

Čo sa zmenilo vo fotoprotekcii

MUDr. Katarína Poláková, PhD.

Preventívne centrum, Onkologický ústav sv. Alžbety, Bratislava

V posledných dekádach vzrástlo používanie ochranných opaľovacích prostriedkov i iných kozmetických produktov s obsahom UV filtrov (UVFs) s cieľom chrániť ľudskú kožu od škodlivých účinkov ultrafialového žiarenia (UVR). Spálenie, imunosupresia, fotostarnutie, fotokarcinogenéza sú najvýznamnejšie vedľajšie prejavy solárnej radiácie u ľudí. Napriek dokázaným negatívnym účinkom solárnej radiácie existuje obava z používania ochranných opaľovacích prostriedkov. Pri niektorých chemických ochranných opaľovacích prostriedkoch existujú negatívne hypersenzitívne kožné reakcie, neurotoxicita i škodlivé účinky na endokrinný systém. Ochranné opaľovacie prostriedky môžu byť škodlivé pre životné prostredie, najmä ak končia v ľudskom potravinovom reťazci. Ochrana pred škodlivými účinkami solárnej radiácie je potrebná. Vývoj nových fotoprotektívnych produktov by mal byť v súlade s našimi rastúcimi vedomosťami, očakávaniami a varovaniami z oblasti životného prostredia.

Kľúčové slová: fyzikálne a chemické ochranné opaľovacie prostriedky, ľudské zdravie, životné prostredie, potravinový reťazec

What has changed in photoprotection

In recent decades, the use of sunscreens and other cosmetic products containing UV filters has increased in order to protect human skin from the harmful effects of UVR. Burns, immunosuppression, photoaging, photocarcinogenesis are the most significant side effects of solar radiation in humans. Despite the proven negative effects of solar radiation, there is concern about the use of sunscreens. In some chemical sunscreens there are negative hypersensitivity skin reactions, neurotoxicity and harmful effects on the endocrine system. Sunscreens can be harmful to the environment, especially if they end up in the human food chain. Protection against the deleterious effects of solar radiation is needed. The development of new photoprotective products should be in line with our growing environmental knowledge, expectations and warnings.

Key words: physical and chemical sunscreens, human health, environment, food chain

Dermatol. prax, 2022;16(2):46-50

Úvod

V posledných desaťročiach vzrástlo používanie ochranných opaľovacích prostriedkov a iných kozmetických produktov s obsahom UV filtrov s cieľom ochrániť ľudskú kožu od škodlivých účinkov ultrafialového žiarenia (UVR), ako sú spálenie, predčasné starnutie a rakovina kože. Anorganické (minerálne UV filtre) absorbujú, odrážajú a rozptyľujú UV radiáciu, zatiaľ čo organické (chemické UV filtre) absorbujú UVA žiarenie o vlnovej dĺžke 320 – 400 nm alebo UVB s vlnovou dĺžkou 290 – 320 nm. V ochranných fotoproduktoch sa kombinujú dva alebo viac UV filtrov, aby sa dosiahla širokospektrálna ochrana a aby sa dosiahol vysoký ochranný faktor (1).

Obzvlášť zraniteľnou subpopuláciou sú deti. Ak sa v detstve nezavedú potrebné opatrenia, môže to byť kritické obdobie pre podporu a vývoj fotopoškodenia a fotokarcinogenézy v neskorších rokoch. Do 18. – 20. roku nášho života získame 40 % – 50 % z kumulatívnej dávky UV žiarenia, ktorú nadobudneme do 60 rokov veku. Preto je potrebné zmeniť

návyky a praktizovať správnu fotoprotekciu už od narodenia (2).

Koža detí, najmä mladších ako 3-ročných, má nižšie koncentrácie ochranného melanínu a tenšie str. corneum, čo uľahčí penetráciu UVR hlbšie a podporuje fotoimunosupresiu. Bazálna vrstva je relatívne bohatá na kmeňové bunky, ktoré sú náchylné na mutácie indukovaným UVR. U detí je tendencia k spáleniu výraznejšia ako u dospelých vzhľadom na tenšiu pokožku, väčšiu perkutánnu absorpciu a vyššiu TEWL (transepidermálnu stratu vody). Expozícia UVR v detstve hrá rozhodujúcu úlohu vo vývoji fotopoškodenia a fotokarcinogenézy v neskoršom živote. Jedno spálenie v detstve zdvojnásobuje riziko vývoja melanómu v dospelosti. Štúdie preukázali, že presťahovanie do Austrálie v prvých 10 rokoch života je spojené so zvýšeným rizikom vývoja kožnej rakoviny rovnako ako u detí narodených v Austrálii (3).

Návšteva solárií zvyšuje riziko objavenia sa bazocelulárneho karcinómu (BCC), ak sa s ňou začne v prvej a druhej dekáde života, v porovnaní s tými, ktorí

začínajú s návštevou solárií vo veku 25 – 30 rokov. Predpokladá sa, že správne používanie fotoochranných prostriedkov počas prvých 18 rokov života dokáže redukovať incidenciu kožného skvamocelulárneho karcinómu (SCC) o 78 % (4).

Štúdia Morena et al. (5) dokázala, že deti, ktoré používali ochranné opaľovacie prostriedky, mali nižší počet melanocytových névov, ktoré sú výrazne asociované s vývojom kožného melanómu.

Najvýznamnejšie účinky slnečného žiarenia na kožu

Opálenie – spočiatku sa predpokladalo, že opálenie poskytuje ochranu pred slnkom, ktorá zodpovedá ochrannému solárnemu faktoru (SPF) 3 alebo 7. Teraz je však známe, že melanín môže byť onkogénny tým, že prispieva k formovaniu mutagénnych cyklobutanpyrimidínových dimérov (MPDs), ktoré sa formujú z tymínových alebo cytozínových báz v DNA cez fotochemické reakcie už niekoľko hodín po solárnej expoziácii. Je tiež dokázané, že feomelanín (asociovaný so svetlým fototypom, blond a hr-

Obrázok 1. Spálenie kože

dzavými vlasmi) je silnejším generátorom MPDs v porovnaní s eumelanínom (tmavé fototypy, hnedé a čierne vlasy) (2).

Produkcia melanínu nikdy nie je dostatočná, pretože absorbuje len 50 – 75 % celkového UVR. Preto je potrebné najmä v lete používať umelé UVF, ktoré blokujú UVR dopadajúce na epidermis.

Spálenie – intermitentná intenzívna expozícia UVR v detstve a adolescencii vedúca k spáleniu kože je známy rizikový faktor pre bazalióm a melanóm, anamnéza 5 epizód spálenia za dekádu približne trojnásobne zvyšuje riziko vzniku melanómu (obrázok 1).

Fotostarnutie – odhaduje sa, že 90 % kožných zmien spojených so starnutím je výsledkom chronickej expozície UVR, jej vplyv na bunkovú DNA vedie k mutáciám regulačných génov (napr. p53), najzávažnejšie zmeny sa objavujú v dermis, fibroblasty sú pri týchto zmenách kľúčovými bunkami.

Melanóm, nemelanómová rakovina kože (NMSC), aktinická keratóza (AK) – najviac UVR sa absorbuje na úrovni epidermis v DNA bunkového jadra, indukujú sa formácie mutagénnych cyklobutan-pyrimidínových dimérov. Keratinocyty disponujú potrebným mechanizmom na opravu, ale môžu sa objaviť mutácie, ak oprava nie je kompletná. Ak mutácie indukované UV žiarením postihnú proteín p53, stratí sa kontrola genómu, čo môže viesť k objaveniu sa AKs, SCC alebo BCC (obrázok 2, 3, 4, 5).

Obrázok 2. Početné aktinické keratózy na temene**Obrázok 4.** Bazocelulárne karcinómy v oblasti čela

Imunosupresia – supresia imunitnej odpovede nepriamo podporuje karcinogézu (2).

Ochranné opaľovacie prostriedky – fotoprotektíva

Ochranné opaľovacie prostriedky účinkujú cez aktívne ingrediencie, ktoré absorbujú solárnu radiáciu.

SPF (sun protection factor) – je laboratórne stanovená účinnosť fotoprotektívneho prostriedku na báze erytému, je to ochrana voči UVB zložke žiarenia definovaná ako pomer najmenšej dávky UVR, ktorý vyvolá minimálny erytém na koži chránenej fotoprotektívnym prostriedkom (MED) a najmenšou dávkou zodpovednou za vyvolanie rovnakého stupňa erytému na nechránenej koži. Vzťah medzi SPF a UVB dávkou žiarenia nie je lineárny: SPF 15 blokuje 93 % UVB radiácie, SPF 30 blokuje 97 % a SPF 50 až 98 %.

UVA ochranný faktor – akronym UVA v krúžku znamená európske odporúčanie najmenej 1/3 z SPF. Býva vyjadrený aj krížikmi, väčší počet +++ indikuje vyššiu ochranu.

Obrázok 3. Skvamocelulárny kožný karcinóm v oblasti lakťového zhybu**Obrázok 5.** Superficiálny melanóm na koži pravej predlaktia

Fotostabilita – fotochemická stabilita zaisťuje rovnakú ochranu pred UVR počas expozície. Je najdôležitejšou vlastnosťou účinného UV filtra. Na jednej strane môže nastať degradácia produktu indukovaná svetlom, na druhej strane sa môže spúšťať fotoalergická alebo fototoxická reakcia spôsobená interakciou fotodegradčných produktov s pomocnými látkami ochranného opaľovacieho prostriedku a kožných komponentov, formáciou nových molekúl s neznámymi toxikologickými vlastnosťami. Fotoinstabilita môže viesť aj k formovaniu voľných kyslíkových radikálov (ROS). Minerálne filtre sú fotostabilné a nedegradujú sa solárnou expozíciou.

Pretrvávanie – je schopnosť fotoprotektíva zachovať si účinnosť v prítomnosti vody a potenia. Označenie (odolný proti vode 40 minút) alebo (veľmi odolný proti vode 80 minút) odráža testovanie odolnosti proti vode. Rezistencia na pot sa meria pred profúznym spotením v saune a 30 minút po ňom.

Textúra – vehikulum fotoprotektíva je rozhodujúce pre jeho účinnosť a absorpciu. Formuly ochranných opalovacích produktov sú zvyčajne určované emulznými systémami. Emulzné typy sú (O/W – vodná spojitá fáza) alebo (W/O – olejová spojitá fáza). Častejšie sú preferované O/W, pocity sú na koži ľahšie a sú nekomedogénne. Avšak viac odporúčané sú W/O pre vyššiu odolnosť proti vode (2).

Podľa FDA sa rozlišuje niekoľko kategórií ochranných opalovacích prostriedkov, ktoré sa hodnotia akronymom **GRASE** (generally recognised as safe and effective – všeobecne uznávané ako bezpečné a účinné).

Kategória GRASE I (oxid zinočnatý a oxid titaničitý).

Kategória GRASE II NO GRASE (kyselina paraaminobenzoová – PABA a trolamine salicylate navrhnuté na okamžitý zákaz).

Kategória III nedostatočné údaje pre GRASE klasifikáciu. V súčasnosti FDA hľadá dodatočné údaje o ich bezpečnosti, hoci tieto ingrediencie nie sú v súčasnosti považované za nebezpečné a možno pokračovať v ich používaní (cinoxate, dioxybenzone, ensulizole, homosalate, meradimate, octinoxate, octisalate, octocrylene, padimate O, sulisobenzone, oxybenzone, avobenzone). Väčšina z týchto produktov sa používa aj v Európe, v Austrálii a Japonsku (7).

Fyzikálne alebo minerálne ochranné opalovacie prostriedky

Ich účinná komponenta je anorganická, ochranu zabezpečujú odrazom, absorpciou alebo rozptýlením UVR. Najčastejšie aktívne ingrediencie sú oxid zinočnatý (ZnO) a oxid titaničitý (TiO₂). Oba zabezpečujú širokospektrálnu ochranu proti UVA aj UVB lúčom. Zriedkavejšie spôsobujú iritáciu, sú vhodné aj na citlivú kožu.

Vývoj nových produktov, redukcia veľkosti partikul do rozmeru nanometrov (menej ako 100 nm) ich robí kozmeticky prijateľnejšími, koža lepšie vyzerá, sú na jej povrchu relatívne transparentné v porovnaní s bielymi pastovitými nánosmi v pôvodných produktoch (6). Napriek malej veľkosti nanočastice nepenetrujú

do zdravej intaktnej kože, zostávajú v str. corneum. Štúdie toxicity pri subkutánom a intravenóznom podaní aktívnych ingrediencií vykázali nízku toxicitu (2).

Podľa iných autorov sú nanočastice chemicky viac reaktívne s vyššou biodostupnosťou a pre ich malú veľkosť sú ťažšie sledovateľné v ľudskom organizme. Ochranné opalovacie prostriedky tohto typu preto nemajú dlhodobú záruku bezpečnosti. Dokážu z produktov unikáť do vodných ekosystémov a môžu mať škodlivé účinky na život v nich (8).

Chemické alebo organické ochranné opalovacie prostriedky

Aktívna zložka je organická komponenta a poskytuje ochranu absorpciou UVR a rozptyľuje jeho energiu do podoby svetla alebo tepla. Väčšina z nich absorbuje UVB lúče, niektoré absorbujú UVA 2 a UVA 1 žiarenie. Chemické ingrediencie sú viaceré, zvyčajne sa kombinujú dve alebo viac aktívnych ingrediencií. Žiaľ, hromadia sa dôkazy o početných negatívnych účinkoch ako: kožné hypersenzitívne reakcie, neurotoxicita, škodlivé hormonálne účinky. Na druhej strane môžu byť rizikové aj pre životné prostredie (najmä pre život v mori), ak končia v ľudskom potravinovom reťazci (8, 9). Vzhľadom na vysoké štandardy, ktoré musia spĺňať zložky ochranných opalovacích prostriedkov, sa vyvíjajú nové komponenty a kombinácie s cieľom zabrániť fotodegradácii, zabezpečiť širokospektrálnu ochranu s maximálnym SPF. Medzi často používané patria:

- avobenzone jeden z najčastejšie používaných chemických širokospektrálnych prostriedkov, kompletne blokuje UVA, je chemicky nestabilný, ak sa exponuje svetlu, stráca asi 50 % svojej účinnosti, preto sa kombinuje s TiO₂ a ZNO,
- oxybenzone je širokospektrálny, blokuje UVA aj UVB, môže viesť k fotoalergickým reakciám, endokrinným poruchám, systémovej toxicite, neurotoxicite (11, 12),
- mexoryl SX sa často používa v kombinácii s avobenzonom, ktorý zvyšuje stabilitu oboch zložiek. Dokáže filtrovať najmä UV-A1 radiáciu, ktorá sa spája s fotostarnutím kože. Mexoryl

SX sa hodí na citlivú pokožku a je ideálnou ingredienciou cielenou na pediatrickú populáciu (2),

- octisalate je v oleji rozpustný fotoprotektívny prostriedok, poskytuje ochranu len proti UVB, zvyčajne sa kombinuje s inými UV filtrami,
- homosalate absorbuje len UVB lúče. Spája sa s hormonálnymi poruchami, dokáže zvyšovať absorpciu pesticídov v tele; nedegraduje sa úplne, zostáva v životnom prostredí,
- octocrylene má schopnosť absorbovať UVA aj vysoko-energetické komponenty UVB žiarenia. Má alergické i toxické účinky najmä na vodné organizmy,
- tinosorb S a M chránia proti UVA aj UVB radiácii. Poskytujú stabilitu ďalším UV filtrom používaným v lokálnych fotoprotektívach,
- octinoxate je obvyklý a účinný UVB filter, chráni proti spáleniu i starnutiu kože v kombinácii s avobenzonom. Spája sa však aj s neurotoxicitou, reprodukčnou toxicitou, s endokrinnými poruchami, zistil sa v moči, v krvi, v materskom mlieku (6).

Ostatné lokálne ochranné prostriedky

Fotoprotektíva s obsahom lokálnych antioxidantov znižujú produkciu voľných kyslíkových radikálov (ROS), cytokínov a expresiu metaloproteináz po expozícii UVR a viditeľnému svetlu. Ich použitie je limitované ich schopnosťou difundovať do epidermis a ich stabilitou. Najčastejšie používané antioxidanty sú vitamín C, quercetin, aloe vera, silymarin, chromane (benzodihydropyran), extrakty zo zeleného čaju, extrakt zo ženšenu, Polypodium leucotomos, olej extrahovaný z ryžových otrúb, sladkého drievka (Glycyrrhiza glabra), olej zo semien Calophyllum inophyllum, extrakt z planktónu Artemia salina.

Fotolyázy sú enzýmy, ktoré opravujú mutagénne pyrimidínové diméry (MPDs). Sú to prirodzene sa vyskytujúce enzýmy v baktériách, rastlinách i u niektorých živočíchov, ktoré sú vysoko exponované UVR. Fotolyázy chýbajú u ľudí a cicavcov. Dokážu opravovať DNA za prítomnosti zložiek flavonoidov, ktoré sú UV-aktívnymi chromofórmi. Fotolyázy

sú obalené v lipozómoch, aby sa zlepšila penetrácia cez stratum corneum v kombinácii s antioxidantmi (synergický efekt) a organickými UVR filtrami (2).

Orálne fotoprotektíva

Perorálne fotoprotektíva dokážu redukovať foto-poškodenie, považujeme ich však len za adjuvancia, nesubstitujú fotoprotektíva. Patria k nim: lykopén, beta-karotén, alfa-tokoferol, selén, polyfenoly zo zeleného čaju.

Polypodium leucotomos-extrakt z paprade vyskytujúcej sa v Strednej a Južnej Amerike má antioxidačné a protizápalové účinky. Redukuje expresiu COX-2, mutácií v p-53 a formovanie MPDs.

Nicotinamide – v ľudských keratinocytoch blokuje inhibičný efekt UVR na produkciu adenosíntrifosfatázy (ATP), zlepšuje opravy DNA, redukuje formovanie MPDs. Osoby, ktoré ho užívali 1-krát alebo 2-krát denne v dávke 500 mg počas 4 mesiacov, mali nižšiu incidenciu aktinických keratóz o 29 %, resp. o 35 %. Fungoval ako chemoprofylaxia u ľudí s anamnézou 2 alebo viac NMSC. Pri dávke 2-krát denne 500 mg bola incidencia nových NMSC o 23 % nižšia a incidencia AKs o 11 % nižšia počas 12 mesiacov v porovnaní s placebovou skupinou (2).

Afamelanotide – podporuje syntézu eumelanínu, bez celulárneho poškodenia, ktoré indukuje UVR. Poskytuje fotoprotekciu u pacientov s erytropoetickou protoporfýriou a solárnou urtikáriou, stimulovaním melanogenézy a antioxidačným účinkom (13).

Vitamín D a fotoprotekcia

Bolo dokázané, že pravidelná suberytémová expozícia slnečnému svetlu aj s aplikovaním ochranného opaľovacieho prostriedku s SPF 30 dokáže dosiahnuť sérové hladiny vitamínu D (VD) porovnateľné s tými, ktoré sa získajú po expozícii bez fotoprotekcie u zdravých dospelých. Potrebná dávka slnenia požadovaná na syntézu dostatočného množstva VD závisí od kožného fototypu, času slnenia v priebehu dňa, mesiaca, roka i od zemepisnej šírky. Trvanie expozície, ktoré sa odporúča pri tmavých fototypoch, je približne 10-krát vyššie v porovnaní so svetlými fototypmi (2).

Modré svetlo alebo vysokoenergetické viditeľné svetlo (390 – 600 nm)

Svetlo je zložené z elektromagnetických častí, ktoré sa pohybujú vo vlnách rozličnej dĺžky a frekvencie. Ľudské oko je citlivé na limitovanú časť svetelného spektra, ktoré označujeme ako viditeľné svetlo a vnímame ho ako farbu. Farby zodpovedajúce kratším vlnovým dĺžkam ako napríklad modrá nesú viac energie. Používanie PC, tabletov, mobilných telefónov vzrastá vo všetkých vekových kategóriách (batoľatá, adolescenti, dospelí). Modré svetlo môže vplývať na naše zdravie a potrebujeme naň špeciálnu fotoprotekciu.

Účinky modrého alebo vysokoenergetického svetla môžu prispieť k poškodeniu sietnice a podporovať vývoj ARMD (vekom podmienenú makulárnu degeneráciu). Pri výmene intra-okulárnych šošoviek dnes už existujú šošovky, ktoré odfiltrujú modré svetlo. Toto svetlo podporuje stres, vedie k zmenám cirkadiálneho rytmu, čo vedie k zníženiu kvality spánku. Zvyšuje apetít a inzulínovú rezistenciu, a tak podporuje aj vývoj obezity a diabetu. Zvyšuje produkciu voľných kyslíkových radikálov v bunkách s následným cytotoxickým poškodením apoptózy a nekrózy. Zvyšuje fotostarnutie aj riziko vzniku rakoviny kože. Môže byť príčinou dysbiózy obvyklej kožnej flóry a viesť k zvýšenej proliferácii *Staphylococcus aureus*, čo môže exacerbovať symptómy chronických zápalových kožných ochorení (akné, atopická dermatitída). Zmeny v permeabilite epidermálnej bariéry môžu spôsobovať intenzívnu a prolongovanú hyperpigmentáciu (14, 15).

Prírodné ochranné prostriedky namiesto fyzikálnych a chemických fotoprotektív?

V snahe zmierniť škodlivé účinky fyzikálnych a chemických fotoprotektív získavajú v posledných rokoch významnú pozornosť prirodzene odvodené molekuly ako fotoprotektívne komponenty. Niektoré fotosyntetizujúce riasy a cyanobaktérie produkujú mycosporinu podobné aminokyseliny (MAAs). Fotosyntetizujúce cyanobaktérie via-

žuče dusík majú jeden z najúčinnějších UVR ochranných mechanizmov tým, že syntetizujú MAAs. Mycosporinu podobné aminokyseliny dokážu absorbovať UVR. Majú potenciál vychytávať ROS. Účinkujú ako priame i nepriame antioxidanty ako protizápalové a osmolaritu regulujúce činidlá. Ochránajú kožu proti UVR indukovanému poškodeniu reaktívaciou expresie UVR-supresorových génov. Účinkujú aj proti starnutiu kože, podporujú regeneračnú aktivitu kožných buniek (8).

Extrakt z paprade *Polypodium leucotomos* (PLE) zlepšuje UV bariérovú funkciu aj kapacitu imunitnej ochrany, ktorý možno pridať do lokálnych chemických či fyzikálnych fotoprotektív, resp. ich kombinácií. Galenické formy s obsahom PLE signifikantne redukovali UVR prenikajúcu do kože. Kombinácia UV a UVB filtrov s PLE významne zvyšuje aj SPF a UVA-PF. PLE zvyšuje aj UV imunitnú ochranu tým, že zvyšuje HIF (human immunoprotection factor). Ak sa PLE pridá do fotoprotektív, poskytuje booster efekt na úrovni erytému i PPD (permanent pigment darkening) a foto-imuno-ochrany (16).

Potenciálne toxicity UVF na ľudské zdravie a životné prostredie

Podľa prác Shneidera a Lima (10) sa odhaduje, že ročne sa do koralových útesov na celom svete vyplaví asi 14 000 ton ochranných opaľovacích prostriedkov. Avšak rozsah účinkov UVF na odfarbovanie koralov je hlboko pod úrovňou ostatných faktorov (zvyšovanie teploty oceánov, okyslenie a strata CO₂ metabolizmu z planktónu). Odfarbovanie koralov sa pripisuje strate esenciálnych symbiotických jednobunkových rias nazývaných zooxanthellae, ktoré žijú vnútri novo sa vyvíjajúcich vrcholcov živých koralov – koralových polypoch. Tým sa stráca farba, dochádza k bieliacemu účinku. V ekosystéme koralových útesov žije množstvo rozličných morských organizmov, pri opakovaných vybieleniach môže byť postihnutých veľa rozličných druhov. UVF môžu mať aj priame účinky na osifikáciu a DNA štruktúru larválnych koralov (6).

Všeobecne sa akceptuje, že účinky UVFs na koralov sú menšie ako napr. aci-

difikácia – vznikajúca rozpúšťaním CO₂ v oceánoch, toxické chemikálie a mikroplastový odpad, čo spôsobuje odumieranie planktónu. Zdravý planktón je najúčinnejší pri metabolizovaní CO₂ (17).

Organické UVF (oxybenzone, octinoxate a ethylhexyl salicylate) sa dokázali vo väčšine vodných zdrojov celosvetovo (6).

Laboratórne štúdie ukázali, že octocrylene mení vývoj mozgu a pečene u zebrovitej ryby. U japonskej ryžovej ryby vedú vysoké hladiny BP-3 v laboratórnych podmienkach k zníženiu produkcie ikier. UVF znečistenie má relevantné *in vitro* aj *in vivo* účinky na morskú biotu, ale dlhodobý vplyv týchto účinkov je stále neznámy.

Havaj, Key West, americké Panenské ostrovy zakázali používanie chemických UVF (oxybenzone a octinoxate) od januára 2021. Podobné zákazy prešli, resp. boli diskutované aj v iných oblastiach (Palau, Bonaire, Aruba, Mexiko, Brazília, EÚ). V národných parkoch sú povolené len fyzikálne UVF (ZnO a TiO₂).

Oxybenzone má systémové účinky na pohlavné a tyreoidálne signálne cesty v zvieracích modeloch. Octinoxate bol asociovaný s nižšími hladinami tyreoidálnych hormónov (T4). Žiadne z humánných štúdií nepreukázali reálne biologické dôsledky u ľudí. U ľudí s porušenou funkciou kožnej bariéry (poruchy filagrinu u atopických pacientov) sa môžu absorbovať UVF rýchlejšie. Oxybenzone, avobenzon boli opísané ako príčiny iritačných, alergických a fotoalergických reakcií (6).

Mnohé organické UVF sú lipofilné, dokážu sa akumulovať v tuku sladkovodných i morských živočíchov. Ľudia, ktorí konzumujú stravu zloženú prevažne zo see-food jedál, môžu byť v riziku pre bioakumuláciu UVF. Calafata et al. (18) detegovali oxybenzone v 96,8 % močových vzoriek od 2 517 dospelých Američanov.

Nanočastice pridávané do fyzikálnych ochranných opaľovacích prostriedkov zlepšujú ich transparentnosť na povrchu kože, môžu byť toxické pre riasy, ukladajú sa do žiabier pstruha (6). Inhalované nanočastice sa môžu zachy-

távať v pľúcach, v krvnom obehu dokážu vyvolať orgánové poškodenie cez oxidatívny stres a/alebo aktiváciou prozápalových signálnych ciest. Na základe týchto nálezov IARC (International Agency for Research of Carcinogens) (klasifikovala nanoTiO₂ ako možný karcinogén, ak je inhalovaný vo veľkých dávkach (6).

Záver

Ako praktizovať bezpečné slnenie? AAD v roku 2019 odporúča tieň medzi desiatou a štrnástou hodinou, nosenie tričiek s dlhým rukávom, nohavíc, klobúkov so širokou strechou, slnečných okuliarov, aplikáciu širokospektrálnych ochranných opaľovacích prostriedkov s SPF 30 alebo viac na partie kože nekrývajúce odevom, špeciálne UV oblečenie. Aplikácia dostatočného množstva UVF je 2 mg/cm². Aplikácia fotoprotektíva by mala byť minimálne 15 minút pred plánovaným pobytom vonku. Väčšina dospelých potrebuje dve polievkové lyžice na celé telo. Treba použiť aj UV balzam na pery. Pre trvalú ochranu aplikovať fotoprotektívny prostriedok každé dve hodiny, okamžite po plávaní či excesívnom spotení. Agentúry verejného zdravotníctva (európske i FDA) odporúčajú používanie organických UVF, pretože nepredstavujú krátkodobé ani dlhodobé endokrinné riziká na ľudské zdravie. Používanie ochranných opaľovacích prostriedkov dokázateľne redukuje incidenciu SCC i malígneho melanómu, zabraňuje fotostarnutiu kože. Medzi dermatológmi existuje obava, že rastúci skepticizmus pri používaní niektorých fotoprotektív môže viesť k poklesu ich používania. Preto je pre výskum v tejto oblasti imperatívne, aby sme tomuto javu zabránili a aby sa v budúcnosti vyvíjali bezpečné foto-ochranné prostriedky tak pre ľudí, ako i pre životné prostredie.

Autorka vyhlasuje, že nemá žiadny potenciálny konflikt záujmov.

Literatúra

1. Duis K, Junker T, Coors A. Review of the environmental fate and effects of two UV filter substances used in cosmetic products. *Science of the Total Environment* 808 2022;151931:1-13.
2. Garanchó Saucedo GM, Vallejo RS, Moreno Giménez JC. Effects of solar radiation and an update on photoprotection. *An Pediatr (barc.)* 2020;92(6):377.e1-377.e.9.

3. Khlal M, Vail A, Parkin M, Green A. Mortality from melanoma in migrants to Australia: variation by age at arrival and duration of stay. *Am J Epidemiol.* 1992;135:1103-13.
4. Stern RS, Weinstein MC, Baker SG. Risk reduction for non-melanoma skin cancer with childhood sunscreen use. *Arch Dermatol.* 1986;122:537-545.
5. Moreno S, Soria X, Martínez M, et al. Epidemiology of melanocytic naevi in children from Lleida, Catalonia, Spain: protective role of sunscreen in the development of acquired moles. *Acta Derm Venereol.* 2016;96:479-84.
6. Fiveson D, Sabzevari N, Qiblawi S, et al. Sunscreens: UV filters to protect us: Part 2-Increasing awareness of UV filters and their potential toxicities to us and our environment. *International Journal of Women, s Dermatology.* 2021;7:45-69.
7. Sabzevari N, Qiblawi S, Norton SA, et al. Sunscreens. UV filters to protect us: Part 1: Changing regulations and choices for optimal sun protection. *International Journal of Women, s Dermatology.* 2021;7:28-44.
8. Singh A, Čížková M, Bišová K, et al. Exploring Mycosporine-Like Amino Acids (MAAs) as Safe and Natural Protective Agents against UV-Induced Skin Damage. *Antioxidants* 2021;10,683. <https://doi.org/10.3390/antiox10050683>
9. Bernstein EF, Sarkas HW, Boland P, Bouche D. Beyond sun protection factor: an approach to environmental protection with novel mineral coatings in a vehicle containing a blend of skincare ingredients. *J Cosmet Dermatol.* 2020;19:407-15.
10. Schneider SL, Lim HW. Review of environmental effects of oxybenzone and other sunscreen active ingredients. *J Am Acad Dermatol.* 2019;80:266-71.
11. Ruskiewicz JA, Pinkas A, Ferrer B, et al. Neurotoxic effect of active ingredients in sunscreen products, a contemporary review. *Toxicol Rep.* 2017;4:245-259.
12. Wang SQ, Burnett ME, Lim HW. Safety of oxybenzone: Putting numbers into perspective. *Arch Dermatol.* 2011;147:865-866.
13. Lagendonk JG, Balwani M, Anderson KE, et al. Afamelanotide for erythropoietic protoporphyria. *N Engl J Med.* 2015;373:48-59.
14. Park YM, White AJ, Jackson CL, et al. Association of exposure to artificial light at night while sleeping with risk of obesity in women. *JAMA Internal Med.* 2019; <http://dx.doi.org/10.1001/jamainternmed.2019.0571>.
15. Arjamandi N, Mortazavi G, Zarei S, et al. Can light emitted from smartphone screens and taking selfies cause premature aging and wrinkles? *J Biomed Phys Eng.* 2018;8:447-52.
16. Aguilera J, Vicente-Manzanares M, de Gálvez MV, et al. Booster Effect of a natural Extract of *Polydium leucotomos* (Fernblock) That Improves the UV Barrier Function and Immune Protection Capability of Sunscreen Formulations. *Front med.* 8:684665. doi:10.3389/fmed.2021.684665
17. Dryden H. 2020. Corals are dying. [https://goesfoundation.com/media/cora-by-goes-foundation\(cited-4-11-2020\)](https://goesfoundation.com/media/cora-by-goes-foundation(cited-4-11-2020)).
18. Calafat AM, Wong LN, Ye X, et al. Concentrations of the sunscreen agent benzophenone-3 in residents of the United States: National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2004. *Environ Health Perspect.* 2008;116:893-989.

MUDr. Katarína Poláková, PhD.
Preventívne centrum, OÚSA,
Bratislava
Heydukova 10, 812 50 Bratislava
katarina.polakova@ousa.sk

