ترکیبات موجود در فرآورده‌های ضدآفتاب: دی‌اکسیدتیتانیوم (TiO_2)

دکتر سامان احمدنصرالهی[1]
حسام علی‌بخشی[2]

۱. مرکز آموزش و پژوهش بیماری‌های پوست و جذام، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۲. دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

نویسنده‌ی مسئول:
دکتر سامان احمدنصرالهی

تهران، خیابان طالقانی، شماره ۴۱۵، مرکز آموزش و پژوهش بیماری‌های پوست و جذام.
پست الکترونیک:
snasrollahi@tums.ac.ir

تعارض منافع: اعلام نشده است.

امروزه استفاده از فرآورده‌های ضدآفتاب به جهت جلوگیری از عوارض پرتوهای فرابنفش شامل بروز علائم پیری، آفتاب‌سوختگی و سرطان پوست توصیه می‌شود. به‌طور کلی ضدآفتاب‌ها به دو دسته‌ی شیمیایی (عمدتاً جاذب پرتوهای فرابنفش B) و فیزیکی (مانند اکسید روی و دی‌اکسید تیتانیوم) تقسیم می‌شوند. دسته‌ی دوم با مکانیسم بازتابش و منعکس‌کردن پرتوهای فرابنفش A و B نقش محافظتی خود را ایفا می‌نمایند. دی‌اکسیدتیتانیوم (TiO_2) یکی از پرمصرف‌ترین ضدآفتاب‌های فیزیکی می‌باشد که امواج فرابنفش B (320–290 nm) و فرابنفش A (400–320 nm) را مسدود می‌کند. با این‌که دی‌اکسیدتیتانیوم یک رنگ‌دانه‌ی ایمن و فاقد عوارض جانبی می‌باشد، اما استفاده از نوع نانوذره‌ی آن می‌تواند سبب بروز نگرانی‌هایی شود. نانوذرات دی‌اکسیدتیتانیوم می‌توانند در سلول‌ها نفوذ کرده و در پی فرآیند فتوکاتالیز در حضور نور خورشید باعث آسیب‌رساندن به DNA سلول شوند.

کلیدواژه‌ها: ضدآفتاب، پرتوهای فرابنفش، دی‌اکسیدتیتانیوم، نانوذرات

دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۷/۱۸ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۰۳
پوست و زیبایی؛ زمستان ۱۳۹۲، دوره‌ی ۴ (۴): ۲۲۵–۲۱۸

در سال‌های اخیر منابع پزشکی به اثرات زیان‌بار نور خورشید امواج فرابنفش (Ultra Violet [UV]) و فروسرخ (Infra Red [IR]) روی پوست تأکید کرده‌اند. این عوارض شامل پیگمانتاسیون، ایجاد چروک، پیری پوست (photoaging) و نهایتاً سرطان پوست می‌باشند[1]. با این حال در تمام این سال‌ها سرطان پوست نرخ رشد سریعی داشته، جمعیت زیادی از افراد در میان‌سالی علائم پیری زودرس پوست را از خود نشان می‌دهند و جوانان از بروز پیگمان بر روی پوست خود گله دارند[2]. ضدآفتاب‌ها محصولاتی از فرآورده‌های مراقبت از پوست هستند که علی‌رغم دارابودن جنبه‌ی آرایشی، یک نوع داروی بدون نسخه‌ی پزشک (over the counter [OTC]) می‌باشند و خوشبختانه امروزه افراد با میل و رغبت از آن‌ها استفاده می‌کنند. باید متذکر شد که تأثیر استفاده از فرآورده‌های ضدآفتاب در آینده بر ظاهر پوست شخص بسیار محسوس است و بدون مراقبت کافی در برابر نور آفتاب استفاده از سایر محصولات مراقبت از پوست بی‌معنی است[3].

به هر نوع فرآورده‌ای که امواج UV را جذب یا منعکس نماید و پوست را در برابر نور این امواج محافظت کند به شرط مصرف موضعی، ضدآفتاب گفته می‌شود. ضدآفتاب‌ها برای اولین مرتبه در جنگ جهانی دوم مورد استفاده قرار گرفتند و در ادامه با پیشرفت علوم شیمی و نانو، ترکیبات متنوعی با خواص ضدآفتاب تولید و به بازار عرضه شده است. اولین تعاریف مربوط به فرآورده‌های ضدآفتاب در سال ۱۹۷۶ وارد فارماکوپه‌ی ایالات متحده گشت و در سال ۲۰۱۱ آخرین ویرایش و دستورالعمل‌های مربوط به آن‌ها منتشر شده است[4].

تنوع محصولات ضدآفتاب و اهمیت حضور مواد مؤثره‌ی ضدآفتاب به حدی است که اکنون بسیاری از

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2024-07-15]

فرآورده‌های آرایشی موجود در بازار به‌صورت محصولات چندمنظوره عرضه می‌شوند، مانند کرم‌های ضدآفتاب، مرطوب‌کننده، نرم‌کننده‌های موی سرِ حاوی ترکیبات ضدآفتاب و ... . به‌طور کلی ضدآفتاب‌ها به دو دسته‌ی شیمیایی و فیزیکی تقسیم می‌شوند. البته گاهی دسته‌ی سومی تحت عنوان ضدآفتاب گیاهی نیز معرفی می‌گردد که از لحاظ مکانیسم عمل، شبیه یکی از دو دسته ذکر شده است.

ضدآفتاب‌های شیمیایی (Organic)

ضدآفتاب‌های شیمیایی دسته‌ای از ترکیبات آلی می‌باشند که دارای پیوند دوگانه در ساختار مولکولی خود هستند. این مواد با جذب امواج UV و خرج‌کردن آن در الکترون‌های پیوند دوگانه‌ی خود مانع از نفوذ امواج UV به پوست می‌شوند. در این حالت عمدتاً خروجی امواج UV به‌صورت امواج IR و توأم با ایجاد حرارت است. ضدآفتاب‌های شیمیایی به ۲۰ دقیقه زمان جهت فعال‌شدن نیاز دارند تا اندکی در سطح لایه‌ی شاخی نفوذ کرده و مانع از اثرات زیان‌بار پرتوهای فرابنفش شوند[۴]. این ترکیبات به دو دسته‌ی جاذب‌های UVA (مانند بنزوفنون‌ها و آنترانیلات‌ها) و جاذب‌های UVB (مانند سینامات‌ها و سالیسیلات‌ها) تقسیم می‌شوند. اکثر فرآورده‌های ضدآفتاب موجود در بازار دارای جاذب‌های شیمیایی می‌باشند[۵]. در ایالات متحده، ضدآفتاب‌های حاوی جاذب شیمیایی در دسته داروهای OTC قرار دارند و قوانین سازمان غذا و داروی ایالات متحده (Food and Drug Administration [FDA]) شامل آن‌ها می‌شود. جاذب‌های شیمیایی به‌صورت ترکیبی استفاده می‌شوند چرا که هیچ جاذب شیمیایی به تنهایی نمی‌تواند محافظت کافی را در برابر امواج UV ایجاد نماید[۱]. علی‌رغم تنوع بسیار زیاد جاذب‌های شیمیایی یکی از مشکلات عمده، جذب پوستی و در نتیجه مسایل مربوط به بی‌ضرری آن‌ها می‌باشد. این نکته سبب شده است که در کودکان، افراد با پوست‌های حساس، در نواحی دارای زخم باز و نیز پس از لایه‌برداری‌های شدید از ضدآفتاب‌های شیمیایی کمتر یا اصلاً استفاده نشود[۴].

ضدآفتاب‌های فیزیکی (Inorganic)

نام‌گذاری این دسته از جاذب‌ها به‌دلیل مکانیسم عمل آن‌ها می‌باشد. جاذب‌های فیزیکی، اکسیدهای املاح فلزی هستند و با منعکس و پراکنده‌کردن نور خورشید و امواج UV سبب محافظت از پوست می‌شوند. برخلاف ضدآفتاب‌های شیمیایی، جاذب‌های فیزیکی از همان لحظه‌ی استعمال فعال بوده و نیازی به نفوذ آن‌ها در لایه‌های شاخی نمی‌باشد. جاذب‌های فیزیکی توانایی بالایی در محافظت پوست در برابر امواج UV دارند و در واقع به‌دلیل طیف گسترده‌ی محافظت در برابر UVB و UVA به آن‌ها بلوک‌کننده گفته می‌شود. آن‌ها می‌توانند طیف nm ۲۹۰ تا nm ۴۰۰ را به‌خوبی پوشش دهند. البته یادآوری می‌شود که این خاصیت به اندازه‌ی ذره‌ای ترکیبات فلزی، پراکندگی یکنواخت در فرمولاسیون و شاخص ذاتی قدرت بازتابش آن‌ها وابسته است[۶]. مشکل عمده‌ی جاذب‌های فیزیکی، ظاهر کدر آن‌ها است که سبب می‌شود مصرف‌کننده پوست خود را رنگی ببیند که درخصوص بیشتر فرآورده‌های ضدآفتاب فیزیکی احساس ماسک سفید بعد از مصرف بسیار مرسوم است. این اتفاق به‌دلیل منعکس‌کردن تمامی اجزاء طیف نور مریی رخ می‌دهد که در چشم شخص مقابل کانون سفیدرنگ را تشکیل می‌دهد. بیشترین اکسیدهای فلزی مورداستفاده به‌عنوان جاذب‌های فیزیکی دی‌اکسیدتیتانیوم (TiO_2) و اکسید روی (ZnO) می‌باشند[۴]. در ادامه‌ی مقاله‌ی پیش رو، به ترکیب TiO_2 همراه با خواص و بررسی عوارض جانبی آن پرداخته خواهد شد.

دی‌اکسیدتیتانیوم (TiO_2)

TiO_2، یک اکسید فلزی غیر آلی و نیمه رسانا است

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2024-07-15]

که نور را جذب می‌کند. جرم مولکول TiO_2، ۷۹/۹۰ بوده و پودری است سفید و شفاف با ساختار کریستالی و یا آمورف (بدون شکل). کریستال TiO_2 دارای چهار ساختار طبیعی می‌باشد که شامل روتیل (Rutile)، آناتاز (Anatase)، بروکیت (Brookite) و دی‌اکسیدتیتانیوم B می‌باشد.

ازلحاظ ساختار شیمیایی، آناتاز و روتیل دارای ساختار تتراگونال، بروکیت دارای ساختار ارتو رومبیک و دی‌اکسیدتیتانیوم B دارای ساختار مونوکلینیک می‌باشد. در هر چهار حالت ذکرشده تیتانیوم به‌وسیله‌ی پیوند هشت‌وجهی به اکسیژن متصل شده که در هر کدام از آن‌ها موقعیت هشت‌وجهی بین اتم‌ها متفاوت است. ساختار روتیل، متراکم‌ترین و از لحاظ اتم‌های تشکیل‌دهنده، کوچک‌ترین آن‌ها می‌باشد. از بین این ساختارها، تنها دو ساختار روتیل و آناتاز در فرآورده‌های تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند[۷].

نام‌های تجاری مختلفی برای TiO_2 وجود دارد که تعدادی از آن‌ها عبارتند از:

Aeroxide, Atlas white titanium dioxide, Austiox, Bayertitan, Calcotone White T, Comet, Cosmetic White C47–5175, Cosmetic White C47–9623, C-Weiss 7, Flamenco, Hitox, Hombitan, Hombitec, Pretiox, Rayox, Rutiox, Tichlor, Tiofine, TiO_2 Hombitan, Tioxide, Tipaque Titan, Titania, Titandioxid, Titanium White, Titanox, Trioxide(s), Tronox, Tytanpolr, Unitane products (various), UV-Titan.

در سال ۱۹۲۳ در فرانسه اولین کاربرد دی‌اکسیدتیتانیوم سفید و خالص برای استفاده در رنگدانه‌ها گزارش شد. رشد تولید و کاربرد TiO_2 از ابتدای سال ۱۹۳۰ میلادی شروع شده و تا سال‌های اخیر ادامه داشته است. TiO_2 از سنگ معدن‌های متنوعی در سراسر دنیا استخراج می‌شود که شامل ایلمنیت ($FeTiO_3$) و لئوکوکسن ($TiO_2.XFeO.YH_2O$) است. تیتانیوم را می‌توان از خاکستر (سرباره) ایجادشده در طول فرآیند ذوب‌کردن آهن و یا از سنتز روتیل تولیدشده از ایلمنیت بازیابی کرد. مقدار زیادی از تیتانیوم‌دی‌اکسیدهای رسوبی از سنگ‌های آتشفشانی جمع‌آوری شده که به‌صورت معادن بزرگ در برزیل، کانادا، نروژ، روسیه و اکراین کشف شده است.

معادن بزرگ ماسه در سواحل غربی و شرقی استرالیا، سواحل شرقی آفریقای جنوبی و سواحل جنوب شرقی آمریکا، سواحل غربی ایرلند جنوبی، نیوزلند و سواحل شرقی چین، سواحل جنوب‌شرقی سریلانکا و مکان‌های مختلف دیگری یافت شده است. آناتاز، بروکیت و دی‌اکسیدتیتانیوم B عموماً به مقدار کم از خاک و رسوبات و به‌طور عمده از سنگ‌های غنی از TiO_2 به‌دست می‌آیند[۷]. در جدول ۱ تولید TiO_2 در کشورهای مختلف و در جدول ۲ مصرف جهانی آن شرح داده شده است.

انواع رنگدانه‌های TiO_2 عبارتند از[۷]:

- نوع I (۹۴٪ TiO_2): رنگدانه‌ی تیتانیوم‌آناتازدی‌اکسید است و در رنگ‌آمیزی داخل و خارج ساختمان کاربرد دارد.
- نوع II (۹۲٪ TiO_2): رنگدانه‌ی تیتانیوم‌روتیل‌دی‌اکسید می‌باشد که دارای استحکام متوسط است و برای سفیدکردن و لعاب‌دادن استفاده می‌شود.
- نوع III (۸۰٪ TiO_2): رنگدانه‌ی تیتانیوم‌روتیل‌دی‌اکسید با استحکام متوسط که برای رنگ‌های قلیایی و امولسیونی به‌کار می‌رود.

جدول ۱: میزان تولید TiO_2 در جهان.

نام کشور	درصد تولید نسبت به کل جهان
آفریقای جنوبی	۲۵
استرالیا	۲۱
کانادا	۱۴
چین	۸
اکراین	۷
نروژ	۷

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2024-07-15]

جدول ۲: بیشترین کاربردهای TiO_2 در جهان.

نوع کاربرد	درصد کاربرد نسبت به کل کاربردها
صنایع پوشش‌دهنده و رنگ‌سازی	۵۸
صنایع پلاستیک و لاستیک‌سازی	۲۳
صنایع کاغذسازی	۱۱
سایر صنایع	۸

- نوع IV (TiO_2 ٪۸۰): رنگدانه‌ی تیتانیوم‌روتیل‌دی‌اکسید با استحکام بالا که برای رنگ‌آمیزی داخلی و براق‌کردن و استحکام رنگ به کار می‌رود.

از کاربردهای TiO_2 می‌توان به موارد ذیل اشاره داشت[۸]: رنگدانه‌های سفید، پوشش محافظ در برابر خوردگی، پوشش‌دهنده‌ی نوری، سرامیک‌سازی، تجهیزات الکتریکی، باتری‌های با پایه‌ی لیتیوم، کاغذسازی، مواد غذایی، صنایع فیبر و لاستیک‌سازی.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای TiO_2 در کرم‌های ضدآفتاب می‌باشد که موضوع بررسی‌شده در این مقاله است. دی‌اکسیدتیتانیوم در آب، نامحلول می‌باشد. بنابراین در کرم‌های ضدآفتاب به‌صورت یک پراکندگی در بین فاز آبی و چربی کرم حضور دارد[۷]. TiO_2 یک اکسید فلزی می‌باشد که در کرم‌های ضدآفتاب فیزیکی با سه نوع اندازه‌ی ذره‌ای وجود دارد (جدول ۳) و با مکانیسم بازتاب و انعکاس اشعه‌ی UV نقش محافظتی خود را ایفا می‌کند[۹].

یکی از مشکلات موجود در فرمولاسیون کرم‌های ضدآفتاب فیزیکی، غلیظ‌بودن و عدم پخش مناسب کرم بر روی پوست می‌باشد که ناشی از وجود TiO_2 با

جدول ۳: دسته‌بندی ترکیب TiO_2 براساس اندازه‌ی ذره‌ای.

نام دسته	اندازه‌ی ذره‌ای
درشت (Coarse)	کمتر از ۱۰ میکرون
ریز (Micronized) (Fine)	کمتر از ۲/۵ میکرون
خیلی‌ریز (Nanoparticle) (Ultra Fine)	کمتر از ۰/۱ میکرون یا ۱۰۰ نانومتر

اندازه‌ی ذره‌ای درشت است. عیب دیگر آن بازتابش کامل نور مرئی توسط این اکسید فلزی است که سبب می‌شود پوست صورت بعد از استعمال کرم سفید دیده شود. پس از مطالعات انجام‌شده در سال‌های اخیر و با تغییر اندازه‌ی ذره‌ای TiO_2 و ایجاد نانوذرات این اکسید فلزی، مشکلات فوق و جلوگیری از ناخوشایندبودن کرم‌های ضدآفتاب مرتفع گردیده‌اند. مکانیسم عمل TiO_2 نانو در ضدآفتاب‌های فیزیکی به این صورت است که کوچک‌ترشدن ابعاد ذره‌ای TiO_2 به‌صورت نانوذرات باعث کاهش پخش نور مرئی (۴۰۰ nm تا ۷۰۰) گردیده و در نتیجه نمای سفیدرنگ کرم‌های ضدآفتاب کاهش می‌یابد[۹]. ذرات بسیار ریز TiO_2 نور مرئی را عبور و نور فرابنفش B (۲۹۰ nm تا ۳۲۰) و نور فرابنفش A (۳۲۰ nm تا ۳۴۰) را منعکس می‌کند و به‌عنوان مانع در برابر تابش UV در ضدآفتاب‌ها به‌کار می‌روند. بیشترین و بهترین پراکندگی نور با TiO_2 در ذراتی که دارای ابعاد ۰/۲ μm تا ۰/۳ می‌باشند، صورت می‌گیرد[۶].

هم‌چنین نانوذرات TiO_2 باعث می‌شوند که در مسیر نور UV ذرات بیشتری وجود داشته باشد و نور UV را بهتر جذب کرده و در نتیجه پخش نور کاهش می‌یابد که در اثر آن یک لایه‌ی شفاف‌تر با ویسکوزیته‌ی کمتر و استفاده راحت‌تر را به‌وجود می‌آورد. در واقع نانوذرات تشکیل‌دهنده‌ی TiO_2 ذراتی با ابعاد کمتر از ۱۰۰ nm می‌باشد. در استرالیا به‌طور میانگین ٪۷۰ کرم‌های ضدآفتاب شامل نانوذرات TiO_2 می‌باشند[۱۰]. لازم به یادآوری است که استفاده از نانوذرات TiO_2 در کرم‌های ضدآفتاب از حدود ۲۵ سال پیش آغاز شده است[۱۱].

روش‌های مختلفی برای سنتز نانوذرات TiO_2 وجود دارد که به‌طور خلاصه عبارتند از: روش سل ـ ژل (ذراتی کروی با حداقل اندازه‌ی ذرات ۵ تا ۶ نانومتر تولید می‌نماید)، روش هیدروترمال (ذراتی با ابعاد nm ۸ و با اشکال مختلف تولید می‌نماید) و روش چگالش

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2024-07-15]

شیمیایی (ذراتی با خلوص بالا و ابعاد کمتر از nm ۲۰۰ تولید می‌کند) روش‌های میکرواختلاط و روش اکسیداسیون مستقیم از دیگر روش‌های سنتز نانوذرات TiO_2 می‌باشند[۱۲].

عوارض تیتانیوم‌دی‌اکسید

عمدتاً TiO_2 به‌عنوان یک ضدآفتاب فیزیکی کاملاً ایمن شناخته می‌شود با این حال بایستی دانست که این ترکیب دارای عوارض جانبی نیز می‌باشد. دی‌اکسیدتیتانیوم زمانی که با خلوص ۹۹٪ و به‌صورت درشت و ریز در محصولات آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد توسط FDA مورد تأیید می‌باشد و فاقد عوارضی هم‌چون سرطان‌زایی، جهش‌زایی، تراتوژن‌زایی و ... می‌باشد[۱۰].

کاربرد نانوذرات دی‌اکسیدتیتانیوم در کرم‌های ضدآفتاب دارای پتانسیل ایجاد خطر سمیت می‌باشد که باید مورد مطالعه قرار گیرد. توانایی این ذرات در ایجاد سمیت در ارتباط مستقیم با اندازه‌ی ذرات آن‌ها می‌باشد که با توجه به اندازه‌ی آن‌ها قابلیت فرار از مکانیسم دفاعی سیستم ایمنی بدن را دارند و توانایی ایجاد کمپلکس با پروتیین‌ها و به‌طور عمده، توانایی ایجاد رادیکال آزاد در بدن را دارا می‌باشند (جدول ۴). مطالعه‌ی Churg در دانشگاه بریتیش‌کلمبیا روی موش نشان می‌دهد که دی‌اکسیدتیتانیوم‌آناتاز در ابعاد نانو و با اندازه‌ی کمتر از ۰/۱ میکرون می‌تواند پاتوژن بوده و باعث مرگ گردد[۱۳].

از موارد حایز اهمیت در کرم‌های ضدآفتاب میزان جذب خوراکی نانوذرات در کرم‌های ضدآفتاب برای

جدول ۴: اندازه‌ی ذره‌ای TiO_2 و نقطه‌ی ورود به بدن انسان.

نقطه‌ی ورود	نانوپارتیکل
سطح حفره‌ای ریه	۷۰ nm
سلول‌های بدن	۵۰ nm
سیستم عصبی مرکزی	۳۰ nm
داده‌ای یافت نشده است	کمتر از ۲۰ nm

لب‌ها و جذب از طریق دستگاه تنفس در ضدآفتاب‌هایی که به‌صورت اسپری مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌باشد. هم‌چنین جذب پودرهای TiO_2 هنگام ساختن کرم‌های ضدآفتاب از طریق دستگاه تنفسی مشکلی است که اپراتور و کارگران تولید با آن مواجه هستند.

با توجه به این‌که نفوذ مواد در لایه‌ی شاخی پوست به‌وسیله‌ی اندازه‌ی مولکولی این ذرات محدود می‌شود، این سؤال مطرح است که آیا ذرات TiO2 استفاده‌شده در ضدآفتاب‌ها پتانسیل نفوذ در لایه‌ی شاخی پوست را دارند؟ اگر نانوذرات به‌کار برده‌شده در ضدآفتاب‌ها توانایی نفوذ در غشاء میانی پوست را داشته باشند، می‌توانند مخاطره‌آمیز بوده و دارای اثرات سرطان‌زایی باشند. متأسفانه سمیت نانوذرات به‌وسیله‌ی واکنش‌پذیری سطحی آن تعیین می‌شود. واکنش‌پذیری سطحی نانوذرات ممکن است مانع دفع توسط مکانیسم ایمنی دفاعی طبیعی بدن انسان شود[۱۴].

عمده‌ترین خطر نانوذرات TiO_2 تخریب DNA سلول‌ها می‌باشد. به نظر می‌رسد که ذرات TiO_2 مورد استفاده در کرم‌های ضدآفتاب که دارای ابعاد کوچکی هستند می‌توانند پس از نفوذ در سلولها و در اثر فرآیند فتوکاتالیز باعث تخریب DNA شوند و در نتیجه این ترس و نگرانی وجود دارد که TiO_2 موجود در ضدآفتاب‌ها منجر به سرطان پوست شود[۹].

در سال ۱۹۹۷ دانفورد بیان کرد که هنگامی که پلاسمید DNA در معرض نور خورشید (UVA, UVB) در حضور ذرات TiO_2 قرار می‌گیرد، رادیکال هیدروکسیل ایجادشده که باعث تسریع شکستن ساختار DNA می‌شود[۱۵]. در سال ۲۰۰۲ Uchino و همکاران، تولید رادیکال هیدروکسیل به‌وسیله‌ی تابش UVA را در فرم‌های مختلف TiO_2 آزمایش کردند و متوجه شدند که تابش UVA در فرم‌های آناتاز باعث به‌وجودآمدن رادیکال هیدروکسیل

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2024-07-15]

می‌شود[۱۶]. هم‌چنین سمیت رادیکال هیدروکسیل در تخمدان موش چینی مورد آزمایش قرار گرفت که نشان‌دهنده‌ی حساسیت آن به میزان رادیکال هیدروکسیل بود[۱۶]. اخیراً Hidaka و همکاران، نشان دادند که رادیکال هیدروکسیل در حدود ۳۰ دقیقه پس از تابش در DNA به ریبوز، دیوکسی‌آدنوزین، گوانین و سایتیدین حمله می‌کند[۱۷]. به‌طور خلاصه باید گفت، TiO_2 به‌صورت ذره‌ای دارای خاصیت فتوکاتالیز می‌باشد که باعث تغییر در تعدادی از وظایف سلول می‌شود که شامل تغییر نفوذپذیری غشاء سلولی به کلسیم و پتاسیم، فتواکسیداسیون و تخریب RNA سلولی، DNA و پروتیین‌ها می‌باشد. به‌منظور کاهش فعالیت فتوکاتالیستی TiO_2 در بافت زنده، اغلب آن‌را جهت استفاده در محصولات آرایشی پوشش (coat) می‌دهند. به عنوان مثال سطح ذرات TiO_2 به‌وسیله‌ی سیلیکون، دایمتیکون و اکسید روی پوشش داده می‌شود[۴].

نتیجه‌گیری

استفاده از ضدآفتاب‌ها جهت جلوگیری از عوارض امواج UV الزامی است. در سال‌های اخیر به‌دلیل جذب ضدآفتاب‌های شیمیایی و خطر سمیت آن‌ها پزشکان تجویز ضدآفتاب‌های فیزیکی حاوی TiO_2 را ترجیح داده‌اند. با وجود مزایای زیاد این ترکیب، متأسفانه به جهت مقبول‌ترشدن فرمولاسیون، استفاده از نانوذرات TiO_2 گسترش یافت که به دلیل جذب پوستی، خود عامل ایجاد سرطان گردیده است. بنابر این مطمئن‌ترین راه برای رفع نگرانی‌ها درباره‌ی اثرات تخریبی TiO_2 بر اجزای سلول جلوگیری از نفوذ ذرات آن به لایه‌ی شاخی پوست و جلوگیری از آسیب به بافت زنده از طریق پوشش سطحی نانوذرات TiO_2 و یا استفاده از دی‌اکسیدتیتانیوم به‌صورت میکرونیزه می‌باشد. در نتیجه بایستی متذکر شد که ضدآفتاب‌های فیزیکی نانو، ترکیباتی بی‌اثر در پوست نیستند که فقط بازتاب و پراکندگی نور را انجام دهند.

References

1. Taylor C, Stern R, Leyden J. Photoaging/photodamage and photoprotection. J Am Acad Dermatol 1990; 22: 1-15.
2. Weinstock M. Cutaneous melanoma: public health approach to early detection. Dermatol Ther 2006; 19: 26-31.
3. Autier P, Doré J, Cattaruzza M. Sunscreen use, wearing clothes, and number of nevi in 6- to 7-year-old European children. J Natl Cancer Inst 1998; 90: 1873-80.
4. Baumann L, Saghari S, Weisberg E. Cosmetic Dermatology 2nd Ed. New York McGraw-Hill 2009: 245-55.
5. Poon T, Barnetson R, Halliday G. Prevention of immunosuppression by sunscreens in humans is unrelated to protection from erythema and dependent on protection from ultraviolet A in the face of constant ultraviolet B protection. J Invest Dermatol 2003; 121: 184-90.
6. Serpone N, Dondi D, Albini A. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and suncare products. Inorganica Chimica Acta 2007; 360: 794-802.
7. Word Health Organization International Agency for Research on Cancer, vol 93 Carbon Black, Titanium Dioxide, and Talc. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Lyon, France, 2010.
8. Diebold U. The Surface science of titanium dioxide. Surf Sci Rep 2003; 48: 53-229.
9. Wolf R, Wolf D, Morganti P, Ruocco V. Sunscreens. Clin Dermatol 2001; 19:452-9.
10. Gilbert E, Pirot F, Bertholle V, et al. Commonly used UV filter toxicity on biological

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2024-07-15]

functions: review of last decade studies. Int J Cosmetic Sci 2013; 35:208-19.

11. The European Cosmetic Association, Colipa, Safety for Success Dialogue. Ren, Nano-titanium dioxide in sunscreens, Brussels, 2009.
12. Chen X, Mao SS. Titanium dioxide nanomaterials: Synthesis, properties, modifications, and Applications. Chem Rev 2007; 107: 2891-959.
13. Churg A, Gilks B, Dai J. Induction of fibrogenic mediators by fine and ultrafine titanium dioxide in rat tracheal explants. Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol 1999; 277: 975-82.
14. Newman MD, Stotland M, Ellis JI. The safety of nanosized particles in titanium dioxide and zinc oxide based sunscreens. J Am Acad Dermatol 2009; 61: 685-92.
15. Dunford R, Salinaro A, Cai L, et al. Chemical oxidation and DNA damage catalyzed by inorganic sunscreen ingredients. FEBS Lett 1997; 418: 87-90.
16. Uchino H, Minamikawa-Tachino R, Kristia´n T, et al. Differential neuroprotection by cyclosporin A and FK506 following ischemia corresponds with differing abilities to inhibit calcineurin and the mitochondrial permeability transition. Neurobiol Dis 2002; 10: 219-33.
17. Hidaka H, Kobayashi H, Koike T, et al. DNA damage photoinduced by cosmetic pigments and sunscreen agents under solar exposure and artificial UV illumination. J Oleo Sci 2006; 55: 249-61.

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2024-07-15]

Titanium dioxide in sunscreen products

Saman Ahmad Nasrollahi, PharmD, PhD[1]
Hesam Alibakhshi, BSc[2]

1. Center for Research and Training in Skin Diseases and Leprosy, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Drug and Food Control, Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

The use of sunscreens should also be recommended in order to work against all kind of ultarviolet (UV)-induced skin damage such as photoallergies, skin wrinkles, sunburn or even skin cancer. Sunscreens contain chemical filters (organic; absorb regularly UVB radiation) and physical filters (e.g., TiO_2 and ZnO). The second group has been said to reflect and scatter UVB and UVA radiation. TiO_2 is also extensively used in sunscreen formulations as active broadband sunscreens that blocks both UVB (290–320 nm) and UVA (320–400 nm). Although titanium dioxide is listed as a safe pigment, with no known adverse effects when it is used in cosmetics, but we should concern about ultrafine or nanoparticle form of titanium dioxide. If titanium dioxide particles used to act as a sunscreen are small enough, they can penetrate the cells, leading to photocatalysis within the cell, and cause DNA damage after exposure to sunlight.

Keywords: sunscreens, ultraviolet radiation, titanium dioxide, nanoparticles

Received: Oct 9, 2013 Accepted: Nov 24, 2013

Dermatology and Cosmetic 2013; 4 (4): 218-225

Corresponding Author:
Saman Ahmad Nasrollahi, PharmD, PhD

Center for Research and Training in Skin Diseases and Leprosy
No. 415, Taleghani Ave, Tehran, 1416613675, Iran.
Email: snasrollahi@tums.ac.ir

Conflict of interest: None to declare

[Downloaded from jdc.tums.ac.ir on 2024-07-15]