

Nanodalelių prasiskverbimo per apsauginį odos barjerą spektroskopiniai tyrimai

Spectroscopic research of nanoparticles penetration through the skin barrier

Edita Jazdauskaitė, Vytautas Kulvietis, Ričardas Rotomskis

Vilniaus Universitetas, Fizikos Fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius

Vilniaus Universiteto Onkologijos Institutas, Biomedicininės Fizikos Laboratorija, P. Baublio 3b, LT-08406 Vilnius

edita.jazd@gmail.lt

Plečiantis nanotechnologijų mokslui, kartu auga ir nanodalelių (ND) gamybos pramonė, jų paplitimas ir kontakto su oda rizika. Kai kurios ND plačiai naudojamos dėl unikalių elektrooptinių savybių, pavyzdžiui, kvantiniai taškai (KT), kurie yra pagaminti iš sunkiųjų metalų. Tokių ND naudojimas gali būti rizikingas esant tiesioginiam kontaktui su oda, nes jiems patekus į organizmą, gali išsiskirti toksiški metalų jonai ir sukelti žalingą poveikį. Rizika išauga esant nepalankioms aplinkoms sąlygoms, kaip UVB spinduliuotei (280-320nm), kuri gali destabilizuoti ND ir pažeisti odą. Taigi, kartu odą veikiant UVB spinduliuote ir ND galima sukelti poveikį, kuris nepasireikš veikiant šiems faktoriams pavieniui.

Tyrimė naudotos skirtingos ND. Tai CdTe KT, dengti merkaptopropionine rūgštimi (CdTe-MPR), CdSe/ZnS KT, dengti amfifiliniu polimeru ir polietilenglikolio apvalkalu (CdSe/ZnS-PEG) bei fluorescuojantis dažas rodaminas B (RhB).

Rezultatai rodo, jog UVB spinduliuotė galimai pažeidė CdTe-MPR KT paviršių. Švitinimo metu gautas KT fotoluminescencijos (FL) intensyvumo augimas, poslinkis į trumpesnių bangų pusę ir FL spektro pusplėčio augimas, lyginant su kontrole tamsoje. Šie spektroskopiniai pokyčiai siejami su KT nestabilumu, polidispersiškumu ar galimai išsilaisvinusiais šerdies sunkiųjų metalų jonais [1]. Tuo tarpu CdSe/ZnS-PEG KT spektroskopinės savybės fotostabilumo tyrimo metu pasikeitė nereikšmingai. Taigi CdTe-MPR KT patekimas ant odos šviesos poveikyje tampa labai rizikingas – mažesnio dydžio fotoproduktai ar šerdies jonai gali prasiskverbti pro odą į organizmą. Spektroskopiniai abiejų KT tyrimai patvirtino literatūros duomenis [1], jog apsauginis ZnS kiautas aplink CdSe/ZnS KT šerdį suteikia geresnes spektroskopines savybes bei padidina KT fotostabilumą, apsaugo nuo oksidacijos lyginant su CdTe KT.

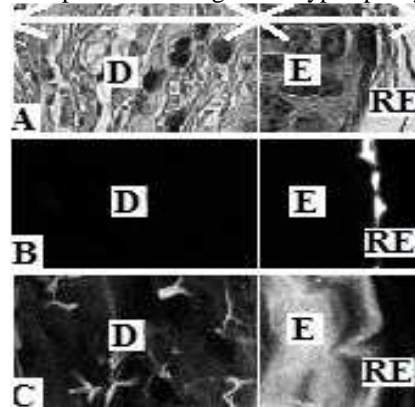
Histologiniai kontrolinių ir UVB spinduliuote paveiktų pelės odos preparatų stebėjimai atkleidė, jog UVB sukelia matomas odos pažaidas, tokias kaip piknotinių branduolių, vakuolių susidarymą epidermyje, apoptotinių ląstelių padaugėjimą dermoje, riebalinių liaukų suardymą, hiperemijos atsiradimą [2].

Fluorescencinė mikroskopija leido nustatyti, jog CdTe-MPR po odos preparatų paruošimo FL ND beveik neišlieka ir šie KT netinkami biologinių objektų vaizdinimui. CdSe/ZnS-PEG KT atveju FL buvo pakankama nustatyti jų lokalizacijai. Tiek kontroliniame, tiek UVB švitintame odos preparate, KT pasiskirstė ant raginio sluoksnio paviršiaus, paviršinėje plaukų kanalu

dalyje, odos įlinkiuose (1pav. B). Visgi UVB pažaidos buvo nepakankamos, kad KT prasiskverbėtų pro raginį epidermio sluoksnį į gilesnius audinius.

Užtepus RhB ant odos, dažas lengvai prasiskverbė pro raginį sluoksnį ir pasiskirstė ne tik visame epidermyje, bet ir dermoje (1pav. C). Čia ryškesnė RhB FL užfiksuota aplink plaukų folikulus, nes subėgęs į plaukų kanalus RhB lengviau prasiskverbė pro plonesnį plauko kanalo epidermio sluoksnį, lyginant su jo storiu odos paviršiuje. Tai rodo, kad mažos RhB molekulės priešingai nei KT nanokristalai gali lengvai pasiekti gilesnius odos audinius.

Tyrimai rodo, kad normaliomis aplinkos sąlygomis KT negali pro odos paviršių patekti į organizmą. Visgi, veikiant UVB, CdTe KT spektroskopinės savybės kinta ir tai rodo jų cheminį nestabilumą. Destabilizuoti KT ar mažesni jų fotoproduktai (panašaus dydžio junginiai kaip RhB), toksiški šerdies jonai gali prasiskverbti pro odą ir pasiekti kraujotakos ar limfos sistemas. UVB sukelia odos pažaidas, kurios papildomai mažina odos barjero funkcionavimą. Todėl bendras KT ir UVB spinduliuotės poveikis odai gali būti ypač pavojingas.



1 pav. ND susikaupimas odoje. A – šviesinis histologinio preparato vaizdas (D – derma, E – epidermis, RE – raginis epidermis); B – FL vaizdas, užtepus CdSe/ZnS-PEG KT; C – FL vaizdas, užtepus RhB dažą. KT stebimi tik RE sluoksnyje, o RhB įsiskverbia į gilesnius dermos sluoksnius.

Reikšminiai žodžiai: kvantiniai taškai, fotostabilumas, prasiskverbimas pro odą, UVB pažaidos, toksiškumas.

Literatūra

- [1] V. Kulvietis, G. Streckytė, R. Rotomskis, Lith J Phys., 51(2), 163–171 (2011).
- [2] R. Svobodova, A. Galandakova, J. Sianska et al., Arch Dermatol Res., 304(5), 407–412 (2012).