

## ■ ALKUPERÄISTUTKIMUS

# Moniresistenttien ongelmamikrobien aiheuttamat hoitoon liittyvät infektiot Suomessa vuonna 2011

**MARI KANERVA**

dosentti, sisätautien ja infektiosairauksien erikoislääkäri, vs. osastonylilääkäri  
 HYKS, infektiosairauksien klinikka vs. erikoistutkija  
 THL, tartuntatautiseurannan ja torjunnan osasto, Sairaalinfektio-ohjelma SIRO  
 mari.kanerva@hus.fi

**JUKKA OLLGREN**

FM, tilastotutkija  
 THL, tartuntatautiseurannan ja torjunnan osasto

**OUTI LYYTIKÄINEN**

dosentti, sisätautien ja infektiosairauksien erikoislääkäri, ylilääkäri  
 THL, tartuntatautiseurannan ja torjunnan osasto, Sairaalinfektio-ohjelma SIRO

**Lähtökohdat**

Moniresistenttien mikrobien aiheuttamien hoitoon liittyvien oireisten infektioiden määrästä Suomessa ei ole tarkkaa tietoa. Esitämme arvion vuoden 2011 tilanteesta.

**Menetelmät**

Arvioimme seitsemän keskeisen moniresistentin mikrobien (*Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter*-lajit, *Pseudomonas aeruginosa* ja *Acinetobacter*-lajit) aiheuttamien bakteremioiden määriä valtakunnallisen tartuntatautirekisterin, mikrobiologian laboratoriodien resistenssiverkon (Fire) ja sairaalinfektio-ohjelman (SIRO) tapauslukumäärien ja bakteerien herkkyystietojen perusteella. Näiden mikrobien aiheuttamien muiden infektioiden (leikkausalueen infektiot, keuhkokuume ja virtsatieinfektiot) määrät arvioitiin sairaalainfektioiden valtakunnallisen prevalenssitutkimuksen infektiojakauman perusteella. Kuolemat arvioitiin prevalenssitutkimuspotilaiden kuolin- ja kuolemansyytiedoista.

**Tulokset**

Vuonna 2011 moniresistenttien mikrobien aiheuttamia infektioita oli Suomen akuuttisairaaloissa arviolta 2 412, noin 5 % kaikista hoitoon liittyvistä infektioista. Näihin infektioihin liittyi lähes 80 kuolemaa. Yleisimpiä olivat laajakirjoisia beetalaktamaaseja (ESBL) tuottavien *E. coli*-bakteerien aiheuttamat infektiot.

**Päätelmät**

Moniresistentit ongelmamikrobit aiheuttavat Suomessa toistaiseksi melko vähän hoitoon liittyviä infektioita. Koska suuri osa hoitoon liittyvistä infektioista on muiden kuin moniresistenttien mikrobien aiheuttamia ja infektioiden aiheuttajamikrobit ovat useimmiten peräisin potilaan omasta mikrobi-floorasta, pelkällä tartunnan torjunnalla ei voida ehkäistä hoitoon liittyviä infektioita. Siksi on keskeistä tarjota hoitohenkilökunnalle selkeää opastusta erityyppisten hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisy- ja torjuntakeinoista.

Vuosittain EU-maissa noin 37 000 ihmistä menehtyy hoitoon liittyvän infektion seurauksena, ja lisäksi noin 111 000 kuolemaa aiheutuu niiden välillisestä vaikutuksesta (1). Hoitoon liittyvät infektiot aiheuttavat ylimääräisiä terveydenhuollon kustannuksia ja tuotannon menetystä jopa 1,5 miljardin euron arvosta (2). Euroopan tautikeskuksen (European Center for Disease Prevention and Control, ECDC) ja Euroopan lääkelaitoksen (European Medicines Agency, EMA) selvityksessä vuonna 2007 arvioitiin, että moniresistentit *S. aureus*, *E. coli*, *Klebsiella*- ja *Enterobacter*-lajit sekä *Pseudomonas* aiheutta-

vat vuosittain EU-maissa, Islannissa ja Norjassa noin 25 000 infektioita (2). Infektiorajunnon voimavaroista päättävät voivat saada näistä luvuista käsityksen moniresistenttien mikrobien aiheuttaman ongelman laajuudesta Euroopan tasolla. Resistenssitilanne kuitenkin vaihtelee maittain, eikä lukuja voi suoraan soveltaa esimerkiksi Suomeen.

Suomessa on useita hoitoon liittyvien infektioiden ja resistenttien mikrobien seuranta-menelmiä, joista osa on kansallista ja osa perustuu anturikeskuksiin. Näistä tietolähteistä ei kuitenkaan löydy tietoa siitä, mikä on kaikkien

VERTAISARVIOITU



**KIRJALLISUUTTA**

- 1 European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Annual Epidemiological Report on Communicable Diseases in Europe 2008. Stockholm, Sweden, ECDC 2008 (siteerattu 4.9.2013). [http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/0812\\_SUR\\_Annual\\_Epidemiological\\_Report\\_2008.pdf](http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/0812_SUR_Annual_Epidemiological_Report_2008.pdf)
- 2 European Centre for Disease Prevention and Control ECDC/ European Medicines Agency. EMEA Joint Technical Report: The bacterial challenge: time to react. Stockholm, Sweden, ECDC: 2009 (siteerattu 4.9.2013). [http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/0909\\_TER\\_The\\_Bacterial\\_Challenge\\_Time\\_to\\_React.pdf](http://www.ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/0909_TER_The_Bacterial_Challenge_Time_to_React.pdf)
- 3 Kanerva M, Öllgren J, Virtanen MJ, Lyytikäinen O; Prevalence Survey Study Group. Estimating the annual burden of health care-associated infections in Finnish adult acute care hospitals. *Am J Infection Control* 2009;37:227–30.
- 4 Kärki T, Lyytikäinen O. Hoitoon liittyvien infektioiden esiintyvyys Suomessa vuonna 2011. *Suom Lääkäril* 2013;68:39–45.
- 5 Kanerva M, Öllgren H, Hakanen AJ, Lyytikäinen O. Estimating the burden of healthcare-associated infections caused by selected multidrug-resistant bacteria Finland, 2010. *Antimicrob Resist Infection Control* 2012;1:33.
- 6 Lyytikäinen O, Klements P, Ruutu P ym. Defining the population-based burden of nosocomial pneumococcal bacteremia. *Arch Intern Med* 2007;167:1635–40.
- 7 Driex L, Brossier F, Duquesnoy O ym. Increase in hospital-acquired bloodstream infections caused by extended spectrum β-lactamase-producing *Escherichia coli* in a large French teaching hospital. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 2009;28:491–8.
- 8 Tumbarello M, Sali M, Trearichi EM ym. Bloodstream infections caused by extended-spectrum-β-lactamase-producing *Escherichia coli*: Risk factors for inadequate initial antimicrobial therapy. *Antimicrob Agents Chemother* 2008;52:3244–52.
- 9 Forssten, SD, Kolho E, Lauhio A ym. Emergence of extended-spectrum β-lactamase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* during the years 2000–2004 in Helsinki, Finland. *Clinical Microbiol Infect* 2010;16:1155–71.
- 10 Rodrigues-Bano J, Navarro MD, Romero L ym. Bacteremia due to extended-spectrum β-lactamase-producing *Escherichia coli* in the CTX-M era: a new clinical challenge. *Clinical Infect Dis* 2006;43:1407–14.

hoitoon liittyvien infektioiden vuosittainen kokonaismäärä ja mikä on moniresistenttien ongelmamikrobien infektioiden osuus aiheuttajana. Mikrobiologian laboratorioden tiedoista infektioiden määrää voidaan arvioida vain suuntaa-antavasti. Niissä seulontaviljelyt voidaan erotella kliinisistä näytteistä, mutta mm. märkäviljelyistä ei aina tiedetä sitä, mistä infektiotyypistä on kyse ja onko infektio hoitoon liittyvä vai avohoitosyntyinen. Hoitoon liittyvien infektioiden jatkuva ilmaantuvuusseuranta on työläs menetelmä, eikä se siksi yleensä kata kaikkia infektiotyyppejä. Kertaluonteisella vallitsevuus- eli prevalenssitutkimuksella sen sijaan voidaan kattaa kaikki hoitoon liittyvät infektiot, mutta siinäkin ei saada mikrobiologista varmistusta kaikista infektiosta, kuten keuhkokuumeista.

Valtakunnalliseen vuoden 2005 sairaala-infektioiden prevalenssitutkimukseen ja hoitoilmoitusrekisterin (HILMO) tietoihin perustuvan arvioimme mukaan vuosittain 6 % kaikista Suomen akuuttisairaaloissa hoidetuista potilaista saa vähintään yhden hoitoon liittyvän infektion (3). Nyt laskimme arvion moniresistenttien ongelmamikrobien aiheuttamista hoitoon liittyvistä infektioista Suomen akuuttisairaaloissa käyttämällä eri seurantamenetelmien tuottamaa tietoa infektioista ja niiden aiheuttajista sekä hyödyntämällä prevalenssitutkimuksien ja kuolemansyyrekisterin tietoja hoitoon liittyvien infektioiden kokonaismäärästä, infektiotyyppijakaumasta ja sairaalainfektiokuolemista.

**Aineisto ja menetelmät**

Tietojen lähteenä käytimme Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) tartuntatautirekisteriä, johon kaikki Suomen mikrobiologian laboratoriot raportoivat veriviljelypositiiviset löydökset. Resistenssitietoja raportoidaan seuraavista mikrobeista: metisillinille resistentti *S. aureus* (MRSA), vankomysiinille resistentti enterokokki (VRE) ja kolmannen polven kefalosporiineille herkkydeltään heikentynyt tai resistentti *Escherichia coli* ja *Klebsiella pneumoniae* sekä vuodesta 2011 alkaen karbapeneemeille herkkydeltään heikentyneet tai resistentit enterobakteerit (*E. coli*, *Klebsiella*- ja *Enterobacter*-lajit).

Saimme resistenssitietoa myös kliinisten mikrobiologian laboratorioden FiRe-järjestelmästä, johon 24 laboratoriota kerää resistenssi-

löydöksiä (yli 95 % kaikista laboratorioista, jotka tutkivat veriviljelynäytteitä). Näistä laboratorioista 20 raportoi tietoa seitsemästä erikseen seurattavasta mikrobista myös Euroopan mikrobilääkeresistenssiseurantaverkkoon (European Antimicrobial Resistance Surveillance System, EARS-Net). Lisäksi käytimme THL:n sairaalainfektio-ohjelman (SIRO) keräämiä tietoja hoitoon liittyvistä veriviljelypositiivista infektioista ja niiden aiheuttajamikrobeista resistenssilöydöksineen. SIRO on osallistuville sairaaloille vapaaehtoinen. Sen jatkuvaan seurantaan osallistuu arviolta neljäsosa Suomen akuuttisairaaloista. Käytimme myös vuosien 2005 ja 2011 valtakunnallisten sairaalainfektioiden prevalenssitutkimusten tuloksia (3,4). Tutkimuksiin osallistui 30 akuuttisairaala vuonna 2005 ja 59 akuuttisairaala vuonna 2011, molemmilla kerroilla kaikki yliopisto- ja keskussairaalat.

Tartuntatautirekisteristä saatiin MRSA:n, VRE:n, kolmannen polven kefalosporiineille herkkydeltään heikentyneiden tai resistenttien *E. coli*- ja *K. pneumoniae*-bakteerien sekä karbapeneemeille herkkydeltään heikentyneiden tai resistenttien enterobakteerien (*E. coli*, *K. pneumoniae* ja *Enterobacter*-lajit) sekä kaikkien *P. aeruginosa*, *Enterobacter*- ja *Acinetobacter*-lajien aiheuttamien bakteremioiden määrät vuodelta 2011. SIRO:sta saatiin tiedot *Enterobacter*-lajien herkkyden heikentymisestä tai resistenssistä kolmannen polven kefalosporiineille ja *P. aeruginosa* herkkydestä amikasiinille. FiRestä saatiin vastaavat tiedot *Acinetobacter*-lajien herkkydestä karbapeneemeille. Herkkydeltään heikentyneiden tai resistenttien kantojen aiheuttamien bakteremioiden vuosittaista määrää arvioitiin suhteuttamalla SIRO:n ja FiRen rekisteröimien resistenttien bakteremioiden osuus tartuntatautirekisterin *Enterobacter*-, *P. aeruginosa*- ja *Acinetobacter*-löydöksiin.

Oletimme, että nämä seitsemän bakteeria, joilla on tietty resistenssiominaisuus, ovat samalla moniresistenttejä ja että moniresistenttien mikrobien aiheuttamat infektiot ovat todennäköisemmin hoitoon liittyviä kuin avohoitosyntyisiä.

Kansallisesta vuoden 2011 prevalenssitutkimuksesta saimme keuhkokuumeiden, leikkausalueinfektioiden ja virtsatieinfektioiden määrät sekä niiden osuuden suhteessa veriviljelypositiivisiin infektioihin. Kertomalla tällä suhdelluvulla erikseen kunkin moniresistentin baktee-

11 Pitout JDD, Gregson DB, Campbell L, Lauland KB. Molecular characteristics of extended-spectrum-β-lactamase-producing *Escherichia coli* isolates causing bacteremia in the Calgary Health Region from 2000 to 2007: emergence of clones ST131 as a cause of community-acquired infections. *Antimicrob Agents and Chemotherapy* 2009;53:2846–51.

12 Kanerva M, Salminen S, Vuopio-Varkila J ym. Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated in Finland in 2004 to 2006. *J Clin Microbiol* 2009;47:2655–7.

13 Wenzel R, Bearman G, Edmond M. Screening for MRSA: a flawed hospital infection control intervention. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29:1012–8.

14 Wenzel RP, Edmond MB. Infection control: the case for horizontal rather than vertical interventional programs. *Int J Infect Dis* 2010;14 suppl 4:S3–5.

15 Anderson DJ, Kaye KS, Classen D ym. Strategies to prevent surgical site infections in acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008;29 (S1):51–61.

16 O'Grady NP, Alexander M, Burns LA ym; the Healthcare-Associated Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infectious Dis* 2011;52:162–93.

17 Rello J, Lode H, Cornaglia H, Masterton R. The VAP care bundle contributors. A European care bundle for prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive care Med* 2010;36:773–80.

18 Gould CV, Umscheid CA, Agarwal RK, Kuntz G, Pegues DA and the Healthcare-Associated Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guideline for prevention of catheter-associated urinary tract infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;31:310–26.

rin aiheuttamien bakteremioiden määrät arvioimme kolmen muun yleisimmän infektiotyypin määrän.

Arvioimme aiemmin vuoden 2005 prevalensitutkimuksen tunnuslukuja käyttäen, että Suomen akuuttisairaaloissa esiintyy vuosittain noin 50 000 hoitoon liittyvää infektiota (3). Yhdistämällä tämän tutkimuksen potilaiden tiedot Väestörekisterin kuolintietoihin ja Tilastokeskuksen kuolemansyyrekisterin tietoihin arvioimme hoitoon liittyviin infektioiden keskimäärin liittyviä kuolemia 28 vuorokauden kuluessa infektiosta ja infektioiden osuutta kuolemassa. Sen perusteella 3,2 % hoitoon liittyvään infektiin sairastuvista menehtyy siten, että infektio oli joko kuolemaan johtanut tai siihen vaikuttanut tekijä (3).

Tilastoanalyyseissä käytimme bayesilaisia 95 %:n luottamusvälejä ja Markov Chain Monte Carlo -simulaatioita.

Käyttämämme menetelmät olivat samanlaisia kuin aiemmin arvioidessamme vastaavaa tautitaakkaa Suomessa vuonna 2010 (5).

### Tulokset

MRSA-kantojen osuus kaikista veriviljelyjen *Staphylococcus aureus* -kannoista oli 2,5 %. Vastavasti VRE:n osuus enterokokkien aiheuttamista bakteremioista oli 1,1 %. Muissa bakteremioissa moniresistenssiä kuvaava herkkyden heikentyminen tai resistenssi kolmannen polven kefalosporiineille oli *E. coli* -kannoista 4,3 %:lla, *K. pneumoniae* 3,6 %:lla ja *Enterobacter-lajeilla* 37,9 %:lla sekä herkkyden heikentyminen tai resistenssi amikasiinille *P. aeruginosa*

-kannoista 15,0 %:lla. Herkkyden heikentymistä tai resistenssiä karbapeneemeille ei *Acinetobacter-lajeilla*, *E. coli*lla, *K. pneumoniae*lla ja *Enterobacter-lajeilla* ollut lainkaan.

Hoitoon liittyvien infektioiden prevalenssi vuoden 2011 tutkimuksessa oli 7,4 %, ja suhteessa bakteremioiden määrään leikkausalueen infektiota oli 2,5-kertainen, keuhkokuumeita 1,9- ja virtsatieinfektioita 1,3-kertainen määrä (4). Tämän perusteella arvioimme esimerkiksi, että Suomen akuuttisairaaloissa esiintyy vuodessa 42:n hoitoon liittyvän MRSA-bakteremian lisäksi 107 MRSA:n aiheuttamaa leikkausalueinfektioita, 82 MRSA-keuhkokuumetta ja 56 MRSA-virtsatieinfektioita.

Näistä laskien ongelmamikrobien aiheuttamien neljän tärkeimmän hoitoon liittyvän infektiotyypin arvioidut kokonaismäärät olivat 287 MRSA-infektioita, 27 VRE-infektioita, 1 025 moniresistenttien *E. coli*en, 109 vastaavanlaisien *K. pneumoniae*en ja 663 *Enterobacter-lajien* aiheuttamaa infektiota (taulukko 1). Amikasiiniherkkydeltään heikentyneen tai resistentin *P. aeruginosa* aiheuttamia infektiota oli 301, mutta karbapeneemiherkkydeltään heikentyneiden tai resistenttien *Acinetobacter-lajien* tai enterobakteerien aiheuttamia hoitoon liittyviä infektiota ei ollut yhtään.

Tästä laskettuna vuonna 2011 Suomessa moniresistenttien mikrobien aiheuttamien yleisimpien hoitoon liittyvien infektioiden kokonaismäärä oli 2 412 (95 %:n luottamusväli 1 812–3 166) infektiota eli arviolta 4,8 % kaikista hoitoon liittyvistä infektiosta. Lisäksi arvioimme, että moniresistentit mikrobit aiheut-

TAULUKKO 1.

#### Havaitut\* ja arvioidut vuosittaiset moniresistenttien bakteerien aiheuttamat hoitoon liittyvät infektiot.

MRSA = metisilliiniresistentti *Staphylococcus aureus*, VRE = vankomysiinille resistentti enterokokki, I/R = herkkydeltään heikentynyt/vastustuskykyinen, enterobakteerit = *E. coli*, *K. pneumoniae* ja *Enterobacter-lajit*.

	Hoitoon liittyvien infektioiden lukumäärät (95 %:n luottamusvälit)					Amikasiinille I/R <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Karbapeneemille I/R enterobakteerit* tai <i>Acinetobacter-lajit</i>
	MRSA	VRE	3. polven kefalosporiineille I/R				
			<i>Escherichia coli</i>	Klebsiella <i>pneumoniae</i>	<i>Enterobacter-lajit</i>		
Bakteremia	42* (30–56)	4* (1–9)	150* (127–175)	16* (9–25)	97 (49–152)	44 (24–70)	0 (0–0)
Keuhkokuume	82 (52–120)	8 (2–18)	292 (208–399)	31 (16–52)	189 (90–318)	86 (43–146)	0 (0–0)
Leikkausalueinfektio	107 (70–157)	10 (3–23)	383 (276–521)	41 (22–68)	248 (119–417)	113 (56–191)	0 (0–0)
Virtsatieinfektio	56 (35–84)	5 (1–12)	200 (140–279)	21 (11–36)	129 (61–221)	59 (29–101)	0 (0–0)
Kaikki yhteensä	287 (194–407)	27 (25–61)	1 025 (781–407)	109 (60–177)	663 (781–1 331)	301 (155–498)	0 (0–0)

**Kattavia lukuja moniresistenttien mikrobien aiheuttamista infektioista ei ole missään yksittäisessä lähteessä.**

tavat vuosittain 77 sairaalainfektiokuolemaa (95 %:n LV -22-185).

**Pohdinta**

Tutkimuksessamme tehty laskelma on karkea arvio moniresistenttien mikrobien aiheuttamien infektioiden osuudesta kaikista hoitoon liittyvistä infektioista Suomessa: vuonna 2011 noin 5 % noin 50 000 vuosittaisesta hoitoon liittyvästä infektiosta. Arviomme perustuu suomalaisia seurantalukuja hyödyntäen samankaltaiseen menetelmään, kuin millä ECDC ja EMA arvioivat vastaavaa tautitaakkaa Euroopan tasolla. Tautitaakka on Suomessa pienempi kuin Euroopassa keskimäärin, mutta luvuissa on mikrobikohtaista vaihtelua. ESBL-entsyymiä tuottavien bakteerien aiheuttamat infektiot ovat näistä infektioita yleisimpiä, kun taas karbapeneemille resistenttien enterobakteerien aiheuttamat infektiot ovat vielä erittäin harvinaisia.

Tällaisen arvion esittämistä voidaan perustella sillä, että tarkkojen ja kattavien lukujen saamiseksi ei ole käytettävissä mitään yksittäistä lähdetä. Laboratoriopohjaiset seurantamenetelmät helpottavat infektiotapausten löytämistä, mutta infektiotyyppin selvittäminen edellyttää tapauskohtaista lisätyötä. Infektioiden seuranta edellyttää siis kliinistä havainnointia, joka kuuluu kliinisen työn lisänä hoitavien lääkärin ja hoitohenkilökunnan tehtäviin mutta johon tarvitaan aikaa ja resursseja. Hoitoon liittyviä infektioita ei aina muisteta rekisteröidä seurantaohjelmaan, tai potilas hakeutuu infektiionsa vuoksi hoitoon muualle kuin alun perin hoitaneeseen sairaalaan. Hoitoon liittyviä infektioita ei myöskään kattavasti kirjata diagnoositietoihin. Vuonna 2005 tehdyn prevalenssitutkimuksen yhteydessä selvitimme hoitoilmoitusrekisterin (HILMO) tietojen avulla, että kolmen rekisteröidyn diagnoosin joukkoon oli ilmoitettu noin kolmannes kaikista hoitoon liittyvistä infektioista (3). Parhaiten oli ilmoitettu vakavimmat infektiot, kuten leikkausalueen syvät elininfektiot.

Arviomme moniresistenttien ongelmamikrobien 5 %:n osuudesta hoitoon liittyvissä infektioissa on samaa luokkaa kuin moniresistenttien aiheuttajamikrobien osuus valtakunnallisessa prevalenssitutkimuksessa vuonna 2011. Siinä mikrobiologisesti varmistetuista infektioista 0,5 % (2/398) oli MRSA:n ja 1,7 % (7/398) kolmannen polven kefalosporiineille re-

sistentin E. colin tai Klebsiellan aiheuttamia (4).

Arviomme koskee vain vuotta 2011; vuosittaista vaihtelua voi luonnollisesti esiintyä. Esittämiemme lukujen tulkinnessa on lisäksi huomioitava joitakin seikkoja, joista osa saattaa aliarvioida ja osa yliarvioida lopputulosta. Tarkasteltaviksi valittiin vain neljä yleisintä infektio-tyyppiä, joiden osuus oli 75 % kaikista hoitoon liittyvistä infektioista prevalenssitutkimuksessa vuonna 2011 (4). Nyt valitut mikrobit (herkkyysmäärytyksiä huomioimatta) aiheuttivat prevalenssitutkimuksessa kaksi kolmasosaa kaikista mikrobiologisesti varmistetuista infektioista ja käsittivät puolet kaikista aiheuttajamikrobeista. Emme ottaneet laskelmiin mukaan koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja, vaikka ne olivat mukana ECDC:n ja EMA:n selvityksessä (1), koska niillä on hyvin vaihteleva resistenssiprofiili ja heikko virulenssi, emmekä pneumokokkia, jonka aiheuttamista infektioista suurin osa (yli 90 %) on avohoitoperäisiä (6).

Toiseksi on huomattava, että käytimme infektiojakauman arvioinnissa apuna prevalenssitutkimuksen lukuja, ja siksi vakavien infektioiden osuus voi korostua. Ne pidentävät hoidon kestoa, joten niitä todetaan prevalenssitutkimuksessa todellista ilmaantuvuutta useammin. Sovelsimme myös samaa infektiotyyppijakaamaa kaikkiin mikrobeihin, vaikka todennäköisesti esimerkiksi suolistoperäiset enterobakteerit aiheuttavat virtsatieinfektioita useammin kuin MRSA, jota puolestaan esiintyy näitä useammin leikkausalueen infektioissa. Enterokokit eivät ole tyypillisiä pneumoniapatogeneenejä, joten VRE-pneumonioissa saattaa olla yliarviointia. Se, että arviomme muiden infektiotyyppien esiintyvyyttä bakteremioiden perusteella, voi aiheuttaa aliarviointia tässä tutkimuksessa ainkin akinetobakteerien aiheuttamissa infektioissa. Vaikka vuonna 2011 ei todettu yhtään karbapeneemiherkkydeltään heikentyneen tai resistentin akinetobakteerin aiheuttamaa bakteremiamia, ei ole poissuljettua, etteikö muita infektiotyyppisiä olisi voinut todellisuudessa olla. Veriviljelypositiiviset infektiot ovat yleensä jäävuoren huippu.

Lisäksi hoitoon liittyvien infektioiden osuus kaikista kyseisen moniresistentin mikrobien aiheuttamista infektioista vaihtelee todellisuudessa mikrobeittain. Arviomme kuitenkin kaikki hoitoon liittyviksi infektioksi. Käytännössä esimerkiksi osa ESBL-bakteremioista (urosepsik-

**SIDONNAISUUDET**

Kirjoittajat ovat ilmoittaneet sidonnaisuutensa seuraavasti (ICMJE:n lomake): Ei sidonnaisuuksia.

sistä) on avohoitosyntyisiä, mutta suurin osa vakavista infektioista syntyy sairaalassa (7). Arviot avohoitoon liittyvien bakteremioiden osuudesta kaikista ESBL-bakteremioista eri maissa vaihtelevat: Italiassa 1,6 %, Suomessa 3 %, Espanjas-

sa 19 %, mutta Kanadassa jopa 42 % (8,9,10,11). Sama koskee MRSA:ta, joka voi aiheuttaa avohoidon ihoinfektioita, mutta MRSA-bakteremiat syntyvät useimmin kuitenkin sairaalassa (12). Muut ongelmamikrobit voidaan arvioida ensisijaisesti hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttamiksi. Niiden taudinaiheuttamiskyky on heikko, mutta sairaalapotilaat ovat niille alttiita. Lisäksi niiden leviäminen sairaalassa on todennäköisempää sairaalassa kuin avohoidossa antibioottien aiheuttaman valintapaineen vuoksi. Jos kaikki ongelmamikrobibakteremiat katsotaan sairaalaperäisiksi, niiden aiheuttamien infektioiden osuutta kaikista hoitoon liittyvistä infektioista yliarvioidaan ehkä noin 30 %, varsinkin ESBL-bakteremioissa. Käytimme 3,2 %:n kuolleisuuslukuja kaikkiin hoitoon liittyviin infektioyhtyeisiin. Luku on peräisin vuoden 2005 prevalenssitutkimuksesta, jossa ongelmamikrobien aiheuttamia infektioita oli vähän. Tältä osin aliarvio saattaa olla jopa 50 %.

Moniresistenttien ongelmamikrobien aiheuttamien infektioiden määrän arvioiminen on tärkeää tietoa niille, jotka päättävät ongelmamikrobien torjuntaan ja hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisyyn tähtäävän toiminnan rahoituksesta, henkilöstön mitoituksesta ja kouluttamisesta. Maissa, joissa resistenssitilanne on hyvä, kuten Suomessa, uhrataan paljon voimavaroja ongelmamikrobien torjuntaan, jotta ne eivät yleistyisi. Hygieniahoitajien työajasta suuri osuus kuuluu kosketuseristyksessä hoidettavien riskipotilaiden määrittelyyn ja varotoimien ohjaamiseen. Tämän työn tärkeys korostuu uusien uhkaavien ongelmamikrobien, kuten karbapeneemille resistenttien enterobakteerien, ilmaantuessa sairaalaan. Resistenssitilanteen ollessa huono pelkkä tartuntojen torjunnan ja varotoimikäytäntöjen ohjeistaminen ei riitä kliinisten ongelmien ehkäisemiseksi, vaan olisi keskityttävä estämään myös kliinisiä infektiokomplikaatioita. Tällöin infektioyhtyeikohtaiset riskit on otettava huomioon hoitokäytännöissä ja kaikessa potilastyössä. On esitetty, että näillä toimilla saavutetaan jopa suurempi vaikutus kuolleisuuden ja kustannuksiin kuin ongelmamikrobin kantajan eristämällä yksinään (13,14).

Suurin osa infektioiden aiheuttajista (jopa 70–80 %) on peräisin potilaan omasta mikrobifloorasta, infektioyhtyeikohtaisilla ohjeilla on suuri merkitys infektiokomplikaatioiden ehkäisyssä, resistenssitilanteesta riippumatta. Suuri

## TAULUKKO 2.

### Näyttöön perustuvissa infektion ehkäisy- ja torjuntaohjeissa huomioitavia osa-alueita (15,16,17,18).

#### Keskuslaskimokatetriin liittyvät infektiot

Käsihygienian ennen katetrin asettamista  
Laaja steriili peitto  
Ensisijainen katetrin asetuskohta  
Antiseptinen liuos katetrin asetuspaikan puhdistamisessa  
Päivittäinen katetrin tarpeen arviointi  
Katetrin vaihto: aiheet ja menetelmät  
Säännöllinen letkuston vaihto (lipidiliuokset, muut liuokset)  
Katetrin pistokohdan hoitaminen: antibioottivoiteen käyttö, puhdistusliuoksen laatu, klooriheksidiiniynty, peittomateriaali (taitos, läpinäkyvä sidos), peittomateriaalinen vaihtaminen (jos kostea, jos kyseessä taitos tai läpinäkyvä sidos)  
Katetrityyppi: mikrobilääkkeellä tai antiseptillä päällystetty katetri

#### Katetriin liittyvät virtsatieinfektiot

Katetrin asettaminen aseptisesti  
Keruuupussi: suljettu järjestelmä, sijoitus ja tyhjennys  
Päivittäinen katetrin tarpeen arviointi  
Katetrin vaihto: aiheet tai rutiinomaisesti  
Periuretraalialueen puhdistus: määrävällein, antisepti tai steriili vesi tai keittosuola tai saippua

#### Leikkausalueen infektiot

Rutiinomainen karvojen poisto  
Karvojen poisto juuri ennen toimenpidettä  
Suositeltava menetelmä: leikkaaminen, depilointi, ajaminen, ”raakkaaminen”  
Preoperatiiviset pesut: saippua tai antisepti  
MRSA-seulonta  
Rutiinomainen nenän mupirosiinihoito  
Preoperatiivien infektioiden tunnistaminen ja hoito  
Ihon antisepti: puhdistuspyyhkeen kosketusaika, kuivuminen ilmassa, puhdistus keskustasta periferiaan, laaja puhdistus, puhdistusaine vesiliuoksessa vai alkoholi-liuoksessa  
Leikkaussalin ilmanvaihto, leikkauspöydän laminaarivirtaus, HEPA-suodatin, positiivinen ilmanpaine, ilmankosteus, lämpötila, UV-säteilytys, leikkaussalissa käyvien henkilöiden määrän rajoittaminen  
Mikrobilääkeprofylaksin tarve, laatu ja ajoitus  
Postoperatiivinen haavan hoito

#### Ventilaattoripneumonia

Vuoteen päätypuolen kohoasento  
Päivittäinen sedaation kevennys ekstubatiomahdollisuuden arvioimiseksi  
Intubaatioputken sijainnin tarkkailu ja eritteiden imeminen  
Antiseptinen suun puhdistus  
Suun puhdistus määrävällein useita kertoja päivässä  
Ventilaattoriletkuston vaihtaminen määrävällein

**Infektioiden aiheuttajamikrobit ovat useimmiten peräisin potilaan omasta mikrobi-floorasta.**

osa infektiokomplikaatioista liittyy vierasesi-neisiin, kuten virtsatie- ja verisuonikatetreihin, joten niiden asianmukaiseen käyttöön ja käsittelyyn tulee kiinnittää erityistä huomiota. Näin voidaan vähentää paitsi resistenttien ongelmamikrobien, kuten ESBL-bakteerien aiheuttamia virtsatieinfektiota, mutta myös muiden mikrobien aiheuttamia infektioita. Sairaalahygieniyksiköiden työpanosta kannattaa käyttää myös näiden asioiden opastamiseen ja seurantaan.

Infektioiden torjuntatoimista on tehty monia katsauksia ja näyttöön perustuvia ohjeistoja (15,16,17,18). Niistä poimimalla voi laatia sairaalan tai hoitoyksikön arkeen sopivia ohjelyhennelmiä seinätauluksi tai ohjekansioon. Esimerkiksi akuuttisairaalan teho-osastolla ja pit-

käaikaishoitolaitoksissa keskeiset ohjeet ovat erilaisia, koska infektiotyypit ja toiminta ovat erilaiset. Keskeisten hoito-ohjeiden käyttöönotto saadaan parhaiten varmistetuksi, jos niiden toteutumista seurataan tarkistuslistojen avulla esimerkiksi leikkauksen tai verisuonikatettrin asettamisen yhteydessä. Taulukossa 2 on esitetty seikkoja, joita infektiotyypikohtaisiin ohjeistoihin tulisi sisällyttää. Kirjallisten hoito-ohjeiden olemassaolo helpottaa mm. uusien työntekijöiden perehdyttämistä ja takaa hoidon laadun jatkuvuutta ja parantaa siten potilasturvallisuutta. Ohjeita löytyy myös Hoitoon liittyvien infektioiden torjunta -kirjasta, ja sen seuraavan painoksen ohjeiden osuudesta on alustavasti suunnitteilla verkkokirja, joka olisi helposti saatavilla ja nopeasti päivitettävissä. ■

**Tästä asiasta tiedettiin**

- Moniresistentit mikrobit aiheuttavat EU-maissa, Norjassa ja Islannissa vuosittain arviolta 25 000 infektiota.
- Resistentit mikrobit voivat aiheuttaa infektioita myös avohoidossa, mutta sairaaloissa antibioottien aiheuttaman valintapaineen ja potilaille tehtävien toimenpiteiden ja vierasesineiden käytön vuoksi suurimman osan moniresistenttien mikrobien aiheuttamista infektiosta voidaan kuitenkin olettaa liittyvän sairaala- ja laitoshoidon.
- Moniresistenttien bakteerien aiheuttamaa tautitaakkaa ei voida suoraan tarkastella mistään yksittäisestä rekisteristä, mutta rekisteri- ja tutkimustietoa yhdistämällä siitä voidaan tehdä arvio.
- Resistenssitaakan arviointi on tärkeää sairaalahygieniyksiköiden työpanoksen suuntaamisessa.

**Tämä tutkimus opetti**

- Moniresistenttien ongelmamikrobien aiheuttamia hoitoon liittyviä infektioita on toistaiseksi Suomessa melko vähän.
- Moniresistenttien mikrobien seuranta ja torjunta on tärkeää, sillä resistenssilanteen huonontuessa myös niiden aiheuttamien kliinisten infektioiden määrä kasvaa.
- Sairaalahygieniatyön vaikuttavuuden tehostamiseksi kannattaa panostaa kaikkien hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisyyn, sillä suurin osa hoitoon liittyvistä infektioista on edelleen muiden kuin moniresistenttien mikrobien aiheuttamia ja samoin keinoin voidaan vähentää myös resistenssin aiheuttamia kliinisiä ongelmia.
- Hygieniahoitajien työpanosta kannattaa suunnata myös kliinisten infektioiden, ei pelkästään resistenssin seurantaan ja torjuntaan. Infektiotyypikohtaiset ehkäisyohjeet tulee tehdä tutuksi hoitohenkilökunnalle.

■ **ENGLISH SUMMARY** WWW.LAAKARILEHTI.FI > IN ENGLISH

Estimating the burden of healthcare-associated infections caused by selected multidrug-resistant bacteria in Finland in 2011

 ENGLISH SUMMARY

**MARI KANERVA**  
M.D., Specialist in infectious  
Diseases  
Department of Infectious  
Diseases, Helsinki University  
Central Hospital  
E-mail: mari.kanerva@hus.fi

**JUKKA OLLGREN**  
**OUTI LYYTIKÄINEN**

# Estimating the burden of healthcare-associated infections caused by selected multidrug-resistant bacteria in Finland in 2011

## Background

Knowledge of the burden of healthcare-associated infections (HAIs) and antibiotic resistance is important for resource allocation in infection control. Although national surveillance networks do not routinely cover all HAIs due to multidrug-resistant bacteria, estimates are nevertheless possible: in the EU, 25,000 patients die from such infections annually. We assessed the burden of HAIs due to multidrug-resistant bacteria in Finland in 2011.

## Methods

By combining data from the National Infectious Disease Registry on the numbers of cases of bacteraemia caused by *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter* spp., and susceptibility data from the National Antimicrobial Resistance Network and the Finnish Hospital Infection Programme, we assessed the numbers of healthcare-associated bacteraemia cases due to selected multidrug-resistant bacteria. We estimated the number of pneumonia cases, surgical site infections and urinary tract infections on the basis of the ratio of these infections in the national prevalence survey for HAI in 2011. Attributable HAI mortality (3.2%) was derived from the national prevalence survey in 2005.

## Results

The estimated annual number of the most common HAIs due to the selected multidrug-resistant bacteria was 2412 (455 HAIs per million), 5% of all HAIs in Finnish acute care hospitals. The number of attributable deaths was 77 (16 per million).

## Discussion

Resources for infection control should be allocated not only to screening and isolation of carriers of multidrug-resistant bacteria, but also to preventing all clinical infections regardless of the resistance pattern.