

Fotoprotekce

Zuzana Hajšelová

Nemocniční lékárna, Fakultní nemocnice v Motole, Praha

Významným faktorem rozvoje rakoviny kůže a předčasného stárnutí kůže je nepříznivý vliv ultrafialového (UV) záření. Důležitý je proto vhodný způsob ochrany před UV částí slunečního spektra. Nejvyšší endogenní riziko je u lidí fototypu I a II.

Klíčová slova: fotoprotekce, UV záření, organické UV filtry, anorganické UV filtry.

Photoprotection

A significant factor for skin cancer development and premature aging of the skin is undesirable effect of the ultraviolet (UV) radiation. Therefore, appropriate sunprotection method is important. The highest endogenous risk factors are in people with phototype I and II.

Key words: photoprotection, UV radiation, organic UV filters, inorganic UV filters.

Sluneční záření

Spektrum slunečního záření se dělí na viditelné, infračervené a ultrafialové (UV). Nejsilnější záření bývá v letních měsících mezi desátou hodinou dopoledne a pátou hodinou odpoledne, kdy paprsky dopadají téměř kolmo. Se stoupající nadmořskou výškou se snižuje absorpce UV záření přibližně o 4 % každých 300 m. Mezi povrchy, které nejvíc odrážejí UV záření, patří sníh (kolem 90 %), hladina vody nebo bílé stěny. Znečištěné ovzduší může poškodit ozónovou vrstvu a vést k vytvoření ozónové díry (1).

UV záření je část elektromagnetického spektra s krátkou vlnovou délkou (400–100 nm) a není lidským okem viditelné. V závislosti na interakci s biologickými materiály se dělí na UVA (400–315 nm), UVB (315–280 nm) a UVC (280–100 nm). Většina slunečního UV záření je absorbována kyslíkem v zemské atmosféře, který tvoří ozónovou vrstvu v nižší stratosféře. Nejnebezpečnější je UVC záření s nejkratší vlnovou délkou, které je téměř zcela pohlcováno ozónovou vrstvou. UVC záření má vyšší energii a představuje vysoké mutagenní riziko a riziko rozvoje erytému. Ze zdravotního hlediska ale nemá tato část slunečního spektra velký význam, protože je prakticky kompletně absorbována ozónovou vrstvou atmosféry. Z celkového množství UV záření, které pronikne na zemský povrch, je přibližně 95–99 % UVA záření. V oblastech s tenčí ozónovou vrstvou však proniká větší množství UVB záření (5–10 %), které může mít za následek škodlivý vliv na živé organismy přímým poškozováním řetězců DNA, a takto poškozené řetězce DNA mohou

vést k mutacím. UVB záření nedokáže proniknout vrstvou oblaků nebo přes sklo. UVA záření má nižší energii, proniká však ozónovou vrstvou celoročně, přes oblaky, mlhu i sklo. UVA záření proniká do hlubších vrstev kůže a poškozuje tím normální funkci buněk (1, 2).

Mezi přímé účinky UV záření na lidský organismus patří zčervenání kůže (spálení), edém, rozvoj pigmentace (opálení), stárnutí, imunosuprese a karcinogenní změny. Spálení UV zářením může být mírné, způsobující jenom začervenání a vyšší citlivost kůže, nebo závažné, způsobující puchýře, otok a odlupování vrchní vrstvy kůže. Opálení je přirozená ochrana organismu spoléhající na ochranu kůže produkcí melaninu. Melanin je pigment, který v kůži absorbuje UV záření a omezuje jeho průnik do tkání. Lidé se světlejší kůží (zejména fototypu 1 a 2) mají menší množství melaninu, a proto se u nich mohou projevit škodlivé účinky UV záření ve vyšším rozsahu. Použití opalovacího prostředku u lidí se světlejším fototypem může pomoci v blokování absorpce UV záření. Dlouhodobé vystavování se UV záření vyvolává většinu změn kůže spojených se stárnutím, např. vrásky, hrubnutí a změny v pigmentaci. Existuje také vyšší riziko rakoviny kůže, především u lidí se světlou kůží. Tři základní typy maligních nádorů kůže – bazaliom, spinocelulární karcinom a melanom – byly spojeny s dlouhodobým vystavováním kůže UV záření a vznikají pravděpodobně v důsledku změn DNA buněk kůže UV zářením (1, 2).

UV záření má i pozitivní vliv na lidský organismus. Patří sem stimulace produkce vitamínu D v kůži, může se využívat v terapii některých

kožních onemocnění, např. atopického ekzému, lupénky, akné, a pomáhá redukovat stres (2).

Ochranný faktor

Ochranný faktor (z angl. sun protection factor neboli SPF) je definován (a měřen na lidských dobrovolnících) jako násobek MED (Minimal Erythematous Dose), tedy dávky UV záření, po které dojde k zarudnutí pokožky. Zjednodušeně napsáno udává, kolikrát delší dobu je možné strávit na slunci bez nebezpečí „spálení“ (SPF = 10 odpovídá bez SPF 10 min, s SPF 100 min). SPF nevypovídá nic o ochraně proti UVA, které nepůsobí primárně erytém kůže. V současnosti se využívají i testy na ochranu proti UVA. Ta se označuje jako číselná hodnota PPD (Persistent Pigment Darkening) nebo jako procento či podíl ochrany proti UVB. Ochrana proti UVA by měla být nejméně 1/3 ochrany proti UVB. Hodnota SPF nevykazuje přímo vztah k času expozice UV záření. Čím intenzivnější je UV záření, tím kratší dobu poskytuje stejná hodnota SPF srovnatelnou ochranu s použitím při záření s nižší intenzitou. Intenzita UV záření závisí na denní době, počasí, nadmořské výšce a vzdálenosti od rovníku. Množství UV záření absorbováno kůží závisí také na fototypu (3, 4).

Fototyp

Fototyp vyjadřuje intenzitu pigmentace kůže a její reakci na UV záření. Nejpoužívanější je klasifikace do čtyř (resp. později rozšířena do šesti) typů dle Fitzpatricka. Je založena na dělení dle citlivosti kůže k UV záření, tedy schopnosti se opálit a spálit. Jedním z možných využití určení fototypu je predikce poškození kůže UV zářením včetně rizika rozvoje rakoviny kůže. Hlavním determinantem je množství a typ melaninu (5).

Tab. 1. Klasifikace fototypů dle Fitzpatricka (6)

Fototyp dle Fitzpatricka	Popis kůže
Typ I	bledá pleť, kůže se vždy spálí, nikdy se neopálí, časté pihy
Typ II	světlá pleť, kůže se snadno spálí, jen minimálně opálí
Typ III	krémově světlá pleť, kůže středně citlivá k UV záření a postupně se opálí na bledší hnědou
Typ IV	mírně hnědá pleť, minimální riziko spálení, velmi dobře se opálí na středně hnědou
Typ V	tmavě hnědá pleť, jen vzácně se spálí, opálí se na velmi tmavou
Typ VI	velmi tmavá až černá pleť, nikdy se nespálí, je hluboce pigmentovaná, nejméně citlivá k UV záření

UV – ultrafialové

Melanin se vyskytuje ve dvou formách. Eumelanin způsobuje různou intenzitu hnědého zbarvení a vyznačuje se vyšším fotoprotektivním účinkem. Feomelanin je žlutý až červený pigment, který se vyskytuje u lidí se světlejší kůží a blond až zrzavými vlasy. Feomelanin je asociován s oxidačním stresem a ve vyšším množství může přispívat k zánětlivým procesům a stárnutí. Obvykle se u lidí vyskytuje kombinace eumelaninu s feomelaninem. Poměr eumelaninu a feomelaninu určuje fototyp člověka (5, 7).

Fotoprotekce

Mezi hlavní přirozené ochranné faktory před UV zářením se řadí ozónová vrstva, oblaka, mlha a chromofory epidermis, kam se řadí např.

melanin. Fotoprotekci lze pak zvýšit pomocí primárních a sekundárních ochranných faktorů. Mezi primární faktory patří vhodné oblečení, pokrývky hlavy, make-up, sluneční brýle, okenní sklo a filtry UV záření, mezi které se řadí různé opalovací prostředky. Větší ochranu poskytuje syntetický oděv tmavé barvy. Se zvyšující se vlhkostí látky její fotoprotektivní účinnost klesá. Mezi sekundární faktory se řadí zejména antioxidanty, kam patří např. luteolin, silymarin, vitaminy C a E nebo polyfenoly ze zeleného čaje (8, 9).

Fotoprotekce dále zahrnuje režimová opatření, kam patří zejména vyhýbání se přímému UV záření v době jeho nejsilnější intenzity, zpravidla mezi desátou a sedmnáctou hodinou. Při pobytu na slunci je také důležité respektovat okolní prostředí. UV záření nejvíce odráží zejména sněh (> 90 %), bílý písek, hladina vody a bílé betonové plochy (9, 10).

UV filtry

UV filtry se dle jejich mechanismu účinku dělí na anorganické (dříve fyzikální) a organické (dříve chemické). Jejich účinnost je vyjádřena pomocí SPF a případně voděodolností. Hodnota SPF u opalovacích prostředků je vztažena na množství 2 mg opalovacího prostředku použitého na 1 cm² kůže. Opalovací krémy s hodnotou SPF 15 snižují riziko rozvoje rakoviny kůže skvamózních buněk o přibližně 40 %, melanomů o 50 % a předčasně stárnutí kůže o 24 % (10, 11, 12, 13).

Mezi anorganické filtry patří oxid titaničitý a oxid zinečnatý. Mechanismem účinku je rozptylování UV a viditelného záření vytvořením matné bariéry na povrchu kůže. Vyznačují se fotostabilitou. Oxid titaničitý má vyšší účinnost oproti oxidu zinečnatému k UVB záření, ale nevykazuje protekci před UVA zářením (11, 14).

Mechanismem účinku organických činidel je absorpce UV záření, která vede k excitaci elektronů. Návrat elektronů z excitovaného stavu se projeví emisí malého množství energie v podobě tepla a fluorescence. Organická činidla lze rozdělit na blokátory UVB záření a blokátory UVA záření (12, 14).

Mezi nejčastěji používaná organická činidla absorbující UVB záření patří cinnamáty, deriváty kafru nebo i starší salicyláty a para-amino-benzoová kyselina s jejich deriváty. UVA záření absorbují anthraniláty, dibenzoylmethany, methylbenzyliden kafr a tereftalyliden dikafr sulfonové kyseliny. Benzyliden kafr (Mexoryl XL) absorbuje UVB i UVA záření a chrání i před pigmentací. Kombinace organických činidel s anorganickými působí synergicky (12, 14).

Správné používání opalovacích krémů je nezbytné k efektivitě jejich účinku. Důležité je použití dostatečného množství s uniformní aplikací a následné alespoň 15minutové vyčkání na vstřebání před expozicí UV záření. Adekvátní množství je 2 mg na 1 cm², ekvivalentní 30 ml na celé tělo dospělého člověka. Aplikace by se měla opakovat každé 2 hodiny, po pocení a po koupání (12).

Mezi nežádoucí účinky opalovacích prostředků patří čtyři typy dermatitidy: iritační, alergická, fytotoxická a fotoalergická. Nejvyšší prevalence bývá po použití benzofenonů a dibenzoylmethanů. Ve studiích byl zjištěn možný vliv na zvětšení štítné žlázy po používání opalovacích prostředků obsahujících vysoké dávky methylbenzyliden kafru. Některá činidla *in vitro* a *in vivo* vedla ke zvýšené produkci estrogenů. Endokrinní účinky opalovacích prostředků jsou však kontroverzní

a k vyvození validních závěrů jsou potřebné další studie. Anorganická činidla mohou vést k indukci autoimunitních onemocnění. Častou mylnou domněnkou bývá, že dlouhodobé používání opalovacích prostředků může vést k nedostatku vitamínu D. Ve skutečnosti se ve studiích prokázalo, že lidé používající opalovací prostředky každý den si zachovali správnou hladinu vitamínu D. Riziko poklesu hladiny vitamínu D se může vyskytnout u starší populace (12, 13, 15).

Americká pediatrická a dermatologická asociace nedoporučuje používat opalovací prostředky u dětí mladších 6 měsíců. Děti tohoto věku by neměly být vystavovány UV záření, ale chráněny jinými způsoby, např. vhodným oblečením (9).

Nedoporučuje se používat přípravky s obsahem aminobenzoové kyseliny, která může způsobit závažnou senzitivitu ke slunci, a s obsahem trolamin salicylátu, který může způsobit závažné krvácení a zvracení (16).

LITERATURA

1. Skotarczak K, Osmola-Mańkowska A, Lodyga M, et al. Photoprotection: facts and controversies. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2015;19:98-112.
2. Ritter JW, Wald G, Fabry C, et al. Ultraviolet radiation. In: *Encyclopedia Britannica* [Internet]. [cited 14/10/24]. Available from: <https://www.britannica.com/science/ultraviolet-radiation>
3. Schalka S, Reis VM. Sun protection factor: meaning and controversies. *An Bras Dermatol*. 2011 May-Jun;86(3):507-15. English, Portuguese. doi: 10.1590/s0365-05962011000300013. PMID: 21738968.
4. Sun Protection Factor (SPF). In: FDA [Internet]. [cited 25/11/24]. Available from: Sun Protection Factor (SPF) | FDA.
5. Gupta V, Sharma VK. Skin typing: Fitzpatrick grading and others. *Clinics in Dermatology*. 2019;37(5):430-436. ISSN 0738-081X.
6. Hobbs H. What Are the Fitzpatrick Skin Types? In: Healthline [Internet]. 2019 [cited 25/11/24]. Available from: Fitzpatrick Skin Types: Types, Purpose, Limitations.
7. Hasini A. What is the Difference Between Eumelanin and Pheomelanin. In: *PEDIAA* [Internet]. 2023 [cited 25/11/24]. Available from: What is the Difference Between Eumelanin and Pheomelanin – Pediaa.Com.
8. Kullavanijaya P, Lim HW. Photoprotection. *Am Acad Dermatol*. 2005 Jun;52(6):937-958.

Závěr

Dlouhodobé vystavování se zejména intenzivnímu UV záření může vést k rozvoji rakoviny kůže a k předčasnému stárnutí kůže. Mezi hlavní endogenní rizikové faktory patří genetická predispozice a fototyp I a II dle Fitzpatricka.

Důležitá je proto adekvátní ochrana před nepříznivými vlivy UV záření zejména celoročním používáním vhodných opalovacích přípravků v dostatečném množství alespoň patnáct minut před vystavením se UV záření a replikace každé 2–3 hodiny a po pobytu ve vodě. Kromě používání opalovacích přípravků k fotoprotekci patří nošení vhodného oblečení, pokrývek hlavy a slunečních brýlí s UV filtrem. Nezbytná jsou i další režimová opatření, zejména vyhýbání se přímému UV záření mezi desátou hodinou dopoledne a pátou hodinou odpoledne, hlavně v oblastech bližších rovníku nebo ve vyšších nadmořských výškách.

9. Nedopilková O. Fotoprotekce. *Prakt. lékáren*. 2019;15(2):103-105.
10. Ettler J, Ettler K. Aktuální pohled na fotoprotekci kůže. *Dermatologie pro praxi*. 2016; 10(2):54-59.
11. Rai R, Shanmuga AC, Srinivas CR. Update on Photoprotection. *Indian J Dermatol*. 2012 Sep-Oct; 57(5):335-342. Doi: 10.4103/0019-5154.100472.
12. Gabros S, Nessel TA, Zito PM. Sunscreens and Photoprotection. In: *StatPearls* [Internet]. 2023 [cited 27/11/24]. Available from: Sunscreens and Photoprotection – StatPearls – NCBI Bookshelf.
13. Sun Protection and Vitamin D. In: *Skin Cancer Foundation*. [Internet]. 2019 [cited 27/10/24]. Available from: Sun Protection and Vitamin D – The Skin Cancer Foundation
14. Lautenschlager S, Wulf HC, Pittelkow MR. Photoprotection. *Lancet*. 2007 Aug; 370(9586):528-537.
15. Heurung AR, Raju SI, Warshaw EM. Adverse reactions to sunscreen agents: epidemiology, responsible irritants and allergens, clinical characteristics, and management. *Dermatitis*. 2014 Nov-Dec;25(6):289-326.
16. Jones S. What Are the Best and Safest Sunscreens? *Scientific American* [Internet]. 2023 [cited 06/12/24]. Available from: What Are the Best and Safest Sunscreens? | Scientific American.