



Auringon UV-säteily ja sen vaikutukset terveyteen

Kari Jokela



Auringon UV-säteilyllä on monenlaisia haittavaikutuksia eläviin organismeihin. Niistä ihmiselle merkittävin on ihosyöpä, joka on jatkuvasti lisääntynyt valkoihoisen väestön asuttamissa maissa. Lisääntyminen on ollut toistaiseksi seurausta siitä, että muuttuneiden elintapojen mukana ihmiset altistavat ihoansa aiempaa vaarallisemmalla tavalla UV-säteilylle. Selvästi tärkein UV-säteilyn lähde on Aurinko, mutta myös solarium lisää merkittävästi käyttäjän saamaa UV-annosta.



Auringon UV-säteily on niin voimakasta, että hyvin harva eliömuoto maapallolla selviäisi hengissä, ellei ilmakehässä oleva otsonikaasu suodattaisi pois suurinta osaa haitallisimmasta UV-säteilystä. Ilman saasteiden aiheuttama otsonikerroksen oheneminen lisää lyhytaaltoista polttavaa UV-säteilyä maanpinnalla.



*Kuvassa 1 on havainnollistettu otsonikerroksen merkitystä UV-säteilyn vaimentajana. Ylin käyrä kuvaa Auringosta ilmakehän ylimpiin osiin tulevan säteilyn jakaumaa eri aallonpituuksilla eli niin sanottua spektristä irradianssia. Alimmat käyrät kuvaavat maanpinnalla havaittavan säteilyn jakaumaa, kun otsonimäärä on normaali tai vähentynyt 50 prosenttia. Ilmakehä vaimentaa säteilyä jonkin verran koko UV-alueella, mutta vaimeneminen on suhteellisen vähäistä pitkäaaltoisen UV-A-säteilyn alueella **320-400 nm (1000 nm = 0.001 mm)**. Lyhytaaltainen **UV-B-säteily (280-320 nm)** heikkenee voimakkaasti, mutta sitä tulee kuitenkin vielä merkittävästi maanpinnalle. Juuri tähän spektrin osaan otsonikerroksen muutokset vaikuttavat voimakkaasti.*



Pieneltä vaikuttava UV-B-säteilyn määrä on merkittävä, koska juuri näillä alle 320 nm:n aallonpituuksilla UV-säteily vaurioittaa erityisen tehokkaasti DNA-molekyylejä. Säteilyn biologinen vahingollisuus lisääntyy lähes tuhatkertaiseksi siirryttäessä 330 nm:n aallonpituudesta 300 nm:n aallonpituuteen. Niinpä esimerkiksi ihoa polttavasta Auringon UV-säteilystä noin 80 prosenttia tulee UV-B-alueelta siitä huolimatta, että maanpinnalla UV-B-säteilyn osuus on vain noin 5 prosenttia UV-säteilyn kokonaisuudesta. Painottamalla eri aallonpituuksia ihon palamisriskiydellä ja laskemalla eri aallonpituuksilla säteilyn irradianssi yhteen saadaan kätevä mittayksikkö UV-säteilyn terveyshaittojen arvioimiseksi.



Otsonikato



Maan pinnalta ja satelliiteista tehdyt mittaukset viittaavat siihen, että yläilmakehän otsonipitoisuus on vähentynyt 1970-luvun loppupuolelta lähtien. Otsonikato aiheutuu yläilmakehän saastumisesta pitkäikäisten klooriyhdisteiden kuten freonien vaikutuksesta. Otsonikato esiintyy kaikkialla maapallolla päiväntasaajaa ympäröiviä alueita lukuunottamatta. Tämä globaali otsonikato pahenee mentäessä pohjoiseen tai etelään napa-alueita kohti. Erityisen vakavaa otsonikato on ollut Etelämantereella loka-marraskuussa. Myös pohjoisella pallonpuoliskolla on esiintynyt ajoittaista otsonikatoa keväthalvella ja keväällä, mutta se on onneksi jäänyt huomattavasti vähäisemmäksi kuin Etelämantereella, mikä selittyy suureksi osaksi erilaisilla sääolosuhteilla.




Otsonikerroksen arvioidaan olevan ohuimmillaan vuosituhannen alussa, minkä jälkeen yläilmakehän arvioidaan 50 vuoden kuluessa palautuvan hitaasti ennalleen. Palautumisen edellytyksenä on, että otsonia tuhoavien aineiden käyttöä rajoittavia kansainvälisiä sopimuksia noudatetaan. Viime vuosina tehdyissä mittauksissa on havaittu, että pahimpien otsonituhoaineiden pitoisuuksien kasvu ilmakehässä on taittumassa 1990-luvun alusta lähtien.




Tiedetään varmasti, että polttava UV-säteily maanpinnalla lisääntyy otsonikerroksen ohentuessa. Jos otsonimäärä Suomen yllä vähenee keväällä ja kesällä 10 prosenttia, vuoden aikana kertyvä UV-annos kasvaa teoreettisten laskelmien perusteella noin 12 prosenttia. UV-säteilyn säännöllistä lisääntymistä ei ole kuitenkaan voitu varmentaa mittauksilla muualla kuin Etelämantereen otsoniaukon alla. Synnä ovat UV-







mittausten vähäinen lukumäärä, niiden heikko laatu ja säteilyn suuri luontainen vaihtelu, joka peittää alleen pienet muutokset. Suomessa Ilmatieteen laitos mittaa säännöllisesti useilla havaintoasemilla UV-säteilyä ja Säteilyturvakeskus kehittää tarkkoja säteilyn mittausten menetelmiä.




Ihon palaminen




UV-säteilyn aiheuttaman DNA-vaurion seurauksena voi olla solukuolema ja akuutti kudonvaurio tai toisaalta myöhemmin perimämuutosten kautta syntyvä syöpä. Onneksi UV-säteily ei pääse sisäelimiin asti, vaan sen suorat vaikutukset rajoittuvat iholle ja silmän eri osiin.




Tunnetuin UV-säteilyn vaikutus on ihon lievä palaminen auringossa eli eryteema. Se ilmenee punoituksena muutaman tunnin kuluttua altistumisesta. Värimuutos johtuu ihon pintaverisuonien laajentumisesta, joka puolestaan aiheuttaa sytokiinin ja muiden välittäjäaineiden erittymisestä säteilyn kohteeksi joutuneista ihon soluista. Kun iho palaa pahasti, esiintyy myös turvotusta, rakkuloiden muodostusta sekä kipua, ja mikroskooppisesti iholla voidaan havaita vaurioituneita ja kuolleita sarveissoluja. Palaminen tapahtuu usein epähuomiossa, koska ihminen ei pysty välittömästi aistimaan UV-säteilyä.




Useimmilla ihmisillä palamista seuraa muutaman päivän kuluttua ruskettuminen. Pysyvä rusketus syntyy, kun UV-B-säteily aiheuttaa ihon pigmenttisoluissa melaniini-nimisen väriaineen muodostumista ja melaniinia sisältävät pigmenttihiukkaset siirtyvät sarveissoluihin. Pikarusketuksen voi saada voimakkaasta UV-A-annoksesta, joka tummentaa nopeasti sarveissoluissa jo valmiina olevia pigmenttihiukkasia.



Ihmiset voidaan jakaa palamis- ja ruskettumisherkkyden perusteella neljään eri ihotyypiin. Oman ihotyypin määrittely ei kuitenkaan ole aivan suoraviivaista. Parhaiten se voidaan arvioida siitä, miten ruskettumaton iho reagoi keväällä lisääntyvään auringon valoon. Useimmat punatukkaiset, pisamaiset, "irlantilaisyypiset" ihmiset kuuluvat herkeimpään *ihotyypin I*, ja monet pohjoismaiset "pellavapäät" kuuluvat melko herkkään *ihotyypin II*. Näihin ihotyyppeihin, jotka palavat herkästi eivätkä rusketu kunnolla, kuuluu noin 30 % suomalaisista. Erityisesti heidän olisi hyvä välttää tarpeetonta UV-altistusta esimerkiksi solariumeissa ja aurinkorannoilla. Noin 60 % suomalaisista kuuluu *ihotyypin III*, joka kyllä palaa, mutta kehittää myös kesän kuluessa hyvän suojarusketuksen. Pieni osa väestöstämme (10 %) kuuluu kestävimpään *ihotyypin IV*.




Ruskettuminen ja siihen liittyvä ihon paksuuntuminen ovat luonnon suoja mekanismeja UV-säteilyä vastaan. Ne eivät sinällään ole haitallisia, mutta niiden käynnistyminen kertoo, että soluvaurioitakin on jo saattanut syntyä.




Vuosia jatkunut krooninen altistuminen Auringon tai solariumien säteilylle aiheuttaa iholla sidekudonvaurioita eli niin sanottua valoelastoosia. Tämä ilmenee ihon paksuuntumisena, uurteina sekä kimmoisuuden vähenemisenä. Iho alkaa näyttää ikäistään vanhemmalta. Valoelastoosissa vaurioituvat verinahassa olevat ihon sileyden ja kimmoisuuden määräävät elastiini- ja kollageenikuidut. Sekä UV-B- että UV-A-säteily aiheuttavat valoelastoosia. UV-A-säteilyn vaikutusta tehostaa se, että säteily tunkeutuu syvälle verinahaan.



UV-säteilyn vaikutukset silmään



Voimakas Auringon UV-B-säteily voi aiheuttaa silmän sarveiskalvon tulehdusta ja edistää harmaakaihia eli samentumien kehittymistä mykiöön. Sarveiskalvon tulehduksessa eli lumisokeudessa silmän sarveis- ja sidekalvon epiteelisolut ovat vahingoittuneet. Oireina ovat muun muassa sidekalvon punoitus, valonarkuus, lisääntynyt kyyneleritys, roskan tunne silmässä ja kipu. Sarveiskalvovaurio ilmenee, kun altistuksesta on kulunut kolmesta kahteentoista tuntia. Silmän epiteelikerroksen solujen nopean uudistumisen ansiosta oireet häviävät parissa päivässä. Pitkäaikainen UV-altistuminen voi aiheuttaa myös pysyviä sarveiskalvon rappeumia.



Tieto suurten UV-säteilyn kerta-annosten yhteydestä harmaakaihiin perustuu eläinkokeisiin. Vahingollisinta on UV-



B-säteily aallonpituudella 305-320 nm. Suurten kerta-annosten ohella myös pitkäaikaisen altistumisen UV-säteilylle arvellaan edistävän harmaakaihia. Auringon säteilyn yhteys ihmisten harmaakaihiin ei kuitenkaan ole täysin kiistaton.

Sairauden syntymiseen vaikuttavat muutkin tekijät, eikä harmaakaihin esiintyminen aina lisääny taivaalta tulevan Auringon säteilyn mukana, ja tilastollisten väestötutkimusten tulokset ovat olleet muutenkin ristiriitaisia. Ainakin osittain tämä voi selittyä sillä, että vaihteleva ympäristö vaikuttaa hyvin paljon silmän saamaan UV-annokseen. Suhteellisen pienikin maasta tuleva heijastuminen lisää silmäaltistusta paljon enemmän kuin ihoaltistusta (Kuva 2).

Harmaakaihin seurauksena on näön hidas heikkeneminen, koska mykiön solut eivät uusiudu. UV-säteilyn mahdollinen vaikutus harmaakaihin lisääntymiseen voi olla maailmanlaajuisesti merkittävää. Kehityksessä hoitomahdollisuudet ovat puutteellisia, ja harmaakaihi onkin siellä suurimpia syitä sokeutumiseen.

Ihosityöpä

Yleisimmät ihosityöpät, joilla tiedetään olevan yhteys UV-altistukseen, ovat tyvisolusyöpä eli basalioma, okasolusyöpä ja tummasolusyöpä eli melanooma. Näistä vaarallisin on herkästi etäpesäkkeitä lähettävä melanooma. Ihosityöpät ovat lisääntyneet 1950-luvun alusta lähtien. Elintapojen muutosten lisäksi muita syitä syöpien lisääntymiselle ei tiedetä. Muun muassa lomien pidentyminen ja etelänmatkat ovat lisänneet mahdollisuuksia auringonottoon. Myös kauneus- ja terveystäsitykset ovat olleet rusketusta ja auringonottoa suosivia jo 1920-luvulta lähtien. Vasta 1980-luvun lopulla suomalaiset alkoivat tiedostaa auringonottoon liittyvät vaarat.


Melanooma

Melanooma on viimeisten neljänkymmenen vuoden aikana yleistynyt kaikissa valkoihoisen väestön asuttamissa teollisuusmaissa siinä määrin, että voidaan puhua epidemiasta. Väestön vanhenemisenkin huomioonottaen tauti on Suomessa nyt noin viisi kertaa yleisempää kuin 1950-luvun alussa. Vuosittain melanoomaan sairastuu noin 500 ja kuolee noin 120 ihmistä. 1980- ja 1990-lukujen vaihteesta lähtien ovat melanoomaluvut osoittaneet merkkejä kasvun taitumisesta. Toistaiseksi ei tiedetä, onko muutos pysyvä ja mikä on sen syynä. Lisääntyvä tietoisuus auringonoton vaaroista ja 1990-luvun alkupuoliskolla vallinneen laman myötä tilapäisesti vähentynyt etelänmatkailu ovat voineet vähentää altistumista UV-säteilylle.

Melanooma on yleisimpiä nuorten aikuisten syöpiä jo 25-30 ikävuodesta lähtien. Sisällä työskentelevän, suhteellisen korkeasti koulutetun eteläsuomalaisen riski on suurempi kuin perinteisissä maaseutuammateissa toimivan henkilön riski.

Melanoomaa esiintyy kaikilla ihoalueilla, miehillä kuitenkin yleisimmin vartalossa ja naisilla alaraajoissa. Ihon jatkuva altistaminen UV-säteilylle esimerkiksi ulkotyössä ei näytä olevan suuri riskitekijä, mutta selvästi vaarallista on altistaa ruskettumatonta ihoa kerralla suurehkoille usein polttaville UV-säteilyn annoksille. Näinhän juuri tapahtuu, kun sisätyötä tekevä menee rannalle ensimmäisiä kertoja ottamaan aurinkoa. Tanskassa tehdyn tutkimuksen mukaan melanoomariski voi olla kolminkertainen, jos henkilö muistaa elämänsä aikana palaneensa pahasti yli viisi kertaa. Haitallista näyttää olevan ihon palaminen alle 15-vuotiaana. On kuitenkin huomattava, että palaminen sinällään ei ole välttämättä suuri syöpäriski. Se vain osoittaa, että on saatu suuri UV-annos. Ei ole mitään takeita siitä, että juuri ja juuri palamisrajan alapuolelle jäänyt UV-annos olisi harmiton.


UV-säteily on erityisen haitallista myös silloin, kun säteilylle altistuva kuuluu herkästi palavaan ihotyyppiin ja luomia on runsaasti. Jos pigmenttiluomia on yli 150, riski on noin kolminkertainen. Erityisesti huomiota kannattaa kiinnittää niin sanottuihin ärjyluomiin eli dysplastisiin neevuksiin. Ne ovat epätavallisia luomia, joille on ominaista epätasainen pigmentoituminen, taipumus tulehtua ja luomen rajan epätarkkuus. Jos tällaisia luomia on vain muutamiakin, voi riski olla viisinkertainen. Riski on hyvin suuri silloin, kun henkilöllä on ärjyluomia ja melanoomaa on esiintynyt lähisukulaisella. Myös ihotyyppi I ja II sekä pisamoitumisherkkyys lisäävät selvästi




sairastumisalttiutta.

Vaikka melanoomalla onkin huono maine, se voidaan useimmiten parantaa. Nykyisin Suomessa vain noin 20 prosenttia melanoomapotilaista kuolee tähän syöpään. Kuolleisuus on vähentynyt huomattavasti enemmän kuin sairastuvuus. Syinä tähän ovat parantunut hoito ja se, että ihmiset hakeutuvat aiempaa useammin riittävän ajoissa hoitoon.

Muut ihosyövät




Muita ihosyöpiä ovat karsinoomatyypiset okasolusyöpä ja tyvisolusyöpä. Näistä jälkimmäinen on yleisin syöpä Suomessa. Uusia tapauksia todetaan vuodessa noin 4000. Kyseessä on kuitenkin suhteellisen hyvänlaatuisen tauti, joka vain aniharvoin lähettää etäpesäkkeitä. Okasolusyöpään sairastuu Suomessa noin 500 ihmistä vuodessa. Etäpesäkkeet ovat mahdollisia, mutta vuodessa vain parikymmentä kuolee tähän syöpään Suomessa.




Okasolu- ja tyvisolusyövät ovat ensisijaisesti vanhojen ihmisten tauteja. Ne syntyvät pääasiassa kasvojen ja kaulan alueille. Tärkein syy onkin kymmenien vuosien altistuminen auringolle ulkotöissä. Melanooman tapaan sairastumisriskiä lisää kuuluminen ihotyppiin I tai II, palamisherkyys sekä pisamoitumisherkyys.


Syöpäriskiarvioita




Syöpätilastojen ja väestötutkimusten pohjalta on mahdollista arvioida karkeasti auringon UV-säteilyn ja sen lisääntymisen aiheuttamaa ihosyöpäriskiä. On hyvin mahdollista, että auringon säteily aiheuttaa Suomessa yli 70 prosenttia ihosyöivistä. Auringon aiheuttamiin ihosyöpiin arvioidaan kuolevan vuosittain 50-100 ihmistä.



Koska ihosyövät kehittyvät vuosikymmenien kuluttua altistumisesta (latenssiaika), otsoniohentumat eivät ole vielä merkittävästi lisääneet ihosyöpiä. On kuitenkin mahdollista, että muutamien vuosikymmenien päästä joissakin ihosyöpäluvuissa on "otsonikatolisää". Tyvi- ja okasolusyöpiä voisi silloin Suomessa olla 20-30 prosenttia enemmän kuin otsonimäärän ollessa normaali. Arviossa on oletettu, että UV-säteilyn määrä on todella lisääntynyt runsaat 10 prosenttia ja pysyy tällä tasolla vuosikymmeniä.




Otsonikadon vaikutuksen arvioimista vaikeuttaa melanoomien osalta se ettei tiedetä, kuinka herkästi melanooma reagoi lisääntyvään UV-B-säteilyyn. Lisäksi melanooma ei määräydy yhtä suoraviivaisesti elämän aikana kertyvästä UV-säteilyn kokonaisannoksesta kuin muut ihosyövät.




Melanooman kuten myös muiden ihosyöpien osalta on todennäköistä, että tulevaisuudessakin auringonottotavoilla ja UV-suojauksella on paljon suurempi merkitys kuin otsonikerroksen mahdollisella ohenemisella.


UV-säteily heikentää vastustuskykyä ja aktivoi viruksia















Viime vuosina on tutkittu UV-säteilyn vaikutuksia ihmisen vastustuskyvystä huolehtivaan immunologiseen järjestelmään. On todettu, että iholle tuleva UV-säteily heikentää vastustuskykyä varsinkin sellaisina annoksina, jotka aiheuttavat punoitusta. Heikentyminen voi kestää useita viikkoja altistumisen loppumisen jälkeen. Immunologiset vaikutukset eivät rajoitu pelkästään säteilyn kohteeksi joutuneeseen ihoalueeseen, vaan niitä voi ilmetä myös suojassa olevilla ihoalueilla ja valikoidusti koko immunologisessa järjestelmässä. Ihon pigmentaatio ja aurinkovoiteet eivät suojaa immunologisilta vaikutuksilta yhtä hyvin kuin palamiselta.



UV-säteilyn aiheuttaman vastustuskyvyn heikkenemisen merkitystä ihmisen terveydelle ei toistaiseksi tunneta kunnolla. Heikkeneminen voi mahdollisesti edistää ihosyöpien kehittymistä ja pahentaa bakteereista, viruksista ja trooppisista loiseläimistä peräisin olevia infektiotauteja.



UV-säteily voi myös aktivoida ihossa olevia viruksia kuten herpes- ja HI-virusta. Viruksen lisääntymistä edistää myös säteilyn aiheuttama ihon vastustuskyvyn paikallinen



heikkeneminen. HI-viruksen aktivoitumisesta UV-säteilyn vaikutuksesta ei kuitenkaan ole toistaiseksi kiistattomia todisteita.

Myös UV-A-säteily on haitallista

Eläimillä ja soluilla tehdyt tutkimukset osoittavat, että myös pitkäaaltoinen UV-A-säteily on haitallista. Vaikka sen biologinen teho onkin huomattavasti pienempi kuin lyhytaaltoisemman UV-B-säteilyn, niin auringon säteilyssä sitä on niin paljon, että määrä korvaa laadun. Jatkuva altistuminen voimakkaalle UV-A-säteilylle aiheuttaa tyvi- ja okasolutyyppisiä ihokasvaimia ja on mahdollisesti myös osallisena ihon rappeutumisessa, kuten edellä todettiin. Hyvin voimakas pitkäaaltoinen UV-säteily kykenee aiheuttamaan pysyviä DNA-vaurioita, mutta syövän kehitykselle merkittävämpiä saattavat olla sellaiset solussa tapahtuvat fysiologiset muutokset, jotka voivat kiihdyttää syövän kasvua ja leviämistä.

Säteilyturvakeskuksessa tutkitaan UV-A-säteilyn vaikutusta melanooman leviämiseen. Tutkimusprofessori Dariusz Leszczynskin johtamassa tutkimuksessa on havaittu, että säteilyttämällä melanoomasoluja UV-A-säteilyllä saadaan solujen pinnalla aikaan sellaisia muutoksia, jotka edistävät syöpäsolujen irtoamista kasvaimesta, siirtymistä verisuonen seinämän läpi verenkiertoon ja kiinnittymistä uuteen paikkaan. Huolestuttavaa on, että tällaisia vaikutuksia havaittiin jo niin pienillä säteilyannoksilla, joita voi helposti saada yhden päivän aikana Auringossa ja solariumissa.

Epäilyt UV-A-säteilyn haitallisuudesta ovat vaikuttaneet myös väestölle annettaviin UV-suojajohjeisiin. Aurinkovoiteet vaimentavat paljon heikommin UV-A-säteilyä kuin UV-B-säteilyä. Sen johdosta auringonottaja voi tietämättään lisätä saamaansa UV-A-annosta, koska pääasiassa UV-B-säteilystä aiheutuva palaminen ei varoita. Myös väestötutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että aurinkovoiteiden käyttö ei suojaa melanoomalta. Aurinkovoiteita ei pitäisikään koskaan käyttää auringonoton pidentämiseen.

Auringosta on myös hyötyä terveydelle

Jo kauan on tiedetty, että UV-säteily saa aikaan D-vitamiinin muodostusta iholla, mikä ehkäisee riisitaudin syntymistä. Tarvittava auringon säteilyn määrä on kuitenkin varsin pieni. Kolme kertaa viikossa 15 minuuttia käsille ja kasvoille riittää kesällä. D-vitamiinia saadaan myös ravinnosta. Normaalisti ruokavaliolla Suomessa elävä henkilö saa talvellakin riittävästi D-vitamiinia.

Eräiden ihotautien, kuten psoriasisin hoidossa käytetään UV-säteilyä tehokkaasti hyväksi. Lääkärin valvomasta hoidosta koituva hyöty on potilaalle huomattavasti suurempi kuin se haitta, joka aiheutuu ihosyöpärisikin pienestä lisääntymisestä.

Lopuksi


Auringosta ja solariumeista peräisin oleva UV-säteily sekä sen vaikutukset terveyteen ovat merkittävimpiä elinympäristössämme vaikuttavia säteilyhaittoja. Terveyshaitat ovat kuitenkin suurelta osin seurausta kulttuurissamme vallitsevista elämäntavoista ja siten niitä voidaan myös tehokkaasti vähentää sopeutumalla paremmin vallitsevaan UV-ympäristöön.

Valtaosa ihmisistä voi edelleenkin nauttia kesäauringon lämmöstä kunhan


- totuttaa hitaasti ihonsa keväällä lisääntyvään UV-säteilyyn
- rajoittaa lekottelua aurinkorannalla
- suojaa ihonsa ja tarvittaessa silmänsä
- ei käy solariumissa.

Tavanomaista tarkempi kannattaa olla jos


- on alle 18-vuotias
- iho on herkkä palamaan ja ruskettuu huonosti

- 
- on ollut Auringossa samana päivänä
 - käyttää UV-säteilylle herkistäviä lääkkeitä
 - iholla on paljon luomia
 - lähisukulainen on sairastanut ihosyövän.


KIRJALLISUUTTA



Longstreth J. D., de Gruijl F. R., Kripke M. L., Takizawa Y, van der Leun J. C. (1995): Effects of increased solar ultraviolet radiation on human health. *Ambio*; 24: 153-165.



Board statement on effects of ultraviolet radiation on human health and health effects from ultraviolet radiation. Report of an advisory group on non-ionising radiation. National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxon, vol 6 no. 2 1995.



Kuusisto E., Kauppi L., Heikinheimo P (toim.) (1996): *Ilmastonmuutos ja Suomi*. Yliopistopaino, Helsinki.

Jalarvo V. (1999): Solariumit ja niiden UV-säteily. STUK tiedottaa 2/99, Säteilyturvakeskus, Helsinki

Kirjoittaja on tutkimusprofessori Säteilyturvakeskuksen Ionisoimattoman säteilyn laboratoriossa. Kirjoitus perustuu esitelmään Tieteen päivillä 2001.

