

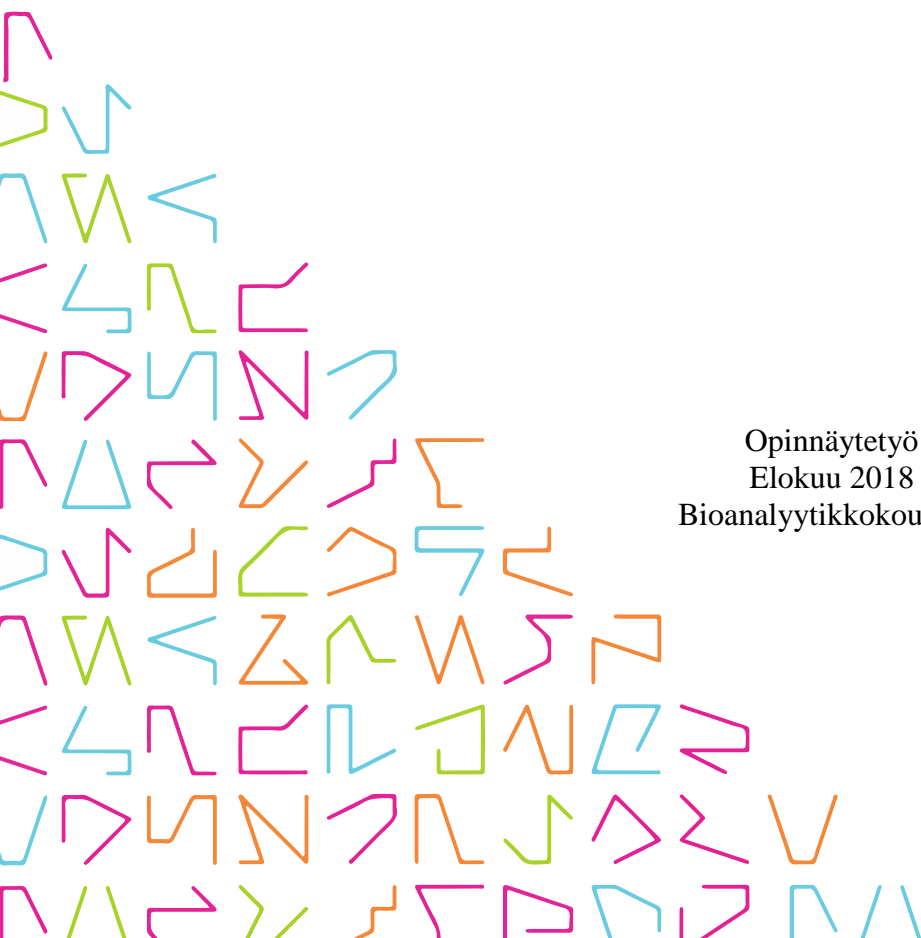


TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# MIKROBIOLOGINEN PUHTAUS KUVANTAMISTOIMINNASSA JA SÄDEHOIDOSSA

Ulla Immonen  
Taru Pekkarinen

Opinnäytetyö  
Elokuu 2018  
Bioanalytikkokoulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Bioanalytikkokoulutus 15BA

PEKKARINEN TARU & IMMONEN ULLA  
Mikrobiologinen puhtaus kuvantamistoiminnassa ja sädehoidossa

Opinnäytetyö 76 sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Elokuu 2018

---

Hoitoon liittyvät infektiot ovat maailmanlaajuinen ongelma sairaaloissa ja muissa terveyspalveluissa. Vaikka monet mikrobit voivat aiheuttaa hoitoon liittyvän infektion elimistöön sisään päästessään, esimerkiksi toimenpiteiden yhteydessä, ovat tietyt antibiooteille resistentit bakteerikannat haastavampia ongelmia sairaaloissa. Etenkin metisilliinille resistenssi *Staphylococcus aureus* (MRSA) aiheuttaa ongelmia myös Suomessa, ja MRSA:n esiintyvyys on ollut lähivuosina korkea etenkin Pirkanmaalla. Opinnäytetyössä kartoitettiin mahdollisten hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajien esiintyvyyttä kuvantamistoiminnan ja sädehoidon toimipisteissä Pirkanmaalla.

Opinnäytetyön aihe oli työelämälähtöinen, ja se saatiin Kuvantamiskeskus- ja apteekki-liikelaitokselta (AKU). Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa alustavaa tietoa AKU:n kuvantamistoiminnan ja sädehoitopoliklinikan toimipisteiden mikrobiologisesta puhtaudesta mikrobiologisia pintanäytteitä keräämällä. Tarkoituksena oli selvittää, että löytyykö metisilliinille resistenttiä *Staphylococcus aureus* tai muita sairaalaympäristössä merkittäviä mikrobeja. Opinnäytetyön tehtävänä oli ottaa mikrobiologisia pintanäytteitä työelämän ennalta valitsemista kohteista sekä analysoida tulokset ja pohtia löydösten merkittävyyttä.

Opinnäytetyön menetelmä oli kvantitatiivinen ja siinä oli myös eksperimentaalisen tutkimuksen piirteitä. Pintanäytteitä kerättiin kuvantamiskeskuksen 12 eri toimipisteestä ja Fimlab laboratoriot Oy analysoi näytteet. Näytteistä tehtiin bakteeriviljelyt, ja maljoista laskettiin kasvavat bakteeripesäkemäärät. Pesäkemäärien tulokset analysoitiin taulukoiden ja kuvaajien avulla käyttäen hyväksi keskiarvoanalyysia. Aamu- ja päivänäytteitä, eri näytteenottokohteita sekä eri toimipisteiden bakteeripesäkemääriä vertailtiin keskenään.

Pintanäytteistä tehdyn bakteeriviljelyyn perustuvan analysoinnin perusteella yksikään toimipiste ei ollut mikrobiologisesti täysin puhdas, mutta pesäkemäärissä oli paikkakohtaisia eroja. Pesäkkeistä suoritettujen mikrobiologisten tutkimusten perusteella tunnistetut bakteerit olivat ympäristölleen tyypillisiä ihmisen normaaliflooraan kuuluvia opportunistisia bakteereita, eikä MRSA:ta tai muita patogeenejä löytynyt valituista kohteista.

---

Asiasanat: hoitoon liittyvä infektio, kontaminaatio, MRSA & hygienia

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme of biomedical laboratory science

PEKKARINEN TARU & IMMONEN ULLA:  
Microbiological Cleanliness in Medical Imaging and Radiotherapy Centres

Bachelor's thesis 76 pages, appendices 9 pages  
August 2018

---

Nosocomial infections are a global health issue in hospitals and in many other healthcare settings. Although many microbes can cause nosocomial infections when entering the body, for example during operations, the real problem in health care units are the antibiotic resistant bacterial strains. Especially bacterium- *Staphylococcus aureus* which is resistant to methicillin (MRSA) has caused problems also in Finland. MRSA incidences have been notably high in Pirkanmaa. The purpose of this study was to examine the potential bacteria that can cause nosocomial infections by gathering samples at Pirkanmaa medical imaging centres, as well as radiotherapy units.

The topic of the study process was working-life related and it was requested by Medical Imaging Center and Hospital Pharmacy. The aim of this study was to yield preliminary information about the microbiological cleanliness of imaging centres and radiotherapy units by collecting microbiological surface samples. The purpose was to examine the presence of MRSA and other notable healthcare-associated pathogens and to analyse the significance of the findings.

The structure of the study applies a quantitative method and it also has features from the experimental research method. Microbiological surface samples were collected from beforehand planned objects at different locations, and Fimlab laboratories Oy analysed the microbiological samples.

Fimlab laboratories prepared bacterial cultures from the samples and counted the number of colonies in each sample. It appeared that none of the workstations were microbiologically fully clean. However, there were differences in the number of bacterial colonies in different workstations and some were cleaner than others. Identified bacterial colonies were typical bacteria on hospital surfaces and belonged to normal flora of the skin. MRSA or other pathogens were not found in any workstations.

---

Key words: nosocomial infection, contamination, MRSA & hygiene

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	HOITON LIITTYVÄT INFEKTIOT .....	8
2.1	Yleistä hoitoon liittyvistä infektioista.....	8
2.2	Hoitoon liittyvien infektioiden syntyyn vaikuttavat tekijät .....	9
2.2.1	Ympäristön vaikutus hoitoon liittyviin infektioihin.....	10
2.2.2	Sairaalaympäristön puhdistaminen .....	12
2.3	Hoitoon liittyvien infektioiden ehkäiseminen.....	14
2.3.1	Käsihygieniä.....	16
2.3.2	Suojavälineet ja -vaatteet .....	17
3	SAIRAALAYMPÄRISTÖN MIKROBIT .....	19
3.1	Hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajat .....	19
3.1.1	Staphylococcus aureus ja metisilliiniresistentti S. aureus (MRSA).....	21
3.1.2	Koagulaasinegatiiviset stafylokokit .....	23
3.1.3	Muita yleisiä hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajabakteereita .....	24
3.2	Opinnäytetyön mikrobiologiset tutkimusmenetelmät.....	27
3.2.1	Bakteeriviljely .....	27
3.2.2	Bakteereiden tunnistusmenetelmät .....	29
4	OPINNÄYTETYÖN TAUSTAA .....	33
4.1	Hanketyö.....	33
4.2	Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos.....	34
4.3	Aikaisemmat tutkimukset .....	35
5	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄ.....	37
6	MENETELMÄLLISET LÄHTÖKOHDAT .....	38
7	OPINNÄYTETYÖPROSESSI.....	40
7.1	Opinnäytetyön suunnittelu .....	40
7.2	Toteutus .....	41
7.3	Näytteiden analysointi .....	45
7.4	Analyysitulosten käsittely .....	47
8	TULOSTEN YHTEENVETO.....	52
9	POHDINTA.....	56
9.1	Prosessi .....	56
9.2	Luotettavuus.....	57
9.3	Eettisyys.....	58
9.4	Oma oppimisprosessi .....	59

9.5 Jatkoaiheet ja lopputulos.....	60
LÄHTEET .....	62
LIITTEET .....	67
Liite 1. Näytteenottokohteet 1 (4).....	67
Liite 2. Esimerkki identifiointitarroista .....	71
Liite 3. Lähetepohja.....	72
Liite 4 Tulokuvaajat toimipisteittäin 1 (3) .....	73

## 1 JOHDANTO

Hoitoon liittyvillä infektioilla tarkoitetaan toimenpiteen seurauksena tulleita ja sairaalassa esiintyviä infektioita. Hoitoon liittyvän infektion synty on monimutkainen tapahtumaketju, johon vaikuttavat tartunnan aiheuttajamikrobi, tartuntatapa, tartuntatie, potilas ja hänen sairautensa, vastustuskykynsä sekä sairauteen käytetty hoito. Yleensä infektion aiheuttaa potilaan oman ihon tai limakalvon mikrobit (endogeeninen infektio), mutta taudinaiheuttaja voi tulla myös toisista potilaista, henkilökunnasta tai sairaalaympäristöstä (eksogeeninen infektio) (THL 2016.) Hoitoon liittyvät infektiot voivat levitä henkilökunnan välityksellä työpisteiden pintojen kautta. Sairaalaympäristössä yleisin mikrobitartuntojen leviämistapa on kosketustartunta. Infektioiden leviämisen ehkäiseminen on tärkeä osa potilas- sekä työturvallisuutta (Vuento 2010.)

Opinnäytetyö on osa Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen (AKU:n) sekä Tampereen ammattikorkeakoulun (TAMK:n) yhteishanketta, jonka tarkoituksena on kartoittaa hoitoon liittyvien mikrobien esiintyvyyttä kuvantamistoiminnassa ja sädehoidossa. Infektioiden leviämisen ehkäisemiseksi on tärkeää kartoittaa mikrobien esiintyvyys työpisteissä. Näin pystytään katkaisemaan mahdollinen tartuntatie henkilökunnan ja potilaan välillä. Mikrobien esiintyvyyden kartoittamiseksi keräsimme mikrobiologisia pintanäytteitä kliinisen fysiologian, röntgen- ja sädehoidon työpisteistä. Näytteistä on tarkoitus kartoittaa MRSA:n eli metisilliinille resistentin *Staphylococcus aureuksen* ja muiden merkittävien bakteerien esiintyvyyttä. Käsittelemme kirjallisen työn teoriaosiossa tarkemmin löytyneitä mikrobeja, *Staphylococcus aureusta*, MRSA:ta, sekä muutamia yleisesti hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajabakteereita ja niiden laboratoriodiagnostiikkaa. Pintanäytteet analysoitiin Fimlab Laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratoriossa, jossa näytteistä tutkittiin MRSA:n lisäksi yli 15 pesäkettä kasvavat bakteerit.

Opinnäytetyön alkukartoitusosio ajoittuu 2016 vuoden loppusyksyyn, sekä 2017 vuoden alkuun. Opinnäytetyömme on jatkoa vuosina 2014 ja 2015 AKU:n sekä Tampereen ammattikorkeakoulun yhteistyönä tehdyille selvityksille, joissa pyrittiin kartoittamaan sädesuojien, työpisteiden näppäimistöjen sekä hiirien mikrobiologista puhtautta kahdesta röntgenyksiköstä. Opinnäytetyössämme on käytössä eri näytteenottomenetelmä ja tarkastelun alla on eri bakteereita, kuin 2015 vuoden projektityössä. Pintanäytteet otetaan samalla menetelmällä, kuin vuoden 2014 projektin bioanalyttikko-opiskelijat ottivat, mutta

näytteitä ei analysoida itse. Tulosten laadun varmistamiseksi näytteet analysoidaan Fimlab Laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratoriossa.

Opinnäytetyömme aihe on mielenkiintoinen ja ajankohtainen MRSA:n esiintyvyyden ollessa Pirkanmaalla korkea viime aikoina. Vaikka MRSA-tapausten määrä Pirkanmaalla on ollut vuoden 2011 jälkeen laskussa, niin oli se vuonna 2016 suurempi kuin edellisellä vuonna. Vuonna 2016 MRSA-tapausten määrä koko Suomessa oli noussut 34 % edellisestä vuodesta. (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2016.) Opinnäytetyön avulla pääsemme syventämään tietoaamme klinisen mikrobiologian erityisalaan ja moniin mikrobeihin, varsinkin hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajiin.

## 2 HOITOON LIITTYVÄT INFEKTIOT

### 2.1 Yleistä hoitoon liittyvistä infektioista

Hoitoon liittyvillä infektioilla tarkoitetaan terveydenhuollon toimintayksikössä annetun hoidon aikana alkunsa saanutta infektiota. Ennen käytettiin yleisesti nimitystä "sairaalainfektio", mutta nykyään hoitoa annetaan myös paljon sairaaloiden ulkopuolella, esimerkiksi terveyskeskuksissa, joten puhutaan kansainvälisesti hoitoon liittyvistä infektioista, "health care associated infection" (Syrjälä & Lyytikäinen 2018, 20.) Sairaalainfektioikäsite on edelleen käytössä, kun puhutaan infektioiden seurannasta ja niiden ehkäisemisestä (Lyytikäinen & Kanerva 2018, 69). Maaliskuussa 2017 tullut uusi tartuntatautilaki määrittelee hoitoon liittyvän infektion 3§:ssä seuraavalla tavalla: ”sosiaali- ja terveydenhuollossa toteutetun tutkimuksen tai annetun hoidon aikana syntyntä tai alkunsa saanutta tartuntatauti” (Syrjälä & Lyytikäinen 2018, 20). Käytännössä, jotta voidaan puhua hoitoon liittyvästä infektiosta, niin Syrjälän (2018) mukaan infektion on täytettävä kolme ehtoa:

1) Potilaalla todetaan minkä tahansa mikrobin (bakteeri, sieni, virus, parasiitti) tai mikrobin toksiinien aiheuttama paikallinen tai yleisinfektio, 2) joka ei ollut todettavissa tai inkuboitumassa (kytemässä), potilaan tullessa hoitoon (ellei infektio ole peräisin aikaisemmalta hoitajaksoilta) ja 3) kyseinen infektio todetaan joko hoitajakson aikana tai sen jälkeen. (Syrjälä & Lyytikäinen 2018, 20.)

Hoitoon liittyville infektioille altistuneiden potilaiden määrä on nykyään kasvanut entisestään. Tähän syynä on väestön ikääntyminen, elimistön puolustusjärjestelmään kajoavien hoitojen yleistyminen ja vierasesineitä elimistöön saaneiden potilaiden lisääntyminen. Myös terveydenhuollon kustannustehokkuus asettaa paineita potilaspaikkojen ja henkilöstön vähentämiselle, mikä taas luo selkeitä uhkia hoitoon liittyvien infektioiden lisääntymiselle. (Syrjälä & Lyytikäinen 2018, 21.)

Hoitoon liittyvien infektioiden leviämisen ehkäisemisessä vastuu on kaikilla, jotka ovat kontaktissa potilaaseen tai potilashuoneeseen. Hoitoon liittyvät infektiot lisäävät sairastuvuutta ja kuolleisuutta. Potilaalla voi olla alun perin ollut yksinkertainen toimenpide sairaalassa tai terveyskeskuksessa, mutta hoitoon liittyvän infektion saadessaan potilas

todennäköisemmin voi tarvita tehohoitoa ja hänen sairaalassaoloaikansa voi pidentyä. Potilas voi joutua tulemaan uudestaan sairaalaan ja hoito voi monimutkaistua sekä viedä enemmän resursseja. On siis tärkeää, että infektioiden leviämisen ehkäisemiseksi kehitettyjä protokollia noudatetaan tarkasti ja tilannetta seurataan. (Motacki, Bahal O'Mara & Kapoian 2009, 97.)

## **2.2 Hoitoon liittyvien infektioiden syntyyn vaikuttavat tekijät**

Hoitoon liittyvien infektioiden syntyminen ei johdu yleensä suoraan hoidon tai toimenpiteen yhteydessä tapahtuvasta mikrobirtunnasta. Niiden syntyminen on monimutkainen tapahtumaketju, johon vaikuttavat tartuntatiet, taudin aiheuttajamikrobi, tartuntatapa sekä potilas, hänen sairautensa, vastustuskykynsä ja hoitomuoto. Nämä tekijät vaikuttavat mikrobikasvuston laatuun ja siten mikrobikasvuston muutokset voivat aiheuttaa infektiosairauden. (Kujala, Lyytikäinen & Vuopio-Varkila 2003, 629.)

Kun taudinaiheuttaja siirtyy yksilöstä toiseen, puhutaan tartunnasta. Tartunta ei kuitenkaan aina johda infektiin. Kontaminaatiolla taas tarkoitetaan mikrobien lyhytaikaista läsnäoloa esimerkiksi iholla. Tällöin mikrobit eivät lisäänty tai aiheuta haittaa. Kun tartunnan aiheuttajamikrobi lisääntyy elimistössä, esimerkiksi haavan pinnalla, mutta ei aiheuta infektiota, puhutaan kolonisaatiosta. Yleensä hoitoon liittyvissä infektioissa kolonisaatio edeltää itse infektiota, jolloin taudinaiheuttajamikrobi lisääntyy elimistössä ja aiheuttaa kudosaauriota (Vuento & Rantakokko- Jalava 2018, 34.)

Hoitoon liittyviä infektioita voivat aiheuttaa bakteerit, virukset, sienet sekä jotkin alkueläimet. Mikrobien taudinaiheuttamiskykyyn, eli patogeenisyyteen, vaikuttavat niiden ominaisuudet, joiden avulla ne voivat tartuttaa ja infektoida. Yksi patogeeneiden tunnusmerkki on, että ne pystyvät murtamaan elimistön suojausmekanismeja ja aiheuttaa solutuhoa. Mitä patogeenisempi mikrobi on, sitä useampi tartunnan saaneista sairastuu. Virulenssilla kuvastetaan taudin vaikeutta, jonka mikrobi aiheuttaa. (Vuento & Rantakokko- Jalava 2018, 30.) Mitä enemmän mikrobilla on virulenssitekijöitä, eli taudinaiheuttamiseen vaadittavia tekijöitä, sitä pahempi patogeeni se on. Mikrobien virulenssia lisää mm. niiden kyky tuottaa toksiineja, liman, biofilmin ja kapselin muodostaminen ja itiöiden tuottaminen. (Weston 2008, 18.) Jotta mikrobit voivat aiheuttaa taudin, on niiden ensin

kyettävä tarttumaan kiinni elimistöön. Tätä kykyä tarttua kiinni, esimerkiksi limakalvoille, kutsutaan adherenssiksi. Mikrobien kykyä tunkeutua kudoksiin taas kutsutaan invasiivisuudeksi. Invasiivisuus ei kuitenkaan ole välttämätöntä patogeeneille. Muita patogeenisten mikrobien tekijöitä ovat niiden kyky estää elimistön puolustusreaktioita ja kyky lisääntyä elimistössä. Monet hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajamikrobit eivät sinänsä ole erityisen patogeenisiä; potilas ja hänen yksilölliset riskitekijänsä edesauttavat huomattavasti infektion syntyä. Tällaiset vähän patogeeniset, niin sanotusti opportunistiset mikrobit, ovat usein sopeutuneet sairaalaympäristöön erityisten ominaisuuksiensa avulla. Mikrobit voivat olla esimerkiksi tavallista resistentimpiä mikrobilääkkeille tai kasvaa biofilmin, mikrobien aineenvaihduntatuotteiden muodostaman rakenteen, suojassa ympäristöönsä tarttuen, kuten esimerkiksi *Staphylococcus epidermidis*. (Vuento & Rantakokko- Jalava 2018 31, 33.)

Yleensä hoitoon liittyvä infektio saa alkunsa potilaan omista alkuperäisistä bakteereista tai sairaalahoidon aikana tulleista bakteereista. Hoidon aikana potilaan normaalifloora voi muuttua patogeeniseksi. Sairaalaympäristössä potilas altistuu monille patogeeneille, joita voi esiintyä potilashuoneessa, ja tällaiset kannat voivat alkaa kolonisoitua esimerkiksi iholla. (Motacki ym. 2009, 96.) Monissa hoitoon liittyvissä infektioissa kolonisaatio johtaa itse infektiin (Vuento & Rantakokko- Jalava 2018, 30). Vaikka mikrobi ei olisikaan patogeeninen, niin se voi aiheuttaa infektion päästyään sisälle elimistöön, jossa sitä ei normaalisti ole, esimerkiksi verenkiertoon tai kirurgiselle haavalle. Mikrobit voivat päästä normaalisti steriileihin elimistön osiin invasiivisten toimenpiteiden yhteydessä, ja infektion syntyä edesauttaa potilaan heikentynyt immuunipuolustus, mikä voi johtua esimerkiksi immunosuppressiivisista lääkkeistä tai taustalla olevasta kroonisesta sairaudesta. (Motacki ym. 2009, 96, 97.)

### **2.2.1 Ympäristön vaikutus hoitoon liittyviin infektioihin**

Aikaisemmin sairaalaympäristön pintojen puhtauden merkitsevyys hoitoon liittyvien infektioiden synnyssä katsottiin olevan vain vähäinen. Uudempien tutkimusten mukaan kontaminoiduilla pinnoilla on kuitenkin tärkeä rooli tiettyjen patogeeniin leviämässä. Tällaisia patogeeneja ovat esimerkiksi *C. difficile*, MRSA, VRE ja norovirus. Ne leviävät infektoituneista tai kolonisoiduista potilaista ympäristöön, ja pystyvät selviämään kuivillakin pinnoilla pidemmän aikaa (Otter, Yezli, Salkeld & French 2013.) Pelkkä käsien

peseminen ja desinfiointi eivät riitä, jos hoitohenkilökunta voi saada uusia mikrobeja heti käsiinsä koskettamalla ympäristöä. (Lankinen 2012, 105). Koska huono sairaalahygienia lisää infektioiden aiheuttajien määrää, niin se myös lisää hoitoon liittyviä infektioita. Esimerkiksi MRSA:n ja *C. difficile*n leviämisen tiedetään olevan yhteydessä huonoon sairaalahygieniaan. (Weston 2008, 76.)

Monet mikrobit eivät lisäänty tai selviä kauan hengissä kuivissa olosuhteissa; ne jotka selviävät eivät yleensä aiheuta infektioita potilaissa (Wilson 2009, 261). Kuitenkin suuri osa gram-positiivisista bakteereista, kuten enterokokit ja *Staphylococcus aureus*, voivat selviytyä kuivillakin pinnoilla, kuten tietokoneen näppäimistöillä ja tietokonehiirillä, jopa kuukausia. Taulukossa 1 on esitetty joidenkin sairaalassa esiintyvien bakteerien selviytymisaikoja kuivilla pinnoilla. Myös monet gram-negatiiviset bakteerilajit kykenevät selviämään kuivilla pinnoilla kuukausia. (Kampf, Kramer & Schwebke 2006.) Multiresistenttien ja antibiooteille herkkien stafylokokkien ja enterokokkien välillä ei ole huomattu selvää eroa selviytymisajassa kuivilla pinnoilla (Maley & Neely 2000). Kosteus antaa mikrobeille paremmat elinolosuhteet. Sairaalassa mikrobeille hyviä kasvu ympäristöjä ovat siis esimerkiksi ruoka, nesteet ja nestettä sisältävät laitteet. Potilaan eritteet ja veriroskeet voivat sisältää paljon mikrobeja. Kosteassa mikrobit voivat lisääntyä nopeasti ja voivat infektoida potilaan, jos ne pääsevät elimistön herkkiin osiin. (Wilson 2009, 261.) Huono hygienia antaa siis mikrobeille enemmän mahdollisuuksia lisääntyä sairaalaympäristössä, joten on tärkeää pitää pinnat puhtaina ja mahdollisimman kuivina.

TAULUKKO 1. Sairaaloissa esiintyvien bakteerien selviytymisaikoja kuivilla pinnoilla (Kampf, Kramer & Schwebke 2006, muokattu 2018)

<b>Sairaalamikrobien selviytymisaika kuivilla pinnoilla</b>	
<b>MIKROBI</b>	<b>SELVIITYMISAIKA</b>
<i>Clostridium difficile</i> (itiöt)	>5 kk
<i>Acinetobacter</i> spp	3 vrk- 11 kk
<i>Enterococcus</i> spp (mukaanlukien VRE)	5 vrk >46 kk
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6 t -16 kk
<i>Klebsiella</i> spp	2 t >30 kk
<i>Staphylococcus aureus</i> (mukaan lukien MRSA)	7 vrk >12 kk
<i>Escherichia coli</i>	1,5 t- 16kk

Riittämätön ympäristön puhdistaminen on monesti osasyynä tautien puhkeamisessa ja leviämässä sairaaloissa. Infektioiden kontrolloimisessa on tärkeää puhdistaa potilaan ympäristö ja välineet huolellisesti aina potilaiden vaihtuessa. (Wilson 2009, 261.) Esimerkiksi MRSA:n poistaminen potilashuoneista voi olla kuitenkin haastavaa. 2015 tehdyn tutkimuksen mukaan MRSA:lle infektoituneen potilaan huoneen pinnoille voi usein jäädä MRSA-bakteereja, vaikka huone pestäisiin ja desinfioidaisiin neljä kertaa. (Manian, Griesenauer, Senkel, Setzer, Doll, Perry & Wiechens 2015.) Potilaan tavarat voivat kontaminoida ympäristöä ja toimia vektoreina mikrobien siirtymisessä paikasta toiseen. Kaikki potilaan kanssa kosketuksessa olevat välineet ja vuodevaatteet tulee siis vaihtaa ja pestä huolellisesti potilaiden välissä. Epidemioiden puhjetessa ympäristön puhdistamista on syytä tehostaa. (Weston 2008, 78.)

### 2.2.2 Sairaalaympäristön puhdistaminen

Sairaalaympäristöön kuuluvat kaikki tilat, pinnat, huonekalut, välineet ja aineet, jotka ovat sairaalan sisällä. Sairaalaympäristöstä löytyy monille mikrobeille ravinnoksi kelpavaa orgaanista materiaalia, kuten ruoka- ja eritetahroja. Jotkin mikrobit voivat selviytyä kuivilla pinnoilla eriasteisissa lepotiloissa, kuten itiömuodossa. (Hellsten 2004, 34.) Ympäristön täydellinen puhdistaminen mikrobeista on vaikeaa ja Wilsonin (2009, 273) mu-

kaan tarpeetonta. Suurin osa pintojen mikrobeista ovat harmittomia, eivätkä ne pääse helposti siirtymään elimistön herkkiin osiin. Siivoamisella on kuitenkin todettu olevan vaikutusta tautien leviämisen ehkäisyssä ja epidemioiden kukistamisessa sairaalaympäristössä, ja pölyn kertymisen tiedetään olevan yhteydessä esimerkiksi stafylokokkien leviämiseen. (Wilson 2009, 273.) Sairaaloissa on siis syytä pitää tilat ja pinnat puhtaina, jotta mikrobien leviämisen riski pysyisi mahdollisimman pienenä.

Puhdistaminen, desinfiointi ja sterilointi ovat keinoja, joiden avulla hoitoympäristö saadaan turvalliseksi ja potilaan hoidossa käytetyt välineet eivät aiheuta infektoriskiä (Ojajärvi & Kujala 2005, 271). Pesuaineen kanssa puhdistamisella tarkoitetaan näkyvän lian, veren ja eritteiden poistamista fyysisesti. Samalla poistuu myös monet tahrojen sisältämät mikrobit. Desinfiointi vähentää huomattavasti mikrobien määrää niitä tuhoamalla, mutta ei yleensä tapa itiöitä. Sterilisaatio tappaa tai hävittää kaikki mikrobit mukaan lukien itiöt. (Wilson 2009, 262.) Tehokas puhdistaminen ja desinfiointi edellyttävät oikeanlaisten aineiden käyttöä, riittävää aineen levittämistä ja kontaktiaikaa mikrobien kanssa (Otter ym. 2013).

Jos mikrobit eivät pääse ympäristöstä helposti elimistöön infektoimaan potilasta, niin siivoamiseen riittää pelkkä puhdistus. Esimerkiksi potilaan yöpöytä, joka on kosketuksissa vain ihon kanssa, ei aiheuta suurta riskiä potilaalle, joten puhdistukseen riittää pesuaineella puhdistaminen (Ojajärvi & Kujala 2005, 271.) Pintojen ja välineiden pesuaineella puhdistamisella poistetaan kontaminoivaa orgaanista materiaalia, kuten veriroskeita ja eritetahroja. Pesuaineilla puhdistaminen vähentää mikrobien määrää pinnoilta poistamalla niitä mekaanisesti. Mikrobeja voidaan siten siirtää pois, mutta ne eivät kuole. Pesuaineella peseminen on aina edellytys desinfiointille ja sterilisaatiolle. Jos likaa ei ensin poisteta, niin mikrobit voivat jäädä orgaanisen materiaalin sisään ja selvitä hengissä desinfioinnista ja sterilisoinnista. (Weston 2008, 76, 77.)

Desinfiointi voidaan tehdä joko fysikaalisesti kuumentamalla tai kemiallisesti. Kemiallisia desinfiointiaineita on paljon erilaisia ja ne vaikuttavat eri tavalla eri mikrobeihin. Desinfiointi ei ole kuitenkaan tehokasta, jos pintoja ei ole puhdistettu ensin pesuaineella. (Wilson 2009, 262.) Kun ensin on käytetty pesuainetta puhdistuksessa, niin desinfiointiaineella on parempi fysikaalinen ja kemiallinen kontakti mikrobien kanssa, jolloin desinfiointi on tehokkaampaa (Weston 2008, 77). Kuumennus on kemiallisia aineita tehok-

kaampi ja helpommin säädeltävissä oleva desinfiointin keino. Wilson (2009, 262) huomauttaa, että oli kyseessä kuumennus tai kemiallinen aine, niin desinfiointin teho ilmenee aina viiveellä, koska aineen on ensin läpäistävä solu. Jos läsnä on siis paljon orgaanista materiaalia, niin viive on pidempi.

Sterilisaatiolla voidaan pinnoilta poistaa myös itiöt, eli siten tuhotaan kaikki mikrobit. Kun potilaalle tehdään invasiivinen hoitotoimenpide mikrobit voivat kulkeutua hoitovälineiden mukana elimistöön. Siksi invasiivisten toimenpiteiden yhteydessä on syytä käyttää steriloituja hoitovälineitä (Ojajärvi & Kujala 2005, 271.) Fysikaaliset menetelmät, esimerkiksi höyryn käyttäminen, ovat yleensä tehokkaampia sterilisaatiokeinoja. Myös kemikaaleja voidaan kuitenkin käyttää. (Wilson 2009, 262.)

Lankisen (2012, 105) mukaan ympäristön puhtauden vaikutusta tartuntojen ehkäisyssä on vähätelty, vaikka uudet tutkimukset ovat antaneet näyttöä ympäristön puhtauden tärkeydestä. Lankinen arvelee, että yksi syy tähän on se, että siivousta ei ole aikaisemmin pidetty tutkittuun tietoon perustuvana toimintana. (Lankinen 2012, 105.) Ympäristön puhdistamisessa on sairaalaympäristössä monia haasteita. Täydet osastot ja potilaiden jatkuva vaihtuminen tuovat omalta osaltaan haastetta puhtaanapitoon. Siivoamisen apuna on yleisesti käytetty värikoodeja siivousvälineiden sekaantumisen ja ristiin käyttämisen välttämiseksi ja mikrobien leviämisen ehkäisemiseksi uusiin paikkoihin. (Weston 2008, 77, 78.)

### **2.3 Hoitoon liittyvien infektioiden ehkäiseminen**

Hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisemisessä ja niiden seurannassa voidaan käyttää käsitettä sairaalainfektio, joka määritellään paikalliseksi tai yleistyneeksi tilaksi, jonka aiheuttajana on mikrobi(t) tai sen toksini(t), ja joka on alkanut tai ilmennyt sairaalahoidon aikana eikä infektio ole ollut havaittavissa tai itämässä potilaan tullessa sairaalaan. Seurannalla tarkoitetaan jatkuvaa ja järjestelmällistä tietojen kartuttamista tautitapauksista, niiden analysointia ja johtopäätösten tekemistä. Seuranta liittyy tiiviisti infektioiden ehkäisy- ja torjuntatyöhön. Tiedon välittäminen ehkäisy- ja torjuntatoimien perustaksi kuuluu myös hoitoon liittyvien infektioiden seurantaan. Potilaan riskiä saada hoitoon liittyvä infektio voidaan huomattavasti alentaa henkilökunnan toimenpiteillä, yleisellä hygieni-

alla sekä tehokkaalla seurannalla. Ilman seurantatietoja on mahdotonta suunnata ehkäisytoimenpiteitä oikein ja arvioida toimien tuloksellisuutta (Lyytikäinen & Kanerva 2018, 69.)

Noin kolmasosa hoitoon liittyvistä infektioista voitaisiin estää parantamalla infektioiden kontrollikäytäntöjä. Hoitoon liittyvien infektioiden syntyyn vaikuttavia riskitekijöitä ovat esimerkiksi invasiiviset toimenpiteet, katetrien laitto, potilaan saamat antibiootit ja hoitohenkilökunnan mukana siirtyvät mikrobit potilaasta toiseen. Esimerkiksi hoitaessa potilaita, joilla on *C. difficile* aiheuttama toksinen ripuli, tulisi suojautua erityisen huolellisesti ja potilaat tulisi eristää. *C. difficile* -bakteeri voi levitä kontaminoituneesta ympäristöstä potilaaseen, itäin uloste-suuteitse potilaalta toiselle tai hoitohenkilökunnan välityksellä potilaaseen. (Wilson 2009, 124, 153.) Riski saada infektio kasvaa, jos henkilökunta ei huolehdi hyvästä hygieniasta. Myös ympäristölliset tekijät voivat kasvattaa riskiä. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi potilashuoneissa toisiaan lähellä olevat sängyt ja huonosti siivottu sekä desinfioitu ympäristö. (Motacki ym. 2009, 97.)

Terveystieteiden ammattilaisilla tulee aina olla perushygienia kunnossa. Kun potilaalla tiedetään olevan tarttuva tauti, voidaan ottaa käyttöön eristyskäytäntöjä. Monesti tauti voi kuitenkin tarttua jo ennen oireiden alkamista. Esimerkiksi vesirokko tarttuu jo 2-3 päivää ennen taudin puhkeamista, ja MRSA voi kolonisoida elimistöä pitkään aiheuttamatta minkäänlaisia oireita. Koska infektoituneita potilaita ei voida aina tunnistaa, on tärkeää huolehtia hygieniasta hyvin jokaisen potilaan välillä, eikä ainoastaan sairaiden potilaiden kohdalla. Jos hygieniaa laiminlyödään mikrobit saavat enemmän mahdollisuuksia infektion aiheuttamiseen. Hyvä hygieniakäytäntö suojaa myös henkilökuntaa taudinaiheuttajilta. Tärkeitä asioita infektioiden leviämisen ehkäisemisessä ovat siis hyvä käsihygienia, suojavaatteiden- ja välineiden käyttö, terävien välineiden turvallinen käyttö ja hävitys, potilaiden eristäminen, välineiden ja ympäristön puhdistaminen ja desinfiointi. (Weston 2008, 61,62; Wilson 2009, 153.)

Hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisemiseen voidaan vaikuttaa monilla keinoilla. Yksi tärkeä infektioiden leviämisen tekijä on henkilökunnan toimet. Etenkin hoitohenkilökunnan on tärkeää työskennellä hygieenisesti. Erityisesti käsien pesulla on iso vaikutus infektioiden ehkäisemisessä. Kun mikrobit poistetaan käsistä saippualla puhdistamalla ja alkoholihuuhteilla, ne eivät pääse siirtymään potilaisiin, vierailijoihin tai muuhun henkilökuntaan. (Weston 2008, 63.) Toimenpideprosessia tulee myös tarkastella kriittisesti, ja

selvittää voidaanko siitä vähentää vaiheita, jotta huolimattomuusvirheitä tulisi vähemmän. Henkilökuntaa tulee myös uudelleen kouluttaa ja huolehtia siitä, että heidän työskentelytapansa ovat ajan tasalla. Myös hoidoissa käytettävä teknologia vaikuttaa infektioiden syntyyn. Nykyään invasiivisissa tutkimuksissa käytetään enemmän materiaaleja, jotka eivät tue mikrobien kasvua. Hopea- ja antibioottipäällysteiset katetrit ovat myös vähentäneet hoitoon liittyviä infektioita. Jos hoidon aikana tai sen seurauksena kuitenkin syntyy infektio, niin infektion aiheuttaja tulee tunnistaa ja selvittää miten infektio on päässyt puhkeamaan. Ongelman aiheuttaja täytyy aina identifioida, jotta voidaan kehittää ratkaisuja. (Motacki ym. 2009, 102.)

### 2.3.1 Käsihygienia

Hyvällä käsihygienialla voidaan terveydenhuollossa vähentää huomattavasti potentiaalisten patogeenien siirtymistä potilaisiin. Mikrobit leviävät uusiin paikkoihin ja ihmisiin eniten juuri käsien kautta. Siksi on tärkeää, että mikrobeja poistetaan käsistä ennen ja jälkeen potilaan koskemista. Mikrobeja saadaan vähennettyä käsistä pesemällä kädet kunnon saippualla ja vedellä ja käyttämällä alkoholihuuhdetta puhtaisiin käsiin. (Weston 2008, 62, 63.)

Käsien kautta mikrobit voivat aiheuttaa infektion joko suorasti tai epäsuorasti. Käsistä potilaaseen siirtyvät mikrobit voivat aiheuttaa suoraan infektion, jos ne pääsevät vahingossa herkkiin tai normaalisti steriileihin elimistön osiin. Näin voi käydä esimerkiksi leikkausten ja katetrien laitton yhteydessä. Epäsuoran infektion käsistä siirtyvät mikrobit aiheuttavat silloin, kun ne siirtyvät potilaaseen ja vakiintuvat normaaliflooraan. Kolonisaation jälkeen mikrobit voivat aiheuttaa infektion myöhemmin. (Weston 2008, 63.)

Ihon normaalifloora koostuu pysyvistä ja väliaikaisesta mikrobistosta. Iho on monille mikrobeille huono kasvu ympäristö, koska se on kuiva, hapan ja siinä on vähän ravinteita. Pysyvä mikrobisto myös estää monien patogeenien kolonisaation ja siten suojelee elimistöä taudinaiheuttajilta. Pysyvät mikrobit ovat juurtuneet ihon syvempiin osiin, hikirauhasiin, karvatuppiin ja kynsien alle. Siksi ne ovat resistentimpiä mekaaniselle puhdistukselle vedellä ja saippualla. (Weston 2008, 63.) Pysyvät ihon mikrobit eivät ole yleensä patogeenisia, mutta päästessään sellaisiin elimistön osiin, jotka ovat normaalisti mikrobitoimia, ne voivat olla patogeenisia ja aiheuttaa infektion. Pysyvän mikrobiston kasvuston

tyyppi ja jakauma riippuu kosteudesta, lämpötilasta, ihon paikasta ja ihmisen terveydentilasta. Suurin osa pysyvästä mikrobistosta kuuluu grampositiivisiin bakteereihin. Ne ovat pääosin koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja, mikrokokkeja ja korynebakteereja. (Wilson 2009, 158.)

Väliaikaiset ihon mikrobit ovat suurempi ongelma terveydenhuollossa ja ne aiheuttavat useammin infektioita. Ne sijaitsevat ihon pinnalla ja tarttuvat helposti erityisesti kosteilta pinnoilta. Ne siirtyvät ihmisistä toisiin kosketuksen välityksellä ja välineiden kautta yleensä kontaminoidusta materiaalista, mutta myös puhtaan näköisistä kohteista, kuten potilaan iholta tai vuodevaatteista. (Wilson 2009, 157.) Esimerkiksi MRSA ja *C. difficile* tarttuvat helposti käsien kautta. Yleensä väliaikaiset ihon mikrobit eivät selviä iholla muutamaa tuntia kauemmin, mutta ehtivät siinä ajassa siirtymään uusiin ihmisiin ja tavaroihin. Väliaikaisen mikrobiston koostumus riippuu vallitsevasta mikrobistosta ja siitä, kuinka paljon se on kosketuksissa potilaiden tai heidän ympäristönsä kanssa. (Weston 2008, 63; Vuopio-Varkkila, Kuusela & Kotilainen 2010, 90.)

Suurin osa ihon väliaikaisista mikrobeista voidaan helposti irrottaa mekaanisesti puhdistamalla kädet huolellisesti vedellä ja saippualla. Alkoholihiuhdetta käyttämällä mikrobien tappaminen on kuitenkin tehokkaampaa. Jos käsissä on näkyvää likaa tai verta, tulee kädet aina pestä vedellä ja saippualla ennen alkoholihiuhteen käyttöä. Alkoholia käytetään terveydenhuollossa käsien rutiinipuhdistuksessa. Alkoholit tappavat gram-positiivisia ja -negatiivisia bakteereja, sieniä ja joitakin viruksia. Virusten tuhoamisessa alkoholi on noin sata kertaa tehokkaampi kuin muut pesuaineet. Alkoholihiuhdetta lisätään riittävä määrä kämmenelle ja hierotaan käsiin noin 30 sekuntia, kunnes huuhte on kuivunut. Levityksen jälkeen alkoholi vähentää bakteerien kasvua muutaman tunnin ajan. (Weston 2008, 66; Wilson 2009, 158, 159.)

### **2.3.2 Suojavälineet ja -vaatteet**

Suojavaatteiden, kuten käsineiden, hengityssuojainten, suojalasien ja suojaesiliinan on tarkoitus suojata henkilökuntaa veriteitse tarttuvilta taudeilta ja estää mikrobien leviämistä henkilökunnan ja potilaiden välillä. Suojavälineiden valintaan vaikuttaa potilaaseen liittyvät riskit. On otettava huomioon potilaan sairaudet ja mahdolliset tartuntavaarat. Jos

on riskinä, että potilaan kanssa toimiessa voi tulla roiskeita käytetään tarvittavia suojavälineitä, kuten suojaesiliinaa, hengityssuojaimia ja suojalaseja. (Weston 2008, 69.)

Suojakäsineet eristävät käsien ihon potilaan eritteiltä, vereltä ja mikrobeilta. Ne estävät mikrobin siirtymisen käsistä potilaaseen invasiivisten toimenpiteiden yhteydessä, kun niitä käytetään oikein. Käsineet tulee vaihtaa aina potilaiden välissä ja saman potilaan hoidon aikana, kun toimenpide vaihtuu. Näin estetään esimerkiksi potilaan ihon mikrobin siirtyminen elimistön osaan, jonne mikrobit eivät kuulu. Suojakäsineitä ei pestä tai desinfioida, vaan ne ovat aina kertakäyttöiset. Käsineet heitetään jätteastiaan heti toimenpiteen loputtua ennen kuin kosketaan mitään. Suojakäsineitä tulee käyttää invasiivisissä toimenpiteissä, kun on kyseessä mikrobiton ympäristö ja on riski, että kädet voivat kontaminoitua eritteisiin tai kun käsitellään teräviä tai kontaminoituneita työvälineitä. (Weston 2008, 70.)

Kun ollaan suorassa kontaktissa potilaan kanssa ja roiskeet ovat mahdollisia käytetään suojakäsineiden lisäksi suojaesiliinaa, suojalaseja ja hengityssuojaimia. Kertakäyttöisellä esiliinalla suojataan työvaatteet potilaan vereltä, eritteiltä ja mikrobeilta. Sitä käytetään, kun ollaan tekemisissä infektointuneen potilaan ja hänen ympäristönsä kanssa. Hengityssuojain ja suojalasit suojaavat työntekijän limakalvoja mahdollisilta roiskeilta. Hengityssuojain myös estää käyttäjän hengitysilman mukana tulevien mikrobin pääsyn ilmaan ja sitä kautta potilaaseen. Hengityssuojaimia käytetään aina kirurgisten toimenpiteiden yhteydessä. Sen tulee olla hyvin asetettu niin, että ilma ei pääse kulkemaan sivuilta, vaan se suodattuu suojan läpi. (Weston 2008, 71; Wilson 2009, 159, 160.)

### 3 SAIRAALAYMPÄRISTÖN MIKROBIT

#### 3.1 Hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajat

Hoitoon liittyvät infektiot saavat alkunsa terveydenhuollon toimintayksikössä saadun lääketieteellisen hoidon tai toimenpiteen yhteydessä tai sen jälkeen (Syrjälä 2005, 19). Hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajamikrobiryhmiä ovat bakteerit, virukset, sienet ja parasiitit eli loiseläimet, joista tärkeimmät ovat lähinnä alkueläimet (Vuento 2010, 43). Hoitoon liittyvistä infektioista suurin osa on bakteerien aiheuttamia (THL 2016). Tämän vuoksi käsittelemme tässä työssä vain bakteereja. Sienten ja virusten osuus hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajina korostuu, mitä enemmän hoitona on käytetty puolustusjärjestelmää häiritsevää hoitoa. Lapsipotilailla korostuu erityisesti virusten aiheuttamat infektiot. Oli sitten kyse bakteerien, sienten, virusten tai parasiittien aiheuttamasta hoitoon liittyvästä infektioista, ovat ne usein peräisin potilaan omasta mikrobifloorasta. Tätä kutsutaan endogeeniseksi infektioksi. Mikäli infektio saa alkunsa alkuperältään potilaan omaan normaaliflooraan kuuluvista bakteereista, on se primaaristi endogeeninen. Jos taas aiheuttajana on potilaaseen sairaalahoidon aikana tullut bakteeri, niin on se sekundaaristi endogeeninen. Vain pieni osuus hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajamikrobeista tulee elimistön ulkopuolelta, kuten toisista potilaista, hoitohenkilökunnasta tai ympäristöstä. (Syrjälä 2005, 21, 22; Vuento & Rantakokko- Jalava 2018, 33)

Bakteerit ovat hyvin kehittyneitä pärjäämään erilaisissa ravinto- ja ympäristöolosuhteissa. Ravinnoksi kaikki bakteerit tarvitsevat kasvaakseen vähintään typpeä, hiiltä ja energiaa solujen rakenteisiin ja solutoimintojen ylläpitämiseen, sekä useanlaisia metalleja ja ioneja ylläpitämään entsyymaattisia toimintoja. Bakteerien eloonjääminen riippuu myös lämpötilasta, pH:sta ja kaasuoletuksista. Valtaosa patogeenisistä bakteereista kasvaa parhaiten pH:n ollessa neutraali. Eri bakteereilla on eri lämpötilat, missä ne viihtyvät ja lisääntyvät parhaiten. (Manuselis & Mahon 2015, 3, 12- 14.) Useimmat kliinisesti merkittävät bakteerit kasvavat parhaiten 35- 37 °C lämpötilassa, joka vastaa ihmisen normaalia ruumiinlämpöä. (Vaara, Skurnik & Sarvas 2010). Bakteerien kasvaminen on myös riippuvaista niiden hapensietokyvystä. Aerobibakteerit tarvitsevat kasvamiseen happea, kun taas anaerobibakteerit eivät siedä happea lainkaan. Fakultatiivisesti anaerobibakteerit voivat kasvaa sekä hapellisissa että hapettomissa olosuhteissa. (Manuselis & Mahon 2015, 14.)

Bakteerit voidaan jakaa mikroskooppisen kuvan perusteella kliinisesti tarkoituksen mukaisesti ryhmiin muodon ja gramvärjäytyvyyden perusteella. Käytännössä bakteerit kuitenkin jaetaan näiden mukaan neljään ryhmään: grampositiiviset kokit (mikroskoopissa sinivioletilta ja pyöreiltä näyttävät), grampositiiviset sauvat (mikroskoopissa sinivioletilta ja sauvalta näyttävät), gramnegatiiviset kokit (mikroskoopissa vaaleanpunaiselta ja pyöreiltä näyttävät) sekä gramnegatiiviset sauvat (mikroskoopissa vaaleanpunaisilta ja sauvoilta näyttävät). Myös bakteereiden kasvuilmasto ja itiöiden muodostus voidaan huomioida ryhmittelyssä. (Vaara, Skurnik & Sarvas 2010, 21,25,26; Vuento & Rantakokko-Jalava 2018, 27.)

Gramvärjäys on yksi bakteriologian yleisimmistä menetelmistä bakteerien luokittelumiseksi ja se sai nimensä tanskalaisen keksijänsä Hans Christian Gramin mukaan. Bakteerit voidaan jakaa kahteen pääluokkaan soluseinän värjäytyvyyden perusteella. Tämä bakteerien kahtiajako perustuu täysin niiden kemialliseen koostumukseen ja rakenteelliseen muotoon. Gramnegatiivisten bakteerien gramvärjäyksessä alkoholilla suoritettava värinpoisto pääsee tehokkaasti poistamaan primaarivärin (kristalli violetin) pääosin lipidirikkaan ulkomembraanin ja ohuen peptidoglykaanikerroksen avulla, mikä edesauttaa bakteerin värjäytymistä vastavärivärillä (safraniinilla) gramnegatiiviselle bakteerille ominaisesti vaaleanpunaiseksi. Grampositiiviset bakteerit on suojattu paksulla peptidoglykaanikerroksella ja paljon kimmoisammalla soluseinällä, mikä estää kristalliviolettia huuhtoutumasta pois ja edesauttaa bakteeria värjäytymään sille ominaisesti sinivioletiksi. (Beveridge 1999.) Melkein kaikille bakteereille yhteinen rakenne soluseinässä on peptidoglykaanikerros eli mureiinikerros. Peptidoglykaani vastaa soluseinän rigiditeetistä eli jäykkyydestä ja estää solua vaurioituessaan halkeamasta osmoottisen paineen ja kasvun vaikutuksesta. Monet antibiootit estävät bakteerin peptidoglykaanisynteesiä ja kykenevät siten tehokkaasti tappamaan bakteereita. (Vaara ym 2010, 21,24.)

Hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajista grampositiivisia kokkeja ovat stafylokokit, kuten *S. aureus*, sekä strepto- ja enterokokit. Gramnegatiivisista sauvoista osa muodostaa melko yhtenäisen ryhmän hoitoon liittyvien infektioiden kannalta. Tähän ryhmään kuuluvat muun muassa enterobakteeriheimon bakteerit *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Escherichia coli* ja *Serratia*. Muita merkittäviä gramnegatiivisia sauvoja ovat *Pseudomonas aeruginosa*, *Stenotrophomonas* sekä *Acinetobacter* spp. -lajit. Myös *Hemophilus*-lajit ovat gramnegatiivisiin sauvoihin kuuluvia hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajia.

Grampositiivisista sauvoista esimerkiksi mikrobilääkehoitoon liittyvän ripulin aiheuttajana on *C. difficile*. (Vuento ym. 2010, 44.) Seuraavissa kappaleissa käsittelemme lähinnä kasvuolosuhteiltaan aerobisia bakteereita, sillä sairaaloiden työpinnoilla menestyvät vain happea elämiseen hyödyntävät bakteerit.

### 3.1.1 *Staphylococcus aureus* ja metisilliiniresistentti *S. aureus* (MRSA)

*S. aureus* on tyypillinen grampositiivisesti värjäytyvä ryhmäkokki, joka eroaa muista stafylokokeista koagulaasireaktion perusteella. *S. aureus* on ainoa kliinisesti merkittävä koagulaasipositiivinen stafylokokki. Kasvaessaan plasman läsnä ollessa vapaa koagulaasientsyymi sitoo plasman fibrinogeeniä, jolloin plasma hyytyy. (Vuopio-Varkila, Kuusela & Kotilainen 2010, 83.) *S. aureus* esiintyy yleensä perusterveillä ihmisillä sekä vastustuskyvyltään heikentyneillä sairaalapotilailla. Valtaosa aikuisista ja vastasyntyneistä sekä monet lapsista kantavat aika ajoin *S. aureus*-bakteeria nenässä tai nenänielussa, iholla ja joskus myös urogenitaali alueella. Kantajuus, eli kolonisaatio, tarkoittaa sitä, että ihmisellä on *S. aureus*-bakteeri, joka ei ole aiheuttanut oireista tautia. (Vuopio-Varkila ym. 2010, 83; THL 2015.)

Monilla ihmisillä *S. aureus* - kantajuus on väliaikaista. Jotkut ihmiset eivät ole koskaan *S. aureus* - kantajia ja joillain kantajuus on pysyvää. *S. aureus* voi levitä kantajaltaan muualle iholle, limakalvoille tai toiseen ihmiseen kosketus- ja aerosolitartuntana. (Vuopio-Varkila ym. 2010, 83; Syrjälä & Kolho 2010, 442.) Useimmat *S. aureus* -bakteerin aiheuttamista hoitoon liittyvistä infektioista ovat peräisin potilaan omasta *S. aureus* -kloonista (endogeeninen kolonisaatio). *S. aureus* bakteerin kantajilla on suurempi riski saada hoitoon liittyvä infektio, kuin potilailla, jotka eivät ole *S. aureus*-kantajia. Riski on pitkäaikaishoidossa pienempi kuin akuuttisairaanhoidossa, jossa suurin riski on tehohoidossa. (Syrjälä & Kolho 2010, 443.)

*S. aureus* on ihmisen tavallisin märkäbakteeri ja tärkeä patogeeni. Sen aiheuttamia yleisimpiä kliinisiä infektioita ovat paikalliset leikkaushaavan infektiot, märkäiset pehmytkudos-, luu-, iho- ja nivelinfektiot sekä vakavat yleisinfektiot, kuten endokardiitti tai sepsis. Rikkoutumaton iho ja limakalvot suojaavat hyvin *S. aureuksen* aiheuttamilta in-

fektioilta, mutta otollisesta haavasta tai muusta ihorikosta *S. aureus* pääsee helposti aiheuttamaan paikallisinfektion tai syvemmälle levitessään yleistyneen infektion. (Vuopio -Varkila ym. 2010, 86- 87.)

*S. aureus* on saanut kehitettyä resistenssiä käytännössä kaikkia kliinisesti merkitseviä mikrobilääkeryhmiä kohtaan. Tällä hetkellä Helsingissä esiintyvistä *S. aureus*-kannoista yli 99 % tuottaa penisilliiniä hajottavaa entsyymiä, beetalaktamaasia (penisillinaasia), ja ovat näin ollen resistenttejä penisilliinille. Muualla Suomessa luku on yli 80 % kaikista *S. aureus* kannoista. Kloksasilliini, dikloksasilliini, metisilliini sekä oksasilliini ovat esimerkkejä ns. stafylokokkipenisilliineistä. Ne kestävät beetalaktamaasientsyymiä ja ovat siksi tehokkaita penisilliini resistentteille *S. aureus* kannoille. (Vuopio -Varkila ym. 2010, 89.) Osa *S. aureus* kannoista on nykyään resistenttejä myös stafylokokkipenisilliineille. Nämä ns. metisilliiniresistentit *S. aureukset* (MRSA) ovat aina myös resistenttejä muille beetalaktaamiantibiooteille. (Vuopio-Varkila ym. 2010, 90.)

*S. aureuksen* metisilliiniresistenssi ei perustu entsyymien tuotantoon, vaan bakteerin kromosomissa sijaitsevaan *mecA*-geeniin, jonka avulla soluseinämään tuotetaan muunnuttua penisilliiniä sitovaa proteiinia (PBP2, PBP2a). Tämä aiheuttaa muutoksen *S. aureus* - kannassa, jonka jälkeen beetalaktaamiantibiootit eivät kykene sitoutumaan muuntuneeseen penisilliiniä sitovaan proteiiniin (PBP2a:han). Tällöin peptidoglykaanikerroksen synteesi ei esty ja MRSA-kanta jakaantuu normaalisti. Tavallisen *S. aureuksen* penisilliiniä sitovaan proteiiniin (PBP) beetalaktaamiantibiootit pystyvät kiinnittymään ja estävät siten peptidoglykaanikerroksen synteesin ja *S. aureus* -kanta kuolee. (Syrjälä & Kolho 2010, 443; Vuopio - Varkila ym. 2010, 90.)

Joidenkin *S. aureus* bakteerien kromosomissa sijaitsee myös *mecA*-homologi, *mecC*-geeni. *MecC*-geenin tuottamassa proteiinissa (PBP2A<sub>mecC</sub>) on eroa *mecA*-geenin tuottamaan proteiiniin PBP2a:han. *MecC*-geenin tuottamalla PBP2A - proteiinilla on suurempi affiniteetti oksasilliiniin kuin kefoksitiiniin, kun taas *mecA*-geenin tuottamalla PBP2a-proteiinilla ei ole taipumusta tähän valintaan. Vaikka *mecA*-ja *mecC*-geeneillä on hyvin erilaisia biokemiallisia ominaisuuksia, *mecC*-geeni antaa yhtä lailla *S. aureukselle* resistenttyyden metisilliiniä vastaan, joten on tärkeää, että nämä kannat tunnistetaan MRSA:ksi diagnostisissa laboratorioissa. (Paterson, Harrison & Holmes 2014, 42- 47; Milheirico, De Lencastre & Tomasz 2017.)

Taudinaiheuttajana MRSA-kannat eivät ole selkeästi vaarallisempia ihmisille, kuin antibiooteille herkät *S. aureukset*, vaan infektiot ovat vaikeusasteeltaan ja taudinkuviltaan hyvin samanlaisia. MRSA:n aiheuttamia yleisimpiä infektioita ovat sairaalasyntyiset luu- ja leikkaushaavainfektiot sekä yleisinfektiot, kuten sepsis. Haasteena MRSA infektioissa on kuitenkin niiden mikrobilääkeresistenssi, joka vaikeuttaa infektioiden hoitoa. Lisäksi MRSA saattaa levitä nopeasti ja aiheuttaa sairaalaepidemioita. MRSA-kannat ovat usein myös moniresistenttejä eli beetalaktaamiantibioottien lisäksi ne ovat resistenttejä ainakin kolmelle muulle antibiootille. Kaikkiin MRSA-kantoihin tiedetään vielä tehoavan glykopeptidiantibiootit (vankomysiini ja teikoplaniini) ja uudempi mikrobilääke linetsolidi. Joistain ulkomaisista sairaaloista on kuitenkin löytynyt jo MRSA-kantoja, jotka eivät ole enää niin herkkiä glykopeptidiantibiooteille. (Vuopio- Varkila 2010, 90.)

### 3.1.2 Koagulaasinegatiiviset stafylokokit

Stafylokokit luokitellaan niiden plasman hyyydyttämiskyvyn mukaan koagulaasiposiitiviksi ja koagulaasinegatiiviseksi koagulaasireaktion avulla. Koagulaasi on entsyymi, jolla on kyky hyyydyttää veri plasma. (Vuento 2010, 44) Koagulaasinegatiiviset stafylokokit ovat grampositiivisesti värjäytyviä katalaasiposiitivisia kokkibakteereita, jotka ovat ihmisen tärkeimpiä normaaliflooraan kuuluvia bakteereita. Makroskooppisesti verimaljalla tarkastellen ne muodostavat pieniä valkoisia pesäkkeitä. *S. aureus* on ainoa ihmisessä esiintyvä koagulaasiposiitivinen stafylokokkilaji, joten koagulaasireaktioon perustuva testi toimii yksinkertaisena erotusmenetelmänä *S. aureuksen* ja muiden stafylokokkien välillä. (Vuopio -Varkila, Kuusela & Kotilainen. 2010, 83; Lyytikäinen, Vuopio -Varkila & Kotilainen 2010, 98.)

Koagulaasinegatiiviset stafylokokit ovat tyypillisiä opportunistisia patogenejä, joiden aiheuttamaan infektiin liittyy aina jokin altistava tekijä, kuten vierasesineet tai immunosuppressio. Koagulaasinegatiiviset stafylokokit ovatkin yksi suurimpia vierasesineinfektioiden ja sairaalasyntyisten bakteremioiden aiheuttajia. Ongelmana koagulaasinegatiivisten stafylokokkien aiheuttamista hoitoon liittyvissä infektioissa on, että 50 % näistä stafylokokkikannoista on metisilliiniresistenttejä. Nämä koagulaasinegatiiviset opportunistiset stafylokokit, jotka aiheuttavat hoitoon liittyviä infektioita, ovat usein resistent-

tejä myös monille muillekin mikrobilääkkeille, kuten esimerkiksi erytromysiinille, trimetopriimille sekä klindamysiinille. Koagulaasinegatiivisille stafylokokkeille on ominaista kiinnittyä tiukasti vierasesineiden pinnalle ja erittää ympärilleen glykokalyksin, eli pääosin polysakkarideista koostuvan kerroksen, joka voi suojella bakteereita elimistön puolustusmekanismeilta ja antibiooteilta. (Lyytikäinen ym. 2010, 98- 99.)

Koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja on löydetty ihmisestä noin 15 eri lajia. Näistä lajeista yleisin ja tärkein ihmisen normaalifloorassa esiintyvistä stafylokokkeista on *S. epidermidis*. Sen osuus kaikista limakalvolla ja ihon normaalifloorassa esiintyvistä stafylokokkeista on noin 65- 95 %. (Vuento 2010, 44) *S. epidermidiksen* lisäksi *S. haemolyticus* ja *S. saprophyticus* ovat kliinisesti merkittävimmät lajit, joista jälkimmäinen poikkeaa taudinaiheuttamiskyvyltään muista olemalla yleisin nuorten naisten virtsatieinfektioiden aiheuttaja. Lisäksi *S. hominis*, *S. capitis*, *S. simulans* ja *S. warneri* kuuluvat opportunistisiin koagulaasinegatiivisiin stafylokokkeihin. Maailmanlaajuisen endokardiitti tutkimuksen mukaan *S. lugdunensis* oli raportoitu toiseksi yleisimmäksi koagulaasinegatiiviseksi stafylokokkipatogeeniksi. (Becker, Heilmann, Peters 2014.)

### 3.1.3 Muita yleisiä hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajabakteereita

*S. aureuksen*, MRSA:n sekä koagulaasinegatiivisten stafylokokkien lisäksi käsittelemme myös muita hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajia. Kaikkia tärkeimpiä hoitoon liittyviä infektioiden aiheuttajia yhdistää tartuntatietä, joka on pääasiassa kosketustartunta. Tartuntatapa voi olla joko suora (välitön), jolloin mikobit siirtyvät suoraan henkilöstä toiseen, joko pisarana tai kosketuksen välityksellä. Epäsuorassa (välillisessä) tartuntatavassa tartunnan lähteenä oleva henkilö kontaminoi mikrobeilla huoneen ovenkahvat, hoito- ja tutkimusvälineitä tai muuta ympäristöä.

Enterokokit ovat gram-positiivisesti värjäytyviä hieman pitkulaisen muotoisia fakultatiivisesti anaerobisia kokkeja. Ne ovat opportunistisia taudinaiheuttajia ja osa ihmisen suolen normaalimikrobistoa ja voivat joskus esiintyä myös urogenitaalialueilla sekä suussa. Enterokokit ovat yleisiä hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajia. Enterokokit aiheuttavat infektiota vasta kun ihmisen puolustusjärjestelmä on heikentynyt, elimistön luonnolliset estemekanismit on ohitettu tai kun kilpailevien bakteerien määrä on vähentynyt, esi-

merkiksi antibiootihoidon vuoksi. (Rantakokko-Jalava & Anttila 2010, 126.) Näistä infektioista yleisimpiä ovat verisuonikanyyleihin liittyvät veriviljelypositiiviset infektiot, komplisoituneet vatsansisäiset sekä virtsateiden infektiot. Komplisoituneita ovat infektiot, joiden taustalla on puolustuskyvyn heikentyminen, virtsateiden anatominen poikkeavuus tai infektiota edeltänyt katetrisaatio. (Rantakokko-Jalava & Anttila 2010, 126 - 127; Kolho & Lyytikäinen 2014, 11- 12.)

Enterokokki-infektioiden yleisimmät aiheuttajat ovat *Enterococcus faecalis* sekä *E. faecium*, joista molemmat kykenevät muodostamaan biofilmejä, eli järjestäytymään sellaiseksi bakteerirakenteeksi, että ne kykenevät kiinnittymään elottomaan ja elolliseen pintaan (Vuento & Rantakokko- Jalava 2018, 29). Suurin osa enterokokeista on herkkiä vankomysiinille. Normaalisti vankomysiini estää bakteerin soluseinän synteesiä ja tappaa bakteerin. Mikäli enterokokki kehittää vastustuskyvyn vankomysiinille on kyse VRE:sta eli vankomysiinille resistentistä enterokokista. Osa enterokokkilajeista on luonnostaan kohtalaisesti vankomysiiniresistenttejä, kuten *E. galinarum* ja *E. casseliflavus*. (Rantakokko-Jalava & Anttila 2010, 127.) VRE:lla on geeni, jonka avulla vankomysiini ei tartu bakteerin soluseinään, ja soluseinän synteesi voi jatkua. Merkittävimmät geenit ovat vanA ja vanB. (Puhto 2010, 447.) Kasvuolosuhteiltaan enterokokit ovat hyvin muuntautumiskykyisiä ja pystyvät säilymään elinkykyisinä ja jopa lisääntymään hyvinkin vaikeissa ympäristöolosuhteissa. Ne sietävät anaerobisia ja aerobisia oloja, hyvin suolaisia ympäristöjä, suuria lämpötilamuutoksia, korkeaa pH:ta sekä kykenevät hajottamaan eskuliinia. (Rantakokko-Jalava & Anttila 2010, 126.) Enterokokit voivat säilyä monia viikkoja niin kuivissa kuin kosteissakin potilasympäristöissä (Kolho & Lyytikäinen 2014, 11.)

Ihmisten sekä kosteiden ympäristöjen välityksellä tarttuva *Pseudomonas aeruginosa* on myös yksi yleisimmistä hoitoon liittyvistä infektioiden aiheuttajista. *P. aeruginosa* on muodoltaan kapea gram-negatiivisesti värjäytyvä aerobinen sauvabakteeri. Kasvuvaatimuksiltaan *P. aeruginosa* on melko vaatimaton, ja se pystyy käyttämään monia orgaanisia yhdisteitä kasvaakseen. (Vuento 2010, 55; Tissari & Anttila 2010.) Infektion aiheuttajana *P. aeruginosa* on opportunisti, eikä se kykene aiheuttamaan infektiota perusterveille ihmiselle. *P. aeruginosa* kykenee kyllä kolonisoimaan tervettäkin ihoa ja limakalvoa ainakin väliaikaisesti, mutta ei kykene läpäisemään tai aiheuttamaan pitkäaikaista kudostuhoon johtavaa kolonisaatiota. *P. aeruginosan* kolonisaatiolle altistavia tekijöitä ovat sai-

raalahoito; erityisesti antibioottihoito, palovammat, krooniset säarihaavat, hengityskonehoito sekä syöpäpotilaiden kemoterapia. *P. aeruginosa* on luonnostaan resistentti useille antibiooteille. Sillä on tehokas läpäisyesteenä toimiva ulkomembraani, mikä tekee *P. aeruginosan* aiheuttamista infektioista vaikeahoitoisia varsinkin teho-osastoilla. (Wilson 2006, 130; Tissari & Anttila 2010).

Kuivien bakteeripitoisten ympäristöjen ja ihmisten välityksellä tarttuva *C. difficile* on yleisin antibioottihoitoihin liittyvä ripulitaudin aiheuttaja sekä tärkein sairaalasyntyisen ripulin aiheuttaja. *C. difficile* on vastasyntyneiden sekä perusterveiden ihmisten suoliston normaaliflooraan kuuluva gram-positiivisesti värjäytyvä anaerobinen sauvabakteeri, joka kykenee muodostamaan kestäviä itiöitä ja osa kannoista myös tuottamaan toksineja. Terveelle ihmiselle bakteeri ei aiheuta tautia, mutta antibiootihoidon laukaisemana *C. difficile*-bakteeri pääsee infektoimaan suolistoa, koska muut mikrobit eivät ole rajoittamassa sen kasvua. Tällöin bakteerien määrä lisääntyy niin suureksi, että sen erittämät toksiniit saavat aikaan ripulin. (Rautio 2010.) Taudit, joita *C. difficile* aiheuttaa, vaihtelevat lievästä ripulista vakavaan henkeä uhkaavaan suolitulehdukseen, johon voi liittyä laajentunut suoli, eli megakoolon, sekä suolen puhkeaminen, eli perforaatio. Riskitekijöitä *C. difficile* infektioille (CDI:lle) on monia, joista tärkeimpänä pitkä toistuvat antibiootihoidot, pitkäaikainen sairaalahoito sekä potilaan heikko vastustuskyky. Potilas voi olla myös bakteerin oireeton kantaja. (Curry 2010; Rautio 2010.) Nimi *C. difficile* pohjautuu bakteerin vaikeaan viljeltävyyteen verrattuna muihin *Clostridium*-suvun lajeihin. Monissa maissa *C. difficile* -infektioiden esiintyvyys on viime vuosina kasvanut, taudinkuva vaikeutunut ja kuolleisuus lisääntynyt. (Weston 2008, 157- 158; Rautio 2010.)

*E. coli* ja klebsiella-lajit ovat enterobakteeri-perheeseen kuuluvia gramnegatiivisia sauvabakteereita. Molemmat ovat elinympäristöltään suolistoflooraan kuuluvia, mutta voivat säilyä elinvoimaisina kuivilla pinnoilla pitkiä aikoja; klebsiellat jopa vuosia. (Kolho, Lyytikäinen & Jalava 2017,12). *E. colin* aiheuttamista infektioista yleisimpiä ovat virtsatieinfektiot ja klebsielloista *K. pneumoniaen* aiheuttamista infektioista yleisin on keuhkokuume. (Tissari & Anttila 2010; Siitonen & Vaara 2010)

ESBL, eli laajakirjainen beetalaktamaasi, on lyhenne extended spectrum betalactamase sanoista. ESBL tarkoittaa bakteerin tuottamaa entsyymiä, joka pilkkoo beetalaktamaami-antibiootteja, mukaan lukien kolmannen polven kefalosporiineja (esimerkiksi kefotaksiimi) sekä monobaktaameja (atstreonaami), tehden bakteerikannat resistenteiksi. (Kolho

ym 2017, 9.) *K. pneumoniae*-kannat, jotka tuottavat ESBL: ää ovat johtaneet hoitolaitos- ja sairaalaepidemioihin eri puolilla maailmaa. Niiden aiheuttamiin infektioihin on liittynyt myös lisääntynyt kuolleisuus, joten tämän vuoksi niitä voidaan pitää sairaalahygieenisesti tärkeinä. (Schwaber & Carmeli 2007.) Kolmannen polven kefalosporiiniresistenssiä on tilastoissa käytetty ESBL-tapausten ilmaantuvuuden merkkinä, sillä valtaosa *E. coli* ja *K. pneumoniae* kolmannen polven kefalosporiiniresistenssistä johtuu ESBL-tuotosta. Tartuntatautirekisterin mukaan vuonna 2013 Suomessa havaittiin 4445 uutta kolmannen polven kefalosporiineille resistenttiä ESBL-*E. coli* -tartuntaa. Näiden tartuntojen määrä on ollut vakaassa kasvussa. (Kolho ym 2017, 11, 12.)

### 3.2 Opinnäytetyön mikrobiologiset tutkimusmenetelmät

Mikrobiologisesta diagnostiikasta keskitymme opinnäytetyömme kannalta oleellisten bakteereiden tunnistusmenetelmiin. Bakteereiden tunnistuksessa tavoitteena on yksinkertaisuus, nopeus sekä hyvä toistettavuus. Näiden perusteella valitaankin diagnostiikkaan sopiva tunnistusmenetelmä. Kliinisen mikrobiologian laboratorion käytännön työssä käytetään bakteereiden nimeämisessä ja tunnistamisessa bakteerin kykyä kasvaa erilaisilla elatusaineilla, pesäkkeen ulkonäköä, gramvärjäystä, sekä rajallisesti biokemiallisia reaktioita. Bakterikantojen massaspektrometrinen tunnistaminen sekä vaikeimpien bakterikantojen koko genomin sekvensoiminen ovat nopeuttaneet ja uudistaneet kliinisen mikrobiologian laboratoriotyöskentelyä (Vuento & Rantakokko-Jalava 2018, 26.) Käytössä on kuitenkin monia muita diagnostisia testejä, joiden oikea käyttäminen edellyttää hyvää bakteriologista asiantuntemusta, jotta käytetään oikeita, tietyn bakteeriryhmän sekä lajin tunnistamiseen suunniteltuja testejä (Lindholm & Eerola 2010). Yleisimpiä bakteriologisten laboratoriodien tunnistusmenetelmiä ovat gramvärjätyn näytteen mikroskopointi, bakteeriviljely, antigeenimääritykset, nukleiinihappomääritykset sekä vasta-ainemääritykset (Carlson & Koskela 2011).

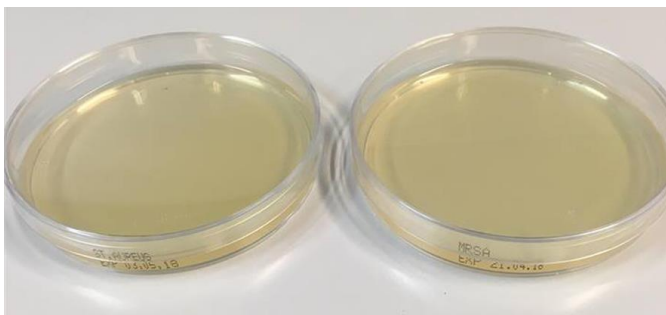
#### 3.2.1 Bakteeriviljely

Bakteeriviljely muodostaa bakteriologisten tunnistusmenetelmien perustan yhdessä gramvärjäyksen ja mikroskopoinnin ohella (Carlson & Koskela 2011). Bakteerit lisääntyvät ja jakautuvat hyvin viljelymaljan otollisissa olosuhteissa. Bakteerit voivat lisääntyä

yhden sukupolven noin 20 minuutissa, joten jo muutamassa tunnissa syntyy maljalle silminnähtävä tuhansien bakteerien muodostama pesäke. (Vuento & Rantakokko-Jalava 2018, 26.) Viljelyistä bakteerit tunnistetaan niiden pesäkkeen muodon, koon, hajun ja värin perusteella. Viljelyllä eristetyt bakteerikannat voidaan tunnistaa tarkemmin tunnistusteilla, ja niiden antibioottiherkkyyttä voidaan tutkia in vitro. Bakteerikantoja voidaan tarvittaessa säilyttää jopa vuosikymmeniä. Etuna bakteerien viljelemisellä on sen yksinkertaisuus ja edullisuus. (Carlson & Koskela 2011; Roberts 2015 120,121.) Usein bakteeriviljelyssä kasvaa erilaisia bakteerilajeja ja -kantoja, joiden erottelemiseksi voidaan käyttää puhdasviljelytekniikkaa. Puhdasviljelyssä alkuperäistä näytettä levitetään pienelle osalle noin 1/4 osaa kasvatusmaljaa, jonka jälkeen hajotetaan viljely levittämällä näytettä viljelysauhalla koko maljan pinnalle niin, että viimeisessä hajotuksessa erottuisi yksittäisiä pesäkkeitä. Bakteerit lisääntyvät nopeasti, ja noin 12- 24 tunnin kuluttua viljelystä muodostuu silminnähtäviä pesäkkeitä (Carlson & Koskelo 2011.)

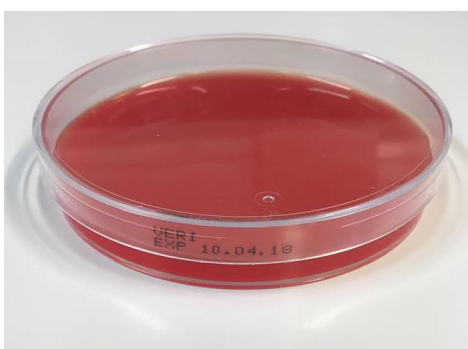
*S. aureukselle* ja MRSA:lle on olemassa selektiivisiä kasvatusmaljoja (kuva 1), jotka helpottavat ja nopeuttavat näiden bakteereiden laboratoriodiagnostiikkaa. Selektiiviset kasvatusmaljat sopivat hyvin erilaisten bakteereiden seulontaan. BBL™ CHROMagar™- *S. aureus* on esimerkki *S. aureuksen* kromogeenisestä kasvatusmaljasta. Malja hyödyntää entsyymaattista reaktiota, jossa muodostuu malvan värisiä bakteeripesäkkeitä *S. aureuksen* läsnä ollessa. Sen käyttö on suunniteltu niin, että sitä voidaan käyttää myös primaariviljelyyn tutkittaessa *S. aureusta* kliinisistä tai teollisista bakteerinäytteistä. *S. aureuksen* positiivinen tulos on tulkittavissa noin 18- 24 tunnin kuluttua viljelystä. Perinteisesti *S. aureusta* on tunnistettu käyttämällä mannitoli-suola- agar-maljaa (MSA) määriteltäessä mannitolin fermentaatiota ja tryptic soy agar (TSA) II lampaanveri- maljaa osoitettaessa betahemolyttisyyttä. BBL™ CHROMagar™- MRSA II on esimerkki kliinisille MRSA näytteille tarkoitetusta selektiivisestä kromogeenimaljasta. Toimintaperiaate on samanlainen kuin BBL™ CHROMagar™- *S. aureus*- maljalla. Entsyymaattisen reaktion tuottama väri on MRSA bakteerin läsnä ollessa vain hieman tummempi verrattuna selektiivisen *S. aureus* maljan positiiviseen reaktioon (BD Diagnostics 2009. 10, 11.)

*S. aureus* kasvaa helposti myös tavallisilla elatusaineilla ja kestää kuljetusta ja kuivumista hyvin. Bakteeriviljelyssä on kuitenkin huomioitava erityisesti *S. aureuksen* pienipesäkkeiset muodot (SCV: small colony variants), joita voi olla hankala havaita viljelymaljalla ja jotka voidaan helposti tulkita kontaminanteiksi (Vuopio- Varkila, Kuusela & Kotilainen 2010.)



KUVA 1. Selektiivinen *S. aureus*-malja vasemmalla ja MRSA-malja oikealla (Kuva: Taru Pekkarinen 2018)

Verimaljaa (kuva 2) käytetään bakteriologiassa yleisviljelyissä kasvuvaatimuksiltaan valikoiville bakteereille, hiivoille ja homeille. Sen käyttö on myös yleistä eroteltaessa bakteereita niiden hemolyyttisten ominaisuuksien perusteella. Verimalja on tehty elatusaineesta, johon on lisätty defibrinoitua nisäkkään verta, esimerkiksi lampaan tai hevosen verta. Defibrinoinnilla tarkoitetaan veressä olevien hyytymistekijöiden poistamista, jotta elatusaineessa olevassa veressä ei tapahtuisi hyytymistä. Maljalla punasoluja hajottavan betahemolyyttisen pesäkkeen ympärille muodostuu kirkas, maljalta erottuva kehä. Alfa-hemolyyttisen bakteeripesäkkeen aiheuttama kehä näkyy puolestaan vihertävänä tai ruskeana hemoglobiinin vähentyessä bakteeria ympäröivissä punasoluissa (Buxton 2005.) Koagulaasinegatiiviset stafylokokit, esimerkiksi *S. epidermidis* kasvaa verimaljalla pieninä, yleensä valkoisina, pesäkkeinä ilman hemolyysiä (Lyytikäinen, Vuopio- Varkila ja Kotilainen 2010, 98).



KUVA 2. Verimalja (Kuva: Taru Pekkarinen 2018)

### 3.2.2 Bakteereiden tunnistusmenetelmät

Opinnäytetyön kannalta olennaisimpia bakteerien tunnistuksessa käytössä olevia analysointimenetelmiä ovat: katalaasi-, koagulaasi- ja latexagglutinaatiotesti sekä VITEK MS-analysaattori. Menetelmät ovat nopeita erotteludiagnostiikassa ja vielä toistaiseksi yleisessä käytössä mikrobiologian laboratorioissa.

Katalaasitestiä käytetään apuna mikrobiologian laboratorion karkeassa erotusdiagnostiikassa aerobisten ja fakultatiivisesti anaerobisten bakteerien tunnistamisessa. Katalaasitestiä käytetään esimerkiksi erottelemaan katalaasipositiivisia stafylokokkeja, mikrokokkeja ja listerioita sekä katalaasinegatiivisia streptokokkeja ja enterokokkeja. Katalaasitesti toteutetaan tiputtamalla 1-2 tippaa 3 % vetyperoksidia petrimaljan kannelle tai objektilasille ja sekaan siirrostetaan bakteerimassaa silmukalla tai puutikulla. Positiivinen reaktio huomataan kuplimisena, joka syntyy mikrobin tuottaman katalaasientsyymien pilkkoessa vetyperoksidia vedeksi ja kaasumaiseksi hapeksi. Verimaljan käyttöä ei suositella suoraan katalaasitestin tekemiseen, sillä punasolut saattavat aiheuttaa myös kuplintareaktion johtaen väärään positiiviseen tulokseen (Moodi 1989, 35; Tille 2014, 201.).

Koagulaasitestiä voidaan käyttää yhtenä apukeinona erottamaan *S. aureus* muista stafylokokkeista. Koagulaasitesti voidaan suorittaa putkitestinä, jossa 2-3 koagulaasipositiivista stafylokokkipesäkettä suspensoidaan esimerkiksi kanin EDTA-plasman kanssa. Positiivinen koagulaasireaktio syntyy, kun *S. aureuksen* tuottama vapaa koagulaasientsyymi sitoo plasman fibrinogeeniä, ja tuloksena on hyytymä, joka ei hajoa ravistettaessa. Negatiivisena kontrollina voi käyttää tislattuun veteen sekoitettua bakteerimassaa. Normaali inkubaatioaika on 4 tuntia, mutta jos tulos on negatiivinen, niin inkubointia jatketaan yön yli. Vääriä negatiivisia tuloksia voi ilmentyä, jos *S. aureus*-kanta tuottaa stafylokinaasia, joka hajottaa muodostunutta hyytymää (Moodi 1989, 36; Tille 2014, 203.).

Antigeeniosoitusten on ajateltu olevan huomattavasti epätarkempia, kuin viljelyllä aikaan saadut tunnistukset, mutta nopeasti syntyvien tunnistusten takia antigeeniosoituksia pidetään silti tärkeinä. Immunologista periaatetta käyttävä latexagglutinaatiotesti on käytössä *S. aureuksen* erotusdiagnostiikassa (Lehman 2015, 204–205.) Sen avulla voidaan erottaa *S. aureus* muista stafylokokkeista. Bakteerin tuottama vapaa koagulaasientsyymi sitoo plasman fibrinogeeniä, jolloin plasma hyytyy. Testi on yleensä yhdistetty latex-hemagglutinaatiotesti, jolla osoitetaan *S. aureuksen* tuottama agglutinaatti, proteiini A tai jokin muu spesifinen antigeeni. Latexagglutinaatiotestiä varten on valmiita kaupallisia testikit-

tejä, mutta testin suoritus on melko samanlainen testikitistä huolimatta. Testireagenssitiippaan ja negatiiviseen kontrollitiippaan sekoitetaan tutkittavaa stafylokokkipesäkettä ja kallistellaan testialustaa noin 20- 30 sekuntia. Positiivinen tulos huomataan testireagenssitipan agglutinaatiosta (Moodi 1989, 36: Lehman 2015, 208.)

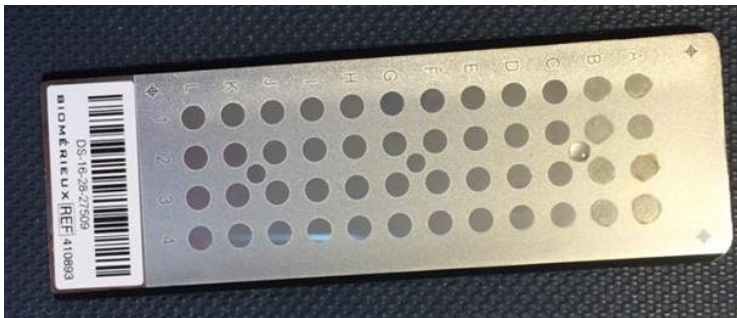
VITEK MS-laite (kuva 3) on mikrobiologiseen diagnostiikkaan, tarkemmin bakteereiden, mykobakteereiden ja sienten tunnistukseen tarkoitettu laite. Tunnistusmenetelmältään toiminta perustuu matriisiavusteiseen laserdeabsorptioionisaatio lentoaikamassaspektrometriaan (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight) -MALDI-TOF teknologiaan, jossa molekyyli tunnistetaan ja sen kemiallinen rakenne määritetään massalla sekä ionivarauksella. MALDI-TOF:lla tunnistetaan gramnegatiivisia ja grampositiivisia bakteereja, hiivoja sekä homeita (BioMérieux 2013).



KUVA 3. VITEK MS-laite (Kuva: Taru Pekkarinen 2016)

VITEK MS-analyysin suorittaminen tapahtuu siirtämällä pieni määrä maljoilla kasvavaa tutkittavaa bakteeria laitteen omalle metalliselle näytelevylle (kuva 4), jonka päälle lisätään aseptisesti matriisiliuosta. Näytelevy sijoitetaan VITEK MS-laitteeseen, jossa näytteeseen kohdistuu useita lasersäteitä. Tutkittava analyyytti on sidottuna matriisiin, joka ab-

sorboi laserista tulevaa energiaa, jolloin näyte kaasuuntuu ja ionisoituu. Lasersäteen ollessa sopivan taajuinen se saa aikaan proteiinipartikkelien varautumisen ja ionien vapautumisen. Proteiinipilvi vapautuu ja kiihtyy ensin sähkökentässä, jonka jälkeen proteiinipartikkelit matkaavat tyhjiössä kokonsa mukaan määrittävällä nopeudella laitteen detektorille. Pienemmät molekyylit kulkeutuvat nopeammin kuin suuret. Detektori mittaa jokaisen partikkelin osuman ja matkaan kuluneen ajan lentoajan mukaisessa järjestyksessä TOF-massaspektriksi. Saatua proteiinispektriä verrataan laitteen referenssinä toimivaan tietokantaan. Teknisesti hyväksyttävään analyysiin laitteella tarvitaan 100 proteiinispektriä näytteestä (Croxatto, Prod'hom & Greub 2012; Dingle & Butler-Wu 2013.) Yhdelle näytelevylle mahtuu 48 näytettä ja 3 kontrollia. Menetelmän kontrollina toimii *E. coli*-kanta. Yhden näytteen analysointi kestää noin 30- 60 sekuntia. (BioMérieux 2013) VITEK MS- laite on käytössä Fimlab Laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratoriossa ja sitä käytettiin opinnäytetyön mikrobiologisten pintanäytteiden mikrobien tunnistamisessa.



KUVA 4. VITEK MS-laitteen näytelevy (Kuva: Taru Pekkarinen 2016)

## 4 OPINNÄYTETYÖN TAUSTAA

### 4.1 Hanketyö

Hanketyö on Pirkanmaan sairaanhoitopiirin (PSHP) Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen yhdessä toteuttama hanke Syövänhoidon vastualueen sädehoitopoliklinikan ja Tampereen ammattikorkeakoulun kanssa. Hanketyön ohjaus on jaettu kahteen eri ryhmään: ohjausryhmään ja työryhmään. Ohjausryhmä vastaa työmenetelmien valinnasta sekä yleisestä ohjauksesta. Työryhmä on vastuussa itse toteutuksesta.

Ohjausryhmään kuuluivat: Kuvantamiskeskuksen- ja apteekkiliikelaitoksen toimitusjohtaja, liikelaitosylihoitaja, osastonhoitaja, koulutuspäällikkö, kliinisen mikrobiologian yllä lääkäri, infektiolääkäri ja kliininen asiantuntija, joka toimi myös projektin koordinaattorina. Työryhmään kuuluivat: Kuvantamiskeskuksen- ja apteekkiliikelaitoksen hygienia-yhdyshenkilö/bioanalyytikko, laboratoriotekniikan tuntiopettaja, kliininen asiantuntija, röntgenhoitaja, bioanalytiikan koulutusohjelman lehtori, hygieniahoitaja, osastonhoitaja, röntgenhoitajakoulutuksen lehtori sekä kliininen asiantuntija, joka toimi projektin koordinaattorina ja oli mukana ohjausryhmässä.

Tutkimushankkeen tavoitteena on saada tietoa kuvantamistoiminnan ja sädehoidon toimipisteiden pintojen mikrobiologisesta puhtaudesta. Syksyllä 2014 opinnäytetyönä tehdyssä selvityksessä havaittiin kuvantamisyksikön sädesuojissa mikrobikontaminaatiota. Keväällä 2015 PSHP:ssa tehtiin pilottitutkimus röntgenhoitajien työasemien näppäimistöistä ja hiiristä, joista löydettiin MRSA-bakteeria. (Eloniemi ym. 2015). Mahdolliset mikrobit voivat siirtyä hoitajien välityksellä potilaisiin, joten työasemien kosketuspintojen mikrobiologinen puhtaus on tärkeä osa potilas- ja työturvallisuutta sairaalahoidon sekä toimenpiteiden aikana (Sairaalahygieniaohjeisto 2016). Hankkeen tavoitteena on myös selvittää vähiten hukkaa aiheuttavia työskentelytapoja Lean-ajattelun mukaisesti. Näin olisi mahdollista vähentää mikrobien leviämistä järkiperaistämällä prosesseja ja työtapoja. Hankkeen lopuksi on tarkoitus laatia ohjeistus mikrobikontaminaatioiden vähentämiseksi.

Opinnäytetyön osuus tässä hanketyössä on ottaa pintanäytteet sädehoidon ja kuvantamistoiminnan tiloista, jotta pystytään selvittämään, että löytyykö valituilta pinnoilta mitattavia määriä mikrobeja. Hankkeessa on tarkoitus selvittää MRSA:n ja muiden merkittävien mikrobien esiintyvyyttä erilaisilla pinnoilla.

## 4.2 Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos

Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos, AKU, on Pirkanmaan sairaanhoitopiiriin kuuluva liikelaitos, joka tarjoaa diagnostisia tutkimuksia ja hoidollisia toimenpiteitä. Opinnäytetyö toteutetaan TAYSin sädehoitotoiminnan ja Kuvantamiskeskuksen -ja apteekkiliikelaitoksen yksikössä. AKU:n toimipisteet sijaitsevat Taysissa, Hatanpään kantasairaalaissa, Valkeakosken sekä Vammalan aluesairaaloissa sekä Oriveden terveyskeskuksessa. Opinnäytetyössä näytteet kerätään Taysin sädehoitopoliklinikalta, A-, K ja R-röntgeneistä, isotooppilaboratoriosta, kliinisen fysiologian ja neurofysiologian laboratorioista sekä Hatanpään kantasairaalan, Valkeakosken ja Vammalan aluesairaaloitten sekä Oriveden terveyskeskuksen röntgeneistä.

Toimintaympäristönä on tyypillinen sairaalaympäristö, joka pyritään pitämään puhtaana ja tyhjänä ylimääräisistä tavaroista. Sairaalaympäristö kattaa kaikki tilat, pinnat, huonekalut, välineet ja aineet. Vuennon, Syrjälän, Laitisen ja Siitosen (2010) mukaan sairaalaympäristöä kuvataan usein elottomana ympäristönä, vaikka ympäristö sisältää aina runsaasti mikrobeja. Pinnat, niin kuivat ja kosteat tai vähänkin orgaanista ainesta sisältävät, voivat olla ympäristössä merkittävä mikrobien lähde. Sairaalaympäristön pinnoilla ollessaan mikrobit voivat olla vaarattomia, mutta voivat aiheuttaa infektioita joutuessaan kosketuksiin infektioporttien kanssa, jolloin pinnoilla olevat mikrobit toimivat infektioiden lähteinä (Vuento, Syrjälä, Laitinen & Siitonen 2010, 121.)

Pirkanmaan sairaanhoitopiirin alueelliseen infektiorjuntaan kuuluu tartuntatautien vastustamistyötä, epidemioiden selvittämistä, hoitoon liittyvien infektioiden seuranta ja torjunta. Alueellisesta infektiorjunnasta vastaa hygieniahoitajat ja infektio lääkäri. Taysissa sairaalahygieniasta vastaa johtava lääkäri ja hänen apunaan toimii hygienia työryhmä. Hygienia työryhmä koostuu omien erikoisalojensa asiantuntevista henkilöistä.

Osastonhoitaja ja osastonylilääkäri vastaavat oman toimipisteensä hygieniatasosta. Heidän apunaan toimivat hygieniayhdyshenkilöt, jotka nostavat esille asioita ja käytäntöjä, joita tulisi käsitellä ja mahdollisesti muuttaa. (Sairaalahygieniaohjeisto 2016.)

### 4.3 Aikaisemmat tutkimukset

MRSA:n tartuntojen määrä on kasvanut niin muualla maailmalla kuin Suomessakin viimeisen kymmenen vuoden aikana. Tartuntoja oli 2010-luvun alussa Pirkanmaalla noin kymmenkertainen määrä muuhun Suomeen nähden ja vuonna 2011 kaikista Suomen MRSA- bakteremioista noin 52 % sai alkunsa juuri Pirkanmaalta. Käyttöön otettiin kattava MRSA-seulonta ja henkilökuntaa koulutettiin parempaan käsihygieniaan MRSA:n leviämisen ehkäisemiseksi. (Huttunen & Timonen 2012.) MRSA tapausten määrä Pirkanmaalla on ollut laskussa vuoden 2011 jälkeen, mutta vuonna 2016 MRSA määrä oli edellistä vuotta korkeampi niin Pirkanmaalla kuin muuallakin Suomessa. (MRSA esiintyvyys 2016, THL). Pirkanmaan sairaanhoitopiirin tartuntatautiraportista (2016) ilmenee, että koko Suomessa MRSA:n esiintyvyys vuonna 2016 oli 34 % korkeampi kuin vuonna 2015, ja MRSA tartuntojen määrä oli kasvanut selkeästi myös Pirkanmaalla (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2016). MRSA:n esiintyvyyden ollessa korkea Pirkanmaalla suhteessa muuhun Suomeen on perusteltua kartoittaa hanketyössä MRSA:n esiintyvyyttä kuvantamistoiminnan toimipisteissä.

Vuonna 2014 opinnäytetyönä tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli tuottaa alustava selvitys, että löytyykö henkilökunnan käyttämistä sädesuojista mikrobeja ja minkälaisia löydökset ovat. Näytteet otettiin työelämän ennalta määrittämistä kohteista ja viljeltiin sekä analysoitiin opiskelijoiden toimesta. Selvityksen perusteella yksikään kohteena olleista sädesuojista ei ollut mikrobiologisesti puhdas. Löydetyt bakteerit olivat tyypillisiä bakteereja tutkittavassa ympäristössä, eikä MRSA:ta tunnistettu valituista kohteista. (Ahlfors & Kilpeläinen 2014.)

Vuoden 2015 laboratoriotekniikan alan opiskelijoiden projektityön tavoitteena oli selvittää AKU:n K- ja R-röntgenyksiköiden työasemien mikrobiologista puhtautta. Projektityössä otettiin näytteitä henkilökunnan työssä käyttämistä näppäimistöistä ja hiiristä, sekä määritettiin niistä valitut bakteerilajit. Määritettäviä bakteerilajeja olivat *S. aureus*, MRSA sekä *E. coli*. Tutkimuksessa selvisi, että otetuista 45 näytteistä 51 %:sta löytyi *S.*

*aureusta* ja 20 %:sta MRSA:ta. Osa työasemista oli puhtaampia kuin toiset. (Eloniemi, Hämäläinen, Siukola & Vikstedt 2015.)

Vastaavanlaisia tutkimuksia on tehty myös ulkomailla. Iso-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa Wycomben sairaalassa otettiin mikrobiologisia näytteitä klinisten tilojen tietokoneiden näppäimistöistä ja hiiristä. Kaikkiaan näytteitä otettiin 48 eri näppäimistöä, joita käyttivät eri ammattiryhmät kuten lääkärit, hoitajat ja fysioterapeutit, jotka kaikki toimivat suorassa kontaktissa potilaiden kanssa. Kaikista näppäimistöistä löytyi mikrobeja ja 4 %:sta näppäimistöistä löytyi patogeenisia bakteereja. Loput 96 % löydetystä mikrobeista kuuluivat ihon normaaliflooraan ja ympäristön mikrobeihin, mutta voivat joissain tilanteissa aiheuttaa potilaille hoitoon liittyvän infektion. (Waghorn, Wan, Greaves, Whittome, Bosley & Cantrill 2005.) Saudi-Arabiassa tehtiin vastaavanlainen tutkimus vuonna 2011. Viidestä eri sairaalasta tehohoitoyksiköiden lääkärin toimipisteistä otettiin mikrobiologisia näytteitä tietokoneen näppäimistöistä ja hiiristä. Näytteitä otettiin 84, jotka otettiin 42 näppäimistöä ja 42 tietokonehiirestä. 64 %:ssa kaikista näytteistä oli sekabakteerikasvustoa. Yleisimmät löydökset olivat koagulaasinegatiivinen stafylokokki ja *Bacillus* spp (26 %), difteroidi (25 %), *Pseudomonas* spp (17 %), *S aureus* (4 %) ja *Micrococcus* spp (2 %). (Ghamdi, Shukri, Yamani, Hawsawi, Bagatadah, Gharawi, Shukri & AlEnazi 2011.)

## 5 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄ

Opinnäytetyömme tavoitteena on pyrkiä kartoittamaan mikrobiologisten pintanäytteiden avulla hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajien esiintyvyyttä AKU:n toimipisteissä ja näin kerätä tietoa, joka voi edesauttaa hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisemistä. Kun tiedetään kuinka paljon, mitä ja mistä mikrobeja löydetään, Kuvantamiskeskus- ja apteekki- kiliikelaitos voi suunnitella mahdollisia jatkotoimenpiteitä hygieniatason ylläpitämiseksi sekä hoitoon liittyvien infektioiden leviämisen ehkäisemiseksi.

Opinnäytetyömme tarkoitus on selvittää, löytyykö kuvantamistoiminnan- sekä sädehoi- don työpisteistä MRSA:ta tai muita merkittäviä mikrobeja. Näytteiden analysoinnin jäl- keen saadaan tietoa eri toimipisteiden työpisteiden hygieniatasosta. Opinnäytetyötä teh- täessä tavoitteenamme on syventyä hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajiin ja näiden analysoimiseksi tarvittaviin mikrobiologisiin laboratorioprosesseihin. Opinnäytetyön edetessä tavoitteenamme olisi, että myös tietämyksemme mikrobiologiasta syventyisi.

Tutkimustehtävänäimme on ottaa mikrobiologiset pintanäytteet hygieniayhdysenkilöi- den ennalta määräämistä kohteista sekä analysoida Fimlab Laboratoriot Oy:ltä saadut la- boratoriotutkimustulokset.

## 6 MENETELMÄLLISET LÄHTÖKOHDAT

Tutkimusmenetelmät jaetaan kvantitatiivisiin (määrällisiin) sekä kvalitatiivisiin (laadullisiin) tutkimusmenetelmiin. Kvalitatiivisessa menetelmässä tutkija luottaa havaintoihinsa ja keskusteluihinsa hankittaessa tietoa luonnollisissa, todellisissa tilanteissa ja tekee päätelmiä niiden perusteella. Kvantitatiivisessa menetelmässä tutkimuksen tietoa tarkastellaan numeerisesti pohjautuen tutkimusten johtopäätöksiin, aiempiin teorioihin sekä aineiston keruun suunnitteluun. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2009,164,140.)

Opinnäytetyömme on menetelmältään kvantitatiivinen ja siinä on myös kokeellisen (eksperimentaalisen) menetelmän piirteitä. Tutkimuksessa selvitämme mikrobiologisia pintanäytteitä keräämällä, esiintyykö Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen toimipisteissä metisilliinille resistenttiä *S. aureusta* tai muita merkittäviä mikrobeja. Aineiston keräysmenetelmänä mikrobiologisia pintanäytteitä otetaan Transystem-geelikuljetusputkiin ennalta määritetyistä kohteista, joiden tuloksia analysoimalla saamme vastauksen tutkimustehtäväämme. Näytteiden tulokset saamme näytteenottokohteittain pesäkemäärällisesti ilmoitettuna ja tunnistettuna Fimlab Laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratorion kautta.

Kvantitatiivinen, eli määrällinen, tutkimusmenetelmä vastaa kysymyksiin, kuinka moni, kuinka paljon ja kuinka usein. Aineisto ryhmitellään siis numeeriseen muotoon ja numerotiedot selitetään ja tulkitaan sanallisesti. (Vilka 2007, 14.) Tutkimuksessa otettiin näytteitä tietty määrä, eli otanta, ennalta määrättyistä kohteista ja näytteistä tutkittiin myös mikrobien määrää lajin tunnistuksen lisäksi.

Otanta on menetelmä, jolla otos poimitaan perusjoukosta. Tutkittava kohderyhmä, josta tietoa halutaan selvittää, muodostaa perusjoukon. Otos on perusjoukosta valittu osa, joka antaa kohderyhmästään edustavan kokonaiskuvan. Otos siis edustaa perusjoukkoa. (Walliman 2005, 276–277.) Edustavan otoksen käyttäminen tutkimuksessa on järkevää silloin, kun havaintoyksiköitä on yli sata ja halutaan säästää kustannuksissa. (Vilka 2007, 52.) Opinnäytetyömme näytteenottokohteet olivat hygieniayhdyshenkilöiden ennalta määräämiä. Kohteiksi he olivat valinneet näppäimistöjä ja muita käytettävien laitteiden kohtia, joita käytettiin ja joihin koskettiin päivittäin. Näytteenottokohteet olivat yksiköstä riippumatta samankaltaisia.

Kokeelliselle tutkimukselle on ominaista, että mitataan yhden käsiteltävän muuttujan vaikutusta toiseen muuttujaan ja tyypillisenä piirteenä on analysoida näytettä erilaisten koejärjestelyjen avulla, tarkasti ja systemaattisin olosuhteiden muutoksin, sekä mitataan muutokset numeerisesti. Kokeellisessa menetelmässä on siis tärkeää, että näytteenotto-tapa pysyy tutkimuksen aikana samanlaisena. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 134.) Opinnäytetyössämme aamu- ja päivänäytteiden mikrobien määriä vertaillaan, jotta otoksesta tulee kattava. Pyrimme ottamaan näytteet samoista kohdista ja samalla tavalla, jotta tulokset ovat luotettavia. Jokainen näytteenottokohta identifioidaan huolellisesti niin annettuun listaan, kuin näytteisiinkin. Näytteenottokohdat jokaiselle toimipisteelle on ennalta määritelty hygieniayhdysheiköiden toimesta, joka tukee kvantitatiivisen menetelmän periaatetta.

## 7 OPINNÄYTETYÖPROSESSI

### 7.1 Opinnäytetyön suunnittelu

Opinnäytetyöprosessi alkoi syksyllä 2016, kun saimme ehdotuksen opinnäytetyöaiheesta TAMK:n ja Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen (AKU:n) yhteistyöhankkeesta, jonka tarkoituksena oli kerätä mikrobiologisia pintanäytteitä sovittujen työpisteiden tarkoin määritellyistä kohteista. Molemmat kiinnostuimme tästä mikrobiologisesta hankkeesta. Opinnäytetyöstä tehtiin kirjallinen sopimus yhteistyökumpaneiden kanssa 2016. Opinnäytetyöprosessin alussa teimme myös alustavan suunnitelman, millaisella aikataululla lähdemme etsimään syvempää tietoa opinnäytetyömme aiheesta ja kirjoittamaan lopullista raporttia.

Hanketta varten anotun rahoituksen määräaikaisuuden vuoksi kävimme läpi AKU:n yhteyshenkilön kanssa yleisiä asioita prosessiin liittyen jo melko pian aiheen saamisen jälkeen. Tarkoituksena oli päästä tekemään esikartoitustyötä, eli näytteiden keräämistä, niin, että olisimme valmiina maaliskuun 2017 loppuun mennessä. Yhdyshenkilön tapaamisessa sovimme suullisesti, minkälaisella aikataululla otamme näytteet ja mistä saisimme kaikki tarvittavat näytteenottovälineet. Näytteiden identifiointia varten oli tärkeää saada näytteisiin tunnistetarrat ennen näytteenottovaiheen aloittamista, jotta pinnoilta otetut näytteet eivät menettäisi tarkkaa tietoa siitä, mistä ja milloin kyseinen näyte on otettu. Saimme valmiit tunnistetarrat ensimmäisellä näytteenottokerralla AKU:n hygieniayhdyshenkilöltä.

Luotettavuuden lisäämiseksi AKU:n hygieniatyöryhmä oli päättänyt, että näytteiden analysointia ei tehtäisi opiskelijatyönä, vaan näytteet analysoitaisiin Fimlab Laboratoriot Oy:n kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Analysoinnin ulkoistamisen vuoksi teimme tarkan aikataulun näytteiden ottamiselle ja niiden toimittamiselle laboratorioon, jotta hankkeen näytteet eivät kuormittaisi analysointia hoitavaa työpistettä liikaa. Näytteiden maksimimäärä oli noin 20 näytettä päivässä, joten jaoimme näytteenottokohteet (Liite 1) useammalle eri päivälle. Aineiston keräämisvaihe ajoittui loppuvuodelle 2016 ja vuoden 2017 alkuun.

Jo hankkeen alussa saimme toimipisteiden hygieniayhdyshenkilöiden yhteystiedot, jotta voisimme tarvittaessa saada heiltä lisätietoja. Lisäksi saimme listan AKU:lta, jossa kerrottiin toimipisteet sekä tarkemmat näytteenottokohteet, sillä pintanäytteenoton ympäristö oli meille tuntematon. Toimipisteitä, joista näytteitä otettiin, oli yhteensä 12 ja näytteenottokohteita kaiken kaikkiaan 82. Teimme suunnitelman kumpi meistä ottaa minkäkin toimipisteen pintanäytteet ja minä päivinä ne otetaan. Poikkeuksena Oriveden röntgen, jonka pintanäytteet tuli AKU:n projektin koordinaattorin ottamina, hänen käydessä Oriveden röntgenissä aineiston keräysvaiheen aikana.

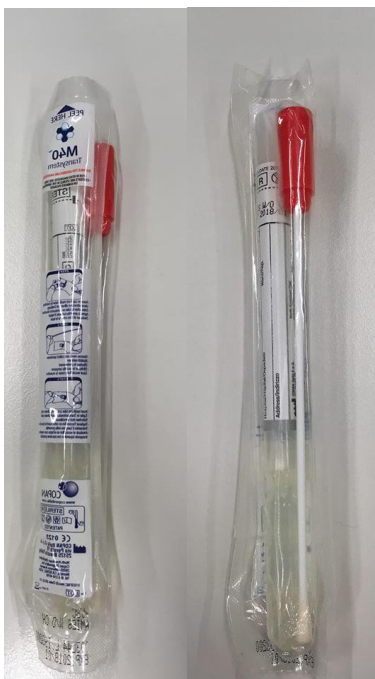
Ensimmäisenä näytteenottopäivänä menimme yhdessä yhdyshenkilön kanssa Tampereen yliopistolliseen sairaalan sädehoidon toimipisteeseen ja kävimme läpi pintanäytteenottotavan, jotta jokainen näyte tulisi otettua samalla tavalla riippumatta siitä kuka näytteen ottaa. Projektin koordinaattorille ohjeistimme saman pintanäytteenottoprotokollan, jota mekin käytimme, jotta Oriveden näytteet tulee otettua samalla tavalla. Pintanäytteenotto-ohjeet tulivat hygieniahoitajalta ja näytteenottotapa varmistettiin ylilääkäri Risto Vuonolta. Pintanäytteet sovittiin otettavaksi steriilillä keittosuolaliuokseen kastetulla Transystem-vanutikulla geelikuljetusputkeen yleisen sairaalahygienia protokollan mukaisesti. Sovimme, että viemme otetut näytteet itse Fimlab Laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratorion sovitulle työpisteelle, jossa näytteet analysoidaan.

## **7.2 Toteutus**

Näytteiden kerääminen, eli aineiston keruu, alkoi marraskuussa 2016 Tampereen yliopistollisen sairaalan sädehoidon osastolta. Näytteenottokohteet olivat hygieniayhdyshenkilöiden valitsemia. Näytteenottokohteiden valintaan vaikutti lähinnä kohteiden korkea käyttöaste, jotta näytteitä saataisiin pinnoilta, joihin työntekijät koskisivat mahdollisimman paljon työpäivän aikana. Saimme tarkan listan kaikista toimipisteistä ja niiden näytteenottokohteista hygieniayhdyshenkilöiltä sähköpostitse. Ensimmäisenä näytteenottopäivänä menimme yhdessä ohjaavan opettajamme sekä sädehoidon hygieniayhdyshenkilön kanssa Tampereen yliopistolliseen sairaalan sädehoidon toimipisteeseen. Kävimme läpi, kuinka pintanäytteet otetaan, jotta jokainen näyte tulisi otettua samalla tavalla riippumatta siitä kumpi meistä näytteen ottaa.

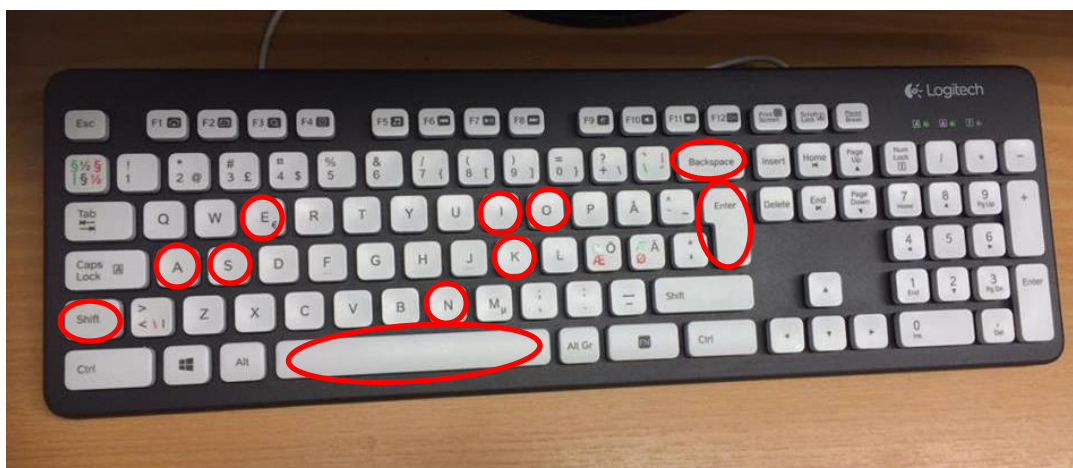
Tunnistamisen helpottamiseksi analysointivaiheessa jokainen näytteenottokohde oli valmiiksi numeroitu, ja jokaisella kohteella oli valmis identifiointikoodi. Näytteisiin tulevien tunnistetarrojen sekä läheteessä olevien identifiointikoodien tuli täsmätä keskenään. Näytteiden tarkka identifiointi oli tärkeää näytteiden analysointivaiheessa ja tulosten analysoinnin kannalta. Lisäksi jokainen näytteenotto kohta dokumentoitiin kuvaamalla sekä kirjaamalla tarkasti ylös, mistä näppäimistä ja kohdista pintanäytteet otettiin. Tämä oli tärkeää, jotta myös päivän toiset näytteet tulisi otettua samoistanäytteenottokohdista. Näytteiden tarkan identifioinnin lisäksi kaikille näytteille oli läheteet, jotka tulivat myös hygieniayhdyshenkilöiden toimesta. Näytetarroihin (Liite 2) merkittiin näytteen päivämäärä, kellonaika, koodi, josta ilmeni näytteenotto paikka ja oliko kyseessä A= aamu näyte, vai B= päivänäyte. Nämä samat tiedot kirjattiin mikrobiologian laboratorioon lähtevälle läheteelle (Liite 3), johon mikrobiologian laboratorion henkilökunta merkitsi myös näytteistä saadut tulokset.

Luotettavien tulosten saamiseksi käytäntönämme oli desinfioida kädet juuri ennen jokaista näytteenottohetkeä. Kaikki näytteenotto kohteet olivat kuivia pintoja, joten näytettä otettaessa Transystem-vanutikku kastettiin ensin steriiliin NaCl-liuokseen. Kastetulla näytteenottotikulla otettiin pintanäyte halutusta kohteesta tietyltä alueelta, esimerkiksi tietokoneen näppäimistön valituista näppäimistä, pyörittämällä ja pyyhkimällä näytteenottotikkua pintaa vasten. Jokaiselle toimipisteelle oli merkitty oma putki NaCl-liuosta kontaminaatoriskin pienentämiseksi. Näytteenottovälineitä, joita käytimme pintanäytteiden otossa, oli: M40 Transystem -geelikuljetusputki ja -vanutikku (kuva 5), steriili NaCl-liuos putki, putkiteline sekä käsidesinfiointiaine.



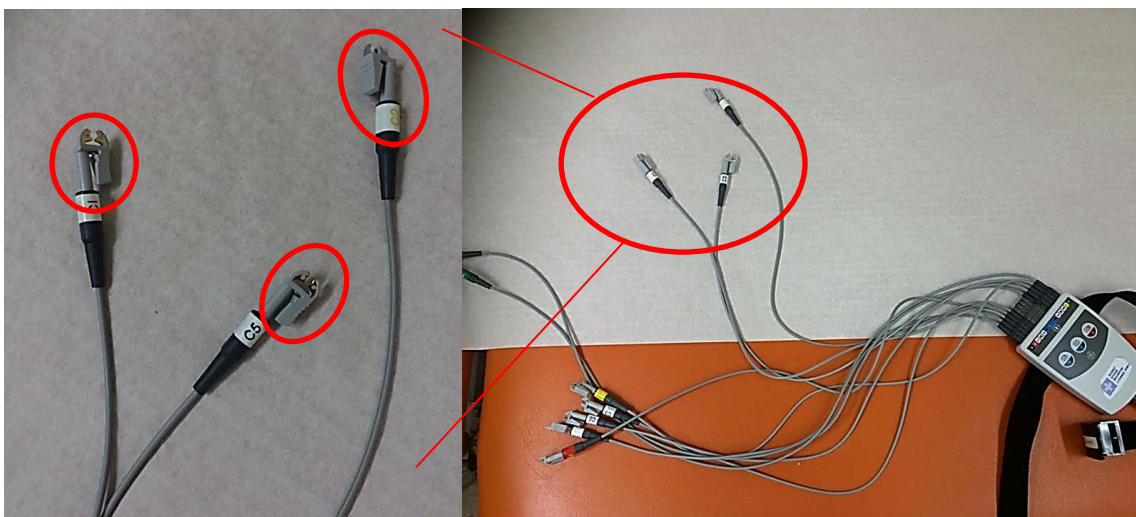
KUVA 5. M40 Transystem-geelikuljetusputki ja -vanutikku steriilissä pakkauksessa (Kuva: Taru Pekkarinen 2018)

Mikrobiologisia pintanäytteitä otettiin yhteensä 162 kappaletta. Näytteet otettiin kaksi kertaa päivässä; aamulla ja päivällä, jolloin kohteita oli ehditty käyttää myös oletetun siivouksen jälkeen. Näytteitä otettiin kokonaisuudessaan aamulla 82, mutta päivällä vain 80, sillä Oriveden röntgenistä ei kerätty päiväpintanäytteitä. Tietokoneiden näppäimistöistä otimme näytteet vain tietyistä näppäimistä, joita käytettiin eniten (kuva 6). Samasta näppäimistöistä eri näppäimistä otettiin näyte aina samalla näytteenottotikulla. Näppäimet, joista näytteet otettiin, oli valittu vanhojen näppäimistöjen kulumajälkien mukaan. Osa yksittäisistä näppäimistä valittiin kuitenkin työpistekohtaisesti, sillä joidenkin laitteiden kanssa käytettiin eri näppäimiä, mutta nämä kohteet merkittiin aina erikseen ylös saatuun listaan. Tietokonehiiristä otimme näytteitä niistä kohdista, joihin käsi koskee eniten (molemmat näppäimet, rulla ja sivut). Myös puhelimesta näyte otettiin niistä kohdista, joihin käsi koskee puhelinta kädessä pidettäessä. EKG-kaapeliin päistä ja -kaapeleista (kuva 7 ja 8) näytteet otettiin kohdista, joihin työntekijä koskee tutkimusta ennen ja jälkeen ja jotka mahdollisesti osuvat myös potilaaseen tutkimuksen aikana. Näytteenotokärryistä otimme näytteet kärryjen kahvasta. Näytteitä otettiin myös taukokuoneiden jääkaappien ovenkahvoista, joihin moni ihminen koskee päivän aikana. Näytteiden kuljetuksen analysointiin hoidimme itse viemällä samana päivänä otetut pintanäytteet suoraan Fimlab Laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratorioon sovittuun työpisteeseen.



KUVA 6. Punaisella ympyrällä merkattu näytteenottokohtat KNFF tietokoneen näppäimistöstä (Kuva: Taru Pekkarinen 2017)

Projektityön alussa marraskuussa 2016 aloitimme pintanäytteiden keräämisen ja otimme silloin jo 130 pintanäytettä. Fimlab laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratorion henkilökunta analysoi näytteet MRSA:n varalta. Projektin aineiston keräysvaiheen aikana näytteiden analysoinnin määrittäminen muuttui. Ensimmäiset näytteet olivat MRSA:n suhteen negatiivisia, joten joulukuusta 2016 lähtien näytteistä pyrittiin määrittämään myös muita merkittäviä hoitoon liittyviä mikrobeja kattavamman tutkimustiedon saavuttamiseksi. Pääpaino näytteiden analysoinnissa pysyi kuitenkin *S. aureuksen* näköisillä pesäkkeillä. Keräsimme tammi- ja helmikuussa 2017 uudet pintanäytteet samoista marraskuun 2016 aikana otetuista toimipisteistä, eli teimme toisen näytteenottokierroksen samoista kohdista, jotta ne voitiin analysoida uudella periaatteella ja menetelmällä. Uusista näytteistä analysointimenetelmänä käytettiin selektiivisen MRSA-viljelymaljan sijasta ei-selektiivistä veriviljelymaljaa sekä tunnistuksessa MALDI-TOF-laitetta. Projektiryhmässä oli sovittu, että mikäli maljalla kasvaa runsaasti bakteereita, yli 15 pesäkettä samaa lajia, mikä on lukijan mielestä merkittävää kasvustoa, niin tehdään tarkempi määrittäminen MALDI-TOF-laitteella. Näytteistä oli nyt tarkoitus selvittää MRSA:n lisäksi, kuinka runsaasti ja mitä muita merkittäviä mikrobeja pinnoilta löytyy. Uudella määrittäyksellä tehdyt näytteet otettiin kaikista muista kohteista paitsi hallinnon tiloista ja Valkeakosken röntgenistä.



KUVA 7. & 8. Punaisella ympyrällä merkattu näytteenottokohtat KLF:n EKG-kaapeli-  
päistä ja -kaapeleista (Kuva: Taru Pekkarinen 2017)

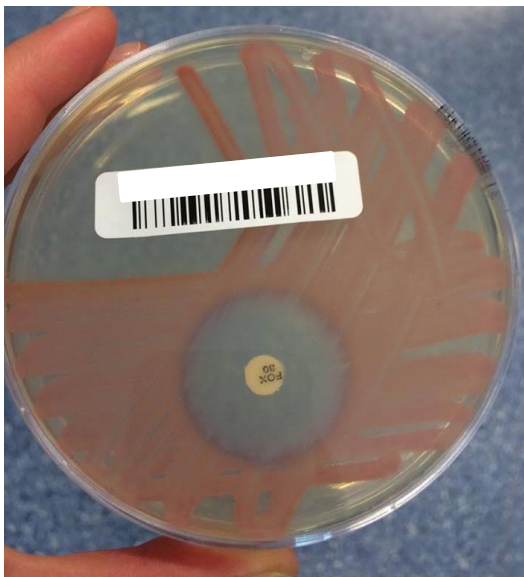
### 7.3 Näytteiden analysointi

Mikrobiologiset pintanäytteet analysoitiin Fimlab Laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratoriossa. Ensimmäisistä pintanäytteistä määritettiin pelkästään MRSA:n esiintyvyyttä. Tuolloin analysointimenetelmänä Fimlabissa käytettiin perinteistä MRSA- viljelymenetelmää. Pintanäytteet viljeltiin suoraan Transsystem- vanutikulla selektiiviselle CHROMagar™ MRSA-maljalle (MRSA-malja). Toisella näytteenottokierroksella otetuista näytteistä haluttiin selvittää MRSA:n ohella myös muita mahdollisesti löytyviä merkittäviä mikrobeja, ja näytteet viljeltiin ei-selektiiviselle verimaljalle. *S. aureus* kasvaa ei-selektiivisellä verimaljalla pieninä valkeina pesäkkeinä (kuva 9). Maljojen lukijoina toimivat klinisen mikrobiologian erikoislääkärit Risto Vuento ja Tapio Seiskari, jotka tekivät maljojen makroskooppisen tarkastelun ja päättivät bakteerikasvustojen jatkotutkimuksista. Viljeltyjä MRSA-maljoja inkuboidaan yön yli tai 17- 24 tuntia +37°C valolta suojattuna (Fimlab Laboratoriot Oy:n työohje.) Pidempi inkubaatioaika 42-48 tuntia parantaa suoran viljelyn herkkyyttä, mutta saattaa usein huonontaa spesifisyyttä (Kolho, Lyytikäinen & Jalava 2017, 16).



KUVA 9. *S. aureus* bakteeripesäkkeitä veriviljelymaljalla (Kuva: Taru Pekkarinen 2016)

*S. aureus* kasvaa selektiivisellä kromogeenimaljalla, MRSA-maljalla, vaaleanpunaisina pesäkkeinä (kuva 10) ja muut stafylokokit valkoisina tai vihertävinä pesäkkeinä. Mikäli bakteeri on metisilliinille herkkä, niin sen kasvu MRSA-maljalla estyy. Mikrobiologian laboratoriossa MRSA-maljoilta tulkittiin kasvatuksen jälkeen bakteerikasvuston ulkonäköä, määrää sekä kefoksiinikiekkoa ympäröivää estovyöhykkeen kokoa. Suositeltavin antibiootti kiekkotestaukseen on kefoksiini, sillä se on EUCAST:in mukaan äärimmäisen herkkä ja spesifinen *mecA*- ja *mecC*-geenien välitteisen metisilliiniresistenssin markeri. (Lindholm 2013; Fimlab Laboratoriot Oy:n työohje.)



KUVA 10. *S. aureus* pesäkkeitä selektoivalla kromogeenimaljalla kefoksiiniherkkyyssiekon kanssa (Kuva: Taru Pekkarinen 2016)

Yleinen ohjeistus on, että mikäli maljalla kasvaa vaaleanpunaisia pesäkkeitä ja kefoksitiiniekon estorenkään halkaisija on yhtä suuri tai alle 22 millimetriä tehdään MRSA-jatkotutkimukset. Tämä oli ohjeistus myös pintanäytteiden kohdalla. Jatkotutkimuksina maljalta tehtiin tarvittaessa puhdasviljely, lajintunnistus VITEK-MS -laitteella sekä MRSA-kannan talteenotto TSA-putkeen. Lisäksi tehtiin herkkyysmääritykset laajan stafylokokkiherkkyyspaneelin mukaisesti sekä MIC- määritykset (minimal inhibitory concentration) oksasilliinin sekä vankomysiinin osalta. (Huovinen & Vaara 2011; Fimlab Laboratoriot Oy:n työohje.) Mikäli kasvu osoittautui jatkotesteissä *S. aureukseksi* ja herkkydeltään kefoksitiinille /oksasilliinille heikentyneeksi, tehtiin MRSA tuloksen varmistus GenomEra MRSA/SA AC- testillä, jonka avulla voidaan määrittää *S. aureukselle* spesifiset MecA- sekä MecC-geenit. Tämä menetelmä vaatii puhdasviljelyn bakteerikasvustosta. (Fimlab Laboratoriot Oy:n työohje.) Opinnäytetyömme pintanäytteistä ei löytynyt lainkaan *S. aureusta* tai MRSA:ta, joten edellä mainittuja työvaiheita ei pintanäytteitä analysoidessa tehty.

Opinnäytetyömme aineiston keräysvaiheessa analysoinnin määritysmenetelmä muuttui, sillä pintanäytteistä haluttiin saada selville MRSA:n lisäksi myös muita merkittäviä mikrobeja. Uudet pintanäytteet viljeltiin Transsystem- vanutikuilta ei-selektiivisille veriviljelymaljoille. Veriviljelymaljoilta yli 15 pesäkettä kasvavat stafylokokin näköiset pesäkkeet tutkittiin tarkemmin ja lisäksi analysoitiin näytteistä myös muita merkittäviä mikrobeja, mikäli maljojen lukija niitä havaitsi (Seiskari 2018). Bakterille saatiin nimi tunnistamalla pesäkkeet MALDI-TOFF-laitteella. Stafylokokkien, etenkin *S. aureuksen* näköiset pesäkkeet oli tarkoitus huomioida veriviljelymaljalta ja nimetä tarkemmin puhdasviljelyä sekä MALDI-TOF- laitetta hyödyntäen. (Fimlab Laboratorio Oy:n työohje.)

#### **7.4 Analyysitulosten käsittely**

Opinnäytetyössämme käsittelemme tärkeimpänä otantana viimeisimmän näytteenotto- kierroksen näytteistä saadut tulokset Excel-taulukkolaskentaohjelman avulla. Aineiston analysoinnin apuna käytämme keskiarvoanalyysia ja diagrammien tulkintaa. Keskiarvo saadaan jakamalla muuttujien arvojen summa niiden lukumäärällä  $n$ . Keskiarvo kuvaa tarkastelun kohteena olevien muuttujien jakaumaa (Karjalainen 2014, 70.) Laskimme keskiarvot analysoitujen näytteiden pesäkemäärien mukaan toimipisteittäin kokonaisuotannon ( $n$ ) ollessa 162 (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Näytemäärät toimipisteittäin

Toimipiste	Näytemäärä
R-röntgen	10
K-röntgen	10
A-röntgen	2
Kliinisen fysiologian laboratorio	18
Isotooppilaboratorio	12
Kliinisen neurofysiologian laboratorio (4krs)	14
Kliinisen neurofysiologian laboratorio (FM1)	28
Valkeakosken röntgen	12
Vammalan röntgen	12
Hatanpään röntgen	10
Oriveden röntgen	2
Sädehoitopoliklinikka	22
Hallinto	10
<b>Näytteitä yhteensä</b>	<b>162</b>

Otantana oli 82 erilaista näytteenottokohdetta, joista keräsimme näytteet kaksi kertaa, aamulla ja päivällä. Orivedeltä pintanäytteet otettiin poikkeavasti pelkästään aamulla. Keskeytimme tulosten analysoinnissa vertailemaan kohteita viljelyssä kasvatettujen bakteerien pesäkemäärien avulla, joka kuvastaa tutkimuksessa toimipisteiden mikrobiologista puhtautta ja käytössä olevien puhdistusmenetelmien toimivuutta. Aineiston analysointia varten kokosimme jokaisen toimipisteen näytteenottokohteet yhteen taulukkoon, josta teimme erilaisia kuvaajia (kuviot 1-4) pesäkemäärien mukaan. Kuvaajiin otimme vertailun vuoksi erikseen näkyviin aamu- ja päivänäytteiden pesäkemäärät. Pesäkemääriä kuvataan taulukoissa myös lyhenteellä pmy (pesäkkeen muodostava yksikkö).

Toimipisteiden näytteenottokohtien identifiointikoodien tarkemmat selitykset löytyvät liitteistä (liite 1). Jokaisesta toimipisteestä kerättiin tulokset pesäkemäärällisesti myös omiin kuvaajiin, ja merkittävimpänä pidetyt kuvaajat on otettu tulosten yhteenveto-osioissa tarkasteluun. Tulokuvaajat kaikista muista paitsi Oriveden toimipisteestä löytyvät liitteistä (liite 4). Oriveden röntgenin toimipisteestä otettiin vain kaksi näytettä, joissa

kummassakaan ei löytynyt kasvustoa, joten tulokuvaaja ei ollut tarpeellinen. Tunnistetut bakteerit ovat esitettynä näytteenottokohteittain jaoteltuna (taulukossa 3), sen mukaan löytyikö bakteeri aamulla- vai päivällä otetusta näytteestä, sillä ne ovat osa kokonaisotannasta tulleita tuloksia.

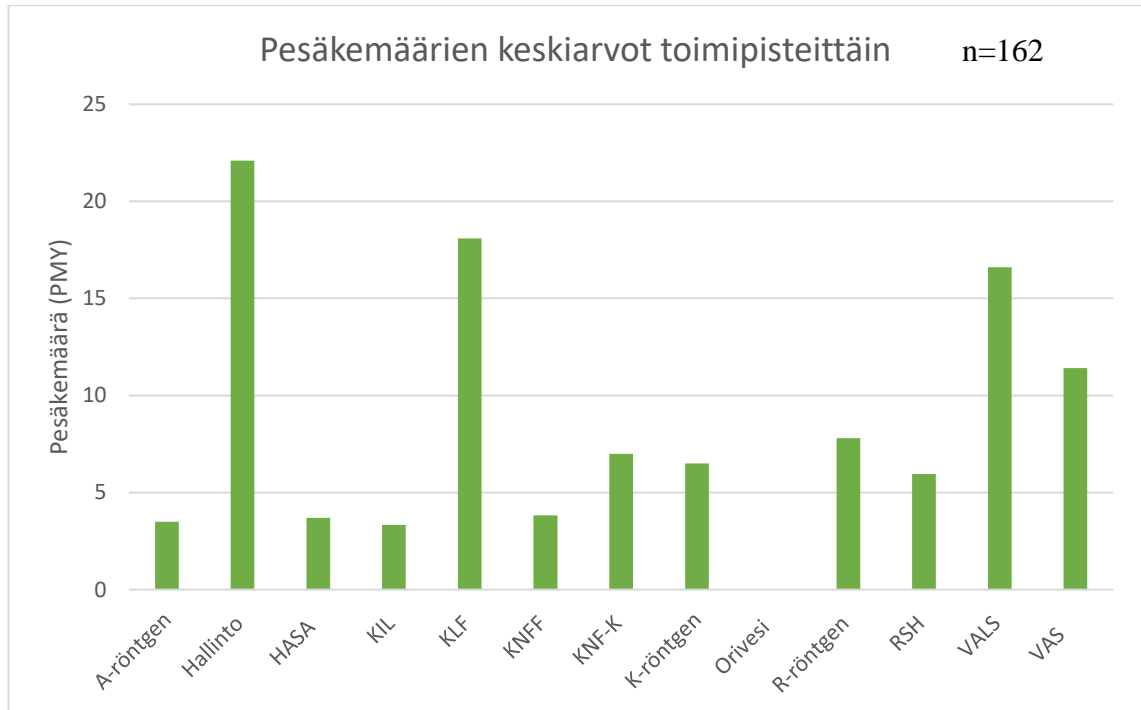
TAULUKKO 3. Tunnistetut löydökset

Tunnistetut bakteerit ja niiden näytteenottokohte ja -ajankohta		
Näytteenottokohte	A=Aamunäytteestä tunnistettu bakteerilaji (pmy)	B=Päivänäytteestä tunnistettu bakteerilaji (pmy)
KLF nro. 17	<i>S. epidermidis</i> pmy 160	-
KNFF nro. 36	<i>S. hominis</i> pmy 23	-
KNFF nro. 37	<i>S. warner</i> pmy 15	<i>S. warner</i> pmy 39

Kokosimme tulostaulukosta kuvaajan, jossa näkyi kaikkien toimipisteiden näytteenotto-kohteiden pesäkemäärien keskiarvot (kuvio 1). Kaikki toimipisteet eivät ole täysin verrattavissa keskenään, koska joistain toimipisteistä otettiin vain muutamia näytteitä. Kliinisen neurofysiologian laboratorion toimipisteestä (KNFF) näytteitä otettiin 28 ja sädehoitopoliklinikan toimipisteestä 22, kun taas A-röntgen toimipisteestä vain 2 ja Oriveden röntgenistä kaksi pintanäytettä. Muista toimipisteistä näytteitä otettiin 5-7 eri näytteenotto-kohteesta.

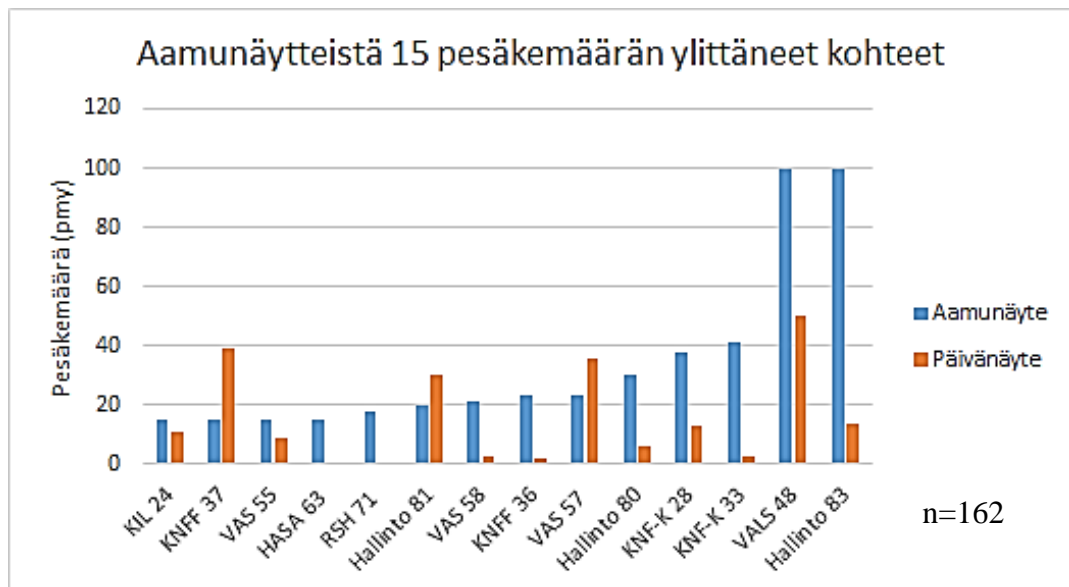
Keskimääräisesti eniten pesäkkeitä löytyi hallinnon näytteenottokohteista. Toiseksi eniten pesäkkeitä löytyi kliinisen fysiologian laboratorion (KLF) ja kolmanneksi eniten Valkeakosken röntgen-toimipisteestä (VALS). Pesäkemäärältään vähiten bakteereita kasvoi Oriveden röntgenistä otetuista aamunäytteistä, joissa ei havaittu yhtään bakteeria kasvatusmaljoilla. Orivedellä näytteenottokohteita oli kuitenkin vain kaksi, joista näytteet kerättiin vain aamulla, joten Oriveden toimipiste on huono vertailukohde. Keskimääräisesti toiseksi vähiten pesäkkeitä löytyi isotooppilaboratorion toimipisteestä (KIL). A- ja Hatanpään röntgenin sekä kliinisen neurofysiologian laboratorion (KNFF) näytteistä kasvoi keskimäärin seuraavaksi vähiten bakteeripesäkkeitä (3,5-3,8 pmy) verrattuna muihin

toimipisteisiin. A-röntgenin näytteenottokohteita oli vain yksi, joten A-röntgen on myös melko huono vertailukohde. Kliinisen neurofysiologian laboratorion (KNF-K), K-, R- ja Vammalan röntgenin toimipisteistä otetuista pintanäytteistä bakteeripesäkkeitä tulkittiin keskimääräisesti 6,0- 11,4 pmy.



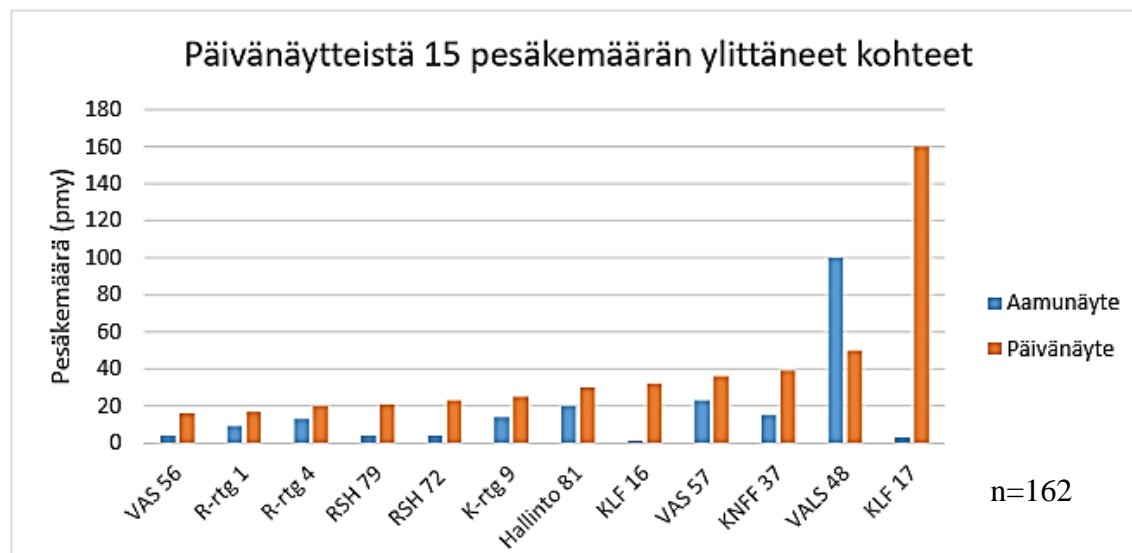
KUVIO 1. Kaikkien toimipisteiden pintanäytteenottokohteiden pesäkemääräiset keskiarvot (Pekkarinen & Immonen 2017)

Erittelimme tuloksia helpommin havaittavaan ja analysoitavaan muotoon tekemällä erikseen kuvaajat näytteenottokohteista, joissa kasvoi yli 15 pesäkettä aamu- tai päivänäytteessä (kuviot 2 ja 3). Analysoitaessa tuloksia lajittelimme näytteenottokohteet järjestykseen pesäkemäärien mukaan pienimmästä suurempaan. Aamunäytteistä (kuvio 2) 14 eri näytteessä kasvoi yli 15 bakteeripesäkettä. Yksittäisistä aamunäytteistä eniten pesäkkeitä kasvoi Valkeakosken röntgenistä (VALS 48) ja hallinnon tiloista (Hallinto 83) otetuissa näytteissä, joissa molemmissa löytyi 100pmy.



KUVIO 2. Yli 15 pesäkkeen löydökset aamunäytteistä (Pekkarinen & Immonen 2017)

Päivänäytteistä 15 pesäkemäärän ylittäviä näytteenottokohteita oli 12 (kuvio 3). Eniten pesäkkeitä oli kliinisen fysiologian laboratorion EKG-laitteen näppäimistöä otetusta näytteestä (KLF 17), jossa kasvoi jopa 160 pesäkettä, kun taas aamunäytteessä pesäkkeitä on ollut vain 3. Valkeakosken röntgenissä ultraääni-laitteen näppäimistöä otetuissa näytteissä (VALS 48) kasvoi paljon pesäkkeitä sekä aamu- että päivänäytteessä.



KUVIO 3. Yli 15 pesäkkeen löydökset päivänäytteistä (Pekkarinen & Immonen 2017)

## 8 TULOSTEN YHTEENVETO

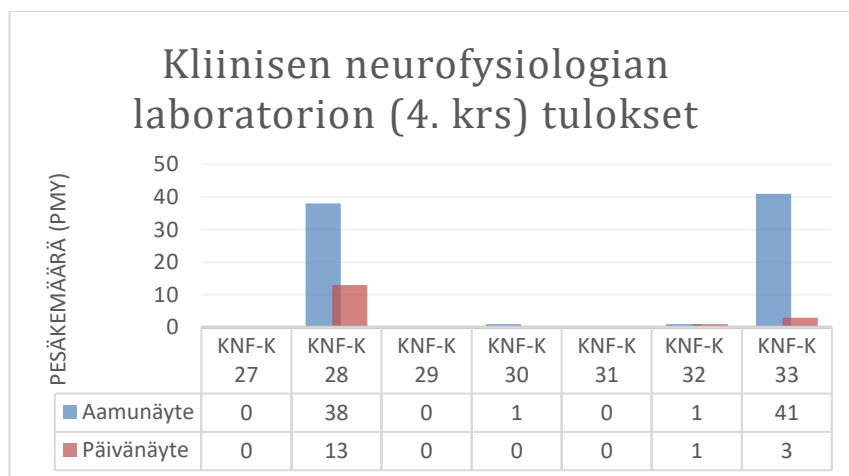
Opinnäytetyön tavoitteena oli hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajien esiintyvyyden kartoittaminen. Tarkoituksena oli selvittää mikrobiologisia pintanäytteitä keräämällä, löytyikö kuvantamistoiminnan- ja sädehoitopoliklinikan toimipisteistä MRSA:ta tai muita merkittäviä mikrobeja. Yksikään toimipiste ei ollut täysin mikrobiologisesti puhdas, mutta MRSA:ta eikä muita merkittäviä mikrobeja esiintynyt kummallakaan näytteenottokierroksella. Tulokset ovat sikäli harmittomia ja löydökset pieniä siihen nähden, että aikasempien tutkimusten tulosten perusteella toimipisteistä olisi voitu löytää MRSA-bakteeria tai muita hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajamikrobeja.

Opinnäytetyön otoksena oli 162 pintanäytettä, 82 aamunäytettä ja 80 päivänäytettä. Tulokset kertovat luotettavasti MRSA esiintyvyydestä AKU:n kuvantamistoiminnan- sekä sädehoidon työpisteissä. Saimme myös informaatiota näytteenottokohteina olevien pintojen yleisestä mikrobiologisesta puhtaudesta. MRSA:n esiintyvyyden ollessa Pirkanmaalla ajoittain suhteellisen runsasta, niin on merkittävää ja todella positiivista huomata, ettei sitä löytynyt yhdestäkään tutkimuksessa mukana olleesta työpisteestä. MRSA:n säilyminen pitkään kuivillakin pinnoilla voisi tilaisuuden tullen edesauttaa sen kulkeutumista helposti henkilökunnan kautta potilaisiin, mikäli sitä olisi löytynyt otoksena olevilta pinnoilta. MRSA voisi myös levitä henkilökunnan ja potilaiden kautta toisiin osastoihin. (Syrjälä 2010, 19; Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013)

Analyysituloksista yli 15 pesäkettä kasvavista bakteereista oli tunnistettu ainoastaan kolme bakteerilajia, jotka olivat: *S. epidermidis*, *S. hominis* sekä *S. warner*. Löydökset ovat näytteenottoympäristölle tyypillisiä, käsistä peräisin olevia ihon normaaliflooraan kuuluvia bakteereita. Maljojen lukija varmisti kaikki asetetun rajan eli yli 15 pesäkkeen kasvavat *S. aureuksen* näköiset pesäkkeet VITEK-MS-laitteella ja nämä kolme koagulaasinegatiivista stafylokokkia oli tunnistettu *S. aureuksen* poissulkemiseksi. Kliinisen mikrobiologian apulaisylilääkäriin Tapio Seiskarin mukaan (2018) tunnistetut koagulaasinegatiiviset stafylokokit kertovat yleisestä hygieniasosta, eikä niitä voi nostaa merkittäviksi tutkimuksen kannalta. Kaikki tuloksissa kuvaavamme pesäkemäärät antavat tietoa puhdistustoimenpiteiden toimivuudesta työpistekohtaisesti. (Seiskari 2018)

*S. epidermidis*, *S. hominis* sekä *S. warner* eivät ole merkityksellisiä bakteereita opinnäytetyömme tutkimuksen kannalta, sillä ne ovat satunnaislöydöksiä ja maljojen lukijan tekemiä varmistuksia. Muissakin näytteenottokohteissa on voinut hyvinkin esiintyä kyseisiä koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja, sillä ne kuuluvat ihon normaaliflooraan. Tunnistetut bakteerit eivät olleet tutkimuksessa tarkastelun kohteena, joten ei voida sanoa löytyneiden bakteereiden: *S. epidermidis*, *S. hominis* sekä *S. warner* olevan merkittäviä. Hankkeen tarkoituksena oli kartoittaa ensisijaisesti *S. aureusta* ja MRSA:n esiintyvyyttä. Melkein kaikkien näytteiden yli 15 pesäkettä kasvavat bakteerilajit jäivät tarkemmin tunnistamatta. Maljojen lukijat ovat tulkinneet, että muut yli 15 pesäkettä kasvavat bakteerilajit eivät ole olleet patogeenisiä ihmiselle ja ovat siten jääneet nimeämättä.

Kliinisen neurofysiologian laboratorion toimipisteessä (KNF-K) kuvaajassa (kuvio 4) näkyy selvää eroavaisuutta näytteenottokohteiden välillä. Korkeimmat pesäkemäärät löytyivät EEG-matkakärryn tarvikelaatikosta sekä lääkärin työpisteen näppäimistöä otetuista pintanäytteistä. Muista KNF-K:n näytteenottokohteista ei löytynyt kasvua ollenkaan tai vain yksittäisiä pesäkkeitä.

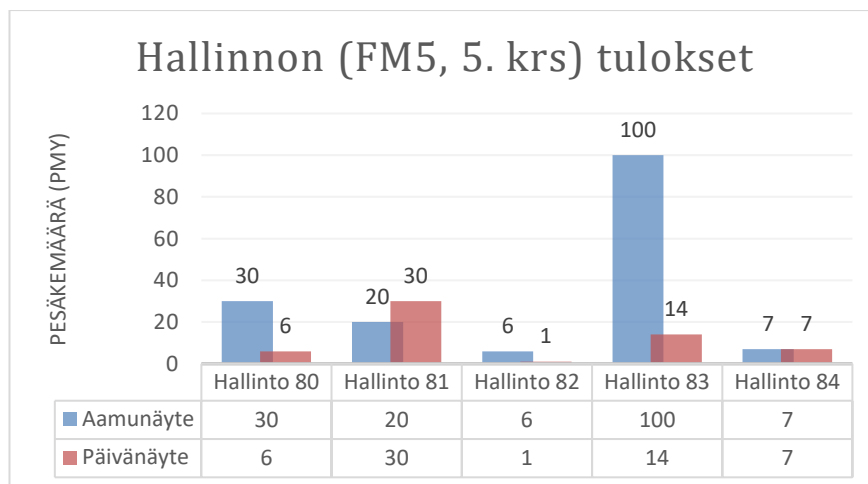


KUVIO 4. Kliinisen neurofysiologian pintanäytteiden tulokset pesäkemäärällisesti kuvattuna. (Pekkarinen & Immonen 2017)

Päivänäytteistä 15 pesäkemäärän ylittäviä näytteenottokohteita oli 12, kun taas aamunäytteistä niitä oli 14. Kokonaisotannasta aamunäytteissä havaittiin hieman enemmän bakteerikasvua, mutta ero ei ole merkittävä. Esimerkiksi Valkeakosken röntgenyksikön ultraäänilaitteen näppäimistöä otetussa aamunäytteessä kasvoi kaksi kertaa enemmän bakteereita, kuin päivällä, mikä voi johtua pintojen puhdistuksesta näytteenottokertojen välissä.

Kun taas kliinisen fysiologian laboratorion EKG-laitteen näppäimistöä otetussa päivänäytteessä bakteeripesäkkeitä kasvoi selvästi enemmän, kuin aamulla, mikä voi johtua heikommasta pintojen puhdistuksesta käytön jälkeen.

Kaikista AKU:n yleishallinnon tiloista otetuista näytteistä kasvoi 1-100 bakteeripesäkettä (kuvio 5). Hallinnon toimipisteen kaikki näytteenottokohteet otettiin yksittäisten henkilöiden tietokoneiden näppäimistöistä, kokoushuoneiden tietokoneiden näppäimistöistä sekä yleisessä käytössä olevista kaukosäätimistä, joiden siivoaminen sijoittuu aina satunnaisesti, tiettyyn aikaan päivästä. Näytteenottoympäristöltään hallinnon tilat olivat erilaisia verrattuna muihin tutkimuskohteena oleviin toimipisteisiin, joissa näytteenottokohteet sijoittuivat sairaalaympäristöön, hoitohenkilökunnan käyttämiin ja heille keskeisiin työskentelytiloihin.



KUVIO 5. Hallinnon toimipisteen pintanäytteiden tulokset pesäkemäärällisesti kuvattuna. (Pekkarinen & Immonen 2017)

Analysointitulosten käsittelyssä ei noussut esille selkeästi poikkeavia näytteenottokohteita tai toimipisteitä, pientä vaihtelua kuitenkin löytyi. Sairaalaympäristön merkittävimpiä mikrobeja esimerkiksi MRSA:ta ei löytynyt. Pesäkemäärällisesti tulkittuna puhtaus-taso vaihteli ja vain 12 näytteenottokohdetta olivat täysin mikrobiologisesti puhtaita eli näytteitä viljeltäessä verimaljalla ei kasvanut yhtään bakteeripesäkettä. Näytteenottokohteiden ja toimipisteiden mikrobiologisissa puhtauksissa on jonkin verran eroja tulosten pesäkemääriä tarkasteltaessa. Eri näytteenottoaikkojen pinnan materiaalit vaihtelivat, mutta vertaillen eri kohteiden tuloksia, eri pintamateriaalien tai erilaisten kohteiden pesäkemäärissä ei huomattu selkeitä eroavaisuuksia.

Mikrobiologisten pintanäytteiden tuloksista ei voida nostaa esille mitään merkittävämpää oletusta mikrobiologisen puhtauden tasosta. Suurimmassa osassa toimipisteiden pinta-  
näytteiden tuloksissa oli johdonmukaisuutta. Pääsääntöisesti aamunäytteistä löytyi enemmän bakteeripesäkkeitä, kuin päivänäytteistä. Poikkeuksena olivat klinisen fysiologian laboratorio ja K-röntgenin toimipisteet, joissa päivänäytteissä oli suurimmat bakteerilöydökset. R-röntgen, sädehoitopoliklinikka ja Vammalan röntgen olivat toimipisteitä, joissa näytteenototn ajankohdalla ei ollut selkeää vaikutusta näytteenottohteista löytyneisiin pesäkemääriin.

## 9 POHDINTA

### 9.1 Prosessi

Opinnäytetyöprosessi sujui kaiken kaikkiaan hyvin, vaikka muutoksia päätettiin tehdä aineiston keräysvaiheessa. Pintanäytteiden keräysvaihe oli itsessään aikaa vievää ja aikataulumuutoksen vuoksi välillä haastavaa, mutta koska näytteenottajia oli kaksi, pystyimme jakamaan näytteenottokohteet omiin sekä työpisteiden aikatauluihin sopiviksi. Suurin osa toimipisteistä, joista aineisto kerättiin, oli kävelyetäisyydellä Tampereen ammattikorkeakoulusta, joten aamu- ja päivänäytteiden ottoon pääseminen sujui ongelmitta. Suurempia haasteita tai ongelmia ei ilmennyt missään vaiheessa opinnäytetyötä tehdessä. Suunnittelua vaativia kohteita olivat Vammalan, Valkeakosken sekä Oriveden röntgenit, jotka sijaitsivat kauempana Tampereen keskustasta. Pääsimme Valkeakosken ja Vammalan röntgen-toimipisteisiin keräämään pintanäytteet projektin koordinaattorin kyydillä. Projektin koordinaattori suoritti itse Oriveden röntgenin pintanäytteenoton yhteisten ohjeiden mukaisesti.

Opinnäytetyön aihealueen rajausta ei ollut vielä alussa kovin selkeä. Hoitoon liittyvät infektiot ja niiden tutkiminen on aiheena kovin laaja, ja niihin liittyy monia asioita. Emme analysoineet mikrobiologisia pintanäytteitä itse, joten emme painottaneet analysointivaihetta myöskään kirjallisessa tuotoksessamme. Opinnäytetyömme teoriaosuus mikrobeihin liittyen oli alustavan suunnitelman mukaan tarkoitus muodostaa vain löydösten perusteella, mutta lopulta päädyimme kirjoittamaan merkittävistä sairaalaympäristössä infektioita aiheuttavista mikrobeista, riippumatta siitä löytyikö niitä tutkimuksessa olevista kohteista. Koska opinnäytetyön projektin tarkoituksena oli kartoittaa työpisteiden mikrobiologista puhtautta, jotta tarvittaessa voitaisiin ottaa uusia toimenpiteitä käyttöön mikrobien vähentämiseksi, kerroimme teoriaosiossa yleistä tietoa sairaalahygieniasta ja hoitoon liittyvien infektioiden ehkäisystä.

Fimlab laboratoriot Oy:n analysoinnissa oli nimettynä kaikista näytteistä kolme löydöstä, kaikki ihon normaaliflooraan kuuluvia bakteereita. Nämä eivät kokeneiden näytteiden lukijoiden mielestä olleet merkittäviä, joten emme analysoineet kyseisten tunnistettujen löydösten suurempaa merkittävyyttä tulososiossa. Vaikka kaikkien näytteiden pesäkkei-

den bakteeria ei tunnistettu, pesäkemäärät antoivat kuitenkin tärkeää informaatiota työpisteiden näytteenottokohteiden yleisestä mikrobiologisesta puhtaudesta. Olisi ollut kuitenkin hyödyllistä ja mielenkiintoista saada tietää mitä eri mikrobeja näytteenottokoh-teista todella löytyi, mutta tämä olisi nostanut sovittuja kustannuksia.

Toimipisteiden yleisestä puhtaudesta kertoo se, että joidenkin toimipisteiden bakteerikas-vustojen pesäkemäärät olivat jopa 100 pmy/näytteenottokohde. Pesäkemäärien perus-teella voi sanoa, että monet näytteenottokohteena olleet pinnat sisälsivät paljon baktee-reita, jotka luultavasti vähenisivät tarpeeksi tehokkaiden välisiivouksien, puhdistustoi-menpiteiden ja hyvän yleisen käsihygienian avulla. On tärkeää, että työpisteiden mikro-biologisesta puhtaudesta pidetään huolta ja mikrobien määrät pyritään pitämään mahdol-lisimman pieninä, ettei niitä pääse siirtymään henkilökunnan kautta potilaisiin. Vaikka löydöksissä ei olisikaan patogeenejä, niin myös ihmisen normaaliflooraan kuuluvat op-portunistiset bakteerit voivat aiheuttaa hoitoon liittyvän infektion varsinkin immuuni-puutteiselle ihmiselle, päästessään elimistöön. Kun pintojen puhtaudesta ja hyvästä käsi-hygieniasta pidetään huolta, niin riski siitä, että edes mahdolliset pienetkin määrät pato-geenejä tai opportunistisia normaaliflooran bakteereja pääsisivät siirtymään potilaisiin, vähenee merkittävästi. Käsihygienialla, asenteiden muutoksella ja järkipäätämällä työ-tapoja ja prosesseja voitaisiin vaikuttaa myös vähäisten mikrobien esiintyvyyteen ja le-viämiseen työpinoilta.

## 9.2 Luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuuden mittaamisessa käytetään usein termejä reliabiliteetti ja vali-diteetti. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimusmenetelmän luotettavuutta ja toistettavuutta eli tutkimuksen pätevyyttä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Validiteetilla taas tarkoite-taan tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä tulisikin mitata. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 231.) Kaikissa opinnäytetyöprosessin vaiheissa, eritoten näytteitä otet-taessa pyrittiin noudattamaan huolellisia ja yhdenmukaisia työtapoja ja asianmukaisia vä-lineitä. Kaikki työvaiheet on kirjattu huolellisesti ylös ja muutokset dokumentoitu. Opin-näytetyön teoriaosuudessa on pyritty käyttämään laajalti mahdollisimman tuoreita ja luot-tettavia lähdemateriaaleja. Käytimme opinnäytetyömme lähteinä monipuolisesti vieras-kielisiä tutkimuksia ja kirjoja suomenkielisten lähteiden vähäisyyden vuoksi.

Näytteenottoohje sovittiin hygieniahoitajan kanssa, jonka kliinisen mikrobiologian erikoislääkäri Risto Vuento hyväksyi. Saimme näytteenottoon ohjaavan opettajan kautta kuvallisen ohjeistuksen, johon tutustuimme ennen ensimmäistä näytteenottoa. Ensimmäisellä näytteenottokerralla kävimme vielä läpi näytteenottotavan ohjaavan opettajamme ja projektityöryhmän jäsenen kanssa, että näytteenottotapa on oikeanlainen. Näytteenottokohteet olivat ennalta sovittu ja merkitty listaan. Näytteenottokohteet oli pyritty valitsemaan niin, että kohteiksi valikoitui sellaisia näppäimistöjä ja laitteita, joita käytettiin työpisteissä eniten. Joka työpisteessä meitä opasti näytteenottokohteista vastaava henkilö, joka näytti oikeat näytteenottopaikat. Noudatimme näytteenotto-ohjeita tunnollisesti ja desinfioimme kädet jokaisen näytteen välissä, jotta mahdollisilta mikrobikontaminaatioilta vältyttäisiin. Steriili NaCl-liuos siirrostettiin isosta pullosta pienempiin eriin steriileitä välineitä käyttäen, jotta kontaminaatiota ei tapahtuisi. NaCl-liuosputkea käytettiin aina vain yhden näytteenotto kerran, joka myös minimoi kontaminaatoriskiä. Koska näytteenottotapa ja näytteenottokohteet olivat tarkasti määriteltyjä, näytteenottaja ei vaikuta opinnäytetyön tuloksiin. Kuljetimme näytteet itse jokaisen näytteenottokerran jälkeen mikrobiologian laboratorioon sovitulle työpisteelle, jotta näytteiden kuljetuksessa ja säilytyksessä tapahtuvat virhelähteet olisivat mahdollisimman vähäiset. Tutkimus on helpposti toistettavissa, koska kaikki näytteenottoon liittyvät asiat on tarkasti dokumentoitu.

Näytteiden analysoinnista vastasi akkreditoitu Fimlab laboratoriot Oy:n mikrobiologian laboratorio. Näytteiden analysointiin käytettiin luotettavuuden lisäämiseksi alan ammattilaisia, joilla on käytössään hyvät analysointilaitteet, menetelmät ja asiantuntijuus, joten voimme pitää analyysituloksia luotettavina.

### **9.3 Eettisyys**

Tutkimuksen tekemiseen liittyy usein paljon eettisiä kysymyksiä, joita opinnäytetyötäkin tehdessä on otettava huomioon. Eettisesti hyviä tieteellisiä menettelytapoja on monia, kuten yleinen rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus tutkimustyössä, tulosten tallettamisessa ja esittämisessä sekä tutkimusten ja niiden tulosten arvioinnissa. Eettisesti hyvä tutkimus edellyttääkin, että tutkimusta tehdessä noudatetaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Myös tutkimuksen suunnitelman, toteutuksen sekä raportoinnin tekeminen yksityiskohtaisesti ja tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten mukaisesti kuuluvat hyviin tieteellisiin käytäntöihin. (Hirsjärvi ym. 2009, 23- 24)

Tässä opinnäytetyössä eettisiä ongelmia ei niinkään ole, koska tutkimusjoukko ei koostunut ihmisistä. Näytteet otettiin tilaajan itse valitsemista kohteista, jotka olivat jo valmiiksi identifioitu omilla lyhenteillä ja numeerisilla tunnisteilla jäljitettävyyden vuoksi. Eettisyys korostuu lähinnä toimipisteiden yksityiskohtaisessa kuvailemisessa ja toimipisteiden välisessä vertailussa opinnäytetyössä. Tavoitteena oli tuottaa mahdollisimman puolueeton ja luotettava raportti kuvantamistoiminnan, sädehoidontoimipisteen pintojen mikrobiologisesta puhtaudesta. Opinnäytetyömme lähteet on merkitty niin, että ne kertovat tarkasti mistä tietoa on etsitty, kenen tutkimukset ovat kyseessä ja mistä kirjallisuudesta ne ovat peräisin.

#### **9.4 Oma oppimisprosessi**

Opinnäytetyömme aiheen valintaan vaikutti sen ajankohtaisuus sekä mielenkiinto mikrobiologian erikoisalaan liittyvää aihetta kohtaan. Kirjoitusprosessin edetessä opimme paljon uutta hoitoon liittyvistä infektioista, niin Suomessa, kuin muuallakin maailmalla. Pääsimme myös kertaamaan ja syventämään tietoa mikrobiologian osa-alueelta.

Aineistoa kerätessä opimme olemaan tarkkoja ja huolellisia näytteiden identifioinnin sekä kirjaamisen kanssa. Opimme myös toimimaan yhteistyössä henkilökunnan kanssa. Analysointivaihe jäi opinnäytetyössämme vähemmälle tarkastelulle, sillä emme olleet mukana analysoimassa näytteitä. Pääsimme kuitenkin yhtenä päivänä perehtymään yhdessä Fimlabin kliinisen mikrobiologian bakteriologian laboratorion toimintaan tarkemmin, mikä avasi tutkimukselle olennaisia analyysimenetelmiä. Kliinisen mikrobiologian kahden viikon harjoittelujakso osui sopivasti opinnäytetyön kirjoitusvaiheen viimeistelyosuuteen, joten pääsimme vielä syventymään opinnäytetyömme aiheeseen harjoittelun aikana.

Opinnäytetyön kirjallista osioita kirjoittaessa osaaminen syventyi laajempaan ja tehokkaampaan tiedonhakuun sekä lähdekriittisyyteen. Ulkomaalaisten tutkimusten myötä myös englanninkielinen sanavarasto mikrobiologian alalta ja opinnäytetyömme aiheesta karttui. Opinnäytetyössä tärkeänä osana oleva moniammatillinen yhteistyö korostui näytteitä otettaessa eri toimipisteistä. Eri kuvantamistoiminnan- ja sädehoidontoimipisteissä

vierailu tarjosi meille paljon uusia näkökulmia kliinisissä laboratorioissa, röntgenissä sekä sädehoidossa työskentelevän henkilökunnan ammattiosaamisesta.

## 9.5 Jatkoaiheet ja lopputulos

Hankkeen jälkeen oli suunnitteilla henkilökunnan koulutusiltapäivä, jossa hankkeen tulosten pohjalta on tarkoitus kouluttaa henkilökuntaa parempaan käsihygieniaan ja asennemuutokseen. Mahdollisten muutosten jälkeen näytteet voitaisiin ottaa myöhemmin uudestaan, ja vertailla saatuja arvoja vanhoihin. Jatkotutkimuksessa olisi voitu osoittaa miten paljon tarkemmalla käsihygienialla ja pintojen puhdistamisella olisi vaikutusta työpisteiden laitteiden mikrobipuhtauteen. Jos tutkimuksesta tehtäisiin loppuraportti, josta työntekijät näkisivät miten eri toimilla olisi konkreettisia vaikutuksia, niin se kannustaisi heitä parempaan käsihygieniaan ja laitteiden puhdistamiseen.

Jatkotutkimuksena voitaisiin myös selvittää tarkemmin mitä mikrobeja pinnoilla tarkalleen ottaen on ja mitä lajeja löytyy eniten. Voitaisiin selvittää kuuluvatko esimerkiksi suurin osa pintojen mikrobeista ihon normaaliflooraan vai ovatko löydökset tyypillisiä ympäristön mikrobeja. Voitaisiin myös selvittää, onko eri näytteenottokohteiden välillä suurta eroa mikrobimäärissä tai -lajeissa. Osa näytteenottokohteista oli lähempänä potilaita ja niihin henkilökunta koskee potilaaseen koskemisen jälkeen ja toisin päin. Suuri osa näytteenottokohteista taas oli näppäimistöjä, jotka olivat toimenpidehuoneiden ulkopuolella.

Hankkeen aikana pohdimme, että olisiko näytteenottokohteita voinut olla erilaisia. Osa työntekijöistä ehdotti joitain näytteenottokohteita, joita heidän mielestään käytettiin myös paljon, mutta koska kohteet oli jo aikaisemmin määritelty, niin emme voineet ottaa muista kohteista näytteitä. Henkilökunnalta voitaisiin myös tehdä kyselyä, että mitkä työpisteiden laitteet ovat heistä eniten käytössä ja siten hyviä tutkimuskohteita. Otimme pintanäytteitä vain kovilta ja kuivilta pinnoilta. Näytteitä voitaisiin ottaa myös pehmeämmiltä pinnoilta, jotka eivät ole niin helposti puhdistettavissa, ja tutkia voisiko sellaisista kohteista mahdollisesti levitä myös patogeenejä, kuten MRSA-bakteeria. Tällaisia kohteita voisi olla esimerkiksi sairaalan henkilökunnan työvaatteet, jotka mahdollisesti voivat koskea potilasta tutkimusten aikana.

Opinnäytetyön mikrobiologisen puhtauden alkukartoituksen tulosten ollessa MRSA:n suhteen negatiivisia, hanketyön suunniteltuja jatkotoimenpiteitä ei toteutettu. Toimipisteiden mikrobiologisen puhtaudentaso oli aikaisempien tutkimusten tuloksiin nähden suhteellisen hyvä. Opinnäytetyö antoi tärkeää informaatiota työpisteiden puhtaudesta, vaikka puhtaustaso oli mikrobiologisesti pääosin hyvä, paikoittain sen ylläpitämisessä olisi parannettavaa.

## LÄHTEET

- Ahlfors R. & Kilpeläinen J. 2014. Sädesuojien Mikrobikasvustot. Tampereen Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82080/Ahlfors\\_Riikka\\_Kilpelainen\\_Jaana.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82080/Ahlfors_Riikka_Kilpelainen_Jaana.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Al Ghamdi A., Shukri H., Yamani A., Hawsawi H., Bagatadah K., Gharawi L., Shukri N. & AlEnazi W. 2011. Computer keyboards and mice contamination at intensive care unit in Western Region in Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Critical Care*. 26: 5.
- BD-Diagnostics. 2009. BBL™ CHROMagar™ Family of Products. Saksa. Luettu: 27.2.2018 <http://www.bd.com/resource.aspx?IDX=11164>
- Becker, K., Heilmann, C. & Peters, G. 2014. Coagulase-Negative Staphylococci. *Clinical Microbiology Reviews*. American Society of Microbiology. Luettu 16.10.2017. <http://cmr.asm.org/content/27/4/870.full.pdf+html>
- Beveridge, T.J. 1999. Structures of Gram-Negative Cell Walls and Their Derived Membrane Vesicles. *Journal of Bacteriology*. American Society of Microbiology. Luettu 11.10.2017. <http://jb.asm.org/content/181/16/4725.full.pdf+html>
- Buxton R. 2005. Blood Agar Plates and Hemolysis Protocols. *Laboratory Protocols*. American Society for Microbiology. Luettu:27.2.2018 <http://www.asmscience.org/content/education/protocol/protocol.2885>
- Carlson, P. & Koskela, M. 2011. Bakteriologiset tutkimukset. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) *Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet osa 3*. 1. painos. Jyväskylä: WS Bookwell Oy
- Carlson, P & Järvinen, A. 2010. Bakteerit ja niiden aiheuttamat taudit. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) *Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet osa 3*. 1. painos. Jyväskylä: WS Bookwell Oy
- Curry. S.P.2010.Clostridium difficile. *Clin Lab Med*. Luettu 31.10.2017 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5501328/>
- Croxatto A., Prod'hom. G & Greub G. 2012. Applications of MALDI-TOF mass spectrometry in clinical diagnostic mikrobiology. *Federation of European Microbiological Societies*. Luettu 28.2.2018 <https://academic.oup.com/femsre/article/36/2/380/565595>
- Dingle. Tanis .C & Butler- Wu Susan M. 2013. MALDI-TOF Mass Spectrometry for Microorganism Identification. Teoksessa Burnham Carey-Ann D. *Clinics in laboratory medicine. Automation and Emerging Technology in Clinical Microbiology*.
- Eloniemi, R., Hämäläinen, M., Siukola, T. & Vikstedt, E. 2015. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuvantamiskeskus- ja Apteekkiliikelaitoksen työasemien mikrobiologinen puhdistus.
- Hedman. K., Heikkinen. T., Huovinen. P., Järvinen. A., Meri. S & Vaara. M. 2010. *Mikrobiologia*. Helsinki: Duodecim.

Huovinen. P., Meri. S., Peltola. H., Vaara. M., Vaheri. A. & Valtonen. V. 2005. Mikrobiologia ja infektiosairaudet. Helsinki. Duodecim

Huovinen. P. & Vaara. M. 2011. Bakteerilääkehoidon perusteet. Teoksessa Hedman. K., Heikkinen. T., Huovinen. P., Järvinen. A., Meri. S. & Vaara. M. Infektiosairaudet. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet. Luettu 28.11.2017 <http://www.oppiportti.fi/op/opk04491>

Huttunen, R. & Timonen, S. 2012. Pirkanmaan MRSA. Finnanest 45(5): 490 –493. [http://www.finnanest.fi/files/simonen\\_mrsa.pdf](http://www.finnanest.fi/files/simonen_mrsa.pdf)

Karjalainen, L. 2004. Tilastomatematiikka. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy

Kolho. E., Lyytikäinen. O. & Jalava. J. 2017. Ohje moniresistenttien mikrobien tartunnantorjunnassa. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Luettu 3.11.2017 [http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/135404/URN\\_ISBN\\_978-952-302-943-9.pdf?sequence=1](http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/135404/URN_ISBN_978-952-302-943-9.pdf?sequence=1)

Kolho. E. & Lyytikäinen. O. 2014. Ohje moniresistenttien mikrobien tartunnantorjunnasta. Terveiden ja Hyvinvoinnin Laitos. Luettu 18.10.2017. [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/116266/URN\\_ISBN\\_978-952-302-260-7.pdf?sequence=1](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/116266/URN_ISBN_978-952-302-260-7.pdf?sequence=1)

Lankinen, H. 2012. Sairaalasiivous nykyaikaan. How should we clean 21st century hospitals? Suomen sairaalahygienialehti, nro 3. Luettu 2.11.2017 [http://sshy.fi/data/documents/lehdet/12\\_3.pdf](http://sshy.fi/data/documents/lehdet/12_3.pdf)

Lehman. D.C. 2015 Immunodiagnosis of infectious Diseases. Teoksessa Mahon. C.R., Lehman.D.C. & Manuselis. G. The textbook of Diagnostic Microbiology. 5. painos. Missouri: Saunders Elsevier.

Lindholm. L. & Eerola. E. 2010. Bakteerien tyypitys rutiinidiagnostiikassa. Hedman. K., Heikkinen. T., Huovinen. P., Järvinen. A., Meri. S. & Vaara. M. (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet. Luettu 1.11.2017 <http://www.oppiportti.fi/op/mbg00303/do>

Lindholm. L. 2013. Grampositiivisten bakteerien resistenssimekanismien toteaminen EUCAST –suositus. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Luettu. 28.11.2017 [http://www.thl.fi/attachments/Shp-SIRO-FiRe/25.%20Laura%20Lindholm\\_Grampositiivisten%20bakteerien%20resistenssimekanismien%20toteaminen1%2010%202013.pdf](http://www.thl.fi/attachments/Shp-SIRO-FiRe/25.%20Laura%20Lindholm_Grampositiivisten%20bakteerien%20resistenssimekanismien%20toteaminen1%2010%202013.pdf)

Lyytikäinen, Sarvikivi & Vuopio. 2011. Hoitoon liittyvät infektiot. Teoksessa Hedman. K., Heikkinen. T., Huovinen. P., Järvinen. A., Meri. S. & Vaara. M. Infektiosairaudet. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet. osa 3. 1. painos. Porvoo. Bookwell Oy.

Lyytikäinen, Vuopio -Varkila & Kotilainen. 2010. Koagulaasinegatiiviset stafylokokit. Teoksessa Hedman, K., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara. M (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet. 1. painos. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Lyttikäinen, Vuopio -Varkila & Kotilainen. 2010. Koagulaasinegatiiviset stafylokokit. Teoksessa Hedman, K., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet. Luettu: 17.10.2017 <http://www.oppiportti.fi/op/mbg00700/do>

MALDI-TOF Mass Spectrometry. 2017. BioMerieux. Luettu 31.10.2017 <http://www.biomerieux.com/en/maldi-tof-mass-spectrometry>

Manian, A., Griesenauer, S., Senkel, D. & Setzer, J. 2015. Isolation of *Acinetobacter baumannii* Complex and Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* from Hospital Rooms Following Terminal Cleaning and Disinfection: Can We Do Better? Julkaistu 2.1.2015. Luettu 1.11.2017. <https://doi.org/10.1086/660357>

Moodi.1995. Aerobibakteerien tunnistaminen. Labquality. Luettu 1.12.2017  
Maley, M & Neely, A. 2000. Survival of Enterococci and Staphylococci on hospital fabrics and plastic. *Journal of Clinical Microbiology* nro 38. Luettu 1.12.2017 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC86187/>

Motacki, K., Bahal O'Mara, N., Kapoian, T. 2009. *An Illustrated Guide to Infection Control*. New York: Springer Publishing Company, LLC  
Wilson, J. 2009. *Infection Control in Clinical Practice*. 3.painos London: Elsevier

Milheirico, C., De Lencastre, H. & Tomasz, A. 2017. MRSA strains carrying the novel *mecC* gene: full genome sequencing identifies in the genetic background several determinants that modulate the resistant phenotype. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. American society for microbiology. Luettu 17.10.2017. <http://aac.asm.org/content/early/2017/01/05/AAC.02500-16.full.pdf+html>

Otter, J., Yezli, S., Salkeld, J., French, G. 2013. Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. Luettu 1.11.2017. <http://vytisshield.com/research/EvidenceOfInfectionTransmissionViaSurfaces.pdf>

Paterson, G.K., Harrison, E.M. & Holmes, M. A. 2014. The emergence of *mecC* methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Trends in Microbiology*. National Center for Biotechnology Information. Luettu: 18.10.2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3989053/>

Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2016. Tartuntatautiraportti. Luettu 11.10.2017 <http://www.pshp.fi/download/noname/%7B86802F8C-458A-4D27-9892-D2F0279AF2F0%7D/64595>

Rautio, M. 2010. Antibioottiripuli. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet. Luettu 31.10.2017 <http://www.oppiportti.fi/op/mbg02804/do>

Roberts, L. 2015. Specimen collection and processing. Teoksessa Mahon, C.R., Lehman, D.C. & Manuselis, G. *The textbook of Diagnostic Microbiology*. 5. painos. Missouri: Saunders Elsevier.

Sairaalahygieniaohjeisto. 2016. Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. Luettu 11.10.2017 <http://www.pshp.fi/fi-FI/Ohjeet/Sairaalahygieniaohjeisto>

Schwaber. M.J. & Carmeli. Y. 2007. Mortality and delay in effective therapy associated with extended spectrum  $\beta$ -lactamase production in Enterobactriaceae bacteremia: a systematic review and meta-analysis. *Journal on Antimicrobial Chemotherapy*. Nro 5. Luettu 3.11.2017 <https://academic.oup.com/jac/article-lookup/doi/10.1093/jac/dkm318>

Seiskari, T. Kliinisen mikrobiologian laboratorion apulaisylilääkäri. 2018. Haastattelu 22.03.2018. Haastattelija Pekkarinen, T. Tampere.

Siitonen. A & Vaara. M. 2010. Escherichia coli. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) *Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet*. Luettu 3.11.2017 [http://www.opportti.fi/op/mbg02001/do?p\\_haku=e.coli#q=e.coli](http://www.opportti.fi/op/mbg02001/do?p_haku=e.coli#q=e.coli)

Syrjälä, H. & Lyytikäinen, O. 2018. Hoitoon liittyvät infektiot: esiintyvyys, merkitys ja ehkäistävyys. Teoksessa Anttila, V-J., Kanerva, M., Kuronen, M., Kurvinen, T., Lyytikäinen, O., Rantala, A., Vuento, R. & Ylipalosaari, P. (toim.). *Hoitoon liittyvien infektioiden torjunta*. 7. uudistettu painos. Helsinki: THL 2018.

THL. 2016. Hoitoon liittyvät infektiot. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Luettu 11.10.2017 [https://www.thl.fi/fi/web/infektioaudit/taudit-ja-mikrobit/tautiryhmittain/hoitoon\\_liittyvat\\_infektiot](https://www.thl.fi/fi/web/infektioaudit/taudit-ja-mikrobit/tautiryhmittain/hoitoon_liittyvat_infektiot)

THL. 2016. MRSA esiintyvyys 2016. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Luettu 29.11.2017 <http://www.julkari.fi/handle/10024/135229>

Taulukko. Kramer, A., Schwebke, I., and Kampf, G. How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. *BMC Infect Dis*. 2006; 6: 130 <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2334-6-130>

Tille. P. M. 2014. *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*. Missouri: Elsevier Mosby

Tissari. P. & Anttila. V-J. 2010. Pseudomonas aeruginosa. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) *Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet*. Luettu 31.10.2017 <http://www.opportti.fi/op/mbg02201/do>

Tissari. P. & Anttila. V.J. 2010. Klebsiellat. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) *Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet*. Luettu 3.11.2017 [http://www.opportti.fi/op/mbg02101/do?p\\_haku=klebsiella%20pneumoniae#q=klebsiella+pneumoniae](http://www.opportti.fi/op/mbg02101/do?p_haku=klebsiella%20pneumoniae#q=klebsiella+pneumoniae)

Työohje: Staphylococcus aureus, metisilliiniresistentti. 2017. Versio 4.0. Fimlab Laboratoriot Oy. Luettu 2.5.2017

Vuento, R. 2010. Tartunnan aiheuttaja ja tartuntatavat. Teoksessa Anttila, V-J., Hellstén, S., Rantala, A., Routamaa, M., Syrjälä, H., Vuento, R. (toim.). *Hoitoon liittyvien infektioiden torjunta*. 6. painos. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Vuento, R. & Rantakokko- Jalava, K. 2018. Hoitoon liittyvien infektioiden synty. Teoksessa Anttila, V-J., Kanerva, M., Kuronen, M., Kurvinen, T., Rantala, A., Lyytikäinen, O., Vuento, R. & Ylipalosaari, P (toim.). *Hoitoon liittyvien infektioiden torjunta*. 7. painos. Helsinki: Juvenes Print- Suomen Yliopistopaino Oy

Vuopio, Kuusela & Kotilainen. 2010. Staphylococcus aureus. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet osa 3. 1. painos. Jyväskylä: WS Bookwell Oy

Vuopio- Varkila, Kuusela & Kotilainen. 2010. Stafylococcus aureus. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet. Luettu 27.2.2018. <http://www.oppiportti.fi/op/mbg00600/do>

Waghorn, D., Wan, W., Greaves, C., Whittome, N., Bosley, H. & Cantrill, S. 2005. Contamination of computer keyboards in clinical areas: potential reservoir for nosocomial spread of organisms. British Journal of Infection Control 2005 6: 22. Luettu 29.11.2017

Weston. D, 2008. Infection Prevention and Control: Theory and Clinical Practice for Healthcare Professionals. Chichester: John Wiley & Sons.

## LIITTEET

### Liite 1. Näytteenottokohteet

1 (4)

Nro	pv	Yksikkö	Näytteenottokohta	Identifiointikoodi
1	15.11.2016	R-röntgen	Natiivikuvaushuoneen näppäimistö	R-rtg 1
2	15.11.2016	R-röntgen	Lääkäriin sanelupiste	R-rtg 2
3	15.11.2016	R-röntgen	Kahvihuoneesta jääkaapin oven kahva	R-rtg 3
4	15.11.2016	R-röntgen	CT:n konekonsoli	R-rtg 4
5	15.11.2016	R-röntgen	Magneettikonsoli	R-rtg 5
6	17.11.2016	K-röntgen	UÄ-hoitajien pc:n näppäimistö	K-rtg 6
7	17.11.2016	K-röntgen	Natiivikuvaushuone rk06 exponointi nappula	K-rtg 7
8	17.11.2016	K-röntgen	" " hoitajien pc:n näppäimistö	K-rtg 8
9	17.11.2016	K-röntgen	2.krs CT2 (Ge:n kone) pc:n näppäimistö	K-rtg 9
10	17.11.2016	K-röntgen	MR2 (A-siipi) hoitajien pc:n näppäimistö	K-rtg 10
11	17.11.2016	A-röntgen	A-rtg CT:ltä hoitajien pc:n näppäimistö	A-rtg 11
12	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Huone 5 UÄ-laitteen rullahiiren kaulus	KLF 12
13	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Huone 5 UÄ-laitteen näppäimistö	KLF 13
14	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Huone 5 UÄ-laitteen kosketusnäyttö	KLF 14
15	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Huone 11 Holter ohjelmointi kapulat	KLF 15
16	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Työhuone 2.158 vakioidun työaseman näppäimistö	KLF 16
17	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Huone 7 CardioSoft näppäimistö	KLF 17
18	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Huone 7 EKG-kaapelit	KLF 18
19	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Huone7 oven kahva ulkopuolelta	KLF 19
20	23.11.2016	Kliinisen fysiologian lab	Huone 6 Manometriakatetrin vastakappale (liitin)	KLF 20

(jatkuu)

## 2 (2)

21	15.11.2016	Isotooppilaboratorio	Kuumalaboratorio kuljetuskotelo	KIL 21
22	15.11.2016	Isotooppilaboratorio	Kuumalaboratorio ruiskunsuoja	KIL 22
23	15.11.2016	Isotooppilaboratorio	Intevo-kuvaush. Spect/tt kameran kosketusnäyttö	KIL 23
24	15.11.2016	Isotooppilaboratorio	Ecam-huone Gammakameran kaukosäädin	KIL 24
25	15.11.2016	Isotooppilaboratorio	Toimisto Pet/tt puhelin ( dect)	KIL 25
26	15.11.2016	Isotooppilaboratorio	Kuumalaboratorio jääkaapin ovenkahva	KIL 26
27	25.11.2016	Kliinisen neurof. lab 4krs	EEG matkakärry, vahvistin	KNF-K 27
28	25.11.2016	Kliinisen neurof. lab 4krs	EEG matkakärry, tarvikelaatikko	KNF-K 28
29	25.11.2016	Kliinisen neurof. lab 4krs	EEG matkakärry, näppäimistö	KNF-K 29
30	25.11.2016	Kliinisen neurof. lab 4krs	ENMG laitteen ohjauspaneeli	KNF-K 30
31	25.11.2016	Kliinisen neurof. lab 4krs	ENMG laitteen näppäimistö	KNF-K 31
32	25.11.2016	Kliinisen neurof. lab 4krs	Kanslian näppäimistö	KNF-K 32
33	25.11.2016	Kliinisen neurof. lab 4krs	Lääkärin työpisteen näppäimistö	KNF-K 33
34	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Video-EEG valvomo, laturissa oleva akku	KNFF 34
35	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Video-EEG valvomo, NV1 näppäimistö	KNFF 35
36	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Video-EEG valvomo, NV2 näppäimistö	KNFF 36
37	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Video-EEG valvomo, NV3 näppäimistö	KNFF 37
38	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Video-EEG "napituskärryt"	KNFF 38
39	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Video-EEG Dect-puhelin	KNFF 39
40	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Päivystys-EEG Dect-puhelin	KNFF 40
41	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Laaja univalvomo, näppäimistö NV4	KNFF 41
42	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Laaja univalvomo, näppäimistö NV5	KNFF 42
43	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Laaja univalvomo, näppäimistö, vakioitu	KNFF 43
44	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Unilaboratorio "napituskärryt" NV4	KNFF 44
45	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Unilaboratorio "napituskärryt" NV5	KNFF 45
46	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Unilaboratorio "napituskärryt" NV6	KNFF 46
47	29.11.2016	Kl. neurof.lab FM1 2krs	Unilaboratorio Dect-puhelin	KNFF 47

3 (4)

48	8.12.2016	Valkeakoski röntgen	UÄ-laitteen näppäimistö	VALS 48
49	8.12.2016	Valkeakoski röntgen	Huone 2 röntgenputken näppäimistö	VALS 49
50	8.12.2016	Valkeakoski röntgen	Huone 2 röntgenputken kahvat	VALS 50
51	8.12.2016	Valkeakoski röntgen	Huone 2 tietokoneen näppäimistö	VALS 51
52	8.12.2016	Valkeakoski röntgen	Kiertokoneen kahva	VALS 52
53	8.12.2016	Valkeakoski röntgen	Kiertokoneen röntgenputki	VALS 53
54	13.12.2016	Vammala rtg	Thx-teline	VAS 54
55	13.12.2016	Vammala rtg	Huone 1 kuvalevyn pinta	VAS 55
56	13.12.2016	Vammalan rtg	Huone 1 ovenkahva ulkopuolelta	VAS 56
57	13.12.2016	Vammalan rtg	Huone 1 ovenkahva sisäpuolelta	VAS 57
58	13.12.2016	Vammalan rtg	Huone 3 detektorin pinta	VAS 58
59	13.12.2016	Vammala rtg	Huone 3 ovenkahva säätötilan puolelta	VAS 59
60	22.11.2016	Hatanpään rtg	Taukotilan jääkaapin ovenkahva	HASA 60
61	'22.11.2016	Hatanpään rtg	Thorax kuvahuoneen exponointinappi	HASA 61
62	22.11.2016	Hatanpään rtg	Thorax kuvahuoneen hiiri	HASA 62
63	'22.11.2016	Hatanpään rtg	Luukuvaus huone 4 exponointinappi	HASA 63
64	'22.11.2016	Hatanpään rtg	Luukuvaus huone 4 hiiri	HASA 64
65	'22.11.2016	Hatanpään rtg	Lääkäreiden työpisteen näppäimistö(yksi työasema)	HASA 65
66	'22.11.2016	Hatanpään rtg	Lääkäreiden työpisteen hiiri (yksi työasema)	HASA 66
Nro	pv	Yksikkö	Näytteenotto kohta	Identifiointikoodi
67	15.12.2016	Oriveden tk. Rtg	UÄ-laitteen näppäimistö	Orivesi 67
68	15.12.2016	Oriveden tk. Rtg	UÄ-laitteen hiiri	orivesi 68

Otettu samoihin  
näytetikkuihin

## 4 (4)

69	11.11.16	Sädehoitopoliklinika	Lineaarikiihdytin S2, säätötila, lineaarikiihdyttimen konsoli ja "juoksuvuorolaisen" näyttöpäätteen näppäimistö	RSH 69
70	11.11.16	Sädehoitopoliklinika	Lineaarikiihdytin S2 hoituhuone (bunkkeri), lineaarikiihdyttimen pöydän ohjauskonsoli ( oikea) ja ohjausmanipulaattorit	RSH 70
71	11.11.16	Sädehoitopoliklinika	Lineaarikiihdytin S5 säätötila, lineaarikiihdyttimen konsoli ja "juoksuvuorolaisen" näyttöpäätteen näppäimistö	RSH 71
72	11.11.2016	Sädehoitopoliklinika	Lineaarikiihdytin S5 hoituhuone, lineaarikiihdyttimen pöydän ohjauskonsoli (oikea) ja ohjausmanipulaattorit	RSH 72
73	11.11.16	Sädehoitopoliklinika	Lineaarikiihdytin S4, hoituhuone (bunkkeri), Kuvauslaitteen (stara") varsi	RSH 73
74	11.11.16	Sädehoitopoliklinika	Annossuunnittelun piirtohuone, yleisessä käytössä olevan näyttöpäätteen näppäimistö	RSH 74
75	11.11.16	Sädehoitopoliklinika	Tykosädehoito (intra), yleisessä käytössä olevan näyttöpäätteen näppäimistö	RSH 75
76	11.11.2016	Sädehoitopoliklinika	Tykosädehoito (intra),ultraäänilaitteen näppäimistö ja anturin johto	RSH 76
77	11.11.2016	Sädehoitopoliklinika	Potilasohjaushuone 1, yleisessä käytössä olevan näyttöpäätteen näppäimistö	RSH 77
78	11.11.16	Sädehoitopoliklinika	Onkologin vastaanottohuone 21, näyttöpäätteen näppäimistö	RSH 78
79	11.11.2016	Sädehoitopoliklinika	Onkologin vastaanottohuone 26, näyttöpäätteen näppäimistö	RSH 79
80	15.12.2016	Hallinto FM5 5 krs	Iso neuvottelutila, kaukosäädin	Hallinto 80
81	15.12.2016	Hallinto FM5 5 krs	Iso neuvottelutila, tietokoneen näppäimistö	Hallinto 81
82	15.12.2016	Hallinto FM5 5 krs	Iso neuvottelutila, tietokoneen hiiri	Hallinto 82
83	15.12.2016	Hallinto FM5 5krs	Jaakkola, tietokoneen näppäimistö	Hallinto 83
84	15.12.2016	Hallinto FM5 5krs	Jaakkola, tietokoneen hiiri	Hallinto 84

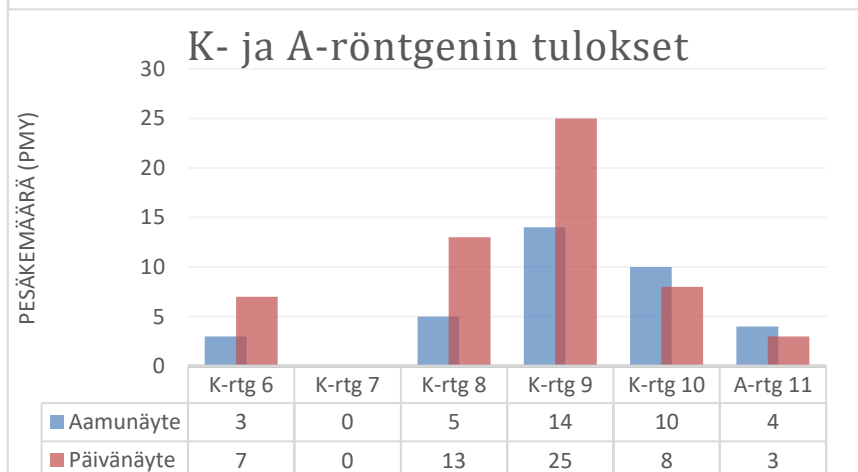
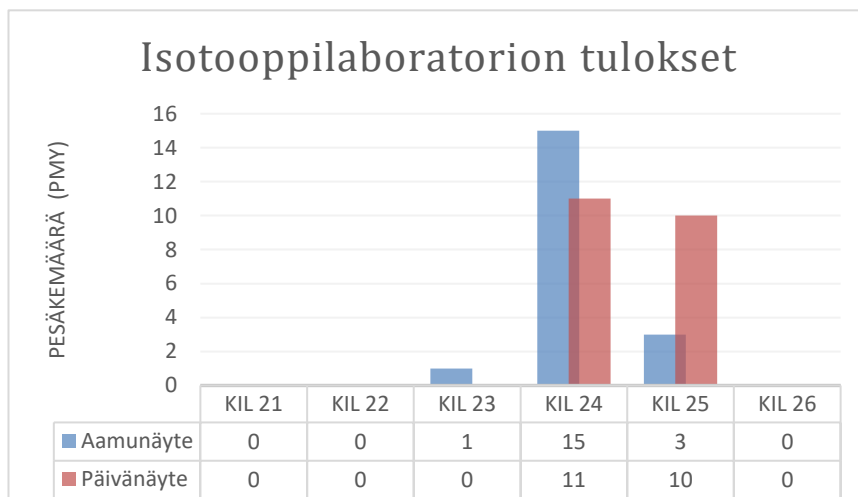
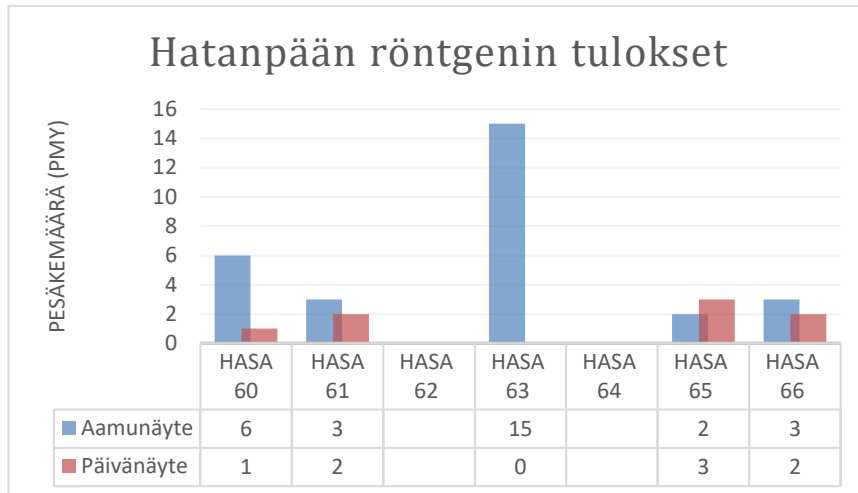
## Liite 2. Esimerkki identifiointitarroista

VAS 54 13.12.2016 Näyte A klo	VAS 54 13.12.2016 Näyte B klo	VAS 55 13.12.2016 Näyte A klo	VAS 55 13.12.2016 Näyte B klo
VAS 56 13.12.2016 Näyte A klo	VAS 56 13.12.2016 Näyte B klo	VAS 57 13.12.2016 Näyte A klo	VAS 57 13.12.2016 Näyte B klo
VAS 58 13.12.2016 Näyte A klo	VAS 58 13.12.2016 Näyte B klo	VAS 59 13.12.2016 Näyte A klo	VAS 59 13.12.2016 Näyte B klo

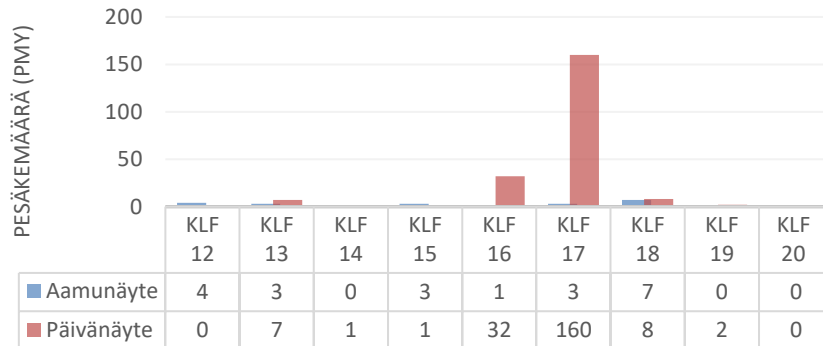


## Liite 4 Tuloskuvaajat toimipisteittäin

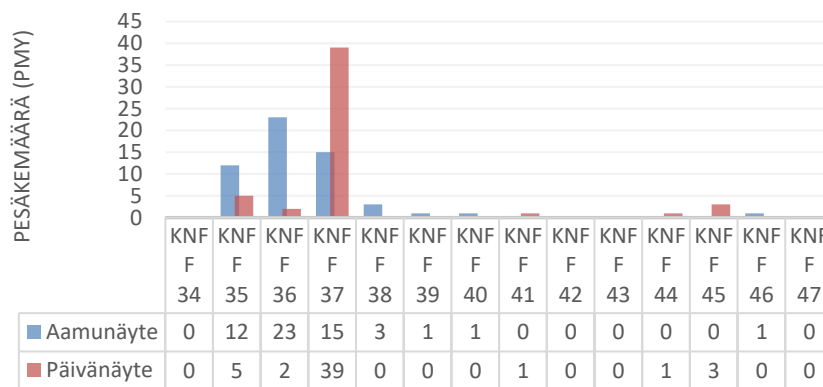
1 (3)



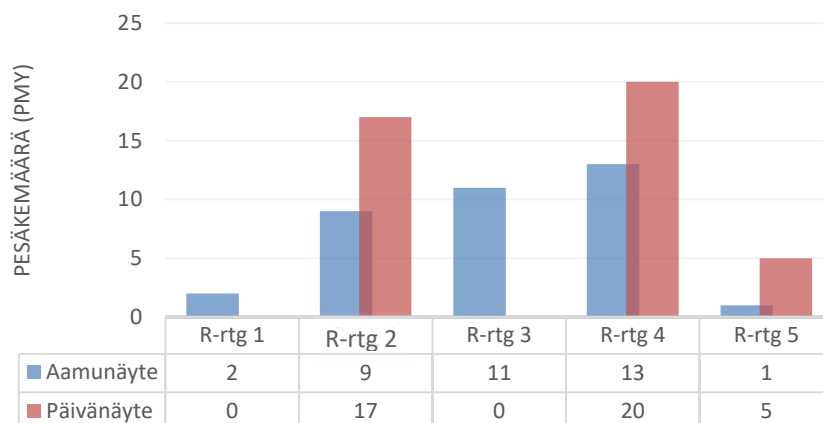
### Kliinisen fysiologian laboratorion tulokset



### Kliinisen neurofysiologian laboratorion tulokset (FM1)

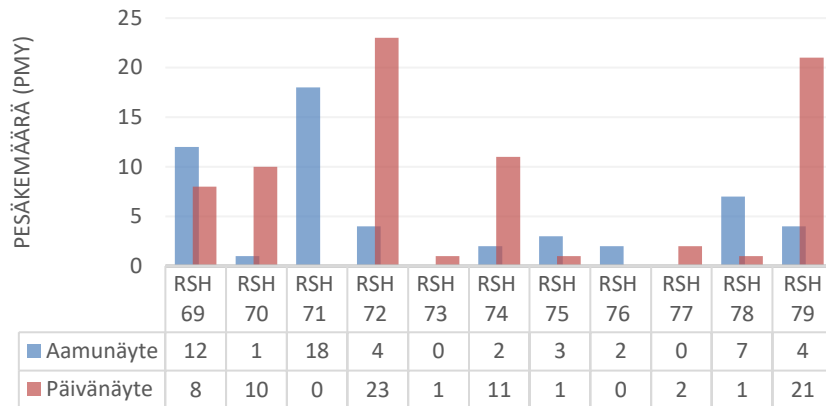


### R-röntgenin tulokset

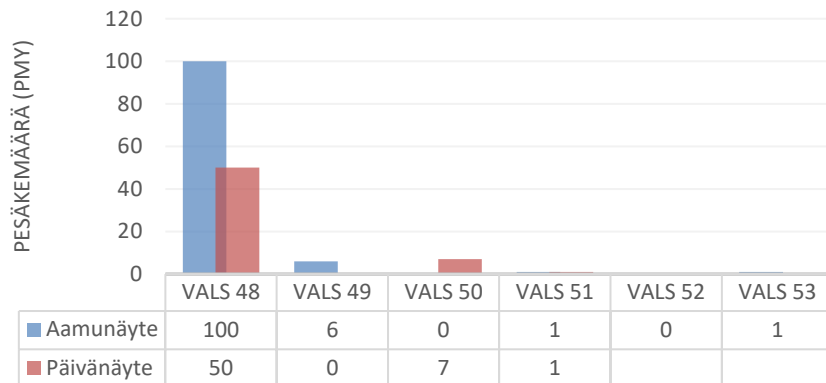


3 (3)

### Sädehoidon poliklinikan tulokset



### Valkeakosken röntgenin tulokset



### Vammalan röntgenin tulokset

