

# Quemaduras solares: fotoprotección y tratamiento

*Sun burn: photoprotection and treatment*

MORALES-MOLINA JA<sup>1</sup>, GRAU S<sup>1</sup>, JIMÉNEZ-MARTÍN J<sup>2</sup>, MATEU-DE ANTONIO J<sup>1</sup>, ESPONA M<sup>1</sup>, BERGES-FRAILE MJ<sup>1</sup>, ZARZUELO A<sup>2</sup>, SALAS E<sup>1</sup>

Servicio de Farmacia<sup>1</sup>. Hospital del Mar. Barcelona. Paseo Marítimo 25-29, 08003. jmorales@imas.imim.es.  
Departamento de Farmacología<sup>2</sup>. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. Campus de Cartuja s/n, 18071.

## RESUMEN

La radiación ultravioleta es la principal responsable de los efectos nocivos de la radiación solar sobre el organismo. Las quemaduras solares, reacción aguda y visible de la exposición de la piel a dicha radiación, pueden cursar con lesiones cutáneas graves, destrucción celular y afectación de tejidos anexos, pudiéndose acompañar de edemas y pérdida de líquidos. La revisión tiene por objeto describir y valorar los efectos de la reactividad cutánea frente a la exposición a la radiación ultravioleta y clarificar las distintas estrategias de prevención y/ o tratamiento de las quemaduras solares. Parece recomendable incidir en la necesidad de adoptar hábitos saludables frente a la exposición a la radiación ultravioleta, especialmente en los primeros 18 años de vida, así como realizar campañas educativas con el objetivo de prevenir la aparición y/ o agravamiento de enfermedades derivadas de dicha exposición.

PALABRAS CLAVE: Fotoprotección. Fotoprotectores solares. Fotosensibilidad. Prevención. Quemaduras solares. Radiación solar. Radiación ultravioleta. Tratamiento.

## ABSTRACT

*The harmful effects of solar radiation on the organism originate mainly from Ultraviolet rays. Sun burn, an acute and visible reaction arising from skin exposure to such radiation, can cause serious coetaneous lesions, cellular destruction and harmful effects on connective tissue, and may even be accompanied by oedema and loss of liquids. The aims of this work have been to describe and assess the effects of skin reactions to exposure to ultraviolet radiation, to elucidate on different prevention strategies and/or treatment of the sunburn. In general, it seems to be necessary to stress the importance of adopting healthy habits with regard to ultraviolet radiation exposure, especially important in first eighteen years of life, and to carry out educational campaigns to prevent the appearance and/or worsening of conditions arising from such.*

KEYWORDS: Photoprotection. Sun photoprotector. Photosensitivity. Prevention. Sun burn. Solar radiation. Ultraviolet radiation. Treatment.

## INTRODUCCIÓN

La radiación solar que alcanza la superficie terrestre abarca regiones del visible, infrarrojo y ultravioleta, siendo esta última franja la responsable directa de los efectos nocivos sobre el organismo. La radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre puede producir lesiones cutáneas asociadas a destrucción celular y afectación de tejidos anexos, pudiéndose acompañar

## INTRODUCTION

The solar radiation that reaches the earth's surface covers both visible infrared and ultraviolet regions, and it is the latter band which is directly responsible for the harmful effects caused to the organism. The ultraviolet radiation that reaches the earth's surface may cause

Skin lesions, which are associated with cellular destruction and damage to connective tissue,

de edemas y pérdida de líquidos. Las quemaduras solares son una reacción aguda y visible de la exposición de la piel a la radiación ultravioleta<sup>1</sup>. La intensidad de la quemadura depende del tiempo y horario de exposición, clima, latitud, espesor de la capa de ozono, grado pigmentación previa y tipo piel<sup>2</sup>. Esta revisión tiene por objeto describir y valorar los efectos de la reactividad cutánea frente a la exposición a la radiación ultravioleta y clarificar las distintas estrategias de prevención y/ o tratamiento de las quemaduras solares. En la valoración de la reactividad cutánea frente a la exposición a radiación ultravioleta hay que considerar una serie de efectos que se pueden originar, algunos agudos como eritema, inflamación, prurito, ampollas, exfoliación, pigmentación, fotosensibilidad o inmunosupresión sistémica; y otros crónicos como el envejecimiento (arrugas), alteración en la pigmentación, lesiones del ADN, queratosis actínicas premalignas, que pueden llegar a originar carcinoma basocelular y escamoso, y melanoma maligno. Mientras las arrugas y telangiectasia se asocian con un incremento del riesgo de queratosis actínica y cáncer de piel no-melanoma<sup>3,4</sup>, la queratosis actínica está fuertemente relacionada con un incremento en cáncer de células escamosas<sup>5</sup>. La reactividad frente a las radiaciones solares presenta una elevada variabilidad interindividual y se relaciona con factores como edad, sexo y fototipo (Tabla 1). El proceso inflamatorio cutáneo originado tras producirse la quemadura solar se relaciona con la aparición y/o activación de una serie de mediadores celulares de la inflamación como prostaglandinas y citoquinas. Otras sustancias implicadas son los fotoproductos de ADN, expresión de moléculas de adhesión intercelular (ICAM), formación de especies reactivas de oxígeno y mutaciones de los genes protectores, como es el caso del gen p53.

## MATERIAL Y MÉTODO

Los estudios revisados fueron primariamente obtenidos de las bases de datos MEDLINE, EMBASE e IDIS. Las palabras claves usadas en la búsqueda fueron: sun protection, cutaneous photoprotection, prevention, treatment, sunburn, sunlight, sunscreens, children, antioxidants. La selección de la bibliografía abarcó el periodo comprendido entre 1966-2005, realizándose la

as well as possible edemas and loss of liquids. Sunburn is an acute and visible reaction to skin exposure to ultraviolet radiation<sup>1</sup>. The intensity of burning depends on the length of time and time of day of the exposure, as well as other factors such as climate, latitude, thickness of the ozone layer, previous degree of skin tanning and type of skin<sup>2</sup>. The aims of this work are to describe and assess the effects of skin reaction to exposure to ultraviolet radiation and to elucidate on different prevention strategies and/or treatment of the sunburn. In the assessment of skin reaction to exposure to ultraviolet radiation, it is necessary to reflect upon the numerous effects that may arise, such as acute effects like erythema, inflammation, prurite, blisters, exfoliation, pigmentation, photosensitivity, systemic immunosuppression; as well as other chronic effects, such as aging skin (wrinkles), pigmentation alterations, DNA alterations, premalignant actinic keratoses, which can cause basocellular and squamous cell carcinoma, and malignant melanoma. While wrinkles and telangiectasis are associated with an increase in the risk of actinic keratosis and nonmelanoma skin cancer<sup>3,4</sup>, actinic keratosis is strongly associated with an increase in squamous cell cancer<sup>5</sup>. Reactions to solar radiation are highly variable from one individual to another and are dependant upon factors such as: age, sex and phototype (Table 1). Cutaneous inflammatory processes caused by sunburn are associated with the appearance and/or activation of a series of cellular mediators of inflammation such as: prostaglandins and cytokines. Other substances involved are DNA photoproducts, intercellular adhesion molecule expression (ICAM), the formation of reactive oxygen species and mutations in protective genes, such as gen p53.

## MATERIALS AND METHODS

The studies revised were obtained through MEDLINE data bases, EMBASE & IDIS. The key search words used were: sun protection, cutaneous photoprotection, prevention, treatment, sunburn, sunlight, sunscreens, children, antioxidants. The references were taken from articles published between 1966-2005, with the last search being carried out by 31/12/2005. The studies selected were those related with photoprotection and sunburn treatment in humans.

última búsqueda el 31/12/05. Los estudios seleccionados fueron aquellos que abordaron la fotoprotección y tratamiento de las quemaduras solares en humanos.

## RESULTADOS

### 1. Fototipos cutáneos

La fotoprotección consiste en evitar, a través de medidas preventivas, los efectos adversos no deseados producidos por la incidencia de la radiación ultravioleta sobre la piel, tales como quemaduras solares, fotoenvejecimiento o fotocarcinogénesis. El grado de protección es función de fototipo de piel, por ello a continuación se describe la clasificación del Dr. Fitzpatrick<sup>6</sup>, adoptada por la Food and Drug Administration (FDA).

## RESULTS

### 1. Skin phototypes

Photoprotection consists in to avoid the undesirable adverse effects caused by ultraviolet radiation on skin, such as sunburn, the application photoaging or photocarcinogenesis, trough prevention measures. The degree of protection required is based on skin phototype, outlined below in the Dr. Fitzpatrick classification<sup>6</sup>, adopted by the Food and Drug administration (FDA):

**TABLA 1.** Clasificación de los fototipos del Dr. Fitzpatrick.  
**TABLE 1.** Dr. Fitzpatrick skin phototype classification.

Fototipo <i>Phototype</i>	Respuesta a la radiación lumínica <i>Response to luminous radiation</i>	Características de los individuos <i>Individual characteristics</i>	Protección <i>Protection</i>	Factor protección solar <i>Solar protection factor</i>
I	Intensas quemaduras. Nunca se pigmentan <i>Burns intensely. Never tans.</i>	Piel, cabello y ojos muy claros, con abundantes pecas. Piel habitualmente no expuesta al sol <i>Very light coloured skin, hair and eyes, abundant freckles Skin that is not usually exposed to sunlight</i>	Ultra – máxima <i>Ultra -maximum</i>	>15
II	Se queman fácil e intensamente. Ligera pigmentación <i>Burns easily and intensely. Tans lightly</i>	Piel, cabello y ojos claros, con pecas. Piel habitualmente no expuesta al sol <i>Light coloured skin, hair and eyes Skin that is not usually exposed to sunlight</i>	Máxima <i>Maximum</i>	8-15

III	Se queman y pigmentan moderadamente <i>Skin prone to burning but tans moderately</i>	Razas caucásicas. Piel blanca, poco bronceada <i>Caucasian races White skinned, lightly tanned</i>	Extra	6-8
IV	Se queman Moderada o mínimamente. Se pigmentan fácilmente <i>Skin prone to minimum to moderate burning or tans easily.</i>	Piel habitualmente morena o algo amarronada, con pelo y ojos oscuros <i>Normally dark, or brownish, skin, hair and dark eyes.</i>	Moderada <i>Moderate</i>	4-6
V	Se queman raramente. Se pigmentan con facilidad e intensidad <i>Skin rarely burns. Tans easily and intensely.</i>	Piel morena o amarronada <i>Brown or brownish skin.</i>	Mínima <i>Minimum</i>	2-4
VI	No se queman nunca. Se pigmentan intensamente <i>Never burns. Tans intensely.</i>	Razas negras <i>Black skinned races</i>	Mínima – no precisa <i>Minimum - does not require protection</i>	

La melanogénesis, formación de melanina a partir de tiroxina y su posterior oxidación (pigmentación indirecta o 2<sup>a</sup>), es un proceso limitado. A partir de cierto punto la piel no es capaz de producir más melanina con lo cual acelera su envejecimiento, se deshidrata, debilita, pudiéndose llegar a alterar del ADN celular. A continuación se detallan algunas de las características más relevantes de los distintos tipos de radiación ultravioleta que pueden incidir sobre la piel.

## 2. Espectro de radiaciones solares

— UVA (320-400 nm): responsable del 10% de los efectos adversos de la radiación ultravioleta sobre el organismo. Aproximadamente el 50% de UVA penetra la epidermis y lo hace con mayor profundidad que la radiación UVB. Provoca pigmentación 1<sup>a</sup> o directa a través de la fotooxidación de la melanina existente (efecto Meirowsky) lográndose un bronceado rápido pero poco duradero. Es la principal responsable del fotoenvejecimiento, fotosensibilidad y daño en la retina, así como de la aparición de cataratas. Tiene aplicaciones terapéuticas en el tratamiento de la psoriasis, acné, linfomas cutáneo de células

Melanogenesis, the formation of melanin from tyrosine and its subsequent oxidation (indirect pigmentation or 2nd pigmentation), is a limited process. After a certain point, skin is unable to produce more melanin, and as a result ageing processes begin to accelerate, together with drying and weakening, and even possible alterations to cellular DNA. Below, some of the most relevant characteristics of the different effects of ultraviolet radiation on skin are given.

## 2. The spectrum of solar radiation

— UVA (320-400 nm): This range is responsible for 10% of adverse UV radiation effects on the organism. Approximately 50% of UVA penetrates into the epidermis and does so to a greater depth than UVB radiation. It promotes type 1 or direct skin pigmentation through the photooxidation of existing melanin (Meirowsky effect), giving a rapid but short lasting tan. However, it is also the main cause of photoaging, photosensitivity and damage to the retina as well as the appearance of cataracts. On the other hand, its use has therapeutic applications in the treatment of psoriasis, acne, cutaneous T

T (micosis fungoide y síndrome de Serazy), repigmentación del vitíligo. Es la radiación empleada en las cabinas bronceadoras.

— UVB (280-320 nm): se absorbe en un 90 % por la epidermis. Es la principal responsable del eritema solar (aparición a las 4h, con máxima incidencia entre 24-36 horas tras exposición), inmunosupresión y fotocarcinogénesis (la radiación absorbida origina la formación de dímeros de pirimidina en el ADN). Interviene en la melanogénesis, apareciendo el bronceado más tardíamente pero de forma más duradera que el originado por la radiación UVA.

— UVC (200-280 nm): es la más energética, posee propiedades germicidas y es responsable del eritema sin bronceado, por ello es potencialmente la más peligrosa. El ozono impide su penetración en la atmósfera. Está presente en fuentes artificiales: lámparas bactericidas, arcos de soldadura industrial.

El porcentaje de incidencia de la radiación UVA es superior a la radiación UVB y UVC.

### 3. Factores a considerar en la prevención de quemaduras solares:

La arena, nieve y agua reflejan las radiaciones solares, la polución y nublado parcial o variable disminuyen mínimamente las radiaciones. Las radiaciones ultravioletas penetran varios metros el agua; mientras que los vidrios de la ventanas filtran, generalmente, las radiaciones UVB únicamente. Las horas de máxima incidencia de radiaciones UVB comprenden la franja de 12-16 horas. La melanina existente protege parcialmente frente a exposiciones posteriores aunque la protección es función principalmente del espesor de la capa córnea. Algunos de los factores relacionados con la posible evolución de una quemadura solar pueden ser la edad, presentan una elevada susceptibilidad a sufrir quemaduras solares los niños menores de 3 años, embarazo, afecciones cardiovascular, estado general, así como localización, profundidad, superficie o extensión de la misma. Los mayores de 65 años y niños, embarazadas, pacientes con afecciones cardiovasculares o quemaduras de cierta gravedad, como es de esperar, serán los pacientes de mayor riesgo<sup>7</sup>.

cell lymphoma (fungoid mycosis and Serazy's syndrome), and repigmentation of areas of skin affected by vitiligo. This type of radiation is used in solariums.

— UVB (280-320 nm): 90% of this type of radiation is absorbed by the epidermis. It is the main cause of solar erythema (appearing after 4hrs, with maximum effect at between 24 and 36 hrs after sun exposure), immunosuppression and photocarcinogenesis (the absorbed radiation causes the formation of pyrimidine dimers in DNA). It has a role to play in melanogenesis, with tanning occurring later than that caused by UVA, giving a longer lasting tan.

— UVC (200-280 nm): This is a more energetic type of radiation, with germicidal properties and causes erythema without melanin pigmentation. Consequently, it is potentially the most dangerous type of radiation. Ozone avoids its penetration into the atmosphere, but it is present in several artificial sources: lamps, bactericides, industrial soldering irons.

The percentage of UVA radiation incidence is higher than that for UVB and UVC.

### 3. Factors to be considered in sunburn prevention:

Sand, snow and water reflect solar radiation, while pollution and partial or variable cloud cover only slightly reduce radiation. The different forms of ultraviolet radiation are capable of penetrating several metres of water, while in general, glass windows only reduce UVB radiation. Maximum incidence of UVB radiation occurs between 12 and 16 hours. Existing melanin provides partial protection against subsequent exposure. However, protection is mainly based on the thickness of the corneal layer. Some factors that may be related to the possible development of sunburn are: age (children of less than 3 years of age are highly susceptible to sunburn), pregnancy, cardiovascular disorders, general state of health, and the localisation, depth, and surface area of the burn itself. Persons older than 65 years and children, pregnant women, patients with cardiovascular disorders or patients having suffered serious burns are, as to be expected, those who are at greater risk<sup>7</sup>.

#### 4. Tipos de filtros solares

Los filtros solares son una de las formas de protección solar más utilizadas. El FPS, relativo a la radiación UVB, se define como la relación entre el tiempo necesario para que la radiación produzca el mínimo eritema perceptible sobre piel protegida con fotoprotector en comparación con la dosis eritematosa mínima (DEM) sin protección<sup>8-10</sup>. El factor de protección solar (FPS) se obtiene a partir de fototest "in vivo" y para una aplicación estándar, adoptada internacionalmente, de 2mg/m<sup>2</sup> de fotoprotector<sup>11</sup>. Hay distintos tipos de filtros<sup>6,9,10</sup>:

*Químicos u orgánicos:* son filtros parciales por lo que protegen solamente frente a parte del espectro. Absorben la radiación ultravioleta y parte la reemiten como pequeña pérdida de energía<sup>12</sup>. Los más usados son: benzofenonas (absorben UVB y bajas longitudes de onda de UVA), indicadas en fotosensibilidad solar; cinamatos, aminobenzoatos (elevada resistencia al agua), salicilatos y homosalatos (absorben los UVB); dibenzoilmetanos (absorben los UVA), los cuales están indicados en fotosensibilidad por medicamentos.

*Físicos, inorgánicos o pantalla total:* son más potentes que los filtros químicos, ya que protegen también frente a la radiación UVA; reflejan la luz por dispersión molecular produciendo un efecto pantalla, por lo que son impermeables a la radiación solar. Son más efectivos, menos alérgicos y menos cosméticos que los filtros químicos. Los más utilizados son suspensiones de polvos minerales y sustancias metálicas: óxido de zinc, dióxido de titanio, ictiol, carbonato cálcico, caolín, óxido de magnesio, mica, talco, petrolato rojo.

*Biológicos:* evitan la formación de radicales libres y estimulan el sistema inmunológico a nivel cutáneo. En muchas ocasiones nos encontramos los filtros solares asociados a antioxidantes (vitaminas A y E).

#### 5. Recomendaciones en profilaxis de quemaduras solares

La Academia Americana de Dermatología (AAD) recomienda:

#### 4. Types of sun screen

Sun screens are one the most commonly used sun protection methods. Sun Protection Factor (SPF) is the relationship between the time required for solar radiation to produce the minimum perceivable erythema on skin protected with a photoprotector, in comparison with the radiation time required to produce the same effect on skin without protection<sup>8-10</sup>. Values for SPF are obtained from "in vivo" phototests, for standard international application for 2mg/m<sup>2</sup> of photoprotector<sup>11</sup>. The different types of sun screens are as follows<sup>6,9,10</sup>:

*Chemical or organic types:* These screens are partial filters that only protect against a part of the spectrum. They absorb ultraviolet radiation, but part of it is remitted as a small energy loss<sup>12</sup>. The types most frequently used are: Benzophenone (absorbs UVB and low wavelength of UVA), advisable for use in cases of solar photosensitivity; cinamates, aminobenzoates (highly water proof), salicylates and homosalates (absorbs UVB); dibenzoylmethanes (absorbs UVA), advised for use in photosensitivity caused by drugs.

*Physical, inorganic or total sun blocks:* These are more powerful types than the chemical filters, because they also provide protection against UVA; they reflect light through molecular dispersion, which produces a total screen effect, meaning that they are impermeable to solar radiation. These are more effective and produce fewer allergic reactions, but are less cosmetic than the chemical filters. The most commonly used examples are suspensions of mineral powder and metallic substances: zinc oxide, titanium dioxide, ichtiol, calcium carbonate, kaolin, magnesium oxide, mica, talcum powder, red petrolatum.

*Biological types:* These prevent the formation of free radicals and stimulate the immunological system at skin level. Frequently, solar filters contain antioxidant substances (vitamins A & E).

#### 5. Recommendations for sunburn prophylaxis

The American Academy of Dermatology (AAD) recommends:

— Usar fotoprotectores con FPS  $\geq 15$  (UVA+UVB), aplicar uniformemente 30 minutos antes de la exposición sobre piel seca y reaplicar cada 30 minutos de exposición, al salir del agua, tras sudar o realizar ejercicio<sup>9,13</sup>. Sería conveniente evitar las cabinas bronceadoras y solariums (UVA) ya que pueden favorecer el envejecimiento y la posible aparición de cáncer<sup>1</sup>. La fotoprotección es la primera medida utilizada por los padres con sus hijos<sup>14</sup>. En pacientes de alto riesgo, como los tratados con inmunosupresores (corticoides, azatioprina), transplantados, mayores, antecedentes de cáncer cutáneo, fotosensibilidad, predisposición genética al cáncer (individuos con pecas, piel, cabello y ojos claros) debería aplicarse FPS  $> 30$ .

- Ropa ligera y oscura (negra, verde o azul) con FPU  $\geq 30$ .
- Sombrero de ala ancha para protección de cabeza, cuello, nariz y orejas.
- Gafas protectoras frente a radiaciones UVA+UVB, con vidrios de policarbonato o polimetilmetacrilato y con monturas de protección lateral y /o superior.
- Combinar las medidas anteriores con otras alternativas como resguardarse en la sombra durante el cenit (12-16 horas), especialmente en zonas de alta montaña y mar abierto. En el trópico el cenit se centra entre 10-11h y 15-16 horas<sup>7,15</sup>.

Se ha observado que los bañistas modifican frecuentemente los hábitos de protección frente a la radiación ultravioleta (protectores solares, prendas de vestir, evitar la exposición)<sup>16</sup>. Otro estudio concluyó que la educación de los padres influye en la variación de la conducta de sus hijos en cuanto a la protección solar se refiere<sup>17</sup>. La aplicación de fotoprotectores se ha asociado, en algún caso, a una mayor incidencia de quemaduras solares y prevalencia de melanoma en asiduos a fotoprotectores frente a no asiduos. Éste hecho no ha sido demostrado en situaciones de estudio y tiene explicación por el incumplimiento de una serie de normas de utilización de los fotoprotectores solares relacionados con factores<sup>14,18</sup>:

— *Extrínsecos*: no aplicar fotoprotector antes de la exposición o con suficiente antelación, suficiente espesor, así como no reaplicar de forma constante o tras humedecer la epidermis<sup>11,12,19-21</sup>.

- To use photoprotectors with SPF  $\geq 15$  (UVA+UVB), to apply 30 minutes uniformly on skin, before exposure to sun, re-applied every 30 minutes exposure, or after swimming, sweating or exercise<sup>9,13</sup>. The use of tanning cabins or solariums (UVA) should be avoided. They can favour the appearance of ageing skin and skin cancer<sup>1</sup>. Parents pay special attention to the use of sun protection in the case of their children<sup>14</sup>. Patients that are at high risk, such as those treated with immunosuppressors (corticoids, azathioprine), transplant and elderly patients, those having suffered previous skin cancer episodes, high photosensitivity, genetic predisposition to cancer (individuals with freckles or lightly pigmented skin, hair and eyes, should use SPF  $> 30$ .

- Light and dark coloured clothes (black, green or blue with UPF  $\geq 30$ .
- A wide brimmed hat for the protection of head, neck, nose and ears.
- Sunglasses with protection against UVA+UVB radiation, with polycarbonate or polymethylmethacrylate glass lenses and frames that provide lateral and/or upper protection.
- The combination of these measures with other alternatives, such as sheltering in the shade during peak sun hours (12-16 hrs), especially in high mountain areas or on the open sea. In tropical latitudes, peak sun hours occur between 10-11hrs and 15-16hrs<sup>7,15</sup>.

Bathers have been observed to frequently change habits adopted to protect themselves from ultraviolet radiation (sun screens, clothing, avoiding exposure)<sup>16</sup>. Another study concluded that parental guidance played an important role in children's behaviour with regard to sun protection<sup>17</sup>. In some cases, the application of photoprotectors has been related to a higher incidence of sunburn and melanoma prevalence, in comparison with those that do not usually use them. This has not been demonstrated under study conditions, but could be explained by non-compliance to a series of recommendations with regard to the following factors<sup>14,18</sup>:

— *Extrinsic*: Not having applied photoprotector before exposure, sufficient time before exposure, with sufficient thickness, with sufficient continued re-applications, or after wetting skin<sup>11,12,19,21</sup>.

- Intrínseco: fototipo de piel, color de ojos, cabellos, pecas.
- Historial de quemaduras solares.
- Factores no controlados.

La radiación UVB participa también en metabolismo de la vitamina D, facilitando su absorción por el organismo. Los filtros que absorben radiación UVB en algún caso pueden originar dermatitis de fotocontacto<sup>22</sup>, y una disminución de la 25-OH-colecalciferol circulante<sup>23</sup>, lo que puede estimular la síntesis de melanocitos, algunos de ellos alterados, sin embargo no ha sido demostrado que originen déficit de dicha vitamina<sup>24</sup>. El fotoprotector que en principio presentaría una mayor eficiencia sería aquel con un FPS =15, incrementándose la necesidad de fotoprotección en pacientes de alto riesgo, los cuales precisarían de un producto con FPS > 30. En general, la FDA no recomienda FPS > 30 por su mayor coste-eficacia respecto a los de FPS = 15, así como por la alta concentración de los componentes, lo cual puede conllevar un aumento en los casos de dermatitis de fotocontacto, fotoalergia, fototoxicidad o irritación. Sin embargo, la manifestación de reacciones alérgicas debidas a las sustancias activas del fotoprotector se presentan raramente. La aplicación diaria de fotoprotector con un FPS  $\geq$  15 se ha asociado a una disminución en el desarrollo del fotoenvejecimiento cutáneo, ya que se ha observado una reducción en la incidencia de cáncer de células escamosas en un 25%, sin embargo el riesgo de aparición de cáncer de células basales no fue reducido<sup>25,26</sup>. La exposición intermitente puede llegar a ser incluso peor que la continuada<sup>10</sup>. El daño acumulado junto con la exposición reciente aumenta el riesgo de padecer cáncer de piel<sup>1</sup>. Parece existir un componente genético con relación al bronceado<sup>27</sup>. Las horas de máxima incidencia de radiaciones UVB son de 12-16 horas. La información que el fabricante indica en el envase y en concreto los indicadores numéricos sin más información adicional pueden ser un factor de confusión<sup>28</sup>. Otro punto de especial importancia hace referencia a lo recomendable de la fotoprotección a través del uso de prendas de vestir con un índice de fotoprotección adecuado. La exposición en horario temprano o tardío en los días de verano o a cualquier hora del día en invierno, incluso en condiciones de calor o sol, reduce la incidencia de radiación UVB de 5-10 veces con respecto al cenit<sup>29</sup>. Se ha observado

- Intrinsic: Skin phototype, colour of eyes and hair, freckles.
- Backgrounds sunburns.
- Uncontrolled factors.

UVB radiation also aids the organism's capacity to metabolise vitamin D. In some cases, the filters that absorb UVB radiation can bring about the onset of photocontact dermatitis<sup>22</sup>, and a reduction in circulating 25-OH-colecalciferol<sup>23</sup>, which can stimulate the synthesis of melanocytes, with some of which possibly undergoing alterations. This has not however been demonstrated to produce a deficit of this vitamin<sup>24</sup>. The most efficient photo protector, in terms of cost-benefit, are sun screens of SPF 15. Patients considered as high risk cases however, require a SPF of >30. But in general terms, the FDA does not recommend screens of such a high SPF, because they are not as cost-efficient compared with SPF screens of 15. These very high SPF screens also carry a higher risk of photocontact dermatitis, photoallergy, phototoxicity or irritation. On the other hand, allergic reactions to sun screen active substances have been rarely reported. One of the positive results of a daily application of SPF  $\geq$  15 has been associated with a reduction in the development of cutaneous photoageing, and a reduction of approximately 25% in squamous cell cancer incidence. However, with regard to basal cell cancer no such effect was observed. Exposure to solar radiation on an intermittent basis has been described as being worse than that of a continued nature<sup>10</sup>. Accumulated damage from previous exposures together with a recent exposure have been reported to increase the risk of skin cancer<sup>1</sup>. Additionally, there seems to be a genetic element involved in tanning<sup>27</sup>. Maximum incidence of UVB radiation occurs between 12 and 16 hours. The information that the manufacturer provides on the packaging of the product and with particular regard to numeric indicators without any additional information may cause a certain degree of confusion<sup>28</sup>. Another aspect of special importance is the use of clothing with appropriate photoprotection factor. Sun exposure during the early or late hours of the day in summer or at any hour of the day in winter, including hot or sunny winter days, reduce the incidence of UVB radiation 5-10 times in relation to zenith<sup>29</sup>. A lower frequency of applications in children of young parents has been observed<sup>30</sup>.



una disminución de la frecuencia de aplicación en niños de padres jóvenes<sup>30</sup>.

### 6. Tratamiento de las quemaduras solares

Algunas de las medidas a adoptar tras sufrir un exceso de radiación ultravioleta serían las descritas a continuación.

- Darse un baño o aplicar compresas de agua fría, nunca hielo ya que produciría una intensa vasoconstricción que podría agravar aún más la lesión.
- Lavarse suavemente con una solución jabonosa y aclarar abundantemente con agua con el fin de eliminar cualquier partícula adherida a la piel agredida, la cual podría representar un foco de infección.
- Evitar el contacto con sustancias irritantes (benzocaína, alcohol) y vasodilatadoras.
- Evitar el contacto con la radiación ultravioleta.
- Evitar el contacto con agentes que dificulten la transpiración (sustancias oleosas: pomadas o ungüentos).
- Tratamiento tópico (si no hay ampollas) con corticoides o emulsiones emoliente-calmantes (aloe vera).
- Hidratación abundante.
- Si hay ampollas evitar tratamientos oclusivos.
- No abrir las ampollas (riesgo de infección). Si fuera necesario abrirlas sería conveniente realizar una punción con aguja estéril, aplicar antiséptico y apósito estéril impregnado en pomada cicatrizante (centella asiática) y pomada triantibiótica (bacitracina, neomicina y polimixina B).
- Para tratar el dolor se pueden utilizar AINEs (ácido acetilsalicílico, ibuprofeno o paracetamol).

El tratamiento de las quemaduras solares debe ir dirigido principalmente a impedir la extensión de las lesiones, aliviar el dolor, prevenir las infecciones (extremar higiene) y la deshidratación cutánea, mediante la reposición hidro-electrolítica oral o sistémica, proteger del aire y favorecer la epitelización. Es necesario tratarlas como heridas.

### 6. The treatment of sunburn

Some of the measures to be adopted after suffering an excess of ultraviolet radiation are listed below:

- Cold water bathing or the application of sanitary swabs soaked in cold water. Ice should never be used, it could cause a intense vasoconstriction, leading to a worsening of the lesion.
- Gentle washing with a soapy solution and subsequent rinsing with abundant water to ensure that no particle remains in contact with damaged skin, so as to avoid any possible infection.
- Avoidance of any irritant substances, such as benzocaine or alcohol, and contact with any vasodilators.
- Avoidance of any further contact with ultraviolet radiation.
- Avoidance of any contact with agents that impede transpiration (oily substances: ointments or creams).
- Topical treatment (in the absence of blisters) with corticoids or soothing-emollient emulsions (aloe vera).
- Abundant moisturizing.
- In the case of blistering occlusive treatments should be avoided.
- Do not burst blisters (risk of infection). In cases where it is necessary to burst blisters, they should be punctured with a sterile needle, followed by an application of an antiseptic and a sterile dressing impregnated with healing ointment (Asian centella) and triantibiotic ointment (bacitracin, neomycin & polymyxin B).
- In order to treat the pain symptoms, Nsaids (acetylsalicylic acid, ibuprofen and acetaminophen).

The aim of sunburn treatment should mainly be to hinder further spreading of the lesion, to alleviate pain, prevent infections (maximise hygiene) and to avoid cutaneous dehydration (through oral or systemic hydro-electrolytic replenishment), to protect the lesion from the air and to promote epithelization. Sunburn lesions should be treated like wounds.

## 6a. Tratamiento farmacológico

Son susceptibles de tratamiento por el farmacéutico las quemaduras de primer grado y segundo grado superficiales con una extensión inferior al 1% de la superficie corporal total en adultos sanos sin afectación de áreas críticas. Mientras que será conveniente remitir al médico en caso de quemadura de 2º grado profunda o 3º grado, síntomas de insolación (fiebre, escalofríos, náuseas, vómitos o sensación de desmayo), así como si tras una semana no hubiera epitelización o aparecieran síntomas de infección. En ausencia de pulso o respiración es recomendable iniciar maniobras de reanimación cardio-pulmonar (RCP) y trasladar al afectado al hospital. El tratamiento puede efectuarse a nivel local o sistémico según la gravedad de la quemadura y complicaciones que puedan aparecer. Las quemaduras solares pueden mejorar con la aplicación temprana y frecuente de algunos fármacos como AINES y/o esteroides tópicos; ácido acetilsalicílico oral y otros agentes no esteroídicos, así como emulsiones hidratantes-calmanes tópicos.

Algunos de los fármacos que pueden utilizarse en el tratamiento de la morbilidad asociada a las quemaduras solares se mencionan a continuación<sup>31</sup>.

- Antisépticos /antibióticos tópicos: povidona yodada 10%, clorhexidina 0.05-0.5 %, nifrofurazona 0.2%, sulfadizina argéntica 1%, nitrato de plata 0.5%, mafenida.
- Analgésicos orales y/ o tópicos: AINES como ácido acetilsalicílico, ibuprofeno o paracetamol minimizan la inflamación causada por la radiación ultravioleta, así como disminuyen el eritema y edema de la zona afectada.
- Antihistamínicos o carotenoides vía oral: alivian el prurito.
- Anestésicos locales: pese a que uso no es común, podría valorarse su utilización para aliviar el dolor ocasionado por las lesiones.
- Corticoides vía oral y /o tópica: hidrocortisona, metilprednisolona disminuyen la reacción inflamatoria que se origina en las quemaduras solares.
- Agentes revulsivos: se podrían nombrar sustancias activas como el alcanfor, mentol (disminuye el dolor al estimular las fibras

## 6a. Pharmacological treatment

In healthy adults that do not present damage to critical areas, superficial first and second degree burns that cover a total body surface area of less than 1% can be treated by pharmacists. However, in cases of deep second or third degree burns, sunstroke symptoms (fever, shivering, nausea, vomiting or faintness), or where epithelization has not occurred after a period of a week, or symptoms of infection are present, patients should be referred to a doctor. In cases of no pulse or breathing, cardio-pulmonary resuscitation (CPR) is recommended with transfer to the hospital. Treatment can be carried out at local or systemic level in accordance with the seriousness of the burns and the complications that may appear. Sunburn can improve with the early and frequent use of some drugs, such as NSAIDs and/or topical steroids; oral acetylsalicylic acid and other non-steroidal agents, such as topical soothing and moisturising emulsions.

Some of the pharmaceutical preparations that can be used to treat the morbidity associated to sunburn are listed below<sup>31</sup>.

- Topical antiseptics/antibiotics: Povidone iodine 10%, chlorhexidine 0.05-0.5%, nitrofurazone 0.2%, silver sulphadiazine 1%, silver nitrate 0.5%, mafenide.
- Oral and/or topical analgesics: Nsaids such as acetylsalicylic acid, ibuprofen or paracetamol minimise ultraviolet radiation induced inflammation, and reduce erythema and edema in affected areas.
- Oral antihistamines or carotenoids: relieve itching.
- Local anaesthetics: Although these are not commonly used, their administration could be beneficial in pain caused by sunburn lesions.
- Oral and/or topical corticoids: Hydrocortisone and methylprednisolone reduce sunburn inflammatory reaction.
- Revulsive agents: Active substances such as camphor and menthol could reduce pain and stimulate sensory nervous fibres. (However, they also increase the risk of edemas and increase blood flow). Similarly, Burow's solution and another tinctures and physiological serum can be applied to the affected areas.

nerviosas sensoriales, pero incrementan el riesgo de edemas al incrementar el flujo sanguíneo), así como la solución de burrow, tintura benjuí y suero fisiológico, de aplicación en las zonas inflamadas.

— Apósitos grasos: sería recomendable la aplicación de apósitos con una combinación de antibióticos (bacitracina, neomicina, polimixina B) para prevenir infecciones relacionadas con las quemaduras solares. Los apósitos pueden favorecer reepitelización y disminuir el dolor. Se recomienda no apretar excesivamente el apósito para evitar la aparición de edemas y cambiar el apósito cada 24 horas. La vaselina estéril también puede aplicarse en el tratamiento de quemaduras leves.

— Antioxidantes: muchos productos orales y tópicos contienen vitamina C y E, coenzima Q10, flavonoides, extractos de frutas, betacarotenos, polifenoles del té verde y otros antioxidantes. Parece que la asociación de ácido ascórbico y  $\alpha$ -tocoferol en dosis superiores a las recomendadas vía oral o tópica, así como de  $\beta$ -carotenos y  $\alpha$ -tocoferol, son un factor protector frente a la aparición y desarrollo de signos y síntomas asociados a las quemaduras solares<sup>32,33</sup>. La vitamina C contribuye a la regeneración de la vitamina E a partir del radical tocoferoxilo. Los polifenoles del té verde tienen propiedades fotoprotectoras. Los antioxidantes se relacionan con prevención del daño genético. La combinación de ácido ascórbico y  $\alpha$ -tocoferol está indicada en dermatosis fotosensible o intolerancia a fotoprotectores. Otros factores protectores pueden relacionarse con el consumo de isoflavonas y dietas bajas en grasa<sup>34</sup>.

— Otros:

Los hidroxiácidos, exfoliantes e hidratantes, permiten un 20% más de exposición a radiación UVB en las pieles tratadas que las pieles no tratadas, solos o asociados a retinoides tópicos producen frecuentemente irritación<sup>35</sup>. Los hidroxiácidos parecen tener efectos beneficiosos sobre la sequedad y aspereza, así como alteraciones en la pigmentación de la piel. El fluorouracilo tópico, pese a sus propiedades proinflamatorias y estar contraindicado en el embarazo, al 5% aplicado dos veces /día en zonas con elevada densidad de queratosis actínica reduce el grado de queratosis

— Oily dressings: The application of dressings with a combination of antibiotics (bacitracin, neomycin, polymyxin B) to prevent infections related to sunburn. Dressings promote re-epithelisation and a reduction of pain. When applying a dressing should avoid excessive tightness, for present to appearance of edemas. Dressings should be changed every 24 hours. Sterile Vaseline may also be applied in the treatment of light burns.

— Antioxidants: Many oral and topical products contain vitamins C & E, coenzyme Q10, flavonoids, fruit extracts,  $\beta$ -carotenes, green tea polyphenols and other antioxidants. The combined oral or topical use of ascorbic acid &  $\alpha$ -tocopherol at dosages higher than those recommended, as well as  $\beta$ -carotenes &  $\alpha$ -tocopherol combinations, seem to have a protective action against the appearance and development of the signs and symptoms of sunburn<sup>32,33</sup>. Vitamin C contributes to the regeneration of vitamin E through the tocopheroxyl radical. Green tea polyphenols have photoprotective properties. Antioxidants have been associated with the prevention of genetic damage. The combination of ascorbic acid and  $\alpha$ -tocopherol has been indicated for use in photosensitive dermatosis or in cases of photoprotective agent intolerance. Protective properties may also be associated with the consumption of isoflavones and low fat diets<sup>34</sup>.

— Others:

Skin treated with hydroxyacids, exfoliants and moisturisers substances allow 20% longer exposure to UVB radiation than untreated skin. However, topical retinoids often produces irritation<sup>35</sup>. Hydroxyacids seem to produce beneficial effects on dry and rough skin, as well as on pigment alterations of the skin. Despite being a proinflammatory agent and being contraindicated during pregnancy, topical fluorouracil at 5%, applied twice daily to areas presenting high density actinic keratosis, reduces keratosis by 70%<sup>36</sup>. Furthermore, it reduces photoaging associated with dryness and roughness of the skin. On the other hand, it can produce irritation that may continue throughout several weeks after its application<sup>37</sup>. Another therapeutical alternative is the use of 3% topical diclofenac in 1% hyaluronidase. Treatment with this combination has been approved by the

en un 70%<sup>36</sup>, así como disminuye la sequedad y aspereza de la piel asociada al fotoenvejecimiento, también puede producir irritación, que puede perdurar varias semanas tras su aplicación<sup>37</sup>. Otra alternativa sería un gel de diclofenac tópico al 3% en hialuronidasa al 1%, aprobado por la FDA para tratamiento de queratosis actínica, aunque es menos irritante también es bastante menos efectivo que fluorouracilo tópico<sup>38,39</sup>. Los retinoides tópicos parecen ser el tratamiento más efectivo en pacientes con fotoenvejecimiento cutáneo. La crioterapia puede ser una buena alternativa, y menos conveniente la intervención quirúrgica. La aplicación de ácido glicocólico previa a la exposición a radiaciones ultravioleta parece aumentar la sensibilidad frente al daño por dicha radiación, la cual revierte tras fin de tratamiento<sup>40</sup>.

#### 6b. Tratamiento no farmacológico

Entre los factores que pueden influir en la protección frente a las quemaduras solares podemos referirnos a los factores extrínsecos, tales como filtros químicos, físicos y biológicos o intrínsecos como melanina, grosor del estrato córneo y sudor (ácido urocánico).

##### 6b1. Fotoprotección (véase apartado 5)

###### 6b1.1 A través de disminuir la exposición a la radiación UV

La forma más efectiva de fotoprotección es permanecer en recintos resguardados de la radiación solar, en especial, en las horas de máxima incidencia de radiación ultravioleta. Periodos prolongados de ausencia de radiaciones solares son necesarios en ciertas formas de fotodermatosis (cáncer asociado a xeroderma pigmentosum, porfiria eritropoyética congénita, urticaria solar, dermatitis actínica crónica, erupciones lumínicas polimórficas...)<sup>14</sup>. Se recomienda minimizar el alcance directo de la radiación ultravioleta sobre niños menores de 6 meses.

###### 6b1.2 A través del uso de prendas de vestir apropiadas

Los tejidos, mediante una clasificación vigente en Australia y Nueva Zelanda, se pueden

FDA for actinic keratosis. However, although this treatment causes less irritation, it is considerably less effective than topical fluorouracil<sup>38,39</sup>. Topical retinoids seem to be the most effective treatment in patients with cutaneous photoaging. Cryotherapy is another viable alternative. Surgery seems to be the least advisable remedy. The application of glycolic acid prior to ultraviolet radiation exposure seems to increase susceptibility to sunburn damage, but such susceptibility disappears on cessation of treatment<sup>40</sup>.

#### 6b. Non-pharmacological treatment

Other aspects that may have an influence on protection against sunburn are extrinsic factors, such as chemical, physical or biological filters or intrinsic factors, such as melanin, corneal stratum thickness and sweat (urocanic acid).

##### 6b1. Photoprotection (see section 5)

###### 6b1.1 Protection through reducing exposure to UV radiation.

The most effective form of photoprotection is shelter appropriately from solar radiation, in particular during peak ultraviolet radiation hours. Long periods of non-exposure to solar radiation are necessary in the case of certain forms of photodermatosis (cancers associated with xeroderma pigmentosum, congenital erythropoietic porphyria, solar urticaria, chronic actinic dermatitis, polymorphic luminescent eruptions...)<sup>14</sup>. Direct UV radiation exposure in infants of less than 6 months of age should be kept to the minimum.

###### 6b1.2 Aspects associated with the use of appropriate clothing

Through a current classification used in Australia and New Zealand, clothing materials, can be classified into different groups, in accordance with the degree of protection they afford (Ultraviolet Protection Factor = UPF):

agrupar según su factor de protección ultravioleta (FPU):

Rango FPU <i>UPF range</i>	Grado de protección <i>Degree of protection</i>	Transmisión rad. UV <i>Transmission rad. UV (%)</i>
15-24	Buena <i>Good</i>	6.7-4.2
25-39	Muy buena <i>Very good</i>	4.1-2.6
≥40 (Lycra: UPF = 50)	Excelente <i>Excellent</i>	≤ 2.5

Las recomendaciones europeas aconsejan el uso de prendas de vestir frescas con un FPU > 30 para estancias fuera de recintos durante el verano y que cubran la mayor superficie de la piel posible<sup>41</sup>. Sin embargo los procedimientos para obtener valores de protección tan elevados no siempre están realmente claros<sup>42</sup>. Presentan un UPF > 30 las prendas con más del 70% de lana, menos del 30% de algodón, tejidos como el lino, poliéster, tejidos sintéticos mezclados y tejidos viscosos<sup>43</sup>; con un FPU = 20 únicamente 1/20 (3.3 %) de las radiaciones solares penetran el tejido<sup>7</sup>. Los factores que pueden afectar al FPU<sup>7,43</sup> son:

- Huecos entre fibras: al aumentar la distancia entre fibras, por estiramiento, disminuye el FPU.
- Tipo de fibras: ciertas fibras, al absorber radiación ultravioleta, confieren mayor protección a los tejidos.
- Humedad: existe una relación inversamente proporcional entre el FPU y la humedad.
- Colores: los tonos oscuros tales como negro, verde, azul o beige son los tonos que proporcionan mayor protección.

Últimamente se están adicionando a ciertos tejidos sustancias químicas, presentes en los fotoprotectores solares, con el fin de absorber radiación ultravioleta y aumentar el factor de protección del tejido<sup>21</sup>. Los lavados a los que se someten las prendas llegan, en algunos casos, a doblar la protección, al menos en el caso del algodón<sup>44</sup>.

European recommendations advise the use of light clothing, covering the highest surface area of skin possible, with a UPF >30, for use in open air environments during the summer<sup>41</sup>. However, the procedures to be followed in order to obtain such a high levels of protection are not always so clear<sup>42</sup>. Clothes affording a UPF >30 are those containing over of 70% wool, less than 30% of cotton, lino, polyester and mixed synthetic and viscose materials<sup>43</sup>. Materials with an UPF = 20, only 1/20 (3.3%) of solar radiation penetrates the cloth<sup>7</sup>. Factors that may affect UPF<sup>7,43</sup> include:

- Spaces between fibres: An increase in the distance between fibres, through stretching, reduce UPF.
- Type of fibres: Certain fibres provide a higher degree of protection due to they absorb ultraviolet radiation.
- Humidity. A proportionately inverse relationship exists between UPF and humidity.
- Colours: Dark colours, such as black, green, blue or beige are those that afford the highest degree of protection.

Finally, certain chemical substances, usually found in topical sun screen agents, are now being incorporated into clothing material, for absorb ultraviolet radiation, and increase its protection factor. In the case of cotton, the washing of clothes can double the protection factor of the garment<sup>44</sup>.

### 6b1.3 A través del uso de fotoprotectores

Los fotoprotectores solares bloquean la penetración de la radiación ultravioleta, protegen la piel de quemaduras solares, así como previenen lesiones del ADN, disminuyendo significativamente la formación de dímeros de timina<sup>45</sup>. Aplicar un menor espesor conlleva una protección inferior a la indicada por el fabricante, este hecho ha sido observado en varios estudios en los que los pacientes obtenían una protección muy inferior a la indicada por el fabricante<sup>11,46</sup>. Un FPS elevado prolonga la protección<sup>1</sup>. Algunos fotoprotectores pueden llegar a perder eficacia a través de mecanismos de fotodegradación durante la exposición a las radiaciones solares<sup>47</sup>. Es importante recalcar que no existe la protección total, así como que FPS  $\geq 15$  se consideran filtros de bloqueo o pantalla total<sup>1</sup>, un FPS = 15 disminuye el efecto solar a 1/15, es decir, filtra hasta el 93% de la radiación UVB. En los fotoprotectores resistentes al agua el efecto perdura tras 40 minutos de inmersión, mientras que en los fotoprotectores a prueba de agua el efecto puede mantenerse hasta los 80 minutos de inmersión<sup>7,9</sup>. Los fotoprotectores pueden disminuir la inmunosupresión pero no prevenirla. La inmunosupresión se ha relacionado con el tiempo de exposición, agente fotoprotector y especies bajo estudio<sup>6,9</sup>. En animales, el uso de fotoprotectores solares se ha asociado a reparación del daño preexistente y prevención del daño causado por la exposición a la radiación ultravioleta<sup>48,49</sup>.

### CONCLUSIONES

Las medidas protectoras a emplear, en orden decreciente de eficacia e irrupción en el estilo de vida son permanecer resguardado de la exposición a las radiaciones ultravioletas, exponerse a las radiaciones únicamente cuando la incidencia de radiación ultravioleta sea de baja longitud de onda, cubrirse con prendas de vestir protectoras frente a la radiación ultravioleta y aplicación de protectores solares. Las personas con fotoenvejecimiento sustancial deberían examinarse periódicamente de la presencia de queratosis actínica y cáncer de piel. Pese a que el tratamiento más efectivo frente a las quemaduras solares es la prevención se ha suscitado controversia sobre el uso de los fotoprotectores, los datos disponibles

### 6b1.3 Aspects associated with the use of photoprotectors

Solar photoprotectors block the penetration of ultraviolet radiation, protect skin from sunburn, prevent DNA lesions, and significantly reduce the formation of thymine dimers<sup>45</sup>. The application of a thinner layer of protection than that indicated by the manufacturer, results, as observed in numerous studies, in a much lower degree of protection<sup>11,46</sup>. A higher SPF provides a longer period of protection<sup>1</sup>. Some photoprotectors may lose effectiveness, through photodegradation processes throughout solar radiation exposure<sup>47</sup>. It is important to point out that total protection does not exist. A SPF of  $\geq 15$  is considered as a blocking filter or total sun block<sup>1</sup>. SPF = 15 reduces solar effect to 1/15, which means that it filters 93% of UVB radiation. In water-resistant protectors, protective function is maintained for 40 minutes of immersion, while water-proof photoprotectors can prolong the effect to 80 minutes<sup>7,9</sup>. Photoprotectors can reduce immunosuppression but cannot prevent it. Immunosuppression has been associated with length of time of exposure, the photoprotective agent used and the species under study<sup>6,9</sup>. In animals, the frequent use of solar photoprotectors has been associated with both a curing of pre-existing damage and the prevention of damage associated to ultraviolet radiation damage<sup>48,49</sup>.

### CONCLUSIONS

The protective measures that can be taken, in decreasing order of effectiveness and imposition on lifestyle, are as follows: complete avoidance of ultraviolet radiation exposure, allow exposure to radiation only at times when ultraviolet radiation is at a low wave length, the use of protective clothing and the application of sun screens. Persons that have suffered substantial photoaging should be examined periodically, in order to check for the presence of actinic keratosis and skin cancer. It is generally agreed that the most effective measure against sunburn is prevention. However, some controversy has arisen on the use of photoprotectors.

The data available does not suggest that their use increases the risk of melanoma<sup>17</sup>, so it seems to be both prudent and advisable to continue to

no sugieren que los fotoprotectores incrementen el riesgo de melanoma<sup>17</sup>, por lo que parece prudente y aconsejable el uso de los mismos asociado a otras medidas eficaces en la prevención de las quemaduras solares como prendas de vestir con un factor apropiado o resguardarse en la sombra en la franja horaria de mayor índice de radiaciones ultravioletas. Conviene minimizar la exposición a las radiaciones solares en las horas de máxima incidencia de radiaciones ultravioletas (12-16 horas); parece menos nocivo broncearse gradualmente en lugar de someter a la piel a agresiones bruscas e intensas, que podrían llegar a ser factor desencadenante de cáncer de piel. Sería recomendable la rutinaria fotoprotección infantil<sup>50</sup>. Parecen necesarias campañas educativas para recordar la importancia de proteger la piel sobre todo en los primeros 18 años de vida que es cuando se produce daño por radiación ultravioleta acumulativo y más significativo<sup>10,16</sup>, mención especial en lo referente a los niños menores de 3 años los cuales no deberían ser expuestos directamente a las radiaciones ultravioletas y permanecer protegidos, incluso en la sombra. No hay evidencias de que los fotoprotectores más caros sean los más efectivos, por lo que según recomienda la FDA parece aconsejable generalizar la utilización de FPS  $\geq 15$ , precisando una mayor protección aquellos pacientes con factores de riesgo. La industria textil colaboraría en las campañas de fotoprotección si los etiquetados de sus productos fueran más completos, explícitos y claros en lo que a la fotoprotección hace referencia. Igualmente, serían necesarios etiquetados con indicaciones más claras sobre el cómo, cuando y cuanto fotoprotector aplicar para obtener el índice de fotoprotección indicado por el fabricante en el envase, así como la frecuencia estimada de reaplicación del producto. En pacientes con déficit previo de vitamina D sería prudente limitar la exposición solar sin fotoprotector, suplementar diariamente (200-400 UI /día), así como aconsejar una dieta enriquecida en dicha vitamina (productos lácteos). Variables como la edad, embarazo, afecciones cardiovascular, estado general, así como localización, profundidad, superficie o extensión de la misma deberían ser tenidas en cuenta a la hora de evaluar la gravedad y morbilidad potencialmente derivables de una quemadura solar. Por otra parte, parece recomendable ser prudente con la utilización de antioxidantes, ya que aunque hay indicios de

use them, but in conjunction with other prevention measures, such as the use of clothing with an appropriate UPF and the avoidance of exposure at peak hour radiation times. In all cases, peak hour sun exposures should be avoided when ultraviolet radiation is at its maximum (12-16hrs), but in tanning processes, it appears to be less harmful to allow a slow and gradual tanning to take place, rather than to subject skin to brusque and intense aggressions, which could trigger the onset of skin cancer. The use of photoprotection in children, on a routine basis, is highly recommendable<sup>50</sup>. It seems to be necessary to carry out educational campaigns to remind parents of the importance of protecting children's skin, above all in those under the age of 18. Children within this age group are susceptible to more significant and accumulative due to ultraviolet radiation damage<sup>10,16</sup>. A special mention should be made with regard to infants under the age of 3 years, who should never be directly exposed to ultraviolet radiation, but should rather always be protected and should even stay in the shade. There is no evidence to suggest that the more expensive photoprotectors are the most effective. In accordance with FDA recommendations, it seems to be generally advisable to use SPF  $\geq 15$ . Patients presenting risk factors will require screens of greater protection. The textile industry could make a useful contribution to photoprotection campaigns by providing complete, explicit and clear UPF information on the labels of their products. In similar way, sun screen manufacturers should provide clearer information on the label of their products as to how, when and how much of the product should be applied, in order to obtain the protection factor indicated on the bottle, together with the estimated frequency of reapplication. It is advisable for patients with a vitamin D deficiency to limit unprotected sun exposure, to supplement daily diet (200-400 UI day), through to consume foodstuffs enriched with this vitamin (dairy products). Variables such as age, pregnancy, cardiovascular disorders, general state of health, as well as localisation, deepness or surface area of a burn should be taken into account, for evaluate its potential seriousness and morbidity. In addition, care should be taken in the use of antioxidants. Although there are suspicions for its protective activity, neither optimal dose or their effects on photodermatitis, photoaging or other pathologies derived from exposure to solar

efectos protectores, ni las dosis óptimas ni su efecto en fotodermatitis, fotoenvejecimiento y demás patologías derivables de la exposición a radiaciones solares, entre otros factores, han sido adecuadamente evaluados.

radiation, among other considerations, have been appropriately assessed.

## BIBLIOGRAFÍA/BIBLIOGRAPHY

1. Martin Memorial Health System: <http://www.mmhs.com/clinical/peds/spanish/burns/sunburn.htm>
2. Wacogne ID. Burn baby burn. *Archives of Disease in Childhood* 2002; 86 (6):438
3. Holman CDJ, Armstrong BK, Evans PR et al. Relationship of solar keratoses and history of skin cancer to objective measures of actinic skin damage. *Br J Dermatol* 1984;110:129-38
4. Brooke RC, Newbold SA, Telfer NR et al. Discordance between facial wrinkling and the presence of basal cell carcinoma. *Arch Dermatol* 2001;137:751-4
5. Foote JA, Harris RB, Giuliano AR, et al. Predictors for cutaneous basal- and squamous-cell carcinoma among actinically damaged adults. *Int J Cancer* 2001;95:7-11
6. Fitzpatrick TB. The validity and practicability of sun-reactive skin types I through VI. *Arch Dermatol* 1988;124:869-71
7. Adam JE. Living a "shady life": sun-protective behaviour for Canadians. *Can Med Assoc J* 1999;160(10):1471-1474
8. Kelly DA, Seed PT, Young AR, Walker SL. A commercial Sunscreen's Protection Against Ultraviolet Radiation-Induced Immunosuppression is More Than 50% Lower Than Protection Against Sunburn in Humans. *J Invest Dermatol* 2003;120(1):1-7
9. Spewak C. Sunscreens. *Clinical Edge* 1999;26-9
10. Gallagher RP, Hill GB, Bajdik CD, Fincham S, Coldman AJ, MacLean DI et al. Sunlight Exposure, Pigmentary Factors, and Risk of Nonmelanocytic Skin Cancer: I. Basal Cell Carcinoma. *Arch Dermatol* 1995;131:157-163
11. Shaath NA. On the theory of ultraviolet absorption by sunscreens chemicals. *J Soc Cosmet Chem* 1987;82:193-198
12. Diffey BL. When should sunscreen be reapplied? *J Am Acad Dermatol* 2001;45:882-5
13. Boyett T, Davy L, Weathers L, Campbell R, Van Durme D, Roetzheim R. *J Am Board Farm Pract* 2002;15(2):112-117
14. Hawk JLM. Cutaneous Photoprotection. *Arch Dermatol*; Apr 2003;139 (4):527-530
15. Weinstock MA, Rossi JS, Redding CA, Maddock JE. *Preventive Medicine* 2002;35:584-592
16. O'Riordan DL, Sèller AC, Brooks DR, Zhang Z, Miller DR. *The journal of Pediatrics* 2003;142(1):67-72
17. Huncharek M, Kupelnick B. Use of topical sunscreens and the risk of malignant melanoma: a meta-analysis of 9067 patients from 11 case-control studies. *Am J Public Health*, July 2002;92(7):1173-1177
18. Autier P, Boniol M, Severi G, Doré JF. Quantity of sunscreen used by European students. *British Journal of Dermatology* 2001;144:288-291
19. Robinson JK, Rademaker AW. Sun protection by families at the beach. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1998;152:466-470
21. Wright MW, Wright ST, Wagner RF. Mechanisms of sunscreen failure. *J Am Acad Dermatol* 2001;44:781-784
20. Neale R, Williams G, Green A. Application Patterns Among Participants Randomized to Daily Sunscreen Use in a Skin Cancer Prevention Trial. *Arch Dermatol* 2002;138:1319-1325
22. Foley P, Nixon R, Marks R, Frowen K, Thompson S. The frequency of reactions to sunscreens: results of a longitudinal population-based study on the regular use of sunscreens in Australia. *Br J Dermatol* 1993;128:512-518
23. Autier P, Dore JF, Negrier S, Lienard D, Panizzon R, Lejeune FJ et al. Sunscreen use and duration of sun exposure: a double-blind, randomized trial. *J Natl Cancer Inst* 1999;91(15):1304-9
24. Farrerons J, Barnadas M, Rodriguez J, et al. Clinically prescribed sunscreen (sun protection factor 15) does not decrease serum vitamin D concentration sufficiently either to induce changes in parathyroid function or in metabolic markers. *Br J Dermatol* 1998;139:422-427
25. Thompson SC, Jolley D, Marks R. Reduction of solar keratoses by regular sunscreen use. *N Engl J Med* 1993;329:1147-51
26. Green A, Williams G, Neale R, Hart V, Leslie D, Parsons P et al. Daily sunscreen application and betacarotene supplementation in prevention of basal-cell and squamous-cell carcinomas of the skin: a randomised controlled trial. *Lancet* 1999;354:723-9
27. Martindale. *The Complete Drug Reference* 2002; 33<sup>a</sup> ed:1401-3
28. Diffey BL. Has the sun protection factor had its day? *BMJ* 2000;320(7228):176-1779
29. Diffey BL. What is light? *Photodermal Photoimmunol Photomed* 2002;18:68-74
30. Johnson K, Davy L, Boyett T, Weathers L, Roetzheim RG. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2001;155(8):891-896
31. Drobnic L. *Temas de Actualización del Curso de Formación Continuada* 2000-2001; 12:269-74
32. Fuchs J, Kern H. *Free Radical Biology & Medicine* 1998;25(9):1006-12



33. Mireles-Rocha H, Galindo I, Huerta M, Trujillo-Hernández B, Elizalde T A, Cortés-Franco R. *Acta Derm Venereol* 2002;82:21-24
34. Elmets CA, Singh D, Tubesing K, Matsul M, Katiyar S, Mukhtar H et al. Cutaneous photoprotection from ultraviolet injury by green tea polyphenols. *J Am Acad Dermatol* 2001;44:425-32
35. Center for Food Safety and Applied Nutrition. AHAs and UV sensitivity: results of new FDA-sponsored studies. Office of Cosmetics and Colors fact sheet. Rockville, Md.: Food and Drug Administration, March 7, 2000
36. Kurwa HA, Yong-Gee SA, Seed PT, et al. A randomised paired comparison of photodynamic therapy and topical 5-fluorouracil in the treatment of actinic keratoses. *J Am Acad Dermatol* 1999;41:414-8
37. Stern RS. Treatment of Photoaging. *N Engl J Med* 2004;350:1526-34
38. Rivers JK, Arlette J, Shear N, Guenther L, Carey W, Poulin Y. Topical treatment of actinic keratoses with 3.0 % diclofenac in 2.5 % hyaluronan gel. *Br J Dermatol* 2002;146:94-100
39. Gebauer K, Brown P, Varigos G. Topical diclofenac in hyaluronan gel for the treatment of solar keratoses. *Australas J Dermatol* 2003;44:40-3
40. Kaidbey K, Sutherland B, Bennett P, Wamer WG, Barton C, Dennis D, Kornhauser A. Topical glycolic acid enhances photodamage by ultraviolet lig. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2003 Feb;19(1):21-7
41. Gambichler T, Altmeyer P, Hoffmann K. Role of clothes in sun protection. *Recent Results Cancer Res* 2002;160:15-25
42. Laperre J, Gambichler T, Driscoll C et al. Determination of the ultraviolet protection factor of textile materials: measurement precision. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2001;17:223-229
43. Gambichler T, Rotterdam S, Altmeyer P, Hoffman K. Protection against ultraviolet radiation by commercial summer clothing: need for standardised testing and labelling. *BMC Dermatol* 2001;1:6
44. Stanford DG, Georgouras KE, Pailthorpe MT. Sun protection by a summer-weight garment: the effect of washing and wearing. *Med J Aust* 1995;162:422-425
45. Mahroos MA, Yaar M, Phillips TJ, Bhawan J, Gilchrest BA. *Arch Dermatol* 2002;138:1480-1485
46. Taylor S. *BMJ* 2002;324:1526
47. Sayre RM, Dowdy JC. Photostability testing of avobenzone. *Cosmet Toiletries* 1999;114:85-91
48. Kligman LH, Akin FJ, Kligman AM. Prevention of ultraviolet damage to the dermis of hairless mice by sunscreens. *J Invest Dermatol* 1982;78:181-9
49. Kligman LH, Akin FJ, Kligman AM. Sunscreens promote repair of ultraviolet radiation-induced dermal damage. *J Invest Dermatol* 1983;81:98-102
50. Geller AC, Robinson J, Silverman S, Wyatt SA, Shifrin D, Kob HK. Do pediatricians counsel families about sun protection?: a Massachusetts survey. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1998;4:372-376