

## Antioxidantes y pelo

### RESUMEN

Los seres humanos producimos moléculas oxidantes, ya sea para protección o producto del metabolismo celular, por factores externos como la radiación ultravioleta; asimismo, los sistemas antioxidantes nos protegen del exceso de éstos, pero al ser rebasados los antioxidantes sobreviene un estado conocido como estrés oxidativo, en este punto ocurren alteraciones celulares y se promueven diversas enfermedades; en el pelo, el estrés oxidativo puede llegar a producir efectos como envejecimiento prematuro o agravar padecimientos propios del pelo; se ha tratado de administrar antioxidantes con la idea de prevenir o reducir estas condiciones con respuestas diversas.

**Palabras clave:** antioxidantes, pelo, radicales libres, flavonoides, vitaminas.

Gloria Palafox-Vigil<sup>1</sup>  
Mario Alberto García-Esquivel<sup>1</sup>  
Sara Galván-Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Residente de Medicina Interna. Departamento de Medicina Interna, Hospital General, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, San Luis Potosí, SLP, México.

<sup>2</sup> Dermatóloga adscrita al Departamento de Dermatología, Hospital Regional General Ignacio Zaragoza, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, México, DF.

## Antioxidants and hair

### ABSTRACT

*Humans produce oxidant molecules either for protection, result or product of cellular metabolism by external factors such as ultraviolet radiation; on the other, antioxidant systems protect us from excess of these, but being overtaken antioxidants, a condition known as oxidative stress occurs; at this point cellular alterations promote various disease, at hair it can produce effects such as a premature aging or aggravate diseases or hair; antioxidants have been administered with the idea of preventing or ameliorating these conditions with mixed responses.*

**Key words:** antioxidants, hair, free radicals, flavonoids, vitamins.

Recibido: 7 de abril 2015

Aceptado: 24 de junio 2015

**Correspondencia:** Dra. Gloria Palafox Vigil  
Carlos Díaz Gutiérrez 915  
78340 San Luis Potosí, SLP, México  
gloriapalafox\_vigil@hotmail.com

**Este artículo debe citarse como**  
Palafox-Vigil G, García-Esquivel MA, Galván-Martínez S. Antioxidantes y pelo. Dermatol Rev Mex 2015;59:421-429.

## ANTECEDENTES

De manera reciente se ha incrementado de manera exponencial la administración de antioxidantes para la piel y el pelo, con el objetivo de prevenir el envejecimiento prematuro<sup>1</sup> e intentar evitar los efectos de los oxidantes en la aparición de ciertas enfermedades.<sup>2</sup> Los oxidantes son resultado de factores intrínsecos, como el metabolismo celular y múltiples factores externos.

La administración de antioxidantes tópica o sistémica para el pelo también se ha incrementado de manera exponencial con el objetivo de prevenir los efectos del envejecimiento que se han relacionado con la aparición de canas y como coadyuvante en el tratamiento de alopecias de diferentes causas.<sup>3</sup>

### ¿Qué son los radicales libres y las especies reactivas de oxígeno?

Un radical libre es una especie química que contiene uno o más electrones no apareados, ya sea por pérdida o ganancia de uno de ellos. Tales electrones modifican la reactividad química de un átomo o de una molécula y la hacen más reactiva que su forma de no radical.

Los radicales libres tienden a robar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica; una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita para aparear su electrón libre, la molécula estable que lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células.

Los radicales libres son producidos por: 1) factores endógenos: metabolismo aerobio celular, daño oxidativo por las células fagocíticas, isquemia; 2) factores exógenos: radiación ultravioleta,

contaminación ambiental, humo de tabaco, entre otros.

Las especies reactivas de oxígeno incluyen a los radicales libres derivados del oxígeno y a otros agentes oxidantes que no son derivados del oxígeno (Cuadro 1).

### ¿Qué son los antioxidantes?

Un antioxidante con función biológica es una sustancia que, incluso en concentraciones muy pequeñas, disminuye o evita la oxidación de un sustrato.

Los antioxidantes se clasifican de diferentes maneras, pero la más utilizada es la que establece las diferencias según su estructura química y función biológica, dividiéndolos en enzimáticos y no enzimáticos (Cuadro 2).<sup>4</sup>

En un estudio realizado por Shindo y colaboradores,<sup>4</sup> en el que midieron los antioxidantes

**Cuadro 1.** Especies reactivas de oxígeno

Oxígeno molecular
Anión superóxido
Peróxido de hidrógeno
Radical hidroxilo
Singulete de oxígeno

**Cuadro 2.** Clasificación de los antioxidantes: enzimáticos y no enzimáticos

Enzimáticos	No enzimáticos
Superóxido dismutasa	Glutati6n
Catalasa	Vitamina C, 6cido asc6rbico
Glutati6n peroxidasa	Vitamina E
Glutati6n reductasa	6cido lipoico
Glucosa 6 fosfato dehidrogenasa	Ubiquinona
Isocitato deshidrogenasa	Carotenoides
	Polifenoles
	Tiorredoxina
	6cido 6rico

(enzimáticos y no enzimáticos) en la dermis y epidermis de sujetos sanos encontraron que la epidermis contiene más antioxidantes y que la capacidad de éstos es también mayor en la epidermis comparada con la dermis.

En el folículo del pelo se requieren más estudios para saber cuáles son los antioxidantes naturales que juegan un papel determinante en esta función.

### **Estrés oxidativo**

Las células tienen mecanismos reductores (antioxidantes) que neutralizan la actividad oxidante de las especies reactivas de oxígeno limitando o evitando el daño de éstos; sin embargo, un exceso de especies reactivas de oxígeno en ausencia o disminución de la actividad de los sistemas antioxidantes que las regulan produce un estado metabólico conocido como estrés oxidativo, que puede ocasionar desde daño tisular hasta muerte celular; por tanto, el estrés oxidativo se define como el desequilibrio entre los sistemas oxidantes y los antioxidantes a favor de un daño potencial.

Y es aquí donde se pretende intervenir de manera positiva con la administración de antioxidantes para prevenir llegar a este estado o, una vez alcanzado, revertir sus efectos nocivos.

### **¿Qué sucede en el pelo?**

En la piel cabelluda y el pelo también existen radicales libres, especies reactivas de oxígeno y antioxidantes y sobreviene el estrés oxidativo, por lo que el pelo también sufre los efectos nocivos de los radicales libres.<sup>5</sup>

La existencia de radicales libres y especies reactivas de oxígeno en la piel cabelluda está dada por múltiples factores intrínsecos, como genéticos propios de cada individuo o de fa-

milias, extrínsecos como radiación ultravioleta (UV), inflamación, estrés emocional, humo del cigarro, químicos.<sup>6</sup> Al ocurrir el estado de estrés oxidativo resulta en alteración de proteínas, ácidos nucleicos y lípidos, lo que lleva al deterioro de la función celular.<sup>7</sup>

En el pelo se manifiesta como envejecimiento del mismo, lo que conocemos como la aparición de canas<sup>5</sup> de manera prematura y la alteración en el ciclo del pelo.

### **Antioxidantes tópicos y sistémicos para el pelo**

Existe un sinnúmero de antioxidantes que se han reportado para evitar los efectos nocivos de los oxidantes; sin embargo, cuando se usan en la práctica diaria están combinados y su uso aún permanece en discusión; los antioxidantes conocidos como botánicos se pueden clasificar en tres categorías: flavonoides, polifenoles y carotenoides.<sup>8</sup>

Algunos de los antioxidantes que se administran vía tópica o sistémica son:

#### **Flavonoides**

Se encuentran principalmente en semillas de uva. Sus derivados principales son:

#### **Isoflavonas**

Estudios en murinos han demostrado que administradas por vía oral durante tres semanas propició el crecimiento del cabello, mejoró su calidad y pigmentación mediante el incremento en la producción de IGF-1 (factor de crecimiento similar a insulina) por el estímulo en la producción del gen relacionado con el péptido calcitonina;<sup>9</sup> este mismo efecto se valoró en sujetos con alopecia (androgenética, total y areata) y tras la administración oral de isoflavonas y capsaicina durante cinco meses hubo un

incremento discreto en la tasa de crecimiento de cabello comparado con el grupo placebo.<sup>10</sup>

#### **Proantrocianidinas**

Han demostrado estimular el crecimiento del cabello promoviendo la proliferación de las células del folículo piloso *in vitro* y la regresión de la fase de telógeno a anágeno en modelos murinos.<sup>11</sup>

#### **Polifenoles**

Grupo de sustancias químicas encontradas en algunas plantas. Entre sus derivados más importantes se encuentran:

##### **Catequinas**

Principal componente del té verde,<sup>12</sup> que tiene cierto efecto antioxidante, ha demostrado tener cierto efecto en la alopecia androgenética más por una inhibición de la 5 $\alpha$ -reductasa promoviendo la supervivencia de queratinocitos en cultivos de folículos humanos de sujetos sanos, además de inhibir la apoptosis inducida por la luz ultravioleta en el tratamiento de la alopecia androgenética por su efecto antioxidante, media la respuesta inflamatoria e inhibe selectivamente la 5 $\alpha$ -reductasa en estudios *in vivo* e *in vitro*.<sup>11,13</sup>

##### **Resveratrol**

Polifenol presente en la semilla de la uva y en el vino rojo, tiene un efecto protector hacia las células vasculares mediante la inhibición de la síntesis de especies reactivas de oxígeno; mediando el proceso de angiogénesis, que es imprescindible para el desarrollo de órganos y el crecimiento del cabello;<sup>14</sup> sin embargo, no hay estudios que demuestren que ayude a prevenir la caída del cabello o a estimular su crecimiento.

#### **Procianidinas**

Sustancias encontradas en la manzana. En estudios *in vivo* e *in vitro*, aplicado vía tópica a 1% en murinos, demostró promover el aumento del diámetro y la densidad del cabello al prolongar la fase de anágeno; se demostró que la aplicación tópica en humanos con alopecia androgenética aumentó el diámetro del pelo en comparación con los sujetos del grupo placebo.<sup>15,16</sup>

#### **L-carnitina**

Aminoácido trimetilado; su aplicación vía tópica demostró en estudios *in vivo*<sup>17</sup> e *in vitro*<sup>18</sup> que promueve de manera moderada el crecimiento del cabello en sujetos sanos mediante la regulación de mecanismos apoptóticos y antiapoptóticos.

#### **Taurina**

Aminoácido derivado del metabolismo de metionina y cisteína que promueve la supervivencia del cabello *in vitro* en folículos de sujetos sanos,<sup>19</sup> además de mantener un ciclo del cabello más estable, lo que podría disminuir la pérdida de éste.<sup>20</sup> Sin embargo, no hay estudios disponibles en sujetos con alopecia.

#### **L-cistina**

Aminoácido que ha demostrado promover la proliferación celular de queratinocitos humanos en medios de cultivo deficientes de este aminoácido.<sup>21</sup>

#### **Melatonina**

Principal hormona secretada por la glándula pineal y potente antioxidante. Está implicada en la regulación del crecimiento del cabello y en su pigmentación.<sup>22,23</sup> En estudios en mujeres con alopecia difusa o androgenética, aplicada vía tópica en la región frontal y occipital, lleva a

una prolongada fase de anágeno en estudios *in vivo*, pero sin diferencias realmente significativas en comparación con placebo;<sup>24</sup> éste es uno de los antioxidantes, junto con los flavonoides, que se postula ayudan a evitar o retardar la aparición de canas.

### Selenio

Micronutriente que actúa protegiendo contra la radiación UVB. Su deficiencia en estudios murinos *in vivo* llevó a una menor tasa de crecimiento de pelo, así como a un aclaramiento del mismo con un crecimiento corto y delgado.<sup>25</sup>

### Cinc

Estudios *in vivo* efectuados en murinos demostraron que dosis altas de cinc administrado por vía oral previo a la quimioterapia pueden disminuir la pérdida de cabello; sin embargo, si estas dosis altas se continúan posterior a la quimioterapia, se inhibe el crecimiento del cabello;<sup>26</sup> también se ha demostrado que en estudios *in vivo*, dosis altas de sulfato de cinc vía oral causan despigmentación e inhiben la eumelanogénesis en el cabello de modelos murinos.<sup>27</sup>

### Ácido $\alpha$ lipoico

Uno de sus derivados, dihidrolipoilhistidinato sódico de cinc, demostró en estudios *in vivo* en modelos murinos y aplicado vía tópica que disminuye la pérdida de cabello asociada con quimioterapia mediante la atenuación de la respuesta inflamatoria en el folículo piloso.<sup>28</sup>

### Vitaminas hidrosolubles

*Vitamina B<sub>5</sub>*. También conocida como ácido pantoténico; no ha mostrado claros beneficios en mejorar la calidad del pelo o evitar su caída cuando se administra por vía oral a pacientes con alopecia.<sup>16</sup>

*Vitamina B<sub>6</sub>*. En administración oral junto con L-cisteína ha demostrado reducir la alopecia inducida por el humo del cigarro en modelos murinos.<sup>29</sup> También se ha reportado que en mujeres con una fase de telógeno alterada, la administración parenteral de esta vitamina durante varias semanas mejora la condición del cabello y reduce su pérdida.<sup>30</sup>

*Vitamina B<sub>8</sub>*. También conocida como biotina, se ha administrado en murinos en los que previamente se indujo alopecia secundaria a la administración de ácido valproico, demostrando mejoría.<sup>31</sup>

*Vitamina C*. Juega un papel importante en la síntesis de colágeno y como antioxidante fotoprotector.<sup>32</sup> Se han estudiado dos de sus metabolitos:

*L-ácido ascórbico-2 fosfato*. Demostró en estudios *in vitro* que en folículos humanos promueve la proliferación de las células de la papila dérmica;<sup>33</sup> en sujetos con alopecia demostró atenuar los efectos de la dehidrotestosterona en las células de la papila dérmica.<sup>34</sup> También tiene cierto efecto estimulante del crecimiento del cabello mediante la inducción de factores de crecimiento como IGF-1 en cultivos con modelos murinos.<sup>35</sup>

*L-treonato (metabolito de la vitamina C)*. Se demostró que en modelos humanos inhibe la expresión de la dehidrotestosterona en las células de la papila dérmica, por lo que se ha propuesto como tratamiento de la alopecia androgenética.<sup>36</sup>

### Vitaminas liposolubles

#### *Vitamina A*

*Retinol*. Metabolito activo de la vitamina A, que puede tener cierto efecto benéfico en el

crecimiento del cabello prolongando la fase de anágeno y en estudios *in vitro* de folículos humanos en aplicación junto con minoxidil demostró aumentar la densidad del cabello.<sup>37</sup>

**Carotenoides.** Provitamina A. Se ha comprobado su administración como mediadores antiinflamatorios en los tejidos, incluido el pelo, así como su efecto en la inactivación de radicales libres y en conferir estabilidad a las membranas celulares, ayudando a su reparación y previniendo su destrucción.<sup>38</sup>

#### **Vitamina D**

Hormona esteroidea que se sintetiza en los queratinocitos bajo la influencia de la luz UVB.<sup>39</sup> En estudios *in vitro* induce la diferenciación y proliferación de los queratinocitos en murinos; sin embargo, su existencia o ausencia no determinó diferenciación y proliferación de éstos.<sup>40</sup>

#### **Vitamina E**

Primera línea de defensa contra la peroxidación lipídica.<sup>31</sup> Se ha reportado que una dieta rica en esta vitamina en monos tíj (*Callithrix jacchus*) causa una elevada concentración sérica de vitamina E, produciendo regresión de lesiones en piel y cierto efecto estimulante en el crecimiento del cabello por su efecto protector contra el estrés oxidativo y la estabilidad que le confiere a la membrana celular.<sup>41</sup> Vía tópica, aplicado junto con minoxidil en murinos, sólo demostró un escaso efecto sinérgico en el crecimiento del cabello.<sup>42</sup>

#### **Fructus Panax Ginseng**

Extracto botánico que, aplicado vía tópica en murinos, aumenta la expresión de la molécula Bcl-2 antiapoptósica y disminuye la expresión de la especie Bax, molécula proapoptósica, regulando la fase de anágeno; por tanto, se postula

cierto efecto en prevenir la pérdida del cabello y conducir a una fase rápida de crecimiento.<sup>43</sup>

Otras sustancias que se pensaba tenían efectos antioxidantes pero se ha demostrado que disminuyen la pérdida y mejoran la calidad del cabello mediante la inhibición de la 5 $\alpha$ -reductasa son:

#### **Serenoa repens**

Inhibidor botánico de la enzima 5 $\alpha$ -reductasa, por lo que no podemos considerarlo un antioxidante de manera estricta; en estudios *in vivo* ha demostrado prevenir la caída del cabello mediante la reacción de conversión de testosterona a dehidrotestosterona.<sup>44</sup>

#### **Curcuma aeruginosa**

Derivado botánico inhibidor de la 5 $\alpha$ -reductasa, que demostró que potencia el efecto del minoxidil disminuyendo la caída del cabello y mejorando su crecimiento; sin efectos adversos importantes.<sup>45</sup>

#### **Cuscuta reflexa robs**

Inhibidor de la 5 $\alpha$ -reductasa que demostró aumentar la densidad folicular y promover el crecimiento del cabello aplicado vía tópica en murinos a los que se les indujo alopecia mediante la administración de testosterona.<sup>46</sup>

#### **Extracto de hoja de Piper nigrum**

Tiene un potente efecto inhibidor de la 5 $\alpha$ -reductasa que demostró en estudio *in vivo* promover la regeneración del cabello en modelos murinos mediante su aplicación tópica.<sup>47</sup>

El uso de antioxidantes en el champú, como vitaminas C y E, protege los compuestos grasos del champú de la oxidación y no la piel cabelluda.<sup>5</sup>

La ingestión excesiva de ácido pantoténico (B<sub>5</sub>), tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>), vitamina B<sub>6</sub>, niacina (B<sub>3</sub>) y ácido ascórbico (vitamina C) ha demostrado efectos nocivos en el cabello.<sup>48</sup>

## CONCLUSIONES

La mayor parte de los estudios son *in vitro* y en ratones, por lo que hace falta realizar estudios en humanos para demostrar que la administración de antioxidantes solos o combinados y aplicados de manera tópica o sistémica retardan o revierten la aparición de canas, así como previenen o revierten diversas formas de alopecia.

## REFERENCIAS

- Graf J. Antioxidants and skin care: the essentials. *Plast Reconstr Surg* 2010;125:378-383.
- Harman D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. *J Gerontol* 1956;11:298-300.
- Trüeb RM. Oxidative stress in ageing of hair. *Int J Trichology* 2009;1:6-14.
- Shindo Y, Witt E, Han D, Epstein W, Packer L. Enzymic and non-enzymic antioxidants in epidermis and dermis of human skin. *J Invest Dermatol* 1994;102:122-124.
- Harman D. Free radical theory of aging: dietary implications. *Am J Clin Nutr* 1972;25:839-843.
- Trüeb RM. Aging of hair. *J Cosmet Dermatol* 2005;4:60-72.
- Arck PC, Overall R, Spatz K, Liezman C, et al. Towards a "free radical theory of graying": melanocyte apoptosis in the aging human hair follicle is an indicator of oxidative stress induced tissue damage. *FASEB J* 2006;20:1567-1569.
- Draeos ZD. Active agents in common skin care products. *Plast Reconstr Surg* 2010;125:719-724.
- Zhao J, Harada N, Kurihara H, Nakagata N, Okajima K. Dietary isoflavone increases insulin-like growth factor-I production, thereby promoting hair growth in mice. *J Nutr Biochem* 2011;22:227-233.
- Harada N, Okajima K, Arai M, Kurihara H, Nakagata N. Administration of capsaicin and isoflavone promotes hair growth by increasing insulin-like growth factor-I production in mice and in humans with alopecia. *Growth Horm IGF Res* 2007;17:408-415.
- Takahashi T, Kamiya T, Yokoo Y. Proanthocyanidins from grape seeds promote proliferation of mouse hair follicle cells *in vitro* and convert hair cycle *in vivo*. *Acta Derm Venereol* 1998;78:428-432.
- Kwon OS, Han JH, Yoo HG, Chung JH, et al. Human hair growth enhancement *in vitro* by green tea epigallocatechin-3-gallate (EGCG). *Phytomedicine* 2007;14:551-555.
- Hiipakka RA, Zhang HZ, Dai W, Dai Q, Liao S. Structure-activity relationships for inhibition of human 5 $\alpha$ -reductases by polyphenols. *Biochem Pharmacol* 2002;63:1165-1176.
- Dulak J. Nutraceuticals as anti-angiogenic agents: hopes and reality. *J Physiol Pharmacol* 2005;56:51-67.
- Takahashi T, Kamiya T, Hasegawa A, Yokoo Y. Procyanidin oligomers selectively and intensively promote proliferation of mouse hair epithelial cells *in vitro* and activate hair follicle growth *in vivo*. *J Invest Dermatol* 1999;112:310-316.
- Takahashi T, Kamimura A, Yokoo Y, Honda S, Watanabe Y. The first clinical trial of topical application of procyanidin B-2 to investigate its potential as a hair growing agent. *Phytother Res* 2001;15:331-336.
- Foitzik K, Hoting E, Heinrich U, Tronnier H, Paus R. Indications that topical L-carnitin-L-tartrate promotes human hair growth *in vivo*. *J Dermatol Sci* 2007;48:141-144.
- Foitzik K, Hoting E, Förster T, Pertile P, Paus R. L-carnitine-L-tartrate promotes human hair growth *in vitro*. *Exp Dermatol* 2007;16:936-945.
- Collin C, Gautier B, Gaillard O, Hallegot P, et al. Protective effects of taurine on human hair follicle grown *in vitro*. *Int J Cosmet Sci* 2006;28:289-298.
- Piccardi N, Manissier P. Nutrition and nutritional supplementation: Impact on skin health and beauty. *Dermatoendocrinol* 2009;1:271-274.
- Obrigkeit DH, Oepen T, Jugert FK, Merk HF, Kubicki J. Xenobiotics *in vitro*: the influence of L-cystine, pantothenat, and mliacin on metabolic and proliferative capacity of keratinocytes. *Cutan Ocul Toxicol* 2006;2:13-22.
- Fischer TW, Slominski A, Tobin DJ, Paus R. Melatonin and the hair follicle. *J Pineal Res* 2008;44:1-15.
- Fischer TW. The influence of melatonin on hair physiology. *Hautarzt* 2009;60:962-972.
- Fischer TW, Burmeister G, Schmidt HW, Elsner P. Melatonin increases anagen hair rate in women with androgenetic alopecia or diffuse alopecia: results of a pilot randomized controlled trial. *Br J Dermatol* 2004;150:341-345.
- Sengupta A, Lichti UF, Carlson BA, Ryscavage AO, et al. Selenoproteins are essential for proper keratinocyte function and skin development. *PLoS One* 2010;5:12249.
- Plonka PM, Handjiski B, Popik M, Michalczyk D, Paus R. Zinc as an ambivalent but potent modulator of murine hair growth *in vivo*- preliminary observations. *Exp Dermatol* 2005;14:844-853.
- Plonka PM, Handjiski B, Michalczyk D, Popik M, Paus R. Oral zinc sulphate causes murine hair hypopigmentation and is a potent inhibitor of eumelanogenesis *in vivo*. *Br J Dermatol* 2006;155:39-49.

28. Hagiwara S, Uchida T, Koga H, Inomata M, et al. The  $\alpha$ -lipoic acid derivative sodium zinc dihydrolipoylhistidinate reduces chemotherapy-induced alopecia in a rat model: a pilot study. *Surg Today* 2011;41:693-697.
29. D'Agostini F, Fiallo P, Pennisi TM, De Flora S. Chemoprevention of smoke-induced alopecia in mice by oral administration of L-cystine and vitamin B6. *J Dermatol Sci* 2007;46:189-198.
30. Brzezińska-Wcisło L. Evaluation of vitamin B6 and calcium pantothenate effectiveness on hair growth from clinical and trichographic aspects for treatment of diffuse alopecia in women. *Wiad Lek* 2001;54:11-18.
31. Boccaletti V, Zendri E, Giordano G, Gnetti L, Panfilis G. Familial uncombable hair syndrome: Ultrastructural hair study and response to biotin. *Pediatr Dermatol* 2007;24:14-16.
32. Trüeb RM. Pharmacologic interventions in aging. *Clin Interv Aging* 2006;1:121-129.
33. Kwack MH, Shin SH, Kim SR, Im SU, et al. L-Ascorbic acid 2-phosphate promotes elongation of hair shafts via the secretion of insulin-like growth factor-1 from dermal papilla cells through phosphatidylinositol 3-kinase. *Br J Dermatol* 2009;160:1157-1162.
34. Kwack MH, Kim MK, Kim JC, Sung YK. L-ascorbic acid 2-phosphate represses the dihydrotestosterone-induced dickkopf-1 expression in human balding dermal papilla cells. *Exp Dermatol* 2010;19:1110-1112.
35. Sung YK, Hwang SY, Cha SY, Kim SR, et al. The hair growth promoting effect of ascorbic acid 2-phosphate, a long-acting Vitamin C derivative. *J Dermatol Sci* 2006;41:150-152.
36. Kwack MH, Ahn JS, Kim MK, Kim JC, Sung YK. Preventable effect of L-threonate, an ascorbate metabolite, on androgen-driven balding via repression of dihydrotestosterone-induced dickkopf-1 expression in human hair dermal papilla cells. *BMB Rep* 2010;4:688-692.
37. Yoo HG, Chang IY, Pyo HK, Kang YJ, et al. The additive effects of minoxidil and retinol on human hair growth *in vitro*. *Biol Pharm Bull* 2007;30:21-26.
38. Naziroglu M, Kokcam I. Antioxidants and lipid peroxidation status in the blood of patients with alopecia. *Cell Biochem Funct* 2000;18:169-173.
39. Amor KT, Rashid RM, Mirmirani P. Does D matter? The role of vitamin D in hair disorders and hair follicle cycling. *Dermatol Online J* 2010;1:3.
40. Xie Z, Komuves L, Yu QC, Elalieh H, et al. Lack of the vitamin D receptor is associated with reduced epidermal differentiation and hair follicle growth. *J Invest Dermatol* 2002;118:11-16.
41. Ghebremeskel K, Harbige LS, Williams G, Crawford MA, Hawkey C. The effect of dietary change on *in vitro* erythrocyte haemolysis, skin lesions and alopecia in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Comp Biochem Physiol A Comp Physiol* 1991;100:891-896.
42. Chen CH, Sheu MT, Wu AB, Lin KP, Ho HO. Simultaneous effects of tocopheryl polyethylene glycol succinate (TPGS) on local hair growth promotion and systemic absorption of topically applied minoxidil in a mouse model. *Int J Pharm* 2005;306:91-98.
43. Park S, Shin WS, Ho J. Fructus panax ginseng extract promotes hair regeneration in C57BL/6 mice. *Ethnopharmacol* 2011;138:340-344.
44. Prager N, Bickett K, French N, Marcovici G. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial to determine the effectiveness of botanically derived inhibitors of 5-alpha-reductase in the treatment of androgenetic alopecia. *J Altern Complement Med* 2002;8:143-152.
45. Pumthong G, Asawanonda P, Varothai S, Jariyasethavong V, et al. Curcuma aeruginosa, a novel botanically derived 5 $\alpha$ -reductase inhibitor in the treatment of male-pattern baldness: a multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Dermatol Treat* 2012;23:385-914.
46. Pandit S, Chauhan NS, Dixit VK. Effect of *Cuscuta reflexa* Roxb on androgen-induced alopecia. *J Cosmet Dermatol* 2008;7:199-204.
47. Hirata N, Tokunaga M, Naruto S, Inuma M, Matsuda H. Testosterone 5 $\alpha$ -reductase inhibitory active constituents of *Piper nigrum* leaf. *Biol Pharm Bull* 2007;30:2402-2405.
48. Shibata K, Takahashi C, Fukuwatari T, Sasaki R. Effects of excess pantothenic acid administration on the other water-soluble vitamin metabolisms in rats. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2005;5:385-391.

## EVALUACIÓN

1. Los antioxidantes tópicos o sistémicos se han administrado para el tratamiento de diversos padecimientos del pelo, excepto:
  - a) prevenir la aparición de canas
  - b) coadyuvante en efluvio telógeno
  - c) coadyuvante en alopecia areata
  - d) coadyuvante en alopecia androgénica
2. Los radicales libres son producidos por todo lo siguiente, excepto:

- a) isquemia
  - b) radiación UV
  - c) humo de tabaco
  - d) contaminación ambiental
  - e) ejercicio aeróbico
3. Un antioxidante se define como:
    - a) sustancia que disminuye o evita la oxidación de proteínas
    - b) sustancia que disminuye o evita la oxidación de sustratos
    - c) sustancia que disminuye o evita la oxidación de carbohidratos
    - d) sustancia que disminuye o evita la oxidación de óxido nítrico
  4. La epidermis contiene mayor número de antioxidantes y con mayor capacidad que en la dermis:
    - a) falso
    - b) verdadero
  5. ¿Cómo se define estrés oxidativo?
    - a) desequilibrio entre el sistema oxidante y antioxidante a favor de un daño potencial
    - b) desequilibrio entre el sistema oxidante y antioxidante a favor de un beneficio potencial
    - c) igualdad entre el sistema oxidante y antioxidante
    - d) desequilibrio entre el sistema oxidante con predominio del sistema antioxidante
  6. Los antioxidantes botánicos para el pelo se clasifican en las siguientes categorías, excepto:
    - a) flavonoides
    - b) retinoides
    - c) polifenoles
    - d) carotenoides
  7. Las isoflavonas, pertenecientes al grupo de flavonoides, actúan:
    - a) promoviendo la proliferación del folículo piloso
    - b) incrementando la producción de IGF-1
    - c) promoviendo la fase de regresión de telógeno a anágeno
    - d) inhibiendo la 5 $\alpha$ -reductasa
  8. Las catequinas, del grupo de polifenoles, han mostrado su principal efecto en:
    - a) alopecia androgénica
    - b) alopecia areata
    - c) efluvio telógeno
    - d) prevención de canas
  9. Aminoácidos que han mostrado promover la supervivencia folicular, excepto:
    - a) L-carnitina
    - b) taurina
    - c) selenio
    - d) L-cistina
  10. La melatonina se ha implicado principalmente en:
    - a) el crecimiento del cabello
    - b) alopecia androgénica
    - c) retardo en la aparición de canas
    - d) disminuye la pérdida de cabello

El Consejo Mexicano de Dermatología, A.C. otorgará dos puntos con validez para la recertificación a quienes envíen correctamente contestadas las evaluaciones que aparecen en cada número de *Dermatología Revista Mexicana*.

El lector deberá enviar todas las evaluaciones de 2015, una por una o todas juntas, a la siguiente dirección:

**Dermatología Revista Mexicana**  
José Martí 55, colonia Escandón,  
CP 11800, México, DF.

**Fecha límite de recepción de evaluaciones:**  
29 de enero de 2016.