



Oamk Journal

Oulun ammattikorkeakoulun julkaisuja

Tämä on alkuperäisen artikkelin rinnakkaistallenne. Rinnakkaistallenne saattaa erota alkuperäisestä sivutukseltaan ja painoasultaan.

This is an electronic reprint of the original article. This version may differ from the original in pagination and typographic detail.

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä/Please cite the original version:

Oja, M., Holappa-Girginkaya, J., Mattila, T. & Marttila-Tornio, K. 2022. UV-C-valo avuksi hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisemisessä. Oamk Journal 11/2022. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2022022120016>

UV-C-valo avuksi hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisemisessä

21.2.2022 - Oja Marketta, Holappa-Girginkaya Jaana, Mattila Tutta, Marttila-Tornio Kaisa

Hoitoon liittyvät infektiot muodostavat selkeän riskin potilaille pitkittyneiden sairaalahoitojen ja suuremman kuolleisuuden vuoksi. Infektiot ovat usein vaikeita hoitaa niiden hankalan patogeenesisen ja rajallisten hoitomahdollisuuksien vuoksi. Nykyisten käytössä olevien infektioiden ehkäisy- ja hoitokeinojen rinnalle on keksittävä uusia keinoja, jotta tähän maailmanlaajuiseen ongelmaan voidaan vastata. Voisiko UV-C-valosta löytyä apua tähän kasvavaan kansanterveydelliseen uhkaan?

Tavallisimpia hoitoon liittyvien infektioiden taudinaiheuttajia ovat yleisimmin käytetyille antibiooteille resistentit bakteerit, kuten vankomysiiniresistentit enterokokit (VRE), metisilliinille resistentti stafylokokki aureus (MRSA), Clostridium difficile ja lukuisat gramnegatiiviset sauvabakteerit, jotka voivat säilyä sairaalan pinnoilla päivistä kuukausiin [1] [2] [3].

Antibioottiresistenssin kasvaminen on yksi ihmiskunnan suurimpia ongelmia. Syitä tähän on antibioottien helppo saatavuus maailmalla ja se, että esimerkiksi Yhdysvalloissa saatavilla olevista antibiooteista jopa 80 prosenttia käytetään ihmisten infektioiden hoidon sijasta tuotantoeläinten kasvatukseen ja terveenä pitämiseen. Kansainvälinen matkustus helpottaa resistenttien kantojen leviämistä maailmanlaajuisesti, koska bakteerit pystyvät luomaan uusia vastustuskykyisiä kantoja ennennäkemättömällä vauhdilla jakaessaan geneettistä materiaalia keskenään. [3]

Erytisesti MRSA:n aiheuttamat infektiot ovat suuri taakka terveydenhuollossa. Infektiot vaihtelevat lievistä iho- ja virtsatieinfektioista aina vakaviin leikkausalueen märkäisiin tulehduksiin, keuhkokuumeeseen, sepsikseen ja kuolemaan. [2] [4] Haitallisten komplikaatioiden lisäksi kyseiset infektiot aiheuttavat merkittäviä kustannuksia terveydenhuoltojärjestelmään. Niiden kustannusvaikuttavuutta on

haasteellista arvioida tarkasti, mutta esimerkiksi jo vuonna 2013 Yhdysvalloissa suorat ja ei-suorat hoitoon liittyvien infektioiden kustannukset yhteiskunnalle olivat arviolta noin 96–147 miljardia Yhdysvaltain dollaria. [5] Vuonna 2012 pelkästään MRSA:n aiheuttamien infektioiden kokonaislisäkustannukset Yhdysvaltojen terveydenhuollolle olivat pelkästään 9,7 miljardia dollaria. [1] [6]

Kaikki objektit, jotka joutuvat kosketuksiin sairaaloissa, ovat mahdollisia mikro-organismien kantajia ja toimivat kuljettajina bakteerien levittämisessä.

Hoitohenkilökunnan kädet ovat antibiooteille moniresistenttien ongelmabakteerien tartuntojen levittämisen päätartuntareitti. Kontaminaation voi saada esimerkiksi mikrobeja sisältävistä matkapuhelimista (kuva 1), tietokoneen näppäimistöä, instrumenteista, potilaan valvontalaitteista, hengityskoneesta ja iv-pumpuista huolimatta siitä, että huoneeseen tultaessa noudatettaisiinkin käsihygieniaa. [1] [7]

Stetoskooppi – lääketieteen ja terveydenhuollon symboli – on myös yksi hoitoon liittyvien infektioiden mikro-organismien kantaja sekä tunnettu kontaminaatiolähde. [7]



KUVA 1. UV-C valoa voi käyttää esimerkiksi mikrobien torjuntaan matkapuhelimesta (kuva: Ledfuture, 2022)

Suurin osa kirurgisten alueen infektiosta epäillään johtuvan kirurgisten toimenpiteiden aikana haavaan ilmassa aerosolina laskeutuvista bakteereista. Ilmassa on valtava määrä hiukkasia, jotka laskeutuvat tyyppillisten leikkaussalitoimenpiteiden, kuten leikkauspuvun avaaminen ja pukeminen sekä käsineiden riisuminen, aikana henkilökunnan vaatteisiin tai instrumentteihin ja siirtyvät sitä kautta leikkaushaavaan. [4]

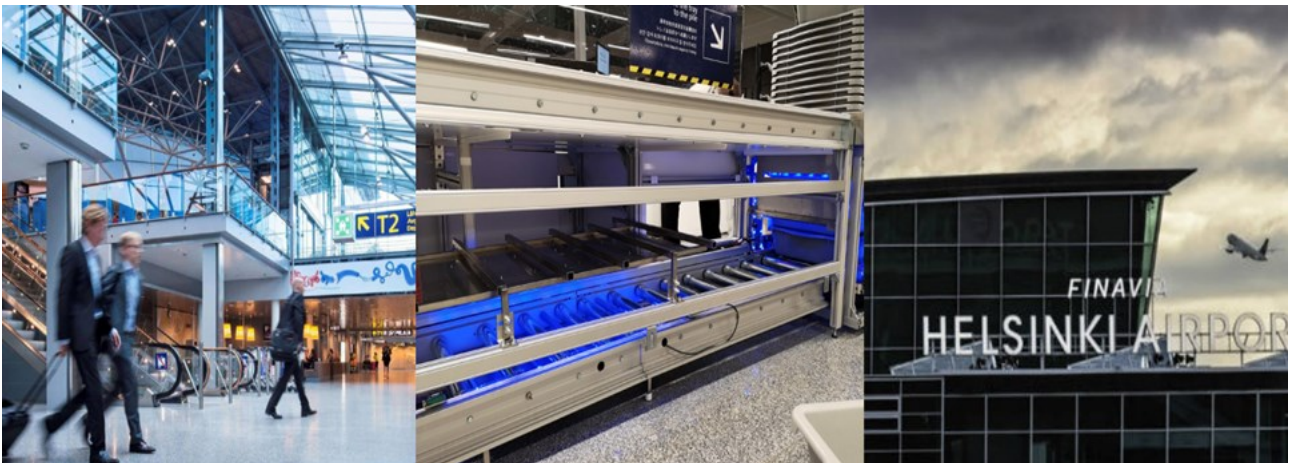
Taudinaiheuttajat voivat nousta ilmaan pinnoilta kuukausienkin päästä, joten ilman puhdistaminen vaikuttaa myönteisesti kontaminaatioiden vähenemiseen [8]. Hoitoon liittyvien infektioiden lisäksi sairaalan ilmassa leviävät mikrobitaudit tuovat suuria terveyshaasteita. Ilmateitse aerosolina ihmisten välillä hengityspisaroiden infektioiden leviäminen on hyvin dokumentoitu esimerkiksi influenssan, tuberkuloosin ja SARS-CoV-2 kohdalla. [9] [8] [10]

Ympäristön riittävä ja tarpeeksi perusteellinen puhdistus sekä käsienpesu ovat välttämättömiä ja ensisijaisia tapoja vähentää taudinaiheuttajien siirtymistä sekä ehkäistä hoitoon liittyviä infektiota. [11] [12] Nämä eivät usein kuitenkaan yksistään riitä, koska valitettavasti strategiat, aseptiikan tietoisuus ja ohjeiden noudattamiset vaihtelevat yksiköittäin. Useat tutkimukset myös osoittavat, että manuaalisen kliinisten alueiden kemiallinen puhdistus jättää jälkeensä vielä jäännöskontaminaatiota pintoihin. [12] [6] [13]

UV-C-valolla lupaava potentiaali taudinaiheuttajien eliminoimisessa

UV-C-valoa on käytetty ympäri maailmaa vuosikymmenten ajan mikrobien torjuntaan [3] [4]. Vaihtoehtoisista antimikrobisista, ei-antibioottisista, toimintatavoista terveydenhuollossa on tullut tutkijoiden tutkimusintressejä maailmalla [9] [16] [3]. UV-C-valo on yksi houkuttelevimmista desinfiointi- ja infektioiden ehkäisymenetelmistä. Viime vuosina sitä on käytetty aktiivisesti esimerkiksi potilashuoneiden ja leikkaussalien desinfiomisessa, koska on havaittu, että mahdolliset haittavaikutukset ovat suhteellisen pieniä verrattuna sen korkeaan aktiivisuuteen taudinaiheuttajien eliminoimisessa. [16] [17]

UV-C-valon käytöllä ehkäistään tautien leviämistä, infektioiden aiheuttamia komplikaatioita, kustannuksia ja parhaimmassa tapauksessa ihmisten kuolemia [12]. UV-C-valoa käytetään terveydenhuollon pintojen desinfiointiin lisäksi muun muassa lentokentillä (kuva 2) turvatarkastuslaatikoiden, lentokoneen sisätilojen, liukuportaiden käsihihnojen sekä työpaikoilla yhteisten älylaitteiden puhdistukseen. Tämän lisäksi UV-C-valoa hyödynnetään desinfiointitarkoituksessa esimerkiksi uima-altaissa, julkisissa kulkuvälineissä, ambulansseissa (kuva 3), veden puhdistuksessa ja ruokateollisuudessa. [18] [19]



KUVA 2. UV-C valon avulla pintoja voidaan desinfioida esimerkiksi lentokentillä (kuva: Ledfuture, 2022)



KUVA 3. UVC-valoa voidaan käyttää myös ambulanssin desinfiointiin (kuva: Ledfuture, 2022)

UV-C-valon desinfiointi perustuu kohteen valaisimiseen tarkoituksenmukaisella aallonpituudella sekä säteilyajalla ja sopivalla etäisyydellä lähteestä osoitettuun objektiin. Mekaanisella puhdistuksella ja tavanomaisilla hoidoilla ei päästä bakteereita tuhoamaan esimerkiksi ihmisten haavoista tai sydämeen vietävistä katetreista, joihin ne usein aiheuttavat ongelmia. Näin ollen tutkimusskaalaa

suunnataan uudelleen. Hyvin innovatiivisia ovat valoon perustuvat lähestymistavat, joissa inaktivoidaan patogeeniset ja vastustuskykyiset mikrobit myös elävästä kudoksesta ilman kudonvaurioita. Voitaisiko UV-C-valoa hyödyntää terveydenhuollossa tilojen lisäksi myös kliinisessä potilaiden hoidossa ja pinnallisissa infektioissa? [9] [16]

Maailmalla UV-C-valoja desinfiointiin käyttävät sairaalat ovat vähentäneet infektioista johtuvia pitkittyneitä sairaalassaoloaikoja, kuolleisuutta sekä näitä ympäristövälikkeisiin tartuntareitteihin liittyviä infektioita. [12] On olemassa selkeitä todisteita siitä, että esimerkiksi leikkauksen aikana leikkauskohdan yli suunnatulle UV-C-valolle altistuminen on johtanut kirurgisten haavainfektioiden laskuun, bakteerien ilmaantuvuuden laskuun ilmassa ja leikkausten jälkeiseen sepsislukujen korrelaatioon. [4]

Bakteerikuorman selkeää ja osittain myös tilastollisesti merkittävääkin vähentymistä UV-C-valolle altistuksen jälkeen osoittivat myös kaikki tutkimukset eri asteisesti kirjallisuuskatsauksessa. Kaikkiin bakteereihin ei UV-C-valo saavuttanut samanlaista vaikutusta. Tuloksiin vaikuttaa se, millaista UV-C-valoa säteilytyksessä käytettiin, minkälaisella teholla säteilytettiin, mikä säteilytyksen objekti oli sekä kuinka pitkä säteilytyksen vaikutusaika oli. UV-C-valon eduksi nousi myös se, että bakteerit eivät kehitä UV-C-valolle yhtä helposti resistenttiyttä kuin esimerkiksi antibiooteille.

Erittäin aktiivinen UV-C-valo pystyy tuhoamaan ja inaktivoimaan kaiken tyyppisiä mikrobeja [3]. UV-C-valon käyttö on ollut rajallista, koska läheltä käytettynä sekä tietyillä aallonpituuksilla säteilyttämällä se on karsinogeenista, perimää ja silmiä vahingoittavaa sekä sytotoksista myös ihmisille [9]. Kuitenkin, kun UV-C-valon aallonpituutta lasketaan 207–222 nanometriin, useat tutkijat kertovat UV-C-valolla olevan huomattavasti vähemmän haittavaikutuksia. [16] [3] [4]

UV-C-valon käytössä yksi tärkeimpiä kysymyksiä onkin, voidaanko sitä varmasti käyttää turvallisesti ihmisten ollessa samaan aikaan samassa tilassa tai potilaan hoidossa aiheuttamatta peruuttamatonta vahinkoa myös ihmisen DNA:lle ja isäntäsoluille? [16]

UV-C-säteilylle altistuminen on luonnollisesti huolenaihe, koska laitetta käytetään samassa tilassa ihmisten kanssa. Yleensä huoneiden säteilytykseen tai laitteiden säteilytykseen käytettävät valot on kuitenkin ohjelmoitu sammumaan automaattisesti, jos tilassa havaitaan liikettä tai esimerkiksi näppäimistöä käytetään. Lisätutkimuksia tarvitaan vielä, jotta voitaisiin varmistua aallonpituuden 207 nanometriä tai 222 nanometriä turvallisuudesta käytännössä potilaan hoidossa tai ihmisten ollessa UV-C-valon desinfioidessa läsnä samassa tilassa. [3] [20]

Infektioiden ehkäisymenetelmien kehittämistä jatkettava

Tämä artikkeli perustuu YAMK-opinnäytetyöhön, joka toteutettiin integratiivisena kirjallisuuskatsauksena UV-C-valon vaikuttavuudesta hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisyssä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa erityisesti terveydenhuollossa toimiville henkilöille lisätietoa vaihtoehtoisista desinfiointimenetelmistä nykyisten käytössä olevien puhdistusmenetelmien rinnalle. Tavoitteena oli myös olla apuna kehittämässä infektioiden ehkäisyä eri yksiköissä.

Terveydenhuollon laitosten tulisi ymmärtää ja ottaa erittäin vakavasti nykyinen mikrobilääkeresistenssiongelma sekä hoitoon liittyvät infektiot. Pahimmillaan hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttaja voi olla bakteeri, joka ei ole herkkä millekään kliinisesti saatavalla olevalle mikrobilääkkeelle. Tämä saa aikaan pelon, että palaamme lääketieteessä aikaan, jolloin haavat ja leikkaukset johtivat vielä kuolemaan hallitsemattoman infektion vuoksi. [16] [8] [21]

UV-C-valomenetelmän käyttöönoton vaikuttavuudet, vaikutukset sekä kustannushyödyt potilaille, terveydenhuollolle ja yhteiskunnalle ovat erittäin mielenkiintoiset. Leikkaussalien, potilashuoneiden pintojen ja laitteiden, kuten matkapuhelinten ja stetoskooppien, päivittäinen desinfiointi olisi tärkeää ottaa rutiinitoimenpiteeksi nykyisten puhdistusmenetelmien rinnalle. UV-C-valon käyttö toisi tähän ratkaisun. [7] [20]

Vaikka UV-C-valo onkin itsessään tehokas puhdistaja, on muistettava, etteivät tutkijat kuitenkaan suosittele manuaalisesta puhdistuksesta luopumista kokonaan

[1]. UV-C-valoa käyttöön ottaessa pitää huomioida hyvin tarkasti valmistajan ohjeistukset kyseisestä UV-C-valosta ja kouluttaa henkilökunta etukäteen oikeanmukaista ja turvallista käyttöä varten.

Oja Marketta, sairaanhoitaja (AMK)

Oulun ammattikorkeakoulu, opiskelija sosiaali- ja terveysalan johtamisen tutkinto-ohjelmassa (YAMK)

Holappa-Girginkaya Jaana, lehtori

Oulun ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysalan yksikkö

Mattila Tutta, lehtori

Oulun ammattikorkeakoulu, Kielikeskus

Marttila-Tornio Kaisa, lehtori

Oulun ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysalan yksikkö

Artikkeli perustuu opinnäytetyöhön:

Oja, M. 2022. UV-C-valon vaikuttavuus hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisyssä. Integriivinen kirjallisuuskatsaus. Oulun ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysalan johtaminen. Opinnäytetyö. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202201131263>

Lähteet

[1] Gostine, A., Gostine, D., Donohue, C. & Carlstrom, L. 2016. Evaluating the effectiveness of ultraviolet-C lamps for reducing keyboard contamination in the intensive care unit: A longitudinal analysis. American Journal of Infection Control 44 (10), 1089–94. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.06.012>

[2] Anttila, V-J. 2020. Hoitoon liittyvät infektiot. Hakupäivä 15.11.2020. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01042

- [3] Hamblin, M. R. & Abrahamse, H. 2018. Can light-based approaches overcome antimicrobial resistance? *Drug Development Research* 80 (1), 48–67. Hakupäivä 19.1.2021. <https://doi.org/10.1002/ddr.21453>
- [4] Ponnaiya, B., Buonanno, M., Welch, D., Shuryak, I., Randers-Pehrson, G. & Brennen, D. J. 2018. Far-UVC light prevents MRSA infection of superficial wounds in vivo. *PLoS One* 13 (2), e0192053. Hakupäivä 1.11.2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192053>
- [5] Marchetti, A. & Rossiter, R. 2013. Economic burden of healthcare-associated infection in US acute care hospitals—societal perspective. *Journal of Medical Economics* 16 (12), 1399–404. Hakupäivä 2.1.2022. <https://doi.org/10.3111/13696998.2013.842922>
- [6] Jinadatha, C., Villamaria, F. C., Restrepo, M. I., Ganachari-Mallappa, N., Liao, I.-C., Stock, E. M., Copeland, L. A. & Zeber, J. E. 2015. Is the pulsed xenon ultraviolet light no-touch disinfection system effective on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the absence of manual cleaning? *American Journal of Infection Control* 43 (8), 878–81. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.04.005>
- [7] Messina, G., Burgassi, S., Messina, D., Montagnani, V. & Cevenini, G. 2015. A new UV-LED device for automatic disinfection of stethoscope membranes. *American Infection Journal* 43 (10), E61-E66. Hakupäivä 19.1.2022. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.06.019>
- [8] Ethington, T., Newsome, S., Waugh, J. & Lee, L. D. 2018. Cleaning the air with ultraviolet germicidal irradiation lessened contact infections in a long-term acute care hospital. *American Journal of Infection Control* 46 (5), 482–6. Hakupäivä 15.9.2021. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.11.008>
- [9] Welch, D., Buonanno, M., Grilj, V., Shuryak, I., Crickmore, C., Bigelow, A. W., Randers-Pehrson, G., Johnson, G. W. & Brenner, D. J. 2018. Far-UVC light: A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases. *Scientific Reports* 9 (8), 2752. Hakupäivä 19.1.2022. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21058-w>

- [10] Gidari, A., Sabbatini, S., Bastianelli, S., Pierucci, S., Busti, C., Bartolini, D., Stabile, A. M., Monari, C., Galli, F., Rende, M., Cruciani, G. & Francisci, D. 2021. SARS-CoV-2 Survival on Surfaces and the Effect of UV-C Light. *Viruses* 13 (3), 408. Hakupäivä 20.10.2021. <https://doi.org/10.3390/v13030408>
- [11] Lumio, J. 2019. Infektioiden tartunta, taudin synty ja leviäminen. Hakupäivä 19.1.2022. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00569#s1
- [12] Napolitano, N., Mahapatra, T. & Weiming, T. 2015. The effectiveness of UV-C radiation for facility-wide environmental disinfection to reduce health care-acquired infections. *American Journal of Infection Control* 43 (12), 1342–6. Hakupäivä 19.1.2022. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.07.007>
- [13] Shaikh, A. A., Ely, D., Cadnum, J. L., Koganti, S., Alhmidi, H., Sankar C., T., Jencson, A. L., Kundrapu, S. & Donskey, C. J. 2016. Evaluation of a low-intensity ultraviolet-C radiation device for decontamination of computer keyboards. *American Journal of Infection Control* 44 (6), 705–7. Hakupäivä 19.1.2022. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.11.025>
- [14] Signify. 2020. Signify and Boston University validate effectiveness of Signify's UV-C light sources on inactivating the virus that causes COVID-19. Hakupäivä 19.1.2022. <https://www.signify.com/global/our-company/news/press-releases/2020/20200616-signify-boston-university-validate-effectiveness-signify-uv-c-light-sources-on-inactivating-virus-that-causes-covid19>
- [15] Raeiszadeh, M. & Adeli, B. 2020. A Critical Review on Ultraviolet Disinfection Systems against COVID-19 Outbreak: Applicability, Validation, and Safety Considerations. *ACS Photonics*, 0c01245. Hakupäivä 19.1.2022. <https://dx.doi.org/10.1021%2Facsphotonics.0c01245>
- [16] Yin, R., Dai, T., Avci, P., Jorge, A. E. S., de Melo, W. C. M. A., Vecchio, D., Huang, Y-Y., Gupta, A. & Hamblin, M. R. 2013. Light based anti-infectives: ultraviolet C irradiation, photodynamic therapy, blue light, and beyond. *Current Opinion in Pharmacology* 13 (5), 731–62. Hakupäivä 19.1.2022. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2013.08.009>

[17] Malhotra, S., Wlodarczyk, J., Kuo, C., Ngo, C., Glucoft, M., Sumulong, I., Smit, M. A. & Bender, J. M. 2020. Shining a light on the pathogenicity of health care providers' mobile phones: Use of a novel ultraviolet-C wave disinfection device. American Journal of Infection Control 48 (11), 1370–4. Hakupäivä 19.1.2022. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.05.040>

[18] Philips Lighting. 2020. Desinfiointi valon voimalla. Puhdistaa tehokkaasti ilman, pinnat, esineet ja veden. Hakupäivä 19.1.2022. <https://www.lighting.philips.fi/tuotteet/uv-c>

[19] Finavia. 2020. Finavia aloittaa UVC-tekniikan pilotoinnin – desinfioitu turvatarkastuskaukalo jokaisella käyttökerralla. Lehdistötiedote 3.9.2020. Hakupäivä 19.1.2022. <https://www.finavia.fi/fi/uutishuone/2020/finavia-aloittaa-uv-c-tekniikan-pilotoinnin-desinfioitu-turvatarkastuskaukalo>

[20] Kaiki, Y., Kitagawa, H., Hara, T., Nomura, T., Omori, K., Shigemoto, N., Takahashi, S. & Ohge, H. 2020. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus contamination of hospital-use-only mobile phones and efficacy of 222-nm ultraviolet disinfection. American Journal of Infection Control 49 (6), 800–3. Hakupäivä 19.1.2022. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.11.011>

[21] Bell, S. G. 2003. Antibiotic resistance: is the end of an era near? Neonatal Network 22 (6), 47–54. Hakupäivä 19.1.2022. <https://doi.org/10.1891/0730-0832.22.6.47>

METATIEDOT

Tyyppi: Artikkel

Julkaisija: Oulun ammattikorkeakoulu

Julkaisunumero: 11/2022

Julkaisuvuosi: 2022

Tekijätiedot: Oja Marketta, Holappa-Girginkaya Jaana, Mattila Tutta, Marttila-Tornio Kaisa

Oikeudet: CC BY-SA 4.0

Kieli: suomi

Pysyvä osoite: <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2022022120016>

Tiivistelmä: Hoitoon liittyvät infektiot ovat maailmanlaajuinen kansanterveydellinen uhka,

jotka muodostavat selkeän riskin potilaille pitkittyneiden sairaalahoitojen ja suuremman kuolleisuuden vuoksi. Nämä infektiot ovat usein haastavia hoitaa vaikean patogeneesin ja rajallisten hoitomahdollisuuksien vuoksi. Lisäksi hallitsemattomasti kasvava antibioottiresistenssi ja COVID-19 kaltaiset pandemiat ovat saaneet tutkijat etsimään uusia keinoja nykyisten käytössä olevien ehkäisy- ja hoitokeinojen rinnalle, millä voidaan vastata näihin globaaleihin ongelmiin. Vaihtoehtoisista antimikrobisista, ei-antibioottisista toimintatavoista on tullut tutkijoiden tutkimusintressejä. UV-C-valo on yksi houkuttelevimmista uusista desinfiointi- ja infektioiden ehkäisymenetelmistä. UV-C-valon käytöllä ehkäistään tautien leviämistä, infektioiden aiheuttamia komplikaatioita, kustannuksia ja parhaimmassa tapauksessa ihmisten kuolemia.