

Photoprotection externe de l'enfant External photoprotection in the child

Boussetta. A ⁽¹⁾, **Denguezli. Z** ⁽²⁾, **Kourda. M** ⁽³⁾, **Gargah. T** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Service de pédiatrie, Hôpital Charles Nicolle, Tunis

⁽²⁾ Consultations de dermatologie, Hôpital Razi, Tunis

⁽³⁾ Consultations de dermatologie, Hôpital Razi, Tunis

RÉSUMÉ

Bien que le soleil soit très bénéfique et essentiel à la vie, une exposition prolongée peut entraîner des effets néfastes sur la peau en particuliers des cancers cutanés. Il est bien connu qu'une exposition prolongée au soleil pendant l'enfance peut favoriser le développement de mélanomes cutanés à l'âge adulte. La photoprotection externe est la pierre angulaire de la prévention des effets nocifs du soleil. Bien que l'application d'un écran solaire soit la modalité la plus courante de protection solaire, de nombreuses personnes ne l'utilisent pas correctement. L'utilisation régulière d'un écran solaire pendant l'enfance peut réduire considérablement l'incidence des cancers cutanés.

Le but de cet article était d'étudier les différentes modalités de la photoprotection externe chez l'enfant.

Mots clés : Enfants, écrans solaires, Photoprotection, Rayons ultra-violets

INTRODUCTION

Le soleil, grâce à ses rayons possède plusieurs effets bénéfiques : il a une action calorifique, antirachitique et de bronzage. Il entraîne également une amélioration de certaines dermatoses comme le psoriasis ou la dermatite séborrhéique, ses actions sur l'humeur ont fait de lui un excellent antidépresseur [1-4].

Néanmoins, une exposition prolongée et démesurée au soleil peut entraîner plusieurs effets néfastes comme une sénescence cutanée précoce ou élastose solaire, une induction de cancers cutanés dont les mélanomes, les carcinomes basocellulaires et spinocellulaires [5-9].

Il a pu être estimé que la moitié de la dose UV cumulée au cours de la vie est reçue avant l'âge de 20 ans car l'enfant passe beaucoup de temps exposé au soleil en jouant [10]. Le capital solaire qui est selon la définition du Centre National de la Recherche Scientifique(CNRS) l'ensemble des moyens de défense de la peau contre les effets néfastes du soleil est épuisé précocement. C'est pour cette raison que la photoprotection est primordiale aussi bien chez l'enfant présentant une photodermatose que chez l'enfant sain.

Cette photoprotection correspond à l'ensemble des moyens naturels et/ou artificiels capables de s'opposer aux dommages cutanés UV induits. En dehors de la photoprotection naturelle, nous disposons de la photoprotection interne (antiradicalaire, médicamenteuse ou celle offerte par la photothérapie) et de la photoprotection externe (vestimentaire et celle offerte par les écrans solaires). Les indications de la photoprotection sont fonction de l'état de santé de l'enfant, sain ou pathologique (enfant porteur d'une photodermatose) [11].

Le but de cette mise au point était d'étudier les principales méthodes de la photoprotection externe de l'enfant.

Le rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire est un rayonnement électromagnétique composé de petites unités d'énergie, les photons, dont l'absorption cutanée provoque une cascade de réactions photochimiques qui se traduiront par des phénomènes biologiques et parfois des symptômes cliniques. Le spectre du rayonnement solaire est composé : (Figure 1)

Auteur correspondant :

Abir Boussetta : Service de pédiatrie, hôpital Charles Nicolle, Tunis

Tel : 22685409 - **Mail**: abir.boussetta@gmail.com

Mohamed Denguezli : Service de dermatologie, Hôpital Farhat Hachad, Sousse

Mouna Kourda : Consultations de dermatologie, Hôpital Razi Tunis

Tahar Gargah : Service de pédiatrie, hôpital Charles Nicolle, Tunis

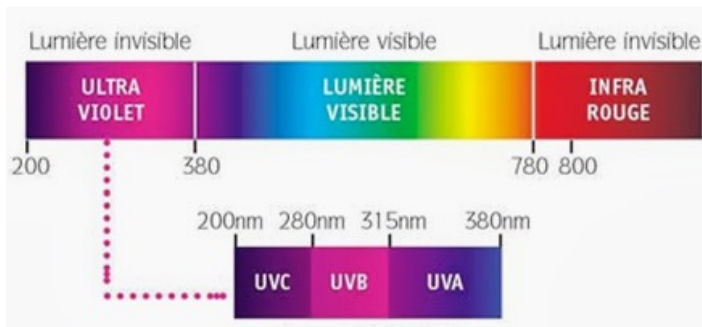


Figure 1 : Spectre du rayonnement solaire

- D'un rayonnement infrarouge, dont l'effet est principalement calorique ;
- Une lumière visible ;
- De rayons ultraviolets, UVA et UVB, qui sont énergétiquement les plus actifs et responsables de la plupart des effets cutanés du soleil. Les UVC sont arrêtés par la couche d'ozone atmosphérique et donc n'ont aucun effet cutané. Plus récemment la lumière visible et plus précisément la lumière bleue et les infrarouges sont incriminés dans la survenue de l'hyperpigmentation et aussi du vieillissement précoce et des cancers cutanés.

Les UVB dont la longueur d'onde est de 290 à 320 nm sont arrêtés par les vitres, contrairement aux UVA (cette caractéristique permet de presumer du spectre déclenchant d'une photodermatose). Les UVB sont d'intensité maximale entre 11 heures et 14 heures, lorsque l'ensoleillement est maximal, et ce sont eux qui induisent l'érythème actinique retardé (le bronzage) par stimulation de la mélanogénèse. Ils ont aussi un effet antirachitique (synthèse cutanée de vitamine D) et un effet immunosuppresseur à différents niveaux (tolérance des cancers cutanés, amélioration de maladies telles que le psoriasis, les lymphomes cutanés...).

Les UVA sont 100 fois plus nocifs que les UVB car ils sont présents du lever au coucher du soleil. Ils induisent une pigmentation immédiate de la peau après l'exposition solaire (par le biais de la photooxydation de la mélanine) et, à long terme, ils participent autant que les UVB au vieillissement et à la carcinogénèse cutanée. La qualité du rayonnement solaire varie selon l'heure de la journée, la saison, l'altitude, l'humidité et la pollution. Ainsi, la quantité d'UVB est 20 % supérieure à 150 m d'altitude par rapport au niveau de la mer.

L'ensoleillement reçu résulte du rayonnement solaire, des radiations diffusées du ciel et du rayonnement réfléchi par le sol. La réflexion n'est que de 3 % sur l'herbe, mais 5 % sur l'eau, 17 % sur le sable, et elle peut atteindre jusqu'à 82 % sur la neige. Ces données sont importantes pour le choix d'une photoprotection adaptée [12]. (Figure 2)

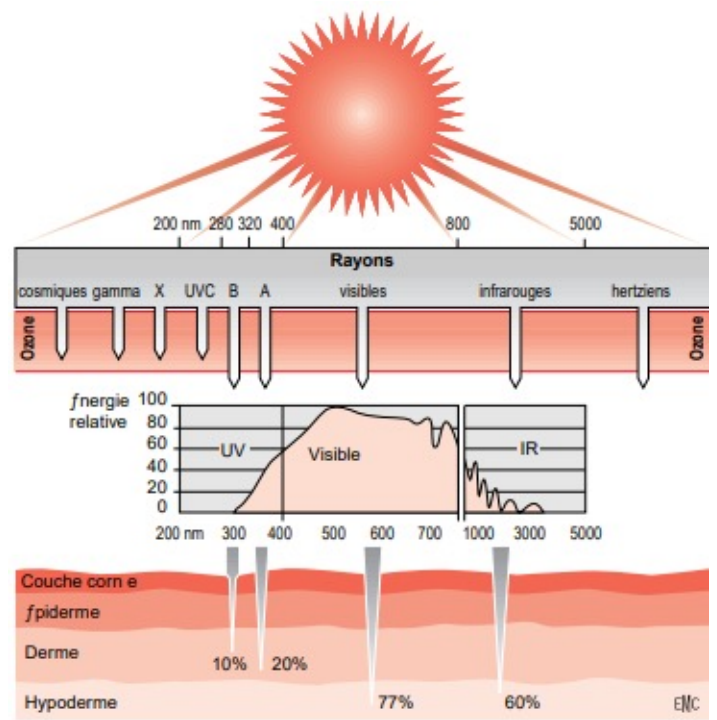


Figure 2 : Transmission de la lumière du soleil à la peau

La photoprotection

La photoprotection est capitale pour toute personne, surtout pour l'enfant, en effet la majeure partie de l'exposition solaire a lieu avant l'âge de 18 ans. L'exposition solaire pendant l'enfance favorise l'apparition des naevus chez l'enfant et des cancers cutanés à l'âge adulte. De multiples études ont établi que le nombre de naevus chez l'enfant augmente avec les expositions solaires [13-15].

La photoprotection regroupe les divers moyens capables de s'opposer aux dommages cutanés induits par les radiations solaires. La peau est équipée de moyens de photoprotection naturelle mais ceux-ci sont insuffisants en cas de surexposition ou de photosensibilité anormale. La photoprotection doit alors faire appel aux moyens vestimentaires ou aux écrans appelés actuellement produits de protection solaire (PPS).

Ces derniers contiennent des produits actifs, filtres solaires et écrans minéraux mélangés dans un excipient qui permet une application adaptée à la peau. Ces PPS doivent être appliqués selon certaines règles et avoir une photostabilité pendant toute la durée de l'exposition solaire [16-20].

-Les filtres solaires sont des molécules qui agissent de façon spécifique par absorption d'une partie du rayonnement UV (Tableau 1). Certains sont actifs sur les UVA, d'autres sur les UVB. Le filtre « Tinasorb » permet une absorption équivalente dans les UVA et les UVB [21-25]. (Tableau 1)

Tableau 1 : Classification des principaux agents anti-solaires

MOLECULE	ACTIVITE	CHIMIQUE (C) OU PHYSIQUE (P)
ACIDE AMINO BENZOIQUE	UVB	C
AVOBENZONE	UVA± UVB	C
CINOXATE	UVB± UVA	C
DIOXYBENZONE	UVB± UVA	C
ECAMSULE	UVA± UVB	C
HOMOSALATE	UVB	C
ANTHRANILATE DE METHYLE	UVB± UVA	C
OCTOCRYLENE	UVB± UVA	C
OCTYL METHOXYCINNAMATE	UVB± UVA	C
OCTYL SALICYLATE	UVB	C
OXYBENZONE	UVB± UVA	C
PADIMATE O	UVB	C
PHENYLBENZIMIDAZOLE	UVB	C
SULISOBENZONE	UVB± UVA	C
TITANIUM OXYDE	UVB± UVA	P
TROLAMINE SALICYLATE	UVB	C
OXYDE DE ZINC	UVB+UVA	P

- Les écrans minéraux sont des substances inertes de très grande taille et qui sont responsables d'un aspect blanc de la peau qui est très inesthétique. La réduction de leur taille se fait grâce à des nanoparticules. Les filtres agissent par réflexion des rayonnements solaires. Deux filtres minéraux sont utilisés : le dioxyde de titane (TiO₂) et l'oxyde de zinc (ZnO), ce dernier apporte une meilleure protection dans les UVA [26-28]. (Tableau 1)

Ainsi les PPS peuvent contenir plusieurs filtres minéraux (PPS minéral) ou plusieurs filtres organiques (PPS organiques) ou les deux types de filtres, ceci dans le but d'augmenter l'efficacité des PPS.

Pour les enfants, il est préconisé d'utiliser les PPS minéraux car ils sont moins allergisants que les PPS organiques.

Le facteur de protection solaire (FPS) pour les UVB est une notion très importante pour prescrire un produit antisolaires, il est défini comme le rapport entre la dose érythémateuse minimale (DEM) avec PPS et la DEM sans protection. On peut ainsi définir le FPS comme la durée minimale qu'il faut pour obtenir un coup de soleil avec le produit antisolaires et celle sans produit. Ainsi pour un FPS 50, il faudrait une exposition 50 fois plus importante pour avoir un coup de soleil que sans protection. Le FPS varie selon les produits de 2 à 100.

Cependant, ce FPS est calculé avec une dose de 2 mg/cm² ce qui fait que le FPS réel sera moindre que

le FPS théorique en cas de mauvaise information du mode d'application [29-33]. En effet, les enfants ou leur parent n'applique qu'une quantité beaucoup plus faible de l'ordre de 1 voire 0,5 mg/cm²

D'autres types de mesure sont à prendre en considération : il s'agit du facteur de protection UVA (FPA), la photostabilité et la résistance à l'eau et à la sueur [34-36]. Le FPS chez l'enfant normal doit être compris entre 15 et 40.

L'utilisation d'écrans solaires chez les enfants doit prendre en compte certaines particularités : les patients d'âge pédiatrique, en particulier les nourrissons, ont un rapport surface corporelle /volume significativement plus important que les adultes. Ces enfants ont également une couche épidermique plus mince et une couche cornée moins dense, ce qui engendre une absorption accrue des produits topiques. En raison de ces facteurs et selon les recommandations de la Food and Drug Administration (FDA), les produits de protection solaire ne doivent pas être utilisés chez les nourrissons de moins de 6 mois. D'autres parts, et selon la Société canadienne de pédiatrie (CPS) et l'Académie Américaine de Pédiatrie (AAP) les PPS peuvent être appliqués sur les petites zones que les vêtements ne peuvent pas couvrir, comme le visage ou le dos des mains, sans omettre de les laver et de les enlever dans un second temps lorsque l'enfant n'est plus exposé au soleil.

Chez les enfants porteurs de photodermatose, l'utilisation de produits antisolaires de FPS supérieur à 40 est légitime, ils sont en général associés à une photoprotection interne [39-41].

Le PPS doit être appliqué une demi-heure avant toute exposition, puis toutes les 2 heures, ainsi qu'après chaque bain en insistant sur la nécessité d'appliquer une quantité suffisante sur le corps [42-44].

À côtés de ces effets protecteurs et bénéfiques incontestables des écrans solaires, ces derniers ne sont pas dénués de risques. En effet les effets indésirables peuvent être à type de : intolérance au produit anti-solaire se traduisant par des picotements ou une sensation de brûlure, voire un léger prurit survenant rapidement après l'application. L'allergie de contact est par contre d'apparition retardée. Les lésions siègent aux zones d'application et ne prédominent pas aux zones les plus exposées. La photoallergie de contact ressemble à l'allergie de contact mais prédomine aux zones exposées. L'association allergie de contact et photoallergie est possible. Une intolérance doit être recherchée devant une dermatose apparue ou aggravée après application d'un antisolaires. Les composants les plus incriminés sont : le PABA, l'octyl-PABA, le méthylbenzylidène camphre, les benzophénones, moins fréquemment les cinnamates, le dibenzoylméthane et les salicylates. Les photoallergies de contact sont dues au PABA, à l'octylméthyl-PABA, aux cinnamates et surtout aux benzophénones, en particulier à l'oxybenzone. D'autres molécules peuvent être

incriminées comme les conservateurs (Kathon CGt, Euxyl 400t) ou les parfums [45-47].

En outre, certains composants utilisés dans la fabrication des antisolaire comme les filtres minéraux peuvent avoir un effet théorique mutagène, cet effet reste cependant à prouver [48].

Certains filtres peuvent pénétrer la peau, en particulier en cas de lésion cutanée surtout chez l'enfant et le nourrisson. Le PABA est absorbé et retrouvé dans les urines, l'oxybenzone et le dioxyde de Titane seraient également absorbés [49-50].

Enfin, la diminution de la synthèse de la vitamine D n'est que très peu affectée par l'utilisation des écrans solaire et cet effet semble être plus théorique que réel.

À côté des produits antisolaire, la photoprotection externe repose sur la protection vestimentaire et la protection oculaire. La protection vestimentaire est considérée comme étant le moyen le plus sûr, le plus efficace et le plus économique. Le choix du vêtement doit théoriquement tenir compte du coefficient de transmission, ce dernier est de 1571 pour le jean, 25 à 280 selon le tissage et le coloris pour la soie, 60 environ pour le polyester, l'acrylique et le coton, 26 pour la viscose et 16 pour la laine. Le coefficient de protection peut être calculé à partir du coefficient de transmission (pourcentage de transmission \times spectre solaire standard \times courbe d'efficacité érythémale du Comité international de l'éclairage [CIE]) ou mesuré comme pour les antisolaire (rapport de la DEM avec et sans interposition d'un vêtement placé à 2 mm de la peau). En pratique, une protection d'au moins 30 avec le produit fini est exigée pour obtenir le label « UV protective clothing ». Cette notion n'est pas toutefois prise en considération par la majorité de l'industrie textile. Pour cette raison, il est plus simple de se baser sur des critères simples quoique non précis comme choisir des fibres serrées, un vêtement sec porté lâche, une couleur foncée mais les vêtements de couleur foncée absorbent les infra-rouges, deviennent par conséquent chauds et donc non adaptés d'où la préférence des vêtements blancs [51-55]. La protection oculaire repose sur le port de lunettes de soleil anti-UVB et anti-UVA [56-57].

Enfin pour protéger au mieux les enfants des effets néfastes du soleil, certaines recommandations sont à prendre en considération :

- Éviter l'exposition au soleil entre 11 h et 15 h. et porter des vêtements, des chapeaux et des lunettes de soleil
- Utiliser des écrans solaires avec les caractéristiques suivantes : FPS \geq 30 (à réappliquer toutes les 2h), Large spectre de protection (l'étiquette doit indiquer le mot « UVA » avec un cercle autour), résistance à l'eau. Sans oxybenzone (et sans octocrylène, si possible, surtout si utilisé chez les enfants atopiques).
- Éviter les rayons UVA pendant l'adolescence.
- Recommandation de protection solaire pour les

enfants de moins de 2 ans : Éviter l'exposition au soleil, utilisation de vêtements légers et de tissus serrés. Application d'un PPS, uniquement sur les zones non couvertes par des vêtements ainsi que le port de chapeau.

CONCLUSION

La photoprotection chez l'enfant est un enjeu de santé publique. Ses objectifs sont de diminuer le risque ultérieur de cancers cutanés. Les moyens de protections sont simples et reposent toujours sur la limitation du passage des UV par le port de vêtement et l'application répétée d'un antisolaire. Ce dernier doit être cosmétique, résistant à l'eau, photostable, sans effets secondaires, et surtout prévenir l'ensemble des effets délétères. Cette procédure de photoprotection nécessite cependant l'explication de l'importance de la protection anti-solaire aux enfants et aux parents.

Le pédiatre a un rôle primordial dans ce programme de prévention.

REFERENCES

- [1] Pillon F, Buxeraud J. Phototherapy, an alternative treatment for psoriasis. *Actual Pharm.* 2015;54:33-35.
- [2] Kupfer-Bessagnet I, Misery L, Plantin P. Traitement de la dermatite séborrhéique. *Ann Dermatol Venerol.* 2004;131:998.
- [3] Leccia MT. Skin, sun exposure and vitamin D: Facts and controversies. *Ann Dermatol Venerol.* 2013;140:176-182.
- [4] Vabres P. Vitamine D et soleil : risques et bénéfices chez l'enfant. *Ann Dermatol Venerol.* 2007;134:14-17.
- [5] Stoebner PE, Meunier L. Photoaging of face. *Ann Dermatol Venerol.* 2008;135:21-26.
- [6] Ferreira Cestari T, Bazanella de Oliveira F, Boza C. Considerations on photoprotection and skin disorders. *Ann Dermatol Venerol.* 2012;139(3):83-91.
- [7] Krieger L, Berneburg M. Pigmentary lesions in patients with increased DNA damage due to defective DNA repair. *Ann Dermatol Venerol.* 2012;139(3):78-82.
- [8] Dousset L. Skins cancers. *Actual Pharm.* 2018;57:24-26.
- [9] Avril MF, Bahadoran P, Cabaret O, Caron O, De la Fouchardière A, Demenais F, et al. Recommendations for genetic testing and management of individuals genetically at-risk of cutaneous melanoma. *Ann Dermatol Venerol.* 2015;142:26-36.
- [10] Katsambas A, Nicolaidou E. Cutaneous malignant melanoma and sun exposure. Recent developments in epidemiology. *Arch Dermatol.* 1996;132:444-50.

- [11] Meunier L. Photoprotection in children and teenagers. 2009;22:19-22.
- [12] Roelandts R. Rayonnements solaires. *Ann Dermatol Venerol*. 2007;134:7-8.
- [13] Harrison SL, Buettner PG, MacLennan R. Body-site distribution of melanocytic nevi in young Australian children. *Arch Dermatol*. 1999;135:47-52.
- [14] English DR, Milne E, Simpson JA. Ultraviolet radiation at places of residence and the development of melanocytic nevi in children (Australia). *Cancer Causes Control*. 2006;17:103-7.
- [15] Richard MA, Grob JJ, Gouvernet J, Culat J, Normand P, Zarour H, et al. Role of sun exposure on nevus. First study in age-sex phenotype-controlled populations. *Arch Dermatol*. 1993;129:1280-5.
- [16] Bech-Thomsen N, Wulf HC. Sunbather's application of sunscreen is probably inadequate to obtain the sun protection factor assigned to the preparation. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 1993;9:242-244.
- [17] Bestak R, Barnetson RS, Nean MR, Halliday GM. Sunscreen protection of contact hypersensitivity responses from chronic solar-simulated ultraviolet irradiation correlates with the absorption spectrum. *J Invest Dermatol*. 1995;105:345-51.
- [18] Dennis LK, Beane Freeman LE, Van Beek MJ. Sunscreen use and the risk for melanoma: a quantitative review. *Ann Intern Med*. 2003;139:966-78.
- [19] Palm MD, O'Donoghue MN. Update on photoprotection. *Dermatol Ther*. 2007;20:360-376.
- [20] Osterwalder U, Herzog B. Sun protection factors: world wide confusion. *Br J Dermatol* 2009;161(3):13-24.
- [21] Coiffard M, Couteau C, Janine L. Sunscreen products : issues in terms of efficiency. *Act Pharm*. 2013;52:35-40.
- [22] Couteau C, Pommier M, Papis E, Coiffard LJM. Study of the efficacy of 18 sun filters authorized in European Union tested in vitro. *Pharmazie*. 2007;62(6):449-52.
- [23] Li H, Colantonio S, Dawson A, Lin X, Beecker J. Sunscreen application, safety, and sun protection: the evidence. *J Cutan Med Surg*. 2019;23(4):357-369.
- [24] Young AR, Claveau J, Rossi AB. Ultraviolet radiation and the skin: Photobiology and sunscreen photoprotection. *J Am Acad Dermatol*. 2017;76(3S1):100-109.
- [25] Mancuso JB, Maruthi R, Wang SQ, Lim HW. Sunscreens: an update. *Am J Clin Dermatol*. 2017;18(5):643-650.
- [26] Narla S, Lim HW. Sunscreen: FDA regulation, and environmental and health impact. 2020;19(1):66-70.
- [27] Xu S, Kwa M, Agarwal A, Rademaker A, Kundu RV. Sunscreen Product Performance and Other Determinants of Consumer Preferences. 2016;152(8):920-7.
- [28] Weinstock MA. Sunscreen. *Curr Opin Oncol*. 2000;12(2):159-62.
- [29] Schalka S, de Paula Corrêa M, Sawada LY, Canale CC, de Andrade TN. A novel method for evaluating sun visible light protection factor and pigmentation protection factor of sunscreens. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2019;12:605-616.
- [30] Heenen M. Photoprotection, cancer protection and solar protection factor. *Rev Med Brux*. 1999;20(3):143-6
- [31] Olson AL, Dietrich AJ, Sox CH, Stevens MM, Winchell CW, Ahles TA. Solar protection of children at the beach. *Pediatrics*. 1997;99(6):E1.
- [32] Bernerd F, Vioux C, Lejeune F, Asselineau D. The sun protection factor (SPF) inadequately defines broad spectrum photoprotection: demonstration using skin reconstructed in vitro exposed to UVA, UVB or UV-solar simulated radiation. *Eur J Dermatol*. 2003;13(3):242-9.
- [33] Stephens TJ, Herndon JH Jr, Colón LE, Gottschalk RW. The impact of natural sunlight exposure on the UVB-sun protection factor (UVB-SPF) and UVA protection factor (UVA-PF) of a UVA/UVB SPF 50 sunscreen. *J Drugs Dermatol*. 2011;10(2):150-5.
- [34] Nash JF, Tanner PR, Matts PJ. Ultraviolet A radiation: testing and labeling for sunscreen products. *Dermatol Clin*. 2006;24(1):63-74.
- [35] Fourtanier A, Moyal D, Maccario J, Compan D, Wolf P, Quehenberger F, et al. Measurement of sunscreen immune protection factors in humans: a consensus paper. *J Invest Dermatol*. 2005;125(3):403-9.
- [36] Geoffrey K, Mwangi AN, Maru SM. Sunscreen products: Rationale for use, formulation development and regulatory considerations. *Saudi Pharm J*. 2019;27(7):1009-1018.
- [37] Devos SA, Baeyens K, Van Hecke L. Sunscreen use and skin protection behavior on the Belgian beach. *Int J Dermatol*. 2003;42(5):352-6.
- [38] Gies P, Mackay C. Measurements of the solar UVR protection provided by shade structures in New Zealand primary schools. *Photochem Photobiol*. 2004;80(2):334-9.
- [39] Puech-Plottova I, Michel JL, Misery L, Cambazard L. Photodermatosis and photoprotection in children. *Arch Pediatr*. 2000;7(6):668-79.

- [40] Schauder S, Ippen H. Contact and photocontact sensitivity to sunscreens. Review of a 15-year experience and of the literature. *Contact Dermatitis*. 1997;37:221-32.
- [41] Goerz G, Ippen H. Treatment of photodermatoses with carotinoids. *Dtsch Med Wochenschar*. 1977;102(29):1051-5.
- [42] Diaz A, Neale RE, Kimlin MG, Jones L, Janda M. The children and sunscreen study: a crossover trial investigating children's sunscreen application thickness and the influence of age and dispenser type. *Arch Dermatol*. 2012;;148(5):606-12
- [43] Quatrano NA, Dinulos JG. Current principles of sunscreen use in children. *Curr Opin Pediatr*. 2013;25(1):122-9.
- [44] Mortier L, Lepesant P, Saiag P, Robert C, Sassolas B, Grange F, et al. Comparison of sun protection modalities in parents and children. *J Euro Acad Dermatol Venereol*. 2015;29(2):16-9.
- [45] Holze F, Neumann N, Hauser B, Przybilla B, Schauder S, Honigsmann H et al. Photopatchtesting: the 5-year experience of the german, austrian and swiss photopatchtest group. *J Am Acad Dermatol*. 1991;25:59-68.
- [46] Marguery MC, Baser J. Photo-allergie de contact à la 2-hydroxy-4 méthoxy-benzophénona (oxybenzone) : 4 cas. *Nouv Dermatol*. 1990;9:452.
- [47] Pons-Guiraud A, Jeanmougin H, Dubertet L. Allergies et photo-allergies de contact aux produits solaires. *Nouv Dermatol*. 1990; 9:430-35.
- [48] Dunford R, Salinaro A, Cai L, Serpone N, Horikoshi S, Hidaka H et al. Chemical oxidation and DNA damage catalysed by inorganic sunscreen ingredients. *FEBS Lett*. 1997;418:87-90.
- [49] Arancibia A, Borie G, Cornwell E, Medrano C. Pharmacokinetic study on the percutaneous absorption of paraaminobenzoic acid from three sunscreen preparations. *Farmaco*. 1981;8:357-365.
- [50] Tan MH, Commens CA, Burnett L, Snitch PJ. A pilot study on the percutaneous absorption of microfine titanium dioxide from sunscreens. *Australas J Dermatol*. 1996;37:185-7.
- [51] Foot G, Girgis A, Boyle CA, Sanson-Fisher RW. Solar protection behaviours: a study of beachgoers. *Aust J Public Health*. 1993;17(3):209-14.
- [52] Schofield MJ, Tripodi DA, Girgis A, Sanson-Fisher RW. Solar protection issues for schools: policy, practice and recommendations. *Aust J Public Health*. 1991;15(2):135-41.
- [53] Downs NJ, Harrison SL A comprehensive approach to evaluating and classifying sun-protective clothing. *Br J Dermatol*. 2018;178(4):958-964.
- [54] Gies P, Javorniczky J, Roy C, Henderson S. Measurements of the UVR protection provided by hats used at school. *Photochem Photobiol*. 2006;82(3):750-4.
- [55] Khazova M, O'Hagan JB, Grainger KJ. Assessment of sun protection for children's summer 2005 clothing collection. *Radiat Prot Dosimetry*. 2007;123(3):288-94.
- [56] Giannos SA, Kraft ER, Lyons LJ, Gupta PK. Spectral Evaluation of Eyeglass Blocking Efficiency of Ultraviolet/High-energy Visible Blue Light for Ocular Protection. *Optom Vis Sci*. 2019;96(7):513-522.
- [57] Backes C, Religi A, Moccozet L, Behar-Cohen F, Vuilleumier L, Bulliard JL, et al. Sun exposure to the eyes: predicted UV protection effectiveness of various sunglasses. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2019;29(6):753-64.