



FOTOPROTECCION

LO CLASICO

LO NUEVO

ANTIOXIDANTES

Drs Juan Honeyman
Pilar Bofill
Tatiana Riveros

Efectos biológicos de la RUV

- Los radicales libres cumplen un papel patogénico en el fotoenvejecimiento y carcinogénesis cutánea
- UVB estimula a los radicales libres que alteran el ADN
- Bloqueadores de oxidrilos como el manitol bloquean el estrés oxidativo producido por UVB

Pelle E. y cols. J Invest dermatol 2003;121: 177-183

Efectos biológicos de la RUV

- Una exposición intensa durante la infancia (antes de los 14 años) crea un terreno favorable al desarrollo de un cáncer de piel 30 o 40 años después

“Patrimonio vital” - no preservado, “gastado”

Fitzpatrick TB et al. Synopsis of skin diseases 2001

Efectos biológicos de la RUV

- Exposición solar es acumulativa a través de toda la vida y se expresa a través de la disfunción celular.
- Los niños y los adolescentes reciben tres veces más radiación anual que los adultos.
- El mayor grado de exposición se da durante los primeros 20 a 30 años de vida.

Nole G, Johnson A. An analysis of cumulative lifetime solar ultraviolet radiation exposure and the benefits of daily sun protection. *Dermatologic Therapy*, Vol. 17, 2004, 57–62

Rosen C. Topical and systemic photoprotection. *Dermatologic Therapy*, 2003. Vol. 16, 8–15

Efectos biológicos de la RUV

¿Recibimos la mayoría de la radiación solar antes de los 18 años?

50-80% de la radiación ultravioleta llega antes de los 18 años

J Am Acad Dermatol 1991; 24: 606-612



Efectos de la Rd. UV sobre el cabello



Sequedad
Reducción del vigor
Aspereza
Pérdida de color y brillo
Fragilidad
Caída



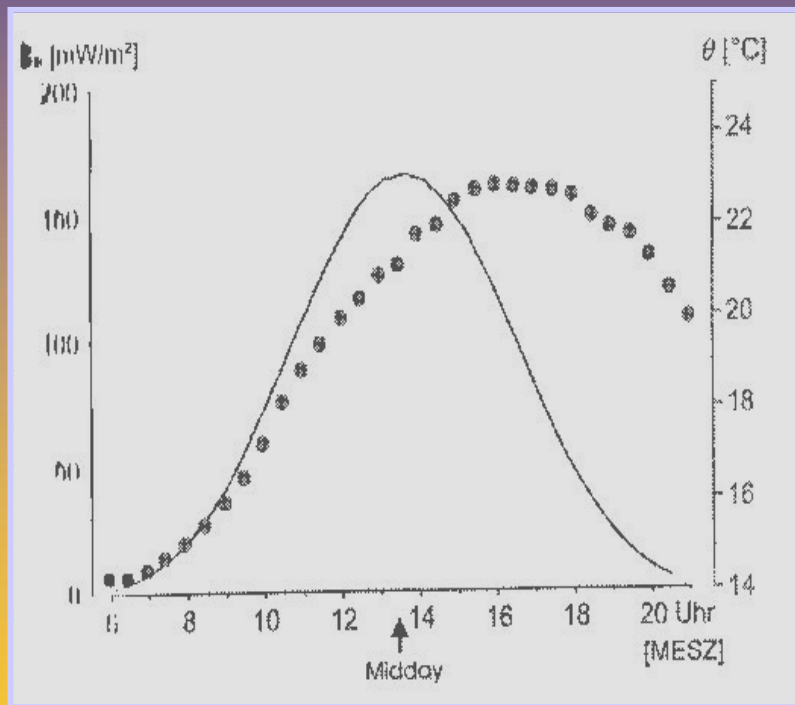
La melanina es un débil protector del cabello (FPS 2)

Filtro de polisiloxano (SLX)

Protege el color y brillo del cabello teñido sometido a radiación solar simulada. Evita el daño por UV.

- 1.- Ruetsch S, Yang B, Kamath Y. Role of melanin and artificial hair color in preventing photo-oxidative damage to hair. *Int J Cosmetic Science* 2004; 26(5): 269.
- 2.- Maillan P. UV protection of artificially coloured hair using a leave-on formulation. *Int J Cosmetic Science* 2002; 24(2):177- 22.

¿Es la tarde más riesgosa que la mañana?

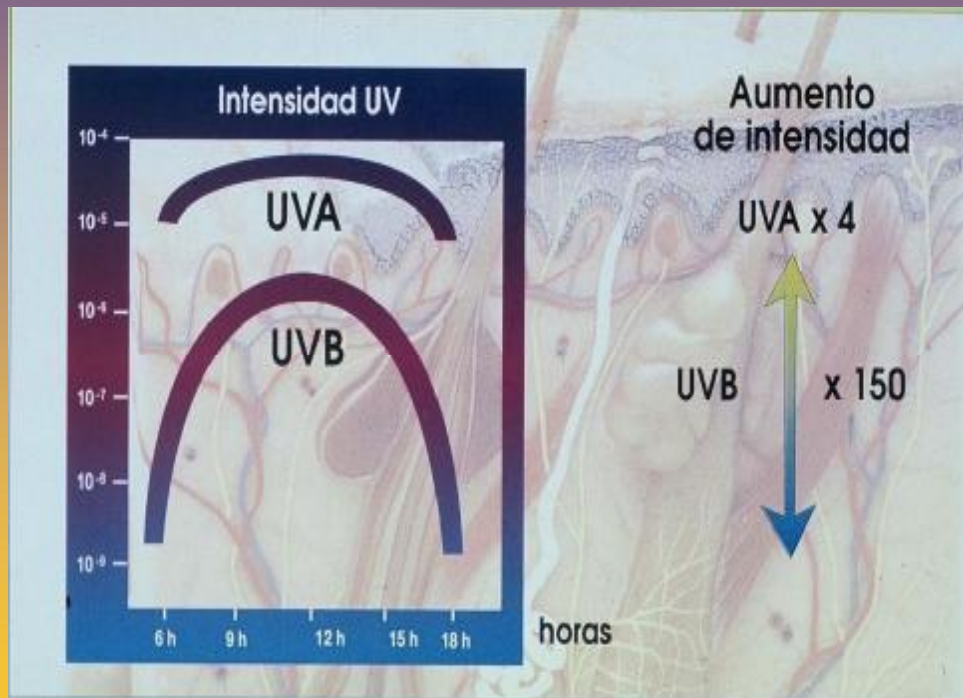


- Es un error confundir aumento de temperatura ambiente con riesgo de daño UV .
- El máximo de calor es hacia media tarde. La radiación solar tiene su máximo al mediodía de cada lugar geográfico.

¿Es el verano más peligroso que la primavera?

En latitudes medias (como la zona central de Chile o Argentina), donde las estaciones están bien definidas, la primavera es tan peligrosa como el verano. La confusión proviene de la temperatura, que en promedio es menor en primavera que en verano.

¿Cuál es la hora más peligrosa?



En toda época del año es más peligroso exponerse cercano al medio día.

Esa es la hora en que hay mayor incidencia UVB sobre la superficie terrestre

Fotoprotección

- Natural o endógena

- Exógena

 - Fotoprotección física

 - Fotoprotectores tópicos

 - filtros químicos

 - filtros físicos

 - otras moléculas

 - Fotoprotección sistémica

Fotoprotección natural o endógena

● **Pigmentación de la piel**

melanina absorbe radiaciones UV y barre el anión superóxido

● **Sudor:** ácido urocánico absorbe radiaciones UV

● **Engrosamiento del estrato corneo:** evita destrucción celular

● **Vitamins y nutrientes**

ascorbatos

glutación

tocoferol alfa o vitamina E

ubiquinona-ubiquinol

● **Activación de moléculas antioxidantes**

enzimas anti oxidantes : superóxido dismutasa, catalasa, glutación peroxidasa, tio redoxina reductasa.

otros antioxidantes (barredores) : betacaroteno, manitol, di-vinil glicol, pantetina, urea, histidina.

Fotoprotección endógena

Pigmentación

Fototipos de Fitzpatrick



I



II



III



IV








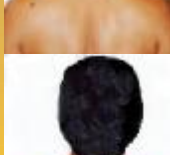

V



VI

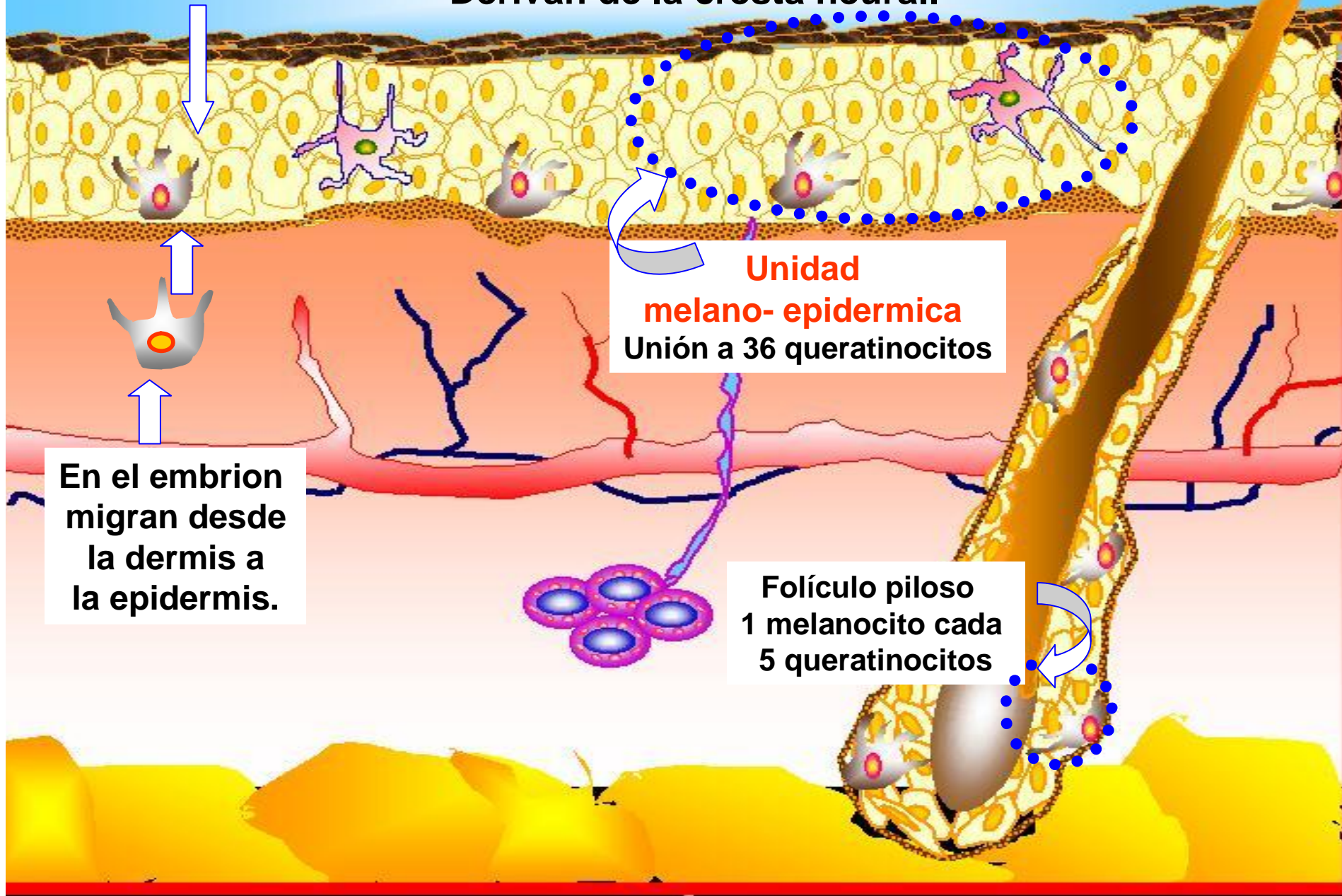
- Pigmentación disminuye 10% por década
- Melanogénesis disminuye después de los 50 años (piel más blanca- canas)

FOTOTIPOS

TIPOS	PELO	PIEL	PECAS	QUEMADURA	BRONCEADO	
	Tipo 0	blanco	albino	+++	3(+)	0
	Tipo I	rojo	lechoso	+++	2(+)	0
	Tipo II	rubio	claro	++	1(+)	pálido
	Tipo III	castaño	claro/mate	+/0	frecuente	claro
	Tipo IV	moreno	mate	0	rara	oscuro
	Tipo V	negro	moreno	0	excepcional	muy oscuro
	Tipo VI	negro	negro	0	ausente	negro

MELANOCITOS

Constituyen 1-2% de las células epidérmicas.
Derivan de la cresta neural.



Unidad melano-epidérmica
Unión a 36 queratinocitos

En el embrión migran desde la dermis a la epidermis.

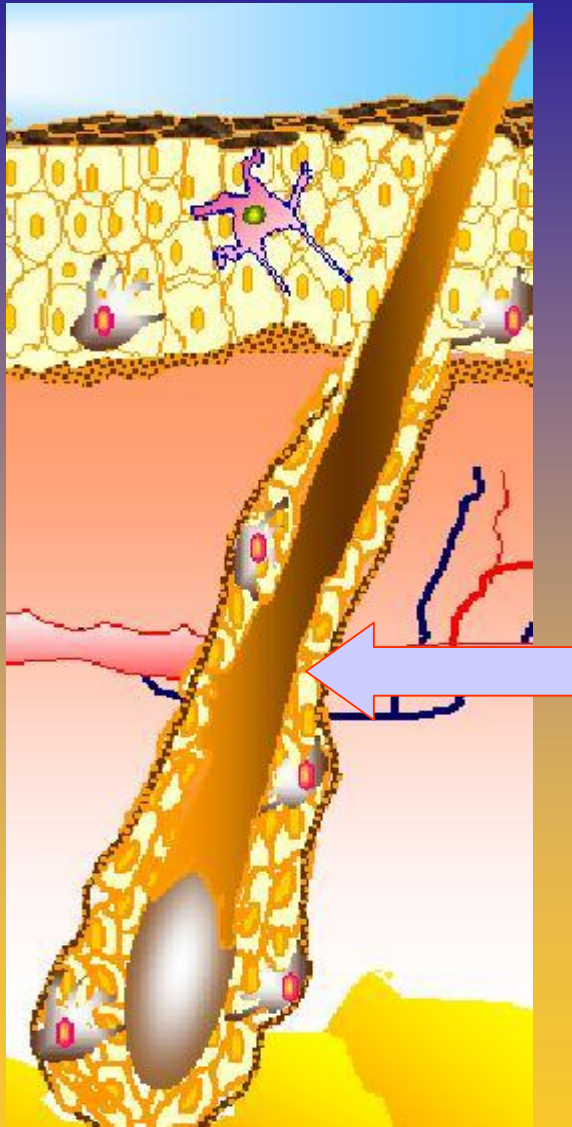
Folículo piloso
1 melanocito cada 5 queratinocitos

SINTESIS DE MELANINA

Hidroxilación de la tirosina
Oxidación de la DOPA



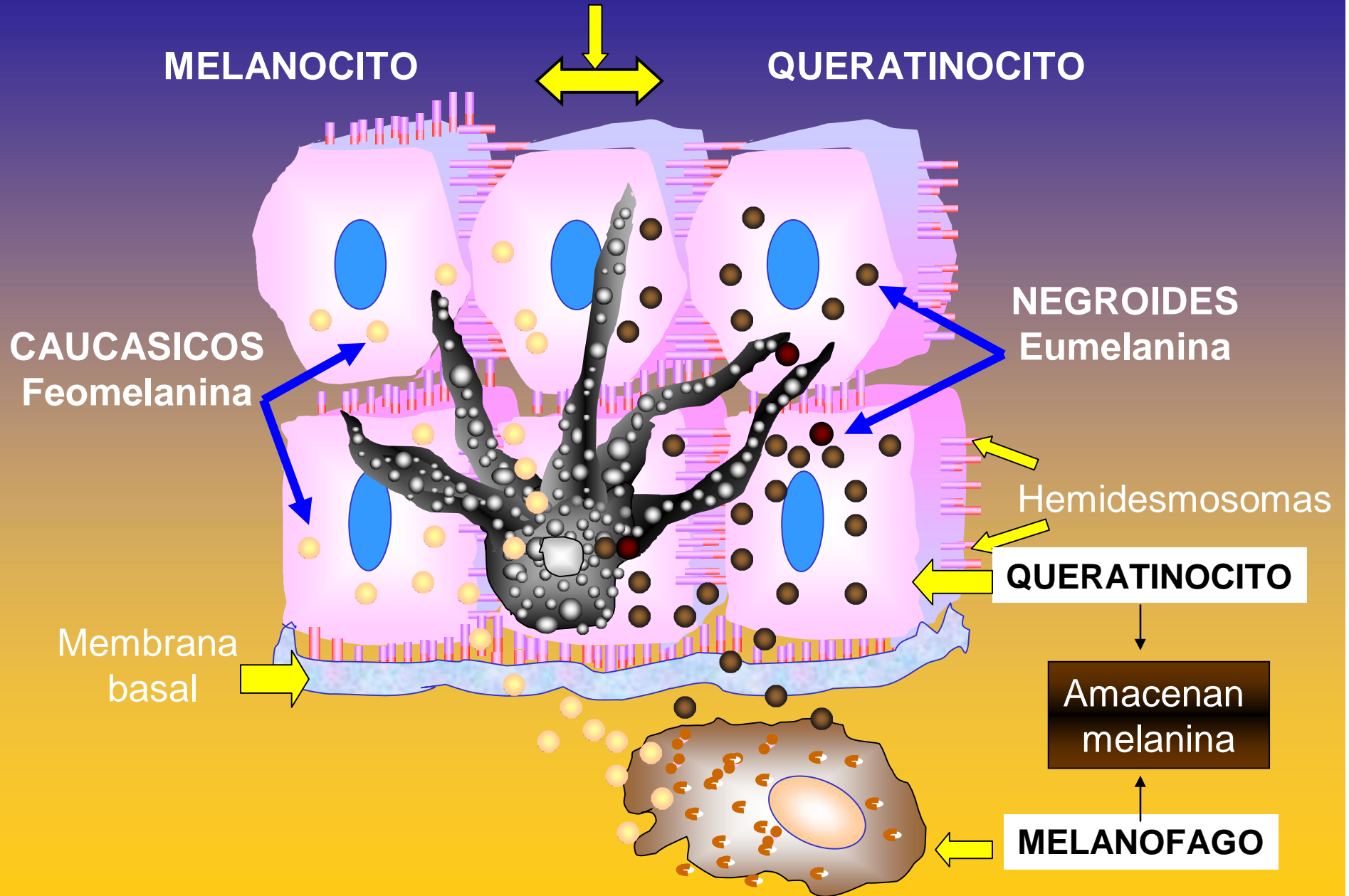
Generación de especies
reativas de oxígeno ROS

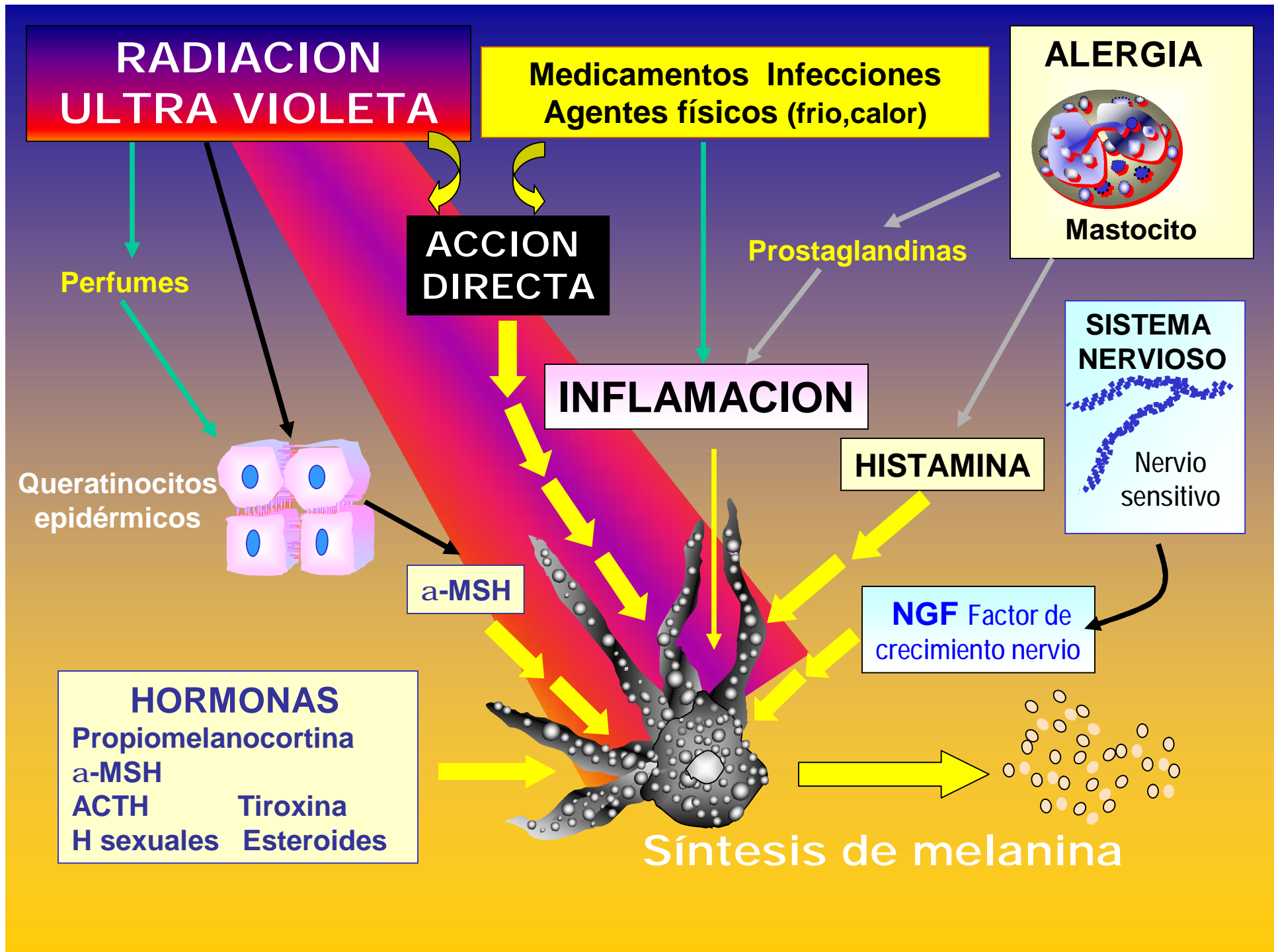


Melanocortina-1 (MC-1)
Péptidos derivados de la proopiomelanocortina
ACTH, α y β MSH
Su actividad se asocia al ciclo del pelo

**Polimorfismo de MC-1 origina Feomelanina o
Eumelanina**

UNIDAD MELANOEPIDERMICA





Fotoprotección exógena

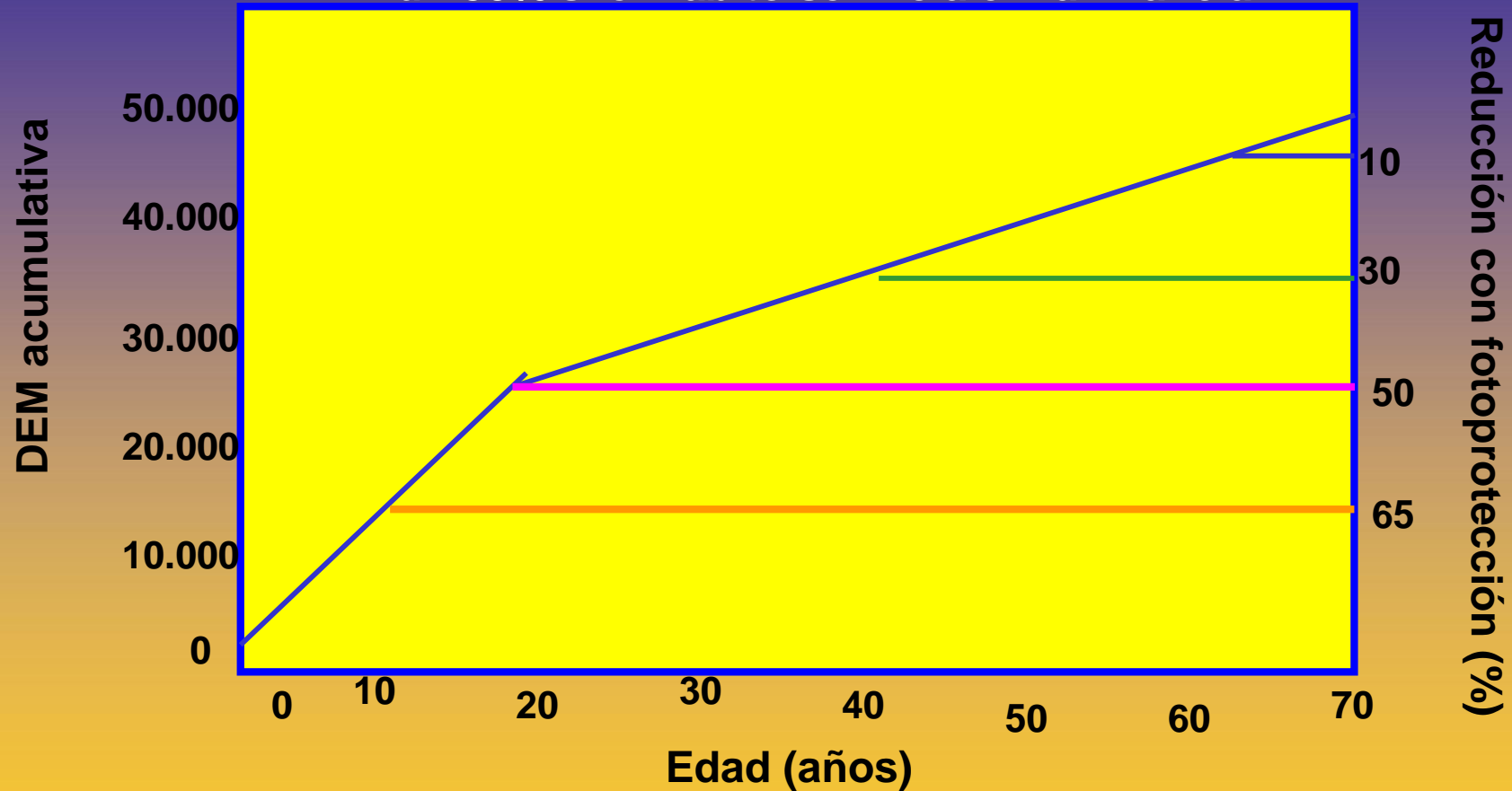
- Las personas que trabajan bajo techo reciben un 10-20% de la radiación ultravioleta de aquellos que trabajan al aire libre
- Las radiaciones UV atraviesan en un 80-90% las nubes.
- La sombra de árboles, edificios y sombrillas provee una protección máxima de FPS 4.



Hongyan W et al. Effects of solar ultraviolet radiation on biomass production and pigment contents of *Spirulina platensis* in commercial operations under sunny and cloudy weather conditions. *Fisheries Science* Apr 2005; 71 (Issue 2): 454- 456

Fotoprotección exógena

La protección solar diaria puede reducir la exposición a la radiación UV en más de un 50% si el hábito se inicia en la infancia



Protección diaria con FPS 5

Nole G, Johnson A. An analysis of cumulative lifetime solar ultraviolet radiation exposure and the benefits of daily sun protection. *Dermatologic Therapy* 2004; 17: 57-62.

Fotoprotección física

- **Sombreros**
- **Lentes de sol**
- **Vestuario**
- **Protección ambiental**

Sombreros

Sombrero o gorro con visera. Cascos de moto y bicicleta, sombreros de alas anchas tipo legionario son los que más protegen.



El uso regular de un gorro de 10 cm de ala a la redonda puede disminuir la tasa de cáncer de piel en un 40%.

Rigel D. Photoprotection: a 21st century perspective. *British Journal of Dermatology* 2002; 146 (Suppl. 61): 34–37

Protección ocular

- lentes para el sol que protegen el 99% de la UV (lentes de juguete no protegen)
- niños deben usar lentes grandes.
- lentes de visión, de contacto, de seguridad, para el sol o para el ski.
- los lentes de sol no son un artefacto de moda; son una necesidad para proteger la salud.
- absorben el 95% de la radiación UV, algunos más del 99%



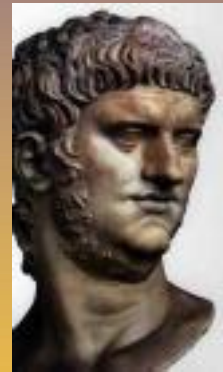
Sunglasses and Protection from Solar Ultraviolet Radiation.
Australian radiation protection and nuclear safety agency.

Protección ocular

- Chinos usaban vidrios tintados desde hace 2500 años



- Nerón usaba una esmeralda para ver a los gladiadores

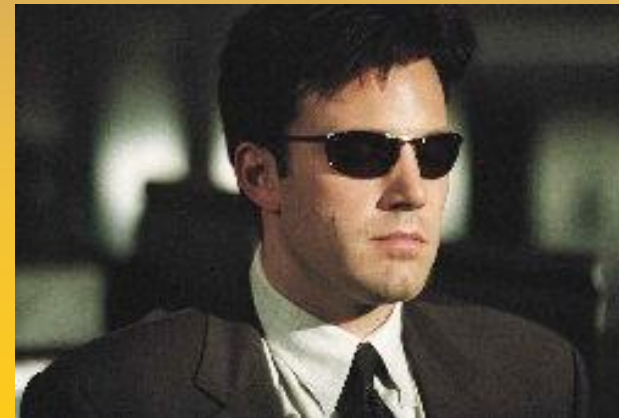


- James Ayscough vendía vidrios tintados desde 1752



Historia de los Lentes de Sol

- El término "Lente de Sol" aparece en la década de los 20
- Foster-Grant y Ray-Ban comienzan a venderlos desde la década del 30
- La Oftalmología sólo se preocupa de ellos en la década del 70
- Gran crecimiento comercial por efecto de la moda



Protección ocular

Un buen lente de sol debe protegernos de las radiaciones dañinas:

- Radiaciones ultravioleta
- Luz azul
- Luz infrarroja

Protección UV de los lentes de sol

● Daño en párpados

● Fotoqueratoconjuntivitis

mayoría asintomáticas

sensación de "arenilla", conjuntivitis, epífora, fotofobia, blefaroespasma

6 a 12 horas tras la exposición autolimitada.

Frecuente en deportes de nieve y soldadores

● Maculopatías inducidas por luz

producidas por mirar directamente al sol

daño no se produce inmediatamente tras la exposición

bastan 90 segundos para producir daño

lentes de sol no permiten ver eclipses (1000X)

Protección de otras radiaciones

● Daño por luz azul

Pérdida de sensibilidad al color azul y cambios morfológicos en la retina.

¿ Lentes con filtro para luz azul?

● Daño por luz Infraroja.

Protección de otras radiaciones

🌍 Protección contra el brillo del sol

Brillo incapacitante: luz que no forma parte de la imagen formada en la retina. Se produce por la dispersión de la luz en las estructuras del ojo o en lentes.

No es controlado por los lentes de sol.



Características de los Lentes de sol

- **Poder refractivo**
deben ser neutros
en casos necesarios pueden tener el mismo poder que los lentes prescritos
- **Transparencia: lentes turbios producen**
disminución de la agudeza visual
disminución del contraste
aumento del brillo incapacitante
- **Poder prismático: no debe tener porque**
altera la visión de profundidad
produce diplopia

Características de los lentes de sol

● Firmeza del lente y material de construcción

similar a la de los lentes ópticos
cuidado con lentes que se
astillan



70% vidrio



Hoy poli-carbonato

● Tono

lentes muy oscuros tienen menor
capacidad de detección de objetos en
sombras y en entradas de túneles; no
deben utilizarse al conducir, transmisión
mínima de luz $> 8\%$.



Características de los lentes de sol

● Uniformidad y correspondencia

deben producir una reducción en la transmisión de luminosidad en los puntos correspondientes

efecto Pulfrich: alteración de la profundidad por diferencia ...de los estímulos

● Color: influye en la detección y reconocimiento de los colores

- DetECCIÓN

capacidad de ver una señal de color

depende de la capacidad de transmitir suficiente luz en la longitud de onda transmitida por la señal de color. Ej: lente que no transmite luz roja no permite ver el semáforo en rojo

- RECONOCIMIENTO

lente de sol puede alterar el color de un signo



Características de los lentes de sol

Protección lateral

- Importante en pterigion y cataratas.
- Lentes pequeños tipo John Lennon NO sirven.
- No debe apreciarse ninguna estructura del ojo desde una visión lateral en 90°



ü

Clasificación de los lentes de sol

Categoría 0: los fotocromáticos y a los con filtros cuyo factor de transmisión es superior al 80%. Recomendado para ambientes interiores y exteriores de poca luz.

Categoría 1: transmisión 43-80% que corresponde al teñido suave. Se usan para caminar en exteriores (filtro A).

Categoría 2: transmisión 18-43% que corresponde al teñido mediano. Sirven para deportes como correr, andar en bicicleta (filtro B).

Categoría 3: transmisión 8-18%; es un teñido oscuro. Se usa para la playa, montañismo en latitudes medias y en zonas soleadas (filtro C).

Categoría 4: transmisión 3-8%; teñido muy oscuro. Recomendado para pilotos de aviación, esquiar en nieve o agua y montañismo (filtro D).

Protección UV de los lentes de sol

- Eye Protection Factor (EPF)
- escala del 1 al 10
- un lente **EPF = 1** da toda la protección necesaria.

Protección UV de los lentes de sol

Norma australiana: < 1% de transmisión

más del 96% de los lentes de sol vendidos en **lugares establecidos** tienen <0.1% de transmisión.

¿Qué pasa con los lentes fotocromáticos y de contacto?

debe especificarse su protección contra UV para evitar falsa seguridad.



¿Y los lentes de la calle?

no permiten saber el grado real de protección UV
tienen muchas imperfecciones
engañan al ojo: un lente oscuro dilata la pupila y
lo hace más susceptible al daño



Características de los lentes de sol

Café:	mejora el contraste; iluminación artificial; deportes de invierno
Gris:	en estado refractivo; conducción diurna y ambientes soleados
Verde:	ideal para condiciones de luz intermedia: deportes náuticos y de invierno
Amarillo:	mejora los contrastes y visibilidad en condiciones de luz tenue
Azul:	mejora el contraste.
Naranja:	noche; disminuye el brillo de pavimentos y la fatiga visual.
Rosado:	iluminación en interiores.



Vestuario

Factor de protección de la ropa o FPU:

mide la capacidad de una tela de impedir el paso de la Radiación ultravioleta

Ej: FPU 50 permite el paso de 1/50 (2%) RUV






Vestuario

Factores que afectan capacidad fotoprotección

- Diseño del vestuario (tipo de escote, largo)
- Tipo de fibra textil (a >celulosa <protección)
- Número de capas
- Su capacidad elástica
- Humedad (>humedad< protección)
- Número de lavados
- Agentes ópticos abrillantadores de los detergentes (>refletancia >absorción)
- Químicos que absorben Rd UV

Vestuario

Categorías de ropa según FPU

 Adecuada	FPU 15-24	(93,3-95,8%)
 Muy buena	FPU 25-39	(96,0-97,4%)
 Excelente	FPU 40 o más de 50	(97,5-98,0%)

- 1.- Gambichler T, Laperre J, Hoffmann K. The European standard for sun-protective clothing. JEADV Feb 2006; 20 (Issue 2): 125-30.
- 2.- Rigel D. Photoprotection: a 21st century perspective. Br J.Dermatol 2002; 146 (Suppl. 61): 34 – 37.

Vestuario

- trama poco compacta FPU 5-10
- trama compacta FPU 40 o más
- tipo de tela y FPU:

poliéster intrincado	34
lino intrincado	9
nylon	5
rayón intrincado	5
algodón intrincado	4

Protección ambiental

Transportables: paraguas, sombrillas, quitasoles, toldo en coches de bebe, tiendas, carpas de playa. Deben bloquear 93% UVA y B y tener un FPU >15.

Estructuras fijas: techos, aleros, persianas, quebravistas, etc.

El vidrio filtra toda la radiación UVB y el 50% de la UVA



Fotoprotectores tópicos

Historia

Antiguo Egipto : maquillaje de los constructores de pirámides

Índigenas: tintura fotoprotectora

Fryer MJ. Photochem Photobiol 1993; 508: 304-312

Primer filtro solar: USA 1928 (combinación de benzil salicilato y benzil cinamato)

1930: Australia

1936: Francia

1944: Brasil

1950: determinación de FPS (Alemania y Suíza)

1969: síntesis de filtros UVA y UVB

1970: aprobación del FPS por FDA

1978: FDA Monografía

Fotoprotectores tópicos

- objetivo primario: prevención eritema solar, protección de UVB
- **objetivo actual: prevención penetración fotones en piel**

Fotoprotectores tópicos

Ingredientes activos

- **orgánicos (químicos):** compuestos aromáticos, absorben radiación UV en determinado rango
- **inorgánicos (físicos):** atenúan radiación UV por reflexión y dispersión; partículas micronizadas producen absorción de RUV

Fotoprotectores tópicos

Filtros físicos o pantallas

Reflejan los rayos

Filtros químicos

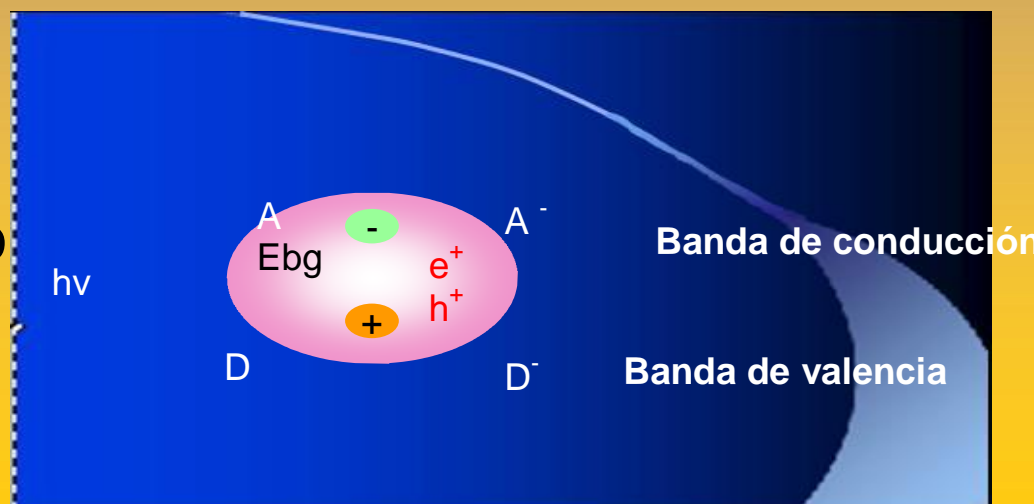
Absorben los rayos



Filtros químicos

- compuestos aromáticos conjugados con un grupo carbonilo o un grupo liberador de electrones amino o metoxi en posición para u orto del anillo aromático
- son sustancias que absorben la RUV entre 250 y 370nm de longitud de onda convirtiéndola en una radiación de onda larga y de baja energía; son efectivos en bajas concentraciones.
- los filtros UVA absorben radiaciones entre 320 y 360 nm y filtros UVB absorben radiaciones entre los 290 a 320 nm.

Mecanismo
de
acción



Filtros químicos

● PABA y derivados

absorción máxima a los **296nm**

concentración máxima permitida 5%; pueden originar reacciones adversas

● Salicilatos

absorbancia a los **300 nm**; buena estabilidad y seguridad

concentración máxima permitida 5%.

● Benzylidene camfor

filtro UVB, absorción **300 nm**

● Parsol HS

absorción a los **305 nm**; soluble en agua

ampliamente utilizado en USA y en Europa

Filtros químicos

Cinamatos

alto coeficiente de absorción molar, forman una mezcla foto-estable que se produce a los **310 nm**

Antranilatos

filtros UVA con absorción a los **338 nm**
son compuestos estables y seguros

Benzofenonas

espectro de absorción **250 nm** y débil a los **350 nm**
espectro de los derivados es bajo los **325 nm** (cercano a UVA)
concentración máxima permitida 5%

Filtros químicos

Mexoryl SX

absorción máxima a los **345 nm**; hidrosoluble y muy foto-estable
concentración máxima permitida 10 %

Dibenzoilmetanos

filtros UVA que tienen dos máximos de absorción a los **260 nm** y a los **345 nm**

foto-inestables; son los filtros UVA mas utilizados en USA
concentración máxima permitida 5%

Dihidroxiacetona

Se utiliza como coadyuvante en la acción de otros filtros químicos y físicos, por su capacidad de producir un bronceado en la piel.

Fotoprotección UVB

- **UVB: efectos directos sobre ADN con dosis suberitematógenas**
- factor de protección inmunológica (IPF): método ideal de determinación, no establecido
- estándar internacional: FPS
- FPS mide amplitud de absorbancia
- FPS menor IPF

Evaluación de los filtros químicos UVB

Factor de protección solar (FPS)

FPS: DEM piel protegida / DEM piel sin protección

● Métodos

FDA USA 1978

DIN Alemania 1984

SAA Australia 1986

Colipa Europa 1994

● Para determinar el FPS debe considerarse

color de la piel: en piel clara el FPS es mayor; no es muy confiable

dosis de eritema mínimo personal

cantidad de producto aplicado: standard 2mg/cm². menor cantidad aplicada protege menos

Damian DL, Halliday GM y Barnetson R. Stc Sun protection factor measurement of sunscreen is dependent on minimal erythema dose. Br J Dermatol 1999; 141: 502-507.

Evaluación de los filtros químicos UVB

Metodología	FDA	COLIPA	S.A.A(Australia)
Fototipo de piel	I, II y III	I, II y III	I, II y III
Nº de voluntarios	20	10-20	10
Fuente UV	Arco Xenon (fuente UV de mayor intensidad sin filtrado)	Simulador solar Arco Xenon (de vapor de mercurio) más parecido a las condiciones reales de la radiación que recibimos	Simulador solar Arco Xenon (de vapor de mercurio) incluyendo un espectro continuo UVA hasta 400nm.
Espectro	Continuo	Continuo	Continuo

Evaluación de los filtros químicos UVB

Metodología	FDA	COLIPA	S.A.A(Australia)
Cantidad de producto	2 mg/cm ² (no se delimita la piel)	1.2 mg/ cm ² se aplica con una micropipeta y se trabaja por pérdida de peso.	2 mg/cm ²
Tiempo de aplicación	15 min antes de la exposición	20 min antes	15 min antes de la exposición
Standard	Salicilato de Homentil de SPF= 4 (filtro anticuado)	Grupo de compuestos. según el valor del FPS del producto a evaluar.	
DEM *	Día anterior	Día anterior Determinado por colorimetría	Día anterior 20-24 hrs
Lectura	16-24 hrs (resultan valores mas altos de SPF)	20-24 hrs	16-24 hrs

Evaluación de los filtros químicos UVB

● Limitaciones del método de la FDA

fuentes UV de mayor intensidad
filtro anticuado
no delimita la piel
determina FPS mayores

● Protección UVB

FPS 15: 92%

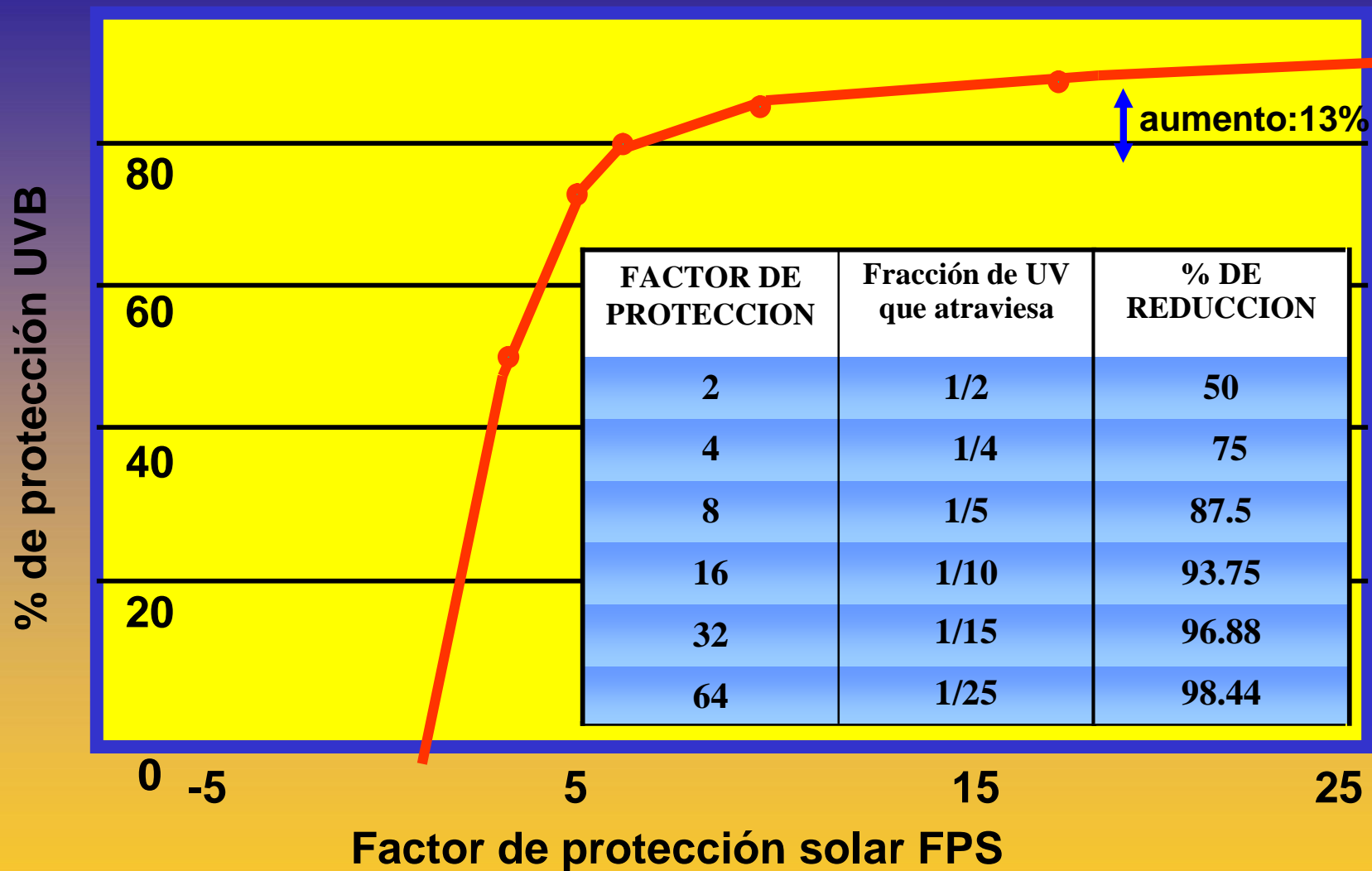
FPS30: 97%

índices son sólo orientadores

● Preparados

cremas, lociones, sprays, barra, lápiz labial, jabón en barra, toalla de papel

Fotoprotección y FPS



Nole G, Johnson A. An analysis of cumulative lifetime solar ultraviolet radiation exposure and the benefits of daily sun protection. *Dermatologic Therapy* 2004; 17:57-62.

Fotoprotección UVA

- UVA: efectos indirectos sobre ADN, inmunosupresión, fotoenvejecimiento, fotocarcinogénesis
- Fotoprotectores de amplio espectro: mayor protección inmunológica
- No hay estándares internacionalmente aceptados
- Mediciones in vivo / in vitro

Fotoprotección UVA

Medición in vivo

● Índice de pigmentación inmediata (IPD)

transitorio, por oxidación de la melanina
medido en fototipos III, IV, V

● Índice de pigmentación tardía (PPD)

se mide 2-4 horas post exposición UVA, en
fototipos II, III y IV

por oxidación de la melanina, dosis mayores IPD
más estable que IPD

● Factor de protección UVA (PFA)

eritema o pigmentación 16-24 hrs

fototipos I-IV

PFA similar PPD

Fotoprotección UVA

Medición in vivo

Indice de pigmentación inmediata (IPD)

transitorio, por oxidación de la melanina
medido en fototipos III, IV, V

Indice de pigmentación tardía (PPD)

se mide 2-4 horas post exposición UVA, en fototipos II, III y IV
por oxidación de la melanina, dosis mayores IPD
más estable que IPD

Factor de protección UVA (PFA)

eritema o pigmentación 16-24 hrs
fototipos I-IV
PFA similar PPD

Fotoprotección UVA

- IPD, PPD, PFA: factor de protección medido por relación entre umbral de piel protegida y umbral de piel no protegida

Medición in vitro

longitud de onda crítica: longitud de onda bajo la cual se observa un 90% de absorbancia de un fotoprotector (290-400nm); mínimo 370 nm

¿ gold standard ?

Evaluación de los filtros químicos UVA

- **Factor de protección solar o FPS**
- **Persistencia de la pigmentación inducida por la UVA: PPD (Persistent Pigment Darkening, Japón)**
filtros de factor máximo evaluados por estas técnicas son útiles solo para aminorar eritema.
son poco eficaces para prevenir inmunosupresión y la liberación de radicales libres inducidos por la UVA.

Nuevos métodos evaluación filtros UVA

Factor de Protección de los radicales libres

Resonancia espectroscópica electrónica:

- mide liberación del radical libre ascorbato (que es inhibido por la vitamina C)
- un filtro UVA de FPS adecuado sólo disminuye liberación de radicales libres en un 55%
- la exposición prolongada al sol protegido por un filtro UVA-FPS alto aumentaría riesgo de carcinogénesis UVA.

Haywood R y cols. J Invest Dermatol 2003; 121: 862-868.

Fotoprotectores tópicos

Nuevos métodos de evaluación

- aumento de p53 inducido por RUV en queratinocitos.
- ADN (prevención genómica de fotocarcinogénesis).
- medición de daño por UV en piel reconstituída.
- protección de genotoxicidad UV en Larvas de Drosófila
- factor de protección de los radicales libres

● Factor de inmunoprotección FIP

prevención de inmunosupresión y carcinogénesis UVA
mide inhibición de respuestas a antígenos de contacto
(DNCB)

- 1.- Toyoshima M y cols. J Photochem Photobiol Jan 2004 23;73(1-2):59-66.
- 2.- Poon TSC y cols. J Invest Dermatol 2003; 121: 184-190.

Filtros físicos

Son microcristales que absorben, reflejan o dispersan la radiación UVB, UVA o sustancias químicas que reflejan o dispersan la radiación UV: óxido de zinc, dióxido de titanio y petrolatum rojo.

- dispersados en vehículos oleosos: difíciles de aplicar, untuosos y efectivos
- reflejan toda la gama de rayos del espectro UV, visible e infrarrojo.
- se utilizan en conjunto con los filtros químicos para alcanzar un factor de protección mas alto.
- son opacos y se aplican en áreas bien determinadas.
- nuevos bloqueadores: partículas menores de 20nm. La luz visible es minimizada y las partículas aparecen transparentes en films suaves.
- óxido de zinc y dióxido de titanio absorben longitudes de onda bajo 380 nm actuando como bloqueadores físicos y como absorbentes; máxima concentración permitida 25%

POTENCIALES RIESGOS DEL USO DE FILTROS SOLARES

Dermatológicos

- Facilita las reacciones fotoquímicas en la piel (reacciones no deseadas).
- Facilita interacción con cosméticos y perfumes.

Fisiológicos

- Falsa seguridad a los usuarios, ya que confían en una exposición indefinida con mayor riesgo de provocar quemaduras.
- Falta educación a los usuarios para que utilicen otros cuidados y precauciones para evitar la exposición.

Otros

- Ingredientes activos pierden su actividad y estabilidad después de dos años.
- La alta temperatura reduce la efectividad del producto.

Controversias de los fotoprotectores Filtros solares y carcinogenesis cutánea

- **las radiaciones UVA y B inhiben al sistema inmune cutáneo (SIC).**
- **existe controversia sobre la eficacia de los filtros solares para prevenir la alteración del SIC.**
- **no se han encontrado diferencias significativas en la incidencia de cáncer de la piel empleando filtros o no utilizándolos.**

Hurks HM, Van Der Molen RG, Out-Luiting C y cols. J Invest Dermatol 1997 ; 109: 699 - 703.

Filtros solares y carcinogénesis cutánea

- la exposición prolongada al sol protegido por un filtro UVA-FPS alto aumentaría riesgo de carcinogénesis UVA. (1)
- la exposición prolongada al sol protegido por un filtro UVA-FPS alto aumentaría riesgo de melanoma UVA.(1)

Evidencias a favor:

- uso de protectores en áreas de exposición en primeros 20 años reduce aproximadamente en un 85 % de riesgo de desarrollo de cáncer de la piel.(2)
- las evidencias actuales descartan la posibilidad de inducir melanomas. (3)

1.- Haywood R y cols. J Invest Dermatol 2003; 121: 862-868.

2.- Curr Prob Dermatol 2000; 12 (4): 194 -197.

3.- Bighy ME. Arch Dermatol 2004(Junio); 140(6): 745-746.

Filtros solares e inmunosupresión

- las radiaciones UVA y B inhiben al sistema inmune cutáneo (SIC).
- existe controversia sobre la eficacia de los filtros solares para prevenir la alteración del SIC.

Evidencias en contra

- los filtros no protegen al SIC cuando la piel se expone a la UVB.
- sólo protegen por períodos cortos. (1)
- el FPS no predice el factor de inmunoprotección. (2)

Evidencias a favor

- los protectores solares completos o los filtros para UVB y UVA son capaces de prevenir la inmunosupresión por UV. (3)

1.- Hurks HM, Van Der Molen RG, Out-Luiting C y cols. J Invest Dermatol 1997; 109: 699 - 703.

2.- Fourtanier A, Gueniche A, Compain D y cols. J Invest Dermatol 2000; 114 : 620-627.

3.- Ulrich SE, Kim TH. J Invest Dermatol Symp Proc 1999; 4 : 65-69.

Filtros solares y síntesis de vitamina D

¿Los protectores solares son capaces de disminuir la producción de vitamina D en la piel?

¿El uso continuo de fotoprotección puede ocasionar deficiencia de vitamina D ?

En un estudio doble-ciego, randomizado, controlado comparando el uso de protectores solares contra placebo, los niveles de 25 Hidroxivitamina D fueron iguales en cada grupo. Uso diario por 7 meses.

1.- Rosen C. Topical and systemic photoprotection. *Dermatologic Therapy* 2003; 16: 8–15

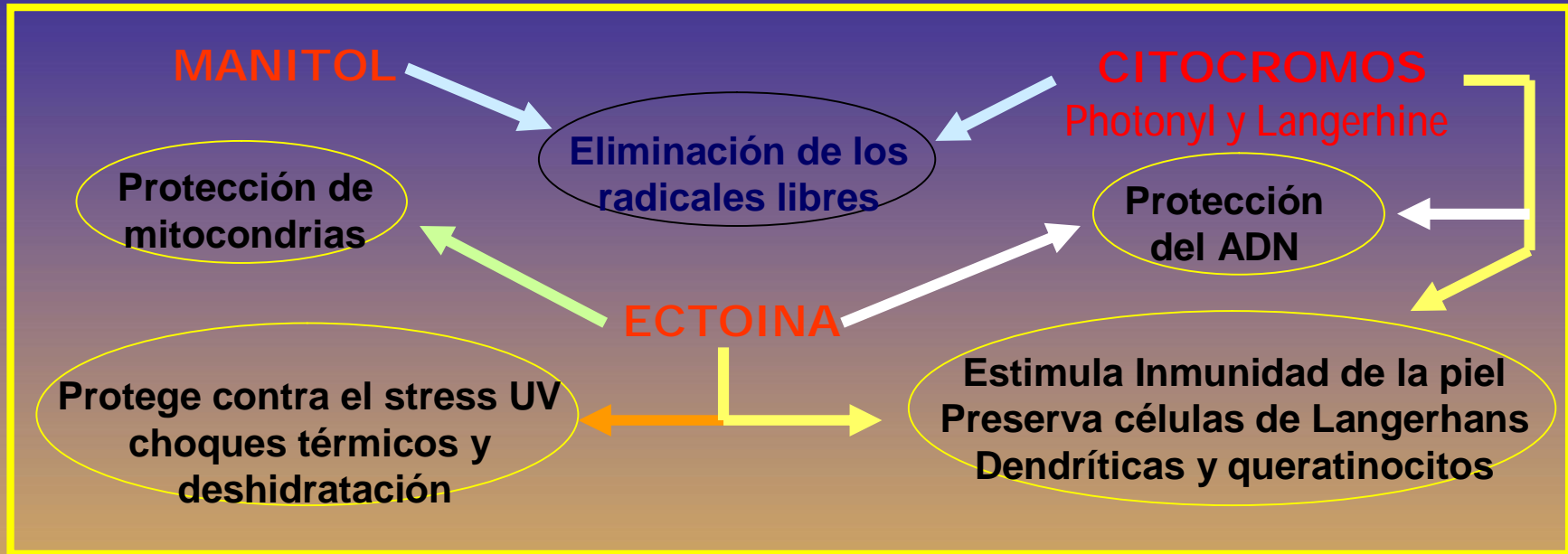
2.- Marks R, Folley PA, Jolly D, Knight KR, Harrison J, Thompson SC. The effect of regular sunscreen use on vitamin D levels in an Australian population. Results of a randomized controlled trial. *Arch Dermatol* 1995; 131: 415–421.

Moléculas potenciadoras de la fotoprotección

Pueden ser incorporados a cosméticos, lociones capilares y fotoprotectores tópicos

- bioprotectores celulares
- antioxidantes
- derivados vegetales

Bio-protectores celulares



- actúan como filtros UVB y UVA
- disminuyen p53.
- protegen al genoma (disminuye ADN)
- evitan daño epidérmico por UVB y dérmico (fibroblastos) por UVA.
- incorporados a filtros solares previenen el daño UV.

Bernard T et al. J General Microbiol 1993; 139: 129-136.

Roberts MJ et al. Mutat Res 2003; 522: 45-56.

Pelle y cols. J Invest Dermatol 2003; 121:177-183

Nudelman LG. Fotoimmunoprotectores. Actualizaciones Terap 1998; 21(6) Nov-Dic: 466-468.

Bioproteccion celular® (CBP)

CBP: Combinación de filtro UVB/UVA+ Ectoína y Manitol

Ectoína

sintetizada por una bacteria "halofílica" (desierto-salado)
estabiliza proteínas, ácidos nucleicos, membranas, etc.
protege contra el stress UV y deshidratación.

Manitol

derivado de la manosa (azúcar natural)
destruye radicales libres, en particular radicales hidroxilados -OH

Células de Langerhans

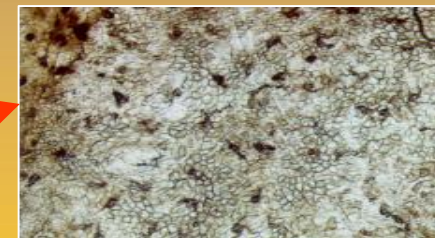


Piel normal, sin
exposición a RUV

1,5 DEM

UVB/UVA

+ Ectoína



Disminuyen CL



Sin cambio de CL

Bioprotectores celulares

Levaduras de agua fresca de lagos de la patagonia

- contienen sustancias fotoprotectoras derivadas de caroteno y micosporina
- el glutaminol glicosido de micosporina está presente en todas las levaduras tiene un alto factor de protección UVB.
- la presencia de estas sustancias permite la tolerancia a la UV de la especies que habitan estos lagos

Meunier L. Ann Dermatol Venereol 2006 Apr;133(4): 395-399.

Libkind D y cols. Photochem Photobiol 2006 Jul-Aug;82 (4): 972-980.

Antioxidantes

- **Enzimas:** superóxido dismutasa, catalasa, glutathion peroxidasa, tio redoxina reductasa.
- **Anti-oxidantes (barredores):** histidina, betacaroteno, manitol, di-vinil glicol, urea,
- **Vitaminas y nutrientes:** ascorbatos, glutathion, **tocoferol alfa o vitamina E, ubiquinona-ubiquinol**
vitamina E evita eritema, fotoenvejecimiento y fotocarcinogénesis inducidas por la radiación UV
vitamina C (10%): fotoprotección eficaz en animales y humanos.

Eberlein-König B. J Cosmetic Dermatol . 2005; 4: 4.

Burke E. J Cosme tic Dermatol; 2004; 3: 149.

Eberlein-Konig B, y cols. J Am Acad Dermatol 1998;38(1): 45-48.

Pinnell S. J Am Acad Dermatol January 2003; 48 (1):

Derivados vegetales

Té verde y té negro

Contiene polifenoles derivados de la epicateína (anti oxidantes, anti inflamatorias y anti-carcinogénicas)

- reduce células de quemadura solar
- reduce el daño del ADN
- protege células de Langerhans.
- inhibe la inmunosupresión UV-B
 - reduce la IL-10 (inducida por la UVB)
 - aumenta IL-12 (estimuladora de respuesta inmune)
- **inhibe la carcinogénesis cutánea**
 - suprime formación de dímeros de pirimidina ciclobutano, inducidos por la RUV-B (mediadores de la carcinogénesis).



Elmets CA y cols. J Am Acad Dermatol 2001 Mar; 44(3): 425-432.

Katiyar SK. Curr Drug Targets Immune Endocr Metabol Disord 2003 Sep; 3(3): 234-42.

Hebert JL y cols. Skin Pharmacol Appl Skin Physiol 2001; 14 : 358–362.

Derivados vegetales

Polypodium Leucotomos

Extracto acuoso de helecho; uso tópico (Fernlock PL R).

Propiedades fotoprotectoras, antioxidantes y anti radicales libres
componentes fenólicos (ácidos): 3,4-dihydroxybenzoico, 4-hydroxybenzoico, vanillico, cafeico, ferúlico, 4-hydroxicinámico, 4-hydroxycinamoil-quínico, clorogénico (5 isómeros)

- **bloquea daño inducido por RUV**
- **protege daño UV de fibroblastos**
- **protege a las células y moléculas de inmunovigilancia de la piel**
- **estimula liberación de ácido trans urocánico.**

inhibe la fotoisomerización

bloquea la fotodescomposición en presencia de agentes oxidantes tales como H₂O₂ y dióxido de titanio

Garcia F y cols. Methods Find Exp Clin Pharmacol 2006 Apr; 28(3):157-60.

Capote R y cols. J Photochem Photobiol 2006 Mar 1; 82(3): 173-9.

Derivados vegetales

Isoflavonoides fitoestrogénicos

- protegen contra la inflamación, inmunosupresión y carcinogénesis inducida por la radiación UV.
- mecanismos de inhibición de la inmunosupresión:
 - estimulan producción de antioxidantes (metalotioneína).
 - estimulan al receptor de estrógeno (inmunoregulador)

Walker C, Reeve VE. J Invest Dermatol 2006 Jan; 126(1):198-204.

Widyarini S y cols. Proc Natl Acad Sci USA 2006 Aug 22;103(34):12837- 42.

Genisteína (isoflavonoide)

- disminuye la injuria solar, células de quemadura, pérdida de células de Langerhans, daño del DNA y el aumento de p53
- previene el daño del colágeno

Widyarini S y cols. Photochemistry and Photobiology 2005; 81 (1): 32-37.



Fotoprotección sistémica

- alimentos
- betacarotenos
- vitaminas C, D3, E,
- fármacos: aspirina, AINE, neurolepticos fenotiazínicos
- *Polypodium leucotomos*
- inducción de tolerancia a la RUV

Fotoprotección sistémica

Alimentos

- carotenos, tocoferoles, ascorbato, flavonoides
- **productos marinos**
- mecanismos
 - absorbentes
 - antioxidantes
 - moduladores de la inflamación por UV
- no superan a los filtros solares

Fotoprotección sistémica

Vitamina E y beta-caroteno

- antioxidantes liposolubles.
- no existen antecedentes convincentes que prevengan el daño solar.(1)
- administración oral suplementaria no afecta la sensibilidad cutánea a la RUV.
- no origina fotoprotección. (2)

1.- Fuchs J. Free Radic Biol Med 1998 Nov 1; 25(7): 848-73.
2.- McArdle F y cols. Am J Clin Nutr 2004 Nov; 80(5):1270-5.

Vitaminas C y E

- son menos efectivas que por vía tópica.
- combinación de Vitamina C 2g/d y Vitamina E 1000 UI/d: FPS = 1,4
- asociadas a un protector solar incrementan protección UV

Eberlein-König B. J Cosmetic Dermatol 2005; 4:4.
Burke E. J Cosme tic Dermatol; 2004; 3:149.
Eberlein-Konig B y cols. J Am Acad Dermatol 1998; 38(1): 45-8
Pinnell, S. J Am Acad Dermatol January 2003; 48 (Nº 1):

Fotoprotección sistémica

Vitamina D3

- al exponer a la RUV el 7-dehydrocholesterol localizado en la piel, se convierte en el metabolito biológicamente activo de la vitamina D (1,25-dihidroxi vitamina D3).
- mecanismos de acción de este metabolito:
 - reduce el daño por UV de queratinocitos y fibroblastos
 - disminuye las células de quemadura
 - disminuye la producción de óxido nítrico
 - aumenta la proteína P53 (puede prevenir el cáncer cutáneo)

Dixon KM y cols. In vivo relevance for photoprotection by the vitamin D rapid response pathway. J Steroid Biochem Mol Biol 2007 Jan 11; [En prensa]

Gupta R, Dixon KM, Deo SS y cols. Photoprotection by 1,25 Dihydroxyvitamin D(3) Is Associated with an Increase in p53 and a Decrease in Nitric Oxide Products. J Invest Dermatol 2006 Dec 14;

Dixon KM y cols. Skin cancer prevention: a possible role of 1,25dihydroxyvitamin D3 and its analogs. J Steroid Biochem Mol Biol 2005 Oct; 97(1-2):137-43.

Fotoprotección sistémica

Aspirina, antiinflamatorios no esteroideos

- inhiben COX-2, anti prostaglandínicos

Butler GJ y cols. J Am Acad Dermatol 2005; 53: 966-972

Neurolépticos del grupo de las fenotiazinas

- gotas orales (solución acuosa):
alimemazina, clorpromazina, ciamemazina, fluphenazina,
levomepromazina, periciazina, pipotiazina, proclorperazina,
tioproperazina, tioridazina y trifluoperazina.
- mecanismo: antioxidantes y barrera física

Airaudo CB y cols. J Biomater Sci Polym Ed 1995;7(5):381-8

Fotoprotección sistémica

Polypodium leucotomos

- antioxidante
- inhibición de la inflamación por UV
- previene fotoenvejecimiento (dosis bajas)
- previene envejecimiento intrínseco (dosis altas)
- asociación con PUVA
- reduce fototoxicidad del PUVA
- preserva células de Langerhans
- reduce fotopigmentación
- disminuye la infiltración de mastocitos
- inhibe la vasodilatación
- dosis: 7,5 mg/kg

Middelkamp-Hup MA y cols. J Am Acad Dermatol 2004 Jan; 50(1): 41-9.

Fotoprotección sistémica

Inducción de tolerancia a la RUV (1)

- estimulación endógena de las vías de respuesta de reparación
- se emplean dosis bajas de RUV originando efectos fotoprotectores:
exposición a UVB en dosis mínima de eritema (5,5 mJ/cm²) 3 veces por semana, 10 minutos por sesión durante un año
- tolerancia a UVB (hardening) (3,4)
- psoralenos orales-UVA (PUVA) (2) aumentan tolerancia a la luz solar en:
 - fototipos bajos
 - vitiligo
 - erupción polimorfa solar
 - porfiria cutánea tarda
- beneficios en lupus sistémico, sub agudo y cutáneo crónico

1.-Verschooten y cols. New Strategies of Photoprotection. Photochem Photobiol 2006 Jul-Aug; 82(4):1016-23.

2.-Mathews-Roth MM. Systemic photoprotection. Dermatol Clin 1986 Apr; 4(2): 335-9.

3.- Millard TP, Hawk JL. Ultraviolet therapy in lupus. Lupus 2001;10(3):185-7.

4.- Sanders CJ y cols. UV hardening therapy: a novel intervention in patients with photosensitive cutaneous lupus erythematosus. J Am Acad Dermatol 2006 Mar; 54(3): 479-86.

FOTOEDUCACIÓN

Enseñar actitudes y prácticas saludables que permitan prevenir el cáncer de piel

Fotoeducación: iniciativas Sudamericanas

- Stengel Fernando , Brandán Maria
Tu piel y el Sol; Laboratorios Bagó 2001
- Muñoz Oswaldo
Amigos del Sol .Ecuador 2003
- Victoria Jairo, Cruz Adriana, Muñoz L, Diaz Claudia
Sol Solecito . Cali Colombia
- Rondón Lugo A J ,Rondón Lárez N. Fotoprotección y fotoeducación en la infancia en :Temas de Dermatología Pediátrica .Pautas diagnósticas y terapéuticas 2003:169-180
- Sociedad Chilena de Dermatología; Grupo de fotobiología: Versión web animada “tu piel y el sol” 2004.

Consenso latinoamericano de foto-educación (CLF); Santiago de Chile, Noviembre 2006

- Tener claras las características específicas de cada grupo humano que se va a educar.
- El programa de Fotoeducación debe ser liderado por los médicos dermatólogos, quienes deben interactuar con profesionales de los ámbitos de educación, salud, comunitario, laboral etc...
- Debe tener apoyo municipal, regional y gubernamental

Población blanco (CLF)

Los programas de educación deben dirigirse a la población infantil, niños de enseñanza primaria o básica (4 a 9 años de edad). Deben planificarse actividades a corto y a largo plazo.

Herramientas educativas (CLF)

- Debe hacerse capacitación a profesores: en lenguaje claro sencillo y deben ser cortos con un incentivo laboral por participación
- Talleres con los padres al inicio y fin de clases
- Material impreso de apoyo: folletos libros y afiches educativos

Fotoeducación en escuelas; bases (CLF).

Educar sobre las características de la radiación ultravioleta y sus efectos:

- el sol tiene efectos benéficos y dañinos en los seres vivos
- la capa de ozono bloquea los rayos de sol más peligrosos
- la exposición al sol causa quemadura solar y daño de los ojos
- el cambio de color natural de la piel es signo de daño
- los protectores solares no bloquean completamente la radiación ultravioleta.

TÉRMINOS CORRECTOS (CLF).

NO EXISTEN:

- Bloqueador total
- Bronceador
- Bronceado seguro
- Pantalla total

TÉRMINOS CORRECTOS:

- FILTRO SOLAR
- PROTECTOR SOLAR

Políticas de protección solar en escuelas CLF

¿Cómo cuidarnos frente al sol?

- estar en el interior o a la sombra a las horas de mayor riesgo: horas de sombra corta
- protegernos con ropa, sombrero y anteojos
- aplicarnos filtro solar en las zonas descubiertas

¿Cómo se aplica correctamente un filtro solar?

- media hora antes de estar al aire libre en cantidad correcta
- reaplicarlo si sudamos, nos bañamos o después de 3 horas de la aplicación anterior

Políticas de protección solar en escuelas CLF

¿Cómo es un buen protector solar?

- FPS 30 es suficiente
- debe permanecer en piel algunas horas
- no desvanecerse con el agua
- no producir alergia
- Ser de amplio espectro (contra UVA y UVB)
- No pastoso para evitar la impregnación de contactes aéreos que gatillen dermatitis

Promoción de entorno favorable en las escuelas CLF

- lugares sombreados: arborización, mallas kiwi, etc
- uso correcto de la sombra como guía de comportamiento individual en los niños, especialmente cercano al medio día.
- horario y lugar adecuado para actividades de niños y profesores por ej actos masivos, clases de educación física.
- hacer obligatorio el uso de sombrero en horas de recreo, clases de educación física, paseos y otras actividades al aire libre y la aplicación de un protector solar en zonas corporales descubiertas.
- advertencia riesgo metereológico diario. Enseñar a tomar medidas según valor de índice de radiación ultravioleta.

Campañas temporales CLF:

Mensaje transversal, claro y preciso: el sol es dañino para todos

Publicidad en medios de radio, TV, prensa escrita y hablada

Publicidad por personajes públicos consagrados y de gran credibilidad

Entrevistas, reportajes, actividades lúdicas

Colocación de afiches y pendones en lugares masivos por ej centros comerciales, estaciones de trenes, en buses de locomoción colectiva.

Entrega de volantes con “Medidas de Fotoprotección” a gente que sale de las ciudades por vacaciones por ej plazas de peaje

Colocar carteles con índice UV y riesgo del día en piscinas y playas, de 10 a 19 hrs.

Eslogan oficial CLF:

Debe ser el mismo en un país a lo largo del tiempo.

Cada país tendrá su eslogan de acuerdo a su realidad e idiosincrasia.

Bases del consenso latinoamericano de fotoeducación CLF

Misión:

- Difundir el conocimiento sobre los efectos de la exposición al sol, enfatizando el riesgo de promoción de cáncer de piel.
- Concienciar a la población general sobre los cuidados ambientales para preservar la barrera de ozono y mantener una radiación ultravioleta razonable y compatible con la vida en el planeta.

Bases del consenso latinoamericano de fotoeducación

Visión:

- Lograr una fotoeducación sostenida, racional y adecuada en la población general, especialmente en las personas más vulnerables: niños y jóvenes.
- Llegar a tener un medio ambiente libre de los peligros de una atmósfera incapaz de filtrar adecuadamente la radiación ultravioleta.

Bases del consenso latinoamericano de fotoeducación

- UNA PIEL BRONCEADA NO ES SINÓNIMO DE SALUD.
- ES LA RESPUESTA DE DEFENSA DE LA PIEL AL DAÑO CAUSADO POR LAS RADIACIONES SOLARES.
- EL SOL ES NECESARIO PARA GOZAR Y VIVIR... NO LO USEMOS PARA SUFRIR.

Desafíos latinoamericanos globales

Lograr que todos los países promulguen leyes de protección al medio ambiente, y a la capa de ozono.

Por ejemplo en Chile, Marzo de 2006 se dictó ley 20.096; Artículo 1°: establece la prohibición de la importación o exportación de sustancias agotadoras de la capa de ozono

Desafíos latinoamericanos globales

Lograr que

- Se revise el índice de radiación ultravioleta en Sudamérica y se adapte a la realidad en altura.
- Los países promulguen leyes destinadas a educar e informar acerca del índice de radiación ultravioleta, en base a mediciones diarias.

Por ejemplo en Chile, Marzo de 2006 se dictó ley 20.096; Artículo 18: Establece la obligatoriedad de mencionar el índice de radiación ultravioleta, en base a mediciones diarias

Desafíos latinoamericanos globales

- Lograr la promulgación de leyes de protección laboral a los trabajadores expuestos a radiación ultravioleta

Por ejemplo en Chile, Marzo de 2006 se dictó ley 20.096; Artículo 19 establece que “los empleadores deberán adoptar las medidas necesarias para proteger eficazmente a los trabajadores cuando puedan estar expuestos a radiación ultravioleta.”

Desafíos latinoamericanos globales

Lograr la promulgación de leyes que definan:

- la calidad de los protectores solares
- su calificación según normas internacionales
- su uso como medicamentos en casos de patologías fotosensibles

Desafíos latinoamericanos globales

Lograr que se notifiquen los cánceres de piel, de modo de obtener estadísticas Sudamericanas de incidencia y de mortalidad.

Evaluación de los programas CLF

- Dado el alto costo de evaluación, se dejaron abiertos los plazos para cada país
- Se deben definir claramente objetivos a diferentes plazos de modo de poder evaluarlos (corto, mediano y largo)
- El mensaje debe ser el mismo en cada país con énfasis en períodos pre-estivales.
- Lo ideal es partir evaluando cambio hábitos en los colegios, luego de la fotoeducación y luego aplicarlo a la población general
- Mejora el nivel de información después de campañas
Arch. Pediat. Adolesc. Med. 1998 13:445-487. Robinson,Olson .
Buendía. Editorial : Piel 2000;15: 247-9

Mensaje a la población general CLF

- Evitar las horas de mayor radiación (horas de sombra corta)
- Preferir la sombra
- Usar ropa, lentes y sombrero adecuados
- Usar filtro solar adecuado y repetidamente en áreas inevitablemente expuestas
- En días nublados también protegerse
- Agua, arena, nieve y ciertas drogas, aumentan la cantidad o la sensibilidad a radiación
- Lunar que cambia o herida que no cura, consultar dermatólogo

Medidas de fotoprotección a los trabajadores al aire libre

- Evitar la exposición innecesaria a la radiación ultravioleta a las horas de mayor incidencia de la misma, vale decir cercano al medio día
- Usar lentes con filtro UV.
- Visera con filtro UV adherida al casco no inferior a 7 cm. de ancho y en el resto del contorno, un implemento “tipo legionario” que cubra cuello y orejas.
- Mangas largas y cuello de tipo redondo (cuello polo), pantalones largos, todos de trama gruesa y material permeable para evitar la sobrecarga térmica.
- Zonas sombreadas en áreas de descanso o de distribución de las faenas.
- Uso de filtro solar en zonas necesariamente expuestas.

¿Qué filtro solar recomendar?

Todo trabajador al aire libre debiera usar filtro fps. 30.

Sólo se recomienda filtro fps. 50+

Factores personales de mayor riesgo.

Faenas de mayor riesgo.

- Trabajadores agrícolas (permanentes y temporeros)
- Actividades laborales desarrolladas en el agua (pescadores, buzos, tripulación de embarcaciones, prácticos de canales, trasbordadores, ferries, etc...)
- Trabajadores en altura (mineros, personal de aduanas y fuerzas armadas y de orden, guardaparques, personal de centros de montaña, etc..)
- Profesores de educación física

Con respecto al filtro solar debemos considerar

- Actúan absorbiendo, reflejando y difractando la radiación.
- Deben ser de amplio espectro vale decir contra UVA y UVB.
- Preferir aquellos que contengan filtros físicos, y químicos foto estables e hipo alergénicos.
- Resistentes al agua y al sudor, las faenas al aire libre son “trabajo pesado” generalmente.
- Evitar aquellos de consistencia pastosa, aumenta el riesgo de adhesión de contaminantes ambientales, e irritación de la piel.

Recomendaciones en niños pequeños

- En niños menores de 1 año evitar la exposición solar ya que al controlar mal la temperatura, pueden caer fácilmente en deshidratación
- Sólo luego del 6° mes, uso de filtros físicos, los químicos pueden irritarlos.
- Es preferible el uso de ropa adecuada

Consideraciones sobre los filtros solares

Factor 15 protege en un 92%
Factor 30 protege en un 97%

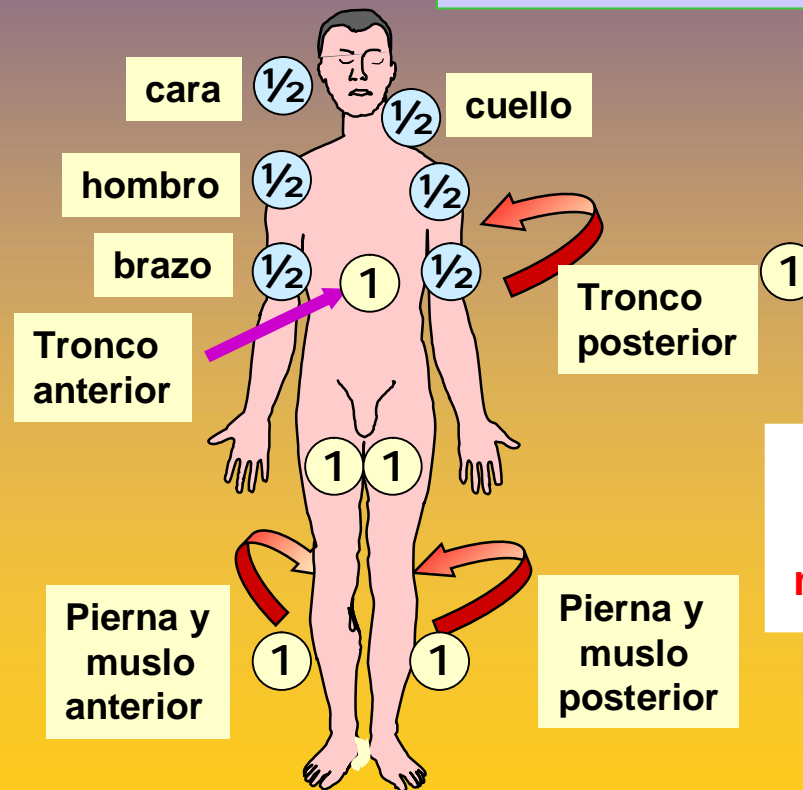
Preparados

Lociones, cremas, toallas de papel, aerosol, barras, lápiz labial, jabones en barra.

$\frac{1}{2}$ 1
Cucharaditas de té

PARA TODO EL CUERPO
10 cucharaditas de té
o 40 gramos

Protector SPF 15
Si se aplica la mitad baja a SPF 4



Protector SPF 30
Si se aplica la mitad baja a SPF 8