

Opinnäytetyö (AMK)
Bioanalytikkokoulutus
Kliininen mikrobiologia
2016

Annika Kivistö

PINTOJEN KASVUSTOA

– mikrobikasvuston kartoitusta Tyksin klinisen
mikrobiologian laboratorion työtiloista



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Bioanalytikkokoulutus | Kliininen mikrobiologia

Kevät 2016 | 44 sivua

Annika Kivistö

PINTOJEN KASVUSTOA –MIKROBIKASVUSTON KARTOITUSTA TYKSIN KLIINISEN MIKROBIOLOGIAN LABORATORION TYÖTILOISTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia mikrobikasvustoa Tyksin kliinisen laboratorion työtilojen pinnoilta. Tavoitteena oli saada hyvä käsitys pintojen puhtaudesta ja laboratorion siivouksen ja aseptiikan tasosta.

Tutkimuksessa otettiin hygienianäytteitä kahtena eri aamuna siivouksen jälkeen. Näytteitä otettiin yhteensä 22 päivässä ja näytteenottoaikoiksi valittiin paikkoja, joihin kosketaan päivän aikana paljon. Näitä paikkoja olivat mm. työtasot, näppäimistöt, vesihanan kahvat ja vetokaapit. Työtilojen pinnoilta löytyi eniten mikrokokia, bacillusta, ja koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja. Myös homekasvua löytyi jonkun verran. Kasvu oli runsainta näppäimistöissä ja vetokaapeissa.

Löytyneet mikrobit ovat lähinnä ihmisen ihon normaaliflooran ja ympäristön vaarattomia bakteereita, jotka aiheuttavat infektioita yleensä vain henkilöille, joilla on heikentynyt immuunipuolustus. Joukosta löytyi yksi ehdoton patogeeni, *Staphylococcus saprophyticus*, joka aiheuttaa virtsatieinfektioita.

Tulosten avulla saatiin selville, että Tyksin kliinisen mikrobiologian laboratoriossa puhtaus ja aseptiikka ovat hyvällä tasolla eikä työskentelytavoissa ole merkittävästi puutteita. Ongelmapaikkoihin, kuten näppäimistöihin ja vetokaappeihin tulisi kuitenkin kiinnittää enemmän huomioita, koska niissä kasvu oli runsasta.

ASIASANAT:

Mikrobiologian laboratorio, mikrobit, kosketuspinnat

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Biomedical Laboratory Science | Clinical Microbiology

Spring 2016 | 44 sivua

Annika Kivistö

BACTERIAL FLORA OF THE SURFACE – INVESTIGATING THE MICROBIAL GROWTH IN SURFACES OF THE WORKSPACES IN CLINICAL MICROBIOLOGY LABORATORY IN TURKU UNIVERSITY HOSPITAL

The purpose of this thesis was to investigate the microbial growth in surfaces of the workspaces in microbiology laboratory in Turku University Hospital. The aim was to get a good understanding of the purity and the level of cleaning and asepsis in laboratory surfaces.

In this study the samples were taken in two different mornings after cleaning. There were 22 samples per day and the samples were collected from places, which are touched a lot during a day. These places included for example countertops, keyboards, tap handles and fume hoods. There was found most micrococcus, bacillus and coagulase-negative staphylococci. Also, mold growth was found to some extent. Growth was highest in keyboards and fume hoods.

Found microbes are mostly harmless bacteria of the normal flora of the human skin and environment and they cause infections usually only for people who have a weakened immune defense. There was found only one pathogen, *Staphylococcus saprophyticus*, which causes urethritis.

By means of the results it was found that cleanliness and asepsis are at a good level and working methods don't have significant shortcoming in microbiology laboratory of Turku University Hospital. The problem areas, such as keyboards and fume cupboards should, however, pay more attention, because there was a lot of microbial growth.

KEYWORDS:

Microbiology laboratory, microbes, contact surfaces

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 MIKROBIT	7
2.1 Mitä ovat mikrobit?	7
2.1.1 Mikrobin esiintyvyys ja elinolosuhteet	8
2.1.2 Mikrobin taudinaiheuttamiskyky ja tartuntatiet	8
2.2 Mikrobin torjuminen	9
2.2.1 Käsihygienia	9
2.2.2 Kosketuspintojen puhdistus ja desinfektio	10
2.3 Infektioiden torjunta mikrobiologian laboratoriossa	11
2.4 Mikrobiologinen diagnostiikka	14
2.4.1 Viljely	14
2.4.2 MALDI-TOF	15
2.4.3 Gramvärjäys ja biokemialliset tunnistusmenetelmät	16
2.5 Aikaisemmat tutkimukset	17
3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMA	18
4 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	19
4.1 Opinnäytetyön toteutus	19
4.2 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat	20
4.3 Opinnäytetyön eettisten näkökohtien tarkastelu	20
5 TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	22
5.1 Pinnoilla kasvavat mikrobit	22
5.2 Näytteenottoaikat ja mikrobikasvuston määrä	25
6 POHDINTA	40
LÄHTEET	42

1 JOHDANTO

Mikrobit viihtyvät hyvin kosteissa ja likaisissa paikoissa, joten siksi on erittäin tärkeää huolehtia työtilojen puhtaudesta. Mikrobit kykenevät säilymään myös pitkiä aikoja hengissä puhtailla pinnoilla, vaikka eivät niissä lisäänykään. On tärkeää kiinnittää huomiota hyvään pintadesinfektioon, koska sen avulla voidaan vähentää ympäristön mikrobipitoisuutta ja näin estää mikrobien lisääntyminen. (Kurvinen 2015.) Mikrobiologian laboratoriossa osa näytteistä sisältää infektiokykyisiä mikrobeja ja siksi onkin erityisen tärkeää kiinnittää huomiota hyviin ja turvallisiin työtapoihin. Huolimaton työskentely, heikko käsihygienia ja ympäristön riittämätön puhtaus voivat johtaa laboratorioinfektioihin. (Meurman & Ylönen 2010.)

Merkittävien kasvustojen esille tuleminen on hyvin tärkeää, koska tiedon avulla voidaan panostaa entistä enemmän siivoamiseen, puhtauteen, aseptiikkaan ja käsihygieniaan. Kun kosketuspinnat pidetään puhtaina ja mikrobit poissa, ympäristössä on turvallisempi työskennellä. Mikäli kasvua on pinnoilla paljon, se lisää käsien kontaminoitumista ja edesauttaa mikrobien tarttumista henkilökuntaan ja sitä kautta ympäri sairaalaa. (Pekkala 2014.)

Aiheena mikrobien kartoitus ja ehkäisy on aina ajankohtainen, koska mikrobeja on aina lähes kaikkialla eikä aseptiikkaan voida koskaan kiinnittää liikaa huomiota. Aiheesta ei ole kovin paljon tutkimuksia, varsinkaan laboratorion näkökulmasta, joten siksi on hyödyllistä kartoittaa laboratoriotilojen mikrobikasvustoa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia mikrobikasvustoa, bakteereita ja sieniä, Tyksin klinisen mikrobiologian laboratorion työtiloista. Tutkimuksessa eri paikoista otettujen näytteiden avulla on tarkoitus kartoittaa mikrobien määrää valituilla näytteenottopaikoilla. Näytteenottopaikoiksi valitaan kohteita, jotka ovat todettu tutkimuksissa ongelmapaikoiksi. Tällaisia ovat mm. pesualtaiden hanat, pöytien pinnat, tuolit. (Kymäläinen ym. 2012.) Tavoitteena on saada hyvä yleiskäsitys pintojen puhtaudesta ja niissä kasvavista mikrobikasvustoista. Mikäli

merkittävää kasvua löytyy, voidaan tutkimuksen avulla kiinnittää entistä paremmin huomiota siivoamiseen ja aseptiikkaan ja näin ehkäistä laboratorioinfektioita ja mikrobien leviämistä ympäristöön.

2 MIKROBIT

2.1 Mitä ovat mikrobit?

Mikrobit ovat mikro-organismeja, jotka koostuvat vain yhdestä tai muutamasta solusta. Niitä voi yleensä havaita vain mikroskoopilla. Mikrobeihin kuuluvat bakteerit, sienet, virukset ja alkueläimet. (Terveyskirjasto 2015.) Mikrobit kuuluvat varhaisimpiin eliöihin ja niitä esiintyy kaikkialla luonnossa. Ne pystyvät elämään hyvinkin erilaisissa olosuhteissa ominaisuuksiensa avulla. (Heikkilä 2005.) Tässä työssä keskitytään bakteereihin ja pintapuolisesti sieniin.

Bakteerit ovat mikroskooppisen pieniä yksisoluisia organismeja, jotka lisääntyvät kahtia jakautumalla. Ne kuuluvat prokaryooteihin eli alkeistumallisiin ja niiden perintötekijät ovat solun sisällä rihmamaisena muodostelmana. Bakteerien uloin rakenne koostuu suojaavasta kapselista, soluseinästä, plasmamembraanista ja sytoplasmasta eli solulimasta. Bakteerin sisällä on ribosomeja, joissa tapahtuu proteiinisynteesi, DNA ja DNA:n osia sisältäviä plasmidirenkaita. Lisäksi osalla bakteerilla on flagelloja ja fimbrioita, joiden avulla se liikkuu ja kiinnittyy. Bakteerit jaetaan muotonsa puolesta pyöreisiin kokkeihin ja pitkänmuotoisiin sauvoihin. Bakteerien soluseinäessä esiintyviin eroihin perustuvassa gramvärjäyksessä bakteerit luokitellaan grampositiivisiksi ja gramnegatiivisiksi. (Heikkilä 2005.)

Sienet ovat yksi- tai monisoluisia eukaryootteja, joita esiintyy luonnossa kaikkialla. Sienet jaetaan hiivoihin ja rihmasieniin. Hiivat ovat yksisoluisia ja ne lisääntyvät tekemällä uuden solun kylkeensä. Rihmasienet ovat monisoluisia ja niimensä mukaisesti muodostavat haaraantuvia rihmoja. Sienet lisääntyvät itiöitä muodostamalla. (Kokki ym. 2010.)

2.1.1 Mikrobin esiintyvyys ja elinolosuhteet

Bakteereita esiintyy kaikkialla ympäristössä ja ne kykenevät lisääntymään erilaisissa olosuhteissa. Bakteerit voivat elää hapellisissa olosuhteissa (aerobit), hapettomissa olosuhteissa (anaerobit) tai sekä hapellisissa että hapettomissa ympäristöissä (fakultatiiviset anaerobit). Jokaisella bakteerilla on oma optimilämpötilansa, jossa se pystyy parhaiten lisääntymään. (Evira 2016b.) Kliinisiä infektioita aiheuttavat bakteerit kasvavat parhaiten yleensä +35-37°C asteessa. Luonnossa esiintyvät bakteerit lisääntyvät paremmin alhaisemmissa lämpötiloissa, mutta on myös bakteereita, jotka voivat elää hyvinkin kuumissa olosuhteissa. (Heikkilä 2005.) Bakteerit viihtyvät parhaiten kosteissa ja happamuudeltaan neutraaleissa olosuhteissa, mutta joukkoon mahtuu myös bakteereita, jotka sietävät hyvinkin kuivia ja happamia olosuhteita (Evira 2016a). Kiinteällä ravintoalustalla bakteerit voivat muodostaa miljoonista tai jopa tuhannesta miljoonasta bakteerista koostuvia pesäkkeitä. (Vaara ym. 2010.) Jotkut bakteerit elävät vain solun sisällä ja vaativat isäntäeläimen lisääntyäkseen (Lumio 2015).

Osa bakteereista kuuluu ihmisen normaaliflooraan eli luonnollisessa ympäristössä kehittyvään mikrobistoon ja ne suojaavat elimistöä patogeenisilta bakteereilta. Normaalifloora jaetaan ihon, suun ja ylähengitysteiden, ruuansulatuskanavan ja sukupuolielinten normaaliflooraan. Normaaliflooran bakteerit eivät yleensä pysty aiheuttamaan infektioita, mutta joukossa on opportunistimikrobeja, jotka voivat aiheuttaa infektion erityistilanteissa kuten heikentyneen immuunipuolustuksen takia. (Heikkilä 2005.)

2.1.2 Mikrobin taudinaiheuttamiskyky ja tartuntatiet

Bakteerin aiheuttaman infektion syntyyn vaikuttaa mikrobin taudinaiheuttamiskyky sekä elimistön vastustuskyky. Tartunnan saamiseen vaaditaan myös tietty määrä bakteereita ja se vaihtelee lajeittain. (Lumio 2014.) Bakteerit voivat tarttua kosketustartuntana suorasti eli suoraan henkilöstä toiseen tai epäsuorasti, jolloin tartunnan saa kontaminoitujen kosketuspintojen tai välineiden välityksel-

lä. Muita tartuntatapoja ovat pisaratartunta, jossa yskiessä tai aivastaessa pisarat siirtyvät hengitysteihin tai limakalvoille, ja ilmatartunta, jossa pienet pisarat ja hiukkaset leijuvat ilmassa ja sitä kautta joutuvat hengitysteihin. (Duodecim verkkokurssi 2007.)

2.2 Mikrobien torjuminen

Mikrobien torjuminen perustuu aseptiikkaan eli työskentelytapoihin, joilla pyritään toimimaan mikrobittomasti. Aseptiikka ja hygieniakäytännöt on luotu mikrobien ominaisuuksien kuten elinolosuhteiden, lisääntymisen ja leviämisen mukaan. Oikeanlaisten toimintatapojen noudattaminen on tärkeää hygieenisen ja turvallisen sairaalaympäristön takaamiseksi. (Hellstén 2005.)

2.2.1 Käsihygienia

Käsihygieniaan kuuluu terveydenhuollossa kaikki toiminta, jotka ehkäisevät mikrobien siirtymistä käsien välityksellä potilaisiin joko suoraan vai välillisesti ympäristön tai muiden potilaiden kautta. Käsihygienian avulla pyritään hävittämään käsien väliaikainen mikrobifloora. Mikrobien ja infektioiden torjunnassa käsihygienia on merkittävin osa-alue, koska käsien välityksellä tapahtuu suurin osa sairaalan hoitoon liittyvistä infektiosta. (Syrjälä & Teirilä 2010.) Perustana käsihygieniassa on ehjä ja terve iho. Kynsien pitää olla lyhyet ja puhtaat eikä kynsilakkaa suositella. Rakennekynsien käyttö ei ole sallittua, koska niiden alle kertyy mikrobeja ja likaa. Sormuksia, rannekelloja sekä muita koruja ei saa käsissä käyttää. (Hellstén 2005.) Käsihygieniaan kuuluu käsien saippuapesu ja käsihuuhteen käyttö (Meurman 2012).

Käsien saippuapesu

Kädet pestään saippualla näkyvän lian poistamiseksi, ennen ruokailua ja WC-käynnin jälkeen. Saippuapesu poistaa lian lisäksi käsistä löysästi kiinnittynyttä mikrobiflooraa mekaanisen hankauksen avulla. Liian tiheä saippuapesu poistaa käsistä niiden luonnollisen rasvapitoisuuden ja aiheuttaa ihon kuivumisen teh-

den siitä karhean ja halkeilevan. (Syrjälä 2005.) Bakteerien itiöiden poistamiseen saippuapesu on tehokkaampaa kuin käsihuuhteen käyttö (Syrjälä & Teirilä 2010). Kädet tulisi pestä oikeaoppisesti ensin kostuttamalla kädet haaleaan veteen ja sitten hieromalla nestemäistä saippuaa niihin. Kädet pestään ja huuhdellaan juoksevan veden alla ja kuivataan paperipyyhkeellä huolellisesti. Vesihanaa ei enää puhtain käsin saa koskea ja se suljetaankin paperipyyhettä käyttäen. (Syrjälä & Teirilä 2010.)

Käsien desinfektio

Käsien desinfektio tarkoittaa väliaikaisen mikrobiflooran poistamista käsistä hieromalla niihin alkoholipitoista huuhdetta (Syrjälä & Teirilä 2010). Käsien desinfektio on nopeampaa, tehokkaampaa ja ihoystävällisempää kuin saippuapesu. Se poistaa käsistä patogeenisiä mikrobeja, jotka ovat peräisin ympäristöstä tai muista ihmisistä. Käsihuuhteet tehoavat eri mikrobiryhmiin mm. bakteereihin, sieniin ja viruksiin. Bakteerien itiöihin käsihuuhteilla ei kuitenkaan ole vaikutusta. (Syrjälä 2005.) Käsihuuhteen sisältämä alkoholi tuhoaa bakteerit proteiinien denaturaation avulla muuttamalla mikrobien proteiinien rakennetta. Alkoholin lisäksi käsihuuhteet sisältää glyserolia ja muita ihonhoitoaineita, jotka auttavat pitämään kädet hyvässä kunnossa. (Syrjälä & Teirilä 2010.)

Alkoholihuuhdetta tulee käyttää aina ennen ja jälkeen potilaskontaktin, ennen siivousta ja aseptista toimenpidettä, kun ollaan oltu tekemisissä eritteiden kanssa tai kosketuksissa potilaan ympäristön kanssa. (WHO 2016.) Huuhdetta otetaan käteen 3ml ja sitä hierotaan 30 sekunnin ajan tasaisesti käsiin, sormenpäihin ja kämmeniin. Huuhteen pitää antaa kuivua itsestään hieromalla eikä sitä saa pyyhkiä pois. (Syrjälä & Teirilä 2010.)

2.2.2 Kosketuspintojen puhdistus ja desinfektio

Kosketuspinnat ovat pintoja ja kohteita, joita kosketellaan paljain käsin. Tällaisia pintoja ovat muun muassa työtasot, vesihanat ja ovenkahvat. Sairaalassa kos-

ketuspinnat tulee puhdistaa erittäin huolellisesti, jotta pystytään ehkäisemään tartuntojen syntyminen ja leviäminen. Siivouksen tulee olla tehokasta ja suunnitelmallista ja siinä tulee käyttää oikeanlaisia puhdistus- ja desinfektioaineita ja -menetelmiä. (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2015.) Mikrobit kykenevät säilymään pinnoilla pitkiäkin aikoja ja kontaminoimaan muuta ympäristöään käsien ja välineiden välityksellä, siksi on tärkeää huolehtia pintojen tarpeellisesta puhdistuksesta ja desinfiointista. (Laitinen & Ratia 2011.)

Pintojen puhdistuksessa on tarkoituksena poistaa lika ja suurin osa mikrobeista. Puhdistus ei poista kuitenkaan kaikkia mikrobeja ja otollisten olosuhteiden vallitessa, mikrobit lisääntyvätkin nopeasti samalle tasolle. Puhdistus jaetaan mekaaniseen puhdistukseen, johon kuuluu mm. pyyhkiminen ja harjaus sekä kemialliseen puhdistukseen, jossa käytetään likaa irrottavia yleispuhdistusaineita. Puhdistus on tärkeä edellytys desinfektioilla ja sitä voidaan myös käyttää yksinään useille ympäristön pinnoille. (Laitinen & Ratia 2011.) Desinfektion tarkoitus on tuhota patogeenit eli tauteja aiheuttavat mikrobit. Desinfektio menetelmiä ovat fysikaalinen desinfektio esimerkiksi lämpödesinfektio ja kemiallinen desinfektio, jossa käytetään desinfiioivia aineita. Desinfektioilla ei pystytä täysin tuhoamaan bakteerien itiöitä. (Laitinen & Ratia 2011.)

2.3 Infektioiden torjunta mikrobiologian laboratoriossa

Laboratoriotyöskentelyssä on noudatettava turvallisia työtapoja ja hyvää aseptiikkaa, koska osa näytteistä sisältää infektiokykyisiä mikrobeja. Työskenneltäessä laboratoriossa on erittäin tärkeää pyrkiä estämään laboratoriotilojen kontaminoituminen ja infektiovaarallisten mikrobien leviäminen laboratorion ulkopuolelle. Lisäksi on tärkeää suojata työntekijöitä infektoitumiselta. (Meurman & Ylönen 2010.)

Laboratorioinfektiot

Laboratorioinfektiot ovat infektioita, jotka on saatu laboratoriossa tai laboratorioon liittyvän toiminnan kautta. Infektioiden tartuntareitit ovat pääasiallisesti hengitystiet, ruuansulatuskanava, ihon tai limakalvon kontaminaatio tai ihonläpäisevä vamma. Hengitysteiden kautta tartunta voi tapahtua aerosolia hengittämällä. Ruuansulatuskanavan kautta tapahtuvan infektion syynä on yleensä huono käsihygienia ennen ruokailua tai tupakointia. Neulanpistot ja viiltohaavat ovat usein syynä ihonläpäiseviin vammoihin. Ihon tai limakalvon kontaminaation seurauksena mikrobeja voi joutua käsien välityksellä suuhun, nenään tai silmiin. (Willemark & Herman 2015.) Infektioiden tartunnan lähteitä voi olla vaikeaa selvittää, koska tartunnan aiheuttaja mikrobi voi olla myös peräisin laboratorion ulkopuolelta. Koulutuksella ja oikeanlaisilla työtavoilla on tärkeä osa laboratorioinfektioiden ehkäisyssä ja ehkäisyyn onkin tärkeää panostaa, koska infektoitunut työntekijä voi levittää tartuntaa muihin ihmisiin. (Coelho & Diez 2015.)

Laboratorion turvallisuus

Laboratoriotilojen tulee olla helposti puhdistettavissa ja niiden pitää olla tarpeeksi tilavat, jotta työtehtävät voidaan tehdä turvallisesti. Laboratoriossa pitää erityisesti kiinnittää huomiota puhtauteen ja järjestykseen. Mitään tarpeetonta tavaraa, kuten henkilökohtaisia esineitä, ei laboratoriossa kuulu säilyttää. Ulkopuolisia ihmisiä ei tule päästää laboratoriotiloihin. Kaikille laboratoriossa käyville erityisesti huoltohenkilöstölle, annetaan riittävä ohjeistus laboratoriossa toimimiseen. Jätteet käsitellään ja lajitellaan asianmukaisesti mm. pistävään ja viiltävään, tartuntavaaralliseen ja biologiseen jätteeseen. (Meurman & Ylönen 2010.) Laboratorioon ei saa viedä mitään syötävää ja juotavaa, ei edes purukumia. Tupakointi on ehdottomasti kiellettyä. (Microbiology online 2016.)

Oikeanlaiset työskentelytavat

Kaikkia mikrobeja käsitellään mahdollisina patogeeneinä ja niiden kanssa työskennellessä kiinnitetään erityisesti huomiota turvallisuuteen ja oikeisiin työskentelytapoihin. (James 2016.) Kädet pestään ja desinfioidaan aina kun ollaan käsitelty mikrobiologisia viljelmiä ja kun poistutaan laboratoriosta. Jos käsien epäillään kontaminoituneen, kädet desinfioidaan välittömästi. Mikäli käsissä on haavoja tai viiltoja suositellaan käytettäväksi kertakäyttöisiä käsineitä. (Microbiology online 2016.) Suojakäsineitä käytetään myös, jos on vaarana näyttemateriaalin joutuminen iholle (Meurman & Ylönen 2010.). Aina, kun mahdollista, käytetään pipettiä ja vältetään ruiskujen ja neulojen käyttöä. Käytetyt neulat laitetaan niille tarkoitetuille jäteastioille eikä niitä saa hylsytää. Jos työskentelyssä on aerosolien muodostumisen mahdollisuus, työvaihe suoritetaan vetokaapissa tai laminaarivirtauskaapissa. Virtaus on oltava kaapissa kytkettynä työskentelyn ajan ja noin viisitoista minuuttia sen loppumisen jälkeen. Lisäsuojavarusteita kuten esiliinaa ja suojalaseja käytetään, kun roiskeiden tai aerosolin muodostuminen on todennäköistä. (Meurman & Ylönen 2010.)

Pintojen kontaminaatiota estämiseksi on vältettävä koskemasta pintoihin likaisilla suojakäsineillä ja välineillä. Syntyneet roiskeet ja tahrat pyyhitään ja desinfioidaan välittömästi. Työtilat desinfioidaan aina työskentelyn jälkeen alkoholilla. (Meurman & Ylönen 2010.) Työskentelyssä käytetään aina steriilejä materiaaleja ja välineitä. Kaikki näytteet, kemikaalit ja muut aineet on aina merkittävä huolellisesti. (James 2016.)

Mikrobiviljelmiä on käsiteltävä tartuntavaarallisena materiaalina, koska niissä on olemassa tartuntavaara. Maljoilla kasvavat tavalliset bakteerit eivät kuitenkaan aiheuta suurta tartuntavaaraa, koska ne eivät pysty siirtymään maljalta ilmaan tai ympäristöön itsestään. On kuitenkin olemassa bakteereita, mm. tuberkuloosin aiheuttajabakteeri *Mycobacterium tuberculosis*, joiden kanssa täytyy noudattaa erityistä varovaisuutta ja turvatoimia. Mikrobiologian laboratorion henkilökunnalle suositellaan meningokokkirokotetta, koska laboratoriossa sairastumisen riski on selvästi muuta väestöä suurempi. (Meurman & Ylönen 2010.)

2.4 Mikrobiologinen diagnostiikka

Kliinisen mikrobiologian laboratoriossa tutkitaan ja tunnistetaan patogeenisiä mikrobeja niiden ominaisuuksien mukaan. Mikrobiologian laboratoriot jaetaan bakteriologian, virologian, immunologian, mykologian ja parasitologian erikois-alueeseen. Bakteerien diagnostiikka perustuu pitkälti viljelyyn, mutta käytössä on myös nukleiinihapon monistusmenetelmiäkin. Lisäksi on myös käytössä erilaisia biokemiallisia bakteerien tunnistustestejä. (Bioanalytikkoliitto 2016.) Tätä opinnäytettä tehdessä käytettiin bakteerien tunnistukseen viljelyä, MALDI-TOF-analysointia, gramvärjäystä ja biokemiallisista tunnistustesteistä katalaasia ja koagulaasia.

2.4.1 Viljely

Bakteeriviljely on bakteerien diagnostiikan perusmenetelmä. Maljalla kasvavia bakteeripesäkkeitä on helppo tutkia ja niille voi kätevästi tehdä erilaisia tunnistustestejä ja antibioottiherkkyydet. Viljelyn etuna on yksinkertaisuus ja välineiden edullisuus. Bakteeriviljelmien tulkinta vaatii erikoiskoulutusta ja kokemusta. (Carlson & Koskela 2011.) Viljelyssä näytteet viljellään elatusainemaljoille viljelysauvoilla käyttämällä hajotusmenetelmää. Hajotusmenetelmässä levitetään pieni osa näytettä maljalle ja se hajotetaan useaan kertaan niin, että viimeiselle alueelle tulee vain hyvin pieni osa bakteereista. (Carlson & Koskela 2011.)

Bakteerit kasvavat maljoilla nopeasti, yleensä jo vajaassa vuorokaudessa on ilmestynyt selvästi havaittavia pesäkkeitä. Usein maljalla kasvaa useita eri bakteerilajeja ja niiden erottelemiseksi käytetäänkin puhtasviljelmää, jossa yksi tai useampi saman bakteerilajin pesäke siirretään uudelle maljalle kasvamaan. (Carlson & Koskela 2011.)

Elatusaineet

Kiinteä elatusaine saadaan maljoihin, kun nestemäinen elatusaine hyydytetään agarilla ja valetaan maljan pohjalle. Elatusainemaljoja on useita erilaisia, koska

patogeenisten bakteerien kasvuvaatimukset vaihtelevat. Elatusaineisiin voidaan lisätä esimerkiksi defibrinoitua verta, liha- ja hiivauutteita ja peptoneja. Defibrinoitua verta sisältävä verimalja ja kuumentamalla hajotettua verta sisältävä suklaamalja ovat yleisimpiä maljoja, joissa patogeenit kasvavat. (Carlson & Koskela 2011.) Tätä opinnäytettä tehdessä viljelyyn käytettiin verimaljaa, TGEA-maljaa ja perunadekstroosimaljaa.

Mikrobiologian laboratoriossa käytössä oleva verimalja on BD:n valmistama malja nimeltään BBL Trypticase Soy Agar with 5 % sheep blood. Maljassa on 5 % lampaan verta ja sitä käytetään vaativien bakteerien kasvatusalustana ja siitä ilmenevät bakteerien muodostamat hemolyttiset reaktiot. (BD 2011.) TGEA-malja on tarkoitettu hygieniaviljelynäytteille. Se koostuu Tryptone glucose extract agarista ja deionisoidusta vedestä (Toivo 2008, työohje). Perunadekstroosimaljaa käytetään pintanäytteiden primaarimaljana ja se koostuu tislatusvedestä, potato dextrose agarista ja tavallisesta agarista ja siihen on lisätty penisilliiniä ja streptomysiinisulfaattia bakteerikasvun estämiseksi. (Laaksonen 2011, työohje).

2.4.2 MALDI-TOF

MALDI-TOF perustuu massaspektrometriseen menetelmään, jossa tunnistetaan molekyyli ja määritellään sen kemiallinen rakenne analysoimalla sen massa ja ionivaraus. MALDI-TOF:in avulla voidaan tunnistaa bakteerisolut niiden proteiinien perusteella. (Biomérieux 2016.) Jokaisella bakteerilajilla on oma molekyyli-spektrinsä, jonka MALDI-TOF analysaattori tunnistaa ja vertaa omaan tietokantaansa. Bakteerinäyte laitetaan näytelevylle, jonka päälle lisätään nestemäistä sidosainetta. Lasersäteen avulla ionisoidaan sitoutuneet näytemolekyylit. Ioneja kiihdytetään sähkökentän läpi ja niiden liikkumisnopeuden perusteella pystytään laskemaan massa-varaussuhde. MALDI-TOF:illa voidaan analysoida proteiineja, hiilihydraatteja, glykoproteiineja sekä oligonukleotideja. (I. Harju, henkilökohtainen tiedonanto 29.3.2016.)

2.4.3 Gramvärjäys ja biokemialliset tunnistusmenetelmät

Gramvärjäys on tärkein ja yleisin bakteerien värjäysmenetelmä. Gramvärjäyksen avulla bakteerit jaetaan punaisiksi värjäytyviin gramnegatiivisiin ja siniseksi värjäytyviin grampositiivisiin bakteereihin soluseinän rakenteen perusteella. (Carlson & Koskela 2011.) Bakteerien soluseinän rakenne koostuu kapselista, peptidoglykaanista ja plasmamembraanista. Gramnegatiivisilla bakteereilla on lisäksi ulkomembraani peptidoglykaanikerroksen ympärillä. (Heikkilä & Meurman 2005.) Gramvärjäyksessä bakteerit kiinnitetään ensin objektilasille kuumentamalla tai alkoholilla. Sen jälkeen objektilasille tehdään kristalliviolettivärjäys, joka värjää kaikki bakteerit violeteiksi. Väri kiinnitetään jodilla ja sen jälkeen lasi huuhdellaan asetoni-alkoholiseoksella, joka poistaa värin grampositiivisista bakteereista. Lopuksi valmisteelle tehdään safraniinivärjäys, joka värjää gramnegatiiviset bakteerit punaisiksi. (Carlson & Koskela 2011.)

Katalaasi

Katalaasitesti perustuu siihen, että mikrobin tuottama katalaasientsyymi pilkkoo vetyperoksidin vedeksi ja kaasumaiseksi hapeksi, mikä aiheuttaa kuplimista. Mikäli kuplintaa esiintyy, on mikrobi katalaasipositiivinen. Katalaasia käytetään mm. stafylokokkien (katalaasipositiivinen) ja streptokokkien (katalaasinegatiivinen) erotuksessa. Katalaasitesti tehdään tiputtamalla tippa vetyperoksidia objektilasille ja siirtämällä bakteeripesäkettä tippaan. (Niksi 2013, työohje.)

Koagulaasi

Koagulaasilla eli stafylokokkiagglutinaatiotestillä voidaan tunnistaa *Staphylococcus aureus* aureuksen pintarakenteita. Testilatex koostuu latex-partikkeleista, jotka ovat *S. aureus* aureukselle spesifisiä eli *S. aureus* aiheuttaa testilatexissa agglutinaatio-reaktion. Kun testilatexpisaraan sekoitetaan bakteeripesäke, positiivinen tulos ilmenee agglutinaationa. (Rantala 2009, työohje.)

2.5 Aikaisemmat tutkimukset

Alm, Einimö, Kela, Koukkari ja Yrjönsalo (2015) ovat kartoittaneet sairaalapintojen puhtautta eri sairaaloissa. Sairaaloiksi valittiin Hyvinkään, Lohjan, Länsi-Uudenmaan ja Porvoon sairaalat ja näytteet otettiin keväällä ja syksyllä 2013 arkipäivisin sairaaloiden sisätautiosastoilla ennen ja jälkeen siivouksen. Sairaaloiden tuloksissa oli eroja, mutta kunkin sairaalan sisäiset tulokset olivat linjassa keskenään. Hyvinkään sairaalassa 250 RLU-tasolle (ATP-mittauksen tavoitearvo) päästiin 81,5% siivouskerroista, Porvoon sairaalassa 87%, Länsi-Uudenmaan sairaalassa 44% ja Lohjan sairaalassa 100%. Testitulosten perusteella siivoamiseen on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota ja käytettävä nykyaikaisempia menetelmiä, aistinvarainen puhtauden arviointi ei riitä.

Kymäläinen, Turtiainen, Lunnela ja Kuisma (2012) ovat tehneet sairaaloissa pintojen hygieniakartoitusta. Tutkimus toteutettiin neljässä eri sairaalassa kahdeksalla eri osastolla vuonna 2011. Jokaisessa sairaalassa otettiin klo 8-15 välisenä aikana pintapuhtausnäytteitä siivouksen jälkeen. Keskiarvotuloksena suurin osa tutkituista pinnoista luokiteltiin puhtaudeltaan hyväksi. Sairaaloiden ja osastojen välillä havaittiin eroja, mutta mikään osasto ei ollut selvästi huonompi.

Bures, Fishbain, Uyehara, Parker ja Berg (2000) tutkivat tietokoneen näppäimistöjen ja vesihanojen kahvojen mikrobikasvustoja tehohoidon yksikössä. Näytteet otettiin kymmenestä näppäimistöstä ja kahdeksasta vesihanan kahvasta kahden kuukauden ajan. Yhteensä saatiin 144 näytettä, joista 33 eristettiin. Näppäimistössä kasvua oli 24% näytteistä ja vesihanojen kahvoissa kasvua oli 11% näytteistä. Eristetyissä näytteissä havaittiin MRSA:ta, enterokokkeja, enterobakteereja ja muita gramnegatiivisia sauvoja. Kasvua havaittiin näytteenottopaikoissa enemmän kuin MRSA-positiivisen potilaan huoneen pinnoilta.

3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TUTKIMUSONGELMA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Tyks-Sapa-liikelaitoksen Mikrobiologian ja genetiikan palvelualueeseen kuuluvan klinisen mikrobiologian laboratorion työtilojen mikrobikasvustoa. Eri paikoista otettujen näytteiden avulla selvitetään mitä mikrobeja niissä kasvaa ja kuinka paljon. Näytteitä otetaan siivoamisen jälkeen, jotta nähdään siivoamisen teho ja sen vaikutus kasvuston määrään. Tutkimuksessa keskitytään bakteereihin ja pintapuolisesti sieniin, koska yksikössä, jossa tutkimus toteutetaan, on mahdollista tutkia niitä.

Opinnäytetyön tavoitteena on saada käsitys Tyksin klinisen mikrobiologian laboratorion työtilojen puhtaudesta ja mahdollisista mikrobikasvustoista ja niiden määristä. Tulosten avulla saadaan selville laboratorion hygienian ja siivouksen taso ja näin osataan kiinnittää huomiota turvallisempiin työskentelytapoihin.

Tutkimusongelmat ovat:

1. Mitä mikrobeja kasvaa valituilla paikoilla?
2. Kuinka paljon mikrobeja kasvaa?

4 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

4.1 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön tekeminen alkoi marraskuussa 2015, jolloin tehtiin tutkimussuunnitelma. Kun tutkimussuunnitelma oli hyväksytty, haettiin VSSHPI:ltä tutkimuslupa. Tutkimuspaikkana oli Tyksin kliinisen mikrobiologian laboratorio, jossa tutkimustyö suoritettiin tammikuun 2016 aikana. Varsinainen opinnäytetyön kirjoitusosuus alkoi helmikuussa 2016.

Tutkimuksen alussa valittiin sopivat näytteenottoaikat, joita olivat työtasot, vesihanat kahvat, tietokoneen näppäimistö, analysaattorit, vetokaapit ja niiden kahvat, käsin säädettävät lamput, pipetit ja mikroskoopin säätövivut. Paikkojen valinnassa käytettiin hyödyksi aikaisempia tutkimuksia ja näytteenotokohdiksi valittiinkin sellaisia paikkoja, jotka ovat aikaisemmin todettu ongelmapaikoiksi ja joita päivän aikana kosketellaan paljon. Näytteitä otettiin runsaasti ja monipuolisesti eri paikoista, jotta saatiin mahdollisimman hyvä käsitys mikrobikasvustosta.

Näytteitä otettiin viikon aikana kahtena eri aamuna siivoamisen jälkeen ennen töiden aloittamista. Näin saatiin hyvin vertailtua kahta eri päivää keskenään. Näytteitä otettiin kumpanakin päivänä 22 viidestä eri työhuoneesta. Otetut näytteet viljeltiin erilaisille elatusaineille hygieniaviljelyn periaatteiden mukaisesti. Pumpulitikku kastettiin steriiliin keittosuolaan ja sillä siveltiin näytteenottoa. Näyte viljeltiin maljalle pumpulitikulla perinteisellä hajotusmenetelmällä. Käytössä olivat verimalja, TGEA-malja ja perunadekstroosimalja. Verimaljoja säilytettiin lämpökaapissa +37°C ja ne luettiin kahden vuorokauden kuluttua näytteenotosta. TGEA-maljat ja perunadekstroosimaljat säilytettiin huoneenlämmössä pimeässä ja ne luettiin seitsemän vuorokauden kuluttua näytteenotosta. Mikrobien tunnistamiseen käytettiin Maldi-TOF- analysaattoria, gramvärjäystä ja erilaisia biokemiallisia tunnistustestejä kuten katalaasia ja agglutinaatiotestejä.

4.2 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat

Kvantitatiivisessa eli määrällisessä tutkimusmenetelmässä havaintoaineisto soveltuu määrälliseen, numeeriseen mittaukseen. Se vastaa kysymyksiin kuinka paljon tai miten usein ja antaa yleisen kuvan mitattavien ominaisuuksien välisistä suhteista ja eroista. (Vilkkä 2007.) Tutkimuksessa käytetään hyväksi aiempia tutkimuksia ja teorioita ja keskitytään käsitteiden määrittämiseen. (Hirsjärvi ym. 2007.) Kvantitatiivisen tutkimuksen tavoitteena on selittää, vertailla tai kuvata erilaisia ilmiöitä ja asioita. (Vilkkä 2007.)

Tämän opinnäytetyön tutkimus on luonteeltaan kvantitatiivinen, koska siinä tutkittiin mikrobien määrää ja esiintyvyyttä. Tulokset olivat määrällisiä eli ne voitiin ilmoittaa numeerisesti. Lisäksi käytettiin hyväksi aiempia tutkimuksia ja vertailtiin tuloksia aiemmin saatuihin tuloksiin.

4.3 Opinnäytetyön eettisten näkökohtien tarkastelu

Eettisesti hyvän tutkimuksen tekemiseen liittyy tiedeyhteisön tunnistamia toimintatapoja: rehellisyyteen pyrkiminen ja yleisen huolellisuuden ja tarkkuuden noudattaminen. Muiden tutkijoiden saavutukset tulee ottaa huomioon ja niille täytyy antaa niiden vaatima arvo. (Kuula 2011.) Tutkimuksen suorittaminen, tavoitteet, aineiston kerääminen ja tulosten esittäminen eivät saa loukata tutkimuksen kohderyhmää eivätkä hyvää tieteellistä tapaa (Vilkkä 2007). Ihmistieteisiin liittyvissä eettisissä periaatteissa tulee ottaa huomioon itsemääräämisoikeus, yksityisyys ja tietosuoja. Osallistujien tulee antaa vapaaehtoinen suostumus tutkimukseen. (Kuula 2011.) Tutkimusta varten täytyy hankkia tarvittavat tutkimusluvut ja tutkimushankkeesta on sovittava kaikkien osapuolten kanssa ennen tutkimuksen aloittamista. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012).

Tätä tutkimusta tehdessä pyrittiin hyviin tieteellisiin tapoihin, kuten rehellisyyteen ja noudatettiin huolellisuutta ja tarkkuutta jokaisessa tutkimustyön vaihees-

sa. Tutkimustulokset kirjattiin juuri sellaisena kuin ne olivat, eikä totuutta muunneltu. Kenenkään tekstiä ei plagioitu, vaan käytetyt lähteet merkittiin huolellisesti ja oikeaoppisesti sekä tekstiin että lähdeluetteloon. Tutkimusta varten hankittiin tutkimuslupa ja tutkimuksen suorittamisesta sovittiin kaikkien osapuolten kanssa. Tutkimuksessa ei tarvittu ottaa huomioon ihmistieteisiin liittyviä eettisiä periaatteita, kuten yksityisyyttä, koska työssä ei käytetty potilaita eikä potilastietoja.

5 TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

5.1 Pinnoilla kasvavat mikrobit

Pinnoilla kasvoi useita eri bakteerisukuja, kuten mikrokokkeja, bacilluksia, koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja ja pseudomonaksia. Useita bakteerilajeja oli havaittavissa useissa eri näytteenottoaikoissa, mutta joukossa oli myös muutamia yksittäisiä bakteerilöydöksiä. Homekasvustoa löytyi muutamilta maljoilta. Bakteerit tunnistettiin bakteerilajeittain ja homekasvu tunnistettiin silmämääräisesti.

Mikrokokit

Mikrokokit ovat Micrococcaceae-heimoon kuuluvia grampositiivisia kokkeja. Ne ovat yleisiä luonnossa, kuten maaperässä, vesissä ja pölyssä, ja ne kuuluvat myös ihmisen ihon ja limakalvojen normaaliflooraan. Mikrokokit aiheuttavat harvoin tauteja. Immuunipuuteisille ihmisille ne voivat kuitenkin aiheuttaa esimerkiksi bakteremiaa, vierasesineinfektioita, endokardiittia ja keuhkokuumetta. Mikrokokit tarttuvat kosketustartuntana käsien ja kontaminoitujen pintojen välityksellä. (Public Health Agency of Canada 2011.)

Mikrokoikeista maljoilla kasvoi *Micrococcus luteus*. Se on yleisin mikrokokkilöydös luonnossa ja kliinisissä näytteissä (Public Health Agency of Canada 2011).

Bacillukset

Bacillukset ovat grampositiivisia *Bacillus*-sukuun kuuluvia itiöitä muodostavia aerobisia bakteereita. Ne ovat hyvin yleisiä luonnossa kuten vesissä, maaperässä ja pölyssä. Niitä tavataan myös sairaalaympäristössä. Bacillusten muodostamat itiöt ovat hyvin kestäviä ja säilyvät pitkäänkin erilaisissa olosuhteissa. Bacilluksista pernaruttoa aiheuttaa *Bacillus anthracis* ja ruokamyrkytyksiä aiheuttava *Bacillus cereus* ovat tärkeimmät taudinaiheuttajat. Muut bacillukset kuten *B. alvei* ja *B. subtilis* aiheuttavat tauteja vain harvoin poikkeustapauksissa. Ne

voivat olla joskus osallisina esimerkiksi yleisinfektioihin vakavasti immuunipuutteisilla henkilöillä. (Carlson & Järvinen 2010.)

Maljoilla kasvavia bacilluksia ei pystytty tunnistamaan tarkemmin bakteerilajeittain Maldi-TOF-analysaattorin rajallisen tunnistuskyvyn vuoksi.

Koagulaasinegatiiviset stafylokokit

Koagulaasinegatiiviset stafylokokit ovat grampositiivisia kokkeja ja ne erotetaan *Staphylococcus aureus*esta koagulaasireaktion perusteella. Koagulaasinegatiiviset stafylokokit kuuluvat ihmisen normaaliflooraan ja ovat opportunistibakteereita, eli ne kykenevät aiheuttamaan tautia vain immuunipuutteisille henkilöille. Ennen niitä pidettiin lähinnä iholta peräisin olevina kontaminanteina, mutta nykyään niiden merkitys on kasvanut ja niiden tiedetään olevan tärkeitä vierasesineinfektioiden aiheuttajia. *Staph. saprophyticus* poikkeaa muista taudinaiheuttamiskyvylään, ja se onkin tärkeä virtsatieinfektioiden aiheuttaja avohoidossa. (Lyytikäinen ym. 2010.)

*Staphylococcus epidermidis*tä löytyi useilta eri maljoilta. Se on tärkein koagulaasinegatiivisista stafylokokkeista ja sitä on runsaasti ihmisen ihon ja limakalvojen normaalifloorassa. Se aiheuttaa yli 80% sairaalasyntyisten koagulaasinegatiivisten stafylokokkien aiheuttamista infektioista. (Lyytikäinen ym. 2010.) Yhdeltä maljalta löytyi *Staphylococcus saprophyticus*. Se aiheuttaa noin 5-15 % nuorten naisten virtsatieinfektioista avohoidossa ja sen löytyminen virtsanäytteestä onkin aina merkitsevä löydös. (Lyytikäinen ym. 2010.) Lisäksi maljoilta löytyi *Staph. hominis*tä, *Staph. capitis*tä ja *Staph. warneria*. Nämä kuuluvat *Staph. epidermidis*ksen tavoin koagulaasinegatiivisiin stafylokokkeihin ja ovat ihon normaaliflooraa.

Pseudomonakset

Pseudomonakset ovat gramnegatiivisia sauvoja ja niitä esiintyy yleisesti luonnossa, maaperässä ja vesissä. Ne ovat opportunistibakteereita, eli aiheuttavat tauteja vain henkilöille, joilla on heikentynyt vastustuskyky. Tärkein pseudomonaksista on *Pseudomonas aeruginosa*, joka aiheuttaa mm. virtsatieinfektioi-

ta, ulkokorvantulehdusta ja keuhkoinfektioita. Altistavia tekijöitä ovat erityisesti palovammat, säärihaavat, syöpähoidot ja antibiootit. Muita pseudomonaksia ovat mm. *P. putida*, *P. luteola* ja *P. pseudoalcaligenes* ja ne aiheuttavat *P. aeruginosa*n tavoin infektioita immuunipuutteisille. (Tissari & Anttila 2010.)

Maljalta löytyi *Pseudomonas luteola*.

Moraxellat

Moraxellat ovat pieniä gramnegatiivisia kokkibakteereita. Valtaosa niistä kuuluu ihmisen lähengitysteiden normaaliflooraan. Tärkein moraxella-laji on *M. catarrhalis*, joka aiheuttaa mm. välikorvantulehdusta ja nenän sivuonteloiden tulehduksia. Muut moraxellat kuten *M. osloensis* ja *M. lincolnii* aiheuttavat yksittäisiä ja pinnallisia infektioita, mutta voivat aiheuttaa myös joitakin invasiivisia infektioita. (Vuento 2010.)

Maljalla kasvoi *Moraxella osloensis*. Sitä esiintyy ihmisen hengitysteiden normaalifloorassa ja sitä on eristetty myös sairaalaympäristöstä. Se aiheuttaa harvoin infektioita ihmisille ja silloinkin vain, jos immuunipuolustus on heikentynyt. (Hadano 2012.)

Difteroidit

Difteroidit ovat grampositiivisia sauvoja, jotka muistuttavat difterian aiheuttajabakteeria, *C. diphtheriaeta* solumorfologialtaan. Difteroidit kuuluvat ihmisen ihon ja limakalvojen normaaliflooraan ja bakteerinäytteissä ne ovat yleensä kontaminantteja. Ne aiheuttavat tauteja yleensä vain vastustuskyvyltään heikentyneille henkilöille; tyypillisimpiä ovat vierasesineinfektiot vakavasti sairailta. (Carlson & Järvinen 2010.)

Maljalla kasvoi *Corynebacterium coyleae*.

Homeet

Homeita ja niiden itiöitä esiintyy luonnossa kaikkialla. Sisätiloissa niitä on huoneilmassa ja pölyssä. Yleisimpiä lajeja ovat mm. *Aspergillus*, *Fusarium* ja *Penicillium*. Homesienet lisääntyvät kosteissa olosuhteissa ja niitä esiintyykin paljon

kosteusvaurioiden yhteydessä. Kosteusvaurion seurauksena lukuisat homeet lisääntyvät ja voivat aiheuttaa ihmisille limakalvojen ärsytysoireita ja jopa allergiaa. (Haahtela 2009.)

Useilta maljoilta löytyi homekasvustoa ja joissakin se oli jopa melko runsasta.

5.2 Näytteenottoaikat ja mikrobikasvuston määrä

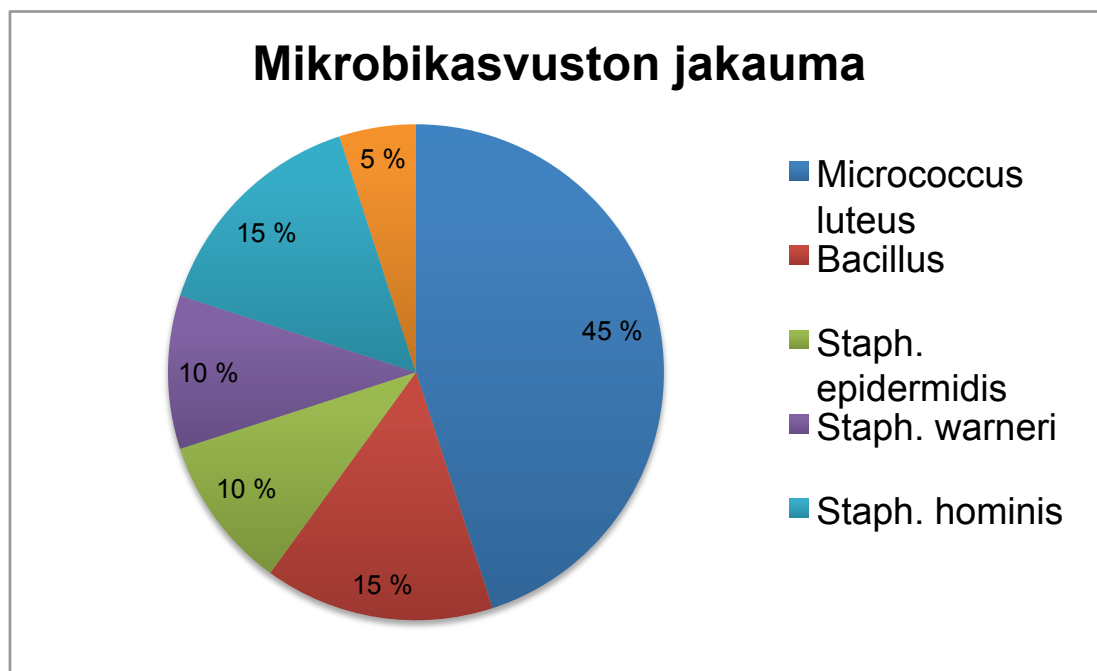
Verimaljoilla ja TGEA-maljoilla kasvoi keskenään samoja bakteereita, mutta verimaljoilla kasvu oli hieman runsaampaa. Tulosten taulukot on tehty verimaljojen bakteerikasvun mukaan, mutta jos poikkeavuutta on löytynyt TGEA- tai perunadekstroosimaljaan verrattuna, siitä on taulukossa mainittu.

Kymmenen ensimmäistä näytettä otettiin märkähuoneesta, jossa tutkitaan pinta- ja syvämärkänäytteitä. Näytteitä otettiin työtasolta, näppäimistöltä, lampun kahvasta, vesihanan kahvasta, desinfektiopullosta, vetokaapista, lämpökaapin kahvasta, pipetistä sekä Maldi-TOF-analysaattorin nappulasta ja näppäimistöstä.

Ensimmäisenä näytteenotto päivänä kasvustoa löytyi eniten MALDI-TOF-analysaattorin näppäimistöstä (Kuvio 2), toisesta näppäimistöstä, desinfektiopullosta ja lämpökaapin kahvasta. Maljoilta löytyi Bacillusta, Micrococcus lu-teusta ja muutamia erilaisia koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja. Desinfektiopullossa ja vetokaapissa kasvoi lisäksi homeetta. Vetokaapin homepesäke kasvoi perunadekstroosimaljalla. Ensimmäisen päivän mikrobikasvusto on kuvattu Taulukossa 1. ja mikrobikasvuston jakauma Kuviossa 1.

	Micro- coccus luteus	Bacillus	Staph. epidermi- dis	Staph. warneri	Staph. hominis	home
Työtaso	1	-	2	-	-	-
Näppäimistö	9	4	-	-	5	-
Lampun kahva	-	-	-	-	-	-
Vesihanan kah- va	2	-	-	2	7	-
Desinfektio- pullo	3	3	-	-	-	1
Vetokaappi	2	-	-	-	2	(1 peruna- deks- toosi- mal- ja)
Lämpökaapin kahva	9	-	-	-	-	-
Maldin näp- päimistö	6	10	-	-	-	-
Maldin nappula	1	-	3	-	-	-
Maldin pipetti	2	-	-	1	-	-

TAULUKKO 1. Mikrobikasvustoa verimaljoilla 1. näytteenottopäivänä märkähuoneessa. Luvut ovat bakteeripesäkkeitä.



KUVIO 1. Märkähuoneen kokonaismikrobikasvuston jakauma verimaljoilta 1. näytteenottopäivänä.

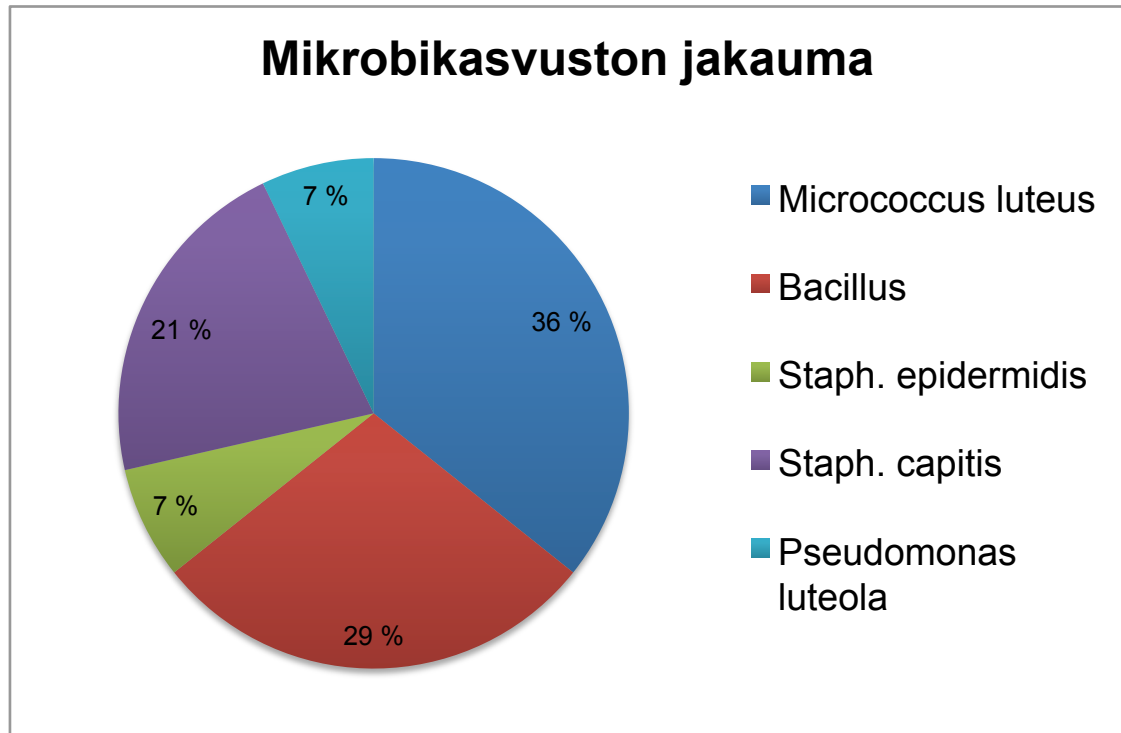


KUVIO 2. Maldit-TOF-analysointin näppäimistön bakteerikasvustoa verimaljal- la 1. näytteenottopäivänä.

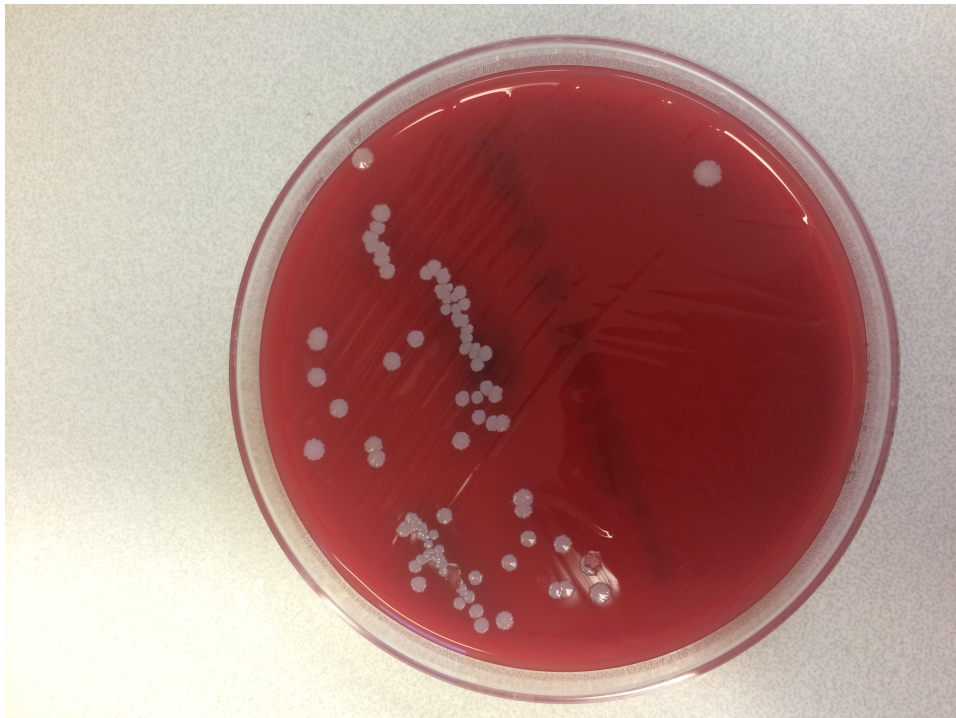
Toisena näytteenottopäivänä maljoilta löytyi *Micrococcus luteus*, *Bacillus*, paria koagulaasinegatiivista stafylokokkia, *Pseudomonas luteola* ja *Moraxella osloensis*. Bakterikasvusto oli runsainta Maldi-TOF-analysaattorin näppäimistössä ja nappulassa (Kuvio 4.). Toisen päivän mikrobikasvusto on kuvattu Taulukossa 2 ja mikrobikasvuston jakauma Kuviossa 3.

	Micrococcus luteus	Bacillus	Staph. epidermidis	Staph. capitis	Pseudomonas luteola	Moraxella osloensis
Työtaso	-	4	-	-	-	-
Näppäimistö	-	-	-	-	-	-
Lampun kahva	1	-	-	6	1	-
Vesihanan kahva	-	3	-	-	-	(2 TGEA-malja)
Desinfektio-pullo	2	-	-	-	-	-
Vetokaappi	3	1	-	-	-	-
Lämpökaapin kahva	2	-	-	-	-	-
Maldin näppäimistö	>8	18	3	1	-	-
Maldin nappula	-	-	-	>50	-	-
Maldin pipetti	-	-	-	-	-	-

TAULUKKO 2. Mikrobikasvustoa verimaljoilla 2. näytteenottopäivänä märkähuoneessa. Luvut ovat bakteripesäkkeitä.

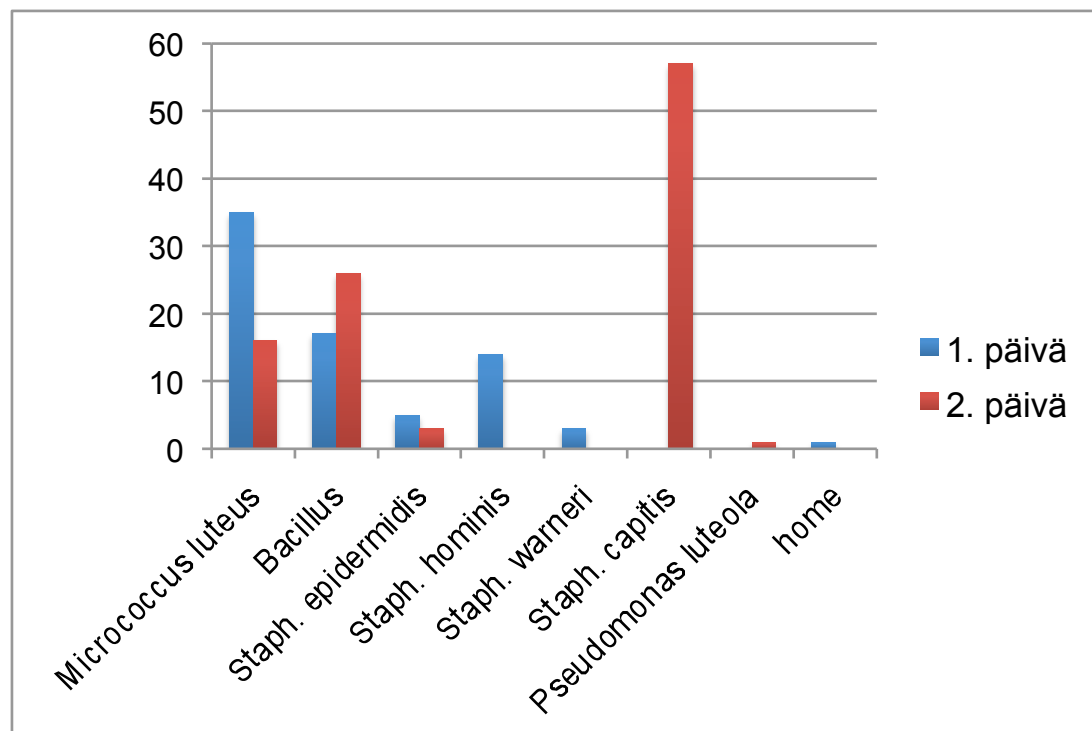


KUVIO 3. Märkähuoneen kokonaismikrobikasvuston jakauma verimaljoilta 2. näytteenottopäivänä.



KUVIO 4. Maldit-TOF-analysaattorin nappulan bakteerikasvustoa verimaljalla 2. näytteenottopäivänä.

Kun vertailtiin ensimmäisen ja toisen näytteenottopäivien mikrobikasvustoja, havaittiin, että *Micrococcus luteus* kasvoi hieman enemmän ensimmäisenä päivänä ja *Bacillus* taas toisena päivänä. Ensimmäisenä päivänä havaittuja *Staph. hominis* ja *Staph. warneri* ei löytynyt toisena päivänä ollenkaan, vaan silloin koagulaasinegatiivisista stafylokokkeista löytyi *Staph. capitis*. Molempina päivinä löytyi myös muutamia pesäkkeitä *Staph. epidermidis*. Homekasvustoa löytyi vain ensimmäisenä päivänä yksi pesäke. Kokonaismikrobikasvuston vertailua Kuviossa 5.



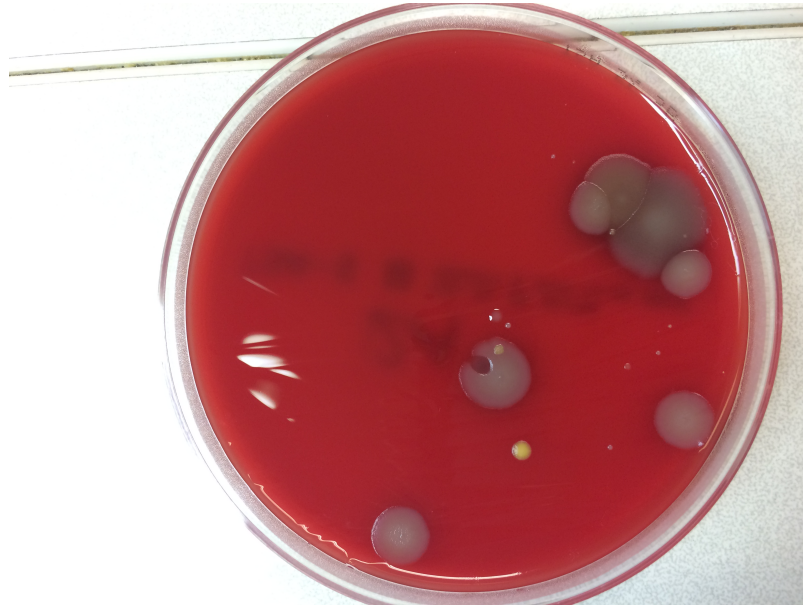
KUVIO 5. Kokonaismikrobikasvuston vertailua pesäkkeittäin märkähuoneessa 1. ja 2. näytteenottopäivänä. Pystyrivillä bakteeripesäkkeiden määrä.

Viisi seuraavaa näytettä otettiin huoneesta, jossa on tutkitaan virtsan bakteereita, tehdään veriviljelyitä ja gramvärjäyksiä. Näytteitä otettiin virtsapisteen työtasolta ja näppäimistöltä, vesihanauksen kahvasta, gramvärjäysvetokaapin kahvasta ja mikroskoopin säätövivusta. Eniten mikrobikasvustoa oli ensimmäisenä näytteenottopäivänä virtsapisteen näppäimistössä (Kuvio 6.). Toisena päivänä kasvu oli hyvin niukkaa. Yksi homepesäke löytyi mikroskoopin säätövivusta. Ensimmäisen ja toisen päivän mikrobikasvuston määrässä oli suuri ero, ensim-

mäisenä päivänä kasvu oli selvästi runsaampaa. Ensimmäisen päivän mikrobikasvusto kuvattu Taulukossa 3 ja toisen päivän mikrobikasvusto Taulukossa 4. Kokonaismikrobikasvuston vertailua on Kuviossa 7.

	Micro- coccus luteus	Bacillus	Staph. epider- midis	Staph. capitis	Staph. hominis	Mora- xella Osloen- sis
Virtsapisteen työtaso	1	-	1	-	-	-
Virtsapisteen näppäimistö	-	7	-	-	-	1
Vesihanan kahva	2	-	-	1	-	-
Gramvärjäysveto- kaapin kahvat	1	-	-	-	-	-
Mikroskoopin säätö- vipu	3	-	-	-	4	-

TAULUKKO 3. Mikrobikasvustoa verimaljoilla 1. näytteenottopäivänä virtsa/veriviljelyhuoneessa. Luvut ovat bakteeripesäkkeitä.

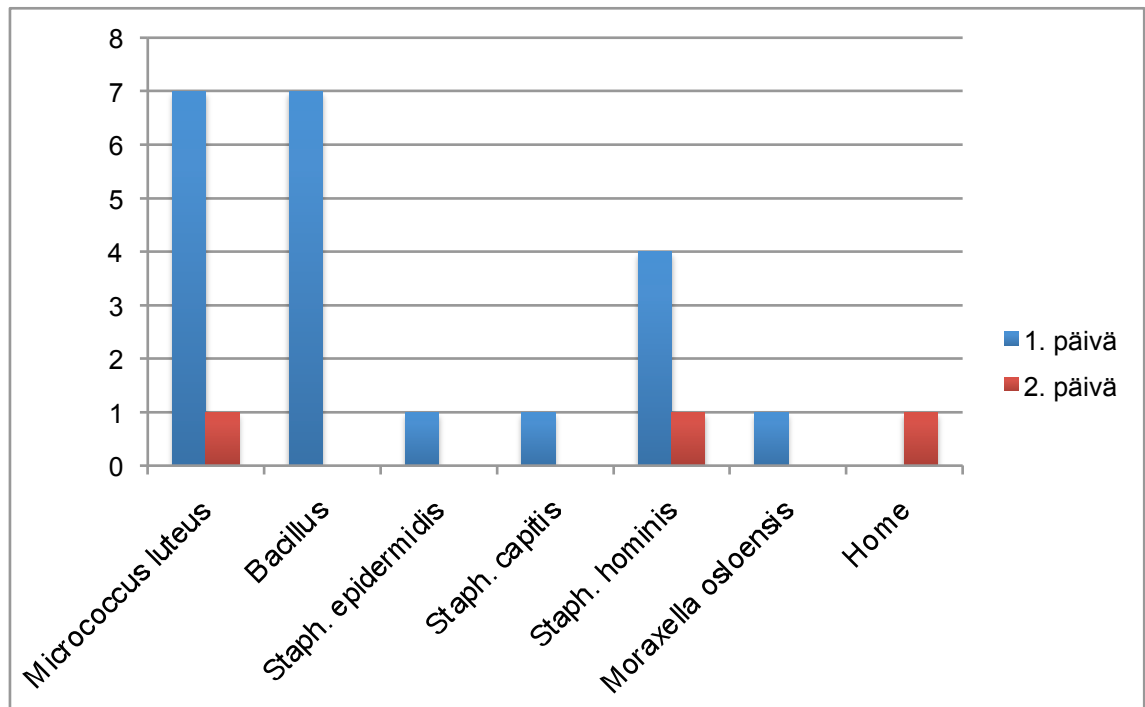


KUVIO 6. Virtsahuoneen näppäimistön mikrobikasvustoa 1. näytteenottopäivänä.

	Micrococcus luteus	Bacillus	Staph. epidermidis	Staph. capitis	Staph. hominis	Home
Virtsapisteiden työtaso	-	-	-	-	-	-
Virtsapisteiden näppäimistö	1	-	-	-	1	-
Vesihanan kahva	-	-	-	-	-	-
Gramvärjäysvetokaapin kahvat	-	-	-	-	-	-

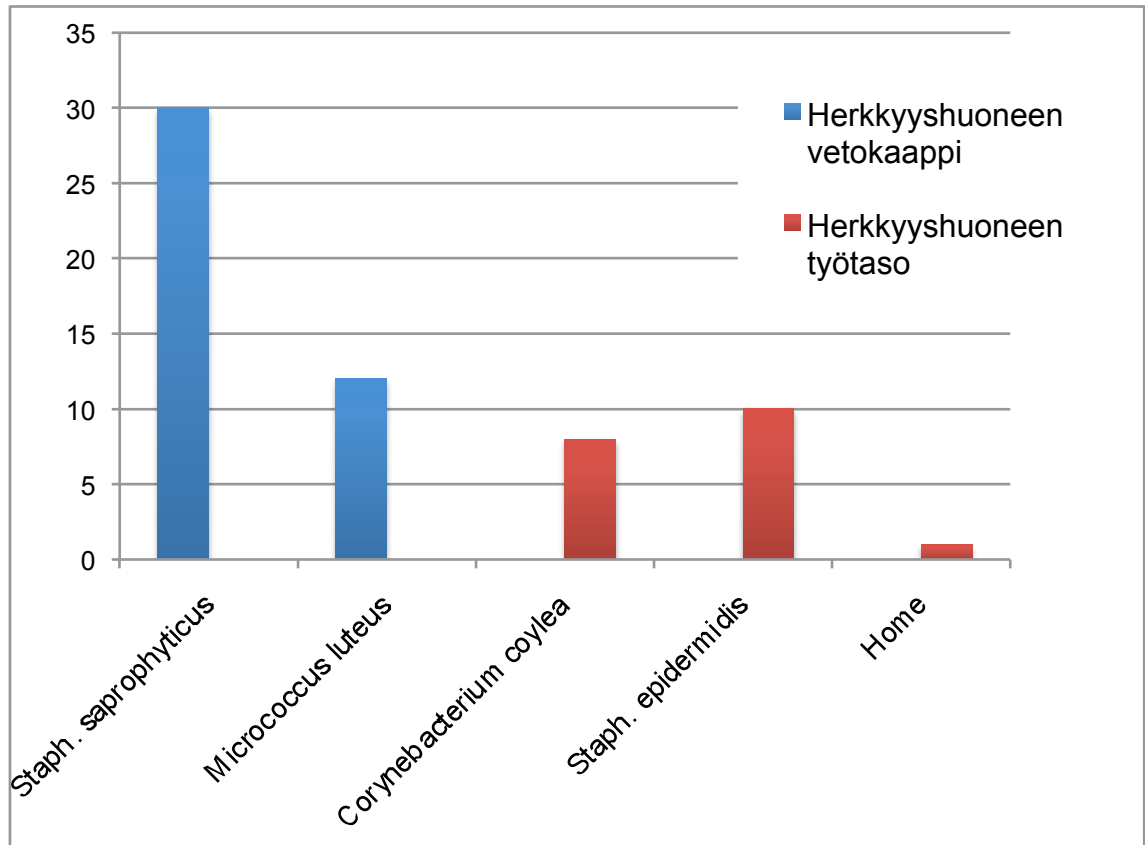
Mikro- skoopin säätövipu	-	-	-	-	-	(1 peru- nadeks- troosimal- ja)
--------------------------------	---	---	---	---	---	---

TAULUKKO 4. Mikrobikasvustoa verimaljoilla 2. näytteenottopäivänä virtsa/veriviljelyhuoneessa. Luvut ovat bakteeripesäkkeitä.

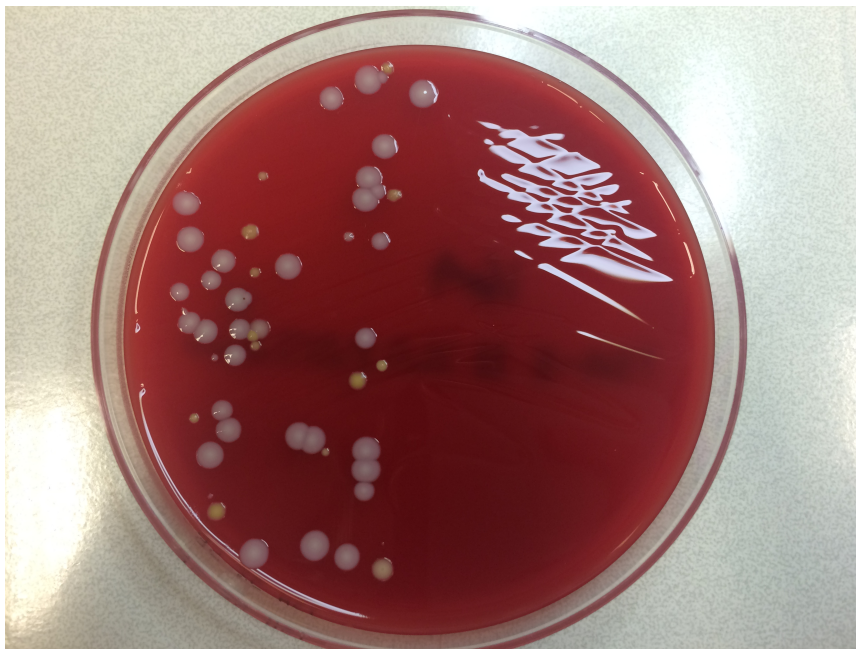


KUVIO 7. Kokonaismikrobikasvuston vertailua pesäkkeittäin virtsa/veriviljelyhuoneessa 1. ja 2. näytteenottopäivänä. Pystyrivillä bakteeripesäkkeiden määrä.

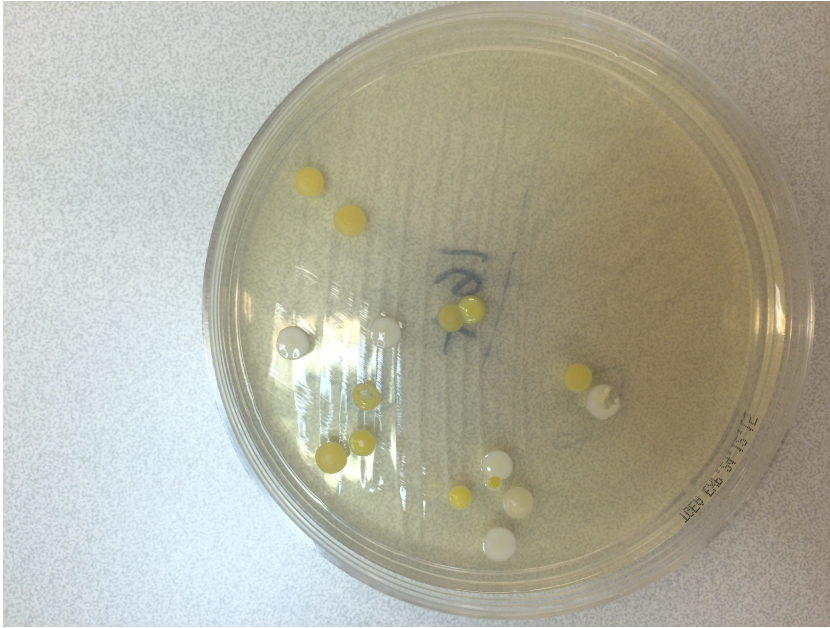
Kaksi seuraavaa näytettä otettiin huoneesta, jossa tehdään bakteerien herkkyysmäärittämiä. Näytteet otettiin työtasolta ja vetokaapista. Ensimmäisenä päivänä vetokaapissa oli todella runsasta kasvua; *Staph. saprophyticus* ja *Micrococcus luteus* kasvoi runsaasti (Kuvio 9 ja Kuvio 10.) Työtasolla puolestaan kasvoi *Staph. epidermidis* ja *Corynebacterium coyleaeta*. Maljalla oli myös yksi homepesäke. Toisena näytteenottopäivänä maljoilla ei kasvanut juuri mitään, vetokaapin näytteessä kasvoi tosin pari pesäkettä hometta. Kuviossa 8 on esitetty mikrobikasvuston määrä herkkyyshuoneessa ensimmäisenä näytteenottopäivänä.



KUVIO 8. Mikrobikasvustoa pesäkkeittäin herkkyyshuoneessa verimaljoilla 1. näytteenottopäivänä. Pystyrivillä bakteeripesäkkeiden määrä.

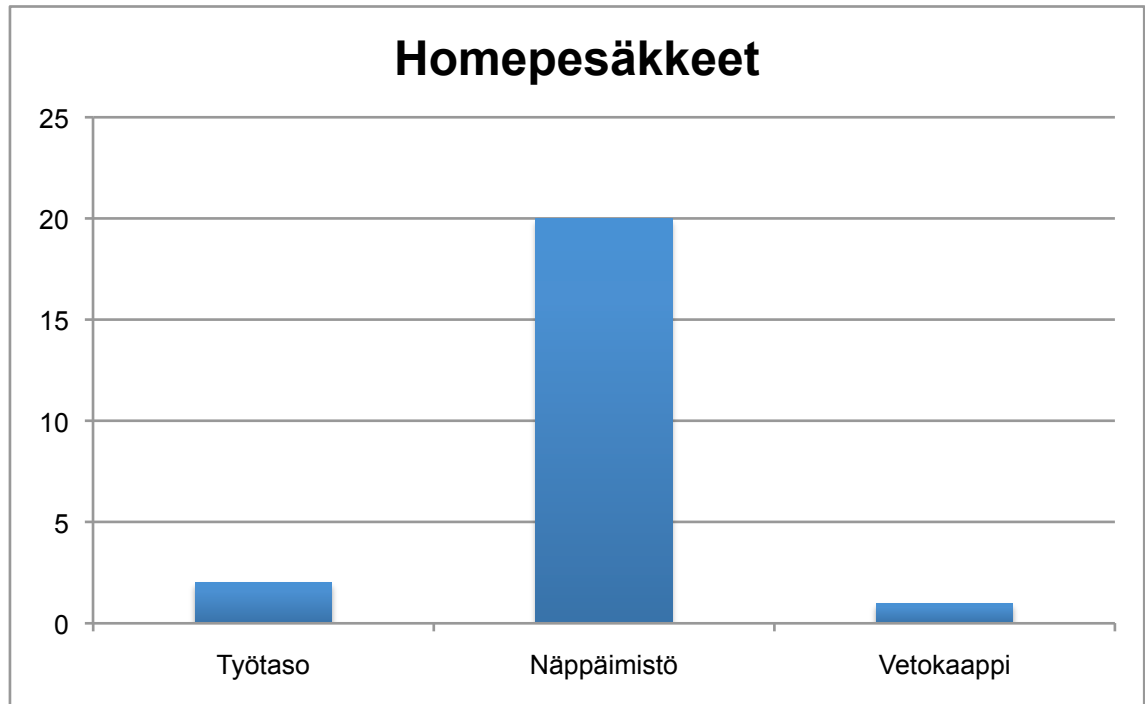


KUVIO 9. Bakteerikasvustoa herkkyyshuoneen vetokaapista verimaljalla 1. näytteenottopäivänä.



KUVIO 10. Bakteerikasvustoa herkkyyshuoneen vetokaapista TGEA-maljalla 1. näytteenottopäivänä.

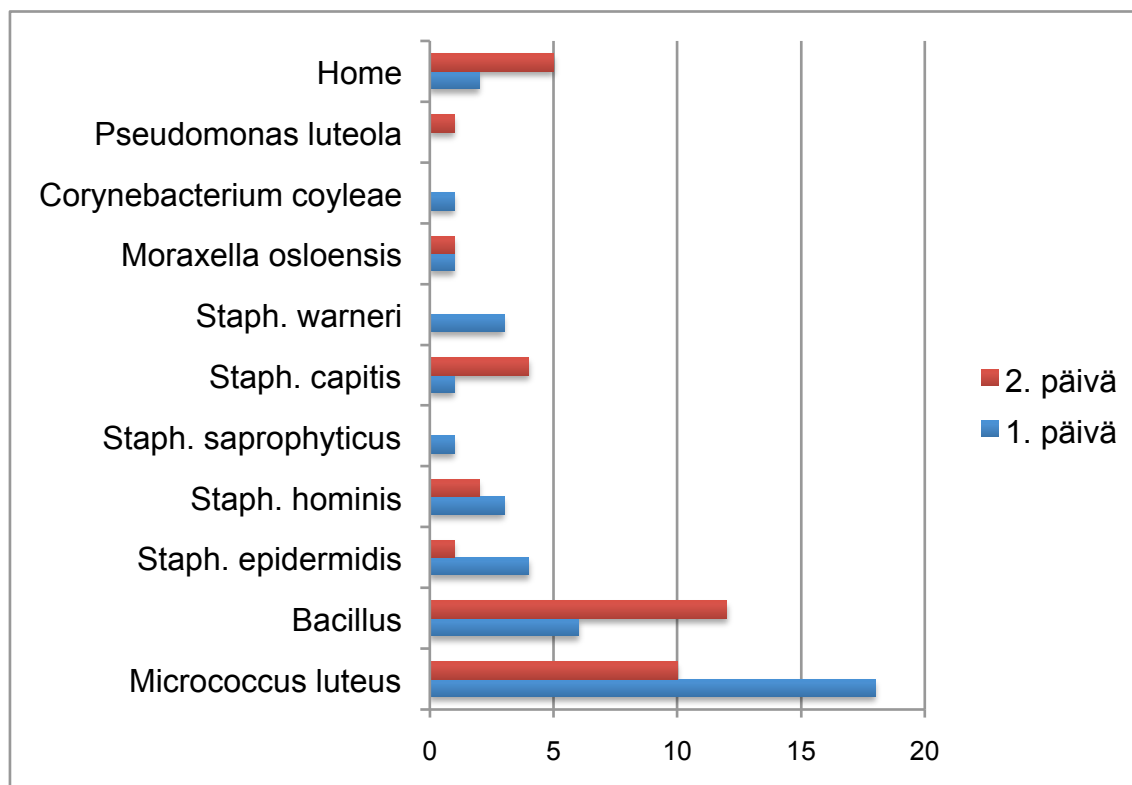
Seuraavat kolme näytettä otettiin näytteiden vastaanotosta. Näytteitä otettiin näppäimistöltä, työtasolta ja vetokaapista, jossa saapuvat näytteet viljellään maljoille. Ensimmäisenä päivänä kasvu oli todella niukkaa, Bacillusta ja Micrococcus luteusta löytyi molempia yksi pesäke. Toisena näytteenottopäivänä bakteerikasvu oli yhtä niukkaa kuin ensimmäisenäkin päivänä, mutta homekasvustoa löytyi runsaasti. Homepesäkkeiden määrä on esitetty Kuviossa 11.



KUVIO 11. Homekasvua pesäkkeittäin näytteiden vastaanotossa perunadekstroosimaljalla 2. näytteenottopäivänä. Pystyriivillä homepesäkkeiden määrä.

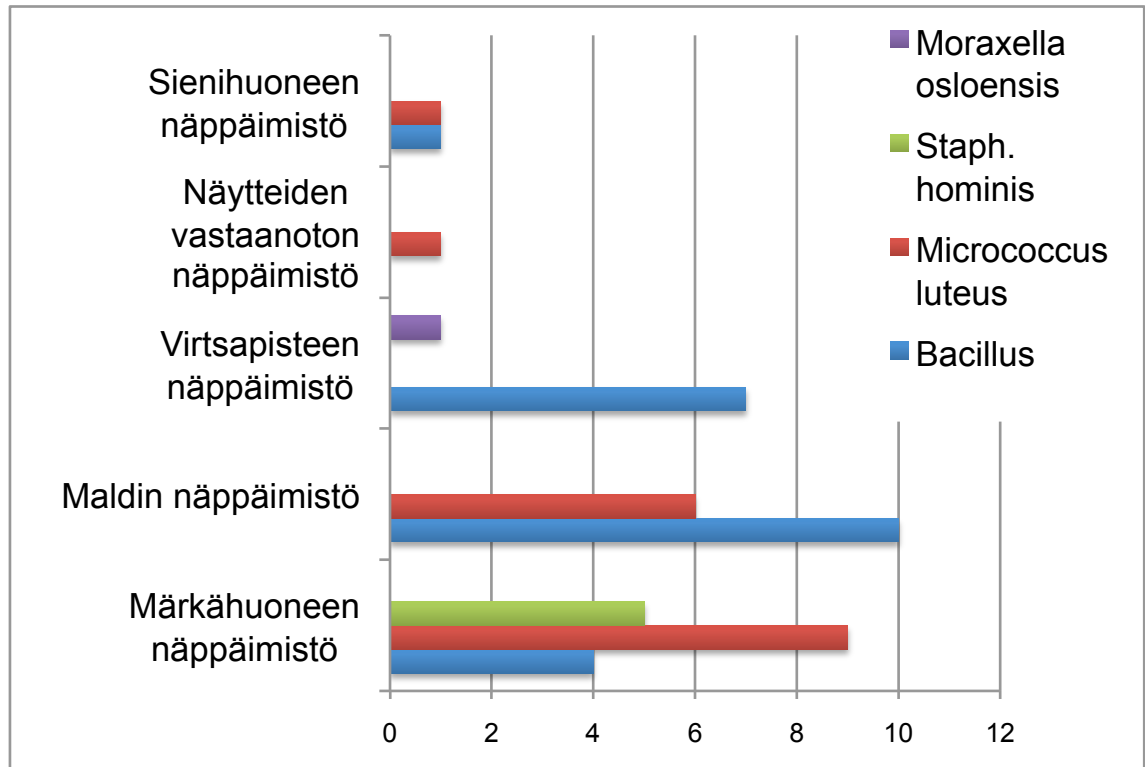
Viimeiset kaksi näytettä otettiin sienihuoneesta, jossa tehdään sieniviljelyitä. Näytteenotto-kohtina olivat vetokaappi ja näppäimistö. Molempina näytteenottopäivinä kasvusto oli hyvin niukkaa. Ensimmäisenä päivänä löytyi yksittäisiä pesäkkeitä *Micrococcus luteus* ja *Bacillus* ja toisena päivänä maljoilla ei ollut havaittavissa kasvua ollenkaan.

Kun vertaillaan näytteenottopäiviä keskenään (Kuvio 12.) havaitaan, että ensimmäisen näytteenottopäivänä maljoilla esiintyi enemmän *Micrococcus luteus* ja koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja. Toisena näytteenottopäivänä maljoilta löytyi useammin *Bacillus* ja homekasvua. Vaikka päivien välillä on hieman eroa, ovat ne silti samankaltaisia keskenään ja molempina päivinä löytyi paljon samoja bakteereita.



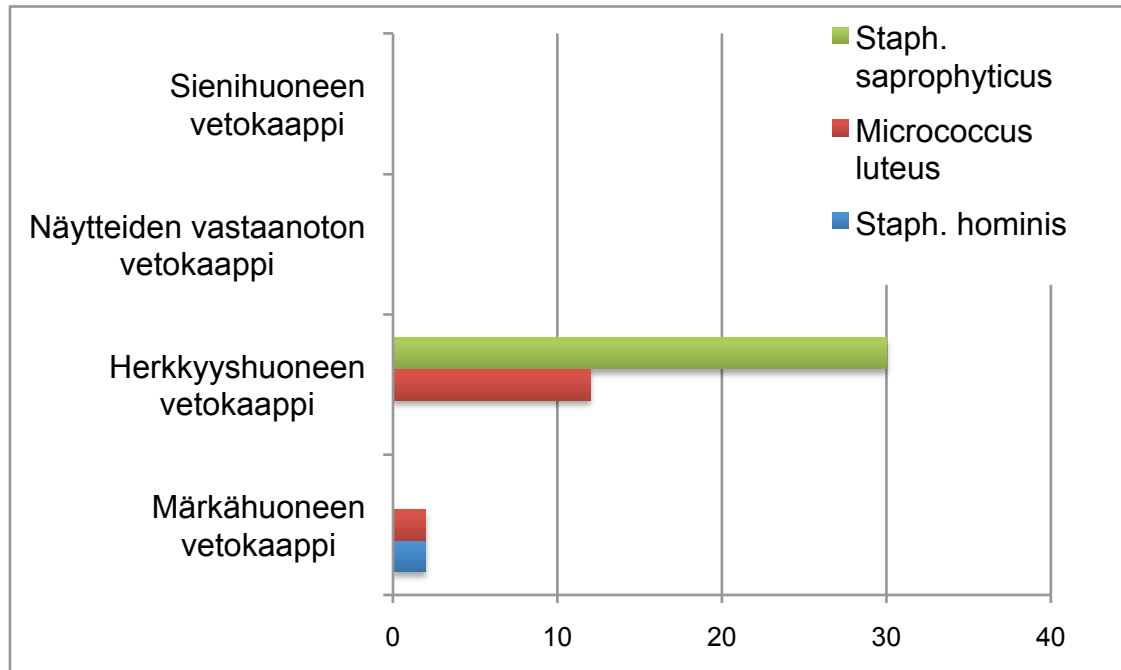
KUVIO 12. Mikrolien esiintyvyys maljoittain 1. ja 2. näytteenottopäivänä. Vaakarivillä maljojen määrä. Maljoja oli yhteensä 22.

Kun vertailtiin samanlaisia näytteenottoaikoja eri huoneiden kesken ensimmäisenä näytteenottopäivänä, huomattiin selviä eroja bakteerikasvussa. Näppäimistöjen mikrobikasvujen määrät on kuvattu kuviossa 13. Eniten bakteerikasvua löytyi märkähuoneen näppäimistöstä ja Maldin näppäimistöstä. Märkähuoneen näppäimistössä kasvoi jopa kolmea eri bakteerilajia; Staph. hominista, Micrococcus luteusta ja Bacillusta. Vähiten bakteerikasvua oli näytteiden vastaanoton näppäimistöllä.



KUVIO 13. Näppäimistöjen bakteerikasvun vertailua pesäkkeittäin verimaljoilla 1. näytteenottopäivänä. Vaakarivillä bakteeripesäkkeiden määrä.

Myös vetokaappien bakteerikasvustoissa oli eroa (Kuvio 14.) Huomattavaa kasvua oli herkkyyshuoneen vetokaapissa; *Staph. saprophyticus* ja *Micrococcus luteus* esiintyi runsaasti. Märkähuoneen vetokaapissa kasvu oli niukkaa ja sienihuoneen ja näytteiden vastaanoton vetokaapeissa ei ollut kasvua ollenkaan.



KUVIO 14. Vetokaappien bakteerikasvun vertailua pesäkkeittäin verimaljoilla 1. näytteenottopäivänä. Vaakarivillä bakteeripesäkkeiden määrä.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa mikrobikasvustoa Tyksin klinisen mikrobiologian laboratorion työtiloista. Aineistoa kertyi hyvin käytetyillä tutkimusmenetelmillä ja niiden perusteella pystyi tekemään päätelmiä työtilojen puhtaudesta ja siivouksen tasosta.

Pinnoilta löytyneet mikrobit olivat pääasiassa ihmisen ihon normaaliflooran ja sairaalaympäristön vaarattomia bakteereita, jotka eivät aiheuta terveille ihmisille infektoita. Ne voivat kuitenkin aiheuttaa tauteja henkilöille, joilla on heikentynyt vastustuskyky. Valituilla näytteenottopaikoilla kasvoi *Micrococcus luteus*, koagulaasinegatiivisia stafylokokkeja kuten *Staph. epidermidis* ja *Staph. capitis*, *Bacillus* sekä yksittäisiä pesäkkeitä *Moraxella Osloensis*, *Corynebacterium coyleaeta* sekä *Pseudomonas luteola*. Lisäksi myös homekasvustoa oli jonkun verran. Ainoana ehdottomana patogeeninä kasvoi *Staphylococcus saprophyticus*, joka aiheuttaa virtsatieinfektioita. Muita ehdottomia patogeeneja ei näytteenotokohdilta löytynyt. Työtilojen pinnoilla ei siis esiintynyt potilasnäytteistä tai työntekijöistä peräisin olevia patogeeneja bakteereita, ja tästä voidaankin päätellä, että työskentely on ollut huolellista ja turvallista eikä työtiloja olla kontaminoitu. Myös siivouksen taso on ollut riittävän hyvä. Yleisesti ottaen kosketuspinoilla on siis kasvanut käsien normaaliflooran bakteereita, jotka ovat siirtyneet pintoihin kosketuksen kautta.

Mikrobimäärät vaihtelivat näytteenottopaikoittain ja –päivittäin. Eniten kasvua oli näppäimistöissä, joista löytyi useita eri bakteereita ja homeita. Myös vetokaapeissa kasvua oli paljon. Näppäimistöjen runsas kasvu johtunee niiden hankalasta puhdistuksesta; mikrobeja jää helposti näppäinten väliin. Ero päivien välillä voi johtua siitä, että siivouksen taso on voinut vaihdella tai näytteenotto kohta on ollut hieman eri. Maljoille ei välttämättä ole saatu ihan kaikkia kasvaneita bakteereita, mikäli niitä on kasvanut harvakseltaan.

Vaikka näppäimistöiltä löytyi melko runsaasti mikrobeja, ne eivät kuitenkaan olleet patogeeneja, toisin kuin eräässä amerikkalaisessa tutkimuksessa. Bures,

Fishbain, Uyehara, Parker & Berg (2000) löysivät tehohoidon yksikön näppäimistöiltä patogeenisia bakteereita kuten MRSA:ta, enterokokkeja, enterobakteereita ja muita gramnegatiivisia sauvoja. Näytteenottotila on kuitenkin ollut hyvin erilainen; tehohoidossa työntekijät ovat jatkuvasti tekemissä potilaiden kanssa, kun taas laboratoriotiloissa on hygieenisempää eikä potilaita ole. Tulokset ovat kuitenkin yhteneviä sen suhteen, että näppäimistöt keräävät selvästi enemmän bakteereita kuin muut paikat. Tulokset ovat yhteneviä Alm, Einimö, Kela, Koukkari ja Yrjönsalo (2015) ja Kymäläinen, Turtiainen, Lunnela ja Kuisma (2012) tekemien tutkimusten kanssa, joissa pintapuhtausnäytteiden avulla pinnat luokiteltiin puhtaudeltaan hyviksi. Vaikka keskiarvoltaan tulokset ovat hyviä, siivoukseen on hyvä silti kiinnittää tarkempaa huomiota, koska kasvua kuitenkin esiintyi.

Vaikka työtilojen puhtauden taso oli yleisesti hyvä eikä patogeenejä löytynyt, voidaan tulosten avulla keskittyä entistä paremmin siivouksen laatuun ja kiinnittää huomioita ongelmapaikkoihin kuten näppäimistöihin ja vetokaappeihin, joissa mikrobikasvu oli runsainta. Etenkin näppäimistöjen puhdistamiseen voisi kiinnittää parempaa huomiota, koska ne selvästi keräävät eniten bakteereita. Homekasvuun olisi syytä myös kiinnittää huomiota, sillä etenkin näytteiden vastaanotossa sitä kasvoi runsaasti.

Tutkimus on luotettava, koska se toteutettiin hygieniaviljelyn periaatteiden mukaisesti ja sitä tehdessä noudatettiin huolellisuutta ja tarkkuutta. Tutkimustulokset kirjattiin totuudenmukaisesti. Käytössä olleet maljat ja menetelmät olivat sovat tutkimuksen suorittamiseen. Yksittäisiä maljoilla esiintyneitä bakteereita ei kuitenkaan pystytty tunnistamaan rajallisten menetelmien vuoksi. Lisäksi kaikkia näytteenotokohdissa kasvavia bakteereita ei välttämättä saatu maljoille kasvaamaan. Tutkimus antaa kuitenkin hyvän yleiskäsityksen pintojen puhtaudesta eivätkä yksittäiset löydökset olisi tuloksiin hirveästi vaikuttaneet.

Tutkimusta olisi mahdollistaa kehittää tutkimalla homeita syvemmin tai lisäämällä näytteenottopäiviä ja -paikkoja. Tutkimuksen voisi suorittaa myös erilaisissa laboratorioissa tai näytteenoton poliklinikoilla, joissa potilaita käy jatkuvasti.

LÄHTEET

Alm, J.; Einimö, C.; Kela, E.; Koukkari, K. & Yrjönsalo, M-L. 2015. Riittääkö aistinvarainen puh-
tauden arviointi sairaalassa? Suomen Sairaalahygienialehti 33: 9-15.

BD 2011. BBL™ Trypticase™ Soy Agar with 5% Sheep Blood (TSA II) and Levine EMB Agar - I
Plate™. Viitattu 5.4.2016.
[https://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/L007423\(09\)\(201110\).pdf](https://www.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/L007423(09)(201110).pdf)

Biomérieux 2016. MALDI-TOF Mass Spectrometry. Viitattu 5.4.2016.
<http://www.biomerieux.com/en/maldi-tof-mass-spectrometry>

Bures, S.; Fishbain, JT.; Uyehara, CF.; Parker, JM. & Berg, BW. 2000. Computer keyboards
and faucet handles as reservoirs of nosocomial pathogens in the intensive care unit. American
Journal of Infection Control 28 (6), 465–71. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11114617>

Carlson, P. & Järvinen, A. 2010. Muita grampositiivisia sauvoja. Teoksessa K. Hedman, T. Heikki-
kinen, P. Huovinen, A. Järvinen, S. Meri & M. Vaara (toim.). 2010. Mikrobiologia, immunologia
ja infektiosairaudet osa 1. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Carlson, P. & Koskela, M. 2011. Bakteriologiset tutkimukset. Teoksessa K. Hedman, T. Heikki-
nen, P. Huovinen, A. Järvinen, S. Meri & M. Vaara (toim.). Infektiosairaudet. 1. painos. Porvoo:
Bookwell Oy.

Coelho, A. & Diez, J. 2015. Biological Risks and Laboratory-Acquired Infections: A Reality That
Cannot be Ignored in Health Biotechnology. Front Bioeng Biotechnol. 2015; 3: 56. Viitattu
4.3.2016. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4412124/>

Duodecim verkkokurssi 2007. Terveysportti. Viitattu 18.2.2016.
http://www.terveysportti.fi/kotisivut/sivut.koti?p_sivusto=640&p_navi=59734&p_sivu=52333

Evira 2016a. Yleistä mikrobeista. Viitattu 18.2.2016.
<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/hygieniaosaaminen/tietopaketti/elintarvikkeiden+riski-+ja+vaaratekijat/mikrobiologiset+vaaratekijat/yleista+mikrobeista>

Evira 2016b. Mikrobien kasvua edistävät tekijät. Viitattu 18.2.2016.
<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/hygieniaosaaminen/tietopaketti/elintarvikkeiden+riski-+ja+vaaratekijat/mikrobiologiset+vaaratekijat/mikrobien+kasvua+edistavat+tekijat/>

Haahtela, T. 2009. Sisäilman homesienet. Duodecim. Viitattu 21.3.2016.
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti/%5C%5Cwww.ktl.fi/http://www.duodecim.fi/%5C%5Cwww.sci.utu.fi/aerobiologia/http://www.ktl.fi/tk.koti?p_artikkeli=alg00305&p_teos=dlk&p_o_sio=&p_selaus=8029

Hadano, Y.; Kenta, I.; Suzuki, J.; Kawamura, I.; Kurai, H. & Ohkusu, K. 2012. Moraxella osloen-
sis: an unusual cause of central venous catheter infection in a cancer patient. Int J Gen Med.
2012; 5: 875–877. Viitattu 21.3.2016. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3479945/>

Heikkilä, R. 2005. Kliininen mikrobiologia tieteenalana. Teoksessa S. Hellstèn (toim.) 2005.
Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa. 2., uudistettu painos. Helsinki: Suomen kuntaliitto.

Heikkilä, R. & Meurman, O. 2005. Bakteriologia. Teoksessa S. Hellstèn (toim.) 2005. Kliininen
mikrobiologia terveydenhuollossa. 2., uudistettu painos. Helsinki: Suomen kuntaliitto.

Hellstén, S. 2005. Aseptiikka ja hygienia – mikrobiologian soveltaminen. Teoksessa S. Hellstén (toim.) 2005. Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa. 2., uudistettu painos. Helsinki: Suomen kuntaliitto.

Hirsjärvi, S.; Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13., osin uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

James, D. 2016. Nine Safe Practices for the Microbiology Laboratory. Carolina. Viitattu 7.3.2016. <http://www.carolina.com/teacher-resources/Interactive/nine-safe-practices-for-the-microbiology-lab/tr11085.tr>

Kokki, M.; Kuusela, P. ja Richardson M. 2010. Johdanto mykologiaan. Teoksessa K. Hedman, T. Heikkinen, P. Huovinen, A. Järvinen, S. Meri & M. Vaara (toim.). 2010. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet osa 1. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Kurvinen, T. 2015. Välinehuollon pintojen puhtaus. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. <http://www.vsshp.fi/fi/sairaanhoitopiiri/mediatiedotteetviestinta/luentoaineistot/Documents/V%C3%A4linehuollon%20alueellinen%20koulutus/V%C3%A4linehuollon%20pintojen%20puhtaus.pdf>

Kuula, A. 2011. Tutkimusetiikka: aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. 2., uudistettu painos. Tampere: Vastapaino.

Kymäläinen, R.; Turtiainen, A-M.; Lunnela, J. & Kuisma, R. 2012. Sairaaloiden pintahygienian tason parantaminen hygieniakartoitusten avulla. Suomen Sairaalahygienialehti 2012; 30: 238-245.

Laaksonen, M. 2011. Perunadekstroosiagar, maljat ja putket. Tykslab Kl. mikrobiologia. Työohje.

Laitinen, K. & Ratia, M. 2011. Puhdistaminen, desinfektio ja sterilointi. Teoksessa K. Hedman, T. Heikkinen, P. Huovinen, A. Järvinen, S. Meri & M. Vaara (toim.). Infektiosairaudet. 1. painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Lumio 2014. Infektioiden tartunta, taudin synty ja leviäminen. Terveyskirjasto. Viitattu 18.2.2016. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00569

Lumio 2015. Infektioiden aiheuttajat: loiset, bakteerit, sienet, alkueläimet, virukset ja prionit. Terveyskirjasto. Viitattu 18.2.2016. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00562

Lyytikäinen, O.; Vuopio-Varkila, J. & Kotilainen, P. 2010. Koagulaasinegatiiviset stafylokokit. Teoksessa K. Hedman, T. Heikkinen, P. Huovinen, A. Järvinen, S. Meri & M. Vaara (toim.). 2010. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet osa 1. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Meurman, O. 2012. Käsihygienian mikrobiologiset perusteet. Suomen Sairaalahygienialehti 30 (3), 128–132.

Meurman, O. & Ylönen, H. 2010. Infektioiden torjunta laboratorioissa. Teoksessa S. Hellstén (toim.) 2010. Hoitoon liittyvien infektioiden torjunta. 6. painos. Helsinki: Suomen kuntaliitto.

Nissi 2013. Katalaasitesti aerobi- ja anaerobibakteereille. Tykslab Kl. mikrobiologia. Työohje.

Microbiology online 2016. Good microbiological laboratory practice. Viitattu 7.3.2016. <http://www.microbiologyonline.org.uk/teachers/safety-information/good-microbiological-laboratory-practise>

Pekkala, S. 2014. Hoitoympäristön puhdistaminen. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. https://www.ppsHP.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/npp/embeds/33651_Hoitoympariston_puhdistaminen_3.11.14.pdf

Rantala, M. 2009. Stafylokkiagglutinaatio, Pastorex Staph-Plus. Tykslab Kl. mikrobiologia. Työohje.

Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2015. Viitattu 19.10.2015.
<http://www.pshp.fi/default.aspx?contentid=8784>

Public Health Agency of Canada 2011. Micrococcus. Viitattu 18.3.2016. <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/micrococcus-eng.php>

Suomen bioanalytikkoliitto ry 2016. Kliininen mikrobiologia. Viitattu 14.3.2016.
http://www.bioanalytikkoliitto.fi/bioanalytikon_ammatti/erikoisalut/kliininen_mikrobiologia/

Syrjälä, H. 2005. Käsihuuhde – mikrobien leviämisen eston kulmakivi. Duodecim.
http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/uusinnumero;jsessionid=376105A06877CF20FC5E5364B9A0F21C?p_p_id=Article_WAR_DL6_Articleportlet&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_viewType=viewArticle&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_tunnus=duo95138

Syrjälä, H. & Teirilä, I. 2010. Käsihygieniä. Teoksessa V.-J. Anttila, S. Hellstén, A. Rantala, M. Routamaa, H. Syrjälä & R. Vuento (toim.). Hoitoon liittyvien infektioiden torjunta. 6. painos. Porvoo: WS Bookwell Oy

Terveyskirjasto 2015. Viitattu 19.10.2015.
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=Ilt02130

Tissari, P. & Anttila, V.-J. 2010. Pseudomonakset, pseudomonasten kaltaiset sauvat ja akinetobakteerit. Teoksessa K. Hedman, T. Heikkinen, P. Huovinen, A. Järvinen, S. Meri & M. Vaara (toim.). 2010. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet osa 1. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Toivo, R. 2008. TGEA-malja. Tykslab Kl. mikrobiologia. Työohje.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittelyminen Suomessa. Viitattu 15.3.2016.
http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Vaara, M.; Skurnik, M. & Sarvas M. 2010. Bakteerisolun rakenne ja toiminta. Teoksessa K. Hedman, T. Heikkinen, P. Huovinen, A. Järvinen, S. Meri & M. Vaara (toim.). 2010. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet osa 1. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa: Määrällisen tutkimuksen perusteet. Tammi.

WHO 2016. Hand Hygiene: Why, How & When? Viitattu 3.3.2016
http://www.who.int/gpsc/5may/Hand_Hygiene_Why_How_and_When_Brochure.pdf

Willemark, N. & Herman, P. 2015. Contained Use of GMOs and pathogens Bio-incidents and Laboratory-acquired Infections: Introduction. Belgian biosafety server. Viitattu 4.3.2016.
http://www.biosafety.be/CU/LAI/Intro_LAI.html

