

ANTIBIOOTTIRESISTENSSI – MISSÄ MENNÄÄN?

ANNI LESKELÄ JA HEIKKI SAXÉN

Mikrobilääkkeille yhä vastustuskykyisemmistä patogeeneista kuuluu hälyttäviä uutisia nopealla tahdilla. Kiihtyvä antibioottiresistenssi muodostaakin yhden aikamme monimutkaisimmista lääketieteellisistä ja bioeettisistä ongelmista, jonka ratkaisujen on oltava poikkitieteellisiä, koko yhteiskunnan läpäiseviä ja kansainvälisiä. YK:n viimesykyisen yleiskokouksen myötä koordinaation toivotaan tehostuvan ja kriisinhallinnan vähitellen helpottuvan, mutta haasteita riittää yhä kaikilla yhteiskunnan tasoilla eikä aikailuun ole varaa, mikäli tehokas ja oikeudenmukainen lääketiede halutaan pitää maailmanlaajuisena ihanteena ja tavoitteena.

Mikrobilääkkeiden tehon heikkeneminen on saanut pahaenteisiä piirteitä patogeenin kasvattaessa vastustuskykyään jo paljon nopeammin kuin uusia lääkkeitä pystytään kehittämään. Muutama kuukausi sitten saatiin jälleen merkki uhan vakavuudesta. Yhdysvaltojen tartuntatautien valvonta- ja ehkäisykeskuksen CDC:n julkaiseman raportin mukaan Nevadassa tavattiin tulehduspotilas, jonka sairastuttanut bakteerikanta oli vastustuskykyinen kaikille käytössä oleville antibiooteille. Iäkäs potilas oli vastikään lomaillut Intiassa, jossa vastustuskykyisemmät kannat ovat yleisempiä, ja hakeutunut useamman kerran hoitoon luunmurtuman ja sitä seuranneiden tulehdusten johdosta. Kotiin palatuaan hän joutui jälleen sairaalaan systeemiseksi yltyneen tulehdusreaktion takia, eikä yksikään lukuisista annetuista lääkkeistä pystynyt enää parantamaan infektiota. Myöhemmissä kokeissa kävi ilmi, että tehottomia olisivat olleet myös kaikki muut Yhdysvalloissa mahdolliset antibiootit, eikä superbakteerille siis ollut tehtävissä mitään. (Chen ym. 2017.)

Uhkakuvia

Laajan antibioottiresistenssin kehittymistä on seurattu jo kauan. Muutaman vuoden kuluttua siitä, kun penisilliinin käyttö 1940–50-luvuilla yleisty, huomattiin sen tehon jo heikkenevän käyttöalueilla. Nobel-palkinnon tästä maailman ensimmäisestä antibioottilöydöksestä saanut Alexander Fleming varoitteli kiitospuheessaan alianostelun vaaroista. Kuten jo laboratorioviljelmien kautta tiedettiin, pienelle määrälle antibioottia altistuva bakteerikanta saattaa satunnaisten mutaatioiden kautta kehittää ja ilmentää geenejä, joiden tuottamat proteiinit kumoavat lääkkeen vaikutuksen esimerkiksi estämällä sen pääsyn bakteerisolujen sisään tai kiinnittämällä lääkemolekyyliin sen toiminnan pysäyttäviä kemiallisia ryhmiä (Dever ja Dermody 1991).

Makroskoopilliselle eliölle tällaiset mutaatiot vaikuttavat mitättömältä tekijältä. Mikrobipopulaatioissa dynamiikka on kuitenkin erilainen: oloista riippuen bakteerit voivat lisääntyä tehokkaasti niin suuriksi populaatioiksi, että mutaatioiden absoluuttinen määrä koko kannassa ja toisaalta muutamienkin bakteerien jakautuminen muuttuneissa

oloissa mahdollistavat sopeutumisen hyvin äkillisiin ympäristön muutoksiin. Lisäksi bakteereilla on usein jo olemassa puolustusmekanismeja muiden mikrobien toksiineja vastaan, ja antibioottien torjumiseen vaadittavat geenit voivat olla yllättävän lähellä näitä olemassa olevia rakenteita. Bakteerit voivat lisäksi siirtää geenejä horisontaalisesti, elävästä tai kuolleesta yksilöstä toiseen ja jopa grampositiivisesta bakteerista gramnegatiiviseen, jolloin mutaatioista voivat hyötyä fylogeneettisesti hyvin etäisetkin lähiympäristön bakteerit (Courvalin 1994). Resistenssi voi kehittyä myös muissa mikrobeissa, kuten malarialoisisissa ja sienissä, mutta ainakin malariaa lukuun ottamatta valtaosa aiheeseen liittyvistä uhkakuvista koskeväällä haavaa bakteeritulehduksia.

Kun resistenssi kerran on vakiintunut ja kulkeutunut ympäristön bakteereille, säilyy se jakautuvien bakteerien perimässä vähintään sen aikaa, kun ympäristössä oleva antibiootti takaa niille valintaedun suhteessa muihin mikrobeihin. Mikäli antibiootti poistuu, eivät resistenssigeenit välttämättä häviä bakteerien perimästä kuin hitaasti, ellei niistä koidu kantajalle esimerkiksi energiakustannuksia. Näin toki yleensä onkin, ja resistentit bakteerit menestyvät usein normaalioloissa muita hieman heikommin. Geeni saattaa kuitenkin normaalioloissa olla epäaktiivinen ja tuottaa proteiinia vain tarvittaessa, jolloin sen metaboliset kustannukset jäävät alhaisiksi, eikä se käytännössä karise mikrobin perimästä kuin uusien satunnaismutaatioiden kautta. (Lenski 1997.) Eri kantojen törmätessä monia antibiootteja sisältävässä ympäristössä vakiintuu satunnaisille bakteerikannoille siis myös ristikkäisesti laajan lääkekirjon päihittäviä geenejä – näin lienee hiljalleen kehittynyt myös Nevadaan potilaan kanta, jonka levinneisyydestä mahdollisesti oireettomien kantajien elimistöissä ei vielä tiedetä mitään.

Aiemmin mikrobilääkkeitä on pystytty kehittämään niin nopeasti, ettei tilanne ole välttämättä vaikuttanut uhkaavalla. Huolimattoman käytön seuraukset alkavatkin näkyä vasta nyt, kun uusien lääkeaineiden kehittäminen takkuilee hälyttävästi. Nykyiselläänkin antibioottien joukossa on vaikeasti siedettäviä lääkkeitä, esimerkiksi moniresistentin tuberkuloosi-infektion hoidossa käytettävät lääkkeet voivat aiheuttaa pysyvää kuuroutumista

ja neurologisia häiriöitä (Seddon ym. 2012), ja kolistiini, harvinaisuutensa takia yhä tehokas ja siksi yhä tärkeämpi antibiootti, saattaa vaurioittaa muunaisia ja hermostoa vakavasti (Li ym. 2005).

Lukuisia syitä ja valtavia seurauksia

Perusterveenä antibiooteista ei aina muista olla huolissaan, mutta tosiasiaassa monet rutiinotoinenpiteet nivelleikkauksista viisaudenhampaiden poistoon muodostavat lievän tulehdusriskin. Suuri osa muustakin elinikää ja elämänlaatua parantavasta lääketieteestä, esimerkiksi kemoterapia, elinsiirrot ja keisarinleikkaukset, on ilman antibiootteja huomattavasti vaarallisempaa. Monet lapsilla yleiset taudit, kuten bakteeriperäinen angiina ja korvatulehdus, on sitkeissä tapauksissa hoidettava antibiooteilla, ja pitkittynyt oireilu saattaa johtaa vakaviin jälkitauteihin. Entisaikaan aikuisväestönkin kuolleisuutta nostaneet ja sittemmin länsimaissa taltutetut taudit, kuten keuhkokuume ja tuberkuloosi, kummittelevat jälleen tulevaisuuden uhkien listoilla. Pahimpien mallien mukaan vuonna 2050 tulehdussairauksiin liittyvät kuolemat ovatkin jo syöpäkuolemia yleisempiä. Samassa ajassa myös muuten laskusuuntainen, terveydenhuollon kehittyessä lievittynyt globaali köyhyys pahenisi jälleen merkittävästi. Jo nyt superbakteerien arvioidaan olevan pääsyy noin 700 000 kuolemaan vuosittain. (O'Neill 2014.) Tehokkaiden antibioottien säilyttäminen osana lääketiedettä on siis epäilemättä tärkeä osa jokaisen hyvinvointia ja turvallisuutta sekä tulevia että nykyisiä sukupolvia ajatellen.

Mihin ongelma sitten juontaa juurensa? Erityisen vastustuskykyisiä bakteerikantoja on pitkään kutsuttu sairaalabakteereiksi. Tunnetuimmat esimerkit onkin monista syistä löydetty juuri sairaaloista, joissa kantojen risteäminen on yleistä, mutta sairaalaympäristö ja antibioottien kotikäyttö ovat vain osa kokonaiskuvaa. Ylivoimaisesti suurin osa maailmanlaajuisesti käytetyistä antibiooteista kuuluu tuotantoeläinten tulehdusten hoitamiseen, ennaltaehkäisyyn sekä kasvun tehostamiseen, sillä pienet määrät antibiootteja rehussa edistävät kasvua tavallista vähemmällä ravinnolla. Rutiinomaisesti annostellut matalat annokset muodostavat kuitenkin otollisimman mahdollisen maaperän vastustuskyvyn kehittymiselle. Lihatuotteiden

mukana näiden kantojen on havaittu kulkeutuvan ihmistenkin elimistöön, jossa ne jälleen voivat levitä ja yhdistyä tuntemattomien bakteerien perimään. (Ventola 2015.)

Niin Euroopassa kuin Yhdysvalloissakin joitakin antibiootteja on koetettu kieltää eläintuotannon yhteydessä, ja muidenkin käyttöä suositellaan tai pyritään sallimaan vain hätätilanteissa eikä lainkaan terveiden eläinten kasvun edistämiseen, mutta käyttö laskee maailmalla käytännössä melko hitaasti. EU:n sisällä on havaittu huolestuttavana trendinä tämän hetken tehokkaimpien antibioottien kasvava käyttö. WHO:n mukaan nämä yhdisteet ovat lääketieteessä korvaamattoman tärkeitä, ja niiden käyttö tulisi rajoittaa ihmisiin kenties tyystin. Euroopassa ennätysuuri osa eläintuotannon hyödyntämistä antibiooteista on kuitenkin juuri näitä, lääketieteellisesti merkittäviä antibiootteja (Harvey 2016). Suomessa, jossa antibiootteja käytetään huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi Etelä-Euroopassa, on Fimean mukaan myös käytössä pieniä määriä näitä kriittisen tärkeitä mikrobilääkkeitä.

Ratkaisun avaimet kansainvälisessä yhteistyössä

Maailmanlaajuinen antibioottien käyttö jakautuu tällä hetkellä epätasaisesti. Kehittyneissä maissa, joissa rutiiniterveydenhuolto sujuu, antibiootteja annostellaan tyypillisesti kevein perustein, edullisesti ja liikaa. Toisaalta köyhemmillä alueilla voi olla harvinaista kyetä ostamaan antibiootteja ensinkään, sillä korkea hinta ja jakeluvaikeudet ovat ylitsepääsemättömiä esteitä silloinkin, kun tulehdus hoitamatta jätettynä tappaa potilaan tai vammauttaa tämän pysyvästi. Antibioottien käyttöä rajoitettaessa tämä epätasapaino onkin otettava huomioon, eikä vähentäminen välttämättä ole eettistä tai aiheellista niillä alueilla, joilla jo nyt on pula välttämättömistä hoidoista. Mahdollisuus hyödyntää antibiootteja parantaisi yhteiskuntien mahdollisuuksia selvitä köyhyydestä koulutuksen, perhesuunnittelun ja työskentelyn helpottuessa yksilötasolta lähtien merkittävästi. Siksi antibioottien käytön raju uudelleen harkinta ei ainoastaan turvaa länsimaiden nykyisten ja seuraavien sukupolvien elämänlaatua tulevaisuudessa, vaan myös mahdollistaa terveydenhuollon kehitty-

sen muilla alueilla siten, että muitakin maailmanlaajuisia ongelmia aina väestönkasvusta ympäristökriisiin on helpompi kontrolloida. (Littmann ja Viens 2015.)

Terveyden jakautuminen oikeudenmukaisesti on lisäksi erityisen tärkeä eettisen varjelen prioriteetti, sillä käytännössä kaikki muut ihmiselämän mahdollisuudet pohjautuvat perusterveyteen, jota ilman siis muut hyvän elämän osa-alueet jäävät tyhjiksi. Sosiaalisena sopimuksena on siis kohtuullista pyrkiä hajuttamaan vastuuta ja täten lisäämään vapauksia myös toistaiseksi niistä vähemmän osallisiksi päässeille väestöille (Daniels 2008). Tähän oikeudenmukaisuuteen sekä hyötyjen ja riskien jakautumiseen liittyvät kysymykset ovat kenties hankalin osa antibioottien käytön maailmanlaajuisista koordinaatiota, eikä ole selvää, millä säännöillä tasapainottelu liikakäytön vähentämisen ja toisaalta saatavuuden parantamisen välillä onnistuu vähiten tuhoisasti.

Eettisenä pulmana antibioottikriisi heijastelee monia ilmastonmuutoksen teemoja. Kuinka tulisi painottaa ajallisesti tulevia sukupolvia tai maantieteellisesti kaukana sijaitsevia yhteiskuntia, jotka tulevat kärsimään ongelmista meitä huomattavasti enemmän? Jos samalla määrällä tehokkaita lääkkeitä voisi täällä lyhentää jonkun sairastelua muutamilla päivillä, mutta etäämmällä tai tulevaisuudessa suurella varmuudella pelastaa jonkun hengen, näön tai kuukausien työkyvyn, olisi vastuutonta tuudittautua vain totuttujen käytäntöjen nojalla pitämään tapauksia yhtäläisinä. Tällä hetkellä mielekkäitä suuntaviivoja ei ole ja tämä totunnaisesti ajateltuna harmiton päätös lankeaa käytännössä yksittäisten lääkärin vastuulle, vaikka kyse on hyvin pitkälti juuri koordinaation tarpeesta vaikean, kontekstisidonnaisen ongelman edessä. (Littmann ja Viens 2015.)

Käytön rajoittamisen lisäksi ongelmaa on hallittava vähentämällä lääkintätarpeen aiheuttavia infektioita ja niiden leviämistä. Terveysturismi, jossa halvemmän hoidon perässä matkataan matalamman hintatason maihin, voi ilmeisistä syistä näytellä hyvinkin suurta roolia resistenssin leviämässä. (Littmann ja Viens 2015.) Kuinka paljon on yhteisen edun nimissä perusteltua pyrkiä kontrolloimaan tällaista erityisen vaarallista turismia – entä tavallista matkailua, jonka riskit yksittäiselle

matkaajalle ovat pienemmät, mutta joka valtavan mittakaavansa vuoksi voisi nousta paljon suuremmaksi vektoriksi resistenttikannoille?

Vaikka uutiset herättävät pessimismiiä, on viime aikoina kuulunut aiheesta myös hyviä uutisia. YK:n yleiskokouksessa viime syyskuussa tunnustettiin uhan vakavuus muun muassa perushyvinvoinnin, ruoan tuotannon turvallisuuden ja kestävä kehityksen tukkeena sekä päätettiin kansainvälisistä suuntaviivoista sen hillitsemiseksi kaikkien 193 jäsenvaltion kesken (Holpuch 2016). Sekä Yhdysvalloissa että EU:n sisällä on viime vuosina kiinnitetty ongelmaan huomiota, mutta ei ole vielä selvää, minne saakka tämä kantaa – etenkin selvästi tiedevestaisen politiikan vallatessa alaa Yhdysvalloissa. Käytännön työtä on tehtävä monella tasolla, ja vaikka mahdollisuudet siihen ovat luultavasti kasvaneet, on ongelman laajuutta, mekanismeja ja sitä myöten myös ratkaisumahdollisuuksia vaikea täysin hahmottaa.

WHO:n julkaisussa ilmestyneessä artikkelissa on kuitenkin jo aiemmin luonnosteltu kansainvälinen kehys, joka nojaa kolmeen toisiaan tukevaan peruspilariin. Näitä ovat tulehdusten estämisen ja hoitamisen kannalta välttämättömien tarpeiden jakelu nykyistä tasapuolisemmin, antibioottien harkitumpi säännöstely sekä lääketeollisuuden ja lähialojen innovaatiot uusien teknisten, esimerkiksi diagnostisten ja hygieenisten, ratkaisujen kehittämiseksi (Hoffmann ym. 2015). Vastuu näistä osa-alueista jakautuu eri tavoin eri valtioiden välille – innovaatiokomponentti on tällä hetkellä pääasiassa vauraiden maiden harteilla olemassa olevan tieteellisen infrastruktuurin vuoksi, kun taas säännöstely ja jakelu vaativat kaikkien osallistumista. Kansainvälisesti sitovan lainsäädännön on ehdotettu tarvitsevan pykälää, jotka liittyvät esimerkiksi kehittyvien maiden tutkimus- ja terveydenhuoltoinfrastruktuurin rahoittamiseen, eläintuotannon rutiinikäytön lopettamiseen, antibioottien markkinoinnin kieltämiseen sekä valvonnan lisäämiseen laboratorioissa ja käyttötilanteissa (Behdinin ym. 2015). Myös Suomessa Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) on WHO:n kannustamana suunnittelemassa strategiaa, jonka tarkoitus on muun muassa tehostaa valvontaa laitoksissa (Repo 2017).

Yksityiskohtaisemmalla tasolla ongelmassa kytkettyvät toisiinsa muun muassa terveydenhuollon ja sairaalaympäristöjen käytännöt, biotieteellinen tutkimus ja ennakoiva priorisointi sekä vastuu tartuntojen välttämisestä alun perinkin, esimerkiksi työympäristöissä. Kokonaan toinen ja maailmanlaajuisesti merkittävämpi ongelmakohta on yllä kuvattu maatalouseläinten tehotuotanto, jonka kestävämyys on myös ilmasto- ja eläinökeusnäkökulmasta kauan ollut sekä bioetikoiden että bio- ja ympäristöalan tutkijoiden kritiikin kohteena. Vaihtoehtoisten ravinnonlähteiden, kuten jalostettujen kasviproteiinien ja soluviljelmälihojen, tutkiminen ja tuotekehitys on mahdollisesti hyvin merkittävä mutta tuskin vielä riittävän nopeasti etenevä positiivinen osa antibiootikriisin hallintaa.

Myös tiedeviestinnän vastuu nousee esiin, kun tarkastellaan tutkimustulosten raportointia tutkijoilta tiedejulkaisuille sekä niiltä muulle medialle ja medialta yleisölle. Uusien lääkeaineiden merkitystä suurennellaan usein vähän kerrassaan läpi koko prosessin huonojen kannustimien ohjaamana, ja yleisölle lopulta välittyvä kuva esimerkiksi vasta alkutekijöissään olevista tutkimusprosesseista voi olla pahasti virheellinen. Kun yhtäältä varoitellaan vääjäämättömästä kriisistä ja toisaalta toivotetaan ratkaisevista läpimurroista toinen toisensa perään, on vakava ongelma helppo sivuuttaa, sillä tilanne näyttää olevan tiedeyhteisön hallinnassa nykyisillä resursseilla silloinkin, kun se todellisuudessa on lipsumassa käsistä. Huono journalismi luo valheellista kuvaa ongelmasta ja saattaa vähentää mahdollisuuksia reagoida siihen tehokkaasti yhteiskunnallisella tasolla.

Antibiootit, bioetiikka ja yhteiskunta

Vaikka avainasemassa onkin bio- ja lääketieteellisen tutkimuksen tukeminen, ei kriisiä pidä siis jättää pelkästään näiden alojen tutkijoiden harteille, sillä muilta aloilta ja yhteiskunnan saroilta voi ja tulee myös löytyä keinoja lievittää ongelmaa. Koska antibioottien hallinta on väistämättä äärimmäisen hajautettu pulma, on keskustelun, ymmärryksen ja aktiivisen toiminnan lähdekin liikkeelle erityisesti kansalaistasolla. Kommunikaation viritämisessä voi osaltaan auttaa lääke-, terveys- ja biotieteiden eettisiä, moraalisia ja yhteiskunnal-

lisia kysymyksiä käsittelevä bioetiikan ala, jolta löytyy konkreettisia keinoja ammattilaisten tueksi: esimerkiksi deliberatiivisten eli aihetta kattavasti ja demokraattisesti puntaroiden, eettisesti viritettyjen kansalaisraatien muodossa. Tällaista vuoropuhelua pyrkii Suomessa edistämään muun muassa Bioetiikan instituutti (www.bioetiikka.fi).

Bioetiikan näkökulmasta eli terveydenhuollon, tieteen ja etiikan leikkauspisteestä katsottuna on muutenkin mahdollista havainnoida ongelman yhteiskunnallisia taustasyitä ja lähestyä niiden ratkaisuja. Eläintuotannon haasteiden ohella teemaksi nousee lääkärikunnan harteille sysätty vastuu antibioottien oikeudenmukaisesta säännöstelystä. On perusteltua kysyä, onko näin laajan, kokonaisia yhteiskuntia ja globaalia ympäristöä koskettavan ongelman säilyttäminen yhden ammattikunnan vastuulle kestävä lähtökohta.

Kliinisessä ympäristössä lääkärit joutuvat paljolti yksin kohtaamaan potilaat perustellessaan päätöksensä määrätä tai olla määräämättä antibiootteja. Tukenaan heillä on kollegoiden ohella lähinnä hyvin yleisluontoiset toiminnan suunta-vaivat. Tiukemmin pitävän yhteisen linjan vaalimiseksi olisi sosiaalisesti järkevää, että kliinisen ympäristön etiikan tukirakenteet, esimerkiksi sairaaloiden eettiset toimikunnat, ottaisivat vahvemman roolin antibiootteja koskevissa linjauksissa, jotta yksittäiset lääkärit eivät jäisi paineen alle. Kliinisen bioetiikan moninaiset organisatoriset avaukset (Saxén ja Saxén 2016), jotka Suomessa ovat jääneet toistaiseksi marginaaliseen rooliin, olisivat siis luultavasti avuksi tällä saralla.

Lisäksi lääkärin ja muiden keskeisten ammattiryhmien yksinäinen rooli kriisin hoitamisessa on haaste myös sosiaaliselle pääomalle (Putnam 2000). Tiivistäen sosiaalinen pääoma, jonka kautta ihmiset luottavat toisiinsa ja sitoutuvat toistensa hyvinvointiin, on ilmeisen vähäistä, kun laajemman yhteiskunnan tasolla ajatellaan antibioottiresistenssikriisin kohtaamista – esimerkiksi liian moni potilas ajattelee asiaa vain omasta näkökulmastaan. Olisi tärkeää kultivoida sosiaalista pääomaa, jonka myötä kansalaiset aktivoituisivat ajattelemaan hoitoaan laajemmin ja ennen kaikkea solidaarisemmin, myös valtioiden rajat ylittäen. On selvää, että tämä pyrkimys liittyy keskeisesti arvoihin ja näistä ponnistaviin käytännön

toiminnan normeihin, joiden muutosta voisivat tukea erityisesti bioeettisen tietoisuuden sekä yhteisen, laajapohjaisen arvodiologian ruokkiminen.

Loputla on todettava, että se, kuinka syvällä kriisissä jo ollaan, on jo itsessään hyvä kysymys. Tällä hetkellä tilanne on epäselvä, mutta luultavasti vielä pelastettavissa. Olisi kuitenkin vaarallista sivuuttaa Nevadan tapaus yksittäistapauksena, sillä antibioottiresistenssin ei voi odottaa etenevän lineaarisesti: mikrobiekologian luonteen vuoksi yksi tapaus nyt ei välttämättä tarkoita paria uutta tapausta seuraavana vuonna ja kourallista sitä seuraavana, vaan kenties vain muutamia hälyttäviä merkkejä ennen varsin äkillistä tilanteen pahenemista. YK:n linjaus ja havahtuminen kansainvälisen yhteistyön tarpeeseen saapuvatkin toivottavasti juuri viime hetkellä.

Lähteet

- Behdina A, Hoffman S J, Pearcey M. Some Global Policies for Antibiotic Resistance Depend on Legally Binding and Enforceable Commitments. *The Journal of Law, Medicine & Ethics* 2015; 43:68–73.
- Chen L, Todd R, Kiehlbauch J, Walters M, Kallen A. Notes from the Field: Pan-Resistant New Delhi Metallo-Beta-Lactamase-Producing Klebsiella pneumoniae – Washoe County, Nevada, 2016. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report* 2017; 66:33.
- Courvalin P. Transfer of antibiotic resistance genes between gram-positive and gram-negative bacteria. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 1994; 38(7):1447–1451.
- Daniels N. *Just health: meeting health needs fairly*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- Dever L A, Dermody T S. Mechanisms of Bacterial Resistance to Antibiotics. *Archives of Internal Medicine* 1991; 151(5):886–895.
- Gilbert G L. Knowing when to stop antibiotic therapy. *The Medical Journal of Australia* 2015; 202(3):121–2.
- Harvey F. Use of strongest antibiotics rises to record levels on European farms. *The Guardian*. October 17, 2016.
- Hoffman S J, Outtersen K, Røttingen J-A ym. An international legal framework to address antimicrobial resistance. *Bulletin of the World Health Organization* 2015; 93(2):66.
- Lenski R E. The cost of antibiotic resistance – from the perspective of a bacterium. *Ciba Foundation Symposium* 1997; 207:131–40.
- Li J, Nation R L, Milne RW, Turnidge J D, Coulthard K. Evaluation of colistin as an agent against multi-resistant Gram-negative bacteria. *International Journal of Antimicrobial Agents* 2005; 25(1):11–25.
- Littmann J, Viens A M. The Ethical Significance of Antimicrobial Resistance. *Public Health Ethics* 2015; 8(3):209–224.
- O'Neill J. The Review on Antimicrobial Resistance, chair Jim O'Neill. *Antimicrobial Resistance: Tackling a Crisis for the Health and Wealth of Nations*, 2014.
- Putnam, R. *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*. New York: Simon & Schuster, 2000.
- Repo P. Suomessakin on superpöppöjä, joihin tehoa enää muutama antibiootti – ”Vakava ongelma ihmiskunnalle”. *Helsingin Sanomat* 23.2.2017.
- Saxén, H ja Saxén, S. *Miten bioetiikka voi muuttaa suomalaista terveydenhuoltoa?* Helsinki: Kunnallissalan kehittämiskeskitys, 2016. Luettavissa verkossa osoitteessa: <http://kaks.fi/julkaisut/bioetiikka-muuttaa-suomalaista-terveydenhuoltoa/>
- Seddon J A, Godfrey-Faussett P, Jacobs K, Ebrahim A, Hesselring

A C, Schaaf H S. Hearing loss in patients on treatment for drug-resistant tuberculosis. *European Respiratory Journal* 2012; 40(5):1277–86.

Selgelid M J. Ethics and Drug Resistance. *Bioethics* 2007; 21:218–229.

Ventola C L. The Antibiotic Resistance Crisis: Part 1: Causes and Threats. *Pharmacy and Therapeutics* 2015; 40(4):277–283.

Anni Leskelä on biologian pääaineopiskelija Helsingin yliopistossa ja toimii tutkimusavustajana Bioetiikan instituutissa. Hän kuuluu sen ydintyöryhmään. Heikki Saxén on filosofian maisteri, jonka väitöskirja bioetiikan aatehistoriasta on Tampereen yliopistossa esitarkastuksessa. Hän toimii Bioetiikan instituutin hallituksen puheenjohtajana.

SUOMEN TIEDEPALKINTO

Suomen tiedepalkinnon 2017 saaja on psykologian professori **Christina Salmivalli** Turun yliopistosta. Palkinnon myöntää opetus- ja kulttuuriministeriö. Se on kahden vuoden välein myönnettävä, merkittävä tunnustus tieteellisestä työstä, joka annetaan Suomessa työskentelevälle tutkijalle tai tutkijaryhmälle. Tiedepalkinto perustettiin vuonna 1997 ja myönnettiin nyt 11. kerran osana Suomen tiedefoorumia.

Salmivallin keskeisimmät tutkimusaiheet kasvatus- ja kehityspsykologissa ovat nuorten kehityksen (negatiivinen) dynamiikka sekä erityisesti koulukiusaaminen ja sitä selittävät tekijät. Tutkimustensa tuloksena hän on kehittänyt kiusaamisen vastaisen toimenpiteohjelman, KiVa-koulukonseptin, joka auttaa koulukiusattuja lapsia. Tämä konsepti on sovellettavissa myös Suomen ulkopuolella. Se on käytössä mm. Hollannissa, Italiassa ja Isossa-Britanniassa.