

# Photoprotektion

## Lichtschutzmassnahmen zum Schutz vor akuten und chronischen UV-induzierten Hautschäden

R. Dummer<sup>a</sup>, T. Maier<sup>a</sup>, P. H. Bloch<sup>b</sup>, G. Burg<sup>a</sup>

*Die Krebsregister verzeichnen weltweit eine zunehmende Zahl von Hautkrebskrankungen. Verschiedene gesellschaftliche und umweltbedingte Faktoren sind dafür verantwortlich, wie erhöhtes Lebensalter, vermehrte Aktivität im Freien und Ferienaufenthalte in südlichen Ländern, Solarien und die Abnahme der Ozonschicht. Angesichts der zunehmenden UV-induzierten Hauterkrankungen gewinnt die Photoprotektion an Bedeutung.*

### UV-induzierte Hautschäden

Die Atmosphäre filtert die Sonnenstrahlen, so dass der grösste Teil (70%) des Ultraviolett-Spektrums die Erdoberfläche nicht erreicht (Tab. 1). Für die Haut des Menschen von Bedeutung sind UVB- und UVA-Strahlung. Von der gesamten UV-Strahlung an der Erdoberfläche sind 5% UVB, die übrigen 95% bestehen aus UVA [1]. Diese UV-Belastung führt an der Haut zu einer ganzen Reihe akuter und chronischer Schäden.

#### Akute Hautschäden.

**Sonnenbrand.** Sonnenbrand (Dermatitis solaris) wird vor allem durch UVB verursacht und entspricht einer akuten entzündlichen Reak-

tion ausgelöst durch geschädigte Keratinozyten. Die konsekutive Freisetzung von Entzündungsmediatoren führt zu lokalen und systemischen Wirkungen wie Fieber. Die Empfindlichkeit gegenüber der UVB-Strahlung ist individuell verschieden und abhängig vom Hauttyp (Tab. 2). Menschen mit Hauttyp I und II neigen nach kurzer Exposition mit UV-Strahlen zu starken entzündlichen Reaktionen. Auch besteht bei diesen Personen ein erhöhtes Hautkrebsrisiko.

**Polymorphe Lichtreaktion («Sonnenallergie»).** Die polymorphe Lichtreaktion tritt in den Frühlingsmonaten nach intensiver UV-Strahlung (hauptsächlich UV-A) vor allem bei jungen Frauen auf. Sie manifestiert sich etwa 24–48 Stunden danach in Form von juckenden Papeln an sonnenexponierten Körperteilen (Abb. 1). Sie zeigt beim jeweiligen Patienten ein monomorphes Bild, verschwindet bei Meiden von Sonnenexposition und tritt bei der nächsten UV-Belastung auf unvorbereiteter Haut in gleicher Form wieder auf. Die Diagnose kann anhand der typischen Anamnese und einer Photoprovokation gestellt werden. Lichttestungen ermöglichen eine individuell angepasste Beratung (Auswahl des Lichtschutzmittels und evtl. Phototherapie).

**Lichturtikaria und andere idiopathische Photodermatosen.** Die Lichturtikaria (Urticaria solaris) gehört zu den seltenen Photodermatosen. Die Quaddeln treten wenige Minuten nach Lichtexposition (UVA, UVB oder sichtbarem Licht) an vor Sonnenlicht geschützten Körperstellen auf und verbleiben Minuten bis zu Stunden. Bei Kindern wird selten eine chronische, schwer therapierbare Dermato- se mit stark juckenden Knötchen beobachtet, die aktinische Prurigo. Ebenso selten kommen bei Kindern lichtinduzierte Hautveränderungen vor, die den Bläschen bei Varizellen bzw. Pocken ähnlich sind und deshalb Hydroa vacciniformia genannt werden.

**Tabelle 1. Zusammensetzung der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche.**

	Wellenlänge (nm)	Anteil der Gesamtenergie in %
Infrarot	700–2500	50
Sichtbar	400–700	44
Ultraviolett	295–400	6
UVA	320–400	95,9 des UV
UVA <sub>1</sub> (lang)	340–400	
UVA <sub>2</sub> (kurz)	320–340	
UVB	295–320	4,1 des UV
UVC	200–295	0 (bei intakter Ozonschicht)

<sup>a</sup> Dermatologische Klinik, Universitätsspital, Zürich

<sup>b</sup> FMH Dermatologie, Venerologie, Allergologie, klinische Immunologie, Solothurn

Korrespondenz:  
PD Dr. Reinhard Dummer  
Leitender Arzt  
Dermatologische Klinik  
Universitätsspital  
Gloriastr. 31  
CH-8091 Zürich

dummer@derm.unizh.ch

**Phototoxische und photoallergische Reaktionen.** Viele chemische und natürliche Substanzen ändern ihre räumliche Struktur nach Anregung durch UV-Licht und können dann allergische oder toxische Reaktionen auslösen. Ein typisches Beispiel für eine phototoxische Reaktion ist die Dermatitis pratensis (Wiesengräserdermatitis).

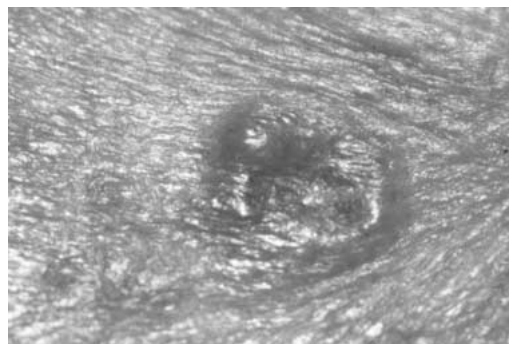
**Durch UV-Licht provozierte Hauterkrankungen (sogenannte photosensitive Dermatosen).** Es gibt eine ganze Reihe von ernsthaften Erkrankungen, die durch UV-Licht ausgelöst oder verschlechtert werden. Hierzu gehören auf der einen Seite typische entzündliche Hauterkrankungen wie der sogenannte Lupus erythematoses und Stoffwechselstörungen wie Porphyrinen, auf der anderen Seite einige seltene Hauterkrankungen (Pityriasis rubra pilaris, retikuläre erythematöse Mucinose).

**Chronische UV-induzierte Hautschäden. Altershaut – UV-abhängige Schäden von Dermis (Lederhaut) und Epidermis (Oberhaut).** Geringe repetitiv angewandte UVA-Dosen (Bedingungen entsprechend einer natürlichen UVA-Exposition) führen zu einer Hyperpigmentierung, beeinträchtigen die Elastizität der Dermis und trocknen durch Störungen der Hornschicht die Haut aus. Pathophysiologisch wichtig ist auch die Induktion von Lysozym-Ablagerungen an den elastischen und Kollagenfasern, die heute als frühe Phase der aktinischen Elastose bewertet werden. Alters- oder Sonnenflecken sowie Talgdrüsenhyperplasien

**Abbildung 1.**  
Polymorphe Lichtreaktion:  
stark juckende Knötchen 24 Std.  
nach UV-Exposition.



**Abbildung 2.**  
Typisches Erscheinungsbild eines  
Basalioms.



**Tabelle 2. Die verschiedenen Hauttypen.**

<b>Hauttyp 1</b>
Nordeuropäer/Angelsachse
Eigenschutzzeit der Haut: 5 bis 10 Minuten
– sehr helle Haut
– keine Bräunung
– immer Sonnenbrand
– extrem empfindliche Haut
– Sommersprossen
– helle Augen
– rotblondes Haar
<b>Hauttyp 2</b>
Nordeuropäer/Angelsachse
Eigenschutzzeit der Haut: 10 bis 20 Minuten
– helle Haut
– minimale Bräunung
– oft Sonnenbrand
– oft Sommersprossen
– empfindliche Haut
– helle Augen
– helles Haar
<b>Hauttyp 3</b>
Mitteleuropäer
Eigenschutzzeit der Haut: 20 bis 30 Minuten
– mittelhelle Haut
– einfache und langsame Bräunung
– manchmal Sonnenbrand
– helle oder dunkle Augen
– braunes Haar
<b>Hauttyp 4</b>
Mediterraner Typ
Eigenschutzzeit der Haut: 30 bis 45 Minuten
– bräunliche, wenig empfindliche Haut
– schnelle und tiefe Bräunung
– selten Sonnenbrand
– dunkle Augen
– dunkelbraunes oder schwarzes Haar
<b>Hauttyp 5</b>
Dunkelhäutiger Araber/Indier
Eigenschutzzeit der Haut: 45 bis 60 Minuten
– dunkle, wenig empfindliche Haut
– selten Sonnenbrand
– dunkle Augen
– schwarzes Haar
<b>Hauttyp 6</b>
Schwarzer
Eigenschutzzeit der Haut: 60 bis 90 Minuten
– schwarze, wenig empfindliche Haut
– sehr selten Sonnenbrand
– schwarze Augen
– schwarzes Haar

sind weitere Folgen ungehemmten Sonnen- genusses.

Neu sind Erkenntnisse zur Bedeutung des UVA-Lichtes für das Immunsystem. Für UVB war schon lange bekannt, dass es die Immun- funktionen der Haut unterdrücken kann bzw. u.a. die Zahl von Langerhans-Zellen in der Epi- dermis reduziert. Neuere Erkenntnisse zeigen, dass auch UVA in der Lage ist, sowohl eine lo- kale als auch eine systemische Immunsuppres- sion zu induzieren. Über die Mechanismen, die dabei zu einer systemischen Immunsup- pression führen, ist noch wenig bekannt.

**Hautkrebsentstehung durch UV-Licht (Kar- zinogenese).** Sonnenlicht- bzw. UV-Exposition der Haut schädigt die Erbsubstanz. Unter- schiedliche UV-Wellenlängen verursachen un- terschiedliche DNS-Schäden. So ist z.B. UVB- Licht in der Lage, kovalente Bindungen zwi- schen benachbarten Pyrimidinbasen zu indu- zieren. Es entsteht typischerweise ein Thymi- dindimer. Ein DNS-Molekül kann aber auch indirekt durch UV-Einstrahlung (meist UVA) geschädigt werden. Glücklicherweise sind wir hervorragend mit verschiedenen Systemen zur Reparatur von solchen DNA-Schäden aus- gestattet. Falls ein DNS-Schaden in einem wichti- gen Abschnitt des Genoms nicht repariert wer- den kann, wird der programmierte Zelltod in der geschädigten Zelle eingeleitet. Hier spielt das bekannte Tumorsuppressor-Gen p53 eine wichtige Rolle. Jedoch sind Reparatursysteme

nicht fehlerfrei, so dass sich im Laufe der Jahr- zehnte Mutationen in der Erbsubstanz anhäu- fen, die langfristig in der Entstehung von Haut- tumoren münden.

Eindeutig bewiesen ist der Einfluss der UV- Strahlung in der Entstehung der häufigsten Hauttumoren, dem Basaliom (Abb. 2) und Spinaliom (Abb. 3). Es finden sich auch klare Hinweise dafür, dass vor allem die Einwirkung von hohen UV-Dosen für die Entstehung des schwarzen Hautkrebses (Melanom, Abb. 4) von Bedeutung ist, insbesondere wenn ein heller Hauttyp (Hauttyp I oder II) vorliegt.

## Photoprotektion

**Verhalten im Umgang mit der Sonne.** Die einfachste präventive Massnahme zur Vermin- derung von Hautschäden liegt in der zurück- haltenden Sonnenexposition. Folgende Verhal- tensmassnahmen werden empfohlen:

- Meiden der Mittagssonne (11–16 Uhr Som- merzeit);
- schützende Kleidung einschliesslich Hut und Sonnenbrille;
- Auswahl eines geeigneten Sonnenschutz- mittels (mindestens LSF 15) je nach Haut- typ, Tätigkeit und Dauer der Sonnenein- strahlung;
- Verzicht auf Solariumbesuche.

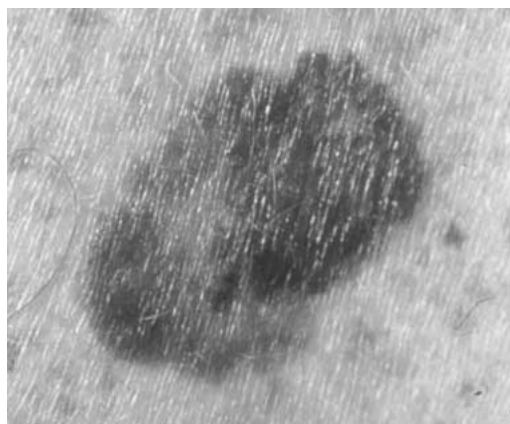
Retrospektive Studien weisen darauf hin, dass Solarienbenutzer ein bis zu 8fach erhöhtes Ri- siko für die Entwicklung eines Melanoms auf- weisen [2]. Die regelmässige Besonnung auf Sonnenbänken liess sich ausserdem mit dem Auftreten von Melanomen an untypischen Lo- kalisationen wie im Sakral- und Schambereich in Verbindung bringen. Ein Umdenken der Ge- sellschaft ist nötig: weg vom sonnengebräunten Teint, hin zum bewussten Umgang mit der Sonne. Eine Kenntnis des eigenen Hauttyps und der damit verbundenen Eigenschutzzeit der Haut ist dafür Voraussetzung.

**Kleidung als Sonnenschutz.** Die Bekleidung trägt einen wichtigen Teil zum Sonnenschutz bei. Das Tragen von Kopfbedeckung, Sonnen- brille und langärmeliger, luftiger Kleidung ge- hört zu den einfachen Grundregeln des Son- nenschutzes. Dabei sind einige Besonderheiten zu beachten: Normalerweise bieten dichtgewo- bene, intensiv gefärbte Mischgewebe einen besseren UV-Schutz als grob gewobene, helle Naturfasern. Ein schwarzes Baumwoll-T-Shirt gewährt einen doppelt so hohen UV-Schutz (LSF 50) wie ein weisses T-Shirt, eine dunkel- blaue Jeanshose besitzt einen Lichtschutzfak- tor von 1700. Der durch Kleidungsstücke er- reichte Sonnenschutz ist aber nicht nur abhän- gig von Farbe und Material. Ein durch Schwit-

**Abbildung 3.**  
Spinaliom der Unterlippe.



**Abbildung 4.**  
Typische klinische Präsentation eines Melanoms.



zen oder Schwimmen feuchtes T-Shirt bietet nur noch den halben UV-Schutz eines trockenen Shirts und unterschreitet mit einem LSF 7 den Wert, der für einen Mindest-Sonnenschutz nötig ist [3]. Es wurde angeregt, spezielle Kleidungsstücke mit gutem Lichtschutzfaktor für den Verbraucher zu kennzeichnen [4]. Eine Kopfbedeckung sollte immer bei Aktivitäten in der Sonne getragen werden. Besonders Glatzenträger sind gefährdet (senkrechte Sonneneinstrahlung). Das Tragen einer Sonnenbrille stellt einen einfachen und effektiven Schutz gegen UV-induzierte Augenschäden dar, zu denen der graue Star (Katarakt) gehört.

**Lichtschutzmittel.** Sonnenschutzmittel wirken durch physikalische und chemische Filter. Physikalische Filter wie Zinkoxid, Eisenoxid, Titanoxid reflektieren UV-Strahlung und sichtbares Licht, so dass es von der Haut abgestrahlt wird. Chemische Lichtschutzmittel wirken über Verbindungen, die aufgrund ihrer Struktur (konjugierte Doppelbindungen) UV-Strahlung absorbieren. Als UVB-Filter werden Derivate der 4-Aminobenzoessäure, Kampfer, Zimtsäure oder Phenylbenzimidazole verwendet. Im UVA-Bereich wirksame Substanzen gibt es derzeit nur wenige wie Parsol 1799 und Mexoryl XL. In den guten Sonnenschutzmitteln werden heute UVA- und UVB-Filter kombiniert. Der auf Sonnenschutzmitteln angegebene Lichtschutzfaktor (LSF) gibt an, wieviel mal länger man sich der Strahlenquelle mit Lichtschutzmittel aussetzen kann als ohne. Der LSF beschreibt somit vor allem die Wirksamkeit gegen die UVB-Strahlung. Derzeit existiert hierzulande kein einheitliches Verfahren zur Bestimmung des UVA-Schutzfaktors.

Die Lichtschutzmittel werden in verschiedenen galenischen Zubereitungen angeboten. Öl-in-Wasser-Emulsionen und Hydrogele sind leicht verstreichbar und auch bei fettiger Haut und Akne geeignet. Durch Einarbeitung des Filters in beide Phasen lässt sich ein hoher Lichtschutzfaktor erreichen. Wasser-in-Öl-Emulsionen eignen sich bei trockener Haut, lassen sich mit Pigmenten kombinieren und erreichen eine hohe Wasserfestigkeit. Bei liposomalen Zubereitungen sind die Filtersubstanzen in Liposomen verkapselt. Neben der richtigen Auswahl des Sonnenschutzproduktes ist die richtige Anwendung wichtig. Lichtschutzmittel werden etwa eine halbe Stunde vor Sonnenexposition aufgetragen. Nur die Verwendung von genügend Sonnencreme kann den angegebenen Schutzfaktor gewährleisten. Die empfohlene Menge pro cm<sup>2</sup> Hautoberfläche liegt bei 2 mg. Bei einem Sonnenschutzmittel mit LSF 30 reduziert sich die Schutzwirkung bei einer Applikation von nur 0,5 mg/cm<sup>2</sup> auf LSF 2 [5]. Die tägliche Anwendung eines Lichtschutzmittels kann vor allem lichtempfindlichen Personen

empfohlen werden. Derzeit werden zahlreiche Zusätze zu Sonnenschutzmitteln getestet, um deren Lichtschutz zu optimieren. Einige Additiva wie Tocopherol (Vitamin E) und Ascorbinsäure (Vitamin C) zeigten eine erfolgreiche Hemmung des UVB-induzierten Erythems und lichtinduzierter DNA-Schäden im Tiermodell. Ähnliche Effekte lassen sich mit Flavonoiden (grüner und schwarzer Teeextrakt) erzielen. Die kombinierte Verwendung von Lichtschutzmitteln mit Insektenschutzcremes ist nicht ratsam, da viele Insektenschutzmittel Lösungssubstanzen enthalten, die die Lichtschutzwirkung der Sonnencreme reduzieren. Die photochemisch induzierte epidermale bzw. korneale Pigmentierung bei der Verwendung von Selbstbräunungsmitteln garantiert keinen Schutz vor UV-Strahlung [2].

## Lichtschutzmittel und Hauttumoren

Geeignete Massnahmen wie Meiden der Sonne um die Mittagszeit, Tragen von UV-lichtundurchlässiger Kleidung und zusätzliches Auftragen eines geeigneten Lichtschutzmittels tragen zweifellos dazu bei, akute toxische Reaktionen der Haut (Sonnenbrand, polymorphe Lichtreaktion und phototoxische bzw. photoallergische Ereignisse) zu vermindern.

Im Sinne der primären Prävention gegenüber Hauttumoren ist es wesentlich, ob diese Massnahmen auch die Häufigkeit von malignen Hauttumoren beeinflussen [6]. Die Inzidenz des malignen Melanoms in der Schweiz wird auf 10–12/100 000 Einwohner/Jahr geschätzt. Andere epitheliale Hauttumoren wie Basaliome und Spinaliome sind etwa 10fach häufiger.

Der Einfluss von Lichtschutzmitteln auf die Inzidenz von epithelialen Hauttumoren ist in drei grossen randomisierten Multizenter-Studien eindeutig dokumentiert worden.

1993 hat die Gruppe von Thompson et al. gezeigt, dass die regelmässige Anwendung von Lichtschutzmitteln die Zahl von aktinischen Keratosen bzw. Präkanzerosen im Vergleich zu Placebo signifikant senkt [7]. Da diese aktinischen Keratosen in bis zu 10% innerhalb von 10 Jahren in ein Spinaliom (Plattenepithelkarzinom der Haut) übergehen, darf hier von einer deutlichen Reduktion der Rate von Plattenepithelkarzinomen ausgegangen werden, was durch eine andere Studie unterstützt wird [8]. Eine weitere Studie demonstriert, dass die tägliche Verwendung von Lichtschutzpräparaten in der Lage ist, die Inzidenzen von Basaliomen und Spinaliomen zu vermindern [9].

Im Gegensatz zu den epithelialen Hauttumoren steht für Melanome der Wirkungsnachweis von Lichtschutzmitteln in der Prophylaxe noch aus. Sowohl in der medizinischen als auch in

der Laienpresse wird immer wieder diskutiert, ob der Einsatz von Lichtschutzmitteln nicht sogar einen negativen Einfluss auf das Melanomrisiko habe. Diese Vorbehalte beruhen z.T. auf einer Arbeit von Autier et al. (1998) [10], jedoch weist diese Studie eine Reihe von Problemen auf. Hierzu gehören ein unbefriedigendes Design, die kurze Beobachtungsdauer und die zu geringe Patientenzahl. Ein wichtiger Punkt ist auch das Patientenkollektiv, da Effekte vor allem in der Hochrisikomelanomgruppe mit Hauttyp I und II zu erwarten sind.

In der Tat hat nun eine neue prospektive Studie gezeigt, dass die Zahl der «Muttermale» geringer war bei hellhäutigen (Hauttyp I und II) Kindern, die regelmässig Sonnenlichtschutzmittel verwendeten [11].

Das wichtigste Argument für die Effizienz von

Lichtschutzmassnahmen ist sicherlich die Melanominzidenzrate. In Australien, wo 75% der Bevölkerung regelmässig Sonnencreme verwenden, sinken sowohl Melanominzidenz als auch Melanommortalität. Ähnlich ist die Situation bei der weissen Bevölkerung in Hawaii, die den höchsten Pro-Kopf-Verbrauch an Lichtschutzmitteln in den USA aufweist.

Aus diesen Fakten leitet sich die Schlussfolgerung ab, dass die eingangs erwähnten Schutzmassnahmen dazu beitragen, die Melanominzidenzraten ebenso zu vermindern wie die Inzidenzraten von epithelialen Hauttumoren. Auch Ergebnisse von Untersuchungen, dass einige UV-Filterssysteme östrogene Wirkungen aufweisen, ändern nichts an dieser Tatsache [12]. Vielmehr muss geklärt werden, wie Lichtschutzfilter aus dem natürlichen Kreislauf eliminiert werden können. Möglicherweise sollten andere Filtersysteme, die eine bessere Abbaufähigkeit aufweisen, vermehrt eingesetzt werden.

## Quintessenz

- Akute UV-induzierte Hautschäden: Sonnenbrand, polymorphe Lichtdermatose, Lichturtikaria, phototoxische und photoallergische Reaktionen.
- Chronische UV-induzierte Hautschäden: Altershaut (Photoaging), aktinische Keratosen, epitheliale Hauttumoren (Spinaliom, Basaliom), malignes Melanom.
- Zu einem effektiven Sonnenschutz gehören die Kombination aus adäquater Bekleidung, richtigem Verhalten und regelmässiger und richtiger Anwendung von Lichtschutzmitteln.
- Lichtschutzmittel müssen UVB- und UVA-Filter enthalten.
- Die Anwendung von Lichtschutzmitteln vermindert die Inzidenz von epithelialen Hauttumoren und Photoaging.
- Ausreichender Sonnenschutz reduziert höchstwahrscheinlich die Melanominzidenz.

## Praktische Hinweise

- Täglicher Lichtschutz: Anthélios 20 Creme/Gel; Allday 15; Daylong 16, Daylong 25 ultra u.a.
- Hydrogel für seborrhaische Haut: Anthélios Gel 20 u.a.
- Hoher Lichtschutz für empfindliche Haut: Anthélios 60 XL; Microban 30+ u.a.
- Lichtschutz für Kinder/Sportler mit hoher Wasserfestigkeit: Anthélios S 40; Bepanthen fun
- für Kleinkinder: Microsun, Spirig u.a.

## Literatur

- 1 Frei T, Dummer R, Gehrig R. Die UV-Belastung in der Schweiz: Abhängigkeit von Ort und Zeit und ihre Bedeutung für die Haut. *Praxis* 1999;88:1023-9.
- 2 Rünger TM. Role of UVA in the pathogenesis of melanoma and non-melanoma skin cancer. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 1999;15:212-6.
- 3 Parisi AV, Kimlin MG, Mulheran L, Meldrum LR, Randall C. Field-based measurements of personal erythema ultraviolet exposure through a common summer garment. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2000;16:134-8.
- 4 Dummer R, Osterwalder U. UV Transmission of summer clothing in Switzerland and Germany. *Dermatology* 2000;200:81-2.
- 5 Gil EM, Kim TH. UV-induced immune suppression and sunscreen. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2000;16:101-10.
- 6 Rigel DS, Naylor M, Robinson J. What is the evidence for a sunscreen and melanoma controversy. *Arch Dermatol* 2000;136:1447-9.
- 7 Thompson SC, Jolley D, Marks R. Reduction of solar keratoses by regular sunscreen use. *N Engl J Med* 1993;329:1147-51.
- 8 Naylor MF, Boyd A, Smith DW, Cameron GS, Hubard D, Neldner KH. High sun protection factor (SPF) sunscreens in the suppression of actinic neoplasia. *Arch Dermatol* 1995;131:170-5.
- 9 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 randomized controlled trial. *Lancet* 1999;354:723-9.
- 10 Autier P, Dore JF, Cattaruzza MS, Renard F, Luther H, Gentiloni-Silverj F, et al. Sunscreen use, wearing clothes and number of nevi in 6- to 7-year-old European children. *J Natl Cancer Inst* 1998;90:1873-80.
- 11 Gallagher RP, Rivers JK, Lee TK, Bajdik CD, McLean DI, Coldman AJ. Broad-spectrum sunscreen use and the development of new nevi in white children: a randomized controlled trial. *JAMA* 2000;283:2955-60.
- 12 Schlumpf M, Cotton B, Conscience M, Haller V, Steinmann B, Lichtensteiger W. In vitro and in vivo estrogenicity of UV screens. *Environmental Health Perspectives* [im Druck].