

Suomalaisten näkökulmia lääkkeiden ja lääkealan ympäristökestävyyteen

Ihmiskunta on historiansa aikana onnistunut valjastamaan ympäristön resurssit hyvinvointinsa ja kasvunsa tukemiseen. Teollistuminen ja kymmenet tuhannet kaupallisessa käytössä olevat kemikaalit ovat mahdollistaneet esimerkiksi lääketieteen kehityksen, sairauksien hoidon, ravitsemuksen turvaamisen ja elintason nousun. Tämä kehitys on johtanut tilanteeseen, jossa väestönkasvu luo yhä enemmän tarvetta erilaisten kemikaalien, kuten lääkeaineiden, käyttöön. Samalla kemikaalien käytön yleistymisen on johtanut ympäristötuhoihin ja erilaisiin terveyshaittoihin. Nykyinen tilanne, jossa ihmiskunnan pyrkimykset hyvinvoinnin edistämiseen johtavat ympäristön, ihmisten ja talouden ongelmiin, on haaste kestäväälle kehitykselle. (1.)

Ensimmäisen kerran vuonna 2009 esitelty planetaaristen rajojen malli kuvaa ihmiskunnan vaikutuksia planeetan mittakaavassa. Planetaariset rajat ovat yhdeksän olemassaolomme kanalta kriittistä tekijää ja niiden raja-arvoa, jotka eivät saisi ylittyä, jotta maapallon ekosysteemi säilyisi elinkelpoisena ihmisille ja muulle elämälle. (2.) Näistä planeetan kantokyvyn raja-arvoista kuusi ylitettiin vuoteen 2023 mennessä. Ylityneet raja-arvot ovat ilmastonmuutos, luonnon monimuotoisuus, maankäytön muutokset, maanveden kulutus, ravinteiden kierto sekä ympäristön kemiallinen saastuminen. Muutokset yksittäisten rajojen sisällä vaikuttavat myös mallin muihin osa-alueisiin. (3.) Planetaaristen rajojen ylittyminen on riski hyvinvoinnillemme, mikä vuoksi ympäristökestävyyssuhteet ovat nousseet laajasti yhteiskunnalliseen keskusteluun.

Vaikka lääkeala on osaltaan mahdollistanut ihmisten hyvinvoinnin ja luonut pohjaa yhteiskunnan kehitykselle, siihen liittyy merkittäviä kestävyysongelmia. Yksi niistä on ympäristön kemikalisoituminen. Lääketeollisuus on kansain-

välisesti suurimpia ja merkittävimpiä teollisuudenaloja, joka kasvaa vuosittain arviolta noin 7 prosenttia. Lääkkeiden kulutuksen ja siten niiden aiheuttaman ympäristökuormituksen arvioidaan kasvavan tulevaisuudessa väestön ikääntymisen, elintasosairauksien määrän kasvun, ilmaston lämpenemisen ja ilmansaasteiden terveysvaikutusten vuoksi sekä lääketieteen kehittymisen myötä. Esimerkiksi Saksassa lääkkeiden kulutuksen on arvioitu kasvavan jopa lähes 70 % nykyiseen verrattuna vuoteen 2045 mennessä. (4.)

Lääkeaineiden aiheuttama ympäristökuormitus syntyy niiden tuotannon, käytön ja virheellisen hävittämisen seurauksena. Kun lääke on käytetty, se poistuu elimistöstä usein eritettynä tai esimerkiksi iholle annosteltavissa lääkkeissä osa lääkeaineesta huuhtoutuu lopulta pois ja molemmissa tapauksissa lääkeaine päättyy viemäriin. On arvioitu, että suun kautta otetusta lääkeannoksesta 30–90 % poistuu elimistöstä biologisesti aktiivisessa, vaikuttavassa muodossa. Koska nykyiset jätevedenpuhdistusmenetelmät eivät poista lääkeainejäämiä tehokkaasti, ne päätyvät puhdistamoilta ympäristöön. Euroopassa lääkeaineiden päätyminen ympäristöön on seurausta pääasiassa lääkkeiden normaalista käytöstä, mutta niitä päättyy ympäristöön myös lääkkeiden virheellisen hävittämisen vuoksi. Arviolta alle 2 % ympäristön lääkeainejäämistä Euroopassa on seurausta lääketeollisuuden päästöistä. (5.)

Lääkkeet ovat ympäristön kannalta ongelmallinen kemikaaliryhmä, koska ne ovat lähtökohtaisesti suunniteltu vaikuttamaan pieninä pitoisuuksina. Lääkkeen säilyvyyden kannalta on tärkeää, ettei lääkeaine hajoa helposti vaan säilyy tehokkaana koko matkan tehtaalta loppukäyttäjälle saakka. Usein tämä tarkoittaa sitä, että lääkeaineet ovat pitkäikäisiä vielä senkin jälkeen, kun niiden varsinainen tehtävä on täy-

tetty ja ne ovat päätyneet ympäristöön. Monien yleisesti käytössä olevien lääkeaineiden pitoisuuksien puoliintumisaika ympäristössä voi olla kuukausia, jopa vuosia. Tämän vuoksi luonnossa eliöt voivat altistua lääkeaineille koko elinikänsä. Lääkkeiden ympäristövaikutusten arvioinnin kannalta haasteita tuo esimerkiksi erilaisten ja eri tavoin vaikuttavien lääkeaineiden suuri määrä, niiden mahdolliset yhteisvaikutukset ja se, että lääkkeet vaikuttavat eri tavoin eri eliöihin. (6.)

Lääkkeiden tunnettuja ympäristövaikutuksia ovat elinympäristöjen saastuminen ja luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen, mikä voi uhatta kokonaisia ekosysteemeitä. Kalat ja muut vesieliöt ovat erityisen alttiita jätevesien mukana ympäristöön päätyvien lääkeaineiden haittoille. Vesistöjen saastuminen heikentää myös puhtaan veden saatavuutta. Ihmisten terveyden kannalta mikrobilääkeresistenssi on kenties selkein ja konkreettisin uhkatekijä. (4.) Lääkkeiden tuotannon ja logistiikan ilmastovaikutukset ovat myös merkittävä ihmisten ja ympäristön hyvinvointiin vaikuttava tekijä. Esimerkiksi Suomen terveydenhuollossa lääkkeet muodostavat suurimman yksittäisen hiilijalanjäljen (7).

Antimikrobiresistenssi, eli mikrobien kyky vastustaa antibiootteja, on yksi suurimmista ihmiskuntaa kohtaavista terveysuhkista. Pahimmillaan tavanomaiset infektiot ja lääketieteelliset toimenpiteet voisivat muuttua riskialttiiksi ja vaatia ihmishenkiä. Antimikrobiresistenssiä onkin kuvattu hiljaiseksi pandemiaksi, jonka hallintaan tarvitaan nopeasti uusia keinoja. Antibioottien maailmanlaajuinen kulutus on kasvanut merkittävästi 2000-luvulla, ja esimerkiksi ennen koronapandemiaa, vuonna 2019, antimikrobiresistenssin aiheuttamia kuolemantapauksia oli 1,3 miljoonaa. Jos tilannetta ei saada hallintaan, arvioiden mukaan vuoteen 2050 mennessä maailmanlaajuisesti antimikrobiresistenssin aiheuttamia kuolemantapauksia olisi vuosittain noin 10 miljoonaa. (8.) Viime vuosina EU-alueella antibioottien kulutus on laskenut, mutta tästä kehityksestä huolimatta antimikrobiresistenssin on todettu levinneen. Ympäristöllä on tärkeä rooli resistenssin leviämässä, koska antibioottijäämien myötä luonnossa kehittyvät niille resistenttejä bakteerikantoja, jotka voivat levitä edelleen eläimiin ja ihmisiin. (9,10.) Antibioottijäämiä on tähän mennessä havaittu suurimmassa osassa maailman jokia, myös Suomessa (11).

Toinen tunnettu esimerkki lääkkeiden ympäristövaikutuksista on tulehduskipulääke diklofenaakin aiheuttamat korppikotkakuolemat, joiden seurauksena Intian korppikotkat hävisivät 2000-luvun alussa lähes täysin. Korppikotkien katoamisen syyksi paljastui diklofenaakki, joka oli naudoille yleisesti käytetty kipulääke. Nautojen ruhoista lääkeainejäämät päätyivät ravintoketjun mukana korppikotkiin, jotka lopulta kuolivat diklofenaakin aiheuttamiin munuaisvaurioihin. Syy-yhteyden löydyttyä diklofenaakin käyttö eläinlääkinnässä kiellettiin Intiassa vuonna 2006. Korppikotkien häviämisen myötä niiden tärkeys osana ekosysteemiä kävi konkreettisesti ilmi, kun havaittiin että erilaiset taudinaiheuttajat pääsivät lisääntymään kun korppikotkat eivät olleet luontaisesti siivoamassa ympäristöä. Esimerkiksi Intian kulkukoirakanta kasvoi yli viidellä miljoonalla, mikä johti arvioiden mukaan lähes 40 miljoonaan ylimääräiseen koiranpuremaan, 47 tuhanteen rabies-kuolemaan ja 34 miljardin dollarin taloudellisiin menetyksiin yhteiskunnalle. (12.) Diklofenaakki on edelleen yleisesti käytössä oleva kipulääke, jonka muita tunnettuja ympäristövaikutuksia ovat esimerkiksi sisäelinvauriot kaloilla ja lääkeaineen on todettu kertyvän simpukoihin (13).

Edellä mainitut esimerkit antimikrobiresistenssistä ja diklofenaakin ympäristövaikutuksista osoittavat, että ihmisten hyvinvointi ja terveys ovat riippuvaisia ympäristön ja eläinten hyvinvoinnista. Noin 60 % ihmisillä esiintyvistä tartuntataudeista on alkuperältään zoonoottisia sairauksia eli ne voivat tarttua eläinten ja ihmisten välillä suoraan tai esimerkiksi veden tai ruuan välityksellä. Uusista tartuntataudeista tällaisia on jopa 75 %, ja viimeisin tunnettu esimerkki tästä on koronaviruksen aiheuttama COVID-19-pandemia. (14.) Käsite ”One Health”, eli yhteinen terveys, tarkoittaa ajattelu- ja toimintatapaa, jossa tiedostetaan tämä yhteys ympäristön ja ihmisen hyvinvoinnin välillä (15). Vaikka lääkkeet auttavat käyttäjiään terveyteen ja elämänlaatuun liittyvissä ongelmissa, joissain tilanteissa niiden haittavaikutukset kuitenkin kohdistuvat ympäristöön ja yhteiseen terveyteen.

Lääkkeen elinkaressa on useita vaiheita, joissa ympäristökestävyys tulee huomioida ympäristöystävällisemmän lääkealan saavuttamiseksi. Uuden lääkeaineen suunnittelussa voitaisiin pyrkiä kehittämään lääkeaineita, jotka hajoavat ym-

päristössä eivätkä ole lähtökohtaisesti haitallisia ympäristölle ja eliöille (16). Lääkkeiden valmistuksessa noudatetaan EU-direktiiveihin ja asetuksiin perustuvia lääkkeiden hyviä tuotantotapoja, mutta vaikka valmistus on tiukasti säänneltyä, sääntely ei sisällä vaatimuksia lääkkeiden ympäristöystävällisyydelle tai elinkaaren loppuvaiheiden valvonnalle. Ympäristöriskinarviointi on pakollinen osa uuden lääkkeen myyntilupamenettelyä, mutta siihen sisältyy useita epävarmuustekijöitä. Lisäksi ihmislääkkeiden myyntiluvissa lääkkeen ympäristövaikutukset eivät vaikuta itse myyntilupapäätökseen. Tällä hetkellä lääketeollisuuden ympäristöystävällisyydelle ei ole myöskään taloudellisia kannustimia, minkä vuoksi ympäristöseikkojen priorisointi ei ole yrityksille erityisen houkuttelevaa. (17.)

Lääkkeiden tavanomainen käyttö on lääkaineiden suurin ympäristöpäästölähde, mutta tietoa lääkkeiden ympäristövaikutuksista lääkkeiden käyttöön ohjaamiseksi ympäristöystävällisempään suuntaan on saatavilla vähän. Tällä hetkellä Suomessa on käytössä lääkkeiden ympäristöluokittelujärjestelmä, joka tarjoaa tietoa joidenkin lääkaineiden ympäristöriskeistä lääkkeiden määräämisen tueksi (18). Lääkevalmisteen tie apteekkiin ja kuluttajalle kulkee pitkien tuotantoketjujen kautta, eikä lääkkeen käyttäjän ole mahdollista tehdä ympäristöystävällisempiä ostopäätöksiä lääkkeiden osalta (19). Lääkkeen elinkaaren lopussa jätevedenpuhdistamoiden teknologia ei riitä poistamaan luontoon päätyvistä vesistä kaikkia lääkaineita (20). Ympäristökuormitusta lisäävät myös lääkkeiden pakkausmateriaalit, joiden kierrätys on nykyisin vähäistä (21). Koska ympäristökestävyys syntyy lääkkeen elinkaaren kaikissa vaiheissa, lääkkeiden ympäristökuormituksen vähentämiseksi tarvitaan yhteistyötä.

Kokonaisuudessa, josta lääkealan ympäristökestävyys syntyy, on vielä paljon parannettavaa. Tässä kokonaisuudessa lääkkeiden käyttäjillä on merkittävä rooli. Useat eri järjestöt, organisaatiot ja viranomaiset ovat nostaneet esiin lääkkeiden käyttäjien merkityksen ympäristökestävyyden parantamisessa. Tähän mennessä tunnistettuja lääkkeiden käyttäjälähtöisiä keinoja lääkealan ympäristökestävyyden parantamiseksi ovat rationaalisen lääkehoidon periaatteiden noudattaminen, jolloin lääkkeitä määrätään ja toimitetaan järkevästi ja perusteltuun tarpeeseen,

ja käytetään oikein. Tarpeettomat ja vanhentuneet lääkkeet tulisi hävittää asianmukaisesti palauttamalla ne apteekkiin. (22–24.) Suomesakin käyttöönotettu lääkkeiden ympäristöluokittelujärjestelmä tukee joissain tilanteissa ympäristöystävällisempien lääkkeiden määräämistä mahdollistamalla eri lääkeaineiden ympäristöriskien vertailun (18). Ympäristölle kestävämmän lääkealan toteutumiseksi on tärkeää, että lääkkeiden ympäristövaikutukset tiedostetaan. Sen vuoksi ympäristönäkökulma tulisi huomioida jo terveydenhuollon ammattilaisten koulutuksessa. Ympäristön kannalta kenties tärkein yksittäinen teko on kuitenkin kestävien elintapojen tukeminen, jolloin monilta terveysongelmilta ja lääkkeiden tarpeelta voidaan välttyä.

Tämä väitöskirja on tehty osana laajempaa suomalaista, monitieteistä SUDDEN -tutkimuskonsortiota. SUDDEN -hankkeen tavoitteena oli löytää erilaisia ratkaisuja lääkealan ympäristökestävyyden parantamiseksi lääkkeen koko elinkaaren aikana. Tutkimus on tehty Itä-Suomen yliopistolla hankkeen työpaketissa, joka keskittyi tutkimaan, miten lääkealan ympäristöystävällistä päätöksentekoa ja kestävää toimintaa voidaan tukea. (25.)

Koska lääkkeiden käyttö on merkittävin ympäristökuormituksen aiheuttaja lääkkeen elinkaaren aikana, on tärkeää pyrkiä ymmärtämään lääkkeiden käyttäjien näkökulmaa tähän ympäristöongelmaan. Suomalaisten tiedetään esimerkiksi yleisesti arvostavan ympäristöä ja sen suojelua (26). Ihmisten tietoisuus ympäristöasioista, ympäristöasenteet ja halukkuus toimia ympäristön hyväksi vaikuttavat ympäristönsuojeluun pyrkivän päätöksenteon onnistumiseen käytännössä (27). Tästä huolimatta aiempaa tutkimustietoa siitä, miten kansalaiset kokevat lääkkeisiin liittyviä ympäristöasioita ja kuinka paljon he tietävät aiheesta, ei juurikaan ole.

Tämä tutkimus keskittyy kansalaisten näkökulmaan ja suhtautumiseen lääkkeiden ympäristöystävällisyyden lisäämiseen. Sen tarkempina tavoitteina oli selvittää:

- kuinka paljon väestö tietää lääkkeisiin liittyvistä ympäristöasioista sekä millaiset käsitykset ja asenteet heillä on lääkealan ympäristökestävyyteen liittyen,
- millaista aiempi lääkkeisiin liittyvien ympäristöasioiden tiedottaminen on väestön näkö-

kulmasta ollut: mistä lähteistä ja aiheista tietoa on saatu ja mistä sitä haluttaisiin tulevaisuudessa saada, sekä

- millaiset preferenssit ja arvotukset väestöllä on maksuhalukkuudella mitattuna lääkealan ympäristöystävällisyyttä parantaville toimille.

Väitöskirjatutkimuksen aineisto perustuu joulukuussa 2019 tehtyyn sähköiseen kyselytutkimukseen, johon osallistui yhteensä 2 030 mannersuomalaista 18–79-vuotiaista vastaajaa.

LÄHTEET

- (1) Alpizar F, Backhaus T, Decker N, ym. UN Environment Global Chemicals Outlook II – From Legacies to Innovative Solutions: Implementing the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations Environment Programme, Geneve, 2019. Viitattu 9.9.2024. <https://www.unep.org/resources/report/global-chemicals-outlook-ii-legacies-innovative-solutions>
- (2) Rockström J, Steffen W, Noone K, ym. Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecol Soc* 2009;14:2. <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>
- (3) Richardson K, Steffen W, Lucht W, ym. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Sci Adv* 2023;9:37. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- (4) OECD. Pharmaceutical Residues in Freshwater: Hazards and Policy Responses. OECD, Pariisi, 2019. <https://www.oecd.org/publications/pharmaceutical-residues-in-freshwater-c936f42d-en.htm>
- (5) BIO Intelligence Service. Study on the environmental risks of medicinal products. Final report prepared for Executive Agency for Health and Consumers. 2013. Viitattu 9.9.2024. https://health.ec.europa.eu/system/files/2016-11/study_environment_0.pdf
- (6) Kümmerer, K. Pharmaceuticals in the environment. *Annu Rev Environ Resour* 2010;35:1:57–75. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-052809-161223>
- (7) Pulkki J, Wulff P, Iivonen S, ym. Ekologisesti kestävä sosiaali- ja terveydenhuolto: Selvitys kansallisesta tavoitteesta ja ohjausmekanismeista. 2023. Viitattu 9.9.2024. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-491-0>
- (8) United Nations Environment Programme. Bracing for Superbugs: Strengthening environmental action in the One Health response to antimicrobial resistance. United Nations Environment Programme, Geneve, 2023. Viitattu 9.9.2024. <https://www.unep.org/resources/superbugs/environmental-action>
- (9) European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), European Food Safety Authority (EFSA), European Medicines Agency (EMA). Antimicrobial consumption and resistance in bacteria from humans and food-producing animals: Fourth joint inter-agency report on integrated analysis of antimicrobial agent consumption and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from humans and food-producing animals in the EU/EEA JIACRA IV 2019–2021. *EFSA Journal* 2024;22:2. <https://doi.org/10.2903/j.efs.2024.8589>
- (10) Ahmad I, Malak H, Abulreesh H. Environmental antimicrobial resistance and its drivers: a potential threat to public health. *J Glob Antimicrob Resist* 2021;27:101–111. <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2021.08.001>
- (11) Äystö L, Juntila V, Siimes K, ym. Lääkeaineiden esiintyminen ja riskit Vantaanjoen vesistöissä. Farmaseuttinen aikakauskirja Dosis 2020;36:3:242–259. Viitattu 9.9.2024. https://dosis.fi/wp-content/uploads/2020/09/242-Dosis_3-2020_Aysto.pdf
- (12) Markandya A, Taylor T, Longo A, ym. Counting the cost of vulture decline – an appraisal of the human health and other benefits of vultures in India. *Ecol Econ* 2008;67:2:194–204. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.04.020>
- (13) Sathishkumar P, Meena R, Palanisami T, ym. Occurrence, interactive effects and ecological risk of diclofenac in environmental compartments and biota – a review. *Sci Total Environ* 2020;698:134057. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134057>
- (14) Tajudeen Y, Oladipo H, Oladunjoye I, ym. Preventing the next pandemic through a planetary health approach: a focus on key drivers of zoonosis. *Challenges* 2022;13:2:50. <https://doi.org/10.3390/challe13020050>
- (15) Sukura A, Hänninen M. One Health: Ihmisten, eläinten ja ympäristön yhteinen terveys. *Duodecim* 2016;132:13-14:1223–1229. Viitattu 9.9.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo13214>
- (16) Moermond C, Puhlmann N, Brown A, ym. GREENER pharmaceuticals for more sustainable healthcare. *Environ Sci Technol Lett* 2022;9:9:699–705. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.2c00446>
- (17) Teräsalmi E, Sikanen T, Kärkkäinen R, ym. Lääkkeiden ympäristövaikutusten hallinta sääntelyn avulla. Farmaseuttinen Aikakauskirja Dosis 2020;36:3:354–366. Viitattu 9.9.2024. https://dosis.fi/wp-content/uploads/2020/09/354-Dosis_3-2020_Terasalmi_Sikanen.pdf
- (18) Parikka T. Lääkkeiden ympäristövaikutukset luokiteltu. *Farmasia-lehti* 2022. Viitattu 9.9.2024. <https://farmasialehti.fi/tutkittua/laakkeiden-ymparistovaikutukset-luokiteltu/>
- (19) Larsson D, Fick J. Transparency throughout the production chain – a way to reduce pollution from the manufacturing

- of pharmaceuticals?. *Regul Toxicol Pharmacol* 2009;53:3:161–163. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2009.01.008>
- (20) Eniola J, Kumar R, Barakat M, ym. A review on conventional and advanced hybrid technologies for pharmaceutical wastewater treatment. *J Clean Prod* 2022;356:131826. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131826>
- (21) Halli P, Rinne M, Lundström M. Kestävän kehityksen mukainen lääkepakkaus perustuu alumiinin kierrätykseen. *Farmaseuttinen aikakauskirja Dosis* 2020;36:3:324–338. Viitattu 9.9.2024. https://dosis.fi/wp-content/uploads/2020/09/324-Dosis_3-2020_Halli_Rinne.pdf
- (22) Euroopan komissio. European Union strategic approach to pharmaceuticals in the environment. *The Official Journal of the European Union (Eur-Lex)*, 2019;128:13. Viitattu 9.9.2024. https://health.ec.europa.eu/medicinal-products/pharmaceutical-strategy-europe_en
- (23) OECD. *Pharmaceutical Residues in Freshwater: Hazards and Policy Responses*. OECD Publishing, Pariisi, 2020. Viitattu 9.9.2024. <https://doi.org/10.1787/c936f42d-en>
- (24) WHO. *Pharmaceuticals in drinking-water*. World Health Organization 2012. Viitattu 9.9.2024. <https://www.who.int/publications/item/9789241502085>
- (25) SUDDEN -hanke. Viitattu 9.9.2024. <https://sudden.fi/>
- (26) Suomen Ympäristökeskus. Iäkkäämmät kantavat nuoria enemmän huolta luonnosta. Ilmastonmuutos ja roskaantuminen suomalaisten mielestä suurimmat uhkatekijät. Viitattu 9.9.2024. [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/lakkaammat_kantavat_nuoria_enemman_huolt\(47263\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/lakkaammat_kantavat_nuoria_enemman_huolt(47263))
- (27) Iizuka M. Role of environmental awareness in achieving sustainable development. 2000. <https://hdl.handle.net/11362/31562>

LASSE ALAJÄRVI

Filosofian tohtori, tutkijatohtori

Farmasian laitos

Terveystieteiden tiedekunta

Itä-Suomen yliopisto

Filosofian maisteri Lasse Alajärven väitöskirja ”Medicating the environment: Finnish population’s perspectives on the environmental sustainability of pharmaceuticals” tarkastettiin Itä-Suomen yliopiston Terveystieteiden tiedekunnassa 3.5.2024. Vastaväittäjänä toimi professori Meri Koivusalo Tampereen yliopistosta ja ohjaajina professori Janne Martikainen ja dosentti Johanna Timonen Itä-Suomen yliopistosta.