

Janne Haataja, Hannele Peltonen, Tiina Soinisalo

Nielu- ja virtsaviiljelyiden verkko-oppimateriaalin tuottaminen HUSLABin klinisen mikrobiologian laboratorioon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Bioanalyttikko

Bioanalytiikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

21.4.2016

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Janne Haataja, Hannele Peltonen, Tiina Soinisalo Nielu- ja virtsaviljelyiden verkko-oppimateriaalin tuottaminen HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratorioon 56 sivua + 3 liitettä 21.4.2016
Tutkinto	Bioanalyttikko (AMK)
Koulutusohjelma	Bioanalytiikan koulutusohjelma
Ohjaajat	Yliopettaja Riitta Lumme Laboratoriohoitajat Hanna Ihala ja Hanna Setälä
<p>Nielu- ja virtsaviljelyt ovat osa sairaaloiden ja terveyskeskusten rutiinidiagnostiikkaa. Niiden avulla hoidetaan paikallisia infektioita ja näin estetään vakavampien systeemisten infektioiden syntyä. Teimme toiminnallisena opinnäytetyönämme HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratorioon opiskelijaharjoittelun tueksi nielu- ja virtsaviljelyjä käsittelevän verkko-oppimateriaalin. Materiaalin tuottaminen lähti HUSLABin tarpeesta saada nykyisiä työohjeita visuaalisempaa materiaalia harjoittelussa oleville opiskelijoille.</p> <p>Opinnäytetyöprosessin alkuvaiheen tavoitteemme oli selvittää opiskelijoille tarkoituksenmukaisin verkko-oppimateriaalin sisältö ja esittämistapa. Verkko-oppimateriaalin sisällön määrittivät HUSLABin työohjeet ja Metropolia Amk:n opiskelijaharjoittelun tavoitteet. Esittämistapaa ohjasi myös keväällä 2015 Innovaatioprojekti - opintojaksolla tekemämme kysely, jonka lähetimme HUSLABissa mikrobiologian harjoittelussa oleville bioanalyttikko-opiskelijoille. Talvella 2015 ja keväällä 2016 keräsimme valokuva- ja videomateriaalia HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Tähän visuaaliseen materiaaliin pohjautuen tuotimme keväällä 2016 PowerPoint -esityksistä rakentuvan, elektroniselle alustalle sijoittuvan verkko-oppimateriaalin.</p> <p>Kokosimme alan kirjallisuuden perusteella kattavan mikrobiologisen tietopohjan nielu- ja virtsaviljelyistä löytyvistä bakteerilajeista ja sisällytimme sen tuotettuun materiaaliin. Verkko-oppimateriaali sisältää mikrobiologista tietopohjaa esitteleviä visuaalisia osioita, joiden avulla opiskelijat voivat tutustua laboratorion nielu- ja virtsaviljelytyöpisteiden toimintaan ennen harjoittelun alkua. Lisäksi materiaaliin kuuluu soveltava osio, johon rakennettujen harjoitustehtävien avulla opiskelijat pääsevät aktivoimaan oppimaansa ja testaamaan osaamistaan harjoittelun päätteeksi. Tehty materiaali luovutettiin HUSLABille muistitikulla. Metropolia Amk sijoittaa materiaalin tutkinto-ohjelman OneDrive-työtilaan.</p> <p>Arvioinnin välineenä verkko-oppimateriaalin tuottamisessa käytimme soveltuvien osien Opetushallituksen työryhmän vuonna 2005 julkaisemaa verkko-opetuksen laatukriteeristöä. Materiaalia tehdessä käytimme apuna pedagogista kirjallisuutta sekä tietoa verkko-oppimateriaalien opetuksellisesta tehokkuudesta. Verkko-oppimateriaali täyttää oman arviomme mukaan suurimman osan valitsemistamme Opetushallituksen laatukriteereistä. Jatkokehitysmahdollisuutena ehdotamme, että materiaalia voisi tehdä muistakin bakteriologian työpisteistä.</p>	
Avainsanat	virtsaviljelyt, nieluviljelyt, verkko-oppimateriaali

Author(s) Title	Janne Haataja, Hannele Peltonen, Tiina Soinisalo eLearning Material of Urine and Throat Cultures for HUSLAB's Laboratory of Clinical Microbiology
Number of Pages Date	21 st of April, 2016 56 pages + 3 appendices
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Biomedical Laboratory Science
Specialisation option	Biomedical Laboratory Science
Instructors	Riitta Lumme, Principal Lecturer Hanna Ihala, Biomedical Laboratory Scientist Hanna Setälä, Biomedical Laboratory Scientist
<p>The aim of this thesis was to create an eLearning material for the use of Bachelor of Health Care students during their practical training period in HUSLAB's laboratory of clinical microbiology. HUSLAB needed new material to visualize their text-based instructions used at throat and urine culture workstations.</p> <p>We started by selecting the proper content and presentation method for the material. We determined the content and format for the material on the basis of HUSLAB's own working instructions and Metropolia School of Applied Sciences' goals for the practical training period in question. We also applied Finnish National Board of Education's quality criteria for the making and evaluation of the eLearning material. Student's wishes concerning the content and format of the material were asked by a questionnaire in spring 2015. During winter 2015 and spring 2016, we gathered visual material in HUSLAB's laboratory of clinical microbiology.</p> <p>We combined microbiological photographs with theory of urine and throat culture pathogens to make a PowerPoint-based eLearning material for online use. With this material, students can familiarize themselves with the laboratory workstations before the practical training period. They can also test their knowledge with case studies and a learning quiz. The eLearning material will be published in OneDrive-file hosting service and possibly in Metropolia's electronic Tuubi-workspace.</p>	
Keywords	urine cultures, throat cultures, eLearning material

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työn tarkoitus ja tavoitteet	2
3	Verkko-oppimateriaalin tekemisen pedagogiset lähtökohdat	3
3.1	Harjoittelun tavoitteet ja opiskelijoiden osaamistaso harjoittelun alussa	3
3.2	Oppiminen ja oppimistyyli	4
3.3	Oppimateriaalin opetuksellinen tehokkuus	5
4	Verkko-oppimateriaalin kehittämisen lähtökohdat	7
4.1	Verkko-oppimateriaalin määritelmä	7
4.2	Sisältö- ja laatukriteerit verkko-oppimateriaalille	9
4.2.1	Sisällön määräytyminen	10
4.2.2	Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit	10
4.3	Verkko-oppimateriaalin suunnittelu	12
5	Verkko-oppimateriaalin mikrobiologinen tietopohja	13
5.1	Nieluviljelyt	16
5.1.1	β -hemolyyttiset streptokokit	17
5.1.2	<i>Streptococcus pyogenes</i>	18
5.1.3	B- C- ja G-ryhmän streptokokit	19
5.2	Virtsaviljelyt	20
5.2.1	Virtsatieinfektiot	21
5.2.2	<i>Escherichia coli</i>	23
5.2.3	Koagulaasiposiiviset stafylokokit	23
5.2.4	Koagulaasinegatiiviset stafylokokit	25
5.2.5	<i>Enterococcus</i> -suvun bakteerit	25
5.2.6	Enterobakteerit	26
5.2.7	<i>Lactobacillus</i> -suvun bakteerit	28
6	Työtavat ja menetelmät	29
6.1	Välineet ja materiaalit	29
6.2	Videon käsikirjoittaminen	30
7	Tuotteen kehittämisprosessin vaiheet	31
7.1	Aloitussvaihe	32

7.2	Suunnitteluvaihe	33
7.3	Esivaihe	34
7.4	Työstövaihe	34
7.5	Tarkistusvaihe	35
7.6	Viimeistelyvaihe	36
7.7	Valmis tuotos	36
8	Tuotoksen esittely	37
8.1	Tuotoksen rakenne, sisältö ja visuaalinen ilme	37
8.2	Orientaatiomateriaali	39
8.3	Tietopohjan esittely	40
8.4	Soveltava osio	45
8.4.1	Tapausesimerkit	45
8.4.2	Osaamistesti	46
9	Pohdinta	47
9.1	Verkko-opetuksen laatukriteerien toteutuminen	47
9.1.1	Pedagogisten laatukriteerien toteutuminen	48
9.1.2	Käytettävyyden laatukriteerien toteutuminen	48
9.1.3	Esteettömyyden laatukriteerien toteutuminen	49
9.1.4	Tuotannon laatukriteerien toteutuminen	49
9.2	Työelämän tarpeisiin vastaaminen	50
9.3	Opiskelijanäkökulman huomioiminen	50
9.4	Ammatillinen kehittyminen opinnäytetyön aikana	50
9.5	Työn eettisyyden ja luotettavuuden arviointi	51
9.6	Jatkokehitysmahdollisuudet ja- ehdotukset	52
	Lähteet	53
	Liitteet	
	Liite 1. Verkko-oppimateriaalin teossa käytetyt bakteerikannat	
	Liite 2. Verkko-oppimateriaalin teossa käytetyt herkkyyspaneelien antibiootit	
	Liite 3. Elokuvakäsikirjoitus bakteriologisten testien suorittamisesta	

1 Johdanto

Kehitimme toiminnallisena opinnäytetyönämme nielu- ja virtsaviiljelyitä käsittelevän verkko-oppimateriaalin HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratoriolle, bakteriologian osastolle. Materiaalin tarkoituksena on tukea bioanalyttikko-opiskelijoiden itsenäistä oppimista mikrobiologian harjoittelujakson aikana sekä testata heidän osaamistasoaan harjoittelun päätteeksi. Lisäksi aineisto soveltuu käytettäväksi omaehtoiseen opiskeluun osana Metropolia Ammattikorkeakoulun kliinisen mikrobiologian opintojaksoa.

Verkko-oppimateriaalin sisällön tuottamista määrittivät ensisijaisesti toimeksiantajamme HUSLABin sekä Metropolia Amk:n kliinisen mikrobiologian harjoittelujaksolle asettamat tavoitteet. Tämän ohella materiaalin sisällön ja esitystavan valintaan vaikutti harjoittelun jo suorittaneilta opiskelijoilta kerätty palaute. Toteutimme keväällä 2015 kyselyn, jonka tulosten perusteella kohdensimme itseopiskelumateriaalin sisällön opiskelijoiden erityisesti toivomille aihealueille. Näihin kuuluivat nielu- ja virtsaviiljelyissä käytetyt biokemialliset testit, pesäkemorfologian sekä merkitsevän kasvun tunnistaminen. Valitsimme verkko-oppimateriaalille visuaalisen, valokuviin ja videoleikkeisiin perustuvan lähestymistavan, jonka opiskelijat kyselyn perusteella kokivat tehokkaimmaksi tavaksi oppia kliinistä mikrobiologiaa. Yleisenä lähtökohtana ja arvioinnin välineenä verkko-oppimateriaalin tuottamisessa käytimme Opetushallituksen työryhmän vuonna 2005 julkaisemaa verkko-opetuksen laatukriteereitä.

Tässä raportissa selostamme tuottamamme verkko-oppimateriaalin kehittämisprosessin vaiheita. Kerromme työn pedagogisista lähtökohdista, joita edustavat niin työelämäharjoittelulle määritetyt tavoitteet kuin oppimistyylejä koskeva tutkimustieto. Lisäksi esittelemme verkko-oppimateriaalin laatutekijöitä. Kuvailimme, kuinka näiden laatukriteerien soveltaminen ilmenee konkreettisesti tuotoksen ilmiasussa. Raporttimme esittää kokoavasti nielu- ja virtsaviiljelyiden verkko-oppimateriaalin keskeisen tietopohjan. Erityisenä painopisteenä sisällössä ovat kliinisesti merkittävimmät nielu- ja virtsatieinfektioita aiheuttavat patogeeniset bakteerit. Raportin pohdinnassa arvioimme työmme onnistumista ja esitämme verkko-oppimateriaalin jatkokehitysehdotuksia.

2 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on valmistaa laadukas, selkeä ja sisällöltään tarkoituksenmukainen nielu- ja virtsaviiljelyihin perehdyttävä verkko-oppimateriaali HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratorioon. Materiaali on tarkoitettu sekä itsenäisen oppimisen, että kertaamisen apuvälineeksi bioanalyttikko-opiskelijoille, jotka suorittavat työelämäharjoittelunsa HUSLABin bakteriologian osastolla. Harjoittelun ohella materiaalia voidaan käyttää Metropolia Amk:n kliinisen mikrobiologian opintojaksolla itsenäiseen opiskeluun.

Idea opinnäytetyön aiheesta syntyi toimeksiantajamme HUSLABin tarpeesta saada havainnollistavaa opiskelijamateriaalia nielu- ja virtsaviiljelypisteiden työnkulusta. Opiskelijaohjauksesta vastaavat laboratoriohoitajat olivat mieltäneet HUSLABin sisäisessä käytössä olleet kirjalliset toimintaohjeet harjoittelijoiden kannalta monimutkaisiksi ja vaikeasti hahmotettaviksi. Työohjeet sisälsivät runsaasti ammatillista tekstiä erikoisterminologioineen, tulkintataulukoita bakteerien määrän arvioimiseksi sekä työnkulkua esittäviä yksityiskohtaisia prosessikaavioita. Opinnäytetyömme tärkeimpänä tavoitteena onkin sanallisesti selkeyttää ja kuvallisin keinoin havainnollistaa nielu- ja virtsaviiljelypisteillä tapahtuvaa työnkulkua työharjoittelussa oleville opiskelijoille. Lisäksi tavoitteenamme on vahvistaa opiskelijoiden kliinisen mikrobiologian menetelmäosaamista ja bakteerien mikroskooppista tunnistamista. Henkilökohtaisina tavoitteina pidämme oman kliinisen mikrobiologisen osaamisen ja ammatillisen asiantuntijuuden kehittymistä sekä ryhmätyötaitojen ja tietoteknisten taitojen harjaantumista.

Kehitimme PowerPoint -esityksistä rakentuvan, elektroniselle alustalle sijoittuvan itseopiskelumateriaalin HUSLABin käytössä olleiden aikaisempien työohjeiden, tekemämme opiskelijakyselyn ja harjoittelun sisällöllisten tavoitteiden pohjalta. Materiaali sisältää mikrobiologista tietoperustaa esitteleviä visuaalisia osioita, joiden avulla opiskelijat voivat tutustua laboratorion toimintaan ennen harjoittelun alkua. Lisäksi materiaaliin kuuluu soveltava osio, johon rakennettujen harjoitustehtävien avulla opiskelijat pääsevät aktivoimaan oppimaansa ja testaamaan osaamistaan harjoittelun päätteeksi. Käytännön potilasesimerkeissä esitellään tapauksia, joiden avulla opiskelija pääsee harjoittamaan käytännön ongelmanratkaisutaitojaan. Kyseeseen voi tulla esimerkiksi patogeenisen bakteerin tunnistaminen annettujen biokemiallisten testitulosten ja potilaan kliinisen oirekuvan perusteella. Diagnostisella osaamistestillä on puolestaan motivointi-tarkoitus: opiskelija saa välittömän palautteen vastauksistaan ja voi täten helposti kar-

toittaa oman osaamistasonsa. Opiskelijoiden lisäksi tuotetyöstämme hyötyvät myös nielu- ja virtsalyömpöillä työskentelevät opiskelijaohjaajat. Verkko-oppimateriaalimme toimii itseopiskeluperiaatteella, joten opiskelijaohjaajien ei tarvitse olla läsnä tehtäväharjoitusten tekemisessä tai tarkastamisessa. Opiskelijat saavat palautteen osaamisestaan suoraan testijärjestelmästä. Tämä käytäntö säästää laboratoriohenkilökunnan työaikaa muihin keskeisiin tehtäviin.

3 Verkko-oppimateriaalin tekemisen pedagogiset lähtökohdat

Tuotettavan materiaalin tulisi olla opetuksellisesti tehokasta ja tukea harjoittelijoiden oppimista kliinisen mikrobiologian harjoittelun aikana. Harjoittelun tavoitteet asettivat pohjan työn rakenteelle. Tavoitteena oli mielenkiintoinen, omaa ajattelua syventävä ja oppimista tukeva materiaali. Materiaalia ei kuitenkaan olisi voinut tuottaa ilman käsitystä siitä, kuinka ihminen oppii ja millaisia ovat erilaiset oppijat. Oli myös tiedettävä, miten eri oppimiskäsitykset eroavat ja kuinka kaikki tämä tulisi ottaa huomioon mikrobiologian itseopiskelumateriaalin suunnittelussa. Materiaalia tuotettaessa tuli olla selkeä käsitys oppimisen prosesseista. Tätä tietoa oli osattava soveltaa tietoa eri oppimiskäsityksistä käytännön työelämään. (Alasilta 2002: 354.)

3.1 Harjoittelun tavoitteet ja opiskelijoiden osaamistaso harjoittelun alussa

Kliinisen mikrobiologian harjoittelu kuuluu Metropolia Amk:ssa osaksi ”Terveysalan laboratoriotyön harjoittelu 3 ”-opintojaksoa, jonka kokonaislaajuus on 15 opintopistettä (Metropolia 2015.) Opiskelija voi valita mikrobiologian harjoittelunsa pituudeksi kahdesta kuuteen viikkoa. Opiskelijan sijoittuminen kliinisen mikrobiologian nielu - ja virtsavyölytyöympäristöihin on kuitenkin pituudeltaan aina sama: yksi viikko virtsavyölytyöympäristössä ja kolme päivää nieluviljelytyöympäristössä. (Ihala 2014: 19.)

Metropolia Amk on asettanut osaamistavoitteet ”Terveysalan laboratoriotyön harjoittelu 3 ” -opintojaksolle. Sovellettaessa niitä pelkästään kliinisen mikrobiologian opintojaksolle tavoitteena on, että opiskelija hallitsee opintojakson päätteeksi laboratoriotutkimusten kokonaisuuden kliinisessä mikrobiologiassa. Ensinnäkin opiskelijan on osattava selittää keskeisten tutkimusten merkitys potilaan hoidon kannalta. Toiseksi hänen on kyettävä suunnittelemaan ja toteuttamaan oikeaoppinen mikrobiologinen näytteenotto,

-kuljetus, ja - säilytys. Näiden ohella opiskelijalta edellytetään taitoa analysoida näytteitä laatuvaatimusten mukaisesti sekä kykyä toteuttaa laboratorion sisäistä ja ulkoista laadunvarmistusta. Opiskelijan tulisi ymmärtää oikean näytteenoton, aseptiikan ja ergonomian merkitys kliinisessä laboratoriotyössä. Lisäksi opiskelijan tulee harjoittelun aikana ja sen päätteeksi arvioida omaa ammatillista osaamistaan ja kehittymistään sekä kehittää itseään vuorovaikutus- ja opetustilanteissa. (Metropolia 2015.)

Kliinisen mikrobiologian laboratorio ei ole laatinut bioanalytiikko-opiskelijoiden harjoittelulle virallisia tavoitteita. Harjoittelussa pyritään lähinnä saavuttamaan Metropolia Amk:n opintojaksolle asettamat ja opiskelijoiden omat tavoitteet. Tarkoituksena voidaan kuitenkin mainita se, että opiskelija viipyy kussakin työpisteessä niin kauan, kunnes hänelle muodostuu kokonaiskuva työnkulusta ja työpisteellä tehtävistä analyyseistä. Lopulta opiskelijan tulisi kyetä itsenäiseen työskentelyyn kyseisellä työpisteellä. Harjoittelijan täytyy omaksua aseptiset, turvalliset työskentelytavat. Harjoittelun aikana opiskelijan pitäisi oppia tunnistamaan näytteistä normaalifloora suhteessa patogeeneisiin löydöksiin. Harjoittelun tavoitteisiin kuuluu myös perehtyminen kliinisesti merkittävimpiin bakteerilajeihin- ja ryhmiin, mukaan lukien *Staphylococcus aureus*, β -hemolyyttinen streptokokki, *Escherichia coli* ja enterokokit. Gramvärjätyistä näytteistä on kyettävä erottamaan yleisimmät ryhmät. Erityisesti nielu- ja virtsaviiljelytyöpisteillä opiskelija harjoittaa viljelyn ja dreijauksen taitojaan ja yleensäkin soveltaa tunnistusmenetelmien tietämystään käytäntöön. (Ihala 2015.)

3.2 Oppiminen ja oppimistyylit

Oppiminen tapahtuu aistien kautta. Kaikki aistit eivät osallistu tasa-arvoisesti oppimiseen, vaan elämämme aikana käytämme pääasiassa näkö-, kuulo- ja tuntoaistejamme (sisältäen kinesteettiset kokemukset) oppimisessa. (Sousa 2006: 39–41). Yksilöiden taipumuksesta suosia joitain aisteja oppimisessa voidaan käyttää myös termejä oppimisvahvuudet tai oppimistyylit (Sprenger 2003: 33). Yksilölliset oppimistyylit vaikuttavat siihen, kuinka opetuksellisesti tehokkaita verkko-oppimateriaalit ovat. (Alasilta 2002: 386). Oppimistyyliajattelussa erilaiset oppijat yleensä jaetaan karkeasti kolmeen ryhmään: visuaaliset oppijat, auditatiivis-verbaaliset oppijat ja kinesteettis-taktiilliset oppijat (Sprenger 2003: 34). Visuaaliset oppijat voidaan jakaa tekstiä suosiviin ja sellaisiin, joiden on helpompi oppia tutkimalla kuvia ja kaavioita. Auditatiivis-verbaaliset oppijat oppivat parhaiten kuuntelemalla ja keskustelemalla ja kinesteettis-taktiilliset oppijat suosivat fyysistä tekemistä oppimisessa. Erilaisten oppijoiden huomioon ottamiseksi

opetuksessa tulisikin suosia eri aisteja stimuloivia opetusmenetelmiä. (Sprenger 2003: 36–37).

3.3 Oppimateriaalin opetuksellinen tehokkuus

Kliininen mikrobiologia on visuaalinen tiede. Suurin osa bakteerien tunnistusmenetelmistä perustuu visuaaliseen informaatioon, mikä piti ottaa huomioon materiaalin suunnittelussa. Silti myös kinesteettinen toiminta on tärkeää bakteriologiassa. Monet asiat tehdään vielä käsityönä. Opiskelijoiden onkin harjoittelunsa aikana tarpeen oppia mikrobiologian laboratoriossa välttämättömiä käden taitoja. Toisaalta auditatiivis-verbaaliset oppijatkin on huomioitava verkko-oppimateriaalin kehittämisessä. Erityisesti heidän kannaltaan on suotavaa, että materiaali sisältäisi puhuttua tietoa.

Verkko-opetukseen liittyy monia pedagogisia ongelmia. Opiskelijat joutuvat usein käyttämään aikaa ja energiaa teknisen ympäristön opiskelemiseen. Verkko-opetuksessa on varsin tavallista, että tieto pirstotaan pieniksi paloiksi. Lisäksi verkossa on vaikea saada aikaan samanlaista innostunutta ilmapiiriä kuin lähiopetuksessa. Tämän vuoksi opiskelijoiden orientointi opintojaksolle on tärkeää verkko-oppimateriaalien suunnittelussa. (Alasilta 2002: 411.)

Hyvän oppimisympäristön periaatteisiin kuuluu, että se on ennustettava, palautetta antava, uutta tietoa tai uutuusarvoa sisältävä. Oppimisympäristön tulisi antaa valinnan mahdollisuus opiskelussa ja mahdollistaa reflektio. (Sprenger 2003: 18.) Ennustettavuus vähentää stressiä ja siten mahdollistaa paremman oppimisen. Mikäli oppimisympäristössä on tarpeeksi ennustettavuutta, uutuus otetaan hyvin vastaan. Toisaalta uudet asiat tehostavat keskittymistä (Sprenger 2003: 21.) Tämä on hyvä neuvo suunniteltaessa oppimisympäristöjä verkossa. Opiskelijoiden energian ei pitäisi kulua ympäristön käytön opetteluun. Oppimisympäristön tulisikin olla ennustettava, jolloin stressi alenee ja varsinaisen sisällön oppiminen paranee. (Alasilta 2002: 411; Sprenger 2003: 18).

Opiskelijan omat tunteet oppimistilannetta kohtaan vaikuttavat ratkaisevasti siihen, kuinka hyvin hän pystyy keskittymään oppimiseen (Sousa 2006: 44). Aikuisopetuksessa engeströmiläinen didaktiikka vastaa tähän motivoimalla opiskelijaa tiedollisen ristiriidan kautta. Opiskelijalle osoitetaan, ettei hän enää pärjää aikaisemmilla tiedoillaan. Tarkoituksena on asettaa rinnakkain opiskelijan omat tiedot ja opintojakson osaamis-

vaatimukset. (Alasilta 2002: 409–410.) Motivointikaan ei pelkästään riitä oppimisen turvaamiseksi. Opiskeltavan asian siirtymiseen työmuistista pitkäaikaismuistiin vaikuttavat eniten kaksi tekijää: onko tieto ymmärrettävää ja onko sillä merkitystä opiskelijalle. Ymmärrettävyydellä tarkoitetaan sitä, että opiskelija pystyy käsittelemään opetettavaa asiaa omien aikaisempien kokemustensa kautta. Ymmärrettävä asia nivoutuu yhteen aikaisemmin opitun tiedon kanssa, eikä asetu sitä vastaan. Merkitys tarkoittaa vaikuttavuutta, jonka opiskelija kokee asialla olevan oman itsensä kannalta. Kysymykset kuten "miksi minun täytyisi tietää tämä?" ja "milloin tulen tarvitsemaan tätä tietoa?" kuvaavat hyvin asian merkittävyyttä. (Sousa 2006: 48.) Juuri merkitsevyys on näistä kahdesta tekijästä tärkeämpi, ja sillä on suurempi vaikutus asian siirtymiseen pitkäaikaismuistiin. Jotta opiskelijat kokisivat opetettavan tiedon merkityksellisenä, sen täytyy yhdistyä heidän aikaisemmin oppimaansa tietoon ja heidän täytyy kokea tieto käyttökelpoisena nykyhetkessä tai tulevaisuudessa. (Sousa 2006: 50.)

Verkko-opiskelumateriaali voi osittain vastata näihin ongelmiin sisältämällä aloituksen, jossa motivoidaan ja orientoidaan kurssille. Orientoinnissa kerrotaan materiaalin sisällöstä. Näin opiskelija voi muodostaa käsityksen siitä, mihin hän tietoa jatkossa tarvitsee. Motivoinnin ja tiedollisen testaamisen tulisi jatkua koko kurssin ajan. (Alasilta 2002: 409–410.) Palautteen lisäksi toinen tärkeä asia oppimisessa on oikeantasoinen haastavuus (Sprenger 2003: 22). Työmuistin kapasiteetti on rajallinen ja se kasvaa aikuisiälle niin, että ihminen pystyy käsittelemään keskimäärin seitsemää asiaa samaan aikaan. Tätä suurempi määrä on yleensä liikaa työmuistille. (Sousa 2006: 46.) Ei voida siis olettaa, että opiskelija pystyy saman päivän aikana oppimaan 10 eri virtsanäytteistä löytyvää bakteerilajia. Asioiden tehokas säilyminen käsiteltävinä työmuistissa riippuu opiskelijan iästä. Nuorilla ja aikuisilla tämä aika on arviolta 10–20 minuuttia. Jotta asiaan keskittyminen voi jatkua, jonkinlainen muutos asian työstämisessä täytyy tapahtua. Muutoin seuraa henkinen väsymys. Opiskelija voi esimerkiksi alkaa miettiä asiasisällön sijasta kyseisen tiedon soveltamismenetelmiä tai yhdistää tietoon aikaisemmin opittua tietoa. Työmuistin aikarajasta johtuen opetusseksioiden optimaika olisi 15–20 minuuttia, jolloin voidaan pitää yllä maksimaalinen opiskelijoiden kiinnostus aiheeseen. (Sousa 2006: 47.)

Työmuistia tutkittaessa on havaittu, että näkö- ja kuuloaistillinen kertaus opiskelun aikana lisää työmuistin ja pitkäaikaismuistin yhteistyötä. Näin kasvaa todennäköisyys sille, että asia siirtyy pitkäaikaismuistiin. (Sousa 2006: 45.) Aivot reagoivat paremmin värikkääseen visuaaliseen informaatioon (Sprenger 2003: 7). Myös liikkuva kuva harki-

ten käytettynä elävöittää materiaalin sisältöä (Alasilta 2002: 413). Auditatiivis-verbaaliset oppijat voidaan ottaa huomioon myös niin, että opettaja puhuu joitain osuuksia omalla äänellään. Opetuksella on hyvä olla kasvot ja ääni. (Alasilta 2002: 412.) Myös opetussisällön rytmitys on tärkeää. Rytmien tulisi olla vaihteleva, muuten materiaalista tulee yksitoikkoista. Oppisisällössä voi olla myös tyyllillistä vaihtelua. (Alasilta 2002: 413).

Muistin tutkimuksissa on havaittu, että eniten uutta asiaa unohtuu 18–24 tunnin aikana uuden tiedon hankinnasta. 24-tunnin aikaväli onkin hyvä raja todennettaessa, onko uusi tieto siirtynyt työmuistista pitkäaikaismuistiin. Jos opittua asiaa ei pysty palauttamaan mieleen 24 tunnin kuluttua, se ei todennäköisesti ole siirtynyt pitkäaikaismuistiin. (Sousa 2006: 51.) Mahdolliset oppimistestit tulisikin tehdä vasta 24 tunnin jälkeen materiaalin opiskelusta, jotta saadaan selville totuudenmukainen oppimisen taso.

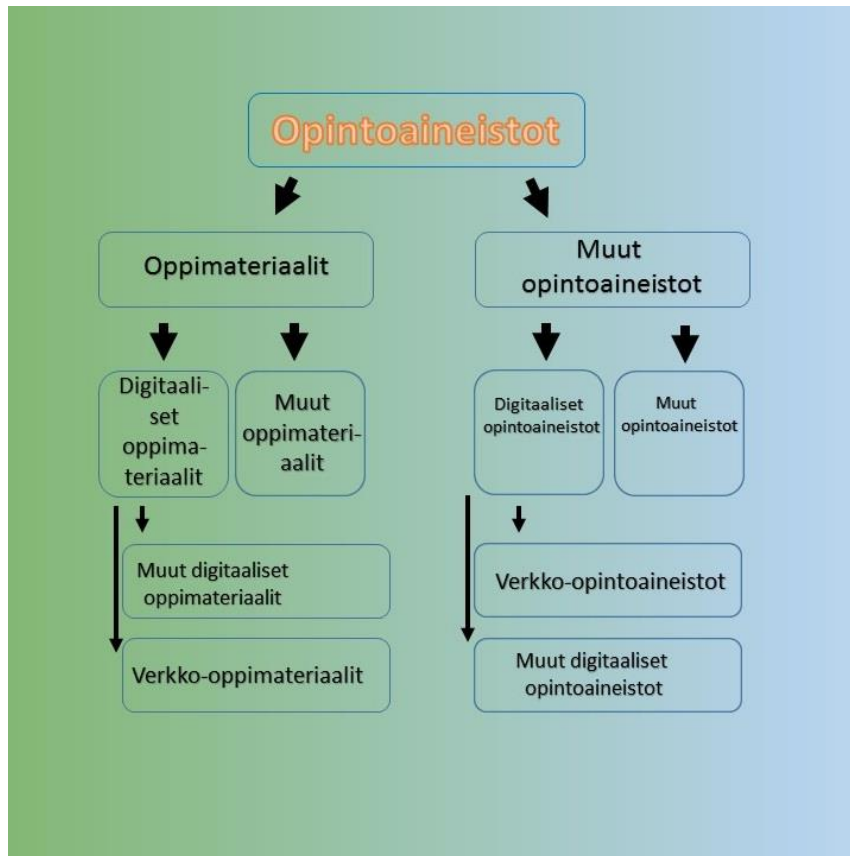
4 Verkko-oppimateriaalin kehittämisen lähtökohdat

Lähdettäessä kehittämään harjoittelujaksolle sopivaa verkko-oppimateriaalia on oltava selvillä, minkälaista hyvä verkkomateriaali on rakenteeltaan ja sisällöltään. Samasta aiheesta voi tuottaa hyvinkin erilaisia materiaaleja. Tässä vaiheessa on hyvä selvittää, miten me työssämme määrittelemme verkko-oppimateriaalin. On myös tärkeää ymmärtää materiaalille asetetut kriteerit sisällön ja rakenteen suhteen. Lopuksi kerromme, mitä tulisi ottaa huomioon verkko-oppimateriaaleja suunnitellessa.

4.1 Verkko-oppimateriaalin määritelmä

Verkkopedagogiikka on kasvatustieteen ala, joka tutkii digitaalisissa verkoissa tapahtuvia opetus- ja oppimistilanteita (nk. verkko-oppiminen) (Yli-Luoma – Pirkkalainen 2005: 9). Verkko-oppimateriaaliin viittaava käsitteistö on hyvin monipuolista. Voidaan puhua muun muassa verkkoaineistoista, e-oppiaineistoista, verkkomateriaalista, digitaalisesta oppimisaineistosta ja verkko-opetuksen materiaaleista (ks. kuvio 1). Edellä mainitut käsitteet eivät kuitenkaan toimi täysin toistensa synonyymeinä. Verkko-oppimateriaaleista on vaikea puhua yhtenäisillä käsitteillä tai määritelmillä. (Nurkka – Talikka – Karjalainen 2005: 51.) Opetushallituksen työryhmä määritteli vuonna 2005 julkaisemassaan raportissa verkko-oppimateriaalin tietoverkoissa jaettaviksi kokonai-

suuksiksi, jotka muodostuvat opiskelu- ja opetuskäyttöön tarkoitetuista sisällöistä ja niihin liittyvistä ohjeista ja metatiedoista (Högman 2005: 8).



Kuvio 1. Verkko-oppimateriaalin luokittelu käyttötarkoituksen mukaan (Karjalainen 2005: 2)

Verkko-oppimateriaalit voidaan edelleen jakaa staattisiin- ja dynaamisiin verkko-oppimateriaaleihin ja staattisiin – ja dynaamisiin muihin digitaalisiin oppimateriaaleihin. Vuorovaikutuksen määrä erottaa staattiset ja dynaamiset materiaalit toisistaan. Näistä dynaamiset verkkomateriaalit ovat luonteeltaan interaktiivisia, ”liikkuvia”: niiden toiminta ei ole mahdollista ilman verkkoyhteyttä, eikä niitä voi tulostaa. Muihin opintoaineistoihin kuuluvia, ei-digitaalisia materiaaleja (esim. tulosteet, kirjat) voidaan nykyään digitalisoida. Digitalisoitu materiaali ei kuitenkaan ole verkkoon suunniteltua. Siksi se voi olla verkkoympäristöissä hankalakäyttöistä. (Karjalainen 2005: 2-3.)

Olemme työssämme päätyneet seuraavaan verkko-oppimateriaalin määritelmään:

Verkko-oppimateriaali on yleensä digitaalista, dynaamista ja joustavaa materiaalia, jolla on tietty opetuksellinen tarkoitus (Karjalainen 2005: 1).

Verkko-opetusta rakennettaessa opettaja valitsee itse käyttämänsä välineet ja perustelee niiden käytön kyseisellä opintokokonaisuudella (Alasilta 2002: 378). Konkreettisesti verkko-oppimateriaali voi olla esimerkiksi kuvia, videoita, mobiilisovelluksia, sanallisia tehtäviä, pelejä, cd-rom, tiedonhaun tehtäviä ja se voi sisältää myös 3D - malleja tai äänitiedostoja (Kalliala 2002: 14; Alasilta 2002: 378). Laadukkaan ja opetuksellisesti tehokkaan verkko-oppimateriaalin tekeminen on aikaa vievä prosessi, jossa usein vaaditaan monen alan osaajan ammattitaitoa. Verkko-opetus voidaan toteuttaa verkon tukemana lähiopetuksena, itseopiskeluna - ja monimuoto-opetuksena verkossa. (Kalliala 2002: 28–56.) Eräs huomionarvoinen tekijä verkko-opetuksen muotoa valittaessa ovat sen tarjoamat välineet opettajille ja opiskelijoille (Alasilta 2002: 407).

Verkko-opetuksessa on useita etuja ja haittoja opiskelun kannalta. Verkko-opiskelu mahdollistaa opinnot ajasta ja paikasta riippumatta. Opiskelija voi opiskella itselleen merkitsevät asiat ja ohittaa jo tunteensa aihealueet. Verkko-opetus on parhaimmillaan silloin, kun se muodostaa vain osan koko opintokokonaisuudesta (Alasilta 2002: 386.)

Verkkoympäristö tarjoaa mahdollisuuden jakaa tietoa, palauttaa tehtäviä ja käydä keskustelua opetusryhmän sisällä (Niinimäki 2003: 10–15). Itseopiskelu verkossa voi tapahtua monella eri tavalla. Se voi sisältää opettajavetoista monimuoto-opetusta tai toimia opiskelijalle suunnattuna kokonaisena itseopiskelupakettina, jolloin opettaja-oppilaskontaktia ei välttämättä ole olemassa. (Niinimäki 2003: 10–15.) Verkko-opetus on kuitenkin parhaimmillaan silloin, kun verkon mahdollistama itseopiskelu ja opintokokonaisuuden lähiopetus täydentävät toisiaan (Alasilta 2002: 386).

4.2 Sisältö- ja laatukriteerit verkko-oppimateriaalille

Seuraavassa kerromme erilaisista tekijöistä, jotka ohjasivat verkko-oppimateriaalin sisältöön liittyviä ratkaisujamme. Lisäksi esittelemme verkko-oppimateriaalin kehittämisessä ja arvioimisessa yleisesti käytettyjä laatukriteereitä ja avaamme keskeisten käsitteiden merkitystä. Olemme koonneet listauksen oman työmme kannalta tärkeistä laatukriteereistä, jota sovelsimme verkko-oppimateriaalin suunnittelussa (ks. taulukko 1).

4.2.1 Sisällön määräytyminen

Verkko-oppimateriaalin asiasisällön valintaan vaikutti kolme päätekijää: toimeksiantajamme HUSLABin sisäisessä käytössä olevat nielu- ja virtsaviljelytyöpisteiden toimintaohjeet, Metropolia Amk:n asettamat työelämäharjoittelun tavoitteet sekä opiskelijapalautte. Laadimme opinnäytetyön innovaatioprojektivaiheessa keväällä 2015 strukturoidun kyselyn, joka osoitettiin kliinisen mikrobiologian harjoittelussa olleille opiskelijoille. Kyselyn avulla kartoitimme opiskelijoiden mielipiteitä koskien nielu- ja virtsaviljelytyöpisteissä haastavimmiksi koettuja osa-alueita. Kyselyn toisessa osiossa tiedustelimme, mikä olisi opiskelijoiden mielestä mieluisin tapa esittää haastavaksi koetut aiheet. Kyselystä saatujen vastausten analysointi auttoi meitä rajaamaan sisältöä ja valitsemaan materiaalille pääasiallisen esitystavan.

Kyselyn vastauksista ilmeni, että opiskelijat kokivat kliinisen mikrobiologian harjoittelussa haastavimmiksi seuraavat osa-alueet: 1) nielu- ja virtsaviljelyiden testimenetelmien käyttötilanteet, 2) oikean pesäkemorfologian ja merkitsevän kasvun tunnistamisen virtsaviljelyissä ja 3) näytteiden sisäisen laadunvarmistuksen. Saamamme tulokset osoittivat myös, että kuvat olivat esitysmuotona suosituin sekä nielu- että virtsaviljelyiden oppimateriaalille. Videoformaatti oli seuraavaksi suosituin, joten päätelimme, että opiskelijoiden toiveissa oli pääasiassa visuaalinen materiaali sisältäen vaikkapa valokuvia, piirroksia, kaavioita ja liikkuvaa kuvaa.

Visuaalinen muoto oli, paitsi opiskelijoiden niin myös työelämän, esittämä toive materiaalille. Kuvallisen materiaalin tärkeyttä kuvaa se, että mikrobiologisissa laboratoriotutkimuksissa muun muassa pesäkemorfologialla, kasvualustojen ja testien indikaattoriväreillä sekä bakteerilajien liikkuvuudella on suuri merkitys. Niinpä valitsimme verkko-oppimateriaalin pääasialliseksi sisällöksi ja esittämistavaksi bakteerimorfologioita, testimaljoja, kittejä ja välineistöä esittävät valokuvat. Tehostimme visuaalista ilmettä yhdistämällä valokuviiin myös opetuksellisia videopätkiä testien käyttöön liittyvistä tilanteista.

4.2.2 Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit

Käytimme verkko-oppimateriaalin laadun yleisohjeina Opetushallituksen työryhmän vuonna 2005 julkaiseman raportin laatukriteeristöä (Högman 2005: 14–29). Kyseisen raportin mukaan verkko-oppimateriaalien laatukriteerit voidaan jakaa neljään luokkaan: pedagogisiin, käytettävyyden, esteettömyyden ja verkko-oppimateriaalien tuotannon

laatukriteereihin. Kriteerit laadittiin yleisluontoisiksi ohjeiksi verkko-oppimateriaaleja tuotettaessa. Olemme poimineet niistä meille tarkoituksenmukaisimmat (ks. taulukko 1), ottaen huomioon bioanalytiikan opiskelun- ja opiskelijoiden ominaispiirteet sekä opiskelijavalinnan kriteerit (näkövaatimukset, aikaisemmat opinnot ym.). (Högman 2005: 3.) Verkko-oppimateriaalien laatuun vaikuttavat paljon ne menetelmät ja taidot, joita materiaalin tuottajilla on käytössään. Kokemukseen materiaalin laadusta vaikuttavat opiskelijoiden ja opettajien tarpeet suhteessa tuotettuun verkko-oppimateriaaliin. (Högman 2005: 11.)

Pedagoginen laatu verkko-oppimateriaalien kriteerinä tarkoittaa pääpiirteissään sitä, että oppimateriaali soveltuu sisällöltään hyvin käytettäväksi opetus- ja oppimisprosesseissa ja se tuo pedagogista lisäarvoa oppimiseen (Högman 2005: 14). *Käytettävyyden* laatukriteerien on tarkoitus varmistaa, että kehitetty verkko-oppimateriaali on teknisen rakenteensa ja käyttöalustansa suhteen helppokäyttöinen ja sujuva (Högman 2005: 18). *Esteettömyyden* laatukriteerit pyrkivät turvaamaan käytettävyyden käyttäjän näkökulmasta. Verkko-oppimateriaalin tulisi olla kaikkien käyttäjien käytettävissä riippumatta käyttäjien fyysisistä tai psyykkisistä ominaisuuksista tai terveydentilasta. (Högman 2005: 21.) *Tuotannon laatu* verkko-oppimateriaalien laatukriteerinä sisältää vaatimuksen materiaalin ammattimaisesta tuotannosta, niin että oppisen tavoitteet on otettu huomioon ja materiaali tuotetaan hallitusti (Högman 2005: 24).

Taulukko 1. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit, poimintoja opetushallituksen työryhmän raportista (Högman 2005: 14–29).

Pedagogiset laatukriteerit:	Käytettävyyden laatukriteerit:	Esteettömyyden laatukriteerit:	Tuotannon laatukriteerit:
Oppimistavoitteet ilmaistu selkeästi	Voidaan ottaa käyttöön helposti	Värejä ja valoja ei käytetä sellaisella tavalla, joka voi laukaista epilepsiaa	Projekti suunnitellaan ja toteutus dokumentoidaan
Käyttötapa ja laajuus kerrottu	Toimii yleisimmissä laitteissa ja järjestelmissä	Taustaaänet ja kuvat on mahdollista poistaa käyttäjän toimesta jos ne häiritsevät	Tuotannon sopimukset tehdään kirjallisina

Pohjätietovaatimukset ja loppuarviointitapa tulevat esille	Teknisesti toimintava- kaa, riippumatta käy- tön määrästä	Käyttöliittymässä ei ole automaatti- sesti avautuvia ikkunoita	Oppimistavoitteet dokumentoidaan
Ylläpitää motivaatiota	Oleellinen tieto löy- tyy nopeasti	Materiaalin kieli on käyttäjän hyvin osaamaa	Oppimistavoitteet määrittävät materiaa- lin sisällön ja raken- teen
Tarjoaa vuorovaikutusmah- dollisuuden	Liikkuminen materiaa- lissa sujuvaa	Käyttöliittymä mahdollistaa koh- tien ohittamisen	Tuotantopäätös tapahtuu käyttäjien tarpeista
Aktivoi omaa ajattelua	Jaettu sopiviin osiin		Kohderyhmä ja käyt- tötarpeet/tilanteet selvitetään
Saatava tieto oikeellista, merkityksellistä ja ajantasais- ta	Perustoiminnot help- poja, eivät vaadi ohjei- ta		Sisällöntuotannosta vastaavat asiantunti- jat
Auttaa yhdistämään aikai- sempää tietoa uuteen	Visuaalinen ilme tar- koituksen mukainen, tukee oppimista		Sisältö tarkistetaan ja viimeistellään ennen julkaisua
Antaa palautetta opiskelun aikana	Kuvat, videot, äänet, ym. multimedia on korkeatasoista ja latautuu hyvin		Verkko- oppimateriaalin teki- jän- ja käyttöoikeuk- sia hallitaan ja siitä tehdään sopimukset

4.3 Verkko-oppimateriaalin suunnittelu

Suunnittelu on erityisen tärkeää itseopiskelun verkko-oppimateriaaleissa, koska materiaalien tulee toimia itsenäisinä kokonaisuuksina, ilman ohjaavan opettajan neuvontaa. Materiaalin tulisi testata opiskelijan osaamistasoa ja antaa opiskelijalle palautetta opiskelun onnistumisesta. Erilaisten verkkotestien käyttö itseopiskelumateriaalin toteuttamistapana on mahdollista. (Niinimäki 2003: 14.) Osaamisen testaamisen ohella tulee kiinnittää huomiota opiskelijan motivaation ja mielenkiinnon ylläpitoon. Osaltaan näitä voidaan ylläpitää testien antamalla rakentavilla palautteilla, mutta myös verkko-

oppimateriaalin tekninen toimivuus on tärkeää. Oppimateriaalia kannattaa testata ennen käyttöönottoa mahdollisten puutteiden löytämiseksi. (Kalliala 2002: 58–59.)

Verkko-oppimateriaalien suunnittelussa tulisi ottaa huomioon opiskelijoiden oppimistavoitteet ja -toiveet. Materiaalin suunnittelu lähtee oppimistavoitteiden asettamisesta. Näiden tavoitteiden niiden tulisi olla esillä materiaalissa. (Löfström – Kanerva – Tuuttila – Lehtinen – Nevgi 2010: 36–37.) Verkko-opetuksessa kannattaa käyttää erilaisia opetusmenetelmiä. Verkkoympäristö soveltuu hyvin muun muassa ongelmalähtöiseen oppimiseen. Opetettavan asian nivominen osaksi käytännön merkityksiä tukee oppimista. Verkko-opetus tulisikin suunnitella niin, että sillä tuetaan työelämän valmiuksien kehittymistä. Verkko-opetuksen ja verkko-oppimateriaalien eräs hyöty on niiden vapaus käyttöajan ja -paikan suhteen. Verkko-oppimisympäristön käyttäjäystävällisyys on tärkeää. Erilaisten pedagogisten ratkaisujen kuormittavuus opiskelijaa kohtaan tulisi ottaa huomioon verkko-opetusta hahmoteltaessa. (Löfström ym. 2010: 41–42,49-51.) Suunnittelimme verkko-oppimateriaalia aiemmin kuvatun laatuksiteeristön pohjalta. Lisäksi sovelsimme alan kirjallisuudesta löytämiämme käyttökelpoisia verkko-oppimateriaalin suunnitteluohjeita.

5 Verkko-oppimateriaalin mikrobiologinen tietopohja

Kliinisen mikrobiologian harjoittelussa opiskelija perehtyy nielu- ja virtsaviiljelypisteisiin, jotka ovat suurten näytemäärien, laajan analyysivalikoiman ja työvoimaintensiivisyyden puolesta hyvin tärkeitä ja vaativiakin työpisteitä. Laboratoriohoitajan/bioanalyytikon perustehtäviin näillä työpisteillä kuuluu bakteeriviljelynäytteiden tutkiminen merkitsevien bakteerikantojen tunnistamiseksi ja mikrobilääkeherkkyyden määrittämiseksi. Työntekijän on osattava tulkita viljelyt, tehdä ja tulkita jatkotestit, vastata näytteet sekä toimittaa ne jatkotutkimuksiin. (Työpistekuvaus: Virtsaviljely, liitteet. 2015.)

Ymmärtääkseen nielu- ja virtsaviiljelytyöpisteiden toimintaa ja osatakseen toimia niissä asianmukaisesti opiskelijan tulee hallita keskeinen mikrobiologinen taustatieto. Tähän kuuluvat tavallisimpien kliinisesti merkittävien nielu- ja virtsatieinfektiota aiheuttavien patogeenisten bakteerien tunnistus sekä käytettyjen maljojen ja bakteerien tunnistustestien toimintaperiaatteet. Jotkin nielu- ja virtsaviiljelytyöpisteillä käytettävistä testeistä ovat samoja, mutta kummassakin työpisteessä on toisaalta omat erityisvaatimuksensa. Yleisesti käytettäviä tutkimusmenetelmiä edustavat esimerkiksi gramvärjäys, katalaasi-

ja oksidaasitestit, puhtas- ja hajotusviljelmien teko sekä antibioottilherkkymääritykset. Perinteisten manuaalisten menetelmien ja kaupallisten kittien toimintaperiaatteiden ymmärtämisen ohella opiskelijan olisi syytä tutustua myös MALDI-TOF-menetelmän toimintaperiaatteeseen. Kliinisen mikrobiologian laboratoriossa käytetään bakteerilajien tunnistuksessa nimittäin jo hyvin yleisesti Vitek MSTM-laitetta eli proteiinitunnistukseen perustuvaa massaspektrometriä.

Valitsimme HUSLABin sisäisessä käytössä olleiden työohjeiden ja opiskelijakyselyn tulosten perusteella erityisiä aihealueita, joihin keskittyä verkko-oppimateriaalin sisällön rakentamisessa. Nieluviljelyiden osalta erääksi tärkeimmistä hallittavista asioista erottui hemolyysin ja pesäkemorfologian tunnistus, joka on tärkeää streptokokkien identifioimisessa. Nieluviljelypisteellä opiskelijan on seulonnassa erotettava CO-maljalla kasvavat isot tai keskikokoiset β -hemolyyttiset pesäkkeet negatiivisina vastattavista ei- β -hemolyyttisistä tai pienipesäkkeisistä muodoista. Opiskelijan on myös osattava suorittaa koagglutinaatiotesti, jonka avulla hän tunnistaa jatkoviljelyn bakteerilajin A-, G- tai C-ryhmän β -hemolyyttiseksi streptokokiksi (tutkitaan myös mahdollinen B-ryhmän streptokokki, jos kyseessä on 0-6 kuukauden ikäinen vauva). Lisäksi opiskelijan tulee hallita hajotus- ja puhtasviljelmän teko verimaljalle. Nieluviljelypisteellä työskennellessään opiskelija harjoittelee myös dreijausta MH-F-maljalle ja siihen liittyvää antibioottilherkkymääritysten tekemistä. (Ps-Streptokokki, viljely, Ps-Streptokokki, jatkoviljely. 2015.)

Nieluviljelyiden itseopiskelumateriaalissa korostimme hemolyysin tunnistamista koamalla vertailevan kuvasarjan eri streptokokkilajien aikaansaamasta hemolyysistä ja pesäkemorfologiasta verimaljoilla. Opiskelijan huomio ja mielenkiinto pyritään kohdistamaan suoraan keskeiseen asiaan nuolten ja lyhyiden kuvatekstien avulla. Lisäksi aineistossa on mukana mikroskooppikuvia gramvärjätyistä kliinisesti merkittävimmistä streptokokeista. Tärkeän oppisisällön löytämistä helpotimme merkitsemällä tunnistuksen kannalta olennaiset tiedot (bakteerien ryhmittäminen, koko, jne.) suoraan kuvaan. Gramvärjäyskuvien selitetekstien punainen väri toimii kontrastina harmaansinisellä pohjalla oleville kuville helpottaen olennaisen havaitsemista. Bakteerien tunnistustestien periaatteet on esitetty dioissa mahdollisimman yksinkertaisesti, lyhyesti ja selkeästi. Pääpaino tunnistustestejä esittelevässä osiossa on aina autenttisilla valokuvilla, jotka osoittavat positiivisten ja negatiivisten reaktioiden ilmenemistavan. Materiaali sisältää myös nieluviiljelytyöpisteellä käytettävien erilaisten maljojen esittelyosion. Katalo-

ginomainen esitys kiteyttää maljojen käyttötarkoituksen, toimintaperiaatteen ja koostumuksen muutamalla lauseella.

Virtsaviljelypisteellä opiskelija perehtyy seulontatutkimukseen eli viljelyyn sekä jatkoviljelyyn. Näiden ohella hän voi näytetilanteesta riippuen tutustua myös kahteen hieman harvinaisempaan tutkimukseen: rakkopunktioviljelyyn ja erikoisviljelyyn. Ensin mainittu tehdään suklaamaljalle ja veriviljelypulloon mahdollisen bakteerikasvun toteamiseksi rakkopunktionäytteestä (U-Bakteeri, Erikoisviljely. 2015; U-Bakteeri, rakkopunktioviljely. 2015.) Jälkimmäinen puolestaan viljellään rikkaille elatusainemaljoille harvinaisten tai pieninä määrinä esiintyvien bakteerien tunnistamiseksi (U-Bakteeri, Erikoisviljely. 2015).

Virtsaviljelyiden verkko-oppimateriaalia suunnitellessamme päätimme keskittyä viljelyiden ja jatkoviljelyiden tekemiseen, jättäen harvinaisemmat rakkopunktio- ja erikoisviljelty vähemmälle huomiolle. Virtsaviljelyitä koskevassa materiaalissa painotimme erityisesti erilaisten virtsatiepatogeenien esittelyä. Virtsatieinfektioita aiheuttavia patogeenisia bakteerilajeja on määrällisesti paljon enemmän kuin nieluviljelyissä kartoitettavia bakteereita. Näin ollen opiskelijan voi olla vaikea muodostaa selkeää käsitystä niiden moninaisuudesta ja yksilöllisestä tunnistamisesta. Toteutimme tämän valinnan laatimalla kustakin uropatogeenilajista 2-7 diaa käsittävän pienoiskokonaisuuden. Siihen kuuluu esittelysivu gramvärjäyskuvineen ja lyhyine bakteerin ominaisuuksia ja taksonomia kuvaavine luonnehdintoineen. Sitten seuraa lajin taudinaiheuttajaominaisuuksista kertova dia ja lopuksi tulevat maljakuvat, joissa bakteerin pesäkemorfologiaa esitellään eri maljoilla. Muutamien lajien osalta materiaalissa on myös esimerkkikuvia antibiootien herkkyyspaneeleista.

Valikoimme esiteltävät bakteerilajit yleisimpien virtsatieinfektioita aiheuttavien taudinaiheuttajien joukosta. Lisäksi lajivalikoiman koostumukseen vaikutti työpisteelle saapuneiden näytteiden laatu ja määrä tutkimuksen tekohetkenä. Noudatimme virtsaviljelymateriaalin luomisessa visuaalisuuden johtoperiaatetta. Toisin sanoen esitimme mahdollisimman suuren osan dioille sijoitetusta informaatiosta kuvallisessa muodossa. Tekstiosiot laadimme mahdollisimman tiiviiksi ja lyhytsanaisiksi. Ympyröimme ja osoitimme nuolten avulla kuvien olennaisimman sisällön. Näin pyrimme ylläpitämään opiskelijan motivaatiota hänen käydessään läpi laajahkoa bakteeri-aiheista esitystä.

Tähän raporttiin olemme koonneet nielu- ja virtsaviljelyiden verkko-oppimateriaalitamme keskeisimmän informaation. Ydinsisältöä edustavat nieluviiljelyiden osalta nieluviiljelyiden suorittamista koskeva tieto, hemolyysi sekä patogeeniset streptokokkilajit ja niiden aiheuttamat infektiot. Virtsaviljelyiden itseopiskelumateriaalista olemme puolestaan tuoneet raporttiin tärkeimmät taudinaiheuttajabakteerit, joita on *Escherichia coli* -bakteerin lisäksi lukuisia muitakin. Itseopiskelumateriaalissa on virtsatieinfektioille omistettu oma PowerPoint -esitys, joten esitämme siitäkin tärkeimmät kohdat tässä raportissa. Bakteerien tunnistustestejä emme raportissa tarkemmin esittele, vaan aiheeseen voi tutustua verkko-oppimateriaalin avulla.

5.1 Nieluviiljelyt

Nieluviiljelyn avulla selvitetään nielutulehduksen aiheuttaja, joka voi olla joko virus tai bakteeri. Suurin osa nielutulehduksista on virusten aiheuttamia (Nielutulehdukset. 2012). Usein nielunäytteestä pyritään löytämään nimenomaan A-ryhmän streptokokki, joka aiheuttaa tonsilliittia ja johon liittyy vakavien jälkitautien riski. Streptokokki A:n aiheuttamat infektiot vaativat pääsääntöisesti antibioottilääkityksen. (Mäkelä – Mäkelä 1994: 144.) Sen sijaan virusperäiset nielutulehdukset paranevat ajan myötä itsestään. Bakteeriperäiseen nielutulehdukseen viittaavia oireita ovat kuumeisuus ja kipeä tai tulehtunut nielu. Nieluviiljely tehdäänkin nimenomaan kuumeisille, kurkkukivusta kärsiville potilaille, joilla ei ole virustulehduksiin viittaavaa yskää tai nuhaa. (Eskelinen 2012.)

Nieluviiljelynäyte otetaan vanutikulla pyörittäen ja samalla napakasti painaen potilaan molempien nielurisojen peitteistä sekä nielun takaseinän limakalvolta (Hellstén 2002: 103). Näytteenottajan tulee varoa osumasta tikulla runsaasti normaaliflooraa sisältäville alueille (kieli, ikenet, hampaat), mikä voisi häiritä tulosten tulkintemista. Näytetikka suljetaan huolellisesti korkilliseen geelikuljetusputkeen. Saman päivän aikana mikrobiologian laboratorioon toimitettavia geelikuljetusputkia voidaan säilyttää huoneenlämmössä, kun taas yön yli säilytettävät näytteet edellyttävät säilytystä jääkaappilämpötilassa. (Tuokko – Rautajoki – Lehto 2009: 93–94.)

Näytteet viljellään kolmivaiheisella hajotustekniikalla lampaanverimaljalle tai suoraan kaupalliselle Streptocult-alustalle. Hajotusviljelyssä näytteen ja bakteerien määrä laskee jokaisella viljelyosuudella. Maljoja kasvatetaan +35°C:ssa 18–24 tunnin ajan (käytännössä yön yli, mutta niin että maljoja on kasvatettu vähintään 18 tuntia). Kasvatuksen aikana pesäkkeiden ympärille mahdollisesti ilmaantuneet kirkkaat alueet viittaavat

kyseessä olevan A-ryhmän β -hemolyyttisen streptokokin. (Tuokko – Rautajoki – Lehto 2009: 94.)

Nielunäytteen streptokokkiviljelyn (Ps-StrVi) tarkoitus on A-, B-, C- ja G-ryhmän β -hemolyyttisten streptokokkien osoittaminen potilaiden nielunäytteistä nielurisatulehduksista epäiltäessä. Viljelyssä löydetyt β -hemolyyttiset streptokokit voidaan edelleen ryhmitellä käyttämällä agglutinaatiotestejä (A-, B- C- ja G-ryhmät) ja basitrasiiin testiä (A-ryhmä). A-ryhmä on pääasiassa herkkä basitrasiiinille, kun taas C- ja G-ryhmien streptokokit ovat basitrasiiiniresistenttejä. (Vuopio-Varkila – Syrjänen – Kotilainen 2010: 106, 122.) β -hemolyyttiset streptokokit seulotaan verimaljoilla hiilidioksidiatmosfäärissä +35 °C:ssa ja merkittävät löydökset ovat nähtävissä jo 18–24 tunnin kuluttua. *Streptococcus pyogenes* voidaan osoittaa myös antigeenin osoitustestin eli pikanielutestin avulla. (Matikainen – Miettinen – Wasström 2010: 117; Vuopio-Varkila – Syrjänen – Kotilainen 2010: 106.)

5.1.1 β -hemolyyttiset streptokokit

β -hemolyysillä tarkoitetaan bakteerin kykyä tuottaa punasoluja kokonaan hajottavia, sytolyttisiä toksiineja, ja muodostaa verimaljalla kasvaessaan kirkkaita vyöhykkeitä pesäkkeidensä ympärille. α -hemolyysi tarkoittaa punasolujen osittaista hajottamista ja hemoglobiinin määrän vähenemistä bakteeripesäkkeen ympärillä, josta seuraa pesäkettä ympäröivä vihertävä väri. Jotkin streptokokkilajit eivät hemolysoi punasoluja, jolloin niistä voidaan käyttää kirjallisuudessa nimitystä γ -hemolyyttinen (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 209).

Nielurisatulehduksen oireet ovat yksi yleisimmistä syistä hakeutua lääkäriin. Nielurisatulehduksen voi aiheuttaa virus- tai bakteeri-infektio. Tavallinen nielurisatulehduksen aiheuttaja on A-ryhmän β -hemolyyttinen streptokokki eli *Streptococcus pyogenes*. (Vuopio-Varkila – Syrjänen – Kotilainen 2010: 102.) Kyseinen laji kuuluu tärkeimpiin taudinaiheuttajiimme ja eräillä potilailla infektio voi johtaa erilaisiin liitännäissairauksiin, kuten märkäruppeen, ruusuun, ja vakaviin yleisinfektioihin (sepsis). Erityisen alttiita ovat lapset, vanhukset, ja nuoret aikuiset sekä potilaat, joiden immuunipuolustus on heikentynyt. *S. pyogenes* löytyy myös terveiltä aikuisilta ylempien hengitysteiden normaali-floorasta. Bakteeri leviää helposti kosketus- ja pisaratartuntana. Muita infektiivisiä β -hemolyyttisiä streptokokkeja ovat B-ryhmän β -hemolyyttinen streptokokki *Streptococ-*

cus agalactiae (lähinnä vastasyntyneiden infektiot) sekä C- ja G-ryhmien streptokokit (nielurisatulehdukset). (Vuopio-Varkila – Syrjänen – Kotilainen 2010: 102–110, 122.)

5.1.2 *Streptococcus pyogenes*

S. pyogenes kuuluu streptokokkien sukuun, jotka ovat tyypillisesti pareina ja jonoissa kasvavia, itiöimättömiä, aerotolerantteja, anaerobisia grampositiivisia kokkeja. *S. pyogenes* on aerobisesti kasvava ja tuottaa useita kliinisesti merkittäviä toksineja (ks. taulukko 2) (Vuopio-Varkila – Syrjänen – Kotilainen 2010:102.) Lajin tuottamat pyrogeeniset eksotoksiinit (bakteerin ulkopuolelleen erittämät, kuumeen aiheuttavat toksiset proteiinit) streptolysiini O ja S hemolysoivat punasolut tehokkaasti pesäkkeen ympäriltä ja aikaansaavat näkyvän kirkkaan kehän bakteeripesäkkeen ympärillä. (Madigan – Martinko – Dunlap – Clark 2009: 828, 966.)

Taulukko 2. *S. pyogenes* – bakteerin tuottamat eksotoksiinit ja solunulkoiset virulenssitekijät (Madigan ym. 2009: 827).

Toksiini	Vaikutustapa
Streptolysiini O (sytolyyttinen toksiini)	Hemolysiini
Streptolysiini S (sytolyyttinen toksiini)	Hemolysiini
Erytrogeeninen toksiini (superantigeeni-toksiini)	Aiheuttaa tulirokon
Streptokinaasi (entsyymaattinen virulenssitekijä)	Hajottaa fibriinikimppuja
Hyaluronidaasi (entsyymaattinen virulenssitekijä)	Hajottaa hyaluronihappoa ja sidekudosta

Useimmat streptokokit kasvavat kiinteillä alustoilla kiekkomaisina halkaisijaltaan noin 1-2mm pesäkkeinä. Kasvu on selvästi rajoittuneempaa, jos alustassa ei ole elatusainetta verta tai muita kudostenesteitä. Kasvu ja hemolysointikyky ovat voimakkaampia, kun kasvatus tapahtuu hiilidioksidiatmosfäärissä. Useimmat streptokokit ovat fakultatiivisia anaerobeja eli ne sietävät happea kasvuolosuhteissaan. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 212)

S. pyogenes tuottaa tyypillisesti suurehkon hemolyysialueen pesäkkeensä ympärille (halkaisija 1 cm jos pesäke 5 mm). Pesäkkeet voivat olla mattapintaisia tai kiiltäviä. Joskus on nähtävissä myös sauvamaisia soluja. Viljelmän vanhetessa ja kuolleiden bakteerien määrän lisääntyessä bakteerisolujen värjäytyvyys voi muuttua ja osa bakteereista näyttää gramnegatiivisilta. Solujen koko vaihtelee 1-2 µm:n välillä ja niillä on ympärillään suuri kapseli, jota ei gramvärjäyksessä näe. (Madigan – Martinko – Stahl – Clark 2012: 975). Joillekin *Streptococcus* -suvun lajeille tämä ilmiö tapahtuu jo yön yli kasvatuksen jälkeen (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 211–212).

Hoitamaton streptokokkitulehdus voi johtaa tulirokkoon, reumakuumeeseen ja akuuttiin munuaistulehdukseen sekä streptokokkaaliseen toksiseen shokkioireyhtymään (tiettyjen kantojen eksotoksiinit) (Madigan – Martinko – Stahl – Clark 2012: 975).

S. pyogenes -lajin aiheuttamat infektiot voidaan karkeasti jakaa kolmeen kategoriaan: bakteerin aiheuttamat paikalliset infektiot, bakteerin syvemmälle tapahtuneen invaasion aiheuttamat laajemmat infektiot ja infektioiden jälkitaudit. Paikallisia infektioita ovat muun edellä mainitun nielurisatulehduksen lisäksi erityisesti lapsilla märkärupi. Invaasion johdosta voi syntyä muun muassa bakteeriruuusu, selluliitti (ihonalaisen kudoksen bakteeritulehdus), nekrotisoiva pehmytkudostulehdus, endometriitti (kohdun sisäkalvon tulehdus), verenmyrkytys ja streptokokin aiheuttama toksinen shokkitila. Jälkitauteina esiintyvät muun muassa reumakuume ja akuutti munuaistulehdus. *S. pyogenes* -kannat ovat penisilliiniherkkiä, mutta antibioottihoidot eivät auta munuaistulehduksen ja reumakuumeen hoidossa. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 213–216.)

5.1.3 B- C- ja G-ryhmän streptokokit

Streptococcus -suvun lajit jaetaan sekä hemolyysinsä, että Lancefieldin ryhmäantigeeniensa perusteella useisiin eri ryhmiin. Kliinisesti merkittävät *Streptococcus* -suvun lajit voidaan tyypittää serologisesti Lancefieldin ryhmiin A (*S. pyogenes*), B (*S. agalactiae*), C (*S. dysgalactiae*) ja D (*S. dysgalactiae*) ja F-ryhmä. Tyypitys perustuu kullekin ryhmälle ominaiseen antigeeniin, joka on bakteerin soluseinässä olevan ryhmäspesifisen antigeenin aminosokeri. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 209.)

S. agalactiae eli ryhmän B streptokokit kuuluvat vaginan ja suoliston normaaliflooraan 5-30 prosentilla naisista. Lajin hemolyysi verimaljalla on yleensä halkaisijaltaan vain hieman pesäkkeen halkaisijaa suurempi (1-2 mm). Vastasyntynyt voi infektoitua syn-

tymän yhteydessä ja *S. agalactiae* infektiot voivat aiheuttaa vakavan sepsiksen, aivokalvontulehduksen tai hengitysvaikeuksia muutamien kuukausien ikäisille vauvoille. Raskaana olevien naisten seulonta onkin otettu käyttöön, jotta kantajuudesta päästäisiin eroon antibiootihoidolla ennen synnytystä. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 216.)

C-ryhmän *Streptococcus* -lajit (muun muassa *S. dysgalactiae*) muistuttavat usein ulko-näöllisesti ryhmän A -streptokokkeja verimaljalla kasvaessaan. Lajit ovat yleisesti eläinten patogeeneja (*S. zooepidemicus*, *S. equisimilis*), mutta voivat aiheuttaa tauteja myös ihmisessä. Leviävät ja aiheuttavat epidemioita etenkin päiväkodeissa ja kouluissa. (Greenwood – Slack – Peutherer 1997: 182.)

G-ryhmän *Streptococcus* -lajin (muun muassa *S. dysgalactiae*) infektio saadaan usein ruuan välityksellä. Ne voivat aiheuttaa ainakin nielurisatulehduksia, märkärupsea, ruusu ja keuhkokuumetta. Verenmyrkytyspotilailla 3-4 % veriviljelylöydöksistä on ryhmän G *Streptococcus* -lajeja. (Greenwood – Slack – Peutherer 1997: 182.) *Streptococcus viridans* -ryhmä (*S. mitis*) on alfa-hemolyyttinen tai gamma-hemolyyttinen (ei hemolysoi). Lancefieldin ryhmäantigeenien mukainen määrittäminen ei toimi sen tunnistamisessa potilasnäytteistä, mutta se voidaan tyypittää käyttämällä MALDI-TOF -menetelmää. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 211.)

5.2 Virtsaviljelyt

Virtsaviljelyiden tarkoituksena on etsiä näytteistä virtsatieinfektioita aiheuttavia patogeeneja eli niin sanottuja uropatogeeneja. Näyte pyritään saamaan keskivirtsasta vähintään neljän tunnin rakkoajan jälkeen, jolloin bakteereilla on ollut tarpeeksi aikaa lisääntyä rakossa. (Mäkelä – Mäkelä 1994: 142.) Mikäli virtsanäyte toimitetaan näytteenottopaikan ulkopuoliseen laboratorioon tutkittavaksi, se otetaan säilöntäainetta sisältävään putkeen. Osa näytteistä saapuu mikrobiologian laboratorioon valmiiksi viljeltyinä. Maljalla saapuneista näytteistä on tehty kvantitatiivinen viljely CLED-maljalle käyttäen 1µl:n silmukkaa. Uricult-näytteissä viljelylevyn elatusainepinnat on kokonaisuudessaan kostutettu virtsalla. Putkivirtsanäytteet viljellään joko manuaalisesti tai WASP-viljelyautomaatilla ORI-maljalle. Maljoja kasvatetaan +35°C:ssä lämpökaapissa ja kasvatuksen tuloksia tarkastellaan 18 tunnin jälkeen bakteerikasvun havaitsemiseksi. Maljalla esiintyvä kahden tai sitä useamman bakteerin runsas kasvu tulkitaan seka-

kasvuksi. Mikäli maljalla voidaan erottaa yksi tai kaksi erilaista pesäketyyppiä eli kaksi eri bakteerilajia, kyse on merkitsevästä kasvusta. (U-Bakteeri, viljely. 2015.)

Tulehdukseksi tulkitaan tilanne, jossa maljalla kasvaa 1-2 bakteerilajia ja bakteerien määrän ylittää 10^5 bakteeria/ml (Eskelinen 2014.) Tällöin seulotun virtsan bakteerinäytteestä tehdään jatkoviljely, johon kuuluu merkitsevien bakteerikantojen tunnistus, kvantitaatio sekä antibioottiherkkyysmäärittäminen. (U-Bakteeri, viljely. 2015.)

Escherichia coli muodostaa poikkeuksen protokollassa, sillä se voidaan tunnistaa suoraan ORI-maljalta tunnusomaisten viinipunaisen/violetinväristen pesäkkeidensä perusteella. Muille bakteereille tehdään alustava tunnistus pesäkkeiden ulkonäön, laktoosireaktion ja kasvuominaisuuksien perusteella. Gramnegatiivisille sauvoille, kokeille ja sekakasvulle on määritetty HUSLABin työohjeissa erilliset jatkotoimet pesäkkeiden lukumäärän mukaan. (U-Bakteeri, Jatkoviljely. 2015.)

5.2.1 Virtsatieinfektiot

Virtsatieinfektiot ovat yleisimpiä lääkärikäynnin syitä avohoidossa heti hengitystieinfektioiden jälkeen (5-10 % käynneistä). Virtsatieinfektiot jaotellaan infektion sijainnin mukaan virtsaputkentulehdukseen (uretriitti), virtsarakontulehdukseen (kystiitti) ja munuaisaltaan- tai kudoksen tulehdukseen (pyelonefriitti). Pyelonefriitti voi kehittyä uroseptiseksi tilaksi, jossa bakteereja on löydettävissä veriviljelyssä. Hoidollisesti virtsatieinfektiot jaetaan komplisoitumattomiin ja komplisoituihin infektiioihin, joista jälkimmäisessä on mahdollisuus lääkehoidon epäonnistumiseen. Vähintään 80 % kaikista virtsatieinfektioista on komplisoitumattomia, satunnaisia naisten virtsatieinfektioita. *E. coli* – bakteerilajin uropatogeeniset kannat aiheuttavat 90 % kaikista virtsatieinfektioista. (Madigan ym. 2009: 903). Virtsatieinfektioille altistaa esimerkiksi jokin vieras esine (kateetri, virtsakivi) virtsateissä. Jotkin elimistön tilat (raskaus, munuaisensiirto, diabetes, immuunipuutos) altistavat komplisoituihin infektiioihin, joissa tavallinen lääkehoito voi epäonnistua. (Lumio – Uhari 2011: 505–506; Virtsatieinfektiot. 2015.)

Muita mahdollisia virtsatieinfektioita aiheuttavia virtsatiepatogeeniä (ks. taulukko 3) ovat yleisesti ottaen enterobakteerit sekä *Klebsiella*-, *Pseudomonas*-, *Salmonella*- ja *Proteus* -sukujen lajit. Komplisoimattomissa infektioiden sukukypsässä iässä olevilla, seksuaalisesti aktiivisilla naisilla yleinen löydös on koagulaasinegatiivinen *Staphylococcus saprophyticus*, jonka merkitys taudinaiheuttajana on kuitenkin viime aikoina

kyseenalaistettu. Virtsatieinfektioille alttiilla potilailla (katetri, virtsakivet, alentunut immuunipuolustus) esiintyy kaikkia edellä mainittuja patogeeneja, mutta grampositiivisten stafylokokkien ja enterokokkien osuus on suurentunut. Esimerkiksi *Pseudomonas*- ja *Candida*-sukujen patogeeniset lajit voivat aiheuttaa vaikeahoitoisia infektioita. (Madigan ym. 2009: 903; Lumio – Uhari 2011: 506.)

Taulukko 3. Aikuisten virtsanäytteistä tavallisimmin eristetyt bakteerit (% , Kangasalan terveyskeskus ja TAYS 1995) (Lumio – Uhari 2011: 506).

Terveyskeskuksen avo- TAYS hoito		
<i>E. coli</i>	83	32
Koagulaasinegatiivinen stafylokokki	7	7
Enterokokit	3	17
<i>Proteus mirabilis</i>	3	7
<i>Klebsiella</i> spp.	1	10
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	3
B- ryhmän streptokokki	0	5
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	1
α – hemolyyttinen streptokokki	0	1
<i>Pseudomonas aureginosa</i>	0	5
Muut	2	12
Yhteensä	100	100

Virtsatieinfektioita voivat myös aiheuttaa eräät moniresistentit bakteerikannat, kuten ESBL ja VRE. ESBL -kannat ovat gramnegatiivisia bakteerikantoja, jotka kykenevät pilkkomaan tiettyjen antibioottien beetalaktaamirenkaat beetalaktamaasientsyymien avulla ja ovat näin ollen resistenttejä näille antibiooteille. Tunnetaan useita satoja erilaisia beetalaktamaasientsyymejä ja yleisimmin ESBL -kantoina ovat *Escherichia coli* ja *Klebsiella pneumoniae* -bakteerilajit. Suurin osa (n.90 %) Suomessa tavatuista ESBL-kannoista on *E. coli* – bakteerilajia. VRE eli vankomysiinille resistentit enterokokit ovat ohutsuolessa eläviä suoliston normaaliflooran kuuluvia gramnegatiivisia bakteereja. Tavallisimpia lajeja ovat *Enterococcus faecalis* ja *Enterococcus faecium*. Vankomysiini on soluseinän muodostumista estävä antibiootti. Kahdesta edeltävästä lajista ainakin *E. faecium* on muodostanut vastustuskyvyn kaikille tunnetuille antimikrobilääkkeille

(Madigan ym. 2009: 806). VRE - kannat voivat aiheuttaa muun muassa haavainfektioita, virtsatieinfektioita ja bakteremiaa (Huttunen – Syrjänen – Vuento 2013: 993–994).

5.2.2 *Escherichia coli*

E. coli -bakteerilaji kuuluu enterobakteerien heimoon, jotka ovat oksidaasinegatiivisia, fakultatiivisesti aerobisia, itiöimättömiä, gramnegatiivisia sauvabakteereja (Madigan ym. 2009: 903). Bakteeri on kooltaan $1 \times 2 \mu\text{m}$ ja sillä on pinnallaan flagelloja ja fimbrioita, jotka joillain kannoilla mahdollistavat liikkumisen ja toimivat virulenssitekijöinä (Madigan ym. 2009: 823–824). *E. coli* kuuluu osaksi ihmisen suoliston normaaliflooraa, jossa se tekee K-vitamiinia. Jotkin kannat voivat virtsateihin päästessään aiheuttaa infektioita. Bakteeri kasvaa ravinneolosuhteiltaan vaatimattomissakin ympäristöissä – kuten virtsassa – hyvin. (Madigan ym. 2009: 420, 903; Siitonen – Vaara 2010: 176–178).

E. coli on yleinen virtsatieinfektioiden aiheuttaja naisilla. Lajista on myös patogeenisia kantoja, kuten EPEC ja EHEC. (Madigan ym. 2009: 420). Useimmat kannat fermentoivat laktoosia (voidaan näin seuloa CLED - maljalla). Laji sisältää sekä flagellallisia liikkuvia, että flagellattomia ja liikkumattomia kantoja.

Potilasnäytteistä eristettävät ei-suolistopatogeeniset patogeeniset kannat on jaettu kahteen ryhmään: uropatogeeniset *E. coli* -kannat (UPEC) ja aivokalvontulehdukseen/sepsikseen yhdistetyt kannat (MNEC). UPEC- kannat ovat tärkein *E. coli*- virtsatieinfektioiden aiheuttajia. Niillä on useita virulenssitekijöitä, joiden avulla ne voivat lisääntyä tehokkaasti ja aiheuttaa muun muassa virtsarakon tulehduksen ja munuaisaltaan tulehduksen. (Tille 2014: 311–312.)

5.2.3 Koagulaasipositiiviset stafylokokit

Stafylokokit ovat katalaasipositiivisia ja grampositiivisia kokkibakteereita, jotka ovat aerobisia tai fakultatiivisesti aerobisia muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta (muun muassa *S.aureus* subsp. *Anaerobius*). Stafylokokit ovat liikkumattomia ja itiöimättömiä. Stafylokokit voidaan jakaa koagulaasipositiivisiin ja -negatiivisiin. Koagulaasinegatiiviset jaetaan vielä novobiosiiniresistenttiyden mukaan herkkiin ja resistentteihin. (Tille 2014: 232.) Patogeeniset stafylokokit yleensä hemolysoivat verta ja tuottavat erilaisia

entsyymejä ja toksiineja. Ne ovat liikkumattomia eivätkä muodosta itiöitä. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 199.) Stafylokokit leviävät yleensä suorassa kosketuksessa ihmisestä toiseen, mutta voivat levitä myös ilmateitse (Greenwood – Slack – Peutherer 1997: 170).

Staphylococcus aureus on *Staphylococcus* -suvun patogeenisin laji. Se aiheuttaa noin 20 % leikkaushaavainfektoista ja on toiseksi yleisin sairaalainfektoiden aiheuttaja. (Wilson 2000: 150–151). Se on grampositiivinen, itiöimätön 0.8-1 µm oleva ryhmäkokki. *S. aureus* kolonisoii ihoa ja limakalvoja, erityisesti nenänielua, nivustaiteita ja välilihaa terveiden ihmisten normaalifloorassa. Se on opportunistinen patogeeni. Nimensä se on saanut taipumuksestaan muodostaa tietyillä alustoilla keltapigmenttisiä pesäkkeitä (Madigan ym. 2009: 982.) *S. aureus* leviää tyypillisesti suoraan ihmisestä toiseen, pisara- ja kosketustartuntana (Tille 2014: 233).

Puolustuksen heikennyttyä (haavat, leikkaukset) *S. aureus* voi päästä leviämään iholta kudoksiin ja aiheuttaa muun muassa aknea, paiseita, keuhkokuumetta, luumätää, sydämen sisäkalvon tulehdusta, aivokalvon tulehduksen, niveltulehduksen tai sepsiksen. (Madigan ym 2009: 982; Wilson 2000: 151). Lajilla on laaja kirjo erilaisia virulenssitekijöitä (muun muassa TSST-1 toksiini, teikkohapot, fibriiniä lyysaava entsyymi) ja resistenssigeenejä antibiooteille (Tille 2014: 234).

S. aureus voidaan erottaa muista *Staphylococcus* -suvun lajeista sen stafylokokki-koagulaasin tuottokyvyn perusteella eli se koaguloi plasmaa (Madigan ym. 2009: 982). Stafylokokit erottaa streptokokeista katalaasientsyymien tuottokyvyn perusteella: stafylokokit ovat katalaasipositiivisia ja *Streptococcus* -suvun lajit katalaasinegatiivisia (Esko 1995: 8).

Pitkään jatkunut antibioottien laaja käyttö on johtanut resistenttien *S. aureus* ja *S. epidermidis* -kantojen syntyyn ja yleistymiseen. (Madigan ym. 2009: 983). Metisilliiniresistentti *S. aureus* (MRSA) aiheuttaa samoja infektoita kuin sensitiiviset kannatkin, mutta MRSA-kannat ovat antibioottiresistenssiensä takia hankalampia hoitaa (Wilson 2000: 152). *S. aureus* -bakteerin tunnistamiseen näytteistä käytetään tiettyjä selektiivisiä maljoja (SAS), gramvärjäystä, katalaasi- ja stafylokokkikoagulaasitestistä.

5.2.4 Koagulaasinegatiiviset stafylokokit

Koagulaasinegatiivisia, potilasnäytteistä yleisimmin eristettyjä stafylokokkeja ovat *Staphylococcus epidermidis*, *S. haemolyticus*, *S. saprophyticus* ja *S. lugdunensis*. Ne ovat huomattavasti vähemmän patogeenisia kuin *S. aureus* ja kuuluvat ihmisen normaaliflooraan. Niitä puuttuu *S. aureus* -lajin laaja virulenssitekijäkirjo. Koagulaasinegatiiviset stafylokokit pääsevät infektoimaan kudoksia lähes ainoastaan sairaalaympäristöissä. Tärkein infektion lähde on yleensä jokin kehoon kirurgisesti asetettu vierasesine (esimerkiksi verisuonikatetri, proteesi.) Yleisimmät viljellyt lajit infektioissa ovat *S. epidermidis* ja *S. lugdunensis*. *S. haemolyticus* ja *S. schleiferi* -lajien aiheuttamat infektiot ovat harvinaisempia. Invaasion isäntään mahdollistaa *S. epidermidis*, *S. lugdunensis* ja *S. haemolyticus* -lajien tuottama polysakkaridikapseli, jonka avulla ne voivat kiinnittyä hyvin vierasesineiden pinnalle ja päästä tätä kautta infektoimaan elimistöä. *S. schleiferi*- ja *S. saprophyticus* -lajien virulenssitekijät eivät ole tiedossa. (Tille 2014: 232–234.)

S. epidermidis ja *S. lugdunensis* kuuluvat novobiosiinille herkkään stafylokokkien ryhmään. Ne ovat opportunistisia patogeeneja, jotka kehoon päästessään voivat aiheuttaa infektioita. Mahdollisia tartuntareittejä ovat esimerkiksi kehoon laitettavat proteesit. Bakteerilajien polysakkaridikapseli estää tehokkaasti fagosytoosia elimistössä. Biofilmi mahdollistaa tarttumisen vierasesineisiin ja antibioottisuojaan. Lajit voivat aiheuttaa elimistöön päästessään muun muassa virtsatieinfektioita, haavainfektioita, verenmyrkytystä ja sydämen sisäkalvon tulehdusta. *S. saprophyticus* on novobiosiiniresistentti laji, joka kuuluu ihmisen normaaliflooraan. Laji aiheuttaa lähinnä seksuaalisesti aktiivisille nuorille naisille virtsatieninfektioita. (Tille 2014: 232–235.)

5.2.5 *Enterococcus* -suvun bakteerit

Enterococcus -suvun bakteerit ovat grampositiivisia ja katalaasinegatiivisia kokkeja (Madigan ym. 2009: 903). Yleisimpiä lajeja ovat *Enterococcus faecium* ja *E. faecalis*, jotka kuuluvat alemman ruuansulatuskanavan normaaliflooraan. Lajit voivat aiheuttaa virtsatieinfektioita, mutta immuunipuutteisilla tai vakavasti sairailta ne voivat aiheuttaa jopa vakavampia infektioita, kuten infektioita leikkaushaavoissa ja pehmytkudoksissa, tai jopa endokardiittia, verenmyrkytyksen. (Wilson 2000: 155.) *E. faecium* ja *E. faecalis* ovat yleisesti ei-hemolyyttisiä, mutta toisinaan α -hemolyyttisiä. Niillä on ominaisuus kasvaa sapon läsnäollessa ja ne pystyvät hydrolysoimaan eskuliinia sekä kasvamaan

alustoilla jossa on 6.5 % natriumkloridia. Lajit kasvavat hyvin 10–45°C asteessa. Enterokokit voivat olla resistenttejä useimmille antibiooteille, mutta *E. faecium* on yleensä resistentimpi kuin *E. faecalis*. Sairaalaympäristöissä ne leviävät potilaasta toiseen henkilökunnan käsien kautta. (Madigan ym. 2009: 222.)

5.2.6 Enterobakteerit

Enterobacteriaceae -heimoon kuuluvat bakteerit ovat gramnegatiivisia, oksidaasinegatiivisia ja katalaasiposiivisia lyhyitä sauvoja. Lajien luonnollinen elinympäristö on ihmisten ja eläinten ruuansulatuskanavassa. Ne ovat fakultatiivisesti anaerobeja tai aerobeja, jotka pystyvät fermentoimaan useita erilaisia hiilihydraatteja sekä tuottamaan toksiineja ja muita virulenssitekijöitä. Heimoon kuuluvat muun muassa suvut *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* ja *Proteus*. Osa suvuista on normaaliflooran bakteereja, osa patogeenisia. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 229.) Opportunistisia patogeeneja näistä heimon edustajista ovat ainakin suvut *Serratia*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Citrobacter* ja *Klebsiella* (Tille 2014: 308). Lajit voidaan tunnistaa laktoosinkäyttökyvyn perusteella. Selektiivisillä kasvualustoilla laktoosiposiitiviset lajit muuttavat alustan väriä. Sen sijaan laktoosinegatiivisilla lajeilla värimuutosta ei tapahdu. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 231.)

Citrobacter freundii on ihmisen suoliston normaaliflooraan kuuluva gramnegatiivinen ja oksidaasinegatiivinen bakteeri. Se on opportunistinen patogeeni, joka leviää ihmisestä toiseen erityisesti sairaalaympäristössä. Yleisimmin *C. freundii* aiheuttaa virtsatieinfektioita, mutta pahimmillaan se voi aikaansaada jopa meningiitin ja verenmyrkytyksen. *C. freundii* voi olla myös resistentti ampisilliinille, jos sillä on *AmpC* -geeni. (Tille 2014: 309.)

Enterobacter -suvun lajit ovat gramnegatiivisia, liikkuvia ja laktoosia fermentoivia bakteereita, joilla on fagosytoosilta suojaava kapseli. Lisäksi niiden rakenteeseen voi kuulua antibioottiresistenssiä aikaansaava plasmidi. (Tille 2014: 311.) Lajit *E. cloacae*, *E. sakazakii* ja *E. aerogenes* aiheuttavat valtaosan enterobakteeriperäisistä infektioista. Tällaisia infektioita edustavat muun muassa virtsatietulehdukset, haavainfektiot ja keuhkokuume. Useimmat *Enterobacter*-kannat ovat resistenttejä ampisilliinille sekä ensimmäisen ja toisen sukupolven kefalosporiineille. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 235.)

Klebsiella -suvun lajit esiintyvät ennen kaikkea nenänielun ja ruuansulatuskanavan alueella. Ne ovat liikkumattomia, mutta niiden pintarakenteeseen kuuluu fimbrioita. Bakteereja ympäröi polysakkaridikapseli, joka toimii virulenssitekijänä ja jonka avulla voidaan tyypittää eri kantoja. (Wilson 2000: 165.) Lajit *K. pneumoniae* ja *K. oxytoca* ovat morfologialtaan muihin enterobakteereihin verrattuna hieman lyhempiä ja paksumpia (Greenwood – Slack – Peutherer 1997: 277). Ne voivat aiheuttaa monenlaisia infektioita, kuten maksa-absesseja, keuhkokuumetta ja virtsatieninfektioita (Tille 2014: 312).

Proteus -suvun bakteereihin kuuluu eläinten ja ihmisten ruuansulatuskanavassa sekä laajalti vesistössä ja maaperässä esiintyviä lajeja. Lajit *P. mirabilis* ja *P. vulgaris* ovat kuitenkin myös opportunistisia patogeeneja, jotka voivat suoliston ulkopuolelle päästessään aiheuttaa virtsatie- ja haavainfektioita. *Proteus*-suvun tunnuspiirteitä ovat nopea liikkuminen ja ureaasientsyymien tuotto. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 235). Lisäksi *Proteus* -bakteerit voi tunnistaa maljalla tyypillisen kasvutapansa perusteella: ne tuottavat makroskooppisesti havaittavaa hunnutusta. Rakenteen syntyyn vaikuttaa yksittäisten bakteerien alun nopea liikkuminen, sitä seuraava liikkeen vähittäinen hidastuminen ja paikoilleen asettuminen. Pysähtyttyään bakteerit alkavat jakautua muodostaen uuden populaation, joka lähtee liikkeelle. (Madigan ym. 2009: 422.) *Proteus* -lajien huntuilu ilmenee kasvatusalustojen koostumuserojen vuoksi ORI-maljalla, muttei CLED-maljalla. Huntuilu voidaan estää käyttämällä 2-fenylylietanolia tai CLED-maljaa. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 232.)

Serratia -suvun sauvabakteerit ovat gramnegatiivisia, oksidaasinegatiivisia ja liikkuvia. Niitä esiintyy ympäristössä, mutta niitä voidaan löytää myös suolistonäytteistä. (Madigan ym. 2009: 423). *S. marcescens* on yleinen opportunistinen patogeeni sairaaloissa, joissa se voi aiheuttaa keuhkokuumetta, endokardiittia ja bakteremiaa. Laji on resistentti aminoglykosideille ja penisilliinille, mutta infektiot voidaan kuitenkin hoitaa käyttämällä kolmannen sukupolven kefalosporiineja. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 235.)

Acinetobacter -suvun bakteerit ovat gramnegatiivisesti värjäytyviä, liikkumattomia, kokkimaisia sauvoja. Obligatorisina aerobeina ne kykenevät kasvamaan ainoastaan hapen läsnäollessa. Värjäyksessä ne näkyvät halkaisijaltaan 1,0-1,5µm:n ja pituudeltaan 1.5–2.5 µm:n kokoisina diplokokkeina. Solut voivat toisinaan olla sauvamaisia ja värjäytyä grampositiivisesti. (Engelkirk – Duben-Engelkirk 2008: 286.) Lajit voidaan helposti se-

koittaa *Neisseria* -suvun bakteerien kanssa, mutta sillä erotuksella, että *Neisseria* on oksidaasiposiitivinen ja *Acinetobacter* -suvun lajit ovat oksidaasinegatiivisia. *Acinetobacter* -suvun lajeja tavataan yleisesti vedestä ja maaperästä. Yleisin löydös potilasnäytteistä on *Acinetobacter baumannii*. Lajin bakteereita on löydetty potilailta muun muassa virtsasta, iholta, verestä ja pleuranesteestä. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 249–250.)

Pseudomonas aeruginosa on opportunistinen patogeeni, joka voi aiheuttaa infektioita esimerkiksi iholla, korvissa ja silmissä sekä virtsateissä. Gramvärjäyksessä näkyy morfologialtaan suora ja ohut, itiöimätön ja negatiivisesti värjäytyvä sauva. (Tille 2014: 335–337.) Bakteerilaji on kooltaan noin 0.6x2 µm ja esiintyy joko yksittäin, pareittain tai lyhyissä ketjuissa. *P. aeruginosa* on aerobinen bakteeri, joka kasvaa hyvin 37–42°C asteessa; kykyä kasvaa 42 °C asteessa voidaanakin käyttää eräänä keinona lajinmäärittämisessä. Tunnistaminen tapahtuu yleensä morfologian, oksidaasitestin sekä lajin tuottamien pigmenttien perusteella. (Jawetz – Melnick – Adelberg 2013: 245.) *P. aeruginosa* on luontaisesti resistentti useille antibiooteille. Aminoglykosideille resistentit kannat aiheuttavat ongelmia varsinkin sairaaloissa. (Wilson 2000: 167.)

5.2.7 *Lactobacillus* -suvun bakteerit

Maitohappokäymisen avulla energiansa saavien *Lactobacillus* -suvun bakteerien morfologia on moninainen, vaihdellen pienestä ja vinosta solumuodosta pitempiin soluihin. Ne esiintyvät pitkinä ketjuuntuvina sauvoina, kokkimaisina sauvoina sekä spiraalimaisina solurykelminä. *Lactobacillus* -suvun bakteerit tunnetaan korkeasta happamuuden sietokyvystään: ne kasvavat hyvin jopa ympäristöissä, joiden pH on 4. (Madigan ym. 2009: 449.) *Lactobacillus* – lajeja esiintyy ympäristössä ja ruuassa, mutta ne kuuluvat myös ihmisellä suun, ruuansulatuskanavan ja naisten genitaalialueen normaaliflooraan. Useimmiten bakteereja löytyy potilasnäytteistä kontaminaation seurauksena. Vaikka *Lactobacillus* -suvun lajit ovat vain harvoin patogeenisia, ne voivat aiheuttaa immuunipuutteisille potilaille vakavia infektioita, esimerkiksi verenmyrkytyksen. (Madigan ym. 2009: 449).

Lactobacillus -suvun lajit voi tunnistaa katalaasireaktion (negatiivinen) ja pesäke- ja solumorfologioittensa perusteella gramvärjäyksessä, mutta erottaminen *Streptococcus viridans* -ryhmän streptokokeista voi olla haastavaa (Tille 2014: 290). *Lactobacillus* -suvun lajit ovat tärkeitä vaginan luonnollisen pH:n ylläpitäjiä. *Lactobacillus confusa* on

kuitenkin eristetty endokardiitti - ja verenmyrkytyspotilaiden veriviljelynäytteistä. (Tille 2014: 289.)

6 Työtavat ja menetelmät

Opinnäytetyömme on tuotteellisen kokonaisuuden kehittämishanke. Määritelmällisesti kehittämishankkeella tarkoitetaan prosessia, joka uuden tiedon ohella sisältää konkreettisen tuotoksen, esimerkiksi tuotteen, oppaan, palvelun tai toimintatavan. Tuotos voi olla joko aikaisemman innovaation pohjalta luotu toimivampi versio tai kokonaan uusi ratkaisu. (Salonen 2013: 25).

Tuotetyön suunnittelun perustana toimivat HUSLABin sisäiseen käyttöön tarkoitetut nielu- ja virtsaviljelyiden työpisteiden kirjalliset ohjeet. Hyödynsimme tuotteen kehittämisessä laajalti myös aikaisempaa tutkimustietoa sekä kirjallisuuslähteitä koskien kliinistä mikrobiologiaa, oppimistapoja ja verkko-oppimateriaalin laatuvaatimuksia. Tämän teoreettisen viitekehyksen pohjalta loimme PowerPoint -alustalle verkko-oppimateriaalin, jonka avulla opiskelijat voivat perehtyä kliinisen mikrobiologian laboratorion keskeisiin aihe-alueisiin. Seuraavassa kerromme, mitä välineitä ja työmenetelmiä käytimme kootessamme itseopiskelumateriaalin pohjana toimivan valokuva- ja videoaineiston.

6.1 Välineet ja materiaalit

Keräsimme verkko-oppimateriaalia varten laajahkon kokoelman viljeltyjä bakteerinäytteitä, jotka valokuvasimme HUSLABin tiloissa. Keräsimme näytteet ajalla 19.10.2015–15.1.2016. Suurin osa näytteistä edusti HUSLABin kliinisen mikrobiologian osaston omia kontrollikantoja, mutta mukana oli myös joitain nielu- ja virtsaviljelytyöpisteillä tunnistettuja nimettömiä potilasnäytteitä. Liitteessä 1 on taulukoitu projektia varten viljeltyt, gramvärjätyt ja valokuvatut bakteerit sekä niiden kasvatuksessa käytetyt elatusainemaljat. Yhteensä saimme valokuvia 28 eri bakteerilajista tai muusta uropatogeenisestä mikrobilajista.

Saadaksemme valokuvataltointeihin mahdollisimman edustavia ja tuoreita näytteitä suoritimme parin vuorokauden välein vanhojen bakteerikasvatusten uusintaviljelyjä.

Nuorensimme näytteitä viljelemällä ne bakteerilajista riippuen joko veri-, CLED- tai ORI-maljalle. Kasvatimme bakteereita lämpökaapissa tasaisissa olosuhteissa 18 tunnin ajan, jonka jälkeen tarkistimme kasvatustulokset. Jotkin bakteerilajit vaativat hieman pidemmän kasvatuksen. Otimme edustavista bakteerimaljoista kuvia omilla älypuhelin-kameroillamme (iPhone, Samsung Galaxy). Näiden laitteiden kuvaresoluutio riitti hyvin laadukkaiden maljakuvien saamiseen.

Otimme näytteitä erilaisista antibioottiherkkyysmaljoista havainnollistaaksemme sauva-viljelypaneelin (SAVIL), Pseudomonas-paneelin (PSEU1, 2 ja C390), stafylokokkipaneelin (STAVI) ja enterokokkipaneelin (ENTVI) eroja. Käytetyt antibiootit on koottu liitteeseen 2. Valokuvassimme runsaasti myös sellaisia näytteitä, joita harjoittelun ohjaajat esittelivät meille edustavina esimerkkeinä erilaisista hemolyyseistä tai vaikkapa sekakasvusta maljalla. Näitä kuvia käytämme verkko-oppimateriaalin soveltavassa osiossa, jossa opiskelija voi kuvallisen tietovisan avulla testata merkitsevän kasvun ja sekaflooran tunnistustaitojaan sekä kykyään erottaa α -hemolyysi β -hemolyysistä.

Teimme myös gramvärjäykset kaikista maljalla valokuvattujen bakteerilajien pesäkkeistä. Saimme käyttää HUSLABin klinisen mikrobiologian värjäysreagensseja, tiloja, ja välineistöä omien näytteidemme värjäämiseen ja mikroskooppikuvauksiin. Käytimme gramvärjättyjen näytteiden tutkimisessa ja kuvaamisessa Nikon Eclipse 80i – merkkistä mikroskooppia sekä Nikon Digital Sight DS-2Mv-mallista kameraa. Mikroskooppikuvat otettiin 100-kertaisella suurennoksella. Kuvatessamme näytteitä mikroskooppikameralla pyrimme ottamaan pääsääntöisesti neljä eri otosta. Tällä tavalla varmistimme sen, että saimme kuvia näytteen eri osista. Näin esimerkiksi liian harvat tai erikoisella tavalla värjäytyneet näytteet eivät jääneet ainoiksi kuviksi kyseisestä mikrobilajista.

6.2 Videon käsikirjoittaminen

Päätimme havainnollistaa bakteerien tunnistustestien suorittamista videomateriaalin avulla. Elävä kuva ja ääni vaikuttavat sekä järjen että tunteen tasolla, mikä tekee videoformaattista tehokkaan tavan opettaa. Lisäksi videomateriaali on helposti muokattavaa ja sen voi sijoittaa verkossa käytettävälle alustalle. (Aaltonen 2003: 16.) Videot soveltuvat hyvin erityisesti erilaisten prosessien, kuten työvaiheiden kuvaamiseen. Videon taltiointi todellisesta tilanteesta luo oppimistapahtumalle viitekehyksen ja motivaation lähteenä. (Silander 2003: 76.)

Kuvasimme iPhone-puhelimen videokameratoiminnolla sarjan videoleikkeitä, jotka esittelevät nieluviljelytyöpisteen työnkulkua. Soveltuvilta osin työnkulku koskee myös virtsaviljelytyöpistettä. Videomateriaali käsittää kahdeksanosaisen sarjan tekstitettyjä kohtauksia, joissa käsitellään näytemateriaaleja, viljelyprosessia, seulontaa, kasvatettujen maljojen tarkastelua, testien valmistelua, antibioottiherkkyyksien määrittämistä, koaglutinaatiotestin suorittamista ja vastauskäytäntöjä.

Toteutimme videoinnin ennalta laaditun käsikirjoituksen mukaan. Käsikirjoituksen laatimisessa käytimme apuna aiheesta julkaistuja kirjallisuusoppaita. Käsikirjoituksen raakaversio koostui nimetyistä ja numeroiduista kohtauksista, joista muodostui kohtausluettelo. Tämän pohjalta kehitimme kuvakäsikirjoituksen eli storyboardin. Sen tarkoituksena on luonnostella kohtaus visuaalisesti, jotta kuvaustilanteeseen osallistuvat osavat toimia oikein. Storyboard -tyyppisessä käsikirjoituksessa kohtaus on pilkottu piirrettyiksi kuviksi, jotka numeroidaan. Kuvan viereen merkitään lyhyt kuvaus toiminnasta sekä kameran liikkeet. Kuvissa käytetään kahdeksaa eri kokoa, esimerkiksi yleiskuvaa, puolikuvaa ja lähikuvaa. Repliikit voidaan kirjoittaa omalle palstalleen kuvan reunaan tai sisennettynä toiminnan alapuolelle. (Aaltonen 2003: 109, 138–144.) Videomateriaalin kohtausluettelo on esitetty liitteessä 3.

7 Tuotteen kehittämisprosessin vaiheet

Toteutimme hankkeen yhdistettynä innovaatioprojektina ja opinnäytetyönä ajalla 30.1.2015–21.4.2016. Innovaatioprojektivaihetta edusti strukturoidun verkkokyselyn laatiminen kliinisen mikrobiologian työelämäharjoittelun suorittaneille opiskelijoille sekä kyselyn tulosten analysointi. Keväällä 2015 toteutetun kyselyn avulla kartoitimme bioanalyttikko-opiskelijoiden oppimishaasteita koskien nielu- ja virtsaviljelyiden osalueita. Saatuja tuloksia käytimme yhtenä perusteena verkko-oppimateriaalin sisällön ja rakenteen suunnittelussa ja aiheen fokusoinnissa. Hankkeen toinen osa, opinnäytetyön toteutus, käynnistyi syksyllä 2015 ja jatkui huhtikuulle 2016 asti. Kyseisenä aikana laadimme tietoperustaa, videokatkelmia ja soveltavia oppimistehtäviä sisältävän visuaalisen verkko-oppimateriaalin kokonaisuuden PowerPoint-alustalle. Samaan aikaan kirjoitimme oppimateriaalin kehittämisprosessia ja työn tuloksia esittelevän opinnäytetyöraportin.

Sovelsimme tuotoksen käytännön toteutuksessa Salosen (2013) kehittämistoiminnan konstruktivistista mallia. Arviomme tämän mallin todenmukaisimmaksi tavaksi kuvata omaa työskentelyämme, koska se yhdistää kahden perinteisen mallin, lineaarisen ja spiraalisen, parhaimmat periaatteet. Konstruktivistinen malli esittää hankkeen vaiheistettuna, kuten lineaarinen mallikin, olematta kuitenkaan yksinkertaistava. Spiraalimallilta konstruktivistinen kehittämismalli lainaa ajatuksen kehittämistoiminnasta jatkuvana syklinä. (Salonen 2013: 15–16.)

Salosen (2013: 15) mallin keskiössä on kehittämistoimintaa koskevan menetelmäosaamisen kokonaisvaltainen ymmärrys ja hallinta. Työskentelytavoissa painotetaan yhteisöllisyyttä, osallistavuutta ja pedagogisuutta. Opiskelijat työskentelevät läheisessä kontaktissa toistensa ja ohjaajiensa kanssa. Osapuolten välinen viestintä on vuorovaihteista ja tasavertaista. Opinnäytetyön etenemistä dokumentoidaan tasaisin väliajoin prosessin kaikissa vaiheissa. Mallissa korostuu toistuva työskentelytapa, jossa palataan prosessin edelliseen vaiheeseen keskustelujen ja arvioinnin perusteella. (Salonen 2013.) Kuvio 2 tiivistää oman opinnäytetyöprosessimme vaiheet Salosen (2013: 20) alkuperäistä kaaviomallia mukaillen.

7.1 Aloitusvaihe

Salosen (2013: 17) mukaan aloitusvaihe koostuu ilmaistusta kehittämistarpeesta, alustavasta kehittämistehtävästä, toimintaympäristöstä sekä toimijoista. Aloitusvaiheessa hankkeen eri osapuolet keskustelevat yhteisesti työskentelyn kannalta tärkeistä asioista. Osallistujien täytyisi neuvotella hankkeeseen sitoutumisesta, annettavasta tuesta ja aiheen fokuoimisesta. Lisäksi on tärkeää, että kaikki nämä kehityshankkeen eri näkökohdat dokumentoidaan kirjallisesti.

Salosen (2013) mallin mukainen ensimmäinen vaihe realisoitui omassa työssämme seuraavasti. HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratorio ilmaisi kehittämistarpeeseen saada havainnollistavaa opiskelijamateriaalia koskien nielu- ja virtsaviljelytyöpiteiden työnkulkua. Muotoilimme toimeksiantajamme HUSLABin kehittämistarpeesta oman kehittämistehtävämme: suunnitella ja tuottaa selkeä, kattava ja visuaalinen verkko-oppimateriaali HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratorioissa työelämäharjoittelunsa suorittavien opiskelijoiden perehdytykseen. Toimintaympäristönämme meillä oli pääsääntöisesti HUSLABin bakteriologian osasto, Meilahden kliinisen mikrobiologian laboratorioissa. Siellä keräsimme valokuvattavat näyttemateriaalit, kasvatimme viljellyt

bakteerit sekä valokuvasimme ja värjäsimme näytteet. Myöhemmin, materiaalin tuotantovaiheessa toimintaympäristönämme oli muitakin tiloja, kuten koulun kirjasto ja atk-tilat.

Määrittelimme hankkeemme toimijoiksi 1) opinnäytetyön ja -raportin laatijat eli itseemme, 2) toimeksiantajamme HUSLABin kliinisen mikrobiologian yksikön opiskelijaohjaajat: laboratoriohoitajat Hanna Ihalan sekä Hanna Setälän sekä 3) Metropolia Amk:ssa toimivan opinnäytetyönohjaajan, yliopettaja Riitta Lumpeen. Projektiryhmämme ensimmäinen kokous ja tapaaminen työelämä-edustaja Hanna Ihalan kanssa projektin hahmottelemiseksi järjestettiin 30.1.2015.

Kävimme aloitusvaiheessa tutustumassa HUSLABin kliinisen mikrobiologian nielu- ja virtsatyöpisteille saadaksemme kuvan siellä tehtävistä tutkimuksista. Keskustelimme työelämäohjaajamme Hanna Ihalan kanssa tulevan oppimateriaalin sisällöstä ja mahdollisesta esitysmuodosta. Sovimme myös tavoista, joilla toimeksiantajamme HUSLAB tukee opinnäytetyön ohjausta ja toteutusta. HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratorio lupasi kerätä meille hankeideaan liittyviä potilas- ja kontrollikantanäytteitä valokuvattavaksi sekä tarjota tilat ja välineet bakteerien värjäämiseen ja mikroskooppivalokuvaukseen. Tämän ohella HUSLAB tarjosi meille asiantuntijaohjausta työn suunnittelun, toteutukseen ja raportin arviointiin liittyvissä kysymyksissä.

Keskustelimme ryhmänohjaustapaamisissa opinnäytetyönohjaajamme Riitta Lumpeen kanssa. Saimme häneltä opastusta ja palautetta verkko-oppimateriaalin käytännön toteutusta ja raporttiakin koskien. Opinnäytetyön tekijöinä sovimme ryhmän sisällä yhteisistä päämääristä ja sitoutumisesta niiden läpiviemiseen. Jokainen ryhmän jäsenistä sitoutui edistämään hanketta tasapuolisesti. Päätimme varmistaa opinnäytetyöprosessin sujuvan etenemisen säännöllisten viikkotapaamisten, ideariihien, ja yhteisten kirjoitustuokioiden kautta. Kaikki ryhmäpalaverissa päätetyt asiat dokumentoitiin asiakirjankansioihin ja sijoitettiin OneDrive-pilvipalveluun luotuun opinnäytetyön omaan työtilaan.

7.2 Suunnitteluvaihe

Salosen (2013) kehittämistoiminnan konstruktivistisen mallin toisen vaiheen aikana kirkastetaan hankkeen varsinainen idea. Tämä tapahtuu laatimalla idean pohjalta kirjallinen kehittämissuunnitelma, jossa on muotoiltu muun muassa tavoitteet, ympäristö, avainhenkilöt, aineisto ja menetelmät, tiedonhankintakeinot sekä dokumentointia kos-

kevat ratkaisut. Lisäksi kirjallisessa suunnitelmassa luetellaan hankkeen toimijoiden vastualueet. (Salonen 2013: 17.) Omassa hankkeessamme kehittämissuunnitelmaa edustivat kirjallinen projektisuunnitelma (25.2.2015) ja sen pohjalta tehty opinnäytetyösuunnitelma (hyväksytty 8.4.2015). Esittelimme opinnäytetyömme suunnitelman vertaisryhmämme SB12S1 opiskelijoille sekä opinnäytetyön ohjaajille seminaarissa 8.4.–9.4.2015. Suunnitteluvaiheessa hankkeen osapuolet sopivat kirjallisesti projektiin liittyvistä vastuista, aikatauluista, tulosten käyttöluvista ja salassapidosta. Teimme projektisopimuksen ja tutkimuslupahakemuksen sekä allekirjoitimme salassapito- ja käyttäjäsitoumuksen. Tutkimuslupa ja sopimukset olivat valmiina 1.4.2015.

7.3 Esivaihe

Esivaiheella (Salonen 2013: 17) tarkoitetaan siirtymistä varsinaiseen työskentelyympäristöön eli kentälle. Käytännössä vaihe on usein lyhyt ja siihen liittyy suunnitelman läpikäyntiä sekä tulevan työskentelyn järjestämistä. Tämän vaiheen aikana (20.3.2015) teimme tutustumiskäynnin tulevan verkko-oppimateriaalin käyttöympäristöön eli HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratorioon. Vierailimme nielu- ja virtsalyöpisteillä ja seurasimme siellä bakteerien seulonta- ja jatkoviljelytutkimusten tekemistä. Tutustuimme myös laboratorion keskeiseen analyysilaitteistoon, tärkeimpinä näistä Vitek® MS-analysointilaitteeseen ja WASP®-viljelyautomaattiin. Lisäksi saimme tilaisuuden keskustella laboratorionhoitajien kanssa heidän kokemuksistaan ja näkemyksistään koskien työpis- teillä harjoittelevien bioanalytikko-opiskelijoiden ohjausta. Esivaiheen aikana teimme myös aktiivisesti tiedonhakutyötä erilaisten hakukanavien kautta. Etsimme yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen sähköisistä tietokannoista (Helka, Metcat), internetin verkko- julkaisupalveluista (VOPLA) ja kirjaston kokoelmista mahdollisimman luotettavia ja ajankohtaisia teoksia tietopohjan luomiseen.

7.4 Työstövaihe

Konstruktivistisessa mallissa työstövaiheella tarkoitetaan hankkeen käytännön toteu- tusta. Kyseessä on ajallisesti pisin ja vaativin kehittämistyön vaihe, johon sisältyy säännöllinen, intensiivinen työskentely sovittujen tavoitteiden ja tuotoksen saavutta- miseksi. (Salonen 2013: 18.) Toisaalta työstövaihe on ammatillisen kehittymisen kan- nalta hyvin tärkeä: siinä opiskelija harjoittaa työelämän asettamia työn vaatimuksia eli kvalifikaatioita. Näihin osaamisvaatimuksiin lukeutuvat muun muassa organisointitaidot,

vastuullinen ja itsenäinen työskentelytapa, vuorovaikutuksessa toimiminen, epävarmuuden sieto ja itsensä kehittäminen. Työstövaiheessa korostuu hyvän ohjauksen, vertaistulen ja palautteen merkitys (Salonen 2013: 18.)

Oman työme kannalta miellämme työstövaiheeksi innovaatioprojektiin kuuluneen kyselytutkimuksen laatimisen, lähettämisen ja vastausten analysoinnin. Tämä ajoittuu maaliskuu-toukokuulle 2015. Opinnäytetyövaiheessa työstövaiheeksi erottuu ennen kaikkea 3-5 viikkoa pitkä työharjoittelujakso, jonka vietimme HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Jakson aikana perehdyimme omakohtaisesti nielu- ja virtsalyö-pisteiden toimintaan. Aloimme myös kerätä työme kannalta edustavia bakteerinäytteitä valokuvakokoelman luomiseksi. Jakson aikana ja sen jälkeenkin uudistimme bakteerikantoja viljelemällä ne hajotustekniikalla uudelleen. Valokuvasimme näytteet HUSLABin nielu- ja virtsaviljelytyöpisteillä. Gramvärjäsimme bakteerinäytteet ja kuvasimme ne mikroskooppikameralla. Lisäksi työstövaihetta hankkeessamme edustaa nieluviljelypisteellä tekemämme bakteerien tunnistustestien videokuvaukset, joita teimme joulukuun 2015 ja tammikuun 2016 välisenä aikana.

7.5 Tarkistusvaihe

Tarkistus eli arviointi on Salosen (2013:18) mukaan paitsi itsenäinen vaihe, niin myös kaikkiin muihin vaiheisiin sisältyvä komponentti. Sen yhteydessä kaikki hankkeen toimijat käyvät läpi syntyneitä tuotoksia ja arvioivat sitä yhdessä. Arvioinnin perusteella tuotos joko siirretään viimeisteltäväksi tai sitten takaisin työstövaiheeseen. (Salonen 2013: 18.)

Olemme toteuttaneet työssämme konstruktivistisen mallin periaatetta jatkuvasta arvioimisesta. Käytännössä tämä ilmenee siten, että kukin ryhmän jäsen on esitellyt työstämäänsä materiaalikokonaisuuden osaa toisille ja pyytänyt siitä palautetta. Arvioinnin kriteereinä käytettiin verkko-oppimateriaalin laatukriteereitä (pedagogiset, käytettävyyden, esteettömyyden ja tuotannon laatukriteerit) siltä osin kuin ne sopivat juuri bioanalyttikon koulutukseen. Ryhmän jäsenet kommentoivat esimerkiksi tuotosten visuaalista selkeyttä, vuorovaikutteisuutta, kannustavuutta sekä käytettävyyttä. Lisäksi arvioinnin kohteena oli opinnäytetyön eettisten periaatteiden ja luotettavuuden toteutuminen. Palautteen jälkeen materiaali siirtyi uudelleen työstettäväksi, sen jälkeen taas tarkistusvaiheeseen. Pyrimme saamaan materiaalin kehittämisessä mahdollisimman paljon palautetta myös vertaisryhmältä ja ohjaajilta seminaarien ja ohjauskeskustelujen

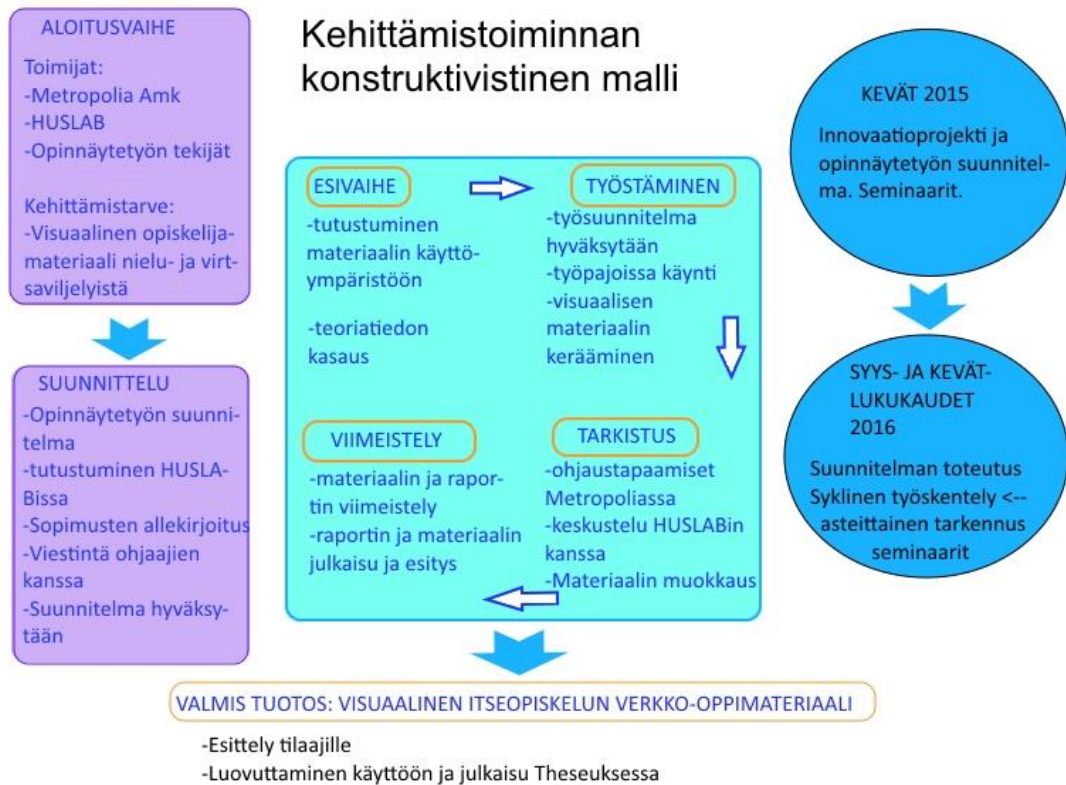
yhteydessä. HUSLABin mikrobiologeilta ja laboratoriohoitajilta saatu palaute vaikutti suuresti esimerkiksi esiteltävien virtsatiepatogeenien valintaan. Myös raportin rakennetta, sisältöä ja kieliasua on jatkuvasti kehitetty opinnäytetyöohjaajan ja ryhmän jäsenten palautteen perusteella.

7.6 Viimeistelyvaihe

Viimeistely on pitkäkestoinen ja työläs vaihe, jonka aikana toiminnallinen opinnäytetyö saatetaan kokonaisuudessaan palautuskuntoon. Sen yhteydessä valmistuvat sekä tuotos että opinnäytetyöraportti. Oman työemme kohdalla viimeistelyvaihe ajoittuu maaliskuuhun 2016. Tänä ajankohtana lähetimme raportin opinnäytetyöohjaajalle pariin kertaan arvioitavaksi rakenteen, sisällön ja kieliasun osalta. Saamamme palautteen perusteella korjasimme raportin kappalejärjestystä loogisemmaksi. Hioimme myös kieliasua ja täydensimme vaillinaisia osioita. Teimme alustavan alkuperän tarkistuksen Moodlen Turnitin – järjestelmässä 21.3.2016. Lopullisen alkuperän tarkistuksen teimme 21.4.2016 opinnäytetyön palautuspäivänä.

7.7 Valmis tuotos

Tämän kehittämisprosessin konkreettisena tuotoksena syntyi PowerPoint -esityksistä koostuva nielu- ja virtsaviilijelyiden verkko-oppimateriaali HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratorion käytettäväksi. Materiaalikonaisuus voidaan sijoittaa HUSLABin intranettiin, jossa se on rajatun kohdeyleisön käytössä. Vaihtoehtoisesti materiaali voidaan tallentaa OneDrive -pilvipalveluun, jonne pääsy rajoitetaan HUSLABin tunnuksin. Lisäksi materiaalista on kopio erillisellä muistitikulla. Aineisto siirretään myös Metropolia Ammattikorkeakoulun sisäiseen käyttöön. Lisäksi materiaali luovutetaan Metropolia Amk:n bioanalytiikan koulutusohjelman käyttöön esimerkiksi kliinisen mikrobiologian opetusjaksolla itsenäiseen opiskeluun käytettäväksi. Valmiin tuotoksen palautuspäivä oli 21.4.2016. Työn tuloksia esittelimme opinnäyteseminaarissa 12.4.2016, jolloin saimme vertais- ja ohjaaja-arvion tuotoksesta. Esittelimme tuotosta HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratoriossa, bakteriologian osaston henkilökunnalle erillisessä tilaisuudessa 29.4.2016.



Kuvio 2. Opinnäytetyön vaiheet kehittämistoiminnan konstruktivistisen mallin mukaan (Salonen 2013).

8 Tuotoksen esittely

Tässä luvussa esittelemme valmiin opinnäytetuotoksemme, nielu- ja virtsaviljelyiden verkko-oppimateriaalin rakennetta, sisältöä ja ulkoasua. Havainnollistaaksemme materiaalin konkreettista toteutustapaa olemme lisänneet tekstin lomaan myös esimerkkikuvia oppimateriaalissa esiintyvistä sivuista.

8.1 Tuotoksen rakenne, sisältö ja visuaalinen ilme

Tuotoksemme koostuu elektroniselle alustalle sijoitetuista PowerPoint -esityksistä, jotka on jaoteltu sisällön mukaan erillisiin osioihin (kuvio 3). Laajan kokonaisuuden jakaminen pienemmiksi segmenteiksi parantaa materiaalin käytettävyyttä, koska se nopeuttaa latautumista tietokoneella. Materiaalissa on kolme pääosiota: päävalikkona toimiva aineiston orientaatiomateriaali sekä erilliset nielu- ja virtsaviljelyiden kokonaisuudet.

Kumpikin bakteeriviljelyitä käsittelevä oppimateriaali sisältää infektioita, patogeenisia bakteereita ja tunnistustestejä esittelevän perehdytysosion sekä esimerkkitapauksista ja osaamistestistä koostuvan soveltavan osion. Tarkoituksena on, että bioanalyttikko-opiskelijat tutustuisivat perehdytysosion avulla klinisen mikrobiologian laboratorion toimintaan ennen harjoittelun alkua. Toisaalta perehdytysosio soveltuu käytettäväksi mikrobiologiaa koskevan keskeisen tiedon syventämiseen ja kertaamiseen klinisen mikrobiologian opintojaksolla. Soveltava osio on tarkoitettu suoritettavaksi harjoittelujakson lopulla. Tässä vaiheessa opiskelijoiden oletetaan jo hallitsevan tärkeimmät mikrobiologiset tunnistusmenetelmät sekä tunnistavan yleisimmät bakteerilajit.

Suosittelusta etenemisjärjestyksestä huolimatta verkkomateriaali on rakennettu käytö-
tavaltaan joustavaksi. Eri aihealueista kertovat PowerPoint -esitykset toimivat siis yhtä hyvin itsenäisinä kokonaisuuksina. Liikkumista yksittäisten esitysten sisällä ei ole rajattu, vaan opiskelijat voivat halutessaan siirtyä sivuilla eteenpäin, ohittaa osioita tai palata taaksepäin. Materiaalissa on hyperlinkkejä, joiden avulla voi suoraan päästä haluamalleen sivulle. Hyperlinkit toimivat kuitenkin vain silloin, kun materiaalia katsotaan PowerPointin esitystilassa.

Verkko-oppimateriaalissa nielu- ja virtsaviiljelyä koskeva tietosisältö on pyritty esittämään mahdollisimman havainnollisesti ja selkeästi. Tarkoituksena on ilmaista suurin osa tiedosta visuaalisesti kuvien, taulukoiden ja yksinkertaisten kaavioiden avulla. Tekstiosiot on sitä vastoin työstetty melko suppeiksi. Kuvatekstien tarkoitus on ennen kaikkea selventää kuvissa esiintyvää informaatiota.



Kuvio 3. Ote orientaatiomateriaalista, joka esittelee itseopiskelumateriaalin rakennetta ja sisältöä.

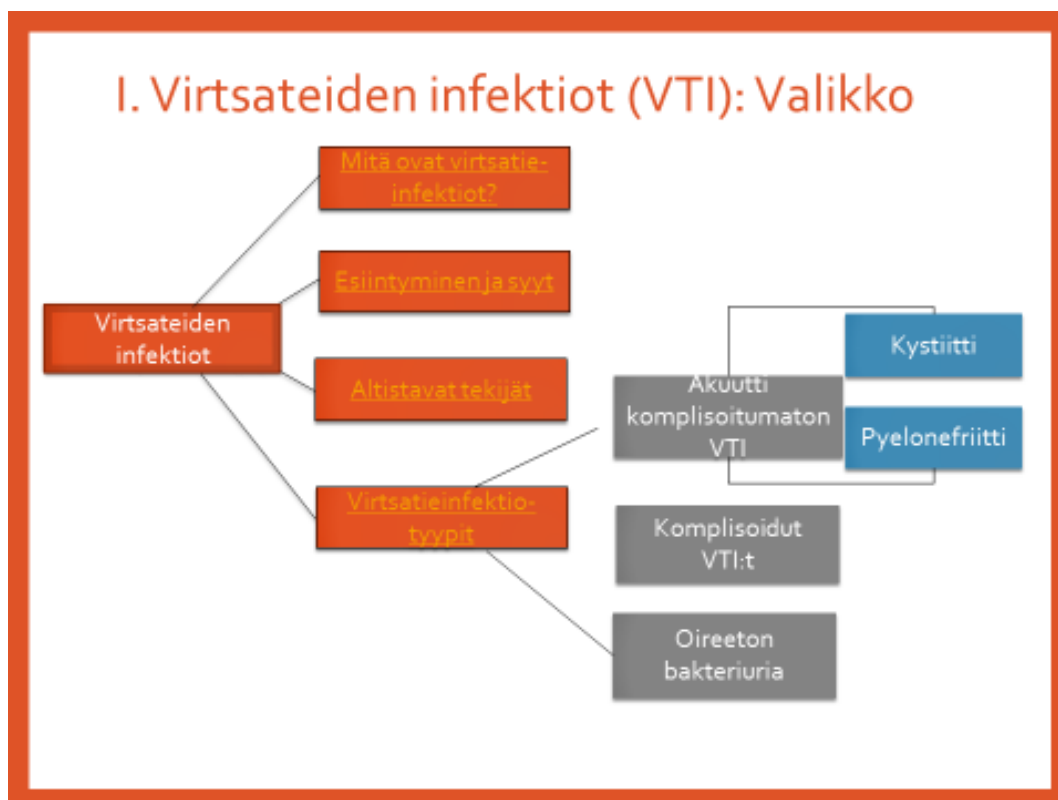
8.2 Orientaatiomateriaali

Päävalikkoon kootun orientaatiomateriaalin avulla selkeytetään ulkoisia oppimistavoitteita, jotka on Metropolian vuoden 2015 opetussuunnitelmassa asetettu klinisen mikrobiologian opintojaksolle ja työharjoittelulle. Tavoitteiden määrittelyn kautta motivoidaan opiskelijaa ja tuetaan hänen oppimisprosessiaan. Oppimista nimittäin edistää se, että opiskelija ymmärtää, miksi hän opiskelee määrättyjä asioita ja mikä on niiden tarkoituksena (Koli - Silander 2002: 14). Materiaalissa yksilöidään tiedot ja taidot, jotka opiskelijan tulisi hallita opintojakson suoritettuaan. Lisäksi materiaalissa on listattu HUSLABin puolelta esitetyt osaamistavoitteet nielu- ja virtsaviljelytyöpisteitä koskien. Näiden ohella opiskelija kirjaa harjoitteluun mennessään omat tavoitteensa, jotka ohjaavat hänen opiskeluaan ja tiedonkäsittelyään. Orientaatiomateriaali myös opastaa opiskelijoita materiaalikonaisuuden käyttöön ja esittelee sen rakenteen.

8.3 Tietopohjan esittely

Perehdytysmateriaali sisältää nielu- ja virtsaviljelytyöpiteiden työnkulun kannalta olennaisen tietosisällön. Virtsaviljelyt on nieluviljelyitä laajempi aihekokonaisuus. Tästä syystä virtsaviljelyihin liittyvä bakteerilajisto, infektiot ja tunnistustestit on materiaalissa jaettu erillisiksi PowerPoint -esityksiksi. Aihekokonaisuudet alkavat valikkosivuilla, jotka listaavat hierarkkisesti kunkin materiaalin pääaiheet. Otsikkovalikon avulla voi hahmottaa senhetkisen sijaintinsa materiaalikonaisuudessa. Hyperlinkitettyjen otsikoiden kautta pääsee navigoimaan suoraan haluamalleen sivulle, ellei halua käydä läpi koko materiaalia (kuvio 4).

Virtsateiden infektiot -osiossa esitellään



Kuvio 4. Esimerkkisivu hierarkkisesta valikosta, jonka kautta opiskelijat voivat hahmottaa aihekokonaisuuden. Hyperlinkitetty otsikot mahdollistavat suoran pääsyn halutulle sivulle.

Virtsateiden infektiot -osioon on koottu keskeisin tieto erilaisten virtsatieinfektioiden luokittelusta, etiologiasta, altistavista tekijöistä ja oireista. Pääpaino on yleisimpien virtsatieinfektioiden eli uretriitin, kystiitin ja pyelonefriitin esittelyssä. Aineiston suunnittelussa pyrkimyksenämme oli parantaa silmäiltävyyttä eli ennen tarkempaa lukemista ja tutkimista syntyvää vaikutelmaa. Sen osatekijöitä ovat muun muassa selkeä pääotsi-

kointi, suppeat tekstikappaleet, selkeät linkit, ilmaisuvoimaiset kuvat sekä väljä ulkoasu (Alasilta 2002: 209). Materiaalin luettavuus eli lukunopeus, ymmärrettävyys ja selkeys olivat myös tärkeä lähtökohta aineiston suunnittelussa. Tätä vaikutelmaa tavoitellaan materiaalin pelkistetyllä taustavärillä sekä systemaattisesti käytetyillä fonteilla ja kirjainkokoilla. Graafisen ilmeen lisäksi kiinnitimme huomiota kielen rakenteeseen ja sanastoon Alasilan (2002: 210–211) verkkokirjoittamisen ohjeiden mukaan. Pyrimme ilmaistamaan asiat mahdollisimman yleistajuisesti, joskin ammattiterminologiaa esiintyy tekstissä jonkin verran. Avasimme kuitenkin vierasperäisten sanojen merkitystä silloin, kun se lukijoiden oletetun lähtötason kannalta oli tarpeellista.

Virtsatieinfektioita aiheuttavat patogeeniset bakteerit -osiossa esitellään HUSLABin laboratorioissa yleisimmin tunnistetut uropatogeenit. Valitsimme materiaaliin suuresta kokonaisuudesta lopulta vain sellaiset lajit, joita HUSLABin laboratoriohoitajat ja mikrobiologit pitivät merkittävinä ja jotka ovat virtsatieinfektioita koskevien Käypä hoito -suositusten perusteella tärkeitä. Kliinisissä näytteissä yleinen primaaripatogeeni *Escherichia coli* ja melko yleinen *Staphylococcus saprophyticus* ovat tärkeimmät uropatogeenit, joten näistä lajeista teimme laajahkon esittelyn. Lisäksi mukaan otettiin melko yleisiä sekundaaripatogeenia. Enterobakteereja näistä edustavat *Enterobacter*-suvun lajit (*E. cloacae* ja *E. aerogenes*), Klebsiellat (*K. pneumoniae* ja *K. oxytoca*) sekä *Proteus mirabilis*. Virtsanäytteistä harvoin eristetyistä patogeenisistä bakteereista valitsimme Käypä hoito -suosituksen mukaisesti lajit *Citrobacter freundii*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens* sekä *Acinetobacter baumannii*. Lisäksi sisällytimme mukaan melko yleisen mutta epävarman patogeenin *Lactobacillus* spp. Virtsatieinfektioita aiheuttavien patogeenisten bakteerilajien lisäksi otimme materiaaliin myös hiivan, *Candida albicans* -lajin.

Bakteerien esittelymateriaalissa on kustakin bakteeriryhmästä kokoavasti kertova aloituspaneeli. Paneelisivuilla esitellään tiiviissä, havainnollisessa muodossa olennaisin tieto bakteerien taksonomiasta, gramvärjäytyvyydestä, hapenkäytöstä, hiilihydraattien hajotuskyvystä, itiöiden muodostamisesta, liikkuvuudesta ja tärkeimmistä biokemiallisista ominaisuuksista (kuvio 5). Bakteerien luokittelu on esitelty taulukon avulla. Gramvärjäytyvyydestä kerrotaan sanallisesti tekstissä sekä mikroskooppikuvan avulla. Lukunopeuden edistämiseksi korvasimme suuren osan sanallisesta informaatiosta kuvin ja symbolein. Näin toimimme luetellessamme bakteerien biokemiallisia ominaisuuksia. Sen sijaan että olisimme kirjoittaneet pitkähkön sanan ”oksideasiposiitivinen” tai ”katalaasinegatiivinen”, käytimme lyhenteitä ”oksideasi+” ja ”katalaasi-”. Silmäiltävyyttä pa-

ransimme lisäämällä kuvasymbolit bakteerien esiintymisympäristöistä. Samoja symboleja käytetään systemaattisesti koko materiaalissa. Mikroskooppisessa ryhmätason tunnistuksessa tärkeän ominaisuuden, bakteerien ryhmittymisen, olemme esittäneet tietokonepiirroksin. Näin materiaalista näkee heti, miltä näyttävät suurennettuina esimerkiksi ketjukokit tai stafylokokkien rykelmämuodostelmat. Lajitason esittelysivuilla bakteeria koskeva informaatio on tiivistetty kuvalliseen muotoon. Mukana on mikroskooppikameralla otettu kuva gramvärjätystä näytteestä mittasuhteineen, tietokoneella laadittu piirros yksittäisestä bakteerista sekä tärkeimmät ominaisuudet kuvatekstein ja nuolin indikoituna.

Domeeni	Bacteria
Pääjakso	Firmicutes
Luokka	Bacilli
Lahko	Lactobacillales
Heimo	Enterococcaceae
Suku	Enterococcus

Kaksi kliinisesti merkittävää lajia

Enterococcus faecalis

Enterococcus faecium

Ympäristössä esiintyvä

Suoliston normaaliflooraa

Enterokokit

Esiintyvät diplokokkeina tai ketjuina

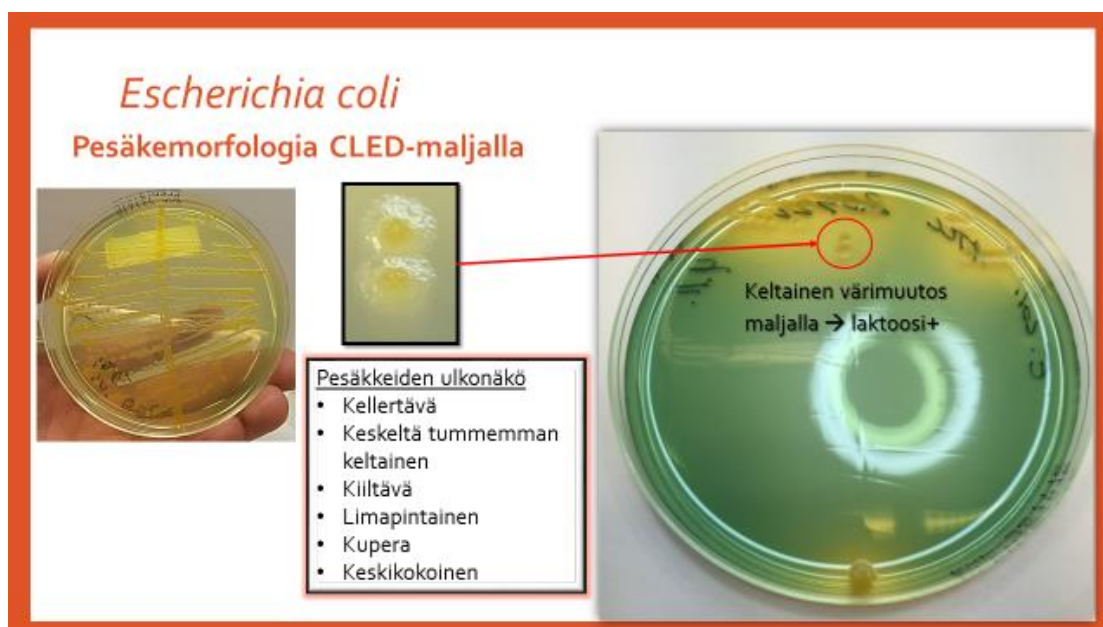
- Grampositiivisia kokkeja
- Ei-hemolyttisiä
- Katalaasi+
- Opportunistisia patogeeneja
- Luontaisesti herkkiä monille antibiooteille
- VRE-kannat = vankomysiinille resistentti enterokokki

Kuvio 5. Esimerkki virtsaviiljelyiden oppimateriaalista. Enterokokeista kertova sivu esittelee bakteerien taksonomian, gramvärjäyskuvan, tärkeimmät luokitusominaisuudet ja esiintymisympäristöt.

Esittelysivuja seuraa kuvaus bakteerista taudinaiheuttajana. Sivulla kerrotaan, kuuluuko laji normaaliflooraan ja onko se opportunistinen patogeeni. Lisäksi kerrotaan bakteerin tartuntatavasta, mahdollisesti aiheuttamista infektioista, virulenssitekijöistä ja antibioottiresistenteistä kannoista.

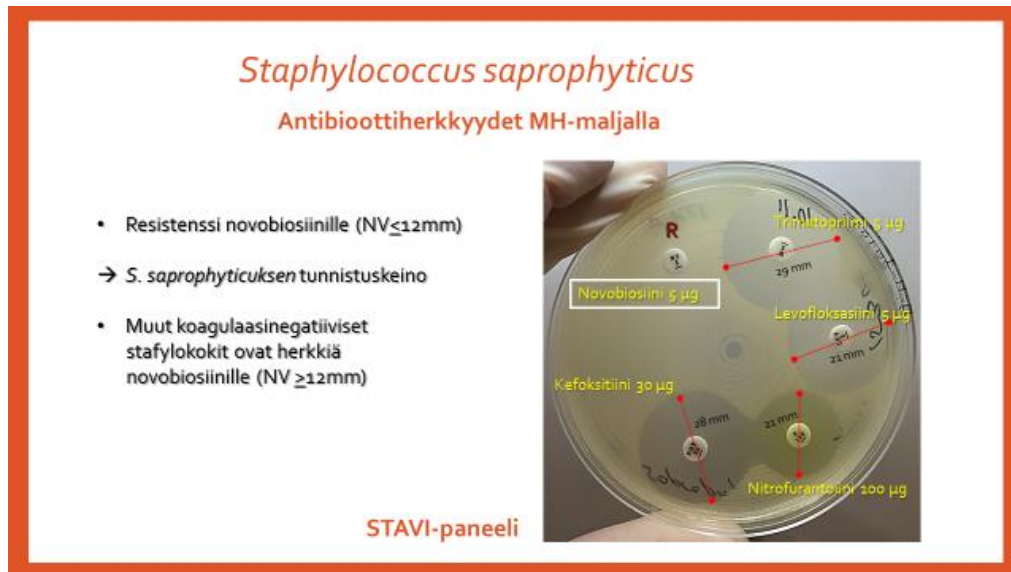
Maljakuvat ovat oppimateriaalin keskeistä sisältöä. Niiden avulla esitellään bakteerien pesäkemorfologiaa, hemolyysiä, biokemiallisia reaktioita (laktoosinkäyttö) sekä antibioottiherkyyksiä. Bakteerien pesäkemorfologia esitellään lajista riippuen joko CLED-, ORI-, CO-, tai verimaljoilla. Herkkyysmaljoina käytimme MH- ja MH-F -maljoja. Kuvios-

sa 6 on esimerkki maljasivun rakenteesta ja sisällöstä. Kustakin bakteerista on suuri maljakuva, josta näkee pesäkkeiden sijoittumisen ja kasvutavan. Lisäksi maljaan on ympäröity huomiovärillä pesäke, josta on suurennettu lähikuva samalla sivulla. Pesäkkeiden tunnusomaiset piirteet on listattu sanallisesti tietolaatikkoon kuvan viereen. Pesäkemorfologian kuvailussa kerrotaan muun muassa pesäkkeiden koosta, väristä, muodosta ja limaisuudesta/kuivuudesta. Herkkyysmaljakuvista puolestaan ilmenee, miten erilaiset antibiootit (esimerkiksi HUSLABin käyttämät paneelit STAVI, SAVIL, Pseudomonas 1 ja 2) estävät bakteerilajien kasvua. Mahdollinen antibioottiresistenttiys on osoitettu estorenkään puuttumisena ja se on tietyissä tapauksissa lajintunnistuksen tärkeä peruste. Kuvio 7 edustaa esimerkkiä herkkyysmaljakuvasta. Kuviossa 8 näytetään hemolysien eroja esittelevä esimerkkisivu nielumateriaalista.



Kuvio 6. Esimerkki maljakuvasta. *Escherichia coli* -bakteerin pesäkemorfologia ja värimuutos CLED-maljalla.

Kunakin uropatogeenien pääryhmän käsittelyn jälkeen seuraa kysymyssivu, jonka tarkoituksena on aktivoida opiskelijaa ja edesauttaa olennaisen tiedon muistamista. Tunnistustestit -osiossa esitellään kuvien ja tekstin avulla HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratoriossa nielu- ja virtsaviiljelypisteillä käytetyt yleisimmät tunnistusmenetelmät. Esitystä on täydennetty videoleikkeillä, jotka kuvaavat työnkulkua ja bakteerien tunnistustestejä nieluviiljelypisteellä. Videot luovat kontekstin oppimiselle ja ovat lähtökohtana opiskelijoiden todellisten oppimishaasteiden löytämiselle (Silander 2003: 71).



Kuvio 7. Esimerkki herkkyysmaljakuvasta. *Staphylococcus saprophyticus* on resistentti novobiosiinille.



Kuvio 8. Esimerkki nieluviljelymateriaalista. Hemolyysikuva osoittaa, miltä erityyppiset hemolyysit näyttävät verimaljalla.

8.4 Soveltava osio

Perehdyttyään bakteerioppimateriaaliin opiskelija voi siirtyä soveltavaan osioon, joka koostuu tapausesimerkeistä ja osaamistesteistä. Oppimistehtävät toimivat opiskelijoiden menetelmällisinä ohjaajina eli ne edistävät havainnointi-, tiedonkäsittely-, työskentely- ja itsearviointivalmiuksia. Oppimistehtävien kautta opiskelijat voivat harjoittaa jo omaksumiaan tietoja ja taitoja (Koli – Silander 2003: 45.) Tapausesimerkkien avulla opiskelija reflektoi laajemmin omaa osaamistaan soveltamalla tietojaan ja taitojaan reaali maailman ilmiöihin. Esimerkkitehtävät perustuvat työelämän todellisiin tai todennäköisiin tilanteisiin ja ne edellyttävät ongelmanratkaisutaitoja sekä syy-seuraussuhteiden ymmärtämistä. (Jasu-Kuusisto – Mattila 2007: 24.) Osaamistestien kautta opiskelija puolestaan saa helposti ja nopeasti tiedon osaamistasostaan, mikä motivoi oppimaan (Jasu-Kuusisto – Mattila 2007: 25).

8.4.1 Tapausesimerkit

Tapausesimerkit eli niin kutsutut esimerkkitehtävät lisättiin materiaaliin, jotta opiskelijat käyttäisivät ongelmanratkaisutaitojaan ja mikrobiologiasta omaksumaansa tietämystä konkreettisten tilanteiden ratkaisemiseen. Laadimme kysymykset kirjallisuuden ja tutkimusartikkeleiden perusteella sekä omia tietojamme soveltamalla. Esimerkkitapaukset eivät kuitenkaan edusta autenttisia potilastapauksia, vaan asia esitetään yleisemmällä tasolla. Seuraavassa esimerkki materiaalin esimerkkitehtävästä:

Yleislääkärin vastaanotolle saapuu 60-vuotias perusterve nainen, joka ilmoittaa kärsivänsä usean viikon ajan tihentyneestä virtsaamistarpeesta ja kivusta virtsatessa. Hän kertoo lisäksi, että virtsa on sameaa ja pahanhajuista. Hänen ruumiinlämpönsä oli aamulla mitattaessa 37,4 °C. Lääkäri epäilee virtsatietulehdusta ja määrää otettavaksi laboratorionkoet. Tulosten mukaan naisen seerumin CRP-arvo on 3 mg/l. Puhtaasti lasketusta keskivirtsanäytteestä löytyy bakteereita. Näytteestä tehdään virtsaviljely.

1. *Mihin infektiin naisen oireet voisivat viitata?*
 - A) Pyelonefriittiin B) Klamydiaan C) Kystiittiin D) Hiivatulehdukseen
2. *CLED-maljalla näkyy kellertäviä, kuperia ja limaisia pesäkkeitä sekä keltainen värimuutos elatusmaljalla. Mitä teet?*
 - A) Herkkyysmäärityksen ENTVI-paneelilla B) Viljelyn ORI-maljalle C) Kata-laasitestin D) Ei jatkotutkimuksia. Keltainen värimuutos ratkaisee lajintun-
nustuksen.

8.4.2 Osaamistesti

Verkko-oppimateriaali sisältää kolme osaamistestiä: nieluviljelyitä, virtsaviljelyitä ja tunnistustestejä käsittelevät osat. Testeissä on sarja kysymyksiä monivalintavaihtoehtoisena. Laatumme osaamistestit ovat sikäli vuorovaikuttavia käyttäjän kanssa, että opiskelija saa vaihtoehdon valittuaan välittömän palautteen vastauksestaan (oikein/väärin, perustelut). Kuvio 9 esittää mallisivua nieluviljelytestin kysymyksestä. Kuvio 10 puolestaan osoittaa, miltä kysymyksen palautesivu näyttää. Esittelimme osaamistestin raakaversiota alustavasti tietotekniikkatyöpajassa 22.3.2016. Lehtori Päivi Leskinen arvioi testin teknistä käytettävyyttä ja totesi valitun toteutustavan hyvin toimivaksi ratkaisuksi.



Kuvio 9. Esimerkki nieluviljelyiden osaamistestin kysymyksestä.



Kuvio 10. Esimerkki nieluviiljelyiden osaamistestin palautesivusta. Oikein vastattuaan opiskelija saa perustelut vastaukselleen.

9 Pohdinta

Arvioitaessa valmiin verkko-oppimateriaalin tarkoituksenmukaisuutta on tarkasteltava sen laatua ja sitä, millä tavoin se edistää HUSLABin ja Metropolian oppimistavoitteiden toteutumista kliinisen mikrobiologian harjoittelun aikana. Lisäksi on pohdittava, kuinka materiaali vastaa työelämän ja opiskelijoiden tarpeisiin.

9.1 Verkko-opetuksen laatukriteerien toteutuminen

Opetushallitus esittää useampia verkko-oppimateriaalin laatukriteerejä kuin raportin taulukossa 1. on kuvattu. Valitsimme Opetushallituksen laatukriteereistä sovellettavaksi mielestämme toteutuskelpoisimmat kriteerit. Esimerkkejä työmme kannalta epäoleellisista kriteereistä ovat sen sijaan huoltotöiden käyttökatojen kriteerit (materiaali käytettävissä myös muistitikulla) sekä värisokeiden ottaminen huomioon materiaalissa (bioanalyttikoiden värinäkövaatimukset). Aikataulullisista syistä emme voineet testauttaa materiaaliamme ennen käyttöönottoa. Testauttamisesta olisi ollut hyötyä, sillä materiaaliimme liittyvät käytettävyyden ja pedagogiset ongelmat olisivat tulleet testihenkilöiden arvioinnin kautta paremmin esille.

Taulukosta 1. voi nähdä, että Opetushallitus on kategorisoinut verkko-opetuksen laatu-kriteerit neljään luokkaan: pedagogiset laatu-kriteerit, käytettävyyden laatu-kriteerit, esteettömyyden laatu-kriteerit ja tuotannon laatu-kriteerit.

9.1.1 Pedagogisten laatu-kriteerien toteutuminen

Osana verkko-oppimateriaalia teimme orientaatioesityksen, johon kokosimme tärkeimmät perustiedot materiaalista sen käytöstä ja sisällöstä. Orientaatiomateriaalissa ilmaistaan selkeästi sekä HUSLABin, että Metropolian oppimistavoitteet harjoittelujaksolle, joiden saavuttamista verkko-oppimateriaali tukee. Lisäksi orientaatiomateriaalista käy ilmi kuvallisesti esitettynä tuotetun verkko-oppimateriaalin rakenne. Orientaatiomateriaali myös kertoo, kuinka opiskelija voi testata osaamistaan harjoittelun aikana käyttäen verkko-oppimateriaalia. Taustatietovaatimuksia orientaatiomateriaalissa ei ilmaista. Oletuksena kuitenkin on, että kaikki klinisen mikrobiologian harjoitteluun tulevat opiskelijat ovat käyneet Metropolia Amk:n klinisen mikrobiologian opintojakson. Opintojakson käyneille opiskelijoille mikrobiologinen termistö ja käsitteet ovat tuttuja. Verkko-oppimateriaalin tietopohjan kirjoittamisessa käytettiin lähteinä alan oppikirjoja ja HUSLABin omia työohjeita. Varsinaista loppuarvioinnin mahdollisuutta verkko-oppimateriaali ei tarjoa. Materiaali sisältää neljä oppimistestiä eri aiheista. Testit eivät kuitenkaan teknisistä syistä anna opiskelijalle esimerkiksi kokonaispistemäärää oikeista vastauksista. Testit kuitenkin aktivoivat opiskelijan omaa ajattelua ja auttavat yhdistämään aikaisemmin opittua tietoa uuteen.

9.1.2 Käytettävyyden laatu-kriteerien toteutuminen

Materiaalin käyttökynnys on matala. PowerPoint on lähes kaikille opiskelijoille ennestään tuttu ohjelma, jolloin käytettävyyden kanssa emme odota olevan suuria ongelmia. Itse materiaali tulee sijaitsemaan monessa eri paikassa: OneDrive - pilvipalvelussa, muistitikulla ja mahdollisesti Metropolia Amk:n Tuubi -työtilassa. Näin ollen verkko-oppimateriaalin täydellinen menettäminen teknisistä tai vastaavista syistä on epätodennäköistä. Powerpoint -esitysten toimimisen edellytys on tietokoneelle asennettu Microsoft Office - ohjelmistopaketti. HUSLABin käytössä on Microsoft Office - lisenssi, joten oppimateriaali aukeaa todennäköisesti kaikilla tietokoneilla. OneDrive - pilvipalvelussa oleva PowerPoint - esityksiin perustuva verkko-oppimateriaali on käytöltään va-

kaa, eikä se kulu käytössä, kuten esimerkiksi CD-rom tai ole rikkoutumisvaarassa kuten muistitikku. Valokuvat ja videopätkät on kuvattu 8:n megapikselin tarkkuudella. Verkko-oppimateriaalin visuaalisessa ilmeessä on päädytty yhdenmukaisuuteen ja turhien asioiden karsimiseen. Olisimme käyttäneet HUSLABin omaa PowerPoint -esityspohjaa, jos olisimme saaneet sellaisen käyttöömmee. Materiaalin teksti on pyritty pitämään napakkana ja yhden dian tekstimäärä on pyritty pitämään kohtuullisena, jottei opiskelija joutuisi lukemaan suuria määriä tekstiä diaa kohden.

9.1.3 Esteettömyyden laatukriteerien toteutuminen

Materiaalissa ei ole sellaisia vilkkuvia valoja, jotka voisivat laukaista epilepsiaa. PowerPoint-esityksissä eikä videoissa ole taustaääntä. PowerPoint-esitys mahdollistaa myös kohtien ohittamisen ja hyppimisen eri aiheiden välillä. Esityksissä on myös hyperlinkkejä, joiden avulla opiskelija voi hyppiä aiheiden välillä materiaalin sisällä.

9.1.4 Tuotannon laatukriteerien toteutuminen

Verkko-oppimateriaalin tekeminen tuotannollisena opinnäytetyönä toteutettiin suunnitellusti ja välivaiheet dokumentoitiin opinnäytetyösuunnitelmina. Opinnäytetyön prosessin eteneminen ja vaiheet on kuvattu tarkemmin luvussa 7. Opinnäytetyöstä tehtiin kirjalliset sopimukset kaikkien osapuolten kesken ja opinnäytetyön toteutukselle määriteltiin aikataulu. Aloite verkko-oppimateriaalin tekemiseen tuli HUSLABin toimesta. Innovaatioprojektin ja opinnäytetyön aikana selvitimme missä tilanteissa, millaisissa tiloissa ja kuka materiaalia käyttää. Lisäksi otimme selvää opiskelijoiden omista tarpeista ja toiveista materiaalin suhteen. Sisällöntuotosta vastasi opinnäytetyöryhmä. Omaa tietämystä siitä, miten, missä ja missä tilanteissa materiaalia käytetään lisäsi omat harjoittelujaksomme HUSLABin kliinisen mikrobiologian laboratoriossa, syyslukukaudella 2015. Näiden harjoittelujaksojen takia opinnäytetyön valmistuminen myös viivästyi alkuperäisestä aikataulusta. Verkko-oppimateriaalin sisällöllisen oikeellisuuden ennen sen julkaisua tarkasti opiskelijaohjaajamme laboratorionhoitaja Hanna Setälä yhteistyössä sairaalamikrobiologien kanssa. Saimme kolmeen otteeseen palautetta materiaalin sisältämistä asiavirheistä ja painotuseroista, jotka korjasimme palautteen perusteella vastaamaan HUSLABin ohjeita ja uusimpia Käypä hoito -suosituksia.

9.2 Työelämän tarpeisiin vastaaminen

HUSLABilla oli toiveena klinisen mikrobiologian laboratorion nielu- ja virtsaviljelytyöpiteisiin opiskelijaharjoittelua tukevaa materiaalia, joka visualisoisi nykyisiä kirjallisia työohjeita opiskelijoille. Materiaalin toivottiin olevan myös digitaalinen. Materiaalin tekovaiheessa käytimme edellä mainittuja työohjeita etenkin sisällön suhteen. Tavoitteenamme oli saada aikaan verkko-oppimateriaali, joka visualisoisi kyseisten työpisteiden työnkulkua. Saamamme palautteen perusteella muokkasimme materiaalia enemmän työelämään haluamaan suuntaan, muun muassa poistamalla liiallista bakteerilaji-infoa ja nivomalla materiaalin sisällön vastaamaan lähemmin nielutulehdusten ja virtsatieinfektioiden Käypä hoito - suosituksia.

9.3 Opiskelijänäkökulman huomioiminen

Selkeyttääksemme HUSLABin alkuperäisiä kirjallisia työohjeita teimme materiaalista mahdollisimman havainnollisen. Kokonaisuutta hallitsevat potilasnäytteistä ja kontrollikannoista otetut valokuvat, kuten pesäkemorfologiaa maljoilla esittävät otokset ja gramvärjätyistä näytteistä otetut mikroskooppikuvat. Muotoilimme tekstiosiot tiiviiksi ja selkeäsanaisiksi, jotta perehtyjä voisi omaksua oppisisällön ennen kaikkea visuaalisen aistikanavan kautta. Innovaatioprojektissa tekemämme opiskelijakyselyn tulokset otimme huomioon verkko-oppimateriaalin visuaalisessa ilmeessä. Opiskelijoiden toivomia kuvia on käytetty paljon. Samoin teimme opetusvideoleikkeitä nieluviljelyn työprosessista opiskelijoiden videomateriaalitoiveen perusteella. Opiskelijoiden haastamaksi kokema pesäkemorfologian tunnistus, hemolyysin tunnistus nieluviljelyissä ja merkitsevän kasvun tunnistus ovat kaikki verkko-oppimateriaalin keskeisiä aihepiirejä. Kyselyssä esiin tullutta laadunvarmistusta ei aseptiikkaa lukuun ottamatta sisällytetty materiaaliin, koska omien harjoittelukokemustemme mukaan harjoittelussa painotetaan eri asioita.

9.4 Ammatillinen kehittyminen opinnäytetyön aikana

Opinnäytetyön aikana viestimme aktiivisesti sekä työelämäohjaajamme, että opiskelijaohjaajiemme kanssa. Viestintä tapahtui pääasiassa sähköpostin välityksellä, mutta pidimme myös tapaamisia ohjaajien kanssa. Koko opinnäytetyöryhmän mikrobiologinen osaaminen on syventynyt opinnäytetyön toteutuksen aikana. Kokemuksemme klii-

nisen mikrobiologian harjoittelusta ennen opinnäytetyön toteutusta ja tietopohjan materiaalin kerääminen ovat vaikuttaneet osaamistason kehittymiseen kaikkein eniten. Ryhmä on perehtynyt verkko-oppimateriaaleihin ja niiden suunnittelun ja toteutuksen perusteisiin. Olemme työstäneet opinnäytetyötä pääasiassa lähityöskentelyä koko ryhmän kesken. Opettelimme myös OneDrive- pilvipalvelun käytön, joka on osoittautunut erittäin hyväksi välineeksi samojen dokumenttien ryhmäeditoinnissa. Ryhmän fyysinen läsnäolo samassa paikassa on myös sujuvoittanut kommunikaatiota ja mahdollistanut opinnäytetyöraportin ja verkko-oppimateriaalin työstövaiheen vertaisarvioinnin. Aikataulus projektissa on joutanut alkuperäisestä. Olemme kuitenkin mielestämme pystyneet hyvin sopimaan keskeisistä aikatauluista ja luomaan yhteisiä tavoitteita ja sitoutumaan niihin.

9.5 Työn eettisyyden ja luotettavuuden arviointi

Opinnäytetyön kaikissa vaiheissa noudatettiin tehtyjä salassapitosopimuksia. Potilaan anonymiteetistä pidettiin huolta, muun muassa niin, että kuvatuista potilasnäytteistä poistettiin niissä mahdollisesti vielä olevat nimen ja henkilötunnuksen sisältävät potilastarrat. Mitään henkilötietoja ei luovutettu ulkopuolisille. Opinnäytetyötä pohjustanut opiskelijakysely käsiteltiin nimettömästi. Yhdellä ryhmän jäsenellä oli työnsä puolesta HUSin henkilökohtaiset käyttäjätunnukset ja käytimme niitä laboratorion tietokoneilla. Dokumentoimme käyttämämme lähteet lähdeviitteisiin ja Turnitin -analyysiohjelma antoi työllemme 5 % yhtäläisyyden internetistä löytyviin julkaistuihin lähdeaineistoihin. Todellinen yhtäläisyys on kuitenkin matalampi, sillä ohjelma laski mukaan tässä raportissa käytetyn viitteellisen suoran lainauksen ja viitesivun otsikoita. Varsinaisessa tekstissä yhtäläisyys oli alle 2 %. Työn sisällöllistä luotettavuutta arvioivat opinnäytetyöryhmä ja ohjaava opettaja. Vertais- ja työelämäpalautetta olisi kaivattu prosessin edetessä enemmän, mutta aikataulullisten syiden (opiskelijaharjoittelujen ajoittuminen) takia se on jäänyt vähäiseksi. Materiaalia tehdessä on pyritty käyttämään mahdollisimman ajankohtaista ja luotettavaa lähdeaineistoa. Opinnäytetyöraportti ja verkko-opiskelumateriaali olivat ryhmän työstettävänä OneDrive -pilvipalvelussa. Jokaisella ryhmän jäsenellä oli palveluun erilliset, henkilökohtaiset käyttäjätunnukset. OneDrive -palvelussa ei ollut potilastietoja eikä HUSLABin sisäisiä työohjeita. Lisäksi raportista ja materiaalista oli varmuuskopiot muistitikulla.

9.6 Jatkokehitysmahdollisuudet ja- ehdotukset

Verkko-oppimateriaali on helposti jatkokehitettävissä. Esimerkiksi internetsivujen tekeminen materiaalin pohjalta voisi tehdä siitä vielä joustavamman, toimivamman ja itsenäisemmän kokonaisuuden. Tällöin OneDrive- tunnukset ja Microsoft Office - ohjelmissopaketti eivät olisi välttämättömiä sen käytössä. Oma sivusto antaisi oppimiselle uutuusarvoa ja se olisi myös ajantasaisempi opetustapa, sillä opiskelijat saattavat kokea PowerPoint- pohjaisen materiaalin jonkin verran vanhahtavaksi opetustyyliksi. Oppimateriaaliin tehdyt testit voisivat olla myös varsinaista palautetta antavia. Testit voisivat pisteyttää opiskelijan vastaukset ja antaa saavutetun pistemäärän perusteella kokonaisarvion opiskelijan osaamisesta ja kehitysehdotuksia opiskeluun. Materiaali voisi tulevaisuudessa sisältää myös enemmän videoita. Opiskelijat kokivat innovaatioprojektin kyselyn perustella videomateriaalin itselle mieluisaksi opetusmateriaaliksi. Erityisesti virtsaviljelyt jäävät kaipaamaan omaa videota, koska aikataulullisista syistä sellaista ei pystytty tekemään. Kokonaisuudessaan verkko-oppimateriaali kuitenkin toteuttaa tarkoitustaan visualisoidessaan HUSLABin työohjeita ja tutustuttamalla opiskelijoita virtsa- ja nieluviljelyihin ennen kliinisen mikrobiologian harjoittelun alkua. Materiaalin PowerPoint -muoto on joustava, niin että se on myöhemminkin HUSLABin muokattavissa, mikäli materiaalin tiedolliset sisällöt eivät ole enää oikeita tai eivät vastaa kliinisen mikrobiologian laboratorion käytäntöjä.

Lähteet

Aaltonen, Jouko 2003. Käsikirjoittajan työkalut. Audiovisuaalisen käsikirjoituksen tekijän opas. Suomalaisen Kirjallisuuden seuran Toimituksia 872. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Alasilta, Anja 2002. Verkkokirjoittajan käsikirja. Helsinki: Anja Alasilta ja Infoviestintä Oy. 354-360, 378, 386, 409-413.

Engelkirk, Paul G. – Duben-Engelkirk, Janet 2008. Laboratory diagnosis of infectious diseases. Baltimore. Lippincott Williams & Wilkins. 286.

Eskelinen, Seija 2012. Nieluviljely. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Terveyskirjasto. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03161>. Luettu 18.3.2016.

Eskelinen, Seija 2014. Virtsan bakteeriviljely. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Terveyskirjasto. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03153>. Luettu 18.3.2016.

Esko, Eija (toim.) 1995. Aerobibakteerien tunnistaminen. Moodin erillisjulkaisu 4. Helsinki: Kliinisten Laboratoriotutkimusten Laaduntarkkailu Oy. 8.

Greenwood, David – Slack, Richard – Peutherer, John 1997. Medical microbiology. New York. Churchill Livingstone. 170, 182, 277.

Hellstén, Soile (toim.) 2002. Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa. Suomen Kuntaliitto. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Huttunen, Reetta – Syrjänen, Jaana – Vuento, Risto 2013. Resistentit bakteerit – haaste sairaalan jokaisessa potilaskontaktissa. Suomen Lääkärilehti 68 (13–14). 993–999.

Högman, Eija 2005 (toim.): Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Opetushallitus. Työryhmän raportti 16.12.2005. Helsinki: Edita. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa: <http://www.oph.fi/download/47132_verkko-oppimateriaalin_laatukriteerit.pdf>. Luettu 19.2.2015. 8,14–29.

Ihala, Hanna 2014. Harjoittelu bakteriologian osastolla. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen laboratoriotyön harjoittelu 2. Bakteriologian osaston esittely. HUSLAB. PowerPoint-esitys. Päivitetty 12.12.2014.

Ihala, Hanna 2015. Bioanalyttikko, opiskelijavastaava. HUSLAB kliininen mikrobiologia, bakteriologian yksikkö. Helsinki. Suullinen tiedonanto 26.2.2015

Jasu-Kuusisto, Kirsti – Mattila, Heli 2007. Oppimistehtävä verkko-opetuksessa. Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu. 45.

Jawetz, Ernest – Melnick, Joseph L – Adelberg, Edward A 2013. Jawetz, Melnick & Adelberg's medical microbiology, 26th edition. New York: McGraw-Hill Medical 2013. 199, 209, 211–216, 231, 235, 245, 250.

Kalliala, Eija 2002. Verkko-opettamisen käsikirja. Helsinki: Finn Lectura Ab.14, 28–59.

Karjalainen, Kristiina 2005. Laadukasta verkko-oppimateriaalia tuottamassa. Verkko-dokumentti Lappeenrannan teknillinen yliopisto, oppimiskeskus. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa

<http://www.vopla.fi/tiedostot/Laatukasikirja/Oppimateriaali/laadukasta%20verkko-oppimateriaalia%20tuottamassa_final.pdf>. Luettu 15.2.2015.

Koli, Hanne – Silander, Pasi 2002. Verkko-oppiminen. Oppimisprosessin suunnittelu ja ohjaus. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. 94.

Koli, Hanne – Silander, Pasi 2003. Oppimistehtävien suunnittelu ja käyttö. Teoksessa Silander, Pasi – Koli, Hanne (toim.): Verkko-opetuksen työkalupakki. Oppimisaihiosta oppimisprosessiin. Saarijärvi: Oy Finn Lectura Ab. 45–66.

Lumio, Jukka – Uhari, Matti 2011. Virtsateiden infektiot. Teoksessa Hedman, Klaus – Heikkinen, Terho – Huovinen, Pentti – Järvinen, Asko – Meri, Seppo – Vaara, Martti (toim.): Infektiosairaudet. Porvoo: Kustannus Oy Duodecim. 504–509.

Löfström, Erika – Kanerva, Kaisa – Tuuttila, Leena – Lehtinen, Anu – Nevgi, Anne 2010. Laadukkaasti verkossa: Verkko-opetuksen käsikirja yliopisto-opettajalle. Helsinki: Yliopistopaino. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <http://www.helsinki.fi/julkaisut/aineisto/hallinnon_julkaisuja_71_2010.pdf> Luettu 15.2.2015.

Madigan, Michael T. – Martinko, John M. – Dunlap, Paul V. – Clark, David P. 2009. Brock Biology of Microorganisms, 12th edition. San Francisco. Pearson Benjamin Cummings. 68, 222, 420-423, 449, 794, 806, 823-824, 827-828, 903, 966, 982-983.

Madigan, Michael T. – Martinko, John M. – Stahl, David A. – Clark, David P. 2012. Brock Biology of Microorganisms, 13th edition. San Francisco. Pearson Benjamin Cummings. 975.

Matikainen, Anna-Mari – Miettinen, Marja – Wasström, Kalle 2010. Näytteenottajan käsikirja. Helsinki: Edita Prima Oy. 117.

Metropolia 2015. Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma. Opetussuunnitelma. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <<http://opinto-opas.ops.metropolia.fi/index.php/fi/88094/fi/70303>>. Luettu 31.3.2016.

Mäkelä, Pirjo Helena – Mäkelä, Jukka 1994. Mikrobit ja tautien torjunta. 3. uudistettu painos. Porvoo: WSOY.

Nielutulehdukset. 2012. Käypä hoito -suositus. Duodecim. Verkkodokumentti. Päivitetty 7.2.2012. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/potilaalle/suositus?id=khp00020>>. Luettu 7.4.2016.

Niinimäki, Jukka 2003. Verkko-opetus ammattikorkeakoulussa. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. 10-15.

Nurkka, Annika – Talikka, Marja – Karjalainen, Marja-Leena 2005. Verkko-oppimateriaalin laatu. Teoksessa Sariola, Janne – Evälä, Annika (toim.): Verkko-opetuksen laatu yliopisto-opetuksessa. Helsinki: Yliopistopaino. 51- 56.

Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa
<http://www.vopla.fi/tiedostot/Artikkelit/Vopla_esiselvitys.pdf>. Luettu 25.2.2015.

Ps-Streptokokki, viljely ja Ps-streptokokki, jatkoviljely, 2015. Toimintaohje. HUSLAB, 1840 Kliinisen mikrobiologian vastuualue, 8981 Bakteriologian osasto. Versio 27.1.2015

Salonen, Kari 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun ammattikorkeakoulun puheen-
vuuoroja 72. Tampere: Suomen yliopistopaino-Juvenes Print Oy. Saatavilla myös sähköisesti
<<http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522163738.pdf>>. Luettu 23.2.2016.

Siitonen, Anja – Vaara, Martti. 2010. *Escherichia, Salmonella, Shigella ja Yersinia*. Teoksessa Hedman, Klaus – Heikkinen, Terho – Huovinen, Pentti – Järvinen, Asko – Meri, Seppo – Vaara, Martti (toim.): Mikrobiologia. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim. 177–179.

Silander, Pasi 2003. Oppimisaihiot. Teoksessa Silander, Pasi – Koli, Hanne (toim.): Verkko-opetuksen työkalupakki. Oppimisaihiosta oppimisprosessiin. Saarijärvi: Oy Finn Lectura Ab. 67–79.

Sousa, David A. 2006. How the brain learns, 3rd edition. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc. 39-52.

Sprenger, Marilee 2003. Differentiation through learning styles and memory. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc. 7, 18, 21-22, 33-34, 36-37.

Tille, Patricia 2014. Bailey & Scott's diagnostic microbiology 13th edition. St. Louis: Elsevier. 155, 232-235, 289-290, 308-309, 311, 335-337.

Tuokko – Rautajoki, Anja – Lehto, Liisa 2009. Kliiniset laboratorionäytteet — opas näytteiden ottoa varten. 1.-2.painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Työpistekuvaus: Virtsaviljely, liitteet. 2015. Toimintaohje. HUSLAB, 1840 Kliinisen mikrobiologian vastuualue, 8981 Bakteriologian osasto. Versio 14.1.2015.

U-Bakteeri, erikoisviljely (U-BaktEVi KL 1787). 2015. Toimintaohje. HUSLAB, 1840 Kliinisen mikrobiologian vastuualue, 8981 Bakteriologian osasto. Versio 14.1.2015.

U-Bakteeri, jatkoviljely (U-BaktJVi KL nro 3777). 2015. Toimintaohje. HUSLAB, 1840 Kliinisen mikrobiologian vastuualue, 8981 Bakteriologian osasto. Versio 27.1.2015

U-Bakteeri, rakkopunktioviljely (U-BaktRVi KL 8098). 2015. Toimintaohje. HUSLAB, 1840 Kliinisen mikrobiologian vastuualue, 8981 Bakteriologian osasto. Versio 14.1.2015.

U-Bakteeri, viljely (seulontatutkimus) (U-BaktVi KL 1155). 2015. Toimintaohje. HUSLAB, 1840 Kliinisen mikrobiologian vastuualue, 8981 Bakteriologian osasto. Versio 14.1.2015.

Virtsatieinfektiot. 2015. Käypä hoito -suositus. Duodecim. Verkkodokumentti. Päivitetty 4.12.2015. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa
<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukses/suositus?id=hoi10050>>. Luettu 8.4.2015.

Vuopio-Varkila, Jaana – Syrjänen, Jaana – Kotilainen, Pirkko 2010. A-ryhmän streptokokki. Teoksessa Hedman, Klaus – Heikkinen, Terho – Huovinen, Pentti – Järvinen, Asko – Meri, Seppo – Vaara, Martti (toim.): Mikrobiologia. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet, kirja 1. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 102-109.

Wilson, Jennie 2000. Clinical microbiology: an introduction for healthcare professionals. Edinburgh: Baillière Tindall. 150–152, 155, 165, 167.

Yliluoma, Pertti – Pirkkalainen, Lauri 2005. Verkko-oppimisen työvälineitä. Naantali: IMDL Oy Ltd. 9-24.

Verkko-oppimateriaalin teossa käytetyt bakteerikannat

Bakteeri	ATCC	Gramvär- jäys	Maljaku- va	Herkkyys (virtsat)	Herk- kyys (nielut)
<i>Acinetobacter bau- mannii</i>	Potilas	Kyllä	CLED 18h	SAVI, SA- VIL, MEM10	
<i>Aerococcus urinae</i>	Potilas	Kyllä			
<i>Candida albicans</i>	28366 T- 20371	Kyllä			
<i>Citrobacter freundii</i>	Potilas	Kyllä		SAVI	
<i>Enterobacter aero- genes</i>	Potilas	Kyllä		SAVI	
<i>Enterobacter cloacae</i>	23355 T- 9121	Kyllä		SAVI	
<i>Enterococcus faecalis</i>	29212 T- 15506	Kyllä	ORI 18h	ENTVI	
<i>Enterococcus faecium</i>	19434 T- 12629	Kyllä		ENTVI	
<i>Escherichia coli</i>	25922 T- 9112	Kyllä		SAVI	
<i>Klebsiella oxytoca</i>	Potilas	Kyllä			
<i>Klebsiella pneumo- niae</i>	P13883 T-15505	Kyllä	CLED ja ORI 18h	SAVI	
<i>Lactobacillus spp.</i>	Potilas	Kyllä			
<i>Morganella mor- ganii</i>	Potilas	Kyllä		SAVI	
<i>Proteus mirabilis</i>	29906 T- 17203	Kyllä		SAVI	
<i>Proteus vulgaris</i>	6380 T- 91668	Kyllä		SAVI	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27853 T- 9122	Kyllä	CLED 18h	PSEU 1, 2 ja C-390	

<i>Staphylococcus lugdunensis</i>	Potilas	Kyllä			
<i>Serratia marcescens</i>	8100 T- 90312	Kyllä		SA- VI,SAVIL	
<i>Staphylococcus aureus</i>	25923 T- 9118	Kyllä	CLED ja ORI 18h	STAVI	
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	12228 T- 15507	Kyllä	VM 18h *		
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	15305 T- 15504	Kyllä	VM 18h *	STAVI	
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	Potilas	Kyllä		LEV5 STX25	
<i>Streptococcus agalactiae (B)</i>	13813 T- 15508	Kyllä		ENTVI	STR
<i>Streptococcus dysgalactiae (C)</i>	35666 T- 90204	Kyllä	VM 18h *		STR
<i>Streptococcus dysgalactiae (G)</i>	12394 T- 90170	Kyllä	VM 18h *		STR
<i>Streptococcus F-ryhmä</i>	T-13248	Kyllä			
<i>Streptococcus mitis</i>	NCTC 12261 T- 24934	Kyllä		ENTVI	
<i>Streptococcus pyogenes (A)</i>	19615 T- 9119	Kyllä	VM 18h *		STR

*VM: verimalja

Verkko-oppimateriaalin teossa käytetyt herkkyyspaneelien antibiootit

Herkkyys	LOT	Exp			LOT	Exp.	
SAVI					PSEUDO I		
Nitrofurantoin 100 µg	17080 90	2018/ 07			Ciprofloxacin 5µg	1715389	2018/ 08
Trimethoprim 5µg	16320 43	2018/ 02			Ceftazidime 10µg	1571939	2017/ 10
Cefuroxime sodium 30 µg	16571 26	2018/ 04			Tobramycin 10µg	1553109	2017/ 09
Mecillinam 30 µg	16186 19	2018/ 02					
Ciprofloxacin 5µg	17153 89	2018/ 08					
Cephalexin 30 µg	17109 88	2018/ 07					
SAVIL					PSEUDO II		
Ceftazidime 10µg	15620 18	2017/ 10			Meropenem 10µg	1608326	2016/ 01
Tobramycin 10µg	14607 45	2017/ 02			Piperacillin/Tazobactam 36 µg	1565989	2017/ 10
Sulphamethozale/trimethoprim 25 µg	16756 31	2018/ 05			Imipenem 10µg	1575499	2015/ 11
Ertapenem 10 µg	16190 01	2016/ 02			C-390	1401-1	2019/ 10
Ceftriaxone 30 µg	12576 62	2015/ 12					
Amoxicillin/Clavulanic acid 2:1 30 µg	14821 57	2017/ 04					
STAVI					MALJAT		
Novobiocin 5 µg	13239 12	2016/ 04			CLED	11.12.20 15	
Trimethoprim 5µg	16320 43	2018/ 02			Veri	23.11.20 15	
Levofloxacin 5 µg	16683 43	2018/ 05			MH	26.11.20 15	
Nitrofurantoin 100 µg	17080 90	2018/ 07			ORI	14.12.20 15	
Cefoxitin 30 µg	15420 70	2017/ 08			MH-F	23.11.20 15	
ENTVI							
Linezolid 10 µg	16274 20	2017/ 02					
Vancomycin 5 µg	15761 08	2017/ 11					
Levofloxacin 5 µg	16683 43	2018/ 05					
Nitrofurantoin 100 µg	17080 90	2018/ 07					

Elokuvakäsikirjoitus bakteriologisten testien suorittamisesta

Kohtaus 1. Näytemateriaalit

Kuvassa on kolme erilaista näytetyyppeä (eSwap, geelikuljetusputki, viljelty malja). Maljalla kasvua menee suoraan seulontaan. Käsi esittelee näytetyypit.

Tekstitys

Nieluviljelynäytteet saapuvat HUSLABin mikrobiologian laboratorioon eSwap-nestekuljetusputkissa, geelikuljetusputkissa ja valmiiksi maljalle viljeltyinä. eSwap-putket viljellään viljelyautomaatilla ja geelikuljetusputket viljellään käsin. Maljat voidaan kasvattaa tai jo kasvatetut maljat voidaan seuloa saapuessaan.

Kohtaus 2. Viljely

Telineessä on yksi geelikuljetusputki. Bioanalyttikko tarkistaa näytteen numeron ja viljelee putken CO-maljalle kolmoishajotuksella.

Tekstitys

Näyte viljellään CO-maljalle hajottamalla kahdesti. Muista tarkistaa maljan ja näytteen tunnistetietojen vastaavuus.

Kohtaus 3. Inkubaatio ja seulonta

Bioanalyttikko laittaa viljellyn maljan kasvamaan alassuun lämpökaappiin.

Tekstitys

Maljat seulotaan ensimmäisen kerran 18 tunnin kasvatuksen jälkeen. Maljoja kasvatetaan yhteensä kaksi vuorokautta hiilidioksidiatmosfäärissä 35°C:n lämpötilassa.

Kohtaus 4. Maljojen tarkastelu

Käsi osoittaa maljalta etsinnän kohteena olevia harmahtavia, läpikuultavia ja β -hemolyyttisiä pesäkkeitä. Käsi ympyröi maljalta α - ja β -hemolyyttiset pesäkkeet havainnollistaen näin niiden välisen eron.

Tekstitys

Maljalta etsitään hieman läpikuultavia pesäkkeitä, joiden ympärillä on kirkas tai läpikuultava β -hemolyysi. α -hemolyysi näkyy maljalla vihertävänä ja pesäkkeet ovat yleensä pienempiä. Mikäli etsittäviä pesäkkeitä on erillisinä, maljalta tehdään suoraan jatkot; muutoin tehdään hajotusviljely.

Kohtaus 5. Testien valmistelu ja puhdasviljelmä

Käsi ottaa maljalta hyvän pesäkkeen ja laittaa maljan sitten pois. Käsi siirtää pesäkkeen NaCl-putkeen, jossa näkyy tunniste. Tämän jälkeen käsi siirtää bakteeria entsyymiputkeen. Käsi laittaa tikun pois ja nostaa entsyymiputken vieressä olevaan lämpöblokkiin. Lopuksi käsi tarttuu NaCl-putkeen.

Tekstitys

Putkissa ja maljalla olevien tunnistetietojen tulee vastata toisiaan. Otetaan puhtaasti yksi pesäke, joka ympäröi NaCl-liuokseen. Tehdään perämalja verimaljalle. Samalla siirrostetaan pesäkettä entsyymiputkeen ryhmäagglutinaatiotestiä varten. Entsyymiputki nostetaan 35 celsiusasteiseen lämpöblokkiin. NaCl-putkesta tehdään antibioottiherkkyysmääritys.

Kohtaus 6. Dreijaaminen ja herkkyys

Käsi siirtää maljan vetokaapin sisällä dreijaan. Putken ja maljan tunnistetietojen vastaavuus tarkistetaan. Käsi dreijaa maljan bakteerisuspensioon kastetulla puikolla. Käsi nostaa maljan dreijan viereen ja kiekottaa sen.

Tekstitys

Antibioottiherkkyys tehdään veriherkkyysmaljalle, jonka tunnistetiedot vastaavat näytteen tunnistetietoja. Kiekot lisätään antibioottiannostelijalla.

Kohtaus 7. Agglutinaatiotesti

Käsi sekoittaa latex-reagenssipulloja ja lisää kunkin reagenssin tippoittain valmiiksi kirjoitetulle testikortille. Käsi siirtää ison tipan näytettä (suspensio) kohtiin A, G, C ja B. Sitten käsi sekoittaa puutikulla kutakin ympyrän sisällä olevaa testikohtaa yksitellen pyörittäen liikkein. Lopuksi koko testikorttia pyöritetään varovasti noin minuutin ajan käsissä. Käsi nostaa testikortin kohti kameraa. Tikulla osoitetaan agglutinoitunutta testikohtaa.

Tekstitys

Agglutinaatiotestissä käytetään valmiita reagensseja. Näyte on inkuboitunut 15 minuuttia. Agglutinaatio tulee esiin sekoittamisen aikana. Tulos lisätään potilaan tietoihin.

Kohtaus 8. Vastaus

Käsi mittaa viivaimella estorenkkaan halkaisijat herkkyysmaljalta. Käsi osoittaa bakteerikasvun määrän maljalta.

Tekstitys

Perämaljan kasvun tulee vastata herkkyysmaljan kasvua ja agglutinaatiomäärityksen tulosta. Kasvaa tulisi vain yhtä lajia. Estorenkaiden läpimitta vastataan. Alkuperäiseltä maljalta arvioidaan kasvun määrä yhdellä, kahdella tai kolmella plussalla. Tämän jälkeen annetaan vastaus, jossa on bakteerilaji tai ryhmä, herkkyudet ja kasvun määrä.