

FOTOPROTEKCE

MUDr. Milena Jirásková, CSc.¹, Ing. Lubor Jirásek, CSc.²

¹Dermatovenerologická klinika 1. LF UK a VFN a IPVZ Praha

²FEL ČVUT Praha

Změny povětrnostní spojené se zvýšeným průnikem rizikového UV záření vyžadují zvýšenou ochranu kůže oblečením a kosmetikou speciálně k tomuto účelu vyráběnou. UV filtry by měly optimálně chránit kůži v poměru 1 : 1 (UVB : UVA). Měly by se nanášet na zatěžovaná místa 30 minut před sluněním a během dne by se měla jejich aplikace vícekrát opakovat. Zásadně bychom se neměli vystavovat slunečnímu záření v době mezi 10–15 hodinou a děti do 3 let by se neměly zbytečně vystavovat vůbec. Kvalitu a zásady ochrany koriguje Evropská instituce COLIPA. V poslední době se klade velký důraz na tzv. bioprotekci a kvalitu tzv. kritické vlnové délky λ_c .

Klíčová slova: UV filtry, fotoprotekce, bioprotekce, kritická vlnová délka λ_c , UV index.

PHOTOPROTECTION

Atmospheric changes associated with increased penetration of harmful UV radiation require better skin protection with clothing and cosmetics produced especially for this purpose. UV filters should optimally protect skin in ratio 1 : 1 (UVB : UVA). They should be applied on exposed areas 30 minutes before sun exposure and during the day the application should be repeated multiple times. Essentially we should not expose ourselves to sunshine between 10 am and 3 pm and children under 3 years of age should not be exposed at all. The quality and principles of protection are regulated by European institution COLIPA. Recently a great attention is paid to so called bioprotection and quality of so called critical wave length λ_c .

Key words: UV filters, photoprotection, bioprotection, critical wave length λ_c , UV index.

Dermatol. praxi 2008; 2(2): 63–67

Úvod

Nutnost přizpůsobit se změnám podnebí i stylu života vedla lidstvo k úvaze o příznivosti vlivu slunečního záření na organismus. Při sledování jeho vlivu zjišťovali pozitivní působení na organismy, z čehož vyplývala následně i adorace Slunce v podobě bohů Hélios, Atóna aj., ale přitom se nedalo přehlédnout i rizika, která působení slunečního paprsků měla. Známe je např. z řeckých bájí o Ikarovi apod. V průběhu historického vývoje se názory na působení slunečního záření měnily. V posledním, dvacátém století se zdvihla éra kultu „bronzové pleti“, symbolu vyjadřujícího zdraví a krásu lidského těla. S přibývajícím roky tohoto období se ale začaly objevovat i důsledky nadměrného slunění, což vedlo k výzkumu jeho působení a z něho vyplývajících varování před nadměrným opalováním. Na tyto výsledky výzkumu navázal i kosmetický průmysl, který ve spolupráci s dermatology začal vyvíjet ochrannou kosmetiku. Hledaly se i další způsoby ochrany v podobě ochranných oděvů apod. Samozřejmě, že nejlepší ochranou před slunečními paprsky je nevystavovat se jim, resp. jen v takové míře a v takovou denní dobu, aby k poškození kožního povrchu došlo jen minimálně.

S údivem hledíme na domorodce v jižních krajích, zejména ženy, celé zahalené a dokonce v černém oděvu. Ale neuvědomujeme si, že krytí lidského těla oblečením (čepice, klobouky, plachetky a šátky) bylo většinou jedinou ochranou proti působení slunečních paprsků. Slunečníky a závoje byly ve vyšší společnosti považované nejen za ochranu proti zvědavým očím, ale i proti opálení. Ve středověku byla světlá pokožka (někdy až úzkostlivě a přehnaně

bledá až „průsvitná“) považovaná za znamení vyššího a dobrého postavení privilegovaných. K ochraně šlechty při sledování turnajů a jiných ceremoniích sloužily i různé přístřešky a baldachýny. Již v 10. století (r. 927) v době dynastie Heian v Japonsku na císařském dvoře užívaly ženy nejen z kosmetických, ale i ochranných důvodů make up bílého zabarvení smíchaný z kaštanové mouky a mouky rýžové. Za rok se tak na dvoře spotřebovalo 1 koku (= 180 litrů) a 5 tou (1 tou = 18 litrů) lepkové rýže a 1 koku mouky z kaštanů na výrobu tohoto prášku. Často ale tyto pudry obsahovaly další chemické přísady, které působily na organismus negativně (např. arzenové soli apod.).

První vědecká pozorování

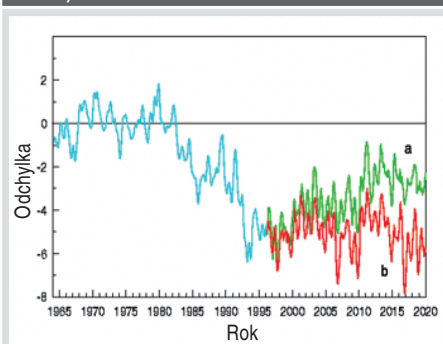
První vědecké informace o negativním působení slunečního záření na kůži popsal jako solární ekzém v roce 1799 Willan. Další zmínky o vlivu slunečních paprsků na kůži je možné sledovat v li-

teratuře podle popsaných experimentů (dr. Horn 1820) nebo pozorování a popis zánětu kůže a očí Charcotem v roce 1858. Dokonce již v roce 1911 Leopold Freund (3) testoval řadu pravděpodobných slunečních filtrů. Prvními slunečními filtry se zřejmě zabýval v monografii o vlivu záření na kůži Hammer v roce 1891. Zmiňoval se o okyseleném sulfátu chininu, zatímco Unna dával přednost aesculinu (glykosid 6, 7-dihydroxykumarin) extrahovanému z kaštanů. Dalšími látkami používanými k ochraně proti slunečním paprskům byly 10% tanin nebo kyselina para-aminobenzoová, olejový roztok benzylosalicylátu, benzylimidazol-sulfonová kyselina, benzofenon a celá řada dalších.

Důvod zvýšeného rizika poškození kůže při opalování

Již v první polovině minulého století (sice na sebe neupoutali pozornost – to přišlo až později), vyslovili pozdější laureáti Nobelovy ceny Mollina a Rowland (publikováno 1954) hypotézu, že chlorofluorokarbony po fotochemickém štěpení vlivem UV záření ve stratosféře mohou podminit v tomto prostředí úbytek ozónu (1). Jejich předpoklady se bohužel, i přes četné námitky řady odborníků, potvrdily. Zhruba od 80. let minulého století došlo k prudkému poklesu množství ozónu ve stratosféře, což mělo za následek zvýšení množství terestriálního UV záření. S tím ruku v ruce přišlo i riziko poškození živých organismů a samozřejmě i člověka, zejména očí a kůže. V posledních letech se sice zdá, že se stav ozónu stabilizoval, a že výkyvy jeho množství se pohybují v určitém rozmezí (obrázek 1), ale přesto je

Obrázek 1. Výkyvy množství ozónu od roku 1980 s předpovědí do roku 2020 (převzato z měření ČHMÚ)



Tabulka 1. Přehled fototypů kůže

Fototyp I	vždy rudne, nikdy nehnědne
Fototyp II	obvykle rudne a lehce hnědne
Fototyp III	vždy hnědne a jen někdy rudne
Fototyp IV	vždy hnědne a nikdy nerudne

třeba se na základě těchto zjištění zabývat patřičnou ochranou, zejména pokud se týká degenerativních změn kůže a nádorů.

Varovná zjištění stavu ozónové vrstvy ve stratosféře začala v 80. letech minulého století působit zejména na odbornou veřejnost. Zvláště profesor Urbach, význačný americký fotobiolog, často vystupoval se svými varovnými přednáškami na všech významných sympozii. Na základě těchto varování se začal hon na hledání dostatečné ochrany proti působení UV. Zpočátku se soustředila pozornost na ochranu proti UVB. První kosmetické výrobky měly také jen minimální ochranu, jejich ochranný faktor byl mezi 3–8. Postupně se hodnota ochranného faktoru zvyšovala. Teprve po letech výzkumu se ale zjistilo, že nejen UVB záření je nebezpečné vzhledem k tvorbě zánětu kůže a možnosti mutagenity DNA v buňkách, ale že také UVA v důsledku imunomodulačních schopností je, a možná i více, nebezpečné. O to nebezpečnější, že při ochraně kůže proti UVB nedochází ke vzniku varovného zánětu kůže, a na kůži pak působí vlivem prodloužení pobytu na slunci mnohonásobné zvýšení dávky UVA záření. Z toho důvodu též fotobiologové varují před zneužíváním solárií, a proto se dnes ochrana proti vlivu slunečního záření soustřeďuje na ochranu proti celému spektru UV, a pro některé zvláště citlivé osoby s některými fotodermatózami i proti vlivu viditelných paprsků. Potřeba intenzity ochrany je závislá na roční a denní době, ve které je osoba záření vystavena, na zeměpisné šířce či prostředí, ve kterém se dotýčný pohybuje a zejména na typu kůže a celé řadě dalších faktorů.

Jak všichni dobře víme, nejcitlivěji reaguje osoba s typem kůže I, odolnější je typ II a III, ale i typ IV by měl pamatovat, že dnes potřebuje určitou ochranu kůže. Za stejných podmínek, po dlouhodobém pobytu v podmínkách s menší intenzitou slunečního záření, se může i kůže černocho spálit. K účelu stanovení typů kůže slouží pro laiky i odborníky orientační schéma v podobě tabulek nebo slunečních kotoučů, kde si osoba hledající informace může někdy nastavit i příslušné požadované číslo filtru. Orientační tabulka (tabulka 1) zahrnuje obvyklé klasické dělení na typ I–IV.

Způsoby ochrany

Jistou ochranu proti působení záření, jak již bylo řečeno výše, může plnit oblečení. Pokud bude z umělého vlákna, tmavé a hustě tkané látky, neseprané a nevytáhané tak, aby otvory ve tkanině nebyly příliš

Tabulka 2. UV filtry povolené k užívání pro kosmetické účely nařízením vlády č.174/1998

UV filtry pro kosmetické prostředky a jejich nejvyšší přípustné koncentrace		
č.	Chemická látka	nejvyšší přípustná koncentrace v hm %
1	kyselina 4-aminobenzoová	5%
2	N,N,N-trimethyl-4-(2-oxoborn-3-yliden-methyl) anilinum methylsulfát	6%
3	3,3,5-trimethylcyklohexyl-salicylát (homosalat)	10%
4	2-hydroxy-4-methoxybenzo-fenon (oxybenzon)	10%
5	2-kyano-3, 3-difenylakrylová kyselina, 2-ethylester (oktokrylen)	10% v přepočtu na kyselinu
6	kyselina 2-fenylbenzimidazol-5-sulfonová a její sodné, draselné a tri-athanolaminové soli	8% v přepočtu na kyselinu
7	ethoxilovaný ethyl-4-amino-benzoát	10%
8	2-ethylhexylester kyseliny salicylové	5%
9	2-ethylhexylester kyseliny 4-methoxyskořicové	10%
10	isoamylester kyseliny 4-methoxyskořicové	10%
11	1-(4-tercbutylfenyl)-3-(4-methoxyfenyl) propan-1,3-dion	5%
12	3,3-(1,4-fenylendimethylen) bis (7,7-dinetyl-2-oxo-bicyklo-2,2,1) heptan-1-methansulfonová kyselina a její soli	10% v přepočtu na kyselinu
13	2-ethylhexyl-4-dimethylaminobenzoát	8%
14	2-hydroxy-4-methoxybenzofenon-5-sulfonová kys. a sodná sůl (sulisobenzon a sulisobenzon sodný)	5% v přepočtu na kyselinu
15	α-(2-oxoborn-3-yliden) toluen-4-sulfonová kyselina a její soli	6% v přepočtu na kyselinu
16	3-(4-methylbenzyliden)-1-kafr	6%
17	3-benzilidenkafr	6%
18	4-isopropylbenzylsalicylát	4%
19	2,4,6-trianilin-(p-carbo-2-ethyl-hexyl-1-oxy)-1,3,5-triazin	5%
20	polymer N-((2 a 4-((2-oxoborn-3-yliden) methyl) benzyl) akrylamid	6%

velké, měla by být ochrana dosti slušná. Přírodní materiály jako bavlna, hedvábí poskytují ochranu podstatně menší než syntetické vlákno. Přesto z hlediska komfortu v letním, parném podnebí dáváme přesnost bavně i přes její nižší ochranné vlastnosti. Za nezbytné považujeme nošení klobouků či jiných pokrývek hlavy, brýlí, eventuálně slunečnic. Přes poledne v době od 10 do 15 hodin bychom se, pokud to není z pracovních důvodů nezbytné, neměli zdržovat na přímém slunci. Ale i ve stínu musíme myslet na působení tentokrát odražených paprsků od povrchů vyskytujících se kolem nás. Čím světlejší a hladší povrch je, tím je množství odražených paprsků větší. Výrazně odráží sníh, vodní hladina nebo bílé omítky apod.

Součástí ochrany oděvem je v poslední době též přidávání speciálních filtrů přímo do tkaniny, která by pak měla být i speciálně značená, že tuto ochranu poskytuje. Podrobnější informace najde čtenář v samostatné publikaci (3).

Protože při rekreaci, zejména u vody a při některých druhích sportu, býváme jen minimálně oblečení, je nutné myslet na ochranu kůže takto obnažené. K tomu spíše posledních 30–50 let usílí některých fotobiologů. Výzkum těchto kosmetik je náročný, vyžaduje složité prověřování jejich kvality. Výrobky musí plnit jak ochranné, tak samozřejmě i kosmetické a zdravotně bezpečnostní parametry. Nesmí podléhat, zejména pod vlivem paprsků a tepla, rozkládání, a tím i ztrátě ochranné funkce. Uživatel musí mít při jejich aplikaci příjemný pocit, a kůže nesmí být příliš „umatlaná“. Zvláště velký problém při tom-

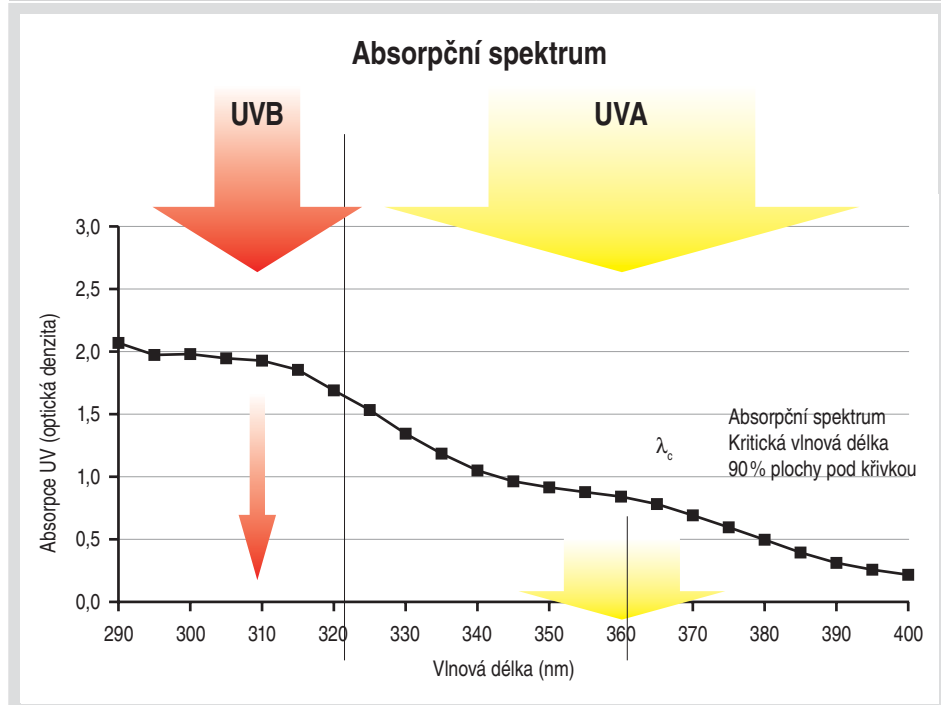
to výzkumu hraje i standardizace zdrojů užívaných k imitování slunečního záření.

Hodnocení a sledování resp. povolování distribuce sunscreenů je pod vlivem nejen národních institucí, kterým patří schvalování kosmetiky nebo léků, ale i mezinárodních institucí – v Evropě COLIPA, v Americe FDA. Japonci mají nejmínimější podmínky pro hodnocení sunscreenů. U jejich výrobků stačí pouze existence údajů o SPF (sun protecting factor) a PPD (persistent pigment darkening). Americká dermatologická společnost požaduje navíc i uvádění kritické vlnové délky λ_c . V posledních letech je tendence sjednotit podmínky všech schvalujících institucí tak, aby si každý z nás mohl kdekoli na světě koupit potřebnou kosmetiku s dostatečnou ochranou resp. kvalitou sunscreenu podle jasného značení. COLIPA razí v současné době názor, že by měla ochrana být vyvážená, optimální a kvalitní. Optimální sunscreen by měl mít poměr UVB a UVA ochrany v poměru 1 : 1. Tohoto poměru dosahuje zatím jen velmi malá část výrobků. Kromě toho by z hlediska bezpečnosti mělo být v jednom výrobku látek plnicích ochrannou funkci více. Mnohdy se uvádí z hlediska ochrany jako bezpečnější fyzikální filtry. Schválených látek použitelných jako chemické filtry v základní podobě je t. č. 16 a jako fyzikální se mohou užívat oxid zinečnatý (ZnO), oxid zirkoničitý (ZrO₂) a oxid titaničitý (TiO₂) event. jako make up vyhovující oxid železnatý (FeO) vzhledem ke svému červenohnědému zabarvení. Tyto látky mají výhodu, že se nevstřebávají do kůže, zůstávají na povrchu,

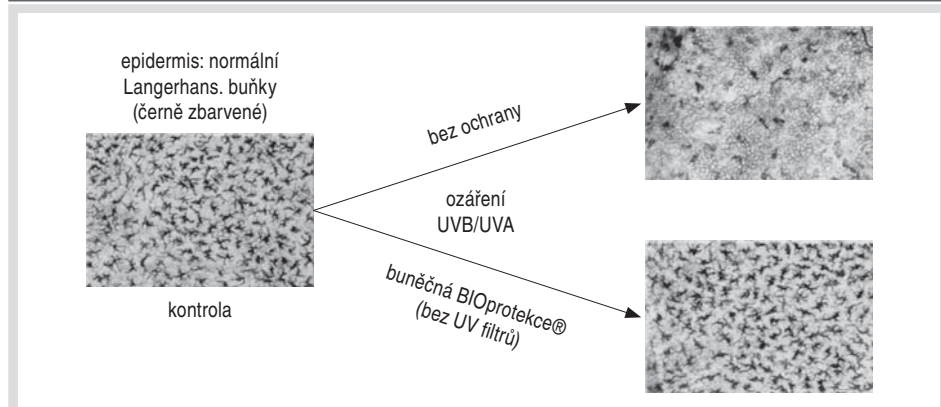
Tabulka 3. Hodnoty slunečního ochranného faktoru (SPF) doporučené pro jednotlivé fototypy kůže při prvním opalování (Ettler)

UV-index	Kožní fototyp			
	I.	II.	III.	IV.
1–3	SPF 15	SPF 10	SPF 5	-
4–6	SPF 25	SPF 20	SPF 10	SPF 5
7–9	SPF 40	SPF 30	SPF 20	SPF 15
10 a více	SPF 50	SPF 40	SPF 30	SPF 20

Obrázek 2. Znázornění stanovení kritické vlnové délky λ_c



Obrázek 3. Bioprotekce zajišťující aktivní imunitní systém



odrážejí paprsky, a působí prakticky ihned po natření na kožní povrch. Tzv. chemické filtry přece jen pronikají do epidermis, a jejich působení nastává až minimálně po 30 minutách od jejich natření na kůži. Přehled chemikálií, které COLIPA dovoluje použít jako sunscreens, je uveden v tabulce 2.

Co bychom měli hledat na krabičce výrobku?

Jak je dobře známé, při výběru správného UV filtru bychom si měli všimnout tzv. SPF (sun protecting factor). SPF je číslo, které vyjadřuje násobek délky

pobytu na slunci bez ochranného filtru, po kterém dojde k zarudnutí kůže. Slunění tak můžeme s použitím příslušného ochranného filtru prodloužit, a po tomto prodlouženém opalování docílíme stejné reakce kůže jako bez užití UV filtru. To znamená, že s fotoprotektivem označeným SPF např. 15 můžeme pobýt na slunci za stejných podmínek 15x déle než bez použití tohoto protektiva, aby došlo k erytému. Tomuto faktoru se také říká ochranný koeficient a je definován jako prodloužení sluneční expozice bez vyvolání erytému (SPF = MED s ochranou/MED bez ochrany). Z hlediska ochrany vůči UVA záření se

udává tzv. PPD (persistent pigment darkening). Jeho stanovení je obzvlášť obtížné vzhledem k etickým problémům při testování (3).

Dalším, z hlediska posuzování kvality významným údajem je hodnota **kritické vlnové délky** příslušného fotoprotektiva. Kritická vlnová délka λ_c je vlnová délka, při které absorpce filtru dosáhne 90 % jeho celkové absorpce. Čím vyšší je hodnota kritické vlnové délky, tím větší je rozsah ochrany proti UVA záření. Kritická vlnová délka λ_c se vymezí z grafu vzniklého měřením absorpční schopnosti UV filtru. Plocha vymezená vzniklou křivkou a osami s vymezením hodnoty vlnové délky UVA záření a absorpce UV (optické density) se považuje za 100 % plochy. Z ní vlevo se vyskytujících 90 % této plochy se pak ohraničí čarou, která vymezí na ose s hodnotami vlnové délky příslušnou hodnotu. Čím je její hodnota vyšší, tím je výrobek kvalitnější (obrázek 2). Podle nejnovějších znalostí by byla optimální kritická vlnová délka λ_c 370 nm.

Neméně významná je i otázka **smývatelnosti**, resp. doby, po kterou je ochrana plně funkční a splňuje všechny požadavky na sunscreen kladené. Dříve se rozlišovaly dva údaje „water proof“ a „water resistant“. Dnes zůstává jen jeden pojem, a to „water resistant“, v případě abnormálního prodloužení účinnosti lze užít pojem „very water resistant“. Odolnost vůči vodě je daná kvalitou vody (slaná je agresivnější než jen chlorovaná), pocením, k většímu smývání dochází při přítomnosti alkalických mýdel nebo vlivem písku, otíráním ručníkem apod. Proto je třeba aplikaci ochranného prostředku během dne opakovat.

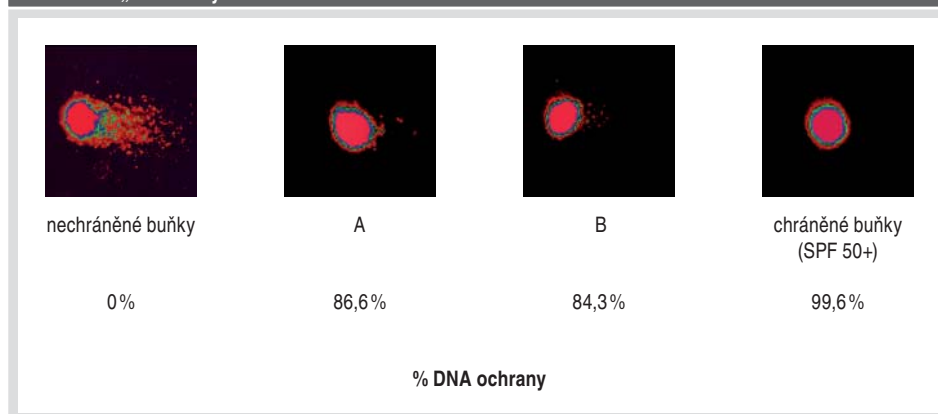
UV-index

Výběr správného sunscreensu se řídí typem kůže (tabulka 3). Jistým vodítkem pak může být i UV-index. **UV-index** je mezinárodně standardizovaná bezrozměrná veličina charakterizující úroveň erytemového slunečního ultrafialového záření dopadajícího na zemský povrch a vyjadřuje biologické působení na lidské zdraví. Používá se k informovanosti obyvatelstva o možném negativním vlivu UV záření na lidský organizmus. Je definován pro dopad na kožní povrch horizontálně. Obyvatelstvo je informováno nejen o očekávané maximální hodnotě UV-indexu, ale také o tzv. „celkové době pobytu na slunci“ bez použití ochranných prostředků, po jejímž uplynutí již začne lidská pokožka vytvářet erytém, tj. dochází k rudnutí až hnědnutí kůže. Tento index je však značně nepřesný. Lepší hodnocení ovšem zatím nebylo nalezeno.

Bioprotekce

V poslední době se také setkáváme s pojmem **bioprotekce**. Zatím ji údajně splňuje jen jeden výrobce, který si nechal tuto ochrannou formu patentovat.

Obrázek 4. „Kometový test“



Co tento pojem znamená? Jde o komplex celulární bioprotekce, který má zajistit ochranu buněčné DNA. Jeho efekt se dá ověřit tzv. „kometovým testem“. Tento test (obrázek 4) se snaží měřit poškození DNA. Za normálních okolností bez použití sunscreensu dochází v epidermis k úbytku Langerhansových buněk (obrázek 3). I bez užití sunscreensu a za přítomnosti patentované bioprotektivní látky k úbytku nedochází. Navíc takto ochráněná jádra jsou ve fluorescenčním mikroskopu jako kruhovitá a přesně ohraničená, zatímco jádra ozářených buněk s poškozenou nukleární DNA tvoří obraz komety s chvostem (obrázek 4).

Závěr

Za posledních 30 až 40 let se zvýšilo vzhledem k civilizačnímu vlivu na přírodu riziko negativního působení slunečního záření na lidský organizmus.

Toto zvýšené riziko vyvolalo poptávku po adekvátní ochraně. Vědci se proto snaží najít způsoby, jak přiměřeně, a pokud možno s minimálním rizikem negativních vlivů, kůži před jeho působením chránit. Využívají proto chemické látky pohlcující nebo odrážející sluneční záření, aplikovatelné jak do tkanin, tak přímo na kůži. Poslední dobou zvyšují kvalitu ochranných vlastností sunscreensů přidáváním i chemických látek chránících zejména DNA buněk před degenerativními vlivy slunečního záření. Aby tyto sunscreensy uspokojivě chránily kožní povrch, je potřeba dodržovat základní pravidla jejich aplikace.

Doporučené zásady aplikace sunscreensů

- aplikovat je na exponované plochy kůže 15 až 30 minut před zahájením slunění,

- aplikaci opakovat znovu po 15 až 30 minutách slunění,
- další aplikaci je nezbytné provádět dle činnosti (sportování, plavání, pocení, otěr ručníkem apod. během dne).

Přesto však stále platí jednoduché pravidlo, kterým bychom se měli řídit. Pokud možno se zbytečně nevystavovat slunečnímu záření. Nejhorší je pobyt na slunci v době od 10 do 15 hodin. Je třeba říci, že pro zajištění pochodu odehrávajících se v kůži pod vlivem slunečního svitu (např. tvorba vitamínu D apod.) je dostatečné ozáření obličeje a rukou při chůzi do práce a z práce (zhruba asi jedna hodina týdně), takže není třeba slunění přehánět. Navíc kůže pod opakovaným působením slunečních paprsků rychleji stárne. Jen se podívejme na přírodní národy a jejich obličeje (Mongolové, Indiáni).

MUDr. Milena Jirásková, CSc.

Dermatovenerologická klinika 1. LF UK a VFN a IPVZ
U Nemocnice 2, 128 08 Praha 2
e-mail: jiraskom@post.cz

Literatura

1. Altmayer P, Hoffmann K, Stücker M. Skin Cancer and UV Radiation. New York: Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 1997: 1331.
2. Braun Falco O, Plewig G, Wolff HH, Burgdorf WHC. Dermatology. New York: Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2000: 1853.
3. Ettler K. Fotoprotekce kůže. Ochrana kůže před účinky ultrafialového záření. Praha: Triton, 2004: 133.

4. Jirásková M, Jirásek L. Opalování, ochrana kůže před zářením, nebezpečí poškození kůže. In: Kolektiv autorů. Dermatovenerologie, dětská dermatologie a korektivní dermatologie 2006/2007. Trendy v medicíně. Praha: Triton, 2006: 53–68.
5. Malina L. Fotodermatózy. 2. rozšířené vydání. Praha: Maxdorf, 2005: 206.
6. Nonionizing Radiation Protection. WHO Regional Publications European Series No 10. 1982: 9–38.