



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

VIRTSAN BAKTEERIEN POLKU MIKROBIOLOGIAN LABORATO- RIOSSA

Blogipohjaista kertausmateriaalia bioanalyttikko-opiskelijoille

TEKIJÄ/T: Joonas Äikiä
Marcus Miettinen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Joonas Äikiä ja Marcus Miettinen	
Työn nimi Virtsan Bakteerien Polku Kliinisen Mikrobiologian Laboratoriossa – Blogipohjaista kertaust materiaalia Bioanalytikko-opiskelijoille	
Päiväys	28.11.2021
Sivumäärä/Liitteet	29/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Itä-Suomen laboratorokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (ISLAB)	
Tiivistelmä	
<p>Virtsatieinfektiot ovat yleisiä lääkärin hoitoon johtavia sairauksia ja niiden diagnostiikkaa sekä seurantaa varten tehdään vuosittain yli miljoona virtsan bakteeriviljelyä. Kliinisen mikrobiologian laboratoriossa virtsan bakteerinäytteiden tutkiminen on keskeistä bioanalytikkojen työn sisältöä.</p> <p>Bioanalytiikan tutkinto-ohjelmaan kuuluu kliinisen mikrobiologian kurssiopintojen lisäksi viiden opintopisteen laajuisen kliinisen mikrobiologian harjoittelujakso keskussairaalamateriaalilaboratoriossa. Kliininen mikrobiologia on bioanalytiikan erikoisala, joka tutkii mikrobeja sekä niiden ominaisuuksia ja sitä, miten ne aiheuttavat tauteja ihmisessä. Laboratorion tutkimusmenetelmien avulla tauteja aiheuttavat mikrobit pystytään tunnistamaan. Nykyaikaisen teknologian ja automaation yleistyessä mikrobiologian laboratoriossa suurin osa työtehtävistä tehdään vieläkin käsin, vaikka osa testeistä on siirretty analysointilaitteille.</p> <p>Opinnäytetyö on toiminnallinen kehittämistyö, joka tehtiin työn tilaajan Itä-Suomen laboratorikeskuksen liikelaitoskuntayhtymän (ISLAB) ja bioanalytikko-opiskelijoiden käyttöön. Kehittämistyön tarkoituksena oli tuottaa blogipohjaista itsenäisen opiskelun ja kertaamisen materiaalia virtsan bakteerien diagnostiikasta. Tavoitteena kehittämistyöllä oli auttaa opiskelijoita ymmärtämään kliinisen mikrobiologian tutkimusprosessia ja yhdistämään kurseilla aiemmin opittua teoreettista tietoa käytäntöön.</p> <p>Opinnäytetyö koostuu kirjallisesta raportista ja tuotoksesta, joka on Savonian blogialustalla oleva kertaust materiaali käytettäväksi ennen kliinisen mikrobiologian harjoittelua ja sen aikana. Kehittämistyön aihe rajattiin koskemaan kliinisen mikrobiologian virtsanäytteiden analytiikkaa. Esimerkkeinä käytetään kolmea bakteeria: <i>Eschericia Colia</i>, <i>Enterococcus faecalis</i> ja <i>Klebsiella pneumoniae</i> ja kahta keskeistä BioMérieuxin analysointilaitetta: Vitek®2 ja MALDI-TOF MS. Työssä kuvattiin näytteen tutkimuspolku kliinisessä laboratoriossa näytteen saapumisesta bakteerin tunnistamiseen ja antibioottiherkkyuden määrittämiseen. Blogipohjaista kertaust materiaalia voidaan jatkossa päivittää ja laajentaa lisäämällä siihen tutkimusmenetelmiä, analysointilaitteita ja bakteereita.</p>	
Avainsanat kliininen mikrobiologia, bakteriologia, verkko-oppimateriaali, kertaus	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme in Biomedical Laboratory Science			
Author(s) Joonas Äikiä and Marcus Miettinen			
Title of Thesis The Path of Urinary Bacteria in Clinical Microbiology Laboratory – Blog based revision material for biomedical laboratory students			
Date	28.11.2021	Pages/Appendices	29/0
Client Organisation /Partners Eastern Finland Laboratory Centre, Joint Authority Enterprise			
<p>Abstract</p> <p>Urinary tract infection is a common medically treated disease. Over one million bacterial samples are cultured every year for diagnosis of infection and recovery from the disease. Studying urine bacterial samples is essential part of the work in a clinical microbiology laboratory.</p> <p>The degree programme of biomedical laboratory science contains an internship worth five credits in addition to the clinical microbiology course studies. The internship is performed in a central hospital laboratory. Clinical microbiology is a specialized field that studies microbes, their abilities and ways in which they infect humans. Using various clinical techniques pathogens can be identified in the laboratory. Despite advancements in modern technology and automation, most tasks are still performed by hand in a clinical microbiology laboratory but some have been shifted to automated analyzers.</p> <p>This thesis was conducted as a functional development work for use of Eastern Finland Laboratory Centre Joint Authority Enterprise (ISLAB) and biomedical laboratory science students. The purpose of the development project was to produce blog-based material for study and revision about the diagnosis of urinary tract pathogens. The goal of the development work was to help students better understand the diagnosing process of clinical microbiology laboratory and make it easier for students to connect the theory learned on the course to practical work.</p> <p>The thesis consists of a written report and a product which is the revision material situated on Savonia's blog domain to be used before and during the clinical microbiology internship. The subject of the development work was defined to analysis of urine samples. Three bacteria and two BioMérieux's analyzers are presented in this project. The bacteria are <i>Eschericia Coli</i>, <i>Enterococcus Faecalis</i>, <i>Klebsiella pneumoniae</i> and the analyzers are Vitek 2 and MALDI-TOF MS. In this work, the diagnosing path of urinary samples is presented from sample arriving to the laboratory to identifying the bacteria and determining its antimicrobial susceptibility. The revision material can be updated and expanded by adding research methods, analyzers and bacteria.</p>			
<p>Keywords clinical microbiology, bacteriology, e-learning material, revision</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	VIRTSAN LABORATORIODIAGNOSTIIKKA.....	6
2.1	Lähetete ja virtsanäytteenotto	6
2.2	Virtsan bakteeriviljely	7
3	VIRTSATIEINFEKTIOITA AIHEUTTAVAT BAKTEERIT	9
3.1	<i>Escherichia coli</i> ja sen antibioottiherkkyys.....	9
3.2	Enterokokki ja sen antibioottiherkkyys.....	10
3.3	Klebsiella ja sen antibioottiherkkyys	11
4	KLIINISEN MIKROBIOLOGIAN ANALYSAATTOREITA.....	13
4.1	MALDI-TOF MS -laite.....	13
4.2	VITEK®2 -laite bakteerien diagnostiikassa	14
4.2.1	Bakteerien tunnistus Vitek®2 -laitteella	15
4.2.2	Bakteerien antibioottiherkkyuden määrittäminen Vitek®2 -laitteella	16
5	VERKKO-OPPIMATERIAALI OPPIMISESSA.....	18
5.1	Verkko-oppimateriaali	18
5.2	Konstruktivistinen oppimiskäsitys verkko-oppimisessä	19
6	KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	20
7	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS.....	21
7.1	Kehittämistyön menetelmän kuvaus	21
7.2	Kehittämistyön toteutus ja tuotos.....	21
8	POHDINTA.....	23
8.1	Kehittämistyön prosessin ja tuotoksen arviointi	23
8.2	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	24
8.3	Oman oppimisen arviointi ja ammatillinen kasvu	25
8.4	Hyödynnettävyys ja kehittämissideat	26
9	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	27

1 JOHDANTO

Kliininen mikrobiologia on bioanalytiikan erikoisala, joka tutkii muun muassa bakteereita ja viruksia, sekä niiden ominaisuuksia ja sitä, miten ne aiheuttavat tauteja ihmisessä. Mikrobiologian laboratoriossa on kuusi erikoisosaamisaluetta: bakteriologia, immunologia, virologia, parasitologia, mykobakteriologia ja mykologia. Laboratorion tutkimusmenetelmien avulla tautia aiheuttavat mikrobit pystytään tunnistamaan. Nykyaikaisen teknologian ja automaation yleistyessä mikrobiologian laboratoriossa suurin osa työtehtävistä tehdään vieläkin käsin, vaikka osa testeistä on siirretty analysaattoreille. (Suomen bioanalytikkoliitto ry 2019.)

Bioanalytiikan koulutusohjelmaan kuuluu ammattikorkeakoulussa suoritettavien kliinisen mikrobiologian kurssiopintojen lisäksi viiden opintopisteen laajuinen kliinisen mikrobiologian harjoittelujakso keskussairaalamlaboratoriossa. Tavallisesti opiskelijat suorittavat keskussairaalaharjoittelun viidennen tai kuudennen lukukauden aikana. Harjoittelujakson aikana opiskelija oppii yhdistämään aikaisemmin opitun teorian käytäntöön ohjatussa harjoittelussa. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2017.)

Harjoittelua ennen ja sen alkuvaiheessa bioanalytikon työn sisältöjen kertaaminen auttaa ymmärtämään sitä, millaisia tutkimuksia kliinisen mikrobiologian laboratoriossa tehdään. Lisäksi mikrobiologian prosesseihin ja laitteisiin perehtyminen etukäteen tehostaa oppimista harjoittelun aikana ja lisää myös kiinnostusta sekä mikrobiologiaan että mikrobiologian laboratoriossa työskentelemiseen tulevaisuudessa. Mikrobiologiaan liittyvän teorian tiedon ja menetelmien itsenäinen kertaaminen ennen harjoittelujaksoa helpottaa harjoittelun aloittamista ja edistää työtehtävien oppimista harjoittelun aikana.

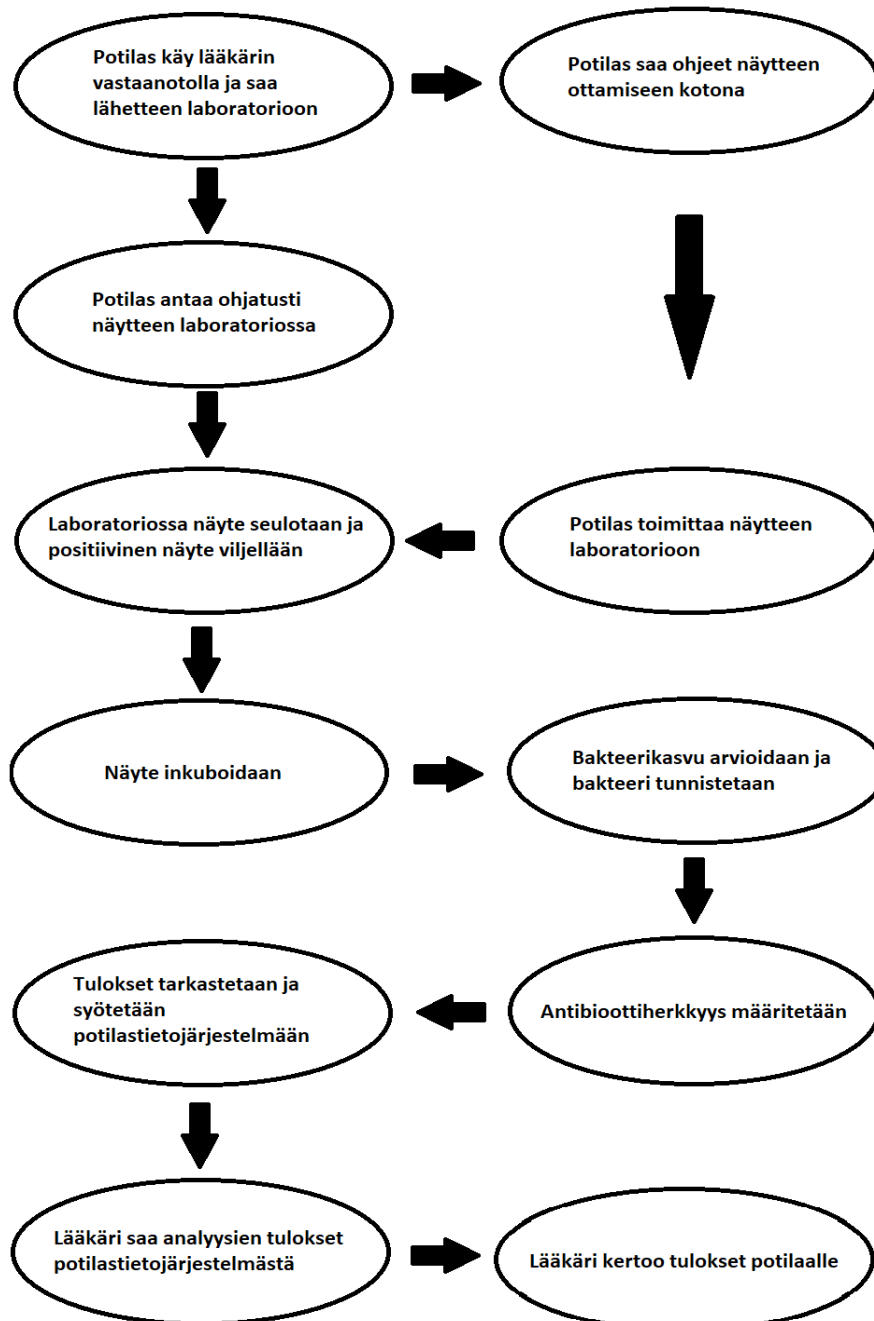
Työn tilaaja on Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymä (ISLAB). ISLAB on vuonna 2008 perustettu kunnallinen liikelaitos, jonka tehtävänä on tuottaa Itä-Suomen alueella julkisen terveydenhuollon, terveyskeskusten ja sairaaloiden käyttöön laboratoriopalveluita kliinisen kemian, hematologian, mikrobiologian ja genetiikan erikoisalueilla. ISLAB koostuu kolmesta aluelaboratoriosta: Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan aluelaboratoriosta. (ISLAB 2020a.) Ammatillisten opintojen ohjaus nähdään tärkeänä ISLABissa ja opiskelijoille tarjotaan aiheita, joista he voivat tehdä opinnäytetöitä ja kehitystehtäviä. (ISLAB 2021.)

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen kehittämistyö, jonka tarkoituksena oli tuottaa blogipohjaista itsenäisen opiskelun ja kertaamisen materiaalia virtsan bakteerien diagnostiikasta. Tässä työssä kliinisen mikrobiologian tutkimusprosessia havainnollistetaan kolmen virtsan patogeenisen bakteerin avulla. Näitä bakteereita ovat *Escherichia Coli*, *Enterococcus Faecalis* ja *Klebsiella pneumoniae*, joiden tutkimuspolkua kliinisen mikrobiologian laboratoriossa kuvataan. Bakteerien tutkimiseen käytettävistä laitteista esitellään BioMérieuxin MALDI-TOF MS- ja Vitek®2-laitteet. Tavoitteena kehittämistyöllä oli auttaa opiskelijoita ymmärtämään kliinisen mikrobiologian tutkimusprosessia ja yhdistämään kurseilla aiemmin opittua teoretietoa käytäntöön.

2 VIRTSAN LABORATORIODIAGNOSTIIKKA

2.1 Lähetä ja virtsanäytteenotto

Virtsatieinfektion tutkimusprosessi alkaa siitä, kun potilas kokee oireita, joita hän lähtee selvittämään terveydenhuollon toimipisteeseen. Kuviossa 1 kuvataan virtsatieinfektion tutkimuspolku. Tutkimusprosessin alussa lääkäri tai hoitaja toteaa tarpeen laboratoriotutkimukselle. Tutkimuspyyntö tehdään potilastietojärjestelmään ja potilaalle kerrotaan, miten ja miksi tutkimus tehdään, missä ja milloin näyte otetaan ja miten potilaan tulee valmistautua näytteenottoa varten. Laboratorion ylläpitämästä ohjekirjasta löytyvät tarjolla olevat tutkimukset ja näytteenottoon liittyvät toimintaohjeet. Tutkimuspyynnön tulee sisältää tilatut tutkimukset, potilaan henkilötunnus ja nimi, tutkimuksen pyytäjän osoite, näytteen tyyppi sekä näytteenottoaika. Lisäksi tutkimuspyyntöön kirjataan lisätiedot, kuten kiiremerkinnät ja mahdollinen tartuntavaara. (Tuokko, Rautajoki ja Lehto 2008, 7–9.)



KUVIO 1. Virtsanäytteen tutkimuspolku (Marcus Miettinen 2021).

Virtsanäytteen laadun ja luotettavuuden varmistamiseksi esitietoihin kirjataan näytteen rakko aika, ototapa ja näytteen antamisen onnistuminen. Tämän lisäksi näytteen saamisen kellonaika ja päivämäärä merkitään tietoihin. Bakteriviljelyä varten esitiedoissa ilmoitetaan tiedot mikrobilääkityksestä ja infektioalttiuteen vaikuttavista perussairauksista. (Tuokko ym. 2008, 62–63.)

Virtsaviljelyä varten otetaan puhtaasti laskettu keskisuihkuvirtsanäyte (PLV-näyte), joka otetaan niin, ettei näyte ole kontaminoitunut siihen kuulumattomilla soluilla ja bakteereilla. Näytteenottoa edeltävällä alapesulla vähennetään genitaalialueen normaaliflooran bakteerien sekoittumista näytteeseen. Näyte otetaan keskivirtsasta, jolloin normaaliflooran bakteerit ovat poistuneet virtsaputkesta ennen näytevirtsa. Näyte pyritään ottamaan aamun ensimmäisestä virtsasta, sillä edellisestä virtsaamisesta on hyvä olla kulunut ainakin neljä tuntia. Nautittu ruoka ja juoma vaikuttavat näytteen pH-arvoon ja vahvuuteen, minkä vuoksi paasto on tutkimuksen vaatimus. (Matikainen, Miettinen ja Wasström 2016, 87–90.)

Virtsanäyte otetaan virtsanäyteastiaan, josta se siirretään näyteastiassa olevan neulan kautta neljä millilitran vakuumiputkeen. Lisäksi näytteestä otetaan kymmenen millilitraa vakuumiputkeen, jos virtsanäytteet seulotaan partikkelilaskennalla bakteriviljelyn tarpeen arvioimiseksi. Vakuumiputkissa on useimmiten säilöntäaine, joka mahdollistaa kuljetuksen laboratorioon huoneenlämmössä. Säilöntäaineellinen vakuumiputkinäyte säilyy huoneenlämmössä 24 tuntia ja jääkaappilämpötilassa kaksi vuorokautta. Näytemäärän ollessa pieni (alle 2,5 millilitraa) säilöntäainetta ei usein käytetä, minkä vuoksi näytteen säilyttäminen ja kuljettaminen täytyy tehdä jääkaappilämpötilassa ja jäähdyttämisen tulee tapahtua puolen tunnin kuluessa näytteenotosta. Säilöntäaineeton näyte on sopiva viljelytutkimukseen oikein säilytettynä 24 tunnin ajan. (ISLAB 2020b; Matikainen ym. 2016, 90–92.)

2.2 Virtsan bakteriviljely

Virtsan bakteriviljely on keskeinen bakteriologian perusmenetelmä, koska sen suorittamiseen tarvittava välineistö on yksinkertaista ja halpaa. Virtsanäytteestä viljeltyjen bakterikantojen jatkotutkimiseen on useita helppoja tunnistustestejä. Kannoista voidaan myös määrittää bakteerien herkkyys erilaisille mikrobilääkkeille. Bakteriviljelmien jatkotutkimuksissa ja tulkitsemisessä tarvitaan erikoiskoulutusta, minkä vuoksi viljelyprosessi ja tulkinta tapahtuvat usein kliinisen mikrobiologian laboratorioissa. Viljelyn tutkimusprosessia on mahdollista porrastaa karsimalla negatiiviset viljelytulokset esimerkiksi terveyskeskuksen laboratorioissa, jolloin vain jatkotutkimuksia vaativat viljelmät lähetetään erikoislaboratorioon. (Carlson ja Koskela 2011.)

Virtsan viljelyssä käytetään viljelysilmukkaa maljalle laitettavan virtsan määrän vakioimiseksi. Vakioitu virtsan määrä mahdollistaa bakteerien määrän arvioimisen inkuboinnin jälkeen. Virtsan hajoitusviljely tehdään huoneenlämpöiselle kromogeeniselle maljalle vetämällä silmukalla poikkiviiva keskelle maljaa, ja tämän jälkeen tehdään kohtisuorasti poikkivetoon nähden tiheää siksak-kuviota koko maljan levey-

delle (Kuva 1). Maljan pinnan rikkoutumisen voi ehkäistä käyttämällä silmukkaa lappeellaan. Hajotusviljelyn tulisi olla yhtenäinen veto, eikä silmukka saa osua maljan reunoihin. (Matikainen ym. 2016, 98.)



Kuva 1. Virtsan hajotusviljely (Joonas Äikiä 2021).

Viljelyn jälkeen maljan kansi suljetaan ja potilaan tunnistetarra liimataan maljan pohjaan. Tarra pohjassa auttaa tunnistamaan maljan, jos kansi irtoaa. Tarra kertoo myös inkubaation aloituksen ajankohdan, joka helpottaa inkubaation keston arviointia. Maljaa inkuboidaan +35 asteessa yleensä 18–24 tuntia. Tämän ajan jälkeen jatkotutkimuksiin lähetetään maljat, joiden kasvu on huomattavaa ja ylittää määritetyt rajat. (Matikainen ym. 2016, 98–99.)

Huomattavan kasvun saavuttaneiden viljelyiden jatkotutkimuksia ovat bakteerin tunnistuskokeet ja mikrobilääkeherkkyysmääritykset (Matikainen ym. 2016, 99). Bakteerien tunnistamiseen voidaan käyttää mikroskopointia ja käsin tehtäviä biokemiallisia testejä, kuten koagulaasi- tai katalaasikoetta. Herkkyysmäärityksien tekemisessä voidaan käyttää antibioottikiekoja, jotka asetetaan jatkoviljelymaljalle ja joiden tehoa maljalla kasvavaan bakteeriin arvioidaan seuraavana päivänä mittaamalla kiekon ympärille syntynyttä bakteeritonta aluetta. Vaihtoehtoisesti nykyisin käytetään mikrobiologian analysointilaitteita, joilla bakteerien tunnistaminen ja herkkyiden määrittäminen on nopeampaa ja kustannustehokkaampaa. Bakteerien tunnistamiseen ja herkkyiden määrittämiseen käytettävistä analysointilaitteista lisää luvussa 4.

3 VIRTSATIEINFEKTIOITA AIHEUTTAVAT BAKTEERIT

Virtsatieinfektiot (VTI) ovat hengitystieinfektioiden jälkeen yleisimpiä infektioita, joiden vuoksi hakeudutaan lääkärin hoitoon. Suomessa hoidetaan vuosittain noin 270 000 virtsatieinfektiota, joista suurin osa hoidetaan avohoidossa ja loput sairaalassa. VTI:t yleistyvät iän myötä ja ovat pääasiassa naisten sairauksia. Nuorilla ja keski-ikäisillä miehillä virtsatieinfektiot ovat harvinaisia ja infektion aiheuttaa usein virtsarakkoon kohdistuva toimenpide, katetrointi tai tyhjenemishäiriö. Infektoriski kasvaa myös miehillä iän myötä ja vanhemmilla miehillä virtsatieinfektiot ovat yhtä yleisiä kuin naisilla. (Virtsatieinfektiot: Käypä hoito -suositus 2021.)

Tulehduksen saavat aikaan välilihaa kolonisoivat bakteerit päästessään nousemaan virtsaputkea pitkin virtsarakkoon. Riskitekijöiksi on tutkimusten perusteella osoittautunut heikentynyt limakalvopuolustus, sukupuoliyhdyntä ja virtsanjohdinten toimintahäiriöt. Virtsan katetrointi on huomattavin riskitekijä ympärivuorokautisessa hoidossa, ja katetrointi nostaa virtsatieinfektion riskin kymmenkertaiseksi. Avohoidossa tavallisin infektion aiheuttajabakteeri on *Escherichia coli* ja hoitoon liittyvien infektioiden aiheuttajia ovat *Escherichia coli* ohella muun muassa Klebsiellat, Enterokokit ja Pseudomonakset. (Virtsatieinfektiot: Käypä hoito -suositus 2021.)

3.1 *Escherichia coli* ja sen antibioottiherkkyys

Escherichia coli on gramnegatiivinen sauvabakteeri, joka kuuluu ihmisen suoliston normaaliflooraan. *E. coli* patogeenisia lajeja tunnetaan kahdeksan, jotka voidaan jakaa suoliston ulkopuolisia infektioita aiheuttaviin ja suolistoinfektioita aiheuttaviin *E. coli*hin. Nämä jaetaan virulenssitekijöidensä perusteella patogeenisuusryhmiin, joista merkittävimpiä ovat virtsatieinfektioita aiheuttavat kannat VTI ja UPEC (uropathogenic *Escherichia coli*) sekä ripulitauteja aiheuttava ETEC (enterotoxigenic *Escherichia coli*). *E. coli* bakteereilla on kyky hankkia muilta bakteereilta liikkuvia geneettisiä elementtejä, esimerkiksi plasmideja, jotka voivat muuttaa suoliston normaaliflooraan kuuluvan *E. coli*-bakteerin moniresistentiksi ja sopeutuvaiseksi taudinaiheuttajaksi. (Hakanen, Kantele ja Salmenlinna 2020.)

E. coli tunnistaminen steriileistä näytteistä viljelemällä on helppoa, koska sillä on kyky hapattaa eli fermentoida laktoosia ja useita sokereita. Fermentointikyvyn vuoksi pesäkkeet saavat maljalla aikaan värireaktion. Suurin osa ihmisen mikrobiston *E. coli*-bakteereista ei aiheuta infektioita, mutta niillä on kyky ulkoisen tekijän, kuten virtsakatetrin vaikutuksesta muuttua opportunistiseksi taudinaiheuttajaksi. Taudinaiheuttajan opportunistisuudella tarkoitetaan sitä, että infektion edellytyksenä on immuuniteetin heikentyminen ja elimistön luontaisten suojausmekanismien ohittaminen. Virtsatieinfektiot ovat ripulitautien ohella yleisimpiä *E. coli* aiheuttamia tauteja. Yleisimmin *E. coli* johtuva virtsatieinfektio on peräisin oman suoliston ja välilihan ihon bakteereista. *E. coli* aiheuttamat ripulitaudit syntyvät patogeenisen kannan tuottaman enterotoksiinin välityksellä, kuten enterohemorraagisen *E. coli*-kannan (EHEC) Shiga-toksiini. Tavallisin oire on vesiripuli, mutta taudinkuvaan voi kuulua massiivinen veriripuli, johon voi kuulua vakavia jälkikomplikaatioita. (Hakanen, Kantele ja Salmenlinna 2020.)

E. coli on luonnostaan herkkä gramnegatiivisten bakteerien aiheuttamien infektioiden hoitoon tarkoitetuille lääkkeille. Kuitenkin sairaalaympäristössä *E. coli* kykenee kehittämään plasmidiperäisesti moniresistenssin mikrobilääkitystä vastaan, minkä takia infektiota aiheuttavan kannan herkkyyden määrittäminen on usein tarpeen. (Hakanen, Kantele ja Salmenlinna 2020.)

Sairaalan ulkopuolelta saatua *E. coli*-infektiota voidaan hoitaa onnistuneesti käyttäen esimerkiksi pivmesillinaamia, trimetopriimia tai kefalosporiinia. Infektion kehittyessä septiseksi on käytettävä mahdollisimman tehokasta mikrobilääkettä, kuten 2. tai 3. polven kefalosporiinia. (Hakanen, Kantele ja Salmenlinna 2020.)

E. coli vastustuskykyiset ESBL-kannat (extended spectrum beta-lactamase) ovat yleistyneet Suomessa ja Euroopassa huomattavasti viime vuosina. ESBL-kannat ovat lääkehoidon kannalta ongelmallisia laajan resistenssin vuoksi. Ne ovat usein resistenttejä fluorokinoloneille, tobramysiinille ja sulfatrimetopriimille eikä infektioiden hoitoon voida myöskään käyttää kefalosporiineja tai penisilliinien ja beetalaktamaasi-inhibiittorien yhdistelmiä. Yleisesti ESBL-kantojen aiheuttamaa kystiittiä voidaan hoitaa nitrofurantoiinilla, mutta karbapeneemit ovat tehokkaimpia antibiootteja vaikeiden tautimuotojen hoidossa. (Hakanen, Kantele ja Salmenlinna 2020.)

3.2 Enterokokki ja sen antibioottiherkkyys

Enterokokit ovat grampositiivisia aerobisia kokkeja, jotka kuuluvat terveen henkilön suoliston normaaliin mikroflooraan. Ihmisen elimistöstä on löydetty 20 patogeenista enterokokkilajia, joista yleisimpiä ovat *Enterococcus faecalis* ja *Enterococcus faecium*. Enterokokit ovat tavallisesti joustavia kasvuvaatimuksiltaan ja pystyvät kasvamaan korkeassa pH:ssa, suolaisessa ympäristössä ja kestävät lämpötilan vaihteluita. Enterokokit ovat hyvin kestäviä ja kykenevät säilymään hengissä elottomilla pinnoilla sekä selviytyvät 60 °C lämpötilassa jopa puolen tunnin ajan. (Rantakokko-Jalava ja Anttila 2020.)

Enterokokkien kasvupesäkkeet ovat tavallisesti ei-hemolyyttisiä, vaikka alfa-hemolyyttisiä ja beeta-hemolyyttisiäkin kantoja on löydetty. Yleisesti enterokokit muodostavat pareja ja lyhyitä ketjuja ja kautuessaan ja ovat suurempia kuin pneumokokit, jotka myös esiintyvät pareittain. Enterokokit ovat elimistön taudinaiheuttajina opportunisteja. Yleisimpiä enterokokkien aiheuttamia infektiota ovat virtsatietulehdukset, mutta enterokokit kykenevät myös kolonisoimaan erilaisia haavoja, kuten leikkaushaavoja ja palohaavoja. Enterokokki-infektiot liittyvät usein katetreihin ja kanyyleihin johtuen *E. faecalis* ja *E. faeciumin* kyvystä tuottaa biofilmejä. Enterokokit ovat myös joissain tapauksissa bakteerioiden ja endokardiitin aiheuttajia. (Rantakokko-Jalava ja Anttila 2020.)

Enterokokkisuvun bakteereilla on luontainen resistenssi useimmille antibiooteille. Enterokokit sietävät penisilliiniä hyvin, ja kefalosporiinit sekä sulfa-trimetopriimi ovat enterokokki-infektioiden hoidossa tehottomia. Tehokkaita mikrobilääkkeitä enterokokkeja vastaan ovat ampicilliini, piperasilliini, karbapeneemit, osa fluorokinoloneista ja glykopeptidit kuten vankomysiini ja teikoplaniini. Virtsatieinfektioiden hoidossa usein toimiva on nitrofurantoiini. (Rantakokko-Jalava ja Anttila 2020.)

Laajan resistenssinsä lisäksi enterokokeilla on kyky kehittää resistenssi kaikille nyt toimiville antibiooteille. Enterokokeista *E. faecium* on herkin muuntelemaan penisilliinejä sitovia proteiinejaan siten, että resistenssi mikrobilääkkeitä kohtaan syntyy. Tämän takia *E. faecium* on huomattavan usein resistentti myös fluorokinoloneille ja nitrofuratoiinille. (Rantakokko-Jalava ja Anttila 2020.)

Syntyneistä resistensseistä merkittävä esimerkki on ollut multiresistenttien bakteerien aiheuttamien infektioiden hoidossa käytettävää vankomysiiniä vastaan syntynyt vastustuskyky. Vankomysiiniresistentti enterokokki (VRE) löydettiin ensimmäisen kerran vuonna 1986, ja kantaa esiintyi Yhdysvalloissa vuonna 1999 25 prosentissa enterokokkien aiheuttamista sairaalainfektioista. Suomessa VRE-kantojen osuus sairaalainfektioista vuosina 1999–2006 oli prosentti. VRE-kannan resistenssi johtuu vanA- tai vanB-geenikompleksin kehittymisestä bakteerissa. Näiden geenien on huomattu pystyvän siirtymään bakteerilajista toiseen, minkä vuoksi vankomysiiniresistenssin esiintymistä seurataan tarkasti. Resistenssi voisi siirtyä esimerkiksi stafylokokkeihin, joiden virulenssi on huomattavasti suurempi kuin enterokokkien. (Rantakokko-Jalava ja Anttila 2020.)

3.3 Klebsiella ja sen antibioottiherkkyys

Klebsiellat ovat gramnegatiivisia sauvabakteereita, jotka voivat aiheuttaa virtsatieinfektioita, keuhkokuumetta, verenmyrkytyksiä, aivokalvontulehduksia ja tulehduksia haavoissa sekä leikkaushaavoissa. Klebsiella-bakteereille on kehittynyt hyvä vastustuskyky mikrobilääkkeitä vastaan, mikä vaikeuttaa infektion hoitamista. Bakteerin luontainen elinympäristö on suolistossa, jossa Klebsiella ei aiheuta infektioita. (Centers for Disease Control and Prevention 2010.)

Klebsiellat kykenevät muodostamaan polysakkaridikapselin, joka saa pesäkkeet kasvamaan elatusmäljälle limaisina. Klebsiellabakteerin polysakkaridikapselin perusteella ne voidaan luokitella K-antigeenityyppeihin, jotka vaikuttavat siihen, miten virulentti bakteerilaji on. K1- ja K2-kapselityypit nähdään usein kaikista virulenteimpina, eikä kapselityypin ole huomattu situoutuvan tiettyyn taudinkuvaan. (Aittoniemi, Arvola ja Anttila 2020.)

Klebsiellainfektioita ei yleensä esiinny terveillä ihmisillä. Sairaalassa klebsiellainfektio on tavallisesti potilailla, joilla on joku muu sairaus, jota hoidetaan antimikrobilääkityksellä tai jonka vuoksi he joutuvat käyttämään katetria tai hengityskonetta. (Centers for Disease Control and Prevention 2010.)

Tavallisimpia *Klebsiella pneumoniaesta* aiheuttamia infektioita ovat virtsatieinfektiot ja lohkokeuhkokuume, jolle altistavia tekijöitä ovat muun muassa diabetes, alkoholismi ja krooniset keuhkosairaudet. Keukokuumeesta aiheutuva kuolleisuus riippuu oireiden voimakkuudesta. (Aittoniemi, Arvola ja Anttila 2020.)

Klebsiellasuvun bakteereilla on kyky tuottaa beetalaktamaasia, minkä takia Klebsiellat ovat luonnostaan resistenttejä ampicilliinille. Plasmidin koodittamaa beetalaktamaasia tuottavat ESBL-kannat ovat olleet vielä harvinaisia. Tavallisesti Klebsiellat ovat herkkiä muun muassa karbapeneemeille, aminoglykosideille, toisen ja kolmannen polven kefalosporiineille sekä klavulaanihapon ja amoksisilliinin yhdistelmälle. (Aittoniemi, Arvola ja Anttila 2020.)

Karbapenemaasi-entsyymiä tuottavat klebsiella-kannat ovat resistenttejä karbapeneemeille, joka toimii usein viimeisenä hoitovaihtoehtona hoidettaessa multiresistenttiä gram-negatiivista infektiota. (Centers for Disease Control and Prevention 2010.) Kannan tunnistaminen voi olla vaikeaa tavallisin mikrobiologian laboratorion menetelmin, ja tunnistaminen vaatii molekyylibiologian menetelmiä. (Aittoniemi, Arvola ja Anttila 2020.)

4 KLIINISEN MIKROBIOLOGIAN ANALYSAATTOREITA

4.1 MALDI-TOF MS -laite

MALDI-TOF MS (matrix-assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry) on massaspektrometriaan perustuva menetelmä mikrobien tunnistamiseen. MALDI-TOF MS on menetelmänä mullistanut mikrobiologian laboratorion tutkimusprosessin, koska se on tutkimusmenetelmänä kustannustehokas, tarkka ja nopea tunnistamaan mikrobiologian laboratoriossa eristettyjä bakteereja, sieniä ja mykobakteereja. (Murray 2011, 419.)

MALDI-TOF MS -menetelmä on kehitetty vuonna 1987, ja vuonna 2002 menetelmä palkittiin arvostetulla Nobel-palkinnolla. Menetelmästä on kehittynyt tämän jälkeen nopea ja luotettava työkalu monenlaisien mikrobien tunnistamiseen ja MALDI-TOF MS -menetelmän käyttö on yleistynyt huomattavasti rutiinidiagnostiikassa viime vuosina. BioMérieuxin VITEK MS -laite (Kuva 2) on esimerkki MALDI-TOF MS -menetelmää käyttävästä analysaattorista. (Clark, Kaleta, Arora ja Wolk 2013, 550.)

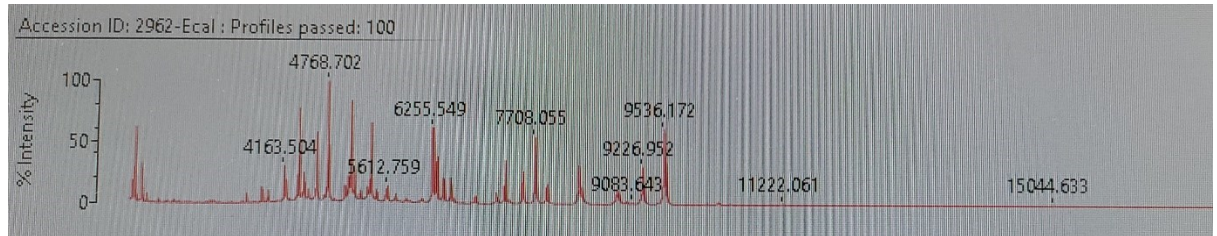


Kuva 2 BioMérieux MALDI-TOF MS (BioMérieux 2020).

Menetelmässä on kolme toiminnallista osaa: ionilähde, massa-analysaattori ja tunnistamisen suoritettava laite. Ionilähde ionisoi näytteen ja muuttaa näytteen molekyylien ionit kaasuksi. Massa-analysaattori erittelee ionit niiden massa-varaus-suhteen (m/z) mukaan, minkä jälkeen detektor analysoi erottuneet ionit. (Croxatto, Prod'hom ja Greub 2011, 381.)

Tutkittava näyte sekoitetaan näytelevyllä matriisiin, jonka tehtävänä on auttaa proteiinien ionisoitumista. Matriisi on laitevalmistajan standardoitu valmiste, joka on tarkoitettu käytettäväksi MALDI-TOF MS -laitteessa laadukkaiden ja luotettavien tulosten saamiseksi. Näytteen kiteytymisen jälkeen näytelevy asetetaan laitteeseen, jossa levyllä asetettuja näytteitä sädetetään lyhyillä laserpulsseilla. Laserpulssein energia saa näytelevyllä aikaan desorption ja haihtumisen sekä ionisoitumisen kaasufaasiin. Ionisoidut molekyylit kiihdytetään sähkökentän avulla ja hiukkaset kulkevat vakuumputken läpi detektoriin ionin massasta riippuvalla nopeudella. Pienet ionit kulkeutuvat putkessa nopeasti ja raskaat hitaammin. Ionien lentoaika (TOF, time-of-flight) määräytyy ionin massan ja varauksen perusteella. (Croxatto ym. 2011, 382.)

Lopuksi tutkittavat näytteet erotellaan lentoaikojen pituuden perusteella, ja näytteille muodostuvat toisistaan eroavat ja intensiteetiltään vaihtelevat massaspektrit. Intensiteetti kuvaa detektorille osu-neiden ionien määrän tietyn massa-varaus-suhteen kohdalla. Massaspektri on bakteerille yksilöllinen, joten sitä voidaan kutsua bakteerin ”molekyylisormenjäljeksi” (Kuva 3). (Croxatto ym. 2011, 382.)



Kuva 3 Esimerkki bakteerin massaspektristä (Joonas Äikiä 2021).

4.2 VITEK®2 -laite bakteerien diagnostiikassa

Vitek®2 (kuva 4.) on BioMérieuxin markkinoima laite bakteerien ja hiivojen tunnistukseen sekä anti-bioottiherkkyden määrittämiseen ja resistenttien kantojen tunnistukseen (BioMérieux 2019). Vitek®2 on automatisoitu mikrobiologinen järjestelmä, joka helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä laboratoriossa. Laitteita on kolmea kokoluokkaa: Vitek®2 compact, Vitek®2 ja Vitek 2®XL. Vitek®2-laite käyttää reagensseja sisältäviä testikortteja näytteiden tutkimiseen. Erilaisia testikortteja käyttämällä laitetta voidaan käyttää näytteessä oleva bakteerin tunnistamisessa ja sen antibioottiherkkyden tutkimisessa. Tunnistus ja herkkyysmäärittäminen eroavat sen suhteen, mitä reagensseja testikortit sisältävät ja millaisia reaktioita korteissa tapahtuu. (Pincus 2007).



Kuva 4 VITEK®2 -järjestelmä (BioMérieux 2020).

Ensimmäiseksi näytteestä tehdään bakteerisuspensio sekoittamalla maljalta haluttua bakteeripesäkettä steriiliin suolaliuokseen. Suspension vahvuus riippuu bakteerityypistä. Suspension vahvuutta kuvataan McFarlandin standardilla, jonka avulla voidaan arvioida bakteerien määrä suspensiossa, vertaamalla suspension sameutta McFarlandin standardiin. Standardin määrittämiseen käytetään bariumkloridi- ja rikkihappoliuosta, jotka muodostavat sekoittuessaan hienoa sakkaa. Liuos vastaa sameudeltaan bakteerisuspensiota, jonka bakteeripitoisuus on tunnettu, joten sen sameutta voidaan käyttää arvioimaan tuntematonta bakteeripitoisuutta liuoksessa. (Dalynn Biologicals 2014.) Gram-

negatiivisille ja gram-positiivisille bakteereille tehdään suspensio, jonka vahvuus on 0,50–0,63 McFarlandia (Pincus 2007).

4.2.1 Bakteerien tunnistus Vitek®2 -laitteella

Vitek®2 käyttää näytteiden tunnistukseen testikortteja, jotka sisältävät 64 kaivoa. Kaivoissa on reagenssit testeihin ja molemmin puolin kasettia on läpinäkyvä kalvo. Kalvo päästää sopivasti happea läpi mutta kuitenkin säilyttää eristetyn tilan, jossa jokaisella kaivolla on yksilölliset olosuhteet ja sekoittumista ei tapahdu. Testikorteissa tapahtuvat reaktiot mittaavat mikrobien metaboliaan liittyviä ominaisuuksia kuten, happamoitumista alkalinisaatiota ja entsyymihydrolyysiä tai bakteerikasvua inhibiittoreiden läsnä ollessa. (Pincus 2007.) Kortit ovat suunniteltu tutkittavan mikrobin tyyppin mukaan. Gram-negatiivisille ja grampositiivisille bakteereille käytetään omia kortteja. Neisserialle, haemophilukselle ja muille kasvuympäristöstä tarkoille gram-negatiivisille bakteereille käytetään omaa korttia. Näiden lisäksi hiivoilla on oma kortti samoin kuin anaerobisilla bakteereilla ja korynebakteereilla. (BioMérieux 2006.)

Valmistettu bakteerisuspensio asetetaan omalle paikalleen telineeseen, jota kutsutaan kasetiksi (Kuva 5.). Huoneenlämpöisen testikortin viivakoodi luetaan ja kortti asetetaan kasettiin omalle paikalleen niin, että kortin pilli on näyteputkessa. Laitte täyttää kortit tyhjiön avulla, pumppu imee kammiosta ja korteista ilman pois muodostaen tyhjiön. Kun tyhjiö vapautetaan kortit täyttyvät paine-eron seurauksena. Täytetyt kortit sinetöidään ja siirretään inkuboitavaksi. Laitte inkuboi kasetteja, ja viidentoista minuutin välein se lukee kaivoissa tapahtuneet muutokset optisesti. (BioMérieux 2006.) Analyysointorin tunnistus on spektrofotometriaa ja se perustuu Lambert-Beerin lakiin, jonka avulla määritetään valon imeytymistä aineeseen. Usein biologiset yhdisteet absorboivat valoa UV-alueella tai kemiallisten reaktioiden seurauksena muodostavat värillisiä reaktiotuotteita, jotka absorboivat näkyvää valoa (Solunetti 2006). Tulokset ilmaistaan "+" ja "-" tai "?". Kysymysmerkit ovat heikkoja reaktioita, jotka ovat liian lähellä raja-arvoja. Plussat ja miinukset muodostavat sarjan, kuten esimerkiksi API 20 -testissä, ja kyseisiä tuloksia verrataan tietokannasta löytyviin tunnettuihin tuloksiin vastauksen saamiseksi. Tunnistuksessa korttien reaktiot mittaavat mikrobien metaboliaan liittyviä ominaisuuksia kuten, happamoitumista alkalinisaatiota ja entsyymihydrolyysiä. (Pincus 2007.)

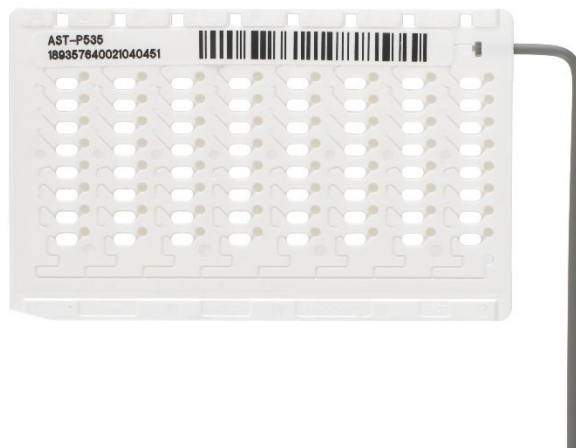


Kuva 5 Testikortti kasetissa (Joonas Äikiä 2021).

4.2.2 Bakteerien antibioottilherkkyyden määrittäminen Vitek®2 -laitteella

Herkkyyismäärittystä varten tehdään bakteerisuspensio, jonka jälkeen testikortit ja näytteet asetetaan kasettiin. Kasetti asetetaan Smart carrier -asemaan (SCS), joka syöttää kasetissa olevalle muistisirulle korttien halutut tiedot, kuten esimerkiksi näytteen numeron. VITEK®2 -järjestelmän (kuva 3.) sisällä kasetti kulkee laitteen toiminnallisille osille kuljetustarjottimella. Kasetti siirtyy viivakoodin lukijalle, joka lukee herkkyyskorttien viivakoodeista kortin tiedot, kuten testikortin tyyppin, kortin eräpäivän, LOT-numeron ja kortin sarjanumeron. LOT-numeron ja sarjanumeron avulla korttien valmistustiedot ovat jäljitettävissä. (BioMérieux 2002, 71–72.)

Herkkyyskortit käyttävät sarjalaimennustekniikkaa, jossa jokaisessa kaivosarjassa on eri antibioottia ja sen konsentraatio puolittuu aina seuraavassa sarjan kaivossa (konsentraatio alussa 1 -> 1/2 -> 1/4 -> 1/8 ...). Laimennus- ja pipetointiasemalla antibioottilherkkyySNäytteet laimennetaan automaattisesti. Kun antimicrobial susceptibility test -kortti (AST-kortti; Kuva 6.) havaitaan, laite laskee 2,5 millilitraa steriiliä suolaliuosta tyhjään koeputkeen, jossa AST-kortti on. Tämän jälkeen VITEK®2 -järjestelmä pipetoi näytettä suolaliuosta sisältävään koeputkeen. Pipetointiin laite käyttää kontaminaatioiden välttämiseksi kertakäyttöisiä pipetin kärkiä. Koska herkkyismäärittämisessä käytetään tyhjää koeputkea, Vitek®2 -laitteella voidaan halutessa tehdä samasta näytteestä sekä tunnistus että herkkyysmäärittäminen. Näyte voidaan pipetoida ID-putkesta tai erikseen asetetusta näyteputkesta, jos näyte on jo tunnistettu ja halutaan tutkia vain herkkyys. (BioMérieux 2002, 74–76.)



Kuva 6 AST-kortti (BioMérieux 2006).

Täyttöasemalla kansi ja tarjotin muodostavat tiiviin kammion. Pumppu imee kammion ilmaa pois, minkä seurauksena ilma pakenee testikorteista ja niihin muodostuu tyhjiö. Tyhjiö vapautetaan hitaasti, ja tämän seurauksena paineen muutos kammiossa pakottaa suspension koeputkista pilliin korttien kaivoihin. Järjestelmä tarkkailee prosessin aikaan useita lämpötila- ja painesensoreita, jotta se voi kontrolloida tyhjiön muodostumis- ja vapauttamisnopeutta. Tämä takaa korttien asianmukaisen täyttämisen (BioMérieux 2002, 78.) Kortit sinetöidään kuumentamalla. Oikealla oleva pilli (kuva 4) katkaistaan sulattamalla sitä kuumalla "langalla", jolloin ylimääräinen osa putoaa koeputkeen ja korttiin jäävä osa sinetöityy sulalla muovilla. (BioMérieux 2002, 79.)

Sinetöinnin jälkeen näytteet siirtyvät "karuselliin", jossa niitä inkuboidaan noin 35,5°C lämpötilassa. Jokainen kortti siirtyy luettavaksi viidentoista minuutin välein. Lukeminen tapahtuu optisesti kahdella eri tavalla, näytteen fluoresenssin ja valon transmitanssin avulla. Laite havaitsee kasvua mittamaalla näytteen fluoresenssia epäsuorasti käyttäen apuna bakteerikasvusta aiheutuvaa sivutuotetta. Bakteerikasvun sivutuote absorboi valoa aallonpituudella 365nm ja vapauttaa sitä aallonpituudella 445nm. Kortin kaivot on suunniteltu niin, että sivutuotteen määrä on suoraan verrannollinen kaivossa olevan mikrobin kasvuun. Toinen mittauskeino on näkyvän valon transmitanssin mittaaminen, jolloin verrataan transmitanssissa tapahtuvaa muutosta lähtökohtaan verrattuna. (BioMérieux 2002, 79–82.) Järjestelmä vertaa näytteen kasvua tietokannassa olevien tunnettujen näytteiden kasvuun ja laskee sen avulla MIC-arvon (Minimum Inhibitory Concentration). (Michalik 2017.) Lopullinen arvo näytteen herkkyydelle on SIR-järjestelmän mukaan joko S = herkkä(susceptile), I = herkkä (Intermediate; vähemmän herkkä kuin S) tai R = resistentti (resistant). Jos lääkkeelle saadaan tulokseksi S, lääke soveltuu potilaan hoitoon. Myös tulos I soveltuu potilaan hoitoon mutta potilas tarvitsee mahdollisesti suuremman annoksen lääkettä, ja R eli resistentti ei auta potilaan hoidossa. (BioMérieux 2002, 82–84).

5 VERKKO-OPPIMATERIAALI OPPIMISESSÄ

Opetusteknologian uudet menetelmät ja verkko-opiskelu ovat mahdollistaneet erilaisten opiskelijälähtöisten pedagogisten menetelmien käyttöön ottamisen korkeakouluopiskelussa. Käänteisen opetuksen ja oppimisen voidaan katsoa perustuvan opiskelijakeskeisiin oppimisteorioihin, erityisesti konstruktivistiseen oppimiskäsitykseen, itseohjautuvaan oppimiseen ja yhteisölliseen oppimiseen (Merenmies, Niemi-Murola & Pyörälä 2015.)

Savonia-ammattikorkeakoulun strategiassa 2017–2020 todetaan pedagogisena lähtökohtana olevan Open Innovation Space (OIS 2.0) -mallin, joka yhdistää laadukkaan koulutuksen ja työelämäläheisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan. Työelämäläheistä koulutusta toteutettaessa opiskelijoiden asiantuntijuus kehittyy monimuotoisissa oppimisympäristöissä, jotka mahdollistavat ajasta ja paikasta riippumattoman opiskelun. Tavoitteena on kouluttaa opiskelijoita monimuotoisesti, joustavasti ja käytännönläheisesti siten, että digitaaliset ratkaisut tukevat oppimista ja tulevaisuuden osaamista. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2016.)

Koronapandemian seurauksena korkeakoulujen opetusmenetelmät muuttuivat nopeasti, kun opiskelussa siirryttiin digitaalisiin oppimisympäristöihin (Lumme & Puhakka 2021). Jo aiemminkin verkko-opiskelu ja verkko-oppimateriaalien käyttäminen oli lisääntynyt kaikilla kouluasteilla. Korkeakouluopinnoissa, ja varsinkin monimuoto-opinnoissa yhdistetään verkko-opiskelua ja lähiopetusta. Lumme ja Puhakka (2021) toteavat, että digitaaliset oppimisympäristöt parantavat koulutuksen saavutettavuutta ja tarjoavat joustavia oppimismahdollisuuksia. Terveysalan ammattikorkeakoulutuksessa verkko-oppimista hyödynnetään eri tavoin. Terveysalan ammatteihin opiskellessa verkkomateriaalit monipuolistavat oppimista, mutta eivät kuitenkaan pysty korvaamaan lähiopetusta, jossa vuorovaikutus on keskeistä.

5.1 Verkko-oppimateriaali

Verkko-oppimateriaalilla, digitaalisella oppimateriaalilla ja e-oppimateriaalilla tarkoitetaan verkossa saatavilla olevaa oppimateriaaliksi tarkoitettua sisältöä. Verkko-oppimateriaalin pitäisi laatukriteereiden mukaan sisältää uudenlaista aineistoa, eikä se esimerkiksi voi olla vain oppikirja sähköisessä muodossa. Lisäksi materiaalilla tulisi olla pedagoginen käyttöidea. Opittavien asioiden esittämisessä pitäisi käyttää hyväksi verkon teknisiä mahdollisuuksia kuten vuorovaikutteisuutta, jakamista ja linkityksiä. (Opetushallitus 2021.)

Verkko-oppimateriaaleja ovat mm. opiskeltavien asioiden erilaiset esitykset ja demonstraatiot, harjoitusohjelmat, oppaat sekä oppimispelit. Blogit ovat verkko-oppimateriaalia silloin, kun ne sisältävät oppimisen tai opiskelun kannalta olennaista sisältöä. Verkossa oleva materiaali luokitellaan tietolähteeksi silloin, kun asioita esitetään tekstinä tai kuvina ja siten, että asiat on jäsennetty aineiston sisäisen logiikan mukaan. Valtaosa tietolähteistä on pelkkää tekstiä, mutta asian havainnollistamiseen voidaan käyttää myös muita esitysmuotoja kuten kuvia, animaatioita tai videoita. Tietolähteeseen ei

yleensä sisälly varsinaisia pedagogisia tavoitteita tai pedagogista ohjausta. (Ilomäki 2012, 8–9; Jaakkola, Nirhamo, Nurmi ja Lehtinen 2012, 15.)

Savonia-ammattikorkeakoulun strategian mukaisesti opiskelussa hyödynnetään digitaalisia oppimisympäristöjä, jotka tekevät mahdolliseksi itsenäisen opiskelun omassa tahdissa. Blogeja on käytetty henkilökohtaisina oppimisympäristöinä varsinkin ohjatuissa harjoitteluissa. Harjoittelun aikana opiskelija voi blogina olevassa oppimisympäristössä tunnistaa oman lähtötasonsa, oppimistavoitteensa ja hän voi reflektoida harjoittelussa oppimiaan asioita ja saada palautetta ja kommentteja harjoittelun ohjaajilta ja opettajilta. (Hietanen, Kivi, Piitulainen ja Ruotsalainen 2011.)

5.2 Konstruktiivinen oppimiskäsitys verkko-oppimisessa

Perinteisesti ja arkiajattelussa opetuksen ajatellaan olevan tiedonsiirtotapahtuma opettajalta opiskelijalle, ja tämän seurauksena opiskelijan tiedot lisääntyvät. Konstruktiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen ei ole passiivista tiedon vastaanottamista, vaan se on aktiivista kognitiivista toimintaa. Oppija tulkitsee havaintojaan ja uutta tietoa aiemman tietonsa ja kokemustensa pohjalta. (Tynjälä 1999, 38.)

Konstruktiivisen oppimiskäsityksen mukaan oppija rakentaa opittavasta asiasta tulkinnan ja ymmärtämisen perusteella käsityksen, jonka muodostamista aiemmat tietorakenteet ja kokemukset ohjaavat. Uusi tieto ja ymmärrys liitetään aiemmin opittuihin asioihin ja aiemmat tietorakenteet muuttuvat oppimisen tuloksena. Oppijan aktiivisuus ja se, mitä oppija tekee ja miten hän toimii, on keskeistä. Oppimisen itsesäätely ja itseohjautuvuus sekä opittavien asioiden ymmärtäminen ulkoa oppimisen sijasta on keskeistä konstruktiivisen oppimiskäsityksen mukaan. (Tynjälä 1999, 43–44, 60–63.)

Konstruktiivinen oppimiskäsitys sopii hyvin kuvaamaan verkko-oppimisessa tarvittavaa itseohjautuvaa työskentelyä ja monipuolisten verkkomateriaalien käyttöä. Verkossa tapahtuvan opiskelun ja opettamisen kehitys on vaikuttanut uudenlaisten pedagogisten lähestymistapojen käyttöön ottamiseen myös korkeakouluissa. Hirsto, Väisänen, Kankaanpää ja Sointu (2020, 45) kuvaavat käänteisen luokkahuoneen pedagogiikan (Flipped Classroom) soveltamisesta työelämässä tarvittavien taitojen oppimiseen. Tämän pedagogisen menetelmän mukaan keskeiset asiat opiskellaan itsenäisesti etukäteen, useimmiten verkkomateriaalina tai verkkovälitteisesti, minkä jälkeen opittua tietoa syvennetään ja sovelletaan kontaktiopetuksessa. Käänteisessä oppimisessä mahdollistuu opiskelijakeskeinen oppiminen, koska opiskelija voi suunnitella omaa opiskeluaan ja käyttää siihen tarvitsemansa ajan.

Opintoihin kuuluvaan harjoitteluun valmistautuessa käänteisen luokkahuoneen periaatetta voidaan ajatella sovellettavan siten, että harjoittelussa tarvittavia asioita opiskellaan ja kerrataan itsenäisesti laaditun verkkomateriaalin avulla ennen harjoittelun alkua ja sen aikana, ja käänteiseen oppimiseen sisältyvä kontaktiopetus toteutuu siinä vaiheessa, kun työtehtäviä aletaan tehdä harjoittelussa ohjautusti. Ohjattu harjoittelu mahdollistaa aiemmin opitun soveltamista ja syventämistä, ja parantaa taitojen omaksumista.

6 KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Opinnäytetyö on toiminnallinen kehittämistyö, joka tehtiin työn tilaajan Itä-Suomen laboratoriokeskuksen liikelaitoskuntayhtymän (ISLAB) ja bioanalyttikko-opiskelijoiden käyttöön. Kehittämistyön tarkoituksena oli tuottaa blogipohjaista itsenäisen opiskelun ja kertaamisen materiaalia virtsan bakteerien diagnostiikasta. Tavoitteena kehittämistyöllä oli auttaa opiskelijoita ymmärtämään kliinisen mikrobiologian tutkimusprosessia ja yhdistämään kursseilla aiemmin opittua teoretietoa käytäntöön.

Keskussairaalaharjoitteluun alkaessa opiskelijoiden voi olla työstä hahmottaa kliinisen mikrobiologian laboratorion tärkeimpiä osaamisalueita, ja myös harjoittelun tavoitteiden suunnittelu voi olla hankalaa, koska usein kliinisen mikrobiologian opintojaksosta on kulunut aikaa puolesta vuodesta vuoteen. Mielestämme teoretiedon kertaaminen ja harjoittelua tukevan kertausmateriaalin käyttö ennen harjoittelujaksoa antaa bioanalyttikko-opiskelijoille mahdollisuuden tehokkaampaan oppimiseen harjoittelussa. Blogipohjaisen materiaalin avulla opiskelijat voivat itsenäisesti ja omassa tahdissa tutustua kliinisen mikrobiologian laboratorion toimintaan ennen harjoittelujaksoa, ja kertausmateriaaliin voi tarvittaessa palata harjoittelun aikana ja sen jälkeen.

Ammatillisissa harjoitteluissa bioanalyttikko-opiskelijoille muodostuu se pohja, jolle myöhempi ammattitaito alkaa rakentua. Tämän vuoksi valmistautuminen harjoitteluun myös kertaamalla aiemmin opittuja asioita on hyödyllistä sekä opiskelijan että harjoittelupaikan kannalta. Opiskelijoiden ohjaimisen todetaan olevan tärkeä osa ISLAB:n strategiaa tulevaisuuden osaajien kouluttamisessa. ISLAB toimii yhteistyössä oppilaitosten kanssa vahvistaakseen opiskelijoiden koulutusta. Oppilaitoksille tarjotaan opinnäytetyöaiheita ja kehittämistehtäviä, joiden välittämisestä oppilaitoksille vastaa ISLAB:lla opiskelijakoordinaattori. (ISLAB 2021.)

7 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS

7.1 Kehittämistyön menetelmän kuvaus

Opinnäytetyömme on menetelmältään toiminnallinen kehittämistyö. Salosen (2013) mukaan kehittämistyö opinnäytetyön menetelmänä eroaa tutkimustyöstä siinä, että työn tuloksena syntyy tuotos ja tutkimustyössä lopputuloksena on uutta tietoa tutkimusraporttina esitettynä. Kehittämistyön tuotos voi olla esimerkiksi esite, perehdytysmateriaalia tai opas, ja siinä otetaan huomioon käytännön läheisyys ja työelämälähtöisyys, ja työ raportoidaan tutkimusviestinnän menetelmien mukaan (Vilkkä ja Airaksinen 2003). Kehittämistyössä työskennellään yhdessä toimijoiden kanssa opinnäytetyön eri vaiheissa, mikä tarkoittaa työstä keskustelua, sen arviontia ja palautteen antamista sekä vastaanottamista. Kehittämistyö vaatii tekijöiltään suunnitelmallisuutta, vastuullisuutta, itsenäisyyttä ja vuorovaikutteisuutta. Tästä syystä palaute, vertaistuki ja ohjaus ovat tärkeitä kehittämistyön onnistumisen kannalta. (Salonen 2013.)

Kehittämistyön vaiheista ensimmäinen on aloitusvaihe. Aloitusvaiheessa kehittämistarve luo idean työlle. Aloitusvaiheen jälkeen siirrytään suunnitteluvaiheeseen, jossa tehdään kehittämistyön kirjallinen suunnitelma. Opinnäytetyöprosessin tässä vaiheessa tehdään tutkimussuunnitelma. Siinä eritellään työn tavoitteet, vaiheet, toimijat ja kehittämisen menetelmät sekä materiaalit. Suunnitteluvaiheesta siirrytään esivaiheeseen, josta siirrytään suunnitelman kertaamisen jälkeen työstövaiheeseen. Työstövaiheessa työsuunnitelma toteutetaan käytännössä, jotta suunniteltuihin tavoitteisiin päästään. Toteutettua tuotosta arvioidaan työstövaiheen jälkeen tarkistusvaiheessa, josta voidaan palata työstövaiheeseen tarvittaessa. Lopulta kehittämisprosessi saapuu viimeistelyvaiheeseen, jonka aikana tuotos ja kehittämishankeraportti hiotaan palautettavaan valmiiseen muotoon. (Salonen 2013.)

7.2 Kehittämistyön toteutus ja tuotos

Tämä kehittämistyö on toteutettu kahtena osana, jotka ovat blogipohjalle tehty kertausmateriaali ja laajemmin työn aihetta käsittelevä teoriaosa. Kehittämistyön tarkoituksena oli aluksi tehdä yleistä kertausmateriaalia kliinisen mikrobiologian laboratorion työpisteiden toimintaan ja teoriaan, mutta keskusteltuumme ohjaajamme kanssa suunnitteluvaiheessa, rajasimme aiheen virtsanäytteiden analytiikkaan. Rajaamalla aihetta pystyimme esittämään tutkimusprosessin polkuna työssämme, minkä uskomme luovan paremman ymmärryksen virtsanäytteiden analytiikkaan. Valitsimme työssä esiteltävät analysaattorit ja bakteerit ohjaajamme avustuksella niiden kliinisen merkityksen perusteella.

Blogia lähdettiin tekemään nettisivujen suunnitteluohjeiden (Web-suunnittelu Pokis 2015) mukaan. Savonian blogialustalla olevan blogin tavoitteena on tarjota mikrobiologian harjoittelussa hyödynnettävää kertausmateriaalia virtsan bakteerien diagnostiikasta, siten että se on helposti löydettävissä ja luettavissa.

Blogin lukija näkee ensimmäisenä etusivun. Etusivu kertoo lukijalle lyhyesti, että blogi on tarkoitettu opiskelijoiden oppimisen tueksi ja kertausmateriaaliksi ennen kliinisen mikrobiologian harjoittelua. Etusivulla kerrotaan myös lyhyesti blogin sisällöstä ja siitä, miksi se on tehty. Etusivun tarkoituksena on saada opiskelija kiinnostumaan ja siirtymään sisältöön valikoista. Sisältöön olemme hyödyntäneet kehittämistyön teoriaosassa olevaa tekstiä jäsennehtynä niin, että opiskelija pystyy sen avulla ymmärtämään paremmin kliinistä virtsanäytteiden tutkimusprosessia. Teoriatieto on jaoteltu omien otsikoiden ja alaotsikoiden alle etusivun jälkeen, ja olemme suunnitelleet blogin luettavaksi etusivusta eteenpäin otsikoiden järjestyksessä. Eri otsikoiden alle jaoteltuna teoriaa pääsee kuitenkin lukemaan juuri siitä kohdasta, mikä opiskelijalle on olennaista lukuhetkellä.

Aloitimme blogin suunnittelun tutkimalla verkko-oppimateriaaleja saadaksemme ideoita blogin rakenteeseen ja ulkoasuun. Hahmottelimme blogin rakennetta ja sisältöä erilliseen tekstitiedostoon ennen blogipohjan luomista. Suunnittelutiedostosta siirsimme tekstin blogipohjalle oikeiden otsikoiden alle.

Blogin ulkoasun valitsemisessa keskeinen periaate oli luettavuus ja selkeys myös värin ja fontin valinnassa. Lisäksi poistimme blogipohjalla olleita elementtejä, jotta saimme blogista yksinkertaisen, selkeän ja helposti navigoitavan. Blogialustan luomisen ja tekstin lisäämisen jälkeen halusimme elävöittää tuotosta kuvilla ja videoilla, joista osan saimme BioMérieuxin internetsivuilta ja osan teimme itse. Alkuperäinen suunnitelma oli, että kuvaisimme itse blogiin liitettävät kuvat vierailulla ISLAB:n Puijon laboratoriossa, mutta johtuen koronapandemiasta laboratorioon ei päästy eikä kuvaamista voitu toteuttaa.

Saimme palautetta blogista ISLAB:n opiskelijavastaavilta ja opiskelijakoordinaattorilta. Blogin kommentoijat sanoivat sen olevan hyvä tutustumispaketti opiskelijoille. Varsinkin jos blogia laajennetaan tulevaisuudessa useampaankin työpisteeseen. Erityistä hyötyä työssä heidän mielestään oli MALDI-TOF MS- ja Vitek®2-laitteiden toimintaperiaatteet, joita ei ISLAB:n ohjeissa kuvata perusteellisesti. Saimme palautetta myös työssä olevasta ”polku”-kuvasta, joka pyrkii yksinkertaisuuteen ja selkeyteen kliinisen mikrobiologian virtsanäytteiden tutkimusprosessin kuvaamisessa. Kuvasta puuttuu muun muassa osastolta tulevien näytteiden polku. Saimme myös ehdotuksen lisätä työhömmme muitakin virtsainfektion aiheuttajia, kuten *Stafylococcus saprophyticus* ja *Aerococcus urinae*. Olemme muokanneet blogia palautteen mukaisesti, mutta valitettavasti esimerkiksi mikrobien lisäämiseen ei ollut aikaa.

Valmis tuotos tulee opiskelijoiden käytettäväksi ISLAB:n kotisivuille opiskelijamateriaaleihin linkitetynä. Blogin käyttöoikeuden ja ylläpitäjyyden olemme antaneet työmme ohjaajalle, jotta käyttöoikeudet on hänen kauttaan siirrettävissä tulevia päivityksiä ja kehitysprojekteja tekeville opiskelijoille. Blogin osoite on <https://blogi.savonia.fi/bakteerienpolku/>.

8 POHDINTA

8.1 Kehittämistyön prosessin ja tuotoksen arviointi

Kehittämistyön prosessi alkoi aiheen varaamisella opinnäytetyöaiheiden listalta jo keväällä 2018, mutta työn suunnittelu alkoi vasta keskussairaalaharjoittelujemme jälkeen vuonna 2019. Opinnäytetyömme tarkoituksena ja aiheena oli alun perin yleisen mikrobiologian kertausmateriaalin laatiminen, mutta totesimme sen olevan liian laaja, minkä vuoksi suunnitteluvaiheessa ja aihekuvausta kirjoittaessa jouduimme rajaamaan työtä ja muuttamaan näkökulmaa huomattavasti. Rajasimme aiheen ohjaajamme kanssa pohdittuamme virtsanäytteisiin ja valitsimme kolme yleistä virtsatietulehduksia aiheuttavaa bakteeria työssä käsiteltäviksi. Lisäksi rajasimme työssä kuvattavat tutkimusmenetelmät kahteen analysointivaiheeseen. Kliinisen mikrobiologian tutkimusprosessia havainnollistettiin kuvaamalla sitä polkuna, jota pitkin näyte kulkee laboratorioon saapumisesta bakteerin tunnistamiseen ja antibioottiherkkyyden määrittämiseen asti.

Kehittämistyön pitkän prosessin aikana haasteita olivat tiedon keräämisen ja kirjoittamisen uudelleen aloittaminen eri syistä johtuneiden työskentelyn taukojen jälkeen. Heikko visio lopullisesta kehittämistyön tuloksesta ja työn aiheen rajauksen muuttuminen vaikuttivat työmotivaatioomme ja työn edistyminen hidastui huomattavasti. Lisäksi haasteita olivat aikatauluttaminen, työmäärän jakautuminen tasan ja voimavarojen riittäminen. Lisäksi keväällä 2020 alkanut koronapandemiaa seuranneet oppilaitosten ja kirjastojen sulkemiset vaikuttivat työskentelymotivaatioon, tavallaan odotettiin elämän ja toimintatapojen palaavan ennalleen, ja tämä kaikki vaikutti työn edistymiseen.

Teoriaosan tietojen kokoamisen ja kirjoittamisen jälkeen blogin tekeminen oli helppoa. Blogiin sisällytettävää tietoa oli kirjoitettu teoriaosassa kattavasti, joten lisätekstiä ei tarvinnut kirjoittaa blogia varten. Halusimme painottaa blogissa selkeyttä ja helppokäyttöisyyttä. Tämän vuoksi blogi on jaoteltu pääotsikoiden ja alaotsikoiden alle, jotta lukijan olisi mahdollisimman helppo löytää juuri se tieto, jota hän haluaa kerrata tarvitsematta selata läpi koko tekstiä. Uskomme että työstämme tekee houkuttelevan sen helppo saatavuus netissä, helppo navigoitavuus ja selkeä rakenne. Tutkimuspolun kuvaaminen auttaa hahmottamaan tutkimusprosessin vaiheita, ja mielestämme se on havainnollisempi kuin pelkkä tietokollaasi aiheesta. Mielestämme kertausmateriaali on onnistunut. Tavoitteenamme oli koota blogiin materiaalia, jota olisimme itse kaivanneet ennen harjoittelujaksoa. Blogin helppo muokattavuus tekee mahdolliseksi sen päivittämisen ja täydentämisen myöhemmin.

Blogin katsotaan olevan verkko-oppimateriaalia silloin, kun se sisältää opiskelun kannalta olennaista sisältöä. Toisaalta e-materiaali on tietolähde silloin, kun asioita esitetään tekstinä tai kuvina ja siten, että asiat on jäsennetty aineiston sisäisen logiikan mukaan. Asioiden havainnollistamiseen voidaan käyttää myös kuvia tai videoita. Näin määriteltynä tämän kehittämistyön tuotoksen voidaan ajatella olevan blogimuotoinen tietolähde. (Ilomäki 2012, 8–9; Jaakkola, Nirhamo, Nurmi ja Lehtinen 2012, 15.)

Lumme (2020) toteaa erilaisten digipedagogiikan ratkaisujen olevan nykyään korkeakoulujen arkea. Mielestämme tämän opinnäytetyön tuotos sopii osaksi korkeakouluopiskelun digitalisoitumista, sekä aiemmin opittujen tietojen kertausmateriaaliksi ja täydentäjäksi työelämän oppimistilanteissa. Tämän kehittämistyön materiaalia voi opiskella itsenäisesti etukäteen harjoittelun aikana ja kerrattuja asioita voi soveltaa ja oppia syvällisemmin harjoittelun työtilanteissa. Näin ollen kehittämistyö toteuttaa käänteisen luokkahuoneen pedagogiikkaa. (Hirsto, Väisänen, Kankaanpää ja Sointu 2020, 45.)

8.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Savonia -ammattikorkeakoulu on sitoutunut noudattamaan ammattikorkeakoulujen yhteisiä suosituksia koskien opinnäytetyöprosessin eettisyyttä ja hyvää tieteellistä käytäntöä. Nämä perustuvat lainsäädäntöön sekä kansallisiin ja kansainvälisiin tutkimuseettisiin periaatteisiin, linjauksiin ja suosituksiin. (Savonia ammattikorkeakoulu 2021a.)

Opinnäytetyöprosessin aikana olemme käyttäneet Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisemia hyvän tieteellisen käytännön kriteereitä apuna eettisen ja luotettavan kehittämistyön tekemisessä. Hyvän tieteellisen käytännön kriteereiden mukaan tutkimustyössä pitää olla rehellinen ja huolellinen. Tiedonhankinta-, tutkimus-, ja arviointimenetelmien on oltava eettisesti kestäviä ja työn julkaisemisessa tulee olla vastullinen ja avoin. Toisten tutkijoiden työhön viitataan asianmukaisesti, eivätkä hyvän tieteellisen käytännön loukkaukset, kuten vilppi ja plagiointi, ole sallittuja. Tutkimuslupien hankkiminen on erittäin tärkeää työn luotettavuuden kannalta. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Lähdemateriaali, jota olemme käyttäneet, on ajantasaista ja käytettyihin lähteisiin on viitattu asianmukaisesti tekstissä sekä lähteet on merkitty lähdeluetteloon. Lähdemateriaali on suurelta osin kerätty kotimaisista ja osin kansainvälisistä tieteellisistä julkaisuista sekä suomenkielisistä oppikirjoista. Tiedon hakemiseen käytettiin Google Scholaria, internetin hakukoneita ja Savonian kirjastoa sekä Duodecim Oppiporttia. Tietoa haettiin pääosin verkosta 2020 alkukevään koronasulkujen jälkeen. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan suosituksen mukaan työssä tulisi käyttää tuoreinta lähdeaineistoa, mutta olemme käyttäneet muutamia yli 10 vuotta vanhoja lähteitä, joiden tiedot ovat edelleen paikkaansapitäviä ja yleisesti lainattuja. Kehittämistyössä käytettyihin BioMérieuxin kuviin olemme hakeneet luvat BioMérieuxin Suomen yhteyspäälliköltä.

Blogia kirjoittaessa halusimme opiskeltavan tiedon olevan luotettavaa ja käytännön läheistä, minkä vuoksi suuri osa työhön käytetyistä lähteistä on oppikirjoja. Niitä käytettiin lähteinä, koska blogi on tarkoitettu jo aiemmin opittujen ja käytännön työssä hyödynnettävien asioiden kertaamiseen. Työssä on hyödynnetty ammatillisia tutkimuksia ja artikkeleita sekä kotimaisista, että kansainvälisistä julkaisuista. Kaupallisia lähteitä opinnäytetyössämme ovat työhöme valittujen laitteiden valmistajien sivut.

Opinnäytetyötä varten on haettu ja saatu tutkimuslupa ISLAB:lta ja kehittämistyö on esitelty syksyn 2020 hyvinvointikonferenssissä posterina videomuodossa. Työn tuotos esiteltiin 2021 syksyllä IS-LAB:n opiskelijakoordinaattorille ja opiskelijavastaaville. Olemme saaneet ISLAB:lta palautetta tuotoksen vahvuuksista ja puutteista. Valmiin tuotoksen kommentointi tarjoaa tilaajalle mahdollisuuden varmistaa, että tuotos on tilaajan tarpeiden mukainen. Olemme suhtautuneet työhömmme kriittisesti ja olemme pyytäneet työn eri vaiheissa kirjallista palautetta ja uusia näkökulmia opinnäytetyömmme ohjaajalta. Palautteen pohjalta olemme muokanneet tekstiä ja etsineet uutta lähdemateriaalia. Lisäksi olemme saaneet ohjausta äidinkielenopettajalta lähteiden merkitsemisen oikeellisuudessa sekä tekstin luettavuuden ja ymmärrettävyyden parantamisessa. Opinnäytetyössämme ei käsitellä potilas-tietoja eikä potilasnäytteitä, joten työ ei vaaranna henkilöiden tietosuojaa tai oikeuksia.

8.3 Oman oppimisen arviointi ja ammatillinen kasvu

Opinnäytetyömmme kirjoitusprosessi oli pitkä ja opimme sen aikana paljon laadukkaan tieteellisen tekstin kirjoittamisesta, tiedonhausta, lähdekritiikistä ja laajan aiheen rajaamisesta. Parina työskentelyssä ja kommunikoinnissa meillä on parannettavaa varsinkin aikataulujen ja niistä kiinni pitämisen sekä kattavan suunnitelman luomisen osalta. Työtehtävien ja työmäärän jakamisessa tasan voimme myös kehittyä. Ollisimme hyötyneet tarkasta suunnitelmasta ja aikataulusta, josta ollisimme pitäneet kiinni. Suunnitelman avulla ollisimme voineet jakaa myös työmäärän tasaisemmin. Opimme opinnäytetyöprosessin aikana työskentelemään parina, tekemään kompromisseja ja kommunikoi-maan opinnäytetyön eri osia koskevista käsityksistämme.

Opimme hakemaan tietoa ja kokoamaan sen pohjalta materiaalia itsenäistä opiskelua ja kertaamista varten. Perehdyimme verkko-oppimateriaaleihin, niiden rooliin opintojen tukena ja siihen miten eri tavoilla uutta tietoa opitaan sekä omaksutaan. Emme olleet kumpikaan ennen koonneet tai kirjoitta-neet kertausmateriaalia emmekä olleet työskennelleet blogien parissa, joten blogin luominen ja sen muokkaaminen toimivaksi tekstisisällöksi oli kiinnostavaa ja opettavaista. Opinnäytetyö antoi hyvän pohjan ammattikäytäntöön liittyvien materiaalikononaisuuksien kirjoittamiselle, esimerkiksi työpaikan tarpeisiin tulevaisuudessa.

Kliinisen mikrobiologian tietämyksemme syveni opinnäytetyötä kirjoittaessa. Rajatessamme teo-riaosaa oleellisiin menetelmiin, bakteereihin ja laitteisiin perehdyimme laajasti kliinisen mikrobiolo-gian aihealueeseen. Koulun kliinisen mikrobiologian kurssilla perehdytään pintapuolisemmin tutki-musmenetelmiin, bakteereihin ja laitteiden toimintaan, joten opinnäytetyön aikana opittu on suu-reksi hyödyksi, jos työskentelemme kliinisen mikrobiologian erikoisalalla.

Savonia-ammattikorkeakoulussa bioanalyytikon tutkinto-ohjelman opetussuunnitelmassa opinnäyte-työn keskeiset osaamistavoitteet ovat muun muassa tilaajan tarpeiden mukaisen työelämäläheisen tutkimus- tai kehittämistyön toteuttaminen. Opiskelijan tulee pystyä toimimaan opinnäytetyöproses-sissa mukana olevien toimijoiden kanssa joustavasti ja asiantuntevasti. Opiskelijan tulee osata arvi-

oida opinnäytetyöprosessiaan kokonaisuutena, sekä sen luotettavuutta, eettisyyttä ja omaa ammatillista kasvuaan. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2021b.) Olemme mielestämme oppineet näitä asioita opinnäytetyöprosessin aikana.

8.4 Hyödynnettävyys ja kehittämisideat

Blogi tehtiin antamaan opiskelijoille kuvaa kliinisen mikrobiologian laboratorion toiminnasta ja auttamaan harjoitteluun valmistautumisessa, ja opiskelijoita voi ohjata tutustumaan blogin sisältöön ennen harjoittelun alkua. Blogi antaa opiskelijoille käsityksen Vitek®2 ja MALDI-TOF MS analysointilaitteista ja se auttaa ymmärtämään laitteiden esittelyn ja ohjeistuksen paremmin sekä auttaa heitä kysymään analysointilaitteisiin liittyviä kysymyksiä. Lisäksi opiskelijat voivat tarvittaessa tarkistaa tietoa blogista harjoittelun aikana tai sen jälkeen.

Harjoittelun ohjaajia blogi voi auttaa siten, että kertausmateriaaliin perehtymisen jälkeen opiskelijat ovat valmiimpia oppimaan kliinisen mikrobiologian toimintaa käytännössä sen sijaan, että ohjaaja kerrtaa mikrobiologian teoriaa ja laboratorion toimintaa alusta asti, jonka seurauksena opiskelijoiden on mahdollista keskittyä työhön. Kun opiskelijoiden tiedot ovat laajemmat, he voivat paremmin osallistua laboratorion toimintaan, ja opiskelijoiden oppimiskokemus on parempi.

Tulevaisuudessa blogia voi päivittää ja laajentaa kattamaan teoretista tietoa muista bakteereista sekä siihen voi lisätä uusia alakohtaisia muille kliinisen mikrobiologian laboratorioissa käytettäville analysointilaitteille ja menetelmille. Blogi voisi sisältää oman osion gram-värjäykselle, jossa kerrotaan, kuinka värjäys tapahtuu sekä siihen liittyvää teoretista tietoa. Lisäksi blogiin voisi lisätä muitakin laboratorioissa käytettäviä analysointilaitteita, kuten GeneXpert® ja GenomEra®. Näiden uusien laitteiden analyysit tapahtuvat molekyyllitasolla, joten niiden käyttöön ja toimintaperiaatteisiin perehtyminen voisi hyödyllistä tulevaisuudessa.

9 LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- AIRAKSINEN, T. ja VILKKA, H. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi. 9-10, 38-42, 65.
- AITTONIEMI, J; ARVOLA, P ja ANTTILA, V-J 2020. Muut enterobakteerit. Julkaisussa: HEIKKINEN, T; JÄRVINEN, A; MERI, S; VAPALAHTI, O ja VUOPIO, J. (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet: Kirja 1, Mikrobiologia Helsinki: Duodecim. [Viitattu 2021-04-01] Saatavilla: <https://www.oppiportti.fi/op/mbg00152/do>
- BIOMÈRIEUX 2019. VITEK 2: Healthcare [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2020-02-18.] Saatavilla: <https://www.biomerieux-usa.com/clinical/vitek-2-healthcare>
- BIOMÈRIEUX 2006. VITEK 2: ID Cards [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2020-02-18.] Saatavilla: <https://www.biomerieux-diagnostics.com/vitek-2-identification-cards>
- BIOMÈRIEUX 2002. VITEK 2 User Manual [verkkajulkaisu] [Viitattu 2020-10-13.] Saatavilla: <https://www.manualslib.com/manual/1291233/Biomerieux-Vitek-2.html>
- CARLSON, P ja KOSKELA, M; Bakteriologian perustekniikat 2011. Julkaisussa: HEDMAN, K; HEIKKINEN, T; HUOVINEN, P; JÄRVINEN, A; MERI, S; VAARA, M. (toim.) Infektiosairaudet. [Viitattu 2020-02-20] Saatavilla: <https://www.oppiportti.fi/op/opk04491>
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. 2010. Klebsiella pneumoniae in Healthcare Settings. [Viitattu 2020-01-16.] Saatavilla: <https://www.cdc.gov/hai/organisms/klebsiella/klebsiella.html>
- CLARK, A; KALETA, E; ARORA, A ja WOLK, D. 2013. Matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry: a fundamental shift on the routine practice of clinical microbiology. Clinical microbiology reviews 26/2013, 550. [Viitattu 2020-02-10.]
- CROXATTO, A; PROD´HOM, G ja GREUB, G. 2011 Applications of MALDI-TOF mass spectrometry in clinical diagnostic microbiology. FEMS microbiology reviews 36/2011, 380-382. [Viitattu 2020-02-10.]
- DALYNN BIOLOGICALS. 2014. McFarland Standard. Catalogue No. TM50-TM60. [Viitattu 2020-04-02.] Saatavilla: http://www.dalynn.com/dyn/ck_assets/files/tech/TM53.pdf
- HAKANEN, A; KANTELE, A ja SALMENLINNA, S. 2020. Escherichia Coli. Julkaisussa: HEIKKINEN, T; JÄRVINEN, A; MERI, S; VAPALAHTI, O ja VUOPIO, J. (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet: kirja 1, Mikrobiologia. Helsinki: Duodecim. [Viitattu 2020-12-03.] Saatavilla: <https://www.oppiportti.fi/op/mbg00140/do>
- HIETANEN, A; KIVI, M-R; PIITULAINEN, M-L; RUOTSALAINEN, A-L. 2011. Henkilökohtainen Oppimisympäristö. Savonia-Ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2020-12-02.] Saatavilla: http://portal.savonia.fi/pdf/julkaisutoiminta/SAVONIA_ple_2011_lopullinen%20versio.pdf
- HIRSTO, L; VÄISÄNEN, S; KANKAANPÄÄ, J ja SOINTU, E. 2020. Opiskelijoiden työelämätaitojen oppimisen tukeminen käänteisen luokkahuoneen avulla. Julkaisussa: VIRTANEN, A; HELIN, J ja TYNJÄLÄ, P (toim.) Työelämäpedagogiikka korkeakoulutuksessa. Koulutuksen tutkimuslaitos. Vaasa: Grano Oy, 45-49. [Viitattu 2021-01-25.]
- ILOMÄKI, L. 2012. Erilaiset Oppimateriaalit. Julkaisussa: ILOMÄKI, L. (toim.) Laatu E-oppimateriaaleihin. Opetushallitus. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy, 7-11. [Viitattu 2021-01-18]
- ISLAB 2020a. Tietoa ISLABista. [Viitattu 2019-11-15.] Saatavilla: <https://www.islab.fi/tietoa-islabista>
- ISLAB 2020b. Tutkimusohjekirja. U-Bakteeri, viljely. [Viitattu 2020-05-18.] Saatavilla: <http://webohjekirja.mylabservices.fi/ISLAB/index.php?test=1155>
- ISLAB 2021. Opiskelijalle. [Viitattu 2021-11-28.] Saatavilla: <https://www.islab.fi/opiskelijalle>
- JAACKOLA, T; NIRHAMO, L; NURMI, S ja LEHTINEN, E. 2012. Erilaiset oppimisasihot osana joustavaa kokonaisuutta. Julkaisussa: ILOMÄKI, L. (toim.) Laatu E-oppimateriaaleihin. Opetushallitus. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy, 12-24. [Viitattu 2021-01-19.]

- KUPIAS, P; PELTOLA; R. 2009. Perehdyttämisen Pelikentällä. Helsinki: Palmenia Helsinki University Press 2009. [Viitattu 2020-09-10]
- VIRTSATIEINFEKTIOT: KÄYPÄ HOITO -SUOSITUS 2021. Suomalaisen lääkäriseura Duodecimin, Suomen Nefrologiyhdistys ry:n, Kliiniset mikrobiologit ry:n, Suomen Infektiolääkärit ry:n, Suomen Kliinisen Kemian Erikoislääkäriyhdistys ry:n, Suomen Urologiyhdistyksen ja Suomen yleislääketieteen yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. [Viitattu 2021-03-03.] Saatavilla: <https://www.kaypahoito.fi/hoi10050>
- LUMME, R ja PUHAKKA, H. 2021. Verkko-oppimisen vakiintuminen uudeksi normaaliksi terveysalan ammattikorkeakoulutuksessa. Hiiltä ja timanttia. Metropolia ammattikorkeakoulun blogi. 17.5.2021. [Viitattu 2021-11-09.] Saatavilla: <https://blogit.metropolia.fi/hiilta-ja-timanttia/2021/05/17/verkko-oppimisen-vakiintuminen-uudeksi-normaaliksi-terveysalan-ammattikorkeakoulutuksessa/>
- LUMME, R 2020. Verkkopainotteinen oppiminen ammattikorkeakoulussa. Teoksessa LUMME, R; LAN-KINEN, I; PUHAKKA, H; ROIVAS, M ja VEHKAPERÄ, U. (toim.) Verkkopainotteinen terveysalan korkeakoulutus. Verkkokirja. Metropolia ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2021-11-09.] Saatavilla: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/334486/2020%20TAITO%2049%20Verkkopainotteinen%20terveysalan%20koulutus.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- MATIKAINEN, A-M, MIETTINEN, M ja WASSTRÖM, K. 2016. Näytteenottajan käsikirja. Helsinki: Edita Publishing OY. S. 87-92, 98-99.
- MERENMIES, J; NIEMI-MUROLA, L ja PYÖRÄLÄ, E. 2015. Käänteinen oppiminen lääketieteen peruskoulutuksessa Duodecim [digilehti] 131/2015, 2009-2015 [Viitattu 2020-09-14.] Saatavilla: <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo12518.pdf>
- MICHALIK, S 2017. How does VITEK® 2 Generate MIC Values? [verkkojulkaisu] [viitattu 2020-12-20.] Saatavilla: <https://www.biomerieux-microbio.com/education/how-does-vitek-2-generate-mic-values/>
- MURRAY P. 2011. What is new in clinical microbiology – Microbial identification by MALDI-TOF mass spectrometry. The journal of molecular diagnostics 14/2011, 419 [Viitattu 2020-02-10.]
- OPETUSHALLITUS. 2021. E-oppimateriaalin laatukriteerit. [Viitattu 2021-01-18.] Saatavilla: <https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>
- PINCUS, D. 2007. MICROBIAL IDENTIFICATION USING THE BIOMÉRIEUX VITEK® 2 SYSTEM [Viitattu 2020-02-17.] Saatavilla: https://store.pda.org/tableofcontents/ermm_v2_ch01.pdf
- RANTAKOKKO-JALAVA, K ja ANTTILA, V-J. 2020. Enterokokit. Julkaisussa: HEIKKINEN, T; JÄRVINEN, A; MERI, S; VAPALAHTI, O ja VUOPIO, J. (toim.) Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet: Kirja 1, Mikrobiologia Helsinki: Duodecim. [Viitattu 2021-01-04.] Saatavilla: <https://www.oppiportti.fi/op/mbg00083/do>
- SALONEN, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2021-11-04] Saatavilla: <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>
- SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2017. Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma. Opetussuunnitelma. [viitattu 2019-11-15.] Saatavilla: <https://portal.savonia.fi/amk/fi/opiskelijalle/opetussuunnitelmat?yks=KSjaktid=1094>
- SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2021a. Eettinen ohjeistus. [verkkojulkaisu] viitattu [2021-11-01.] Saatavilla: <https://amksavonia.sharepoint.com/sites/reppu-opinnaytetyo/SitePages/Eettinen-ohjeistus.aspx>
- SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2016. Savonian Strategia 2017-2020. [Viitattu 2020-09-14] Saatavilla: <https://portal.savonia.fi/amk/sites/default/files/pdf/organisaatio/Savonia%20Strategia%202017-2020-FINAL.pdf>

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU 2021b. Opetussuunnitelmat. TB16SP Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma. [verkkajulkaisu] [viitattu 2021-11-30.] Saatavilla: <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja-hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KS&krtid=1023&tab=6&krtid2=92585>

SOLUNETTI 2006. Spektrofotometria. Jyväskylän yliopisto: REUNANEN, H; OKSA, V-V; DADU, E; VÄLILEHTO, O; Itä-Suomen yliopisto: LAMMI, M; RILLA, K; SIRONEN, R; KAUKANEN, M; TYRMI, T; TURUNEN, M; KAIJANKOSKI, H; HYVÖNEN, P; Oulun yliopisto: TUUKKANEN, J; RUOTSALAINEN, T; RUUSKA, T; PUIJOLA, I; HÄIVÄLÄ, J; Tampereen yliopisto: SYVÄLÄ, H; PURMONEN, S; Turun yliopisto: VAINIO, M; LEVEELAHTI, L; HEISKANEN, K; NISSINEN, H (Satakunnan AMK); RYYPÖ, E; AIMONEN, K-J; PARANKO, J; Åbo Akademi: GUSTAFSSON, M; NUMMELIN, E. [Viitattu 2021-05-06.] Saatavilla: <https://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/spektrofotometria/1/>

TUOKKO, S; RAUTAJOKI, A ja LEHTO, L. 2008. Kliiniset laboratorionäytteet – opas näytteiden ottoa varten. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. S. 7-9, 62-63. [Viitattu 2021-02-20.]

TUTKIMUSEETTINEN NEUVOTTELUKUNTA 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa [verkkajulkaisu]. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. [Viitattu 2021-10-12] Saatavilla: https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

WEB-SUUNNITELU POKIS 2015. Minkälaiset ovat hyvät nettisivut? [verkkajulkaisu] Saatavilla: <https://pokis.fi/minkalaiset-ovat-hyvät-nettisivut/>