofrece protección contra los efectos dañinos de los rayos UV (24). El estudio "Human Hair Growth Enhancement In Vitro By Green Tea Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG)" es un estudio cuasi experimental que fue realizado para investigar los efectos de Epigallocatequina Galato del té verde en la proliferación y apoptosis de la célula de la papila dérmica en

humanos In Vivo e In Vitro. El EGCG estimula el crecimiento del cabello humano por su vía proliferativa y su efecto antiapoptótico en el tejido del cuero cabelludo y puede prolongar la etapa anágena (25).

Además del uso tópico del té verde, sobre otros polifenoles, se encontró que el estudio "Reduction of facial redness with resveratrol added to topical product containing green tea polyphenols and caffeine" concluyó que el producto tópico con combinación de resveratrol, polifenoles del té verde y cafeína reduce el eritema facial en la mayoría de pacientes luego de 6 semanas de uso continuo del tratamiento (26). En el estudio "In Vitro antioxidant & In Vivo photoprotective effect of pistachio (pistacia vera) seed and skin extracts" los resultados In Vitro demostraron la actividad antioxidante y los resultados In Vivo demostraron actividad fotoprotectora del extracto de las semillas y piel de pistacho (27). En el estudio "A double-blind, randomized, controlled clinical trial evaluating the efficacy and tolerance of a novel phenolic antioxidant skin care system containing *Coffea arabica* and concentrated fruit and vegetable extracts" se demostró que existe mejora en la apariencia de la piel y mejora en las pieles fotoenvejecidas, tras la aplicación de los polifenoles del café y otros, de manera tópica. la piel lucía más firme, con menos arrugas, disminución de las hiperpigmentaciones, disminución del eritema facial, al tacto menos áspera, y más clara en el caso de las pieles fotoenvejecidas (28).

DISCUSIÓN

En este estudio se ha encontrado que los polifenoles, en especial del grupo de flavonoides provenientes del té verde, tienen importantes efectos beneficiosos sobre la piel, tanto en la administración oral como en la aplicación tópica. Sus acciones más destacadas son la fotoprotección, su efecto antiinflamatorio y su efecto antioxidante.

La actividad antioxidante de los polifenoles se debe a su facilidad para reducir la producción de radicales libres, ya sea por inhibición de las enzimas que intervienen o por quelación con los metales de transición responsables de la generación de los radi-

cales libres. Además, los flavonoides, por su bajo potencial redox, son capaces de reducir las especies de oxígeno reactivo (ROS) altamente oxidadas. En general, los compuestos polifenólicos como antioxidantes son multifuncionales y actúan según la mayoría de los mecanismos mencionados. Los polifenoles de tipo flavonoideo, como flavonoles, flavonas, isoflavonas, antocianos, flavanonas, catequinas y proantocianidinas, son los antioxidantes más potentes presentes en los alimentos vegetales.

Se ha encontrado, que en los estudios realizados con extractos de té verde (EGCG), romero, chocolate, pistacho, entre otros, se encuentra una gran actividad antioxidante que es beneficiosa para la piel y para otros órganos y sistemas. Los polifenoles son capaces de reducir el estrés oxidativo mediante la reducción de los radicales libres, reducción de la lipoperoxidación, reducción del daño del ADN y reducción del daño celular; estas capacidades son sumamente importantes a nivel cutáneo, ya que disminuye la genotoxicidad a la que es expuesta la piel tras los diferentes tipos de radiación UV y por fotoenvejecimiento, entre otras. Es importante destacar que al reducir los radicales libres y el daño del ADN, se considera que los polifenoles podrían tener importantes efectos anticancerígenos a nivel celular en la piel. Es necesario realizar más estudios sobre la eficacia de los polifenoles como terapia preventiva de cánceres de piel y otras enfermedades asociadas. Se conoce que otros antioxidantes son antitumorales, por lo tanto, al ser esta la principal característica de los polifenoles se puede aclarar que sus efectos son beneficiosos tanto para la salud en general como para la salud cutánea en las personas.

La acción fotoprotectora de los polifenoles frente al daño de la radiación UV, como a otros tipos de daño lumínico, es una de las principales funciones de estos a nivel de la

piel. Se ha visto que pueden revertir los daños del fotoenvejecimiento, actuando a nivel celular y molecular. Entre los principales efectos a nivel celular, aumenta el número de fibroblastos y el colágeno, mejorando así la integridad y textura de la epidermis. Esto a su vez es responsable de que disminuyan las arrugas y asperezas, y también que aumente la firmeza. Además, los polifenoles actúan también manteniendo e hidratando la piel. Ciertos tipos de polifenoles son utilizados por su efecto en la disminución de manchas por su acción directa en los melanocitos.

Todos los parámetros descritos anteriormente son los parámetros que se evalúan para medir el fotoenvejecimiento, por lo que, si hay mejora en cada uno de estos aspectos, los polifenoles administrados oral o tópicamente son los mejores protectores frente al fotoenvejecimiento. En los estudios realizados se observan efectos beneficiosos tanto por vía oral como tópica; se plantea que la suplementación con polifenoles podría traer grandes beneficios en la salud de los individuos.

Se ha encontrado que los polifenoles del té verde, del café y del extracto de pino marítimo, cumplen una importante función frente a la hiperpigmentación. Estos polifenoles son capaces de interferir con la melatonina, disminuyendo las manchas en la piel; pueden encontrarse estos efectos tanto a nivel local como a nivel sistémico. Las cremas con extracto de té verde más fototerapia con IPL disminuyen la hiperpigmentación consiguiendo efectos realmente buenos tras su combinación.

Otra función importante de los polifenoles es su acción antiinflamatoria, ya que son capaces de disminuir el edema y el eritema. Luego de exposición a radiación UV es muy común que los tejidos de la piel sufran inflamación, edema, daño del ADN, etc.; al usar polifenoles antes y después de la exposición solar se consigue reparar los daños generados por la radiación. En estudios realizados con IPL, se han demostrado efectos beneficiosos con los extractos de polifenoles del té verde, ya que disminuyen los daños causados por las radiaciones de la luz pulsada y de la UV. Por lo tanto, la administración de polifenoles a nivel tópico podría ser usada como terapia profiláctica previo a la utilización de esos tratamientos estéticos.

Los polifenoles del té verde también cumplen una importante función a nivel de la microcirculación; son importantes porque disminuyen el eritema y las telangiectasias cuando son administrados de forma oral, por periodos de tiempo prolongados. Cuando se administran de forma local tienden a ser antiangiogénicos mediante la disminución del factor de crecimiento vascular.

Se ha demostrado con estudios realizados con flavonoides extraídos del regaliz, del lichi y oligonoles, que son capaces de aumentar la temperatura corporal en situaciones de frío, mediante el aumento del metabolismo basal y aumento de la oxidación de grasa tras la administración de forma oral, esto es importante porque a nivel cutáneo interfieren en el control de la sudoración, disminuyendo la secreción de sudor por su acción termorreguladora y su acción antioxidante.

Los polifenoles también tienen acción reguladora sobre la secreción sebácea. Los polifenoles del té verde y del sésamo tienen capacidad de disminuir la lipogénesis, por lo tanto, disminuyen la secreción de sebo; como resultado mejora el acné y la apariencia de la piel. En cuanto a los efectos sobre el acné, los polifenoles actúan disminuyendo la inflamación e inhibiendo el crecimiento de las bacterias, en especial del *P. acnes*.

Se ha evidenciado científicamente en diversos estudios que los polifenoles tienen actividad antimicrobiana, ya que elimina las bacterias Gram negativas anaerobias, y también tiene actividad antivírica y antimicótica. Se ha demostrado que los extractos de té verde son capaces de eliminar la tinea pedis, mediante su acción proporcional al aumento del pH inhibiendo el crecimiento bacteriano. Además, tienen un efecto inmunomodulador que favorece su acción antimicrobiana.

En cuanto a los polifenoles como terapias coadyuvantes en tratamientos médico-estéticos, se observa la importancia del uso de polifenoles del té verde en tratamientos como la hidrodermoabrasión, mismo que en tratamientos aislados por sí solas no demuestran resultados beneficiosos, mientras que cuando van acompañados se potencian sus efectos. Los polifenoles con sus efectos antioxidantes y antienviejecimiento mejoran la calidad de

la piel, aumentando el grosor de la dermis y epidermis.

Otro efecto beneficioso de los polifenoles que se ha encontrado es en el crecimiento del cabello, que en estudios se ha demostrado que aumenta la actividad proliferativa de los folículos pilosos y disminuye la apoptosis de estos; también prolonga la etapa anágena. Esto es importante, debido a que la pérdida de cabello y la calvicie son problemas médico-estéticos de gran prevalencia. Con el uso de los polifenoles como terapia para la calvicie se podría llegar a una mejoría de este trastorno.

Las concentraciones de polifenoles a nivel sistémico deben ser altas para conseguir los efectos deseados. Cuando la administración es oral, se recomiendan periodos de largo plazo, ya que los mejores efectos beneficiosos se ven luego de la administración de 12 meses a 24 meses. En el caso de la aplicación tópica, los periodos son más cortos ya que se pueden observar resultados luego de 12 semanas de uso.

De este modo, mediante este estudio hemos encontrado que, en el caso de polifenoles como el resveratrol del vino, la ingesta de vino debe ser muy alta para conseguir los niveles adecuados; mientras que, en el caso de los polifenoles del té verde, el consumo es menor.

CONCLUSIONES

La administración de compuestos polifenólicos tanto a nivel oral como tópico tienen efectos beneficiosos sobre la piel. El principal efecto es el de antioxidación, mediante la reducción de radicales libres, reducción del daño celular y del ADN. El segundo efecto más importante es el de fotoprotección, ya que ayuda a mejorar la elasticidad, hidratación y firmeza de la piel, a la vez que evita la aparición de manchas, arrugas y aspereza. El tercer efecto de los polifenoles sobre la piel es su poder antiinflamatorio, mediante

cambios en la microvascularización, reducción de edemas y de eritema. En conclusión, los polifenoles tienen un efecto positivo sobre la piel y se recomienda su administración tanto oral como tópica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Somerville V, Bringans C, Braakhuis A. Polyphenols and Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* agosto de 2017;47(8):1589–99.
- [2] Fraga CG, Croft KD, Kennedy DO, Tomás-Barberán FA. The effects of polyphenols and other bioactives on human health. *Food Funct.* 2019;10(2):514–28.
- [3] Zhou Y, Zheng J, Li Y, Xu D-P, Li S, Chen Y-M, et al. Natural Polyphenols for Prevention and Treatment of Cancer. *Nutrients.* el 22 de agosto de 2016;8(8):515.
- [4] Rasouli, H., M. H. Farzaei, and R. Khodarahmi. 2017. Polyphenols and their benefits: A review. *International Journal of Food Properties* 20 [Suppl. 2]:1700–1741. doi: 10.1080/10942912.2017.135401.
- [5] Sies, H. Polyphenols and health: Update and perspectives. *Archives of Biochemistry and Biophysics.* 2010. 501 (1):2–5.
- [6] Li, F.; Li, S.; Li, H.B.; Deng, G.F.; Ling, W.H.; Xu, X.R. Actividades antiproliferativas de té e infusiones de hierbas. *Funct de alimentos.* 2013, 4, 530–538.
- [7] Li, F.; Li, S.; Li, H.; Deng, G.; Ling, W.; Wu, S.; Xu, X.; Chen, F. Actividad antiproliferativa de cáscaras, pulpas y semillas de 61 frutos. *J. Funct. Foods* 2013, 5, 1298–1309.
- [8] Quiñones M. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr Hosp.* el 1 de enero de 2012;1(1):76–89.
- [9] Rein, M. J., M. Renouf, C. Cruz-Hernandez, L. Actis-Goretta, S. K. Thakkar, and M. da Silva Pinto. 2013. Bioavailability of bioactive food compounds: A challenging journey to bioefficacy. *British Journal of Clinical Pharmacology* 75 (3):588–602.
- [10] Cao, H., X. Q. Chen, A. R. Jassbi, and J. B. Xiao. 2015. Microbial biotransformation of bioactive flavonoids. *Biotechnology Advances* 33 (1):214–223.
- [11] Heleno, S. A., A. Martins, M. J. Queiroz, and I. C. Ferreira. 2015. Bioactivity of phenolic acids: metabolites versus parent compounds: A review. *Food Chemistry* 173:501–513.
- [12] Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr.* el 1 de mayo de 2004;79(5):727–47.
- [13] Ulrike H. et al. Green Tea Polyphenols Provide Photoprotection, Increase Microcirculation, and Modulate Skin Properties of Women. *J. Nutr.* 141: 1202–1208, 2011.
- [14] H. Malhomme de la Roche et al. Using natural dietary sources of antioxidants to protect against ultraviolet and visible radiation- induced DNA damaged: An investigation of human green tea ingestion. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 101 (2010) 169–173.
- [15] Roohina Janjua, MBBS, et al. A Two-Year, Double-Blind, Randomized Placebo-Controlled Trial of Oral Green Tea Polyphenols on the Long-Term Clinical and Histologic Appearance of Photoaging Skin. *Dermatol Surg* 2009;35:1057–1065.
- [16] Matthias M. et al. Sun protection by red wine? *JDDG*; 2009. 7:29–32.
- [17] Mogollon, JA., et al. Chocolate flavanols ad skin photoprotection: a parallel, double-blind, randomized clinical trial. *Nutrition journal* 2014, 13:66.
- [18] Mori, N., et al. Enhancement of fat oxidation by licorice flavonoid oil in healthy humans during light exercise. *J nutrition science vitaminol.* 61 (2015) 406–16.
- [19] Beom Lee J, Oh Shin Y. Beneficial effect of oligonol supplementation on sweating response under heat stress in humans. *Food function.* 2014, 5 25:6.
- [20] Perez Sanchez A., et al. Protective effects of citrus and rosemary extracts on uv-induced damage in skin cell model and human volunteers. *Journal of photochemistry and photobiology* 136 (2014) 12-18.
- [21] S. Ikeda et al. Effects of a Foot Bath Containing Green Tea Polyphenols (GTP) on Interdigital Tinea Pedis. *The Foot* 23 (2013) 58–62.
- [22] Young Yoon J. et al. Epigallocatechin-3-Gallate Improves Acne in Humans by Modulating Intracellular Molecular Targets and Inhibiting P. acnes. *Journal of Investigative Dermatology* (2013) 133, 429–440.
- [23] Santo Domingo D. et al. Anti-angiogenic effects of epigallocatechin-3-gallate in human skin. *Int J Clin Exp Pathol* 2010;3(7):705-709.
- [24] Camouse M. et al. Topical application of green and white tea extracts provides protection from solar-simulated ultraviolet light in human skin. *Experimental Dermatology.* (2008) 18, 522–526.
- [25] O.S. Kwon et al. Human Hair Growth Enhancement In Vitro By Green Tea Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG). *Phytomedicine* 14 (2007) 551–555.
- [26] Ferzli G. et al. Reduction of Facial Redness With Resveratrol Added to Topical Product Containing Green Tea Polyphenols and Caffeine. 12:7 (2013). 770.
- [27] M. Martorana et al. In Vitro antioxidant & In Vivo photoprotective effect of pistachio (pistacia vera) seed and skin extracts. *Fitoterapia* 85 (2013) 41–48.
- [28] Palmer DM, Kitchin JS. A double-blind, randomized, controlled clinical trial evaluating the efficacy and tolerance of a novel phenolic antioxidant skin care system containing Coffea arabica and concentrated fruit and vegetable extracts. *J Drugs Dermatol.* 2010 Dec;9(12):1480-7.