



ARTÍCULO ESPECIAL

## e Actualización en fotoprotección infantil

M. Valdivielso-Ramos\* y J.M. Herranz

Servicio de Dermatología, Hospital Infanta Leonor, Madrid, España

Recibido el 22 de abril de 2009; aceptado el 19 de junio de 2009  
Disponible en Internet el 6 de enero de 2010

### PALABRAS CLAVE

Fotoprotección infantil;  
Fotoprotectores solares;  
Campañas solares educativas;  
Infancia

### KEYWORDS

Sun protection in children;  
Sunscreens;  
Educational sun exposure campaign;  
Childhood

### Resumen

Los niños son uno de los grupos de la población en los que debe extremarse la fotoprotección. En primer lugar, porque desarrollan una actividad al aire libre mucho más importante que los adultos. En segundo lugar, porque el principal factor de riesgo del cáncer de piel es la radiación ultravioleta, sobre todo aquella radiación producida durante la infancia. La disminución de la exposición solar en los niños puede disminuir potencialmente la incidencia del cáncer cutáneo.

La fotoprotección incluye todas aquellas medidas que se pueden instaurar para proteger a la piel de la agresión producida por la exposición solar, como las conductas de evitación solar, la protección con ropas, gorros y gafas solares y el uso de fotoprotectores.

Es necesario dar a conocer la importancia de la fotoprotección entre los padres y, sobre todo, entre los niños mediante campañas educativas que incrementen el conocimiento de las medidas fotoprotectoras y que favorezcan cambios en el comportamiento respecto de la exposición solar. En esta labor educativa los dermatólogos y los pediatras ocupan un papel fundamental.

En esta revisión se actualizan los conocimientos más recientes en fotoprotección infantil, las novedades en fotoprotectores y las campañas más recientes sobre educación solar.

© 2009 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Update on photoprotection in children

#### Abstract

Children are one of the population groups in which the photo-protection must be maximised. Firstly, because they take part in outdoor activities more often than adults. Secondly, because the principal risk factor for all types of skin cancer is ultraviolet radiation, and in particular, cumulative exposure during childhood. Hence, decreasing exposure to ultraviolet radiation in childhood has the potential to significantly lower the incidence of most forms of skin cancer.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [mvaldira@yahoo.es](mailto:mvaldira@yahoo.es) (M. Valdivielso-Ramos).

Photoprotection includes behavioural measures to protect the skin from sun exposure, e.g. sun protective clothes, hats, sunglasses, and sunscreens. It is necessary to provide information on photoprotection to parents, and, above all, to children, using educational campaigns to increase knowledge of photoprotection to help change attitudes towards sun exposure. Dermatologists and Paediatricians play a essential role in this educational work. In this article we review the latest information regarding paediatric sun protection, the new sunscreens, and the recent sun protection educational programs.

© 2009 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La radiación solar es imprescindible para que pueda existir vida en la Tierra. El sol emite luz, calor y radiación ultravioleta (UV). La mayoría de los efectos biológicos de la luz solar sobre la piel humana se deben a la radiación UV. En función de la longitud de onda de esta radiación puede dividirse en 3 tipos:

- radiación UVA (320–400 nm), que a su vez se divide en UVA1 o UVA larga (340–400 nm) y UVA2 o UVA corta (320–340 nm);
- radiación UVB (290–320 nm), y
- radiación UVC (270–290 nm).

Para poder alcanzar la superficie terrestre esta radiación atraviesa diversas capas atmosféricas que actúan como un filtro, lo que permite el paso de un espectro de radiación comprendido entre la radiación UVB de 290 nm y los infrarrojos lejanos de 4.000 nm. La radiación UVC es muy tóxica y mutagénica en seres vivos, y la capa de ozono en la estratosfera la filtra, por lo que no alcanza la superficie terrestre. La capa de ozono también filtra aproximadamente un 90% de UVB y escasamente de UVA. Su depleción tendrá un gran impacto en la cantidad de radiación eritematogena UVB que llegue a la superficie terrestre en el futuro<sup>1</sup>.

La radiación visible, determinada por el espectro visual humano, oscila entre los 400 y los 780 nm. Por encima se encuentra el espectro infrarrojo; su efecto más importante es la producción de calor y puede potenciar los efectos dañinos de la radiación UV por su mayor capacidad de penetración en la piel, lo que exacerba sobre todo el fotoenvejecimiento.

La relación de UVA/UVB que llega a la Tierra es de 20:1<sup>2</sup>. La cantidad de radiación UV que llega a la superficie terrestre se modifica según diversos factores:

- la hora del día (la mayor radiación llega entre las 11 y las 16 h);
- la estación del año (en verano llega con mayor intensidad);
- la latitud geográfica (mayor radiación cuanto más cerca del ecuador);
- la altitud (mayor radiación a mayor altitud);
- las nubes y la polución disminuyen la cantidad de radiación, y
- la capa de ozono (llega mayor radiación en aquellas zonas con una capa disminuida, como los polos en determinadas épocas)<sup>2</sup>.

El suelo terrestre refleja poco la radiación UV, pero la arena y la nieve reflejan un 25 y un 90%, respectivamente, de la radiación que reciben.

La composición de la luz del sol natural en un día soleado es de un 90 a un 95% de UVA y de un 5 a un 10% de UVB<sup>3</sup>. La radiación UVA representa un 5% de la luz solar terrestre y la UVB representa un 0,5%. La radiación UVA tiene una longitud de onda mayor que la UVB, por lo que penetra en profundidad y llega a la dermis, e incluso afecta a las células sanguíneas circulantes. Se modifica menos por la altitud o las condiciones atmosféricas y no se filtra por los cristales de las ventanas, a diferencia de la UVB<sup>2</sup>.

La radiación UVB causa la mayoría de las reacciones fotobiológicas de la epidermis y sólo un 10% pasa a la dermis. Actúa en los cromóforos celulares, especialmente en el ácido desoxirribonucleico (ADN). La radiación UVB es la principal causante del eritema, de la quemadura solar y de un 65 a un 70% de los efectos carcinógenos de las radiaciones solares<sup>4</sup>.

## Efectos de la radiación ultravioleta en el niño

La radiación solar es causante de múltiples efectos sobre la piel del niño. Los efectos dañinos de la radiación UV son acumulativos e irreversibles. Unos son inmediatos, como la aparición de eritema, la IPD (*immediate pigment darkening* 'pigmentación inmediata'), la pigmentación retardada o las quemaduras solares, y otros acontecen de forma tardía, como el envejecimiento cutáneo o el aumento de riesgo de carcinogénesis, terreno donde se centra la mayoría de las investigaciones recientes.

La exposición solar intensa durante las 2 primeras décadas de vida se ha relacionado especialmente con el fotoenvejecimiento cutáneo y la formación de cáncer de piel<sup>5</sup>. De esta forma, la disminución de la exposición a la radiación UV en la infancia podría potencialmente disminuir de forma significativa la incidencia del cáncer de piel tanto en la infancia como en la edad adulta.

En el pasado, el estudio del cáncer cutáneo se centraba fundamentalmente en la radiación UVB, pero los trabajos recientes están reconociendo también el papel concomitante de la radiación UVA<sup>3</sup>. Es bien conocido que el cáncer comprende un proceso de iniciación, promoción y progresión. La radiación UVB desempeña un papel fundamental, ya que la absorbe fundamentalmente la epidermis, induce daños en el ADN nuclear de los queratinocitos y de los melanocitos y suprime el sistema inmunológico. Estas células tienen mecanismos capaces de reparar el daño,

pero si lo hacen de forma incompleta, pueden ir apareciendo mutaciones que desemboquen en lesiones precancerosas y cancerosas. La UVA es importante en la promoción tumoral y se considera menos mutagénica que la radiación UVB. Produce inmunosupresión, hiperplasia epidérmica, células de quemadura (*sunburn cells*) en la epidermis, aumento de la expresión de p53 en los queratinocitos e inhibe la reparación del ADN. Parece que su papel en la génesis del melanoma es más importante que en cualquier otra forma de cáncer cutáneo<sup>4</sup>. Los estudios indican que tanto la radiación UVA como la UVB son causantes de la formación de melanoma<sup>3</sup>.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) el cáncer cutáneo es el tipo de cáncer más frecuente en el mundo, y el melanoma el que más rápidamente está aumentando. El riesgo estimado de desarrollo de un carcinoma basocelular es de un 28 a un 33% y el de desarrollo de un carcinoma espinocelular es de un 7 a un 11%<sup>3</sup>. Como se ha documentado en numerosos estudios epidemiológicos, el principal factor de riesgo para el cáncer de piel, especialmente el carcinoma basocelular, el carcinoma espinocelular y el melanoma, es la radiación UV y, de manera especial, la exposición temprana e intensa durante la infancia<sup>5</sup>.

Otros estudios han demostrado una intensa correlación entre las quemaduras en la infancia y el riesgo de desarrollo de queratosis actínicas, carcinoma basocelular, carcinoma espinocelular y melanoma en la edad adulta<sup>6-8</sup>. También se ha documentado una correlación entre el melanoma y la exposición intermitente a la radiación solar, hecho que ocurre típicamente en estos días y que se relaciona significativamente con el aumento de las quemaduras solares<sup>9</sup>.

La radiación UV también es causante de la aparición de trastornos de fotosensibilidad, como la urticaria solar o la erupción solar polimorfa, y de la supresión del sistema inmunológico, en el que participan tanto la UVB como la UVA<sup>10,11</sup>. Ésta es una característica que se utiliza en dermatología de forma terapéutica, en la que se usan las cabinas de fototerapia para el tratamiento de algunas enfermedades inflamatorias, como la psoriasis o la dermatitis atópica. Por otra parte, hay varias enfermedades que típicamente se agravan con la exposición solar, como la porfiria, el lupus o el xeroderma pigmentoso, que suelen tener manifestaciones durante la infancia.

Por último, la piel desempeña un papel fundamental en la biosíntesis de vitamina D. Para que esta función se produzca con normalidad necesita dosis pequeñas de radiación UV. Está ampliamente demostrado que los humanos reciben más radiación de la necesaria, y con una dieta equilibrada y una exposición solar mínima en un país con abundante radiación solar, como España, es suficiente para cubrir las necesidades en la infancia<sup>2,12,13</sup>.

## Fotoprotección de la piel infantil

La fotoprotección tiene como objetivo la prevención del daño que la radiación UV realiza en la piel. Las medidas de fotoprotección son aconsejables en todas las edades, pero en la población infantil y juvenil deben ser más intensas, ya

que los niños son más susceptibles que los adultos a las radiaciones UV.

Entre un 50 y un 80% del daño inducido por la exposición solar que un individuo recibe durante toda la vida se realiza durante la infancia y la adolescencia, y es durante estos períodos críticos en los que la exposición solar intermitente e intensa causa quemaduras que incrementan el riesgo de melanoma en la edad adulta<sup>14</sup>.

Las medidas de protección de la piel infantil se dividen en la fotoprotección endógena o constitucional y la fotoprotección exógena, que comprende aquellas conductas de evitación de las radiaciones solares y medidas físicas, como el uso de ropas y cremas protectoras.

### Fotoprotección endógena

La fotoprotección endógena incluye todos aquellos mecanismos de protección natural que en condiciones normales protegen de la radiación UV, e incluyen el aumento de grosor de la capa córnea, la reparación del ADN, la síntesis de moléculas antioxidantes, la síntesis de citocinas y el aumento en la producción de melanina. La melanina tiene un papel protagonista en la fotoprotección natural de la piel, ya que absorbe directamente los fotones UV y las especies reactivas de oxígeno. Su situación encima del núcleo es fundamental para proteger el ADN celular del daño por las radiaciones<sup>4</sup>.

Esta protección es innata y cumple su función en mayor o menor grado según la genética de cada individuo. Sin embargo, no se debe olvidar que la piel del neonato no ha completado su desarrollo definitivo en el momento del nacimiento, y la capacidad de síntesis de melanina está disminuida.

Se sabe poco sobre la fotoprotección natural de la piel de los niños. No se han encontrado diferencias entre niños de 6 a 13 años y adultos en cuanto a la dosis eritematogénica mínima (DEM) ni en cuanto a la penetración de los fotoprotectores tópicos aplicados sobre la piel<sup>4</sup>.

### Fotoprotección exógena

La fotoprotección exógena incluye todas aquellas medidas que se pueden instaurar de forma externa para proteger a la piel de la agresión producida por las radiaciones solares.

Las estrategias de fotoprotección de acuerdo con las guías nacionales e internacionales recomiendan lo siguiente:

- evitar la exposición solar especialmente entre las 11 y las 16 h;
- cubrir la piel con ropas y gorros adecuados;
- llevar gafas con protección solar;
- usar fotoprotectores;
- protegerse también en días nublados, porque la radiación UV puede atravesar las nubes, y
- protegerse del sol aunque la piel esté bronceada, porque puede quemarse.

En el caso de los niños más pequeños es importante considerar que los padres deben instaurar todas estas medidas de fotoprotección, y tienen la responsabilidad de proteger a sus hijos de las radiaciones solares y de instaurar

hábitos saludables de protección y evitación solar. Una cifra estimada de un 80% de todos los cánceres de piel podría eliminarse adoptando comportamientos adecuados preventivos<sup>14</sup>.

### Medidas físicas

En primer lugar, y posiblemente la medida más importante, consiste en desarrollar comportamientos fotoprotectores saludables evitando o disminuyendo el tiempo de exposición a la radiación solar. En la infancia es frecuente que se produzca una exposición solar prolongada, ya que en esta época se realiza un mayor número de actividades al aire libre; se sabe que los niños reciben el triple de radiación solar que los adultos.

Deben aconsejarse cambios en el estilo de vida, como la disminución de las actividades al aire libre en los períodos centrales del día, fomentar el uso de lugares sombreados o evitar la exposición solar intencionada, incluidas las cabinas de bronceado. No debe olvidarse que las sombras y los árboles reducen la radiación UV directa, pero no la indirecta emitida por las superficies circundantes, como el agua, la arena o la nieve. Ya que casi la mitad del año los niños lo pasan en las escuelas, es su responsabilidad fomentar el uso de las sombras, proporcionar adecuadas sombras en los patios de los colegios y realizar las clases de educación física al aire libre en los períodos del día con menor radiación solar. Se ha estimado en un 47% la exposición solar diaria que reciben los niños mientras se encuentran al aire libre en los descansos en los colegios<sup>15</sup>.

Una regla que puede ayudar a saber cuándo se debe poner más empeño en evitar el sol, es la regla de la sombra. El sol es más peligroso cuanto más pequeña es la sombra del niño en relación con la altura, lo que indica que el cenit solar es menor de 45°. El riesgo es menor cuando el tamaño de la sombra es mayor<sup>2,15</sup> (figs. 1 y 2).

Si se va a estar expuesto al sol, es conveniente cubrir la mayor parte del cuerpo posible de las radiaciones solares mediante la utilización de ropa.

Hay tejidos especiales que llevan materiales con protección solar. El factor de protección UV (FPU) es la medida de transmisión de radiación UV a través del tejido, y es posible determinarlo tanto in vivo como in vitro. La idea es que en el futuro todas las ropas lleven su FPU en la etiqueta, al igual



**Figura 1** Regla de la sombra. Imagen a las 10h de la mañana. La sombra se proyecta más larga que los niños.



**Figura 2** Regla de la sombra. Imagen a las 13h de la mañana. La sombra se encuentra prácticamente vertical a los niños. Éste es el momento de máxima radiación solar.

que las cremas fotoprotectoras llevan el factor de protección solar (FPS)<sup>16,17</sup>. In vitro se mide espectrofotométricamente y se afecta por muchos factores, como el tipo de material, el color, el peso, la porosidad, el grosor, la elasticidad, la hidratación y los procedimientos de acabado de fábrica<sup>10,18,19</sup>. El tratamiento del tejido con un detergente que contenga un absorbente de UV aumenta de modo significativo el FPU<sup>19</sup>. El nailon, la lana, la seda y el poliéster tienen mayor factor de protección que el algodón, la viscosa, el rayón y el lino. La protección es mayor cuanto menores son los espacios entre los hilos y cuanto mayor es el peso y el grosor del tejido. En el algodón el lavado aumenta el índice de protección. Los tintes oscuros aumentan de 3 a 5 veces el grado de protección de un tejido<sup>4,19</sup>.

Algunos autores han demostrado que llevar ropas protectoras puede disminuir el número de nevos melanocíticos adquiridos<sup>20</sup>.

Otra pantalla física importante para la protección de la cara y del cuello son las gorras y los sombreros, cuyo uso es especialmente importante en los niños. Ofrecen mayor protección cuanto mayor sea el área que cubran. También hay algunos materiales con protección solar incorporada. Las gafas de sol protegen los ojos y las regiones perioculares y deben tener filtros solares homologados para esta edad infantil.

Los cristales de las ventanas filtran el UVB y dejan pasar UVA y luz visible. Los recientes avances en la industria han elaborado cristales con protección UV amplia sin perder la capacidad de transmitir la luz visible y con un futuro muy interesante<sup>21</sup>.

### Fotoprotectores en la infancia

Los fotoprotectores son aquellas sustancias que absorben y filtran la radiación UV (lo que evita su penetración hacia la epidermis y la dermis), dispersan y reflejan las radiaciones. En la actualidad también hay sustancias que actúan previniendo o reparando los daños inducidos por las radiaciones solares, lo que inactiva los radicales libres que se producen<sup>4</sup>. Se ha demostrado que tienen efectos positivos en disminuir los signos del envejecimiento y la incidencia del cáncer de la piel. También disminuyen el número de nevo, un factor conocido de riesgo de melanoma<sup>1,17</sup>.

Se desarrollaron en 1930, e históricamente sólo proporcionaban fotoprotección contra la radiación UVB. En los últimos 20 años han quedado demostrados los efectos adversos de la radiación UVA, por lo que se ha hecho necesaria la inclusión de la fotoprotección frente a esta radiación<sup>5</sup>.

Son una medida fundamental de protección frente a las radiaciones UV, y su utilización es muy importante y necesaria. En Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda los fotoprotectores se consideran medicamentos, pero no en Europa.

Su uso correcto es fundamental para que sea efectivo. La mayor efectividad del fotoprotector se consigue aplicándolo generosamente de 15 a 30 min antes de la exposición solar y reaplicándolo en zonas fotoexpuestas cada una a 2 h o tras actividades físicas intensas que puedan eliminarlo de la piel, como nadar, sudar excesivamente o limpiarse con la toalla. Un secado energético con la toalla puede eliminar hasta un 85% del producto<sup>1</sup>. La reaplicación del producto incrementa de 2 a 3 veces la protección frente al sol<sup>15</sup>.

La reaplicación tras la inmersión en agua es necesaria, aunque el filtro sea impermeable o resistente al agua (*waterproof* o *water-resistant*). Se define como resistente al agua (*water-resistant*) cuando el FPS se mantiene después de 40 min de inmersión en agua y se define como impermeable (*waterproof*) cuando es efectivo después de una inmersión de 80 min<sup>5</sup>.

Hay que potenciar el uso correcto del fotoprotector en todos los períodos de vida, pero en la infancia es aún más importante. Es necesario que tanto pediatras como dermatólogos colaboren de manera conjunta en fomentar el uso de fotoprotectores y de otras barreras de protección solar. Parece que el grupo de los 17 a los 24 años es el que con menor probabilidad utiliza los fotoprotectores solares<sup>22</sup>.

El FPS es un índice que significa el grado de protección que aporta una pantalla solar en el espectro entre 290 y 340 nm<sup>10</sup>. Fue definido por Schultze en 1956 como el cociente del tiempo de exposición de radiación UV requerido para producir un eritema (DEM) en la piel protegida por el fotoprotector y sin él a las 24 h de la irradiación<sup>23</sup>.

Se mide in vivo según las recomendaciones de la FDA (Food and Drug Administration 'Administración de alimentos y medicamentos') con la aplicación de 2 mg/cm<sup>2</sup> sobre la piel de la espalda (equivalen a 6 cucharillas de café), o 30 g en la totalidad del cuerpo 30 min antes de la irradiación. Esta cantidad es la estimada para todo el cuerpo de un adulto de talla media. Aunque en las mediciones se emplea esa cantidad, en la práctica se emplea mucho menos (entre 0,5 y 1,3 mg/cm<sup>2</sup>), por lo que en las condiciones reales el FPS alcanzado es considerablemente menor que el esperado, y en muchos casos corresponde del 20 al 50% del indicado en la etiqueta del producto<sup>15</sup>.

El FPS mide sobre todo la protección frente a UVB (que es la radiación más eritematogena), por lo que es una medida reconocida para medir la UVB. Este factor da una idea del tiempo que se puede permanecer expuesto al sol sin riesgo de tener quemaduras. En la Unión Europea el método más usado para la medición del FPS para la radiación UVB es el COLIPA. El sistema de numeración de los FPS no es lineal: en los factores bajos de protección la actividad real del producto se incrementa considerablemente y en los valores altos los aumentos de los FPS representan incrementos

mínimos de reducción. La protección frente a la radiación UVB, como se refleja en el FPS, debe ser la principal propiedad para determinar la potencia de un fotoprotector.

No hay un método estandarizado para medir la eficacia del bloqueo frente a UVA. Se han descrito test in vivo para medirlo, como el de la IPD, el de la pigmentación persistente y el test del factor de protección UVA (PFA)<sup>17</sup>. No hay una normativa acerca de cuál de estos métodos debe usarse para establecer el índice de protección frente a la radiación UVA. Se ha identificado in vitro el daño biológico específico para cada tipo de longitud de onda, en el que se encontró tras la exposición a UVB los dímeros de pirimidina y las células quemadas (*sunburn cells*), y tras la exposición a UVA alteraciones en los fibroblastos<sup>2</sup>. Estos daños permiten discriminar entre fotoprotectores que absorban una u otra radiación. Cuanta mayor capacidad de absorción de la radiación UVA tenga el producto, mejor protección del daño dérmico y, por consiguiente, mayor prevención del fotoenvejecimiento cutáneo.

### Tipos de fotoprotectores

Los fotoprotectores ante todo deben ser seguros; las autoridades nacionales e internacionales regulan esta cuestión. Esta seguridad debe ser especialmente importante en la infancia. Tradicionalmente hay en el mercado filtros físicos y químicos.

Los fotoprotectores químicos u orgánicos absorben la energía transportada por los fotones de las radiaciones UV, por lo que pueden considerarse como cromóforos exógenos<sup>4</sup>. Son muy variados, tienen mecanismos de acción diferentes y transforman la energía lumínica en energía térmica. Algunos absorben sobre todo la radiación UVB, como el PABA (*para-aminobenzoic acid* 'ácido paraminobenzoico') (cuyo uso está limitado por las frecuentes reacciones adversas cutáneas que producían), los cinamatos, los salicilatos y el octocrieno. Otros absorben UVA, como las benzofenonas, las antralinas, la avobenzona y el ácido tereftalideno-dialcanfor sulfónico (Mexoryl SX). Algunos absorben ambas radiaciones, como el Tinosorb M o Tinosorb S (metoxifeniltriazina). En general, estos filtros son incoloros y cosméticamente muy aceptables, aunque presentan un mayor riesgo de reacciones de contacto que las pantallas minerales.

Los fotoprotectores físicos, los inorgánicos o las pantallas minerales actúan como una barrera física, absorbiendo y dispersando la radiación UV, así como la luz visible y los infrarrojos<sup>10</sup>. Se consideran muy seguros. Contienen pequeñas partículas de 180 a 250 nm de dióxido de titanio, óxido de cinc, óxido de hierro, óxido de magnesio, mica, talco, caolín, ictamol o calamina. Estos minerales bloquean la radiación a causa de sus propiedades físicas de índice de refringencia, el tamaño de las partículas y la dispersión según el espesor de la partícula. Estos filtros no son irritantes ni sensibilizantes, ya que se trata de polvos inertes, por lo que se usan como primera elección en pacientes con historia de alergia a los fotoprotectores. En particular, el óxido de cinc y el dióxido de titanio no penetran más allá del estrato córneo, con lo que se impide cualquier posibilidad de absorción sistémica. Ambos filtros protegen de forma eficiente frente a UVA y a UVB<sup>2</sup>. Al aplicarlos, la piel se torna blanquecina, por lo que los pacientes no los aceptan. La cosmética de estos agentes se

ha mejorado enormemente con las nuevas formulaciones micronizadas, que han eliminado esa apariencia de «pasta blanca» en la piel. El tamaño medio de estas partículas oscila entre 10 y 50 nm, lo que significa una reducción de entre un 50 y un 90% con respecto al tamaño original, de unos 100 a unos 300 nm.

Generalmente se usan combinaciones de varios para proporcionar estabilidad, seguridad y efectividad a los fotoprotectores<sup>24</sup>. Suelen contener de 2 a 6 filtros solares que se conocen como fórmulas de filtros solares combinados que protegen frente a la mayoría de las radiaciones del espectro UV que afectan. Se ha demostrado que los valores de vitamina D no se afectan de forma significativa por el uso regular de un fotoprotector<sup>25</sup>.

Además de los principios activos, las cremas de protección solar contienen también unos excipientes que vehiculizan estas sustancias. Las formulaciones actuales incluyen cremas, geles, *spray*, espumas y lociones, que determinan la resistencia, la permanencia del producto en la piel y la cosmética. Los *sticks* proporcionan un factor de protección elevado debido a la alta concentración de filtros físicos que contienen<sup>4</sup>.

La investigación en fotoprotectores no se centra sólo en obtener nuevos productos, sino también en mejorar las características farmacológicas de los ya existentes. Las nuevas tecnologías han mejorado la calidad de los fotoprotectores, como las esferas de polímeros de estireno acrilato o la microencapsulación en conchas de sílice. Las esferas permiten un aumento de la efectividad del FPS entre un 50 y un 70% y la microencapsulación permite mezclar diversos filtros que de otra forma serían incompatibles, e impide la posibilidad de alergias de contacto. La última revolución en fotoprotectores es el concepto de reparadores del ADN mediante enzimas llamadas endonucleasas, que podrían disminuir los riesgos de cáncer de piel tras la exposición solar<sup>2,26</sup>.

En algunos preparados se añaden agentes antioxidantes, que actúan directamente en la piel, alcanzan concentraciones suficientes y eliminan los radicales libres de oxígeno generados por la radiación UV que el fotoprotector no bloqueó en el estrato córneo. Aumentan de este modo tanto la eficacia como la seguridad de los fotoprotectores. Entre éstas destacan las vitaminas C y E, los carotenoides, los polifenoles del té verde o los flavonoides. Su formulación en preparados tópicos es difícil, ya que son moléculas muy inestables, por lo que deben emplearse en concentraciones muy elevadas. La combinación de los tratamientos con vitaminas C y E incrementa los efectos fotoprotectores frente a la monoterapia<sup>27</sup>.

La dihidroxiacetona es un preparado activo que contienen los productos de bronceado sin sol a una concentración de un 3 a un 5% y produce un progresivo oscurecimiento de la piel. Aunque se pensaba que no aportaba ninguna protección frente al sol, hay pruebas que indican que protege escasamente frente a la UVA y a la radiación visible, con un FPS de 2 a 3 y una duración de unos 5 a 6 días<sup>17</sup>.

A pesar de que el uso de los fotoprotectores es un arma fundamental en la prevención del daño inducido en el ADN por la radiación solar, en ocasiones no realizan correctamente su función por su uso inadecuado. Ya se ha señalado que la mayoría de las personas no aplican la cantidad necesaria de 2 mg/cm<sup>2</sup>, que es la que se usa en el

laboratorio para medir su eficacia. Tampoco se aplica 15 min antes de la exposición solar ni se reaplica tras el baño o una sudoración excesiva.

Todos los fotoprotectores tópicos deben reaplicarse con frecuencia según su sustantividad. La sustantividad es una propiedad que marca la capacidad de los fotoprotectores de mantener su eficacia y soportar condiciones adversas, como la exposición al agua o la sudoración<sup>2</sup>.

En resumen, los fotoprotectores deben reunir unas características que incluyan las siguientes:

- amplio espectro;
- cosmética agradable;
- aplicación fácil;
- no irritante;
- alta sustantividad, y
- precio aceptable.

En los últimos años se ha desarrollado el uso de fotoprotectores sistémicos que se administran por vía oral. Teóricamente, tienen como ventajas la protección de la totalidad de la piel y que su validez no está sujeta a la forma de aplicación. Entre éstos destacan los betacarotenos, el polipodium leucotomos, las combinaciones de antioxidantes orales, como las vitaminas C y E, y los polifenoles del té verde. Los estudios aportan conclusiones contradictorias en cuanto a su utilidad y no hay estudios de eficacia en niños.

Por último, no hay que olvidar la teoría de la «hipótesis de la compensación», que consiste en que ya que los fotoprotectores disminuyen el riesgo de quemaduras, que es un factor mayor limitante de la exposición a la radiación UV, su aplicación podría proporcionar una falsa sensación de seguridad, lo que favorecería una mayor exposición solar de lo que se hubiese realizado sin éstos y, teóricamente, aumentaría el riesgo de carcinogénesis<sup>15</sup>. Se han publicado teorías que demuestran pruebas a favor y en contra de esta argumentación, pero lo que parece claro es que los fotoprotectores protegen de las radiaciones UV y que debe fomentarse su uso junto con otras medidas preventivas y con una educación correcta en hábitos de fotoprotección.

## Consideraciones especiales en la infancia

La fotoprotección tiene como objetivo la prevención del daño que la radiación UV realiza en la piel. Aunque las medidas de fotoprotección son aconsejables en todas las edades, éstas deben ser más intensas en la población infantil y juvenil, ya que los niños son más susceptibles que los adultos a las radiaciones UV.

Otra consideración importante en el caso de los niños es que mientras son muy pequeños, son sus padres los que tienen que responsabilizarse de su fotoprotección y de fomentar estos hábitos saludables entre los más pequeños con su propio ejemplo. En un estudio llevado a cabo en los Estados Unidos durante el verano de 1997, los autores demostraron que un 13% de los niños había presentado quemaduras en la semana previa<sup>14</sup>. Este estudio también confirmó que el principal método protector usado por las familias era el uso de los fotoprotectores, y que el uso de otros métodos complementarios de fotoprotección iba disminuyendo con la edad del niño.

En el momento del nacimiento, la piel todavía no ha completado su desarrollo y difiere en algunos parámetros de la del adulto. La piel del neonato presenta una elevada perfusión sanguínea, una gran hidratación del estrato córneo que contribuye a aumentar la permeabilidad de éste y mayor superficie cutánea relativa que en el adulto, lo que facilita la absorción de sustancias por vía percutánea.

La FDA no recomienda la aplicación de fotoprotectores en niños menores de 6 meses para evitar así hipotéticos problemas de toxicidad secundarios a la mayor absorción de la piel del neonato. Estos niños tampoco deben exponerse directamente al sol sin ropas protectoras, ya que tienen menor capacidad de producción de melanina y de sudoración. También se recomienda limitar las exposiciones solares en niños por debajo de los 3 años de edad.

Dado que es difícil evaluar las diferencias de absorción sistémica de los productos químicos usados en los fotoprotectores en los niños y en los adultos, parece prudente evitar aquellos productos que contengan PABA y benzofenonas, como la oxibenzona. No parece que la piel de los niños sea más susceptible a irritarse por la aplicación de preparados tópicos que la de los adultos.

En los niños mayores de 6 meses, los fotoprotectores que se usen deben tener un FPS mayor o igual que 25, deben proteger frente a las radiaciones UVA y UVB, deben ser lo más resistentes posible al agua, al sudor y al frotamiento, y deben tener texturas lo más hidratantes y cosméticas posibles. Hay que aplicarlos generosamente de 15 a 30 min antes de la exposición solar y reaplicarlos en las zonas fotoexpuestas de 15 a 30 min después de comenzada la exposición solar, y posteriormente cada 2 h o al bañarse, al frotarse con la toalla o al sudar excesivamente.

## Campañas educativas

La incidencia de cáncer de piel, tanto de carcinoma basocelular como carcinoma espinocelular, como melanoma, se incrementa en estos días de forma alarmante. Como se ha señalado con anterioridad, la exposición acumulada a la radiación UV durante la infancia es un factor modificable fundamental que determina la aparición de cáncer cutáneo.

Todos los dermatólogos saben qué importante es la fotoprotección para prevenir la formación de cáncer cutáneo. Sin embargo, llama la atención la escasa información que posee la población general a pesar de las múltiples campañas informativas. La importancia de la divulgación en la comunidad de los conocimientos sobre las medidas fotoprotectoras y la promoción de la fotoprotección solar en los niños y sus padres son parte de una estrategia global que persigue la obtención de cambios de comportamiento positivos frente al sol y la disminución de la incidencia del cáncer cutáneo en el futuro.

Es esencial en esta labor educativa la actuación sinérgica de dermatólogos y pediatras junto con las escuelas y los programas comunitarios, sobre todo en aquellos países más soleados, como es el caso de España<sup>28</sup>.

Se han ensayado múltiples campañas educativas de salud pública en diferentes países, destinadas a la adquisición de hábitos solares saludables y a la ampliación del conocimiento de los efectos nocivos de la radiación UV. Aunque la mayoría tienen como dianas a los niños, algunas

intervenciones se han realizado en los adultos e intentan estimular a los padres a proteger a sus hijos de los efectos nocivos de las quemaduras solares y, al mismo tiempo, que los niños imiten a sus padres desde edades tempranas<sup>29</sup>.

Se ha demostrado que todas las prácticas sanas que evitan o minimizan la exposición solar, que favorecen el uso de fotoprotectores, ropa protectora y gafas, que evitan las quemaduras solares o disminuyen el uso de las cabinas de bronceado deben comenzarse lo antes posible en los niños para que en éstos se convierta en algo habitual, ya que los comportamientos que se adquieren de forma temprana tienden a perdurar durante la vida con mayor intensidad que aquéllos adquiridos tardíamente<sup>18</sup>.

Éste no es un camino fácil. Olson et al demostraron que se necesitan al menos 2 años de intervención entre los adolescentes para poder observar cambios positivos en las conductas de fotoprotección, pero que estos cambios pueden ser una realidad<sup>30</sup>. Se ha indicado que la edad crítica es de los 9 a los 12 años, cuando los niños comienzan a ser independientes de sus padres en la protección solar y, por tanto, cuando sus comportamientos de fotoprotección comienzan a fallar<sup>29</sup>.

A pesar de todas estas campañas, muchos adolescentes y adultos continúan exponiéndose de forma regular a la radiación UV. Esto ocurre porque en estos días se asocia el «estar moreno» a la belleza y a la salud. Los adolescentes ven constantemente en los medios de comunicación a sus ídolos permanentemente bronceados. Lejos quedan aquellos tiempos en los que estar bronceado era signo de trabajar duramente al aire libre y la piel clara se relacionaba con la nobleza y la posición social. Ahora es una marca de las clases de mayor nivel socioeconómico<sup>31</sup>.

Esto incluye tanto tomar sol al aire libre como en las cabinas de bronceado, hecho frecuente entre los jóvenes<sup>3</sup>. O'Riordan et al han demostrado la asociación entre las ansias del bronceado y otros comportamientos de riesgo entre los adolescentes, como las borracheras, el abuso de drogas y el deseo de pérdida de peso con el uso de laxantes y otras sustancias<sup>32</sup>. La capacidad de la radiación UV de inducir adicción requiere investigaciones más exhaustivas<sup>5</sup>. La regulación del uso de las cabinas de bronceado debería ser estricta y controlada en su uso por los adolescentes, tanto a nivel gubernamental como a nivel familiar.

Algunos estudios han demostrado que aunque los niños conozcan el riesgo y sean conscientes de la necesidad de protegerse del sol, esto no se asocia necesariamente a actitudes y a comportamientos positivos de protección solar<sup>33</sup>. Incluso algún estudio ha señalado que entre los niños australianos de entre 5 y 13 años de edad el conocimiento sobre la protección solar se iba incrementando con la edad, mientras que los comportamientos preventivos de daño solar iban disminuyendo, sobre todo en las niñas<sup>34</sup>.

En el estudio de Wright et al<sup>35</sup> un elevado porcentaje de los niños habían presentado quemaduras solares el verano anterior, aunque una gran proporción de ellos estaba de acuerdo con que protegerse del sol era un buen método para evitar el cáncer de la piel. Este estudio también confirma que mientras los conocimientos van aumentando, los comportamientos se van deteriorando entre los grupos de mayor edad, y señala la necesidad de cambiar las actitudes hacia la exposición solar y el bronceado en los programas diseñados para mejorar el

comportamiento de los niños frente al sol como nexos fundamentales entre el conocimiento y la acción.

Algunos programas que se han diseñado para mejorar la protección frente al sol de los niños han demostrado un éxito en cuanto a la adquisición de conocimientos, pero no han producido necesariamente cambios sustanciales en los comportamientos preventivos cutáneos<sup>36</sup>.

Como se ha reseñado, muchos programas en diferentes países han intentado favorecer la adquisición de hábitos solares saludables y ampliar el conocimiento de los efectos nocivos de la radiación UV en la población infantil<sup>28</sup>. Una revisión en el año 2004 identificó 33 publicaciones que demostraban la eficacia de las intervenciones educativas para mejorar la seguridad frente al sol en las escuelas primarias<sup>37</sup>. En España, Gilaberte et al<sup>8</sup> han dirigido Solsano como el primer programa español diseñado para educar e influir en el comportamiento de fotoprotección de los niños en la escuela elemental. Su objetivo fundamental es proporcionar una educación dirigida hacia la protección solar en las escuelas, enseñar a los niños a disfrutar del sol evitando sus efectos perjudiciales y disminuir a largo plazo la incidencia del cáncer de la piel y de otros problemas de salud relacionados con la radiación UV. Los resultados del estudio confirman que este programa puede mejorar tanto el conocimiento como los comportamientos de daño solar y de protección solar. Otro éxito de esta intervención fue conseguir la reducción del número de niños que experimentaron quemaduras durante el verano, factor muy importante en la prevención del melanoma cutáneo.

En esta línea educacional la Universidad de Miami en Florida desarrolló también un original programa titulado «Sun Protection Fun», con una interacción entre los dermatólogos y los niños mediante vídeos, preguntas directas y juegos, incluida la realización conjunta de pulseras con abalorios especiales sensibles a la radiación UV que cambian de color con la luz solar y sirven, de este modo, para recordar a los niños la importancia de la protección solar<sup>38</sup>.

Además de la educación en los hospitales y en las escuelas, las estrategias en salud pública que intentan mejorar la protección solar difunden mensajes en los medios de comunicación que enganchen a los jóvenes. Muchos de estos eslóganes se han creado en Australia, país donde el cáncer de piel es un problema mayor de salud pública.

## Conclusiones

Los niños son uno de los grupos de la población en los que debe extremarse la fotoprotección. Son especialmente sensibles a los efectos negativos derivados de una exposición solar excesiva y no son conscientes de este riesgo. Los niños desarrollan una actividad al aire libre mucho más importante que los adultos, y la exposición a la radiación UV y las quemaduras durante la infancia son un factor de riesgo fundamental para el desarrollo de cáncer cutáneo en la edad adulta.

La iniciación precoz de los comportamientos de protección solar por los padres y su aplicación continua durante la edad adulta podría disminuir el riesgo de presentar un cáncer de piel en la vida de un individuo. Una cifra estimada de un 80% de todos los cánceres de piel podría eliminarse a partir de la adopción de comportamientos adecuados preventivos<sup>14</sup>.

Por tanto, es de vital importancia proteger al niño de los efectos nocivos de la radiación UV. Las medidas de fotoprotección incluyen las conductas de evitación solar, la protección con ropas, gorros y gafas solares, y el uso de fotoprotectores.

Como parte de una estrategia global con el objetivo final de una disminución en la incidencia de cáncer de piel es necesario promover la fotoprotección entre los padres y, sobre todo, entre los niños mediante campañas educativas que incrementen el conocimiento de las medidas fotoprotectoras y que favorezcan cambios en el comportamiento respecto de la exposición solar y de las prácticas fotoprotectoras. En esta labor educativa los dermatólogos y los pediatras ocupan un papel fundamental.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Palm MD, O'Donoghue MN. Update on photoprotection. *Dermatol Ther*. 2007;20:360–76.
2. Jones Caballero M, Fernández Peñas P. Puesta al día en fotoprotección: tipos, indicaciones, novedades y controversias. *Dermatología práctica*. 2008;16:4–16.
3. Abdulla FR, Feldman SR, Willoford PM, Krowchuk D, Kaur M. Tanning and skin cancer. *Pediatr Dermatol*. 2005;22:501–12.
4. Gilaberte Y, Coscojuela C, Sáenz de Santamaría MC, González S. Fotoprotección. *Actas Dermosifiliogr*. 2003;94:271–93.
5. Mac Neal RJ, Dinulos J. Update on sun protection and tanning in children. *Curr Opin Pediatr*. 2007;19:425–9.
6. Devesa SS, Silverman BT, Young UL, Pollack ES, Brown CC, Horm JW, et al. Cancer incidence and mortality trends among whites in the US, 1947–1984. *J Natl Cancer Inst*. 1987;79:701–77.
7. Oliveira SA, Saraiya M, Geller AC, Heneghan MK, Jorgensen C. Sun exposure and risk of melanoma. *Arch Dis Child*. 2006;91:131–8.
8. Gilaberte Y, Alonso JP, Teruel MP, Granizo C, Gállego J. Evaluation of a health promotion intervention for skin cancer prevention in Spain: The Solsano program. *Health Promot Int*. 2008;23:209–19.
9. Elwood JM, Jopson J. Melanoma and sun exposure: An overview of published studies. *Int J Cancer*. 1997;73:198–203.
10. Almahroos M, Kurban A. Sun protection for children and adolescents. *Clin Dermatol*. 2003;21:311–4.
11. Moyal D, Fournier A. Broad spectrum sunscreens provide better protection from solar ultraviolet-simulated radiation and natural sunlight induced immunosuppression in human beings. *J Am Acad Dermatol*. 2008;58:S149–54.
12. Holick MF. Sunlight, UV-radiation, vitamin D and skin cancer: How much sunlight do we need? *Adv Exp Med Biol*. 2008;624:1–15.
13. Holick MF. Sunlight “D”ilemma: Risk of skin cancer or bone disease and muscle weakness. *Lancet*. 2001;357:4–6.
14. Robinson JK, Rigel DS, Amonette RA. Summertime sun protection used by adults for their children. *J Am Acad Dermatol*. 2000;42:746–53.
15. Eide MJ, Weinstock MA. Public health challenges in sun protection. *Dermatol Clin*. 2006;24:119–24.
16. Morison WL. Photoprotection by clothing. *Dermatol Ther*. 2003;16:16–22.
17. Lautenschlager S, Wulf HC, Pittelkow MR. Photoprotection. *Lancet*. 2007;370:528–37.
18. Gambichler T, Avermaete A, Bader A, Altmeyer P, Hoffmann K. Ultraviolet protection by summer textiles. Ultraviolet transmission



- measurements verified by determination of minimal erythema dose with solar-simulated radiation. *Br J Dermatol.* 2001;144:484–9.
19. Hoffman K, Laperre J, Avermaete A, Altmeyer P, Gambichler T. Defined UV protection by apparel textiles. *Arch Dermatol.* 2001;137:1089–94.
  20. Autier P, Dore JF, Shiffers E, Cesarini JP, Bollaerts A, Koelmel KF, et al. Melanoma and the use of sunscreens: An EORTC case-control study in Germany, Belgium and France. The EORTC Melanoma Cooperative Group. *Int J Cancer.* 1995;61:749–55.
  21. Tuchinda C, Srivannaboon S, Lim HW. Photoprotection by window glass, automobile glass, and sunglasses. *J Am Acad Dermatol.* 2006;54:845–54.
  22. Schofield PE, Freeman JL, Dixon HG, Borland R, Hill DJ. Trends in sun protection behaviour among Australian young adults. *Aust N Z J Public Health.* 2001;25:62–5.
  23. Schultze R. Einige versuche und bemerkungen zum problem der handelsüblichen lichtschutzmittel. *Parfüm Kosmet.* 1956;37:310–65.
  24. Bennett ML, Petrazzuoli M. What patients should know about sunscreens. *Skin Aging.* 2001;7:50–7.
  25. Moloney FJ, Collins S, Murphy GM. Sunscreens: Safety, efficacy and appropriate use. *Am J Clin Dermatol.* 2002;3:185–91.
  26. Basílico G, Roger CA, Seigelchifer M, Kerner N. UV-specific DNA repair recombinant fusion enzyme: A new stable pharmacologically active principle suitable for photoprotection. *Photochem Photobiol.* 2006;82:1016–23.
  27. Eberlein-König B, Ring J. Relevance of vitamins C and E in cutaneous photoprotection. *J Cosmet Dermatol.* 2005;4:4–9.
  28. Dietrich AJ, Olson AL, Sox CH, Stevens M, Tosteson TD, Ahles T, et al. A community-based randomized trial encouraging sun protection for children. *Pediatrics.* 1998;102:e64.
  29. Benjes LS, Brooks DR, Zhang Z, Livstone L, Sayers L, Powers C, et al. Changing patterns of sun protection between the first and second summers for very young children. *Arch Dermatol.* 2004;140:925–30.
  30. Olson AL, Gaffney C, Starr P, Gibson JJ, Cole BF, Dietrich AJ. Sunsafe in the middle school years: A community-wide intervention to change early-adolescent sun protection. *Pediatrics.* 2007;119:247–56.
  31. Brown TT, Quain RD, Troxel AB, Gelfand JM. The epidemiology of sunburn in the US population in 2003. *J Am Acad Dermatol.* 2006;55:577–83.
  32. O’Riordan DL, Field AE, Geller AC, Brooks DR, Aweh G, Colditz GA, et al. Frequent tanning bed use, weight concerns, and other health risk behaviors in adolescent females (United States). *Cancer Causes Control.* 2006;17:679–86.
  33. McGee R, Williams S. Adolescence and sun protection. *N Z Med J.* 1992;105:401–3.
  34. Dixon H, Borland R, Hill D. Sun protection and sunburn in primary school children: The influence of age, gender and coloring. *Prev Med.* 1999;28:119–30.
  35. Wright C, Reeder A, Gray A, Cox B. Child sun protection: Sun-related attitudes mediate the association between children’s knowledge and behaviours. *J Paediatr Child Health.* 2008;44:692–8.
  36. Milne E, Jacoby P, Giles-Corti B, Cross D, Johnston R, English DR. The impact of the kid skin sun protection intervention on summer suntan and reported sun exposure: Was it sustained? *Prev Med.* 2006;2:14–20.
  37. Saraiya M, Glanz K, Briss P, Nichols P, White C, Das D, et al. Interventions to prevent skin cancer by reducing exposure to ultraviolet radiation. *Am J Prev.* 2004;27:422–66.
  38. Nijhawan RI, Patel SS, Stechschulte S, Jacob SE. Sun protection fun: An educational outreach initiative by a dermatology interest group. *J Am Acad Dermatol.* 2007;57:1091–2.