
Kestävä farmasia kehittää ratkaisuja kestävyys haasteisiin läpi lääkkeiden elinkaaren

Mia Siven*

Varadekaani, Apulaisprofessori
Farmaseuttisen kemian ja teknologian osasto
Farmasian tiedekunta
Helsingin yliopisto
mia.siven@helsinki.fi

*Kirjeenvaihto

Siven M: Kestävä farmasia kehittää ratkaisuja kestävyys haasteisiin läpi lääkkeiden elinkaaren.
Dosis 2025; 41(3): 292–302.

Tiivistelmä

Kestävä farmasia pyrkii tunnistamaan ja kehittämään ratkaisuja kestävyysshaasteisiin lääkkeiden koko elinkaaren ajalta, lääkekehityksestä lääkevalmisteseen sekä lääkkeen kestäväan käyttöön ja aina elinkaaren loppuun. Uusi tieteenala pyrkii edistämään alan vastuullisuutta ja kestäviä toimintatapoja tutkimuksen ja koulutuksen keinoin. Tutkimusta tarvitaan ympäristöön lääkekäytön myötä kulkeutuvien lääkeainejäämien vaikutusten ymmärtämiseksi ja riskin hallitsemiseksi sekä ekosysteemeille vähemmän haitallisten lääkeaineiden kehittämiseksi. Lääkeaineen tarkastelu ei kuitenkaan yksistään riitä, vaan tarvitaan myös lääkevalmisteen ja -valmistuksen sekä lääkkeiden käytön innovaatioita. Kattavassa kestävyysnäkökulmien huomioimisessa keskiössä voivat olla niin ilmaston, vedenkäyttöön, luonnon monimuotoisuuteen tai ympäristön kemikalisoitumiseen vaikuttavat seikat kuin konkreettiset materiaalivalinnat ja -tehokkuus sekä lääkevalmisteen ympäristökestävyyden elinkaariarvio. Lääketeollisuus toimii aktiivisesti osana globaaleja aloitteita huomioidakseen ilmastotavoitteet ja kestävyiden toiminnassaan ja arvoketjuissaan. Samanaikaisesti lääkehoitojen kestävyttä on edistettävä lisäämällä sekä lääkkeitä käyttävien että terveydenhuollon ammattilaisten tietoisuutta järkevästä ja myös ympäristötietoisesta lääkkeiden käytöstä, lääkkeiden taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys huomioon ottaen. Kestävässä lääkehoidossa on myös kysymys lääkkeiden ja lääkehoitojen saatavuudesta, saavutettavuudesta ja kohtuuhintaisuudesta. Riskien arviointi ja ennakoivat toimenpiteet ovat tärkeä osa kestävyttä. Kestävää lääkehoitoa ja lääkealan kestävyttä pyritään tukemaan usealla taholla ohjauksen ja lainsäädännön keinoin. Yliopistojen tärkeänä tehtävänä on alan tieteellisen tutkimuksen ja koulutuksen keinoin rakentaa vahva ja laaja osaamisperusta. Farmasian ammattilaiset ovat tärkeässä roolissa siinä, että kestävydestä muodostuu läpileikkaava lääkealan toimintatapa. Yhteisenä tavoitteena on tehdä työtä yhteisen terveyden ja kestävä tulevaisuuden puolesta – miten sinä kehittäisit ja hyödyntäisit omaa osaamistasi kestävyysshaasteiden ratkaisemisessa?

Avainsanat: kestävä farmasia, kestävyys, ympäristö, lääke

Tausta

Kestävyyshaasteet lääkealalla ovat moninaisia ja liittyvät yleisesti tunnistettuihin haasteisiin, kuten ilmastomuutokseen, luontokatoon ja ympäristön kemikalisoitumiseen. Kestävyydessä ekologisen kestävyysrinnalla tulee huomioida myös taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys. Helsingin yliopiston farmasian tiedekunta on ollut edelläkävijänä lääke- ja terveydenhuoltoalan kestävyysmuutoksen tukemisessa, kun tiedekuntaan perustettiin maailman ensimmäinen kestävä farmasian professuuri vuonna 2024. Professuurin mahdollistivat lukuisat lahjoitukset yrityksiltä, yhteisöiltä ja yksityishenkilöiltä. Kestävä farmasia (**Kuva 1.**) pyrkii tunnistamaan ja kehittämään ratkaisuja kestävyyshaasteisiin lääkkeiden koko elinkaaren ajalta, lääkehityksestä lääkevalmistukseen sekä lääkkeen kestäväan käyttöön ja aina elinkaaren loppuun. Uusi tieteenala pyrkii edistämään alan vastuullisuutta ja kestäviä toimintatapoja tutkimuksen ja koulutuksen keinoin.

Tarvitsemme ympäristölle parempia lääkeaineita

Lääkkeet ovat välttämättömiä ihmisten ja eläinten terveydelle. Samalla ne kuitenkin tunnistetaan enenevässä määrin ekosysteemin kannalta haitallisina, jos lääkeainejäämät ja aineenvaihduntatuotteet päätyvät ympäristöön. Tunnistettuja esimerkkejä haitallisista vaikutuksista on useita; hormonit ja hormonin kaltaisesti vaikuttavat lääkeaineet voivat haitata kalojen lisääntymistä (1), tulehduskipulääkkeet voivat aiheuttaa elintoksisuutta eläinlajista riippuen (2), tai antibioottijäämillä on yhteys mikrobilääkeresistenssiin (3). Lääkkeiden käyttö on lisääntynyt, ja lääkeainejäämiä ja niiden aineenvaihduntatuotteita löytyy vesistöistä ja maaperästä ympäri maailmaa (4). Ihmislääkkeiden aiheuttamasta ympäristön lääkeainekuormasta suurin osa aiheutuu lääkehoidossa käytettyjen vaikuttavien aineiden kulkeutumisesta elimistöstä jätevesiin ja edelleen ympäristöön. Pienempi osa ympäristöön kulkeutumisesta aiheutuu muista syistä, kuten väärin hävitetyistä lääkkeistä. Väestön ikääntyessä lääkkeiden lisääntynyt käyttö lisää ympäristön kuormi-

tusta lääkeainejäämille. Ongelmia muodostavat myös tuotantoeläinten lääkinnästä ympäristöön päätyvät lääkeainejäämät.

Tutkimusta tarvitaan monilla rintamilla lääkeainejäämien vaikutusten ymmärtämiseksi. Yhteisen terveyden näkökulmasta ennakoiva toiminta on ensiarvoisen tärkeää, ja lääkeainejäämien aiheuttamaa riskiä ympäristössä tulisi pystyä ennakoimaan ja vähentämään. Lääkevalmisteiden ympäristöriskien arviointitiedot (Environmental Risk Assessment, ERA) (5) tuleekin kuvata osana lääkevalmisteen myyntilupadokumentaatiota. Tutkimukset arvioivat aiheutuvaa altistusta ja riskiä arvioituun käyttömäärään suhteutettuna. Pysyvien, biokertyvien ja myrkyllisten (PBT) molekyylien tunnistaminen on avainasemassa. Vaikkakin myyntilupaa varten ERA-tutkimukset tehdään standardoiduin menetelmin, tällä hetkellä koetaan tärkeäksi kehittää in vitro -tutkimusmenetelmiä seurantaa. Haitallisten ominaisuuksien tunnistaminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa lääkehitystä olisi tärkeää (6). Tulisi myös tutkia ei pelkästään emoyhdisteen ominaisuuksia, vaan myös aineenvaihduntatuotteiden vaikutuksia ja seosvaikutuksia.

Uusien lääkeaineiden kehittämisessä tehokkuus ja turvallisuus asetetaan etusijalle, ja valmisteen myyntiluvan edellytyksenä on positiivinen hyöty-riskisuhde. Tämä tarkoittaa, että valmisteen hyödyt arvioidaan riskejä suuremmiksi käytettäessä lääkettä siihen käyttötarkoitukseen, kohderyhmälle ja annoksella kuin valmistelle esitetään. Myyntilupahakemuksessa kuvatun ERA:n (5) tarkoituksena on tunnistaa riskiä, joka voisi aiheutua ympäristölle lääkkeen käytöstä, ja riskin kommunikoiminen tarkoittaa valmisteiden valmistuksen ja pakkauselosteissa kuvattua ohjeistusta käyttöön, säilytykseen ja hävitykseen. On huomattava, että ERA ei ole osa lääkkeen kokonaishyöty-riskisuhteen arviointia, joten löydökset eivät voi estää ihmis- ja eläinkäyttöön tarkoitettujen lääkevalmisteen myyntilupaa. Lisätutkimuksia voidaan kuitenkin vaatia, jos dokumentaatio on riittämätön. Tämä korostaa PBT-ominaisuuksien tunnistamisen merkitystä lääkeaineiden kehityksen alkuvaiheissa. In silico ja in vitro ennustavien mallien kehittäminen tehoseurantaan

Kestävä farmasia

Kokonaisvaltainen lähestyminen

Lääkeaineet

Ympäristölle paremmat lääkeaineet
(*benign-by-design*). Vihreä kemia.
Ympäristövaikutukset, riskienhallinta.
Elinkaaren päätepiste.

Lääkemuodot ja lääkevalmistus

Lääkevalmistuksen kestävyys
(*sustainable-by-design*)
Materiaalit, prosessit, logistiikka.
Luonnonvarojen käyttö, päästöt, jäte.
Kiertotalous. Innovaatiot.

Ohjaus ja sääntely

Ympäristöriskinarvio (ERA)
Kemikaali-, ympäristö- ja
pakkauslainsäädäntö. Elinkaariarvio.
Luokittelu. Kestävät toimintatavat.

Lääkehoidon kestävyys

Rationaalinen lääkkeen käyttö.
Terveysuhkien hallinta & yhteinen terveys.
Saatavuus, saavutettavuus ja taloudellisuus.
Täyttymättömät tarpeet.

Lääkealan resilienssi

Toimitusketjujen kestävyys ja toimitusvarmuus.
Materiaalinen ja toiminnallinen varautuminen, riskienhallinta.
Häiriö- ja kriisivalmius.

Kuva 1. Kestävän farmasian ulottuvuuksia.

ja ympäristöystävällisempien molekyylien suunnittelu onkin kiinnostuksen kohteena tutkimusprojekteissa yhteistyössä lääketeollisuuden ja toimijoiden sekä yliopistotutkimuksen kanssa (6). Lisäksi lääkeaineiden valmistuksessa vihreän kemian periaatteiden noudattaminen tekee aktiiviaineiden valmistuksesta ympäristöystävällisempää (6). Siirtymä kohti ympäristölle turvallisempia ja parempia lääkkeitä on käynnissä.

Lääkevalmisteen ja lääkevalmistuksen kestävyys on monen tekijän summa

Lääkeaineen tarkastelu ei yksistään riitä, vaan tarvitsemme myös kattavampaa kestävyysnäkökulmien tarkastelua lääkevalmisteille ja niiden käytölle. Tämä voi olla konkreettista lääkevalmisteen koostumuksen materiaalityyppiin tai farmaseuttisiin valmistusprosesseihin liittyvää, tai kokonaisvaltaisia toimia valmisteen elinkaaren ympäristöjalanjäljen pienentämiseksi uusiutuvan energian, luonnonvarojen hallitun käytön ja hukan minimoinnin kautta. Lääkevalmisteen koostumukseen liittyviä tutkimuskohteita löytyy uusiutuvien bioraaka-aineiden ja teollisuus-

den sivuvirtamateriaalien hyödyntämisestä uusien apuaineiden etsimiseksi (7) tai lääkevalmisteen ominaisuuksien suunnittelusta. Esimerkiksi parantamalla huonosti liukenevien lääkeaineiden liukenemista valmisteen koostumuksen avulla (8), voidaan kasvattaa biologista hyötyosuutta ja pienentää tarvittavaa lääkeaineen annosta. Näin sekä vähennetään kalliin vaikuttavan aineen tarvetta valmistuksessa että voidaan vähentää lääkeaineen määrää, joka käytön jälkeen päättyy kotitalouksien jätevesiin. Liukenemisen parantamiseksi tunnettu tekniikka on lääkeaineesta amorfisen dispersion valmistaminen polymeerejä hyödyntäen.

Kokonaisvaltaisessa kestävyystarkastelussa ulottuvuuksia huomioidaan laajasti. Lääkevalmisteen pakkaus ja pakkausseloste toimivat hyvinä esimerkkeinä tapauksesta, jossa innovaatio, kuten elektroninen pakkausseloste (Kuva 2.), voi tukea kestävyysmuutosta usein tavoin vähentämällä paitsi lääkevalmisteen ympäristöjalanjälkeä, myös edistämällä taloudellista ja sosiaalista kestävyttä (9). Resurssien ja veden käyttö sekä kasvihuonekaasujen päästöt tuotannosta ja kuljetuksesta vaativat huomiota. Sähköiseen pakkausselosteeseen siirtyminen mahdollis-

Kestävyyden ulottuvuuksia
Sähköinen pakkausseloste ePL

Ympäristökestävyys
Ympäristöjalanjäljen
parempi hallinta
(vs. paperiseloste)

**Lääkevalmistuksen ja
jakelun kestävyys**
Tuotannon tehostuminen
ja taloudellisuus,
varastointi ja kuljetus

Ohjaus ja sääntely
Uusi EU lääkelainsäädäntö
ja muu ohjaus (EU lääke- ja
digitalisaatiostrategiat
pakkauslainsäädäntö)

Lääkehoidon kestävyys
Lääketiedon saatavuus ja päivittyminen, rakenteisuus
Saavutettavuus (kieliversiot, aistirajoitteiden huomioiminen)

Lääkealan resilienssi
Mahdollinen yhteys saatavuuteen
(markkina-alueiden yhteispakkaukset)

Kuva 2. Sähköisen pakkausselosteeseen (ePL) liittyviä kestävyysnäkökulmia (9).

taisi pakkauksen koon pienentämisen, mikä ei ainoastaan merkittävästi pienentäisi pakkauksen ympäristöjalanjälkeä, vaan myös parantaisi varastointi- ja kuljetuskapasiteettia, mikä on erityisen tärkeää kylmäsäilytettävillä tuotteilla. Paperisen pakkausselosteen poisjättämisellä on arvioitu olevan merkittävä vaikutus myös tuotannon tehokkuuteen, sillä tuotannon keskeytyksistä huomionarvoinen osa aiheutuu taitetun paperiselosteen ulkopakkaukseen pakkaamisen häiriöistä. Ekologisen ja taloudellisen kestävyiden rinnalla sähköisellä pakkausselosteella on lääkkeen käytön turvallisuuteen liittyviä etuja, kuten uusimman lääketiedon nopea päivitettävyys ja digitaalisuuden mahdollistama helppo kieliversioiden tarjoaminen. Lääketiedon saavutettavuus kielitaustasta riippumatta on tärkeä lääkkeen käytön turvallisuutta edistävä asia. Tasavertaisuuden ja sosiaalisen kestävyiden näkökulmasta on esitetty kuitenkin myös rinnakkaisen tai rajatun käyttöönoton mallia, jolloin huomioitaisiin käyttäjien digitaalisten valmiuksien erot (10). Tavoite pienempään ympäristöjalanjälkeen on kuitenkin yksiselitteinen; vuosittain painetaan yli 100 miljardia pakkausselostetta, joiden tuottaminen vaatii merkittäviä määriä vettä, energiaa ja puuta, ja joka tuottaa puoli miljoonaa ton-

nia CO₂-päästöjä (11).

Lääketeollisuus on eturintamassa asettamassa hiilineutraaliuden ja hiilinegatiivisuuden tavoitteita. Tällä hetkellä yritykset toimivat aktiivisesti osana globaaleja aloitteita vähentääkseen hiilidioksidipäästöjä koko toiminnassaan ja arvoketjuissaan (12). Osoituksena onnistumisista ovat yritysten saavuttamat päästövähennykset (13) ja tutkivan lääketeollisuuden sitoutuminen YK:n COP28-ilmastokokouksessa päätettyihin toimiin ja käsittelemään ilmastomuutosta merkittävänä haasteena terveydelle (14). Toimet tapahtuvat laajalti eri tasoilla, kuten esimerkiksi uusituvan energian valintana valmistuksessa ja jakelussa, logistiikan ratkaisuin tai konkreettisena tuotteen elinkaariarviointina. Tarkastelun kohteena voivat olla ilmastovaiikutusten lisäksi myös vaikutukset vedenkäyttöön tai luonnon monimuotoisuuteen, ympäristön kemikalisoitumiseen vaikuttavat seikat sekä materiaalivalinnat ja -tehokkuus.

Lääketeollisuuden rinnalla terveydenhuolto on aktiivinen kestävä toiminnan kehittämisessä. On arvioitu, että keskimäärin 4,4 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä on peräisin terveydenhuollosta (15). Energian ja materiaalien kulutuksen sekä kuljetuksen ohella lääkkeet ja kemikaalit ovat yksi terveydenhuol-

lon tärkeimmistä päästölähteistä. Lääkkeen elinkaarivaikutuksista noin puolen on arvioitu muodostuvan valmistukseen tarvittavista raaka-aineista ja materiaalista ennen vaikuttavan aineen tai lääkevalmisteen tuotantoa (16). Lääkkeen käytön ja hävittämisen muodostamaksi osuudeksi on arvioitu noin kolmannes. On kuitenkin huomattava, että arviot ovat hyvin tuotekohtaisia, ja esimerkiksi inhalaatioaerosolilla käytön osuus elinkaarivaikutuksista on merkittävä sen ponneaineen takia (17,18). Inhalaatiolääkkeet ja niiden erilaiset laiteteknologiat ovatkin olleet tutkimuksen ja tuotekehityksen kohteena ympäristöjalanjäljen pienentämiseksi.

Kestävä lääkehoito huomioi ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset näkökulmat

Kestävä terveydenhuolto perustaa tärkeiltä osin vaikuttavaan lääkehoitoon. Rationaalinen lääkehoito on määritelmän mukaisesti vaikuttavaa, turvallista, laadukasta, taloudellista ja yhdenvertaista. Onnistuneesta lääkehoidosta hyötyvät niin potilas kuin yhteiskuntakin terveyden lisääntymisen ja toimintakyvyn ylläpitämisen kautta. Jos tavoitteeseen yhdistetään myös ympäristökestävyyden ja yhteisen terveyden näkökulmat, muodostuu käsite kestävä lääkehoito. Sille läheisiä käsitteitä ovat yhteinen terveys (One Health) (19) sekä planetaarinen terveys ja hyvinvointi (20). One Health tunnistaa ihmisten terveyden sidonnaisuuden yhteiseen ympäristöömme ja muiden lajien hyvinvointiin ja terveyteen. Saman tematiikan laajempi käsite planetaarinen terveys perustuu sekin ymmärrykseen ihmisen ja muun luonnon välisistä yhteyksistä. Hyvinvoinnin ja terveyden rinnalla tavoitteena on kestävä ja oikeudenmukainen yhteiskunta, joka tunnustaa maapallon kantokyvyn rajat.

Lääkehoitojen kestävyttä ja kestävästä lääkkeiden käyttöä voidaan edistää lisäämällä sekä lääkkeitä käyttävien että terveydenhuollon ammattilaisten tietoisuutta järkevästä ja myös ympäristötietoisesta lääkkeiden käytöstä, lääkkeiden taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys huomioon ottaen. Epätarkoituksenmukainen lääkkeiden käyttö, kuten esimerkiksi tarpeeton monilääkitys, johtaa tarpeettomiin kustannuksiin niin lääkettä käyt-

tävälle kuin yhteiskunnallekin. Ennen kaikkea tämä on vastoin turvallisen ja laadukkaan lääkehoidon periaatteita sekä kestävästä lääkehoitoa lisätessään lääkeaineiden aiheuttamaa ympäristökuormitusta. Kestävän lääkehoidon tukemiseksi tarvitaan tietoa lääkehoitojen kestävyyydestä ja vaikuttavuudesta sekä uusien toimintamallien kehittämistä ja ohjausta. Lääkkeiden ympäristöluokituksen tietokanta on yksi väline, joka joissain tapauksissa voi auttaa tekemään ympäristön näkökulmasta parempia lääkevalintoja (21). Ongelman kuitenkin muodostaa se, ettei suuresta osasta lääkeaineita vielä ole riittävästi tietoa niiden vaikutuksista ympäristössä, jolloin tietoon perustuva vertailu voi olla vaikeaa tai jopa mahdotonta. Tarvitsemme lisää tutkimustietoa farmasian ammattilaisten ja terveydenhuollon henkilöstön käyttöön. Tutkimuksen mukaan myös lääkkeiden käyttäjät pitävät lääkkeisiin liittyvää ympäristötietoa tärkeänä, mutta riittämättömänä (22). Tutkimusta lääkkeiden käyttäjien kyvystä soveltaa tätä tietoa ei toistaiseksi juurikaan ole ja vastaavaa tutkimustietoa tarvittaisiin myös farmasian ja terveydenhuollon ammattilaisista. Ympäristölle paremmasta lääkkeestä oltaisiin myös kyselytutkimuksen perusteella valmiita maksamaan enemmän (23).

Lähestymistapoja lääkeaineiden ympäristökuormituksen vähentämiseksi voidaan löytää myös lääkkeen elinkaaren lopusta, kuten kehittämällä menetelmiä lääkkeiden puhdistamiseksi jätevedestä. Uusi yhdyskuntajätevesidirektiivi (24) tulee edellyttämään jätevedenpuhdistamoiden laitekannan ajantasaisista paremmin pienepäpuhtaudet poistaviksi. Ongelmia voivat aiheuttaa myös väärin hävitetyt lääkkeet. Suomessa on oltu edelläkävijänä kehitettäessä käytänne kotitalouksien lääkejätteen palauttamisesta apteekkeihin, joista se toimitetaan ongelmajätteen käsittelylaitokselle asianmukaista hävitystä varten. Vaikka lääkkeiden käyttäjät ovat tietoisia käyttämättömien ja vanhentuneiden lääkkeiden oikean hävittämisen tärkeydestä, väärinkäsityksiä voi esiintyä ja kuluttajien oikeaa käyttäytymistä on tärkeää tukea tarjoamalla tietoa. Tuoreessa suomalaisilla tehdyssä laajassa kyselytutkimuksessa nousi esiin huolestuttava havainto siitä, ettei nuo-

ressa ikäluokassa lääkkeiden oikea hävittäminen ole enää niin tuttua kuin muussa väestössä (25). Tutkimus myös nosti tietoisuuteen käyttämättömien lääkkeiden suuren taloudellisen arvon. Vuositasolla kotitalouksista lääkkeitä päätyy jätteeksi arviolta 81 miljoonan edestä, mikä vastaa noin 5,6 miljoonaa lääkepakkausta, joiden valmistukseen käytetty resurssi on myös ollut turhaa. Tavallisimmat syyt lääkejätteen syntymiselle olivat lääkkeen käyttämättä jääminen lääkkeen vaihtumisen, oireen paranemisen tai liian suuren pakkauksen vuoksi sekä lääkkeen vanheneminen. Aptekeilla ja farmaseuttisella asiantuntijudella on tärkeä rooli neuvonnassa.

Farmasian ammattilaisten ainutlaatuinen asema suunnan näyttäjinä kohti kestäviä toimintatapoja ja kestäväää lääkkeen käyttöä on nostettu esiin myös kansainvälisesti (26). Avainasemassa ovat yhteistyö terveydenhuollon toimijoiden kanssa tietouden lisäämiseksi ja toiminnan kehittämiseksi sekä portinvaritus lääkkeitä käyttävien suuntaan. Lääkkeen määräämiskäytäntöihin vaikuttamisen kautta voidaan saavuttaa ympäristökestävyyteen ja hoidon laatuun liittyvien näkökulmien rinnalla merkittävää taloudellista säästöä (27). Kestävyyttä voidaan tukea apteekkien tai sairaalapteekkien toimintakäytäntöjen kehittämisen kautta, kuten tarkastelemalla hankintoja ja tuotevalikoimaa tai vähentämällä hukkaa, ja asettamalla systemaattisia tavoitteita kestävyys- ja vastuullisuustoiminnalle.

Kestävässä lääkehoidossa on myös kysymys lääkkeiden ja lääkehoitojen saatavuudesta, saavutettavuudesta ja kohtuuhintaisuudesta. Onko kestävä terveys ja lääkehoito kaikkien ulottuvilla? Onko meillä lääkkeitä harvinaisiin sairauksiin ja täyttymättömiin hoidollisiin tarpeisiin? Mitä voimme tehdä lääkkeiden saatavuuden varmistamiseksi? Lääkkeiden saatavuuden häiriöt ovat yleisiä, ja lääkkeiden pitkät tuotanto- ja jakeluketjut ovat haavoittuvia. Viime vuosien tapahtumat, kuten pandemia tai maailmanpoliittinen tilanne, ovat tuoneet esiin epäjatkuvuuksia ja alleviivanneet eivät ainoastaan materiaallisen varautumisen, mutta myös toimintavarmuuden kehittämisen kiireellisyyttä. Hoidon jatkuvuus on riippuvainen lääkehoidon jatkuvuudesta. Riskien arviointi ja ennakoivat toimenpiteet ovat tärkeä

osa kestävyyttä. Kestävää lääkehoitoa ja lääkealan kestävyyttä pyritäänkin tukemaan usealla taholla ohjauksen ja lainsäädännön keinoin. Vuodesta 2020 Euroopan lääkestrategiaan (28) liittyvät toimenpiteet ovat tukeneet tutkimuksen ja teknologian edistämistä, millä voidaan vastata potilaiden hoitotarpeisiin kestäväällä tavalla, kuten varmistamalla kohtuuhintaisten lääkkeiden saatavuus ja tukemalla uusien lääkehoitojen kehittämistä myös harvinaissairauksiin. Viimeisimpänä Euroopan komissio on ehdottanut kriittisten lääkkeiden saatavuutta EU:ssa parantavaa asetusta (29), jolla edistetään toimitusketjun monipuolistamista sekä lääkkeiden ja lääkeaineiden valmistusta EU:ssa, ja pyritään turvaamaan lääkehoito potilaille Euroopassa. Linjassa näiden kanssa EU:n lääkelainsäädännön uudistuksella (30) pyritään ohjaamaan lääkealaa muun muassa kohti ympäristökestävyyttä, tukemaan lääkkeiden saatavuutta ja kohtuuhintaisuutta sekä kestäväää lääkkeiden käyttöä etenkin mikrobilääkkeiden osalta.

Lopuksi

Olemme käännekohdassa, siirtymässä kohti kestävämpää lääke- ja terveydenhuoltoalaa. Kaikkien osapuolten on pyrittävä samaan tavoitteeseen. Kestävä farmasia on uusi tieteenala, joka ratkoo kestävyysshaasteita läpi lääkkeen elinkaaren. Kokonaiskuvan hahmottaminen on tärkeää, koska usein kestävyysvajeet ovat toisiinsa kytkeytyneitä ja yhtäällä asian korjaaminen saattaa johtaa tilanteen pahenemiseen toisaalla. Tutkimuksessa tarvitaan systeemiajattelua ja keskinäisriippuvuuksien ymmärtämistä. Avain on myös siinä, että osataan nähdä, mikä kaikki on kestävyyttä. Tarvitaan uudenlaista uteliaisuutta ja lisää näkökulmia. Yliopistojen tärkeänä tehtävänä on alan tieteellisen tutkimuksen ja koulutuksen keinoin rakentaa vahva ja laaja osaamisperusta. Farmasian ammattilaiset ovat tärkeässä roolissa siinä, että kestävydestä muodostuu läpileikkaava lääkealan toimintatapa, samaan tapaan kuin laadusta. Tavoitteena on tehdä työtä yhteisen terveyden ja kestäväen tulevaisuuden puolesta – mitenkin kehittäisit ja hyödyntäisit omaa osaamistasi kestävyysshaasteiden ratkaisemisessa?

Summary

Sustainable Pharmacy develops solutions to sustainable challenges throughout the life cycle of medicines

Mia Siven

Vice-Dean, Associate Professor, PhD (Pharm)
Division of Pharmaceutical Chemistry and
Technology
Faculty of Pharmacy
University of Helsinki
mia.siven@helsinki.fi

Sustainable pharmacy aims to identify and develop solutions to sustainability challenges throughout the life cycle of medicines, from development to formulation and sustainable use of the medicine, to end-of-life. The new field of science aims to promote responsibility and sustainable practices in the pharmaceutical sector through research and education. Research is needed to understand and mitigate the risks that pharmaceuticals pose to the environment and to develop less harmful medicines to ecosystems. However, looking at the drug alone is not enough: innovation in formulation and manufacturing is also needed. A comprehensive approach to sustainability can focus on climate impacts, water use, biodiversity or environmental chemicalisation, as well as on material selection and material efficiency, and life-cycle assessment of the environmental sustainability of a product. The pharmaceutical industry is actively working as part of global initiatives to integrate climate objectives and sustainability objectives into its operations and value chains. At the same time, the sustainability of pharmaceutical treatments needs to be promoted by raising awareness among both users and healthcare professionals about the rational and environmentally responsible use of medicines, taking into account their economic and social sustainability. Sustainable pharmacy is also about the availability, accessibility and affordability of medicines and treatments. Risk assessment and proactive measu-

res are an important part of sustainability. Several efforts are being taken to support the sustainable use of medicines and the sustainability of the pharmaceutical sector through guidelines and legislation. Universities have an important role to play in building a strong and broad knowledge base through scientific research and education. Pharmaceutical professionals have an important role to play in making sustainability a cross-cutting approach in the pharmaceutical sector. With the common goal of one health and a sustainable future, how would you develop and use your own skills to address sustainability challenges?

Keywords: Sustainable pharmacy, sustainability, environment, medicine

Sidonnaisuudet

Kutsuttu puhuja (palkkio) aihe kestävä farmasia: AstraZeneca (2025), Lääkäripäivät (2025), Farmasian oppimiskeskus (2024, 2022), Suomen Farmasialiitto (2024), Proviisoriyhdistys (2024), Lääketeollisuus ry (2022), Pharmaca Intelligence (ent. Lääketietokeskus) (2022, 2021), PharmaLex Finland (ent. DRA) (2021)

Tutkimusrahoitus: EU ERASMUS+ KA-HED (2023–2026) FPD-Include, Business Finland Co-Innovation (2024–2026) LifeFactFuture

Viitteet

1. Jobling S, Williams R, Johnson A, Taylor A, Gross-Sorokin M, Nolan M, ym. Predicted exposures to steroid estrogens in U.K. rivers correlate with widespread sexual disruption in wild fish populations. *Environ Health Perspectives*. 2006;114:32–9.
2. Oaks J, Gilbert M, Virani M, Watson R, Meteyer C, Rideout B, ym. Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan. *Nature*. 2004;427:630–33.
3. Apreja M, Sharma A, Balda S, Kataria K, Capalash N, ym. Antibiotic residues in environment: antimicrobial resistance development, ecological risks, and bioremediation. *Environ Sci Pollut Res*. 2022;29:3355–71.
4. aus der Beek T, Weber FA, Bergmann A, Hickmann S, Ebert I, Hein A, ym. Pharmaceuticals in the environment— global occurrences and perspectives. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2016;35:823–35.
5. Guideline on the environmental risk assessment of medicinal products for human use (EMA/CHMP/SWP/4447/00 Rev. 1. 22.8.2024). Euroopan lääkevirasto.
6. Puhlman N, Vidaurre R, Kümmerer K. Designing Greener Active Pharmaceutical Ingredients: Insights from Pharmaceutical Industry into Drug Discovery and Development. *Eur J Pharm Sci*. 2024;192:106614.
7. Karttunen A-P, Junnila A, Myöhänen E, Harju E, Xuan C, Namli Okuyucu I, et. al. Use of dairy industry side-stream lactose for tablet manufacturing – proof of concept study. *Int J Pharm*. 2024;660:124354.
8. Autzen Virtanen A, Myslinska M, Healy AM, Power E, Madi A, Sívén M. The challenge of downstream processing of spray dried amorphous solid dispersions into minitables designed for the paediatric population – A sustainable product development approach. *Eur J Pharm Sci*. 2024;196:106752.
9. Skogman-Lindqvist C, Lapatto-Reiniluoto O, Sirviö M, Sívén M. Benefits and challenges of ePL (electronic package leaflet)– Review of ePL pilots in hospital settings in Europe. *Eur J Pharm Sci*. 2023;191:106605.

10. Joint Statement on Electronic Product Information (ePI). Pharmaceutical Group of the European Union PGEU [Internet] 2025 (viitattu 31.3.2025). Saatavissa: www.pgeu.eu/publications/joint-statement-on-electronic-product-information-epi/
11. Rahman, Mahamdallie. Digitising Medicines Information Roundtable Report 2022. YewMaker Sustainable Medicines Partnership [Internet] 2022 (viitattu 31.3.2025). Saatavissa: www.yewmaker.com/news/dmi-roundtable-report
12. Riikonen S, Sikanen T, Timonen J. Environmental considerations along the life cycle of pharmaceuticals: Interview study on views regarding environmental challenges, concerns, strategies, and prospects within the pharmaceutical industry. Eur J Pharm Sci. 2024;196:106743.
13. Belkhir L, Elmeligi Carbon footprint of the global pharmaceutical industry and relative impact of its major players. J Clean Prod. 2019;214:185–94.
14. Innovative pharmaceutical industry statement on COP28 Declaration on Climate and Health. The International Federation of Pharmaceutical Manufacturers and Associations IFPMA [Internet] 2023 (viitattu 31.3.2025). Saatavissa: www.efpia.eu/media/qmdfiqws/031223_joint-statement-on-cop28_climate-and-health_ifpma.pdf
15. Health Care's Climate Footprint. Health Care Without Harm, Arup. 2019
16. Firth I, Hitch J, Henderson N, Cookson G. Moving towards a more environmentally sustainable pharmaceutical industry: recommendations for industry and the transition to green HTA. Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res. 2023;23:591–95
17. Wilkinson A, Woodcock A. The environmental impact of inhalers for asthma: a green challenge and a golden opportunity. British Journal of Clinical Pharmacology. 2022;88:3016–22.
18. Hänsel M, Bambach T, Wachtel H. Reduced Environmental Impact of the Reusable RespiMat® Soft Mist™ Inhaler Compared with Pressurised Metered-Dose Inhalers. Adv Ther. 2019;36:2487–92.
19. Sukura A, Hänninen M-L. One Health – ihmisten, eläinten ja ympäristön yhteinen terveys. Duodecim. 2016;132:1223–9.
20. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos: Planetaarinen terveys ja hyvinvointi [Internet] 2025 (viitattu 31.3.2025). Saatavissa: thl.fi/thl/tietoa-meista/vaikuttamistavoitteet/planetaarinen-terveys-ja-hyvinvointi

21. Lapatto-Reiniluoto O, Riikonen S, Sikanen T, Sívén M. Lääkkeiden ympäristöluokitus – Mitä siitä pitäisi tietää? Suomen Lääkärilehti. 2023;79:59–61.
22. Alajärvi L, Martikainen J, Timonen J. Experience of the adequacy and appropriateness of pharmaceuticals-related environmental information and preferred information channels among Finns. Eur J Pharm Sci. 2023;191:106589.
23. Alajärvi L, Lehtimäki AV, Timonen J, Martikainen J. Willingness to pay for implementation of an environmentally friendly pharmaceutical policy in Finland – a discrete choice experiment study. Int J Environ Res Public Health. 2022;19:6535.
24. Yhdyskuntajätevesidirektiivi (91/271/ETY) 27.3.2024. Euroopan parlamentti.
25. Louhisalmi M, Lavikainen P, Sandler C, Kallio S, Kanerva R, Martikainen J, ym. A Study on the Quantity, Type, Economic Value and Reasons for Pharmaceutical Waste Returned to Pharmacies in Finland. Eur J Pharm Sci. 2024;195:106729.
26. Gahbauer A, Gruenberg K, Forrester C, Saba A, Schauer S, Fravel M ym. Climate care is health care: A call for collaborative pharmacy action. J Am Coll Clin Pharm. 2021;4:631–638.
27. Adeyeye E, New BJM, Chen F, Kulkarni S, Fisk M, Coleman J. Sustainable medicines use in clinical practice: A clinical pharmacological view on eco-pharmaco-stewardship. Br J Clin Pharmacol. 2022;88:3023–3029.
28. Euroopan lääkestrategia (Pharmaceutical Strategy for Europe). 25.11.2020. Euroopan komissio.
29. Critical Medicines Act (2025/102). 11.3.2025. Euroopan komissio.
30. Proposal for a regulation of the European Parliament and the council (2023/0131/COD). 26.4.2023. Euroopan komissio.

