

## Fotoprotección

María Lapadula, Florencia Pedrini y Lorena Consalvo

**Esta sección actualiza temas de interés en la práctica dermatológica. Usamos el método de preguntas y elección múltiple de respuestas, con breves comentarios ad hoc.**

### PREGUNTAS

- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones en relación a la radiación ultravioleta (RUV) es verdadera?
  - La UVB penetra más profundamente en la piel que la UVA.
  - Se estima que el 50% de la exposición a UVA ocurre a la sombra.
  - La relación UVA:UVB que llega a la superficie terrestre es de 5:1.
  - La UVB se ve menos afectada por las condiciones climáticas y por la altura que la UVA.
  - La efectividad de la RUV para producir eritema aumenta con la longitud de onda.
- En relación a la fotocarcinogénesis, coloque verdadero (V) o falso (F):
  - La UVB es importante para la iniciación tumoral, mientras que la UVA es más importante para la promoción.
  - La UVB es más citotóxica que la UVA.
  - La RUV actúa sobre el ADN y genera principalmente dímeros de timina.
  - La UVA puede inducir la síntesis de metaloproteinasas de la matriz, que pueden aumentar la agresividad del cáncer de piel.
  - Solamente la UVB es capaz de producir inmunosupresión, y por lo tanto riesgo aumentado de cáncer de piel.
- Relacione cada uno de los siguientes antioxidantes de la piel con el medio en el que son más importantes:
  - ácido L-ascórbico (vit. C) I) mitocondrias
  - glutacion II) membranas celulares
  - vitamina E III) intersticio
  - ubiquinol IV) intracelular
- Por todas las siguientes afirmaciones **excepto una**, el ácido ferúlico es importante en el campo de la fotoprotección:
  - Provee protección contra la formación de dímeros de timina.
  - Aumenta la estabilidad de una solución de vitaminas C y E.
  - Aumenta la permanencia de los fotoprotectores sobre la piel.
  - Aumenta al doble la fotoprotección brindada por la solución de vitaminas C y E.
  - La aplicación tópica de ácido ferúlico inhibe el eritema provocado por UVB.
- Según el Comité Europeo de Estandarización, la fotoprotección que brinda la vestimenta es adecuada si:
  - El UPF (factor de protección UV) es mayor de 40, la transmisión promedio de UVA es menor al 5% y la ropa cubre desde la base del cuello hasta las pantorrillas y las tres cuartas partes de los brazos.
  - Al ser lavada, mantiene sus fibras de tal forma que los orificios entre ellas no superen los 0,8 mm.
  - La transmisión promedio de UVB y UVA es menor al 20%.
  - El UPF es mayor a 15 y la ropa no absorbe más del 50% de los RUV.
  - Si al usarla, menos del 30% de la tela de la prenda está en contacto con la piel.
- Con respecto al término factor de protección solar (FPS), coloque verdadero (V) o falso (F):
  - Se define como la relación entre la dosis mínima de eritema (DME) de la piel de un individuo tratada con un agente protector tópico y la DME del mismo sin fotoprotección.

- b. Es un parámetro que indica el grado de fotoprotección contra los UVB y los UVA.
  - c. La protección frente al eritema aumenta proporcionalmente con el FPS.
  - d. Un protector solar con un FPS de 30 asegura una fotoprotección mayor al 97%.
  - e. El método COLIPA se utiliza en Europa para valorar la protección de los productos solares frente a fracción UVA del espectro, exclusivamente.
7. La capacidad de un protector solar de retener su actividad a través del tiempo al ser expuesto a la RUV se denomina:
    - a. sustentividad
    - b. fotoestabilidad
    - c. reflectancia
    - d. dispersabilidad
    - e. complacencia
  8. Los principales factores que disminuyen la eficacia de los fotoprotectores son:
    - a. La inadecuada cantidad de producto y la escasa frecuencia de aplicación utilizadas.
    - b. La transpiración, la inmersión y el roce.
    - c. La aplicación del fotoprotector en el momento de exponerse al sol.
    - d. La aplicación de protector solar en forma no uniforme.
    - e. Todas son correctas.
  9. Coloque la opción correcta en relación a los siguientes agentes orgánicos utilizados como filtros solares:
    - a. el mexoryl XL (dometizol trisiloxan) es fotoestable, liposoluble y tiene espectro de acción UVA y UVB.
    - b. el tinosorb M (metilen –bis-benzotriazolil tetrametil butil fenol) y S (bis-etilhexiloxifenol metoxifenol triazina) tienen un pequeño espectro de acción por lo que se ha discontinuado su uso.
    - c. el PABA (ácido para amino benzoico) es el agente anti UVB más utilizado en la actualidad ya que es muy bien tolerado.
    - d. el óxido de titanio y el óxido de zinc son los agentes orgánicos que causan más reacciones de hipersensibilidad.
    - e. los cinamatos, como el parsol mcx (octilmetoxicinamato), actúan principalmente como filtros UVA.
  10. ¿Cuál considera que es el efecto adverso más frecuente reportado con el uso de fotoprotectores tópicos?:
    - a. disminución de la síntesis de vitamina D.
    - b. efecto estrogénico.
    - c. absorción e hipersensibilidad sistémica.
    - d. dermatitis de contacto.
    - e. aumento de la incidencia de melanoma por aumento del tiempo de exposición al sol.
  11. Es importante comenzar con el uso de protectores solares en la infancia porque:
    - a. No deben usarse protectores solares en los niños menores de 2 años, ya que se corre riesgo de intoxicación por ingestión del producto.
    - b. No se ha demostrado una reducción del riesgo de melanoma en personas que han sufrido quemaduras solares en la infancia.
    - c. La utilización de protectores solares en los primeros 18 años de vida podría reducir la incidencia de cáncer de piel no melanoma.
    - d. Los menores de seis meses pueden exponerse al sol directo usando protector solar con FPS 50+.
    - e. Deben usarse fotoprotectores con ingredientes activos inorgánicos solamente.

## RESPUESTAS

1. Opción correcta: **b**.  
 La radiación ultravioleta emitida por el sol se divide según su longitud de onda en UVC (270-290 nm), UVB (290-320 nm) y UVA, que se subdivide en UVA1 (340-400 nm) y UVA2 (320-340-nm). La UVC es filtrada por la capa de ozono en la estratosfera y no alcanza la superficie terrestre. La UVA, al tener mayor longitud de onda, penetra más profundamente en la piel, penetra a través del vidrio y es la menos afectada por la altitud y las condiciones atmosféricas. Ha sido estimado que el 50% de la exposición UVA ocurre a la sombra. En la superficie terrestre, la relación UVA: UVB es de 20:1. La efectividad de la RUV para producir eritema declina rápidamente con el aumento de la longitud de onda; así se necesitan 1000 veces más UVA que UVB para producir el mismo eritema.
2. Opciones correctas: **a: V, b: F, c: V, d: V, e: F**.  
 La UVB es un carcinógeno completo, pero se sabe que es más importante para la iniciación tumoral, mientras que la UVA influye predominantemente en la promoción. Comparada con la UVB, la UVA genera más stress oxidativo y por lo tanto es más citotóxica. La UVA puede además inducir la síntesis de metaloproteinasas de la matriz, que pueden aumentar la agresividad del cáncer de piel. La RUV puede causar inmunosupresión y de esta forma promover la aparición de cáncer de piel. Actualmente se sabe que tanto la UVA como la UVB son importantes inmunosupresores.

3. Opciones correctas: **a/III, b/IV, c/II, d/I.**

La piel debe protegerse del stress oxidativo producido por la RUV y la polución. Los principales antioxidantes de la piel se dividen en enzimáticos y no enzimáticos. Las enzimas funcionan predominantemente en el medio intracelular (glutacion peroxidasa, catalasas, superóxido dismutasas). Los principales antioxidantes no enzimáticos son el ácido L-ascórbico (vitamina C) en el extracelular, glutacion en el intracelular, vitamina E en las membranas celulares y ubiquinol en las mitocondrias. El más abundante en la piel es el ácido ascórbico.

4. Opción correcta: **c.**

El ácido ferúlico es un potente antioxidante fenólico que se encuentra en altas concentraciones en las plantas. Como se ha mencionado anteriormente, uno de los principales mediadores del fotodaño causado por la RUV es la generación de especies reactivas del oxígeno. Por lo tanto, los antioxidantes tendrían un rol importante en la fotoprotección. Se han estudiado soluciones con vitaminas C y E y se ha hallado que una mezcla acuosa estable de vitamina C al 15% y de vitamina E (+-tocoferol) al 1% puede aumentar hasta cuatro veces el factor de protección de la piel al aplicarse en forma tópica. En el intento de lograr que esta solución sea más estable, el mismo grupo de investigación, agregó ácido ferúlico a la misma. Se halló entonces que no sólo aumentaba la estabilidad sino que además duplicaba el factor de protección. Por otra parte, ha sido demostrado en otros estudios que el ácido ferúlico brinda protección contra la formación de dímeros de timina (principal mutación generada por la luz UV). La aplicación tópica de ácido ferúlico inhibe el eritema causado por la UVB.

El ácido ferúlico no aumenta la permanencia de fotoprotectores sobre la piel.

5. Opción correcta: **a.**

La vestimenta es considerada una de las principales herramientas de fotoprotección. Según el Comité Europeo de Estandarización (CEE) (uno de los generadores de normas y especificaciones técnicas en cuanto a la industria textil), el UPF se calcula midiendo la transmisión de UVA y UVB a través de una determinada tela, con un espectrofotómetro. En el último consenso publicado por el CEE (EN 13758) se acepta que para que la ropa sea adecuada debe cumplir con un UPF mayor de 40, la transmisión promedio de UVA debe ser menor al 5% y la ropa debe cubrir desde la base del cuello hasta las pantorrillas y las tres cuartas partes de los brazos.

Más allá de estas especificaciones, los factores a tener en cuenta son: grosor de las telas, efectos del lavado, material (los tejidos sintéticos y la lana

protegen más que el lino, algodón, acetato y rayón), color (los colores más oscuros protegen más), distancia de la piel (cuanto más distancia más protege).

6. Opciones correctas: **a: V, b: F, c: F, d: V, e: V.**

El uso de fotoprotectores tópicos implica la interpretación correcta del FPS. El método para calcularlo se basa en un test que se realiza en un laboratorio, con voluntarios humanos; en el que se utiliza una fuente de emisión de RUV y se mide el eritema producido sobre la piel de la espalda sobre 1 cm<sup>2</sup>. La cantidad de protector solar colocada es de 2 mg por cm<sup>2</sup> (FDA). El FPS se define entonces como la relación entre la dosis mínima de radiación necesaria para producir eritema (DME) en la piel tratada con un agente protector tópico y la dosis necesaria para producir eritema, sin fotoprotección.

Es importante destacar que el FPS se refiere principalmente a los rayos del tipo UVB, ya que el eritema es un efecto biológico principal de este tipo de radiación.

La protección frente al eritema NO aumenta proporcionalmente con el FPS. Por ejemplo, mientras que un protector solar con un FPS de 2 filtra el 50% de la radiación, un FPS 15 filtra el 94% y un protector solar con un FPS de 30 asegura una fotoprotección mayor al 97%. Al principio la fotoprotección aumenta rápidamente con incrementos mínimos de FPS y luego se nivela a partir de FPS de 10.

Existen otros métodos para calcular el FPS entre ellos el COLIPA, Australia/Nueva Zelanda, Japonés. Estos métodos son similares pero no son equivalentes.

El método COLIPA es el que se utiliza actualmente en Europa para calcular el FPS. Mide protección contra UVA y UVB.

7. Opción correcta: **b.**

La capacidad de un protector solar de retener su actividad a través del tiempo al ser expuesto a la RUV se denomina fotoestabilidad. El protector solar ideal debe ser químicamente estable y disolverse o dispersarse fácil y permanentemente en el vehículo. La fotoestabilidad también depende de: la combinación con otros filtros UV en el producto, del solvente y del vehículo. La pérdida de la actividad (la "fotoinestabilidad") se debe a cambios moleculares en la estructura o a reacciones químicas con otros productos del fotoprotector.

La sustentividad es la capacidad del producto de resistir el lavado o la remoción por la transpiración. Un producto que mantiene la misma categoría de protección luego de 40 minutos de inmersión se denomina resistente al agua, y luego de 80 minutos de inmersión, a prueba de agua.

8. Opción correcta: **d.**

Existen numerosos factores que interfieren en la eficacia de los protectores solares. El factor más importante es la cantidad de protector solar utilizada. La mayoría de las personas se aplican menos de 2 mg/cm<sup>2</sup> que sería la cantidad necesaria para obtener una adecuada fotoprotección. Además, ciertas zonas del cuerpo como la espalda, el cuello, los pabellones auriculares y las sienes quedan olvidadas. Otros inconvenientes son la inadecuada frecuencia de reaplicación y la utilización de protectores solares inorgánicos, que por su apariencia son aplicados en menor cantidad respecto a los orgánicos, lo que resulta en una disminución en su eficacia.

9. Opción correcta: **a.**

Existen actualmente múltiples agentes usados como filtros solares. Se pueden clasificar en orgánicos e inorgánicos, y además según si tienen espectro UVB o UVA.

Los inorgánicos más utilizados son el dióxido de zinc y el óxido de titanio. Son fotoestables, no se absorben y no causan reacciones de hipersensibilidad.

Dentro de los ingredientes orgánicos se encuentra el PABA, que fue uno de los primeros filtros utilizados, pero debido a que demostró ser un potente carcinógeno in vitro y al alto número de casos de fotoalergia presentados se discontinuó su uso.

Los cinamatos, como el parsol mcx, son insolubles en agua, se combinan muy fácilmente y su espectro de acción es principalmente UVB.

Los salicilatos son comúnmente usados para minimizar la fotodegradación de otros ingredientes como oxibenzonas y avobenzonas.

El mexoryl XL es fotoestable, liposoluble y tiene espectro UVB y UVA. El mexoryl SX es hidrosoluble y se formula frecuentemente con avobenzonas como un fotoprotector de amplio espectro.

Los tinosorb S y M son fotoprotectores de amplio espectro (UVA y UVB), tienen alta fotoestabilidad y estabilizan las avobenzonas.

10. Opción correcta: **d.**

Todos los protectores solares pueden inducir la aparición de efectos adversos, tales como dermatitis de contacto, fotoalergia y fototoxicidad. De todas maneras, considerando la gran cantidad de personas que utilizan protector solar, la frecuencia de efectos adversos es escasa.

Aunque ha sido reportado que el uso regular de fotoprotección puede afectar la síntesis de vitamina

D, varios trabajos clínicos han demostrado que el uso de fotoprotectores no influye en los niveles séricos de vitamina D, ni induce osteoporosis o hiperparatiroidismo secundario.

Se ha publicado también que algunos protectores solares pueden tener efecto estrogénico leve en animales, pero se ha cuestionado la validez de estos resultados en base a defectos metodológicos del modelo.

Algunos autores han planteado que el uso de fotoprotectores podría aumentar el tiempo de exposición de las personas al sol, y que esto se traduciría en un aumento de riesgo de cáncer de piel, inclusive el melanoma. Esta observación es muy difícil de comprobar, y se considera que si el beneficio está en la reducción de la exposición a rayos ultravioletas, el balance riesgo beneficio continua estando a favor del uso de fotoprotectores.

11. Opción correcta: **c.**

La importancia de utilizar protectores solares desde la infancia y la adolescencia fue demostrada en un estudio que estimó que la utilización de protectores solares con un FPS adecuado en los primeros 18 años de vida podría reducir en un 78% la incidencia de cáncer de piel no melanoma. Datos epidemiológicos asocian el aumento del riesgo de padecer melanoma con la sobreexposición solar durante la niñez, especialmente si ha habido quemaduras solares. No se aconseja la utilización de protectores solares en niños menores de 6 meses debido a la inmadurez de los sistemas de excreción y metabolización de los agentes absorbidos presentes en los protectores solares. Los menores de 6 meses no deben exponerse nunca al sol directo, y entre los seis meses y el año no deben ser expuestos intencionalmente, deben protegerse con pantallas de alto FPS que sean resistentes al agua y no contengan alcohol, y con ropas livianas.

### Bibliografía sugerida

1. Tuchinda, C.; Lim, H.W.; Osterwalder, U.; Rougier, A.: Novel Emerging Sunscreen Technologies. *Dermatol Clin* 2006; 24: 105-117.
2. Kullavanijaya, P.; Lim, H.W.: Photoprotection. *J Am Acad Dermatol* 2005; 52: 937-958.
3. Santisteban, M.M.; Stengel, F.M.: Fotoprotección tópica. Agentes activos particulados. *Arch Argent Dermatol* 2001; 51: 109-118.
4. Stengel, F.M.; Santisteban, M.M.: Reflexiones sobre los fotoprotectores tópicos. Su rol e importancia en la prevención del daño actínico. *Arch Argent Dermatol* 2000; 50: 99-107.