

Ympäristön lääkejäämät: toivoa on, tietoa vain rajallisesti

Lääkkeet ja ympäristö -teemanumeroa on valmisteltu COVID-19-pandemian koetellessa meitä ihmisiä, yhteiskuntia ja terveydenhuoltoa kaikkialla. Koronaviruksen arvaamattomuus on hetkellisesti siirtänyt lääkkeiden ympäristövaikutuksia koskevan keskustelun taka-alalle, kun huoli ihmiskunnan terveydestä ja pandemian hoitoon käytetyn lääkityksen tehosta ja turvallisuudesta on noussut etusijalle. Tilastot puhuvat kuitenkin myös toista kieltä: Euroopassa koronakuolleisuus on koetellut erityisesti tiheään asuttuja maita, joissa ympäristön mikrobilääkejäämät ja niiden aiheuttamat terveysriskit on laskennallisesti todettu merkittäviksi (Oldenkamp ym. 2013). Sattumaa tai ei, lääke-resistenttien sairaalabakteerien aiheuttamat infektiot ovat yksi COVID-19-kuolemiin johtaneista syistä (mm. Yang ym. 2020). Vaikka maailmanlaajuisen mikrobilääkeresistenssin kipupisteet ovatkin lääke- raaka-ainetuotannon keskittymisen seurauksena pääasiassa Aasiassa (Larsson 2014), aiheuttavat ympäristön mikrobilääkejäämät huolta kaikkialla. Useat tämän teemanumeron alkuperäisartikkeleista tarkastelevat mikrobilääkejäämien poistamista jätevesistä sekä niiden esiintymistä ja haittavaikutuksia pintavesissä (mm. Äystö, Kairigo ja Pihlaja kollegoineen). Puhdistetun jäteveden käyttö kasteluvetenä on arkipäivää Euroopan kuivilla alueilla, mikä lisää riskiä lääkejäämien rikastumiseen hyötykasveissa (Oldenkamp ym. 2013). Kehittyvissä maissa puutteellinen sanitaatio saattaa johtaa riskirajan ylittäviin mikrobilääkejäämiin myös pintavesissä. Kairigon ja kollegoiden

keräämän aineiston perusteella riski vastustuskykyisten mikrobikantojen syntyyn on huomattavan suuri muun muassa Keniassa ja Sambiassa. Suomessa tällainen riski on toistaiseksi vielä alhainen.

Ympäristössä esiintyy myös laaja kirjo lääkeainejäämiä, jotka voivat haitata esimerkiksi vesieliöiden lisääntymistä tai muita elintoimintoja. Keskustelu lääkkeiden käytön ympäristövaikutuksista keskittyy vahvasti vesistöjen lääkeainejäämien mittaamiseen ja niiden aiheuttamien haittojen ennustamiseen (Sikaniemi ym. 2020). Lääkeaineiden ympäristöön kulkeutumisesta, pysyvyydestä ja vaikutuksista erityisesti maaperän ekosysteemeihin on tutkittua tietoa niukasti. Ahkola työtovereineen on laatinut tähän teemanumeroon katsauksen ympäristöriskin arvioinnin epävarmuuslähteistä ja tieteellisen kommentin runsasravinteisen puhdistamolietteen hyötykäytön haasteista. Vielä emme osaa suunnitella lääkeaineita siten, että ne varmasti hajoaisivat haitattomiksi aineiksi jätevedenpuhdistamoilla tai ympäristössä. Arvioiden mukaan valtaosa ympäristön lääkeaineista syntyy lääkkeiden käytöstä, ja jopa 90 prosenttia lääkeaineista on ympäristössä pysyviä tai hyvin hitaasti hajoavia (www.fass.se). Väestönkasvun, ikääntymisen ja kaupungistumisen myötä tämä väistämättä johtaa lääkeaineiden paikalliseen kertymiseen erityisesti kasvukeskusten läheisyydessä. Lääkeaineiden erillispuhdistus suuren pistekuorman lähteillä, esimerkiksi sairaaloissa ja hoitolaitoksissa, voisi vähentää niiden pitoisuutta yhdyskuntajätevedessä. Sairaaloiden ja hoitolaitosten roolia ympäristön lääkekuormituksen vähentämisessä tarkasteltiin muun muassa Suomen ympäristökeskuksen johtamassa EPIC-hankkeessa (2016–2019), jonka tuloksia on koottu kattavasti Vesitalous-lehden numeroon 1/2020.

Uusia avauksia ympäristöstävällisten lääkeaineiden suunnitteluun kuitenkin tarvitaan. Kestävän eli vihreän kemian synty 1990-luvulla Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston, kemian alan tieteellisten seurojen ja teollisuuden yhteisenä pyrkimyksenä on vaikuttanut käytännössä kaikkeen kemian teollisuuden toimintaan lääketieteellisyys mukaan lukien. Monet kestävän kemian periaatteista ovat johtaneet teollisuusprosessien merkittäviin energia-, raaka-aine- ja materiaalisäästöihin sekä työturvallisuuden parantamiseen. Samalla on voitu vähentää monien lääkeräka-aineiden, lääkkeiden valmistamisen ja lääkkeiden käytön aiheuttamaa ympäristökuormitusta. Yksi kestävän kemian periaatteista on suunnitella tuotteet sellaisiksi, että ne tehtävänsä täytettyään hajoavat ympäristössä vaarattomiksi aineiksi. Tämä on mie-

lenkiintoinen haaste sovellettuna erityisesti uusien lääkeaineiden suunnitteluun. Iskulauseena käytettyä ”benign by design” -idea voitaisiin soveltaa myös lääkekehitykseen: muutamia lupaavia esimerkkitapauksia on jo kuvattu tieteellisessä kirjallisuudessa (mm. Rastogi ym. 2015). Vedenpuhdistusteknologian kehitys tukee näitä tavoitteita (Nystén ym. 2019). Tässä numerossa Mänttari työtovereineen tarkastelee erityisesti ympäristössä huonosti hajoavien yhdisteiden poistamista uusien puhdistustekniikoin.

Ympäristöä kuormittavien lääkeaineiden lisäksi lääkkeiden tuotannolla ja käytöllä on muitakin elinkaari-vaikutuksia. Teollisen tuotannon energiankulutuksen lisäksi muun muassa apuaineiden valinnalla voi olla huomattavia ilmastovaikutuksia (Janson ym. 2020). Tässä teemanumerossa Halli työtovereineen tarkastelee lääkepakkausten sisältämän alumiinin kierrätysmahdollisuuksia ja tästä aiheutuvia ilmastosäästöjä. Lääkepakkausissa käytettyjen materiaalien kierrätettävyyden ja mahdollisten ympäristövaikutusten merkitys korostuu erityisesti sairaaloissa tai annosjakeluyksiköissä, joissa pakkausjätettä syntyy päivittäin suuria määriä. Mirella Miittisen artikkeli esittää mahdollisuuksia elinkaaristen ympäristövaikutusten huomioimiseen julkisissa lääkehankinnoissa. Teräsalmi kollegoineen puolestaan tarkastelee, mitä haasteita syntyy siitä, että elinkaaristen ympäristövaikutusten hallinta on lääkealaa koskevassa sääntelyssä hajautunut tällä hetkellä sekä ympäristö- että terveystieteellisille.

Lääkkeen määräämisen tai toimittamisen yhteydessä kaikkia ympäristövaikutuksia on vielä vaikeaa huomioida kattavasti. Toisaalta lääkkeiden käyttäjät ovat kiinnostuneet ympäristöasioista: Kuluttajien ympäristöasenteita ja lääkejätteen hävityskäytäntöjä selvitettiin Lääkebarometri 2020 -kyselyn yhteydessä. Alajärvi ja Kinnunen kollegoineen tarkastelevat kyselyn tuloksia teemanumeroon kirjoittamissaan artikkeleissa. Minkkinen ja Sivén työtovereineen pohtivat puolestaan nykyisten ja tulevien lääkealan ammattilaisten osaamisen lisäämistä ja monipuolistamista.

Farmasian alan ammattilaisten yhteisen, tutkimukseen ja näyttöön perustuvan osaamisen kohentaminen on ollut kantavana ajatuksena myös tämän teemanumeron suunnittelussa ja koostamisessa. Suomessa on nimittäin meneillään useita kansallisia (mm. www.sudden.fi) ja kansainvälisiä tutkimushankkeita (mm. www.cwpharma.fi ja PREMIER-hanke/Innovative Medicines Initiative 2020–2026), joissa ratkotaan lääkkeiden elinkaarisia kestävyysvaikuttajia.

Hyvät lukijat, toivomme Dosiksen Lääkkeet ja ympäristö -teemanumeron avaavan teille lääkealaa koskevien ympäristökysymysten monimuotoisuutta ja kansallisen ympäristöosaamisemme laajaa kirjoa sekä tuottavan mielenkiintoisia ja ajatuksia herättäviä lukuhetkiä. Jokaisen panosta tarvitaan – yhdessä myös ympäristön puolesta!

→ **Jari Yli-Kauhaluoma**

Professori, FT, farmasian tiedekunta,
lääketutkimusohjelma, Helsingin yliopisto,
jari.yli-kauhaluoma@helsinki.fi

→ **Tiina Sikanen**

Akatemiatutkija, FaT, farmasian tiedekunta,
lääketutkimusohjelma, Helsingin yliopisto,
tiina.sikanen@helsinki.fi

KIRJALLISUUS

Janson C, Henderson R, Löfdahl M ym.: Carbon Footprint Impact of the Choice of Inhalers for Asthma and COPD. *Thorax* 75: 82-84, 2020

Larsson DGJ: Pollution from drug manufacturing: review and perspectives. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 369: 20130571, 2014

Nystén T, Äystö L, Laitinen J ym.: Ympäristöön päätyvää lääkekuormaa voidaan vähentää. SYKE Policy Brief 17.5.2019.
<http://hdl.handle.net/10138/301742>

Oldenkamp R, Huijbregts MAJ, Hollander A ym.: Spatially explicit prioritization of human antibiotics and antineoplastics in Europe. *Environ Int* 51: 13-26, 2013

Rastogi T, Leder C, Kümmerer K: Re-Designing of Existing Pharmaceuticals for Environmental Biodegradability: A Tiered Approach with β -Blocker Propranolol as an Example. *Environ Sci Technol* 49: 11756-11763, 2015

Sikanen T, Äystö L, Vieno N ym.: Lääkkeiden käytön ympäristövaikutukset. *Lääkärilehti* 22: 1363-1368, 2020

Vesitalous 1/2020, Vesien lääkeaineet – teemanumero. Luettavissa:
<https://www.vesitalous.fi/vesitalous-lehdet/vesien-laakeaineet/>

Yang X, Yu Y, Xu J ym.: Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med* 8: 475–481, 2020