Současný přístup k fotoprotekci

MUDr. Viktor Palla

Klinika chorob kožních a pohlavních FN a LF UP Olomouc

Sluneční záření pronikající na zemský povrch má nesporný dopad na lidský organismus. V krátkodobém i dlouhodobém horizontu může vést k závažným změnám kůže, které způsobuje zejména UVA a UVB část ultrafialového záření. Nutná je proto důsledná a komplexní ochrana. V současnosti ji představují širokospektré sunscreens, certifikované ochranné oděvy a kvalitní sluneční brýle. Nezbytné je i zodpovědné chování a přihlídnutí k aktuálním podmínkám okolního prostředí. Důraz je kladen také na využití všech těchto možností již od dětského věku.

Klíčová slova: fotoprotekce, ultrafialové záření, sunscreens, SPF.

Current approach to photoprotection

Solar radiation reaching the earth's surface has an undeniable impact on the human body. In both the short and long term, it can lead to serious skin changes that are particularly caused by the UVA and UVB parts of the ultraviolet spectrum. Therefore, consistent and comprehensive protection is required. This currently involves wide-spectrum sunscreens, certified protective clothing, and good-quality sunglasses. In addition, it is necessary to behave responsibly and take into account the current conditions of the surrounding environment. It is also imperative to use all these means from childhood.

Key words: photoprotection, ultraviolet radiation, sunscreen, SPF.

Úvod

Zemský povrch je neustále vystaven slunečnímu záření, které je nezbytné pro život živočichů i rostlin. Slunce je přirozeným zdrojem ultrafialového záření (UV), jehož vlnová délka leží mezi viditelným světlem a rentgenovým spektrem. Z hlediska biologických účinků jej rozdělujeme na 3 typy.

UVA má vlnovou délku 320–400 nm a představuje 95 % UV záření dopadajícího na zemský povrch. Je dlouhovlnné, proniká přes oblaka i sklo. Na zemi dopadá po celý rok se stejnou intenzitou, je jen minimálně oslabeno ozonovou vrstvou a v kůži proniká až do koria. Jeho expozice vede k časně pigmentaci, photoagingu a podílí se na fotokarcinogenezi (1–3).

UVB s vlnovou délkou 290–320 nm je z velké části pohlceno ve stratosféře. Představuje tak pouze 5 % z celkového UV záření, dopadajícího na zemský povrch. Kůži proniká do epidermis, je pohlcováno ve stratum corneum

(4). Jeho vlivem dochází ke spálení, vzniku zánětu, hyperpigmentaci a fotokarcinogenezi.

UVC je prokazatelně karcinogenní složkou UV, s vlnovou délkou menší než 280 nm a s nejvyšší energií. Při průchodu zemskou atmosférou je kompletně absorbováno a nedosahuje na zemský povrch (5). Pro tyto vlastnosti je využíváno v umělých zdrojích, například v germicidních lampách.

Intenzita UV

Intenzita UV záření závisí na mnoha faktorech. Je to zejména zeměpisná šířka, nadmořská výška, denní doba či aktuální stav klimatu (6). Vliv má také míra znečištění ovzduší. Na každých 300 metrů nadmořské výšky roste intenzita záření o 4 % (4). Mezi 10. a 15. hodinou je UVB záření v atmosféře nejméně filtrováno, proto je v tuto dobu nejvhodnější pohybovat se pouze ve stínu. I při pobytu na nepřímém slunci je třeba zohled-

nit charakter okolí. Například čerstvý sníh odráží okolo 90 % záření, velkou část také reflektuje vodní hladina, písek či bílé betonové plochy.

Efekt UV záření

V přiměřeném množství UV záření navozuje pocit pohody, zvyšuje duševní odolnost a aktivuje syntézu vitamínu D. Jeho nedostatek je asociován s vyšším rizikem fraktur, kardiovaskulárních a nádorových onemocnění, diabetem, depresí apod. (7, 8). Používání sunscreens v běžném životě nevede k riziku jeho deficitu (9). Je tomu tak zejména z důvodu nedostatečné aplikace opalovacích krémů při běžném použití. Pacienti, kteří je ale aplikují důkladně, tak jako například lidé s lupus erythematosus (10) či erytroetickou protoporfií (11), mají hodnoty vitamínu D nízké (12). Zde je pak nutná jeho substituce perorálně. UV záření má dále také blahodárný efekt na

průběh některých kožních onemocnění, jako je atopická dermatitida nebo psoriáza (13).

Negativní dopad UV záření se projevuje při jeho akutním i chronickém působení a může mít celou řadu podob. Nejběžněji dochází ke spálení sluncem, tzv. solární dermatitidě s typickým erytémem různého stupně až vznikem vesikul či bul. Nebezpečné je také oslnění v kombinaci s některými léky, kdy může dojít k fotosenzitivním reakcím. Ty mohou být fototoxické, vznikající vlivem látek zvyšujících účinek UV, zejména UVA (14). Nejčastěji jsou způsobeny léky celkovými, ale vznikají i při zevní aplikaci léčiv. Naproti tomu fotoalergický typ je způsoben specifickou imunologickou reakcí na základě kombinace UV záření s fotosenzibilizujícími externy (15). Projevy se objeví za 24–48 hodin a jsou charakteru ekzému. Typickým příkladem je zde zevně aplikovaný ketoprofen (antiflogistikum), ale paradoxně nejvýznamnější skupinou látek vyvolávající fotoalergickou reakci jsou chemické absorbéry v opalovacích krémech (16). Negativní účinek má UV záření také na některá systémová onemocnění, jako je například výše zmíněný lupus erythematosus.

Chronickou expozicí dochází k poškození struktury a funkcí kůže. Tyto změny jsou definovány jednak jako předčasné stárnutí kůže neboli photoaging (17), jehož projevem jsou vrásky, přesuny pigmentu, ztráta elasticity a vznik teleangiektázií. Dlouhodobý vliv UV vede také k fotoimunosupresi a fotokarcinogenezi, s čímž souvisí vyšší riziko vzniku neoplazií. Zde hraje také důležitou roli doba trvání UV záření a věk jedince. Aktinické keratózy a spinocelulární karcinom jsou následky kumulativní dávky UV, zatímco maligní melanom a bazocelulární karcinom jsou spojeny s nadměrnou expozicí slunci nebo opakovaně vysokými dávkami UV záření v dětství (18).

Přirozená fotoprotekce kůže

Lidská kůže má řadu ochranných mechanismů proti imunosupresivnímu a mutagennímu vlivu UV. Tyto mechanismy zahrnují zesílení epidermis (zejména rohové vrstvy), schopnost opravy DNA a schopnost apoptózy, tvorbu antioxidantních enzymů a pigmentaci. Tmavnutí kůže je způsobeno zvýšenou produkcí melaninu. Rozlišujeme 3 typy reakcí pigmentu, v závislosti na čase vzniku. Okamžitá pigmentace (IPD – immediate pigment darkening) je vyvolána UVA zářením a objevuje se již za několik minut po sluneční expozici. IPD je umožněna fotooxidací již

existujícího melaninu. Permanentní pigmentace (PPD – permanent pigment darkening) se vytváří za několik hodin po UV expozici a přetrvává průměrně 3–5 dní (19). PPD je indukována více UVA než UVB zářením. Pozdní opálení (DT – delayed tanning) vzniká díky UVB složce. Ztmavnutí kůže přetrvává po dobu 10 dnů až 3 týdnů, a to v závislosti na dávce UV záření a fototypu.

Zevní fotoprotekce

Moderní přístup k fotoprotekci má několik důležitých součástí, jehož základem je zodpovědné chování. S tím souvisí použití sunscreenů, ochranného oděvu a slunečních brýlí. Nejeftektivnější ochranou je vyhýbání se slunečnímu záření, zejména v době mezi 10. a 15. hodinou.

Sunscreeny, taktéž označované jako opalovací krémy, jsou hlavní součástí první linie prevence před nežádoucími účinky UV záření (20). Jedná se o volně prodejné kosmetické produkty určené k zevnímu použití, které obsahují filtry absorbující nebo odrážející UV záření. Dostupné jsou ve formě krémů, roztoků, sprejů, gelů apod. V hodnocení jejich fotoprotektivní účinnosti se používá označení SPF (sun protective factor), jehož měření je přesně standardizováno (21) a jedná se o míru ochrany přípravku. Je definován poměrem minimální erytémové dávky (MED), na kůži ošetřené 2 mg/cm² sunscreenu ku MED kůže neošetřené, u stejného jedince (22, 23). Hodnota SPF vyjadřuje násobek času, o který se oddálí vyvolání erytému. Čím je jeho hodnota vyšší, tím poskytuje přípravek lepší ochranu.

Sunscreeny se dělí na chemické a fyzikální. **Chemické** obsahují různé látky, které absorbují UV záření a mění ho v zanedbatelné množství tepla (24). Takto eliminované pak nepoškozuje okolní buňky (25). Některé látky pohlcují pouze UVB či UVA záření. Od moderních fotoprotektiv je požadováno pokrytí obou částí spektra. K takto širokospektrým sloučeninám patří drometrizol trisiloxan (Mexoryl XL), bisocetrizol (Tinosorb M) nebo bemotrizinol (Tinosorb S). Rizikem použití chemických absorbérů je, že mohou citlivějším jedincům způsobit fotoalergickou kontaktní dermatitidu (26). Většina UV filtrů, které tuto reakci způsobují, jako například para-aminobenzoová kyselina (PABA), amyl-diethyl-PABA nebo benzofenony, je dnes ale používána vzácně (27).

Fyzikální fotoprotektiva obsahují minerální složky, které odrážejí a rozptylují UV záření. K nej-

častěji používaným patří oxid zinečnatý či titaničitý. V porovnání s chemickými jsou méně iritační a senzibilizující. Starší fyzikální sunscreeny obsahovaly částice větší velikosti, na kůži vytvářely bílý povlak a proto byly hůře kosmeticky přijatelné. Moderní varianty těchto přípravků se z tohoto důvodu vyrábějí v mikronizované formě, díky čemuž se lépe roztírají a bělavé zbarvení je menší. Tato forma, podle některých studií, UV více absorbuje, než odráží (28). V souvislosti se vznikem těchto mikronizovaných forem a tvorbou nanočástic oxidu zinečnatého a titaničitého vyvstaly otázky, zda nedochází k perkutánní penetraci a toxicitě. Několik studií in vivo a in vitro ale ukazuje, že nanočástice těchto sloučenin aplikovaných na intaktní kůži nepronikají přes stratum corneum nebo vykazují na nejvyšší nevýznamnou dermální penetraci (29–32).

Opalovací krémy by měli používat všichni, bez ohledu na fototyp, ale zejména jedinci se světlejší kůží, kteří jsou více náchylní ke spálení sluncem a k dalším poškozením. V ideálním případě by se měly používat produkty s SPF 30 a více, zejména při provádění aktivit na přímém slunci. Jelikož UV paprsky pronikají do hloubky 1 metru, je vhodné pro pobyt ve vodě volit přípravky vodotěsné. Jako „water-resistant“ a „very water-resistant“ jsou označovány produkty, které deklarují odolnost vůči vodě po dobu 40, respektive 80 minut (27).

Velmi důležitý a často opomíjený je **správný způsob aplikace** těchto přípravků. Sunscreeny musí být aplikovány v dostatečném množství, opakovaně a na veškeré oslněné lokality. K dosažení plné účinnosti je zapotřebí aplikovat 2 mg/cm², což je u dospělého člověka průměrné velikosti cca 30 ml. Běžně lidé aplikují množství přibližně poloviční. Z tohoto důvodu, a vzhledem k nelinearitě vztahu mezi účinností a množstvím přípravku, pak klesá SPF ochrana na třetinu (33, 34). Vhodná doba nanesení na kůži, u přípravků chemického typu, je 15 až 30 minut před oslněním. Opakování je doporučováno každé 2 hodiny či dříve, v závislosti na aktivitách. Sunscreeny fyzikální je možno nanášet bezprostředně před sluneční expozicí. Od moderního sunscreenu očekáváme i řadu estetických vlastností, které vedou ke zvýšení compliance. Patří k nim zejména příjemná textura, rychlá absorpce, absence zápachu a pocitu mastnoty (35). Nejčastějším nedostatkem, který vede naopak ke snížení compliance, je lepkavost produktů (36).

Aktuálně diskutovaným tématem je také vliv těchto látek na životní prostředí. UV filtry jsou

potenciálními znečišťovateli a jsou měřitelné v mnohých vodních ekosystémech (37). Přímý vliv na korálové útesy je malý, nicméně in vitro studie ukázaly, že některé UV filtry jsou schopné narušit jejich ekologickou rovnováhu (38). Dochází k vymývání živin z těchto organismů a jejich následnému bělení.

UV fotoprotektivní oděv je další možností ochrany. Její míru stanovuje tzv. UPF (ultraviolet protection factor). Udává propustnost pro UV záření, a čím vyšší jeho hodnota je, tím lepší poskytuje ochranu. Oděvy s UPF 40 až 50 poskytují výbornou fotoprotekci. Obecně tyto vlastnosti textilií ovlivňuje celá řada faktorů, a proto nejsou všechny k tomuto účelu vhodné. Nejvíce záleží na hustotě jednotlivých vláken (39), dále na materiálu, barvě (tmavší poskytují vyšší ochranu), elasticitě, vlhkosti (méně chrání mokré oblečení), stáří oděvu (obnošené a vybledlé chrání méně) či konečné úpravě (aplikace UV-absorbujících látek). V porovnání s opalovacími krémy tento způsob protekce nevede k alergickým či iritačním reakcím, chrání vůči UVA i UVB. Důležitou sou-

částí oděvu je také pokrývka hlavy. Doporučeny jsou zejména klobouky s širokou krempou, které navíc chrání i oblast čela, tváří a nosu. Vzhledem k negativnímu vlivu UV záření na sítnici doplňují komplexní ochranu **sluneční brýle**. Jejich vlastnosti záleží zejména na tvaru (musí těsně přiléhat k obličejí), barvě a filtračních vlastnostech skel (4). Jejich barva nesouvisí s mírou ochrany před UV. Tmavá skla zbytečně filtrují viditelné světlo, způsobují mydiázu a umožňují zvýšenou penetraci případného nefiltrovaného UV záření k sítnici (40). Důležité je tedy používat kvalitní sluneční brýle, u nichž výrobce deklaruje 100% blokaci UV záření.

Celková fotoprotekce

Systémová fotoprotektiva jsou dlouhodobě předmětem výzkumů. U této formy ochrany před UV zářením existuje celá řada potenciálních výhod: snadný způsob užívání, účinek, který není ovlivněn vnějšími podmínkami, snadné farmakologické určení poločasů a efekt nezávislý na stupni absorpce kůže. Principem systémových fotoprotektiv je

zejména zvýšení antioxidačních schopností organismu (20). Většího rozšíření doznal jen beta-karoten, který má mírný ochranný účinek na fotosenzitivitu v oblasti viditelného záření (41). V současnosti nicméně ale nadále platí, že orální fotoprotektiva, která by samotná zajišťovala dostatečnou ochranu, nejsou k dispozici.

Závěr

Positivní a negativní efekt slunečního záření je neoddelitelný a na kůži má, zejména z dlouhodobého hlediska, nesporně škodlivý vliv. Ať už opakované spálení kůže či dlouhodobé nadměrné slunění mají zřejmou souvislost s kožními nádory, jejichž incidence stále roste. Z tohoto důvodu je nezbytné nadále edukovat širokou veřejnost o nutnosti komplexní ochrany, která zahrnuje zodpovědné chování, použití širokospektrých sunscreens, fotoprotektivních oděvů a brýlí. Při jejich adekvátním použití je pak minimalizováno škodlivé působení UV záření při zachování jeho žádoucích účinků.

LITERATURA

1. de Grujil FR, Rebel H. Early events in UV carcinogenesis – DNA damage, target cells and mutant p53 foci. *Photochem Photobiol* 2008; 84: 382.
2. Yaar M, Gilchrist BA. Photoageing: mechanism, prevention and therapy. *Br J Dermatol* 2007; 157: 874.
3. Tewari A, Sarkany RP, Young AR. UVA1 induces cyclobutane pyrimidine dimers but not 6-4 photoproducts in human skin in vivo. *J Invest Dermatol* 2012; 132: 394.
4. Skotarczak K, Osmola-Mankowska A, Lodyga M, Polańska A, Mazur M, Adamski Z. Photoprotection: facts and controversies. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2015; 19: 98–112.
5. Ultraviolet radiation and the Intersun programme [online]. Dostupný na WWW: <https://www.who.int/uv/faq/whatisuv/en/index2.html>.
6. Šternberský J. Sluneční záření a jak se chránit před jeho negativními účinky. *Dermatol praxi* 2016; 10(2): 62–65.
7. LeBlanc Es, Zakher B, Daeges M, et al. Screening for vitamin D deficiency: a systematic review for the U.S. Preventive services Task Force. *Ann Intern Med*. 2015; 162: 109–122.
8. Kannan S, Lim Hw. Photoprotection and vitamin D: a review. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2014; 30: 137–145.
9. Norval M, Wulf Hc. Does chronic sunscreen use reduce vitamin D production to insufficient levels? *Br J Dermatol*. 2009; 161: 732–736.
10. Holman DM, Berkowitz Z, Guy GP Jr, et al. Patterns of sunscreen use on the face and other exposed skin among US adults. *J Am Acad Dermatol* 2015; 73: 83.
11. Geller AC, Colditz G, Oliveria S, et al. Use of sunscreen, sunburning rates, and tanning bed use among more than 10 000 US children and adolescents. *Pediatrics* 2002; 109:1009.
12. Lim W, Arellano-Mendoza M-I, Stengel F. Current challenges in photoprotection. *J Am Acad Dermatol* 2016; 76: 91–99.
13. Narbutt J. Does the use of protective creams with UV filters inhibit the synthesis of vitamin D? - For and against. *Przegląd Pediatriczny* 2009; 41: 75–81.
14. Wolnicka-Glubisz A, Smejda M. Mechanisms associated with immunosuppression induced by UV radiation. *Alergia Asthma Immunologia* 2010; 15: 26–34.

15. Victor Fc, Cohen De, Soter Na. A 20 year analysis of previous and emerging allergens that elicit photoallergic contact dermatitis. *J Am Acad Dermatol* 2010; 62: 605–610.
16. European Multicentre Photopatch Test Study (EMCPPTS) Taskforce. A European multicentre photopatch test study. *Br J Dermatol*. 2012; 166(5): 1002–1009.
17. Holick Me. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 1678–1688.
18. Burgaz A, Kesson A, Öster A, Michaëlsson K, Wolk A. Associations of diet, supplement use and ultraviolet B radiation exposure with vitamin D status in Swedish women during winter. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 1399–1404.
19. Halsei T. PUVA in modern medicine. *Rehabilitacja w praktyce* 2007; 2: 32–35.
20. Parrado C, Philips N, Gilaberte Y, Juarranz A, Gonzales S. Oral photoprotection: Effective Agents and Potential Candidates. *Front Med*. 5: 188.
21. Normy ISO: ISO 24444:2010, ISO 24443:2012, ISO 24442:2011. Znění dostupné na <http://www.iso.org>.
22. Moyal D. Prevention of ultraviolet-induced skin pigmentation. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*, 2014, 20, p. 243–247.
23. ČSN EN ISO 24444. Metody zkoušení ochranného slunečního faktoru - stanovení ochranného slunečního faktoru in vivo.
24. Cook N, Freeman S. Photosensitive dermatitis due to sunscreen allergy in a child. *Australas J Dermatol* 2002; 43:133.
25. Hoffman K, Laperre J, Avermaete A, et al. Defined UV protection by apparel textiles. *Arch Dermatol*, 2001, 137, p. 1089–1094.
26. Rajská L. Fotoprotekce. *Čes. Dermatovenerol.*, 2016, 6, č.2, s. 98–102.
27. Baron E, Elmetts C, Corona R. Selection of sunscreen and sun-protective measures. Dostupný z WWW: <http://www.uptodate.com>.
28. Cole C, Shyr T, Ou-Yang H. Metal oxide sunscreens protect skin by absorption, not by reflection or scattering. *Photoder-*

- matol Photoimmunol Photomed
- 2016; 32: 5.
29. Pflücker F, Wendel V, Hohenberg H, et al. The human stratum corneum layer: an effective barrier against dermal uptake of different forms of topically applied micronised titanium dioxide. *Skin Pharmacol Appl Skin Physiol* 2001; 14 Suppl 1: 92.
30. Gamer AO, Leibold E, van Ravenzwaay B. The in vitro absorption of microfine zinc oxide and titanium dioxide through porcine skin. *Toxicol In Vitro* 2006; 20: 301.
31. Zvyagin AV, Zhao X, Gierden A, et al. Imaging of zinc oxide nanoparticle penetration in human skin in vitro and in vivo. *J Biomed Opt* 2008; 13: 064031.
32. Sadrieh N, Wokovich AM, Gopee NV, et al. Lack of significant dermal penetration of titanium dioxide from sunscreen formulations containing nano- and submicron-size TiO2 particles. *Toxicol Sci* 2010; 115: 156.
33. Stokes R, Diffey B. How well are sunscreen users protected? *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 1997; 13: 186.
34. Kim SM, Oh BH, Lee YW, et al. The relation between the amount of sunscreen applied and the sun protection factor in Asian skin. *J Am Acad Dermatol* 2010; 62: 218.
35. Xu S, Kwa M, Agarwal A, et al. Sunscreen Product Performance and Other Determinants of Consumer Preferences. *JAMA Dermatol* 2016; 152: 920.
36. Draelos ZD. Compliance and sunscreens. *Dermatol Clin* 2006; 24: 101.
37. Richardson SD. Environmental mass spectrometry: emerging contaminants and current issues. *Anal Chem* 2012; 84: 747.
38. Danovaro R, Bongiorno L, Corinaldesi C, et al. Sunscreens cause coral bleaching by promoting viral infections. *Environ Health Perspect* 2008; 116: 441.
39. Gies P. Photoprotection by clothing. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2007; 23: 264.
40. Jansen R, Wang So, Burnett M, Osterwalder U, Lim Hw. Photoprotection: part I. Photoprotection by naturally occurring, physical, and systemic agents. *J Am Acad Dermatol* 2013; 69: 853.
41. Ettler J, Ettler K. Aktuální pohled na fotoprotekci kůže. *Dermatol. praxi* 2016; 10(2): 54–59.