

TUBERKULOOSIN DIAGNOSTIIKKA KLIINISEN MIKROBIOLOGIAN LABORATORIOSSA

Opetusmateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille

Tiivistelmä

Koulutusala	
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma	
Bioanalyytikon koulutusohjelma	
Työn tekijät	
Nina Koponen ja Maiju Pulli	
Työn nimi	
Tuberkuloosin diagnostiikka kliinisen mikrobiologian laboratoriossa, opetusmateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille	
Päiväys 22.1.2024	Sivumäärä ja liitteet 31/1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani	
Savonia-ammattikorkeakoulu oy	
Tiivistelmä	
<p>Tuberkuloosia aiheuttaa <i>Mycobacterium tuberculosis</i> bakteeri. Se eristettiin ensi kertaa vuonna 1882 Saksassa. Ennen tehokkaiden hoitokeinojen kehittämistä Suomessa kuoli vuosittain jopa 8 000 ihmistä tuberkuloosiin.</p> <p>Tuberkuloosin yleisin muoto on keuhkotuberkuloosi, ja se tarttuu ilmateitse. Vain noin kolmasosa altistuneista saa tartunnan ja suurimmalla osalla tauti ei oireile koskaan. Pienet lapset ovat suurin riskiryhmä, ja tauti voi oireettomana jäädä pitkäksiin aikaa. Suomessa käytetään BCG-rokotetta lapsille, joilla on korkea tartuntariski. Taudin varhainen diagnosointi ja hoito ovat tärkeitä. Tuberkuloosi diagnosoidaan kliinisessä mikrobiologian laboratoriossa bakteerin viljelyllä, värjäyksellä ja nukleiinihapon osoitustesteillä.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyönä ja sen tarkoituksena oli luoda opetusmateriaalia tuberkuloosista ja sen nykyaikaisesta laboriodiagnostiikasta bioanalyttikko-opiskelijoille Savonia-ammattikorkeakoulun Moodle-oppimisympäristöön. Tavoitteena kehittämistyössä oli tukea bioanalyttikko-opiskelijoiden tietoutta tuberkuloosista ja sen laboriodiagnostiikasta. Opetusmateriaali luotiin oppituntityökalun avulla Moodleen. Opetusmateriaali sisälsi yleisesti tietoa tuberkuloosista, näytetyypeistä sekä näytteiden analyysimenetelmistä kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Oppitunti rakennettiin niin, että siinä oli teoretietoa eri osioista. Teoriaosuuden jälkeen oli pieni muotoisia kysymyksiä liittyen edeltävään teoriaosuuteen. Moodle oppitunti on hyödyllinen ja kätevä, koska sen voi tehdä uudestaan niin monta kertaa, kun haluaa.</p>	
Avainsanat	
Bioanalyttikko, tuberkuloosi, tuberkuloosin diagnostiikka, tuberkuloosin hoito.	

Abstract

Field of study	
Social Services, Health and Sports	
Degree Programme	
Degree Programme in Biomedical Laboratory Science	
Authors	
Nina Koponen and Maiju Pulli	
Title of Thesis	
Diagnosis of Tuberculosis in the Clinical Microbiology Laboratory: Learning Material for Biomedical Laboratory Scientist students	
Date 22.1.2024	Pages/Appendices 31/1
Client Organisation/Partners	
Savonia University of Applied Sciences UAS	
Abstract	
<p>Tuberculosis is caused by <i>Mycobacterium tuberculosis</i>. It was first isolated in 1882 in Germany. Before the development of treatment methods in Finland, up to 8,000 people in the member states died of tuberculosis. The most common form of tuberculosis is pulmonary tuberculosis, and it is transmitted through the air. Only about a third of those exposed get infected, and the majority never have any symptoms of the disease. Young children are the highest risk group, and the disease can remain asymptomatic for a long time. In Finland, the BCG vaccine is used for children with a high risk of infection. The diagnosis and treatment of the disease are different. Tuberculosis is diagnosed in a clinical microbiology laboratory by bacterial culture, staining and nucleic acid detection tests.</p> <p>The thesis was implemented as a development work and its purpose was to create teaching material about tuberculosis and its modern laboratory diagnostics for biomedical laboratory scientist students in the Moodle learning environment of the Savonia University of Applied Sciences. The goal in the development work was to support biomedical laboratory scientist students' knowledge of tuberculosis and its laboratory diagnostics. The teaching material was created using the lesson tool in Moodle. The teaching material generally contained information about tuberculosis, sample types and sample analysis methods in the clinical microbiology laboratory. The lesson was structured in such a way that it contained theoretical information from different sections. After the theory part, there were small format questions related to the previous theory part. The Moodle lesson is useful and convenient because you can repeat it as many times as you want.</p>	
Keywords	
biomedical laboratory scientist student, <i>tuberculosis</i> , tuberculosis diagnostics, tuberculosis treatment	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	TUBERKULOOSI TAUTINA.....	6
2.1	Tuberkuloosin esiintyvyys.....	6
2.2	Tartunta tavat ja taudin kuvaus.....	7
2.3	Lääkehoito ja ehkäisy.....	8
3	TUBERKULOOSIN DIAGNOSTIIKKA KLIINISEN MIKROBIOLOGIAN LABORATORIOSSA.....	11
3.1	Näytetyypit.....	11
3.2	Nukleiinihapon osoitus ja genotyyppitys.....	12
3.3	Viljely.....	13
3.4	Lääkeaineherkkyyismääritys.....	14
3.5	IGRA-testi.....	15
4	E-OPETUSMATERIAALI.....	17
5	KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE.....	18
6	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS.....	19
6.1	Kehittämistyön suunnittelu.....	20
6.2	Kehittämistyön toteutus.....	21
6.3	Kehittämistyön arviointi.....	21
7	POHDINTA.....	23
7.1	Eettisyys ja luotettavuus.....	23
7.2	Ammatillinen kasvu.....	24
7.3	Tuotoksen hyödynnettävyys ja kehittämisideat.....	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITE 1: WEBROPOL KYSELY.....	30

1 JOHDANTO

Tuberkuloosin aiheuttaa *Mycobacterium tuberculosis* bakteeri. Saksalainen Robert Koch eristi sen ensi kertaan vuonna 1882. Silloin Saksassa aloitettiin tuberkuloosin vastustamistyö, josta se alkoi leviämään muihinkin maihin. Vasta 1900-luvulla Suomeen perustettiin ensimmäiset kaksi yhdistystä, jotka aloittivat taistelun tuberkuloosia vastaan. Ennen tehokkaiden lääkkeiden ja hoitokeinojen kehittämistä tuberkuloosia vastaan, Suomessa siihen menehtyi vuosittain jopa 8 000 ihmistä. 1990-luvulta alkaen Filha (Finnish Lung Association) on laatinut eri keuhkosairauksille valtakunnallisia ohjelmia, mutta tuberkuloosin ensimmäinen valtakunnallinen torjuntaohjelma julkistettiin vasta vuonna 2006. (Filha 2021.) Filha on kansanterveys- ja asiantuntijajärjestö, joka keskittyy erilaisten keuhkosairauksien, kuten tuberkuloosin torjuntaan ja keuhkoterveysten edistämiseen (Filha ry 2022).

Tuberkuloosin yleisin tautimuoto on keuhkotuberkuloosi ja se tarttuu ilmateitse. Vain noin kolmasosa altistuneista saa tartunnan ja suurimmalla osalla tauti ei oireile koskaan. Pienet lapset ovat suurin riskiluokka ja he voivatkin saada herkästi vakavimman tautimuodon tuberkuloosista. Tautina tuberkuloosi on haastava, koska oireet voivat ilmaantua vasta kymmenien vuosien päästä tartunnasta. Yleisimmin ensi oireet ilmaantuvat kahden vuoden sisällä siitä, kun on saanut tartunnan. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2022b.)

Tuberkuloosia vastaan voidaan rokottaa sille kehitetyllä BCG-rokotteella. Sen nimi tulee *Bacillus Calmette-Guerin* bakteerista. Tämänhetkisen kansallisen rokotusohjelman mukaan rokotteen saa maksutta alle 7-vuotias lapsi, jolla on suurentunut riski saada tartunta. Tuberkuloosin ehkäisyssä on tärkeää taudin varhainen toteaminen, että hoito päästään aloittamaan mahdollisimman nopeasti, jolloin tartuttavuuden kesto saadaan lyhennettyä. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2022b.)

Tuberkuloosi voidaan todentaa laboratoriossa erilaisilla menetelmillä. Keskeisimmät tutkimusmenetelmät ovat bakteerin viljely, värjäys ja nukleiinihapon osoitustestit. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2022b.)

Työmme tilaajana toimii Savonia-ammattikorkeakoulu. Savonia-ammattikorkeakoulu on Suomessa toimivista ammattikorkeakouluista yksi suurin ja se on opiskelu mahdollisuuksiltaan monipuolisin. Savoniassa on opiskelijoita yli 7000 ja työpaikan se tarjoaa noin 530 henkilölle. Savonian kampuksia on Kuopiossa, Varkaudessa ja Iisalmessa. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2023.)

Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyönä. Valitsimme aiheeksi tuberkuloosin sen kiinnostavuuden vuoksi. Aihe innoitti meitä, koska tuberkuloosista ei puhuta Suomessa nykypäivänä paljoa ja halusimme itsekin päästä tutustumaan aiheeseen enemmän. Tilanne tuberkuloosin suhteen Suomessa on tällä hetkellä hyvin maltillinen, mutta sen esiintyvyys maassamme tulee varmasti lisääntymään maahanmuuton vuoksi. Maailmalta tulee paljon pakolaisia Suomeen maista, joissa tuberkuloosin esiintyvyys on paljon suurempi. Kehittämistyön tarkoituksena on luoda opetusmateriaalia tuberkuloosista ja sen nykyaikaisesta laboriodiagnostiikasta bioanalyttikko-opiskelijoille Moodle-oppimisympäristöön. Tavoitteena kehittämistyössä on tukea bioanalyttikko-opiskelijoiden tietoutta tuberkuloosista ja sen laboriodiagnostiikasta.

2 TUBERKULOOSI TAUTINA

Tuberkuloosi on maailmassa yleisvaaralliseksi luokiteltava tartuntatauti, sen aiheuttajana on mykobakteereihin kuuluva *Mycobacterium tuberculosis*. Yleisimmin tauti esiintyy tuberkuloosipesäkkeinä keuhkoissa. (Vuento 2022.) Sitä voi kuitenkin esiintyä missä tahansa elimessä. Keuhkotuberkuloosin jälkeen sille toinen tavallisin muoto on imusolmuketuberkuloosi. (Kaarteenaho, Halme, Koskela & Saaresranta 2021a, 180–190.)

2.1 Tuberkuloosin esiintyvyys

Esiintyvyydeltään tuberkuloosi on maailmanlaajuinen tauti, jota sairastaa noin 10 miljoonaa ihmistä vuosittain. Eniten tartuntoja on Aasiassa ja Afrikassa. On arvioitu, että 10 miljoonasta ihmisestä 500 000 tapauksessa bakteeri on vastustuskykyinen tavallisimmille tuberkuloosin hoidossa käytetyille lääkkeille. Vuosittain tuberkuloosiin kuolee maailmalla 1,5 miljoonaa ihmistä. (Vuento 2022.) WHO:n (World Health Organization) tutkimusten ja arvioiden mukaan vuonna 2021 10,6 miljoonaa ihmistä sairastui tuberkuloosiin. Arvion mukaan noin 45 prosenttia tapauksista oli Kaakkois-Aasian alueella. Euroopan alueella todettiin arviolta 230 000 tapausta. Lukuun oli laskettu uudet sekä uusiutuneet tuberkuloositapaukset. Lääkeresistentti tuberkuloosi on lisääntynyt runsaasti, etenkin rifampisiinille resistentti tuberkuloosi kanta on noussut merkittävästi. (WHO & ECDC 2023.)

Suomessa saatiin 1940-luvulla käyttöön tuberkuloosirokote. Tällöin aloitettiin vastasyntyneiden rokkottaminen ja sen myötä tauti tilanne on muuttunut Suomessa paremmaksi. Vuodesta 2000 Suomi on ollut matalan tuberkuloosi-ilmaantuvuuden maa, tuberkuloosi tartuntoja esiintyy 200–300 vuodessa. (Filha 2021.) Vuonna 2022 tartuntatapauksia on ollut 189. Kokonaistartunta määrästä, 127 oli keuhkotuberkuloosi tartuntoja ja niistä 35 oli yskösvärjäyspositiivisia eli tarttuvia. Vuosien aikana sairastuneiden keski-ikä on laskenut 64 ikävuodesta 54 vuoteen. Kaikista vuoden 2022 tuberkuloosi tartunnoista 85 tartunnan saaneista oli ulkomaalaistaustaisia. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2023.)

Suomessa on säädetty laki tartuntatautien osalta. Lain tarkoitus on ehkäistä tartuntatautien leviämistä ja ehkäistä niistä koituvia haittoja ihmisille ja yhteiskunnalle. (Tartuntatautilaki 1227/2016, 1 §.) Laissa tartuntataudit on jaettu yleisvaarallisiin ja valvottaviin tartuntatauteihin. Tuberkuloosi luokitellaan yleisvaaralliseksi tartuntataudiksi. Yleisvaaralliseksi tartuntataudiksi luokitellaan tauti mikä on vaarallinen, sen tarttuvuus on suuri ja taudin leviäminen voidaan estää tautiin sairastuneeseen, taudinaiheuttajalle altistuneeseen tai tällaisiksi perustellusti epäiltyyn henkilöön kohdistettavilla toimenpiteillä. (Tartuntatautilaki 1227/2016, 4 §.) Lain mukaan yleisvaarallisista ja valvottavista tartuntataudeista tulee aina tehdä tartuntatauti-ilmoitus. Näin ollen kaikista epäilyistä ja todennetuista tapauksista tulee lääkärin salassapitosäännösten estämättä ilmoittaa tartuntatautirekisteriin, jota yllä pitää Terveiden ja hyvinvoinninlaitos. Tartuntatauti-ilmoituksen teon velvollisuus koskee myös laboratorioita, jotka diagnosoivat tartuntatauteja. Laboratorion tulee ilmoittaa todentamansa yleisvaarallinen ja valvonnanalainen tartuntatauti sekä sen mikrobilöydöksistä ja mikrobien lääkeaineherkkyyksistä. (Tartuntatautilaki 1227/2016, 28 §.)

2.2 Tartunta tavat ja taudin kuvaus

Tuberkulooseista ainoastaan keuhkotuberkuloosi on tarttuva eli muissa elimissä esiintyvä tuberkuloosi ei tartu toiseen henkilöön. Keuhkotuberkuloosi leviää ilmanteitse pisaratartuntana. Tuberkuloosia sairastava potilas levittää bakteereja ympäristöönsä yskimällä, aivastelemalla, laulamalla ja puhumalla. Mikäli näitä bakteereja joutuu toisen henkilön keuhkoihin hengittäessä voi hän saada itselleen tuberkuloosi tartunnan. Tartunta vaatii myös yleensä pitkäaikaista oleskelua tuberkuloosia sairastavan potilaan seurassa. Tuberkuloosi on kuitenkin tautina tartuttavuudeltaan melko huono. Lähikontaktissa altistuneista normaalin immuniteetin omaavista aikuisista ihmisistä noin 30 prosenttia saa tartunnan. (Filha & Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2023.)

Tartunta voi esiintyä myös latenttina tuberkuloosi-infektiona, jolloin tartunta on oireeton ja bakteeri piileskelee keuhkojen kudoksissa. Bakteeri on elinvoimainen, mutta se ei ole tartuntakykyinen. Latentti tuberkuloosi voi aktivoitua ikääntymisen tai elimistön tilan heikennyttyä muiden sairauksien ja niiden hoitojen seurauksena. (Vuento 2022). Henkilön saatua latentin tuberkuloosi-infektion on riski sairastumiseen suurimmillaan ensimmäisen parin vuoden aikana ja näistä kaikista tartunnan saaneista sairastuu vain noin 10 prosenttia elinikänsä aikana. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2019a.)

Tuberkuloosiin sairastumisen riskiä lisäävät merkittävästi sairaudet, jotka heikentävät ihmisen omaa immuunipuolustusta, niitä ovat esimerkiksi Hiv-infektio, diabetes, elinsiirto, syöpä sekä lääkitykset, jotka alentavat kehon immuunivastetta. Tällaisia lääkkeitä ovat esimerkiksi hyljinnän estoläkkeet ja TNF-salpaajat eli tuumorinekroositekijän salpaajat. (Filha & Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2023.) TNF-salpaajat ovat biologisia reumalääkkeitä, jotka lisätään hoitoon, kun muut reumalääkeyhdistelmät eivät enää tehoa (Eklund julkaisuaika tuntematon). Iän puolesta sairastumisen riski on suurempi iäkkäämmillä henkilöillä ja pienillä lapsilla. (Filha & Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2023.)

Lääketieteellisten ja iän tuomien tekijöiden lisäksi sairastumisriskiä kasvattavat huonot elinolosuhteet, kuten kodittomuus, aliravitsemuksesta kärsivät henkilöt, ahtaat huonosti ilmastoidut asumukset ja asuminen valtiossa, jossa esiintyy paljon tuberkuloosia. Myös tupakoivien, alkoholin liikkakäyttäjien ja huumeriippuvaisten riski sairastua tuberkuloosiin on muita suurempi. (Rajalahti 2021.)

Tautina tuberkuloosi voidaan jaotella kahteen luokkaan, keuhkotuberkuloosiin ja keuhkojen ulkopuoliseen tuberkuloosiin. Keuhkojen jälkeen yleisimpiä tuberkuloosipesäkkeiden esiintyvyyttä kohtia elimistössä ovat luusto, imusolmukkeet, aivot ja munuaiset. Pesäkkeiden esiintyvyyttä sydämessä ja paksusuolella on puolestaan harvinaista. (Vuento 2022.)

Riippumatta elimistön osasta, johon tuberkuloosi on päässyt pesiytymään, yleisinä oireina ovat väsymys ja uupumus, tahaton laihtuminen, ruokahaluttomuus, pitkään kestävä kuumeilu sekä yöhikoilu. Lapsilla oireina voi esiintyä lisäksi kehityksen ja kasvun hidastumista. Keuhkotuberkuloosissa oireina esiintyy myös vähintään yli kolme viikkoa jatkunut yskä, joka voi muuttua limaiseksi. Yskän yhteydessä keuhkoista saattaa nousta rusehtavia, kellertäviä tai jopa verisiä ysköksiä. Mikäli tauti pääsee etenemään pidemmälle ilman hoitoa voi potilaalla alkaa esiintymään myös hengenahdistusta sekä rintakipua. Imusolmukkeissa olevan tuberkuloosin tavallisin oire on imusolmukkeen turpoaminen. (Filha ry julkaisuaika tuntematon b.)

2.3 Lääkehoito ja ehkäisy

Keuhkotuberkuloosin ehkäisyssä sekä sen leviämisen katkaisemiseksi on tärkeintä tunnistaa sairastuneet mahdollisimman pian ja aloittaa heidän hoitonsa. Diagnoosi voi kuitenkin usein viivästyä johon oireiden epäspesifisyydestä ja nykyisestä tiedon puutteesta taudin osalta sen alhaisen esiintyvyyden vuoksi. (European Centre for Disease Prevention and Control 2023.) Tuberkuloosin hoitona käytetään mikrobilääkehoitoa, joka voidaan aloittaa, kun diagnoosi on varmistettu laboratoriotutkimuksilla. Tavanomaiset mikrobilääkkeet eivät tehoa mykobakteereihin, niiden hitaan kasvun sekä bakteerin seinämän läpäisemättömyyden vuoksi. Lääkehoidon avulla pystytään hävittämään tuberkuloosin aiheuttama infektio kokonaan potilaan elimistöstä. (Hedman ym. 2010, 145–147.) Lääkehoidon aloituksesta ja lopetuksesta päättää aina erikoissairaanhoidon lääkäri, joka tulee olemaan hoitovastuussa läpi koko lääkehoidon ajan. Lääkehoidossa käytetään aina useamman lääkkeen yhdistelmähoitoa. Useamman lääkkeen yhdistelmähoidolla pystytään ehkäisemään lääkeresistentin syntymistä. Hoito on pitkäkestoinen ja se kestää vähintään puoli vuotta, sekä lääkehoito tulee tapahtua aina valvotusti. Lääkkeenottoa tulee järjestää niin, että se on potilaalle helposti saavutettavissa huomioiden potilaan yleiskunto sekä asuinsijainti. Näitä paikkoja voi olla muun muassa terveyskeskus, koulu tai esimerkiksi kotisairaanhoido. Nykypäivänä valvottu lääkkeenotto voidaan toteuttaa myös tarpeen tullen videoyhteydellä. Valvotun lääkehoidon tarkoituksena on varmistaa potilaan sitoutuminen pitkään lääkehoitoon, näin pystytään takamaan paremmin potilaan paraneminen taudista. Valvotun lääkehoidon avulla pystytään myös tehokkaammin ehkäisemään lääkeresistenssin syntyä, taudin uusiutumista ja sen leviämistä. Oikein toteutetut hoidot ovat hyvin tehokkaita. (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023.) Mikäli sairastuneen kanssa on ollut henkilöitä, jotka ovat vahvasti altistuneet taudille voidaan heille antaa ehkäisevänä keinona lyhyt lääkehoito tautia vastaan (Vuento 2022).

Tuberkuloosin videovalvottu lääkehoito on lisääntynyt vuosien aikana paljon, varsinkin koronapandemian aikana. Videovalvonta voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla. Potilas joko kuvaa lääkkeenoton ja tallentaa sen pilvipalveluun tai ottaa lääkkeet hoitajan näkemänä reaaliaikaisen videopuhelun kautta. Pilvipalvelusta hoitajat katsovat säännöllisesti lääkkeenottoa videon. Vuoden 2021 aikana TYKS:n (Turun yliopistollinen keskussairaala) keuhkoklinikalla tehtiin pilotointi videovalvotusta lääkehoidosta. Pilotoinnista saatiin hyviä tuloksia. Hoitoon sitoutuneita oli koko ryhmästä 91 prosenttia. Videovalvotusta lääkehoidosta on hyötyä potilaille sekä toteuttaville hoitoyksiköille. Hoidon aikana potilas voi tehdä esimerkiksi vuorotyötä tai matkustella vapaasti, kunhan on toimiva nettiyhteys, jolla pystytään tallentamaan video pilvipalveluun. Hoitoyksiköille tämä tuo helpotusta, ettei videoiden katselu ole aikatauluun sidottua sekä videoiden katsominen on nopeampaa kuin vastaanottoajan järjestäminen. (Rajalahti, Kreivi & Vasankari 2023, 78.)

Lääkeherkkä tuberkuloosi voi kehittää vastustuskyvyn tuberkuloosin hoitoon käytettäville lääkkeille, jos hoito on epäsäännöllistä tai siihen tulee pitkiä ja toistuvia taukoja. Lääkeresistenssi tuberkuloosista käytetään lyhennettä MDR-TB (multidrug resistant tuberculosis). MDR-tuberkuloosia on eniten maissa, joissa diagnostiikassa, hoidossa sekä lääkehoidossa on puutteita. Suomessa MDR-tuberkuloosi tapauksia on vähän, vain muutamia vuosittain. Tartunnan saaneen ennuste on parempi, jos potilas sitoutuu päivittäiseen lääkehoitoon. MDR-tuberkuloosia joudutaan hoitamaan usean lääkkeen

yhdistelmällä, koska se on hyvin resistenssi monille lääkkeille. Hoito aloitetaan viidellä tai jopa seitsemällä eri lääkkeellä. Kun hoito alkaa tehoamaan lääkemäärää voidaan pienentää. Hoito voi kestää jopa kaksi vuotta sekä siihen voidaan lisäksi tarvita leikkaushoitoa. MDR-tuberkuloosia hoidetaan yhdessä tuberkuloosi hoidon asiantuntijaryhmän kanssa. (Filha ry julkaisuaika tuntematon a.) MDR-tuberkuloosi on yksi suurimmista uhista tuberkuloosiepidemian hallinnassa. Viime vuosina on kuitenkin otettu edistysaskeleita MDR-tuberkuloosin lääkehoidon suhteen. Uudet ja uudelleen käytetyt lääkkeet ovat osoittaneet erinomaista steriloivaa sekä bakteeria eliminoivaa voimaa *Mycobacterium tuberculosis*-bakteeria vastaan. (Espinosa-Pereiro, Sánchez-Montalvá, Aznar & Espiau 2022.)

Mikäli henkilö on saanut latentin tuberkuloosi-infektion, voidaan hänellekin riskiarvion mukaan antaa ehkäisevä lääkehoito, kuitenkin sen perustana tulee olla henkilölle arvioituna suurempi hyöty kuin haitta. Lääkehoidon tarpeellisuus arvioidaan yleensä henkilöillä, joilla on merkittävät riskitekijät sairastumiseen esimerkiksi immuunipuolustusta alentava sairaus tai lääkitys. Lääkehoidon tarpeellisuus arvioidaan myös yleensä alle 35-vuotiailla, koska heidän sairastumisriskinsä on suurempi, kuin vartuneemmilla henkilöillä. Ehkäisevällä lääkehoidolla pystytään estämään oireinen ja aktiivinen taudinmuoto. Näin pystytään myös ehkäisemään tuberkuloosin leviämistä ja suojaamaan tartunnan saanutta henkilöä sekä henkilöitä, jotka kuuluvat hänen lähiympäristöönsä. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2019c.)

BCG-rokote eli tuberkuloosirokotteella voidaan osaltaan ehkäistä taudin leviämistä. Rokote sisältää taudinaiheuttamiskyvyltään heikennettyjä *Bacillus Calmette-Guerin* bakteereita. Rokotteen teho heikenee ajan kuluessa, mutta osittainen suoja voi kestää kymmenien vuosien ajan. Vuoteen 2006 asti Suomessa rokotettiin valtakunnallisen rokotusohjelman mukaan kaikki pienet ja imeväisikäiset lapset. Rokottamisesta kuitenkin luovuttiin lasten kohdalla, joilla katsottiin olevan korkea kynnyksensä saada tuberkuloosi tartunta vähäisten tauti määrien vuoksi. (Hedman ym. 2013, 809–811.) Edellä mainitun kohderyhmän rokottamisen luopumiseen on vaikuttanut myös osaltaan tutkimusten osoittama rokotteen antama vaihteleva suojateho. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2022a). BCG-rokote on jo sata vuotta vanha ja sen kykyä pysäyttää tartuntojen leviäminen, on alettu arvioimaan uudelleen. Näyttöön perustuen on todettu, että BCG-rokotteen teho on hyvin vaihteleva keuhkotuberkuloosissa lapsilla ja etenkin aikuisilla, joiden rokottamisesta on useita vuosia aikaa. Tutkimusten mukaan BCG-rokotteen tehoa voidaan parantaa muuttamalla annostusaikatauluja ja -menetelmiä. (Kuan 2020, 651–660.) Tämän vuoksi pyritään kehittämään uudempia rokotteita, joiden teho tuberkuloosia vastaan olisi parempi (Pai 2016). Vuodesta 2006 alkaen on rokotettu vain lapset, joilla on suurentunut riski saada tuberkuloositartunta (Filha ry julkaisuaika tuntematon c). Riskiryhmään katsotaan lapset, joiden kanssa samassa taloudessa asuvalla henkilöllä on joskus ollut tuberkuloosi tartunta tai he ovat muuttaneet maasta, joissa tuberkuloosin esiintyvyys on merkittävä. Rokote annetaan myös, mikäli lapsi on muuttamassa perheensä kanssa seuraavan vuoden aikana yli kuukaudeksi maahan, joissa tuberkuloosia on merkittävän paljon. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2022a.)

WHO on kehittänyt vuonna 2015 strategiaa, jolla saataisiin lopetettu maailmanlaajuinen tuberkuloosi epidemia. Tavoitteena on, että strategia toimisi ja tuberkuloosi epidemia olisi saatu loppumaan vuoteen 2035 mennessä. Vuoden 2015 tilanne on ollut, että vuosien 2000–2014 välillä 43 miljoonaa ihmistä on pelastunut tehokkaan diagnoosin ja hoidon avulla. Vuodesta 1990 lähtien tuberkuloosin

kuolleisuus oli laskenut 47 prosenttia ja esiintyvyys oli laskenut 42 prosenttia kuluvien vuosi kymmenien aikana. Oli todettu myös, että HIV:hen liittyvien tuberkuloosikuolemien määrä laski 32 prosenttia. Tällä perusteella monilääkeresistentin tuberkuloosin (MDR-TB) hoito edistyi. Sen hoitoon sitoutuminen on lisääntynyt, kaikki vuonna 2014 diagnosoidut MDR-TB tapaukset aloittivat hoidon. Haasteina on ollut rahoitusvaje. 3,6 miljoonasta tuberkuloosipotilaasta jäi ilman tarvittavaa hoitoa, koska he jäivät huomaamatta terveydenhuollonjärjestelmissä. Tuberkuloosia sairastavan HIV positiivisen potilaan hoito vasteen eteneminen on ollut hidasta, joten sitä on saatava nopeammaksi. MDR-TB tapauksista vain noin neljäsosa on havaittu terveydenhuollossa, ja sen vuoksi hoitoa ei ole pystytty aloittamaan, joten vain puolet heistä on parantunut. (WHO 2015.)

WHO:n mukaan vuoden 2035 tavoitteisiin pääsy vaatii parempaa diagnostiikkaa, paremmat uudet testit, hoito-ohjelman muokkausta lyhyemmäksi ja helpommaksi sekä turvallisemmaksi. Lisäksi saada tuberkuloosi rokotteet ennen altistumista sekä sen jälkeen. Myös tehokkaampi hoito piilevälle tuberkuloosi infektiolle. WHO:n strategia tuberkuloosia vastaan koostuu kolmesta eri pilarista, joita tukee neljä keskeistä periaatetta. Ensimmäisessä pilarissa keskitytään tuberkuloosin varhaiseen havaitsemiseen, hoitoon ja ehkäisyyn kaikkien potilaiden kohdalla. Lisäksi kaikilla olisi tasavertainen sekä esteetön pääsy kohtuuhintaisiin palveluihin sekä hoitoihin. Toisessa pilarissa keskitytään vahvistamaan terveys- ja sosiaalialan järjestelmiä tuberkuloosin ehkäisemiseksi ja lopettamiseksi. Tukea yleisen terveydenhuollon, sosiaaliturvan ja vahvistettujen sääntelypuitteiden täytäntöönpanoon. Lisäksi käsitellä tuberkuloosin sosiaalisia tekijöitä ja puuttua tuberkuloosiin haavoittuvien ryhmien keskuudessa esimerkiksi köyhien, pakolaisten ja vankien kohdalla. Kolmannen pilarin tavoitteena on tehostaa tutkimusta uusien työkalujen kehittämisessä sekä harjoitella operatiivista tutkimusta. Lisätä tutkimusinvestointeja, jotta pystyttäisiin kehittämään uusia välineitä ja saada niitä nopeammin käyttöön. Jotta strategia toimisi se edellyttää nykyisten ohjelmien saavutusten hyödyntämisen ja sitoutumisen sekä yhteistyön eri tahojen välillä. (WHO 2015.)

3 TUBERKULOOSIN DIAGNOSTIIKKA KLIINISEN MIKROBIOLOGIAN LABORATORIOSSA

Tuberkuloosin diagnosoinnissa mikrobiologian laboratoriossa keskeisimmässä roolissa on bakteerin viljely, värjäys ja nukleiinihapon osoitus tutkimukset. Viljelyssä todetusta mykobakteeri lajista tehdään geenitestillä lajimääritys ja lääkeaineherkkyysmääritys. Viljely on diagnosoinnin kulmakivi, mutta nykyään nukleiinihappo osoituksen avulla pystytään nopeuttamaan diagnoosin tekoa ja lääke-resistenssin toteamista. Tartunnan jäljitykseen ja epidemiologiseen seurantaan hyödynnetään bakteerin genotyyppitystä. Latenttiin tuberkuloosi-infektion hoidon arvioon käytetään IGRA-testiä (interferon gamma releasing assay). (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023.) Laboratoriodiagnostiikan lisäksi tuberkuloosia voidaan diagnosoida erilaisilla kuvantamismenetelmillä. Aina kun epäillään tuberkuloosi tartuntaa, tehdään keuhkojen thoraxkuvaus eli röntgenkuvaus. Lisätutkimuksiin voidaan käyttää myös tietokonetomografiakuvausta sekä magneettikuvausta. Näitä voidaan käyttää myös luu tuberkuloosien kuvantamiseen. Keuhkopussinesteen, imusolmukkeiden sekä vatsaonteloiden kuvantamiseen käytetään kaiku- ja tietokonekuvausta. (Kaarteenaho 2021, 184.) Kehittämistyömme on rajattu niin, että keskitymme tuberkuloosin laboratoriodiagnostiikkaan. Tämän pääkappaleen alaluissa kerrotuista tuberkuloosin diagnosointi menetelmistä, on loppuun koottu kuvio tiivistämään teoria tietoa (Kuvio 1).

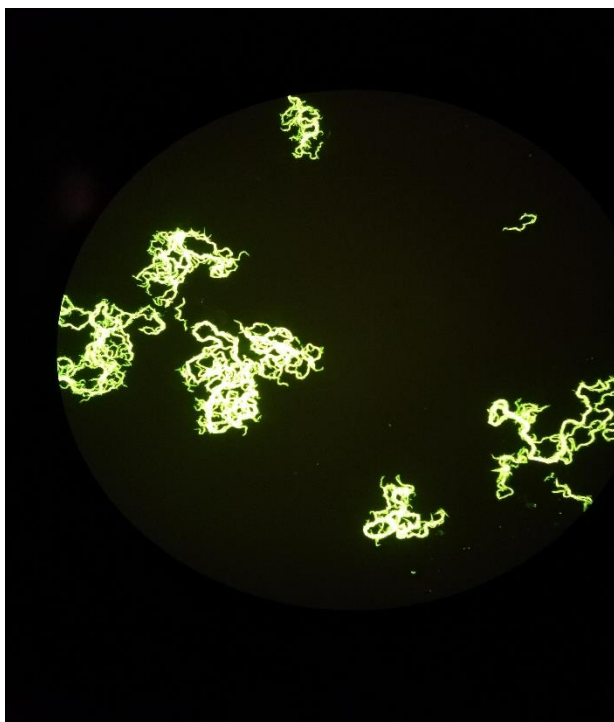
3.1 Näytetyypit

Mycobacterium tuberculosis epäiltäessä otetaan yleisimmin näytetyypiksi yskösnäyte kliinisen mikrobiologian laboratorioon. Mykobakteereiden esiintyminen eritteissä on epäsäännöllistä ja tämän vuoksi yskösnäytteitä tulee kerätä kolme kappaletta kahden vuorokauden aikana. Näin voidaan todennäköisemmin varmentaa oikea diagnoosi. (Kaarteenaho, Halme, Koskela & Saaresranta 2021b, 182.) Ensimmäiset yskösnäytteet tulee kerätä aina ennen mikrobilääkkeen aloittamista, koska aloitettu lääkitys voi aiheuttaa vääriä negatiivisia tuloksia diagnosoinnissa, se voi johtaa lääkeaineresistenssiin tai viivästyttää bakteereiden viljelydiagnostiikkaa. (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023.) Muita mikrobiologialla analysoitavia näytemateriaaleja ovat virtsanäyte, ulostenäyte, märkänäyte, BAL eli bronkoalveolaarinen huuhtelunäyte, bronkoskopianäyte ja kudospala. Kudospalasta osa menee patologian laboratorioon formaliiniin fiksoituna tutkittavaksi ja osa näytteestä tutkitaan mikrobiologian laboratoriossa. (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2020.)

Ennen värjäystä, nukleiinihapon osoitusta ja viljelyä ei steriilit näytteet, kuten yskökset ja virtsa tule dekontaminoida. Dekontaminoinnissa näytteestä halutaan eliminoida kaikki muut mahdolliset bakteerit, kuin näytteen mykobakteerit. Näytteen dekontaminoinnissa käytetään natriumhydroksia tai natriumkloridia. Dekontaminointi tulee pysäyttää vasta reaktiolla, ettei dekontaminointi pääse jatkuessaan tuhoamaan myös tutkittavia mykobakteereita. Dekontaminaation pysäyttämiseen käytetään fosfaattipuskuria. (Soini, Järvinen & Vasankari 2020.)

Mykobakteerin tunnistus voidaan tehdä näytteestä värjäämällä. Värjäys tehdään kaikista muista näytetyypeistä paitsi virtsasta ja ulosteesta. (Vuento 2022.) Perinteinen gramvärjäys ei sovellu mykobakteerien värjäämiseen, vaan näyte tulee värjätä erikoisvärjäyksellä (Hedman ym. 2013, 563). Näytteestä etsitään haponkestäviä sauvabakteereja ja tästä tulos saadaan yleensä parin päivän ai-

kana (Vuento 2022). Yleisimmin värjäyksessä käytettävät väriaineet ovat agridiini- tai auramiinioranssi ja Ziehl-Neelsen (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2020). Agridiini- ja auramiinioranssi ovat fluoresoivia väriaineita (Kuva 1). Värjäyksessä väriaine sitoutuu happamassa liuoksessa bakteerin nukleiinihappoihin. Värjäystä tarkasteltaessa fluoresenssimikroskoopilla, bakteerit hohtavat näytelasilla kirkkaan oransseina. (Garcia, Synne S. 2007, 3.2.2.) Ziehl-Neelsen käyttää hyödykseen karbolifuksiineja. Värjättäessä haponkestävät sauvat näyttävät mikroskoopissa vaalean tai kirkkaanpunaisina. (Carrol ym. 2019a, 558–572). Agridiini- ja auramiinioranssi värjäys on Ziehl-Neelsenin värjäykseen verrattuna nopeampi ja jopa 10 % herkempi menetelmä (Machado, Couto, Viveiros 2019, 94–95). Menetelmänä värjäys on nopea. Sillä ei voida kuitenkaan erottaa tuberkuloosibasillia muista mykobakteerilajeista. Negatiivisella värjäystuloksella ei myöskään voida täysin pois sulkea tuberkuloosin mahdollisuutta. (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023.)



KUVA 1. Tuberkuloosibakteeri fluoresenssimikroskoopista (HUS Mykobakteriologian laboratorio 2023a)

3.2 Nukleiinihapon osoitus ja genotyyppitys

*Mycobacterium tuberculosis*en nukleiinihapon osoitus voidaan myös osoittaa suoraan näytteestä erilaisilla geenimonistustekniikoilla, joihin lukeutuu esimerkiksi PCR eli polymeraasiketjureaktio. Yhtenä yleisimpänä analysointimenetelmänä markkinoilla on GeneXpert, joka hyödyntää PCR menetelmää. (Soini 2020.) PCR menetelmällä saadaan monistettua näytteen DNA-segmenttejä. Mikäli näytteestä löytyy haluttua DNA:ta alkaa prosessissa syntymään halutun DNA:n monistumista ja saadaan positiivinen tulos vastaukseksi. Mikäli näytteessä ei ole kyseistä DNA:ta, ei monistumista synny ja tulos on negatiivinen. (NIH 2020.) Geenimonistus on värjäystä huomattavasti nopeampi ja herkempi menetelmä. Sen avulla voidaan värjäyksestä poiketen, todeta onko värjäyspositiivinen mykobakteerilaji *Mycobacterium tuberculosis*. (Soini 2020.) Tämän vuoksi kaikista värjäyspositiivisista mykobakteeri

näytteistä tehdään nukleiinihapon osoitus. Värjäyspositiivisista näytteistä nukleiinihapon osoitus tehdään vain kerran. Värjäyspositiivisen näytteen nukleiinihapon osoituksen ollessa positiivinen tarkoittaa se, että näytteessä oleva mykobakteerilaji on *Mycobacterium tuberculosis*. Kun taas tuloksen ollessa negatiivinen on mykobakteerilaji ympäristö mykobakteereihin kuuluva. Värjäysnegatiivisesta näytteestä nukleiinihapon osoitus saatetaan tehdä jopa kolmeen otteeseen, vaikka tuloksen ollessa negatiivinen ei voida täysin pois sulkea *Mycobacterium tuberculosis* kantaa. (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023.) Geenimonistuksen huonona puolena on, ettei se osaa erotella aktiivista ja latentti vaiheen tuberkuloottista bakteeria toisistaan (Soini 2020). Nukleiinihappo osoituksen avulla voidaan tehdä myös lääkeresistenssi pikamäärityksenä, mutta se ei kuitenkaan korvaa perinteistä lääkeaineherkkyysmääritystä (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2019b).

Genotyyppillä tarkoitetaan organismin kaikkia geneettisiä ominaisuuksia. Tällä ominaisuudella saadaan eroteltua eri bakteerikantojen alkuperää. (Terveysylä.fi.) Tämän vuoksi genotyyppityksestä käytetäänkin nimeä DNA-sormenjälkitutkimus. Suomessa genotyyppitys tehdään kaikille *Mycobacterium tuberculosis* bakteerin kannoille. Sen tarkoituksena on tunnistaa potilasnäytteessä kasvavan mykobakteerin laji. Genotyyppitys tehdään geeniteknisin menetelmin. Tunnistuksen teko on nopeaa kaupallisten geenitestien avulla, joita on esimerkiksi Geno-Type Mycobacteria ja Hain LifeScience. Genotyyppityksen tulos valmistuu yhdestä seitsemään vuorokaudessa. (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023.) Genotyyppitystä käytetään tartunnanjäljityksessä ja tapauksissa, joissa epäillään kontaminaatiota, mikä on tapahtunut laboratoriossa. Silloin genotyyppitys voidaan tehdä nopeutusti. *Mycobacterium tuberculosis* bakteerin genotyyppitys tehdään Suomessa aina Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen mykobakteriologian laboratoriossa. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2019a.)

3.3 Viljely

Viljelyn kautta tehty tuberkuloosin tunnistus on hitaampaa kuin värjäyksellä tai PCR menetelmällä tehtynä. Sillä kuitenkin saadaan tarkempia tuloksia sen herkkyiden vuoksi ja siksi se on edelleen diagnosoinnin kulmakivenä toimiva menetelmä (Vuento 2022). Viljelyllä pystytään tunnistamaan värjäyksessä löydetty bakteerit ja sen avulla voidaan tehdä lääkeaineherkkyysmääritykset. Viljelyn avulla tuloksen saamiseen voi kulua kahdesta kuuteen viikkoa (Filha & Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2023).

Mykobakteerit tarvitsevat kasvaakseen rikkaan kasvualustan ja tämän vuoksi *Mycobacterium tuberculosis* ei kasva tavallisimmilla viljelymaljoilla. Kasvualustana lämpökaapissa käytetään munapohjaista Löwenstein–Jensenin elatusainetta ja kasvuautomaatissa nestemäistä MGIT (Mycobacteria Growth Indicator Tube) elatusainetta. (Campelo 2021.) Alla kuva Löwenstein–Jensenin kasvatusputkista (kuva 2). *Mycobacterium tuberculosis* on hidas kasvuinen bakteeri, sen vuoksi viljelyt pidetään lämpökaapissa kasvamassa kuuden viikon ajan. Kasvua ilmaantuu aikaisintaan kahden viikon kohdalla. (Soini 2020.) Viljelyn herkkyteen vaikuttavia tekijöitä ovat näytteen laatu, viljelymenetelmä, mikrobilääkehoidon vaihe ja potilaan näytteiden lukumäärä. Näytteissä on mykobakteerien lisäksi aina muitakin mikrobeja, jotka ovat niin sanotusta epästeriilistä paikasta olevaa mikrobiomia. Mikrobiomi tulee aina dekontaminoida näytteestä ennen sen viljelyä, koska mykobakteerit ovat hitaasti kasvavia ja ne peittyvät herkästi muun mikrobikasvuston alle. (Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023.)



KUVA 2. Löwenstein-Jensenin kasvatusputkia (HUS Mykobakteriologian laboratorio 2023b)

3.4 Lääkeaineherkkyysmäärittäminen

Kaikille *Mycobacterium tuberculosis* kannoille tehdään aina viljelyn avulla lääkeaineherkkyysmäärittäminen lääkkeitä, joita käytetään tuberkuloosin hoitoon. *Mycobacterium tuberculosis* bakteerin lääkeherkkyysmäärittäminen menetelmä poikkeaa huomattavasti standardi menetelmästä kliinisessä mikrobiologian laboratoriossa. Standardi menetelmässä agar-maljalta levitetään bakteerisuspensiota ja bakteerimassan päälle asetetaan antibioottikiekkot. Tämän jälkeen maljoja inkuboidaan lämpökaapissa +35 asteessa, näin luodaan optimaaliset olosuhteet bakteerien kasvuun. (Carroll ym. 2019b, 1277–1282.) *Mycobacterium tuberculosis* bakteerin lääkeherkkyysmäärittäminen tehdään puolestaan viljelyautomaattisissa nestemäisissä MGIT-elatusaineissa. Siinä bakteeria laitetaan lääkeaineelliseen elatusaineeseen ja sitä verrataan lääkeaineettomiin vertailukasvustoihin. Tulosten avulla pystytään aloittamaan potilaan lääkehoidon suunnittelu sekä pystytään varmistamaan tehokas lääkeyhdistelmä. Herkkyysmäärittämisellä pystytään ehkäisemään lääkeresistenssien bakteerien syntyä. Suomessa lääkeaineherkkyysmäärittämisen tekeminen on keskitetty Terveystieteiden ja hyvinvoinninlaitokselle. (Filha & Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos 2023.)

Tuberkuloosin hoitoon käytettävät lääkkeet ovat jaettu ensimmäiseen, toiseen ja kolmanteen linjaan. Ensimmäisen linjan lääkkeisiin kuuluu isoniatsidi, rifampisiini, streptomysiini, etambutoli ja pyratsiiniamidi. Toisen linjan lääkkeisiin kuuluu bedakiliini, linetsolidi, levofloksasiini ja moksifloksasiini. Kolmannen linjan lääkkeisiin kuuluu etionamidi, klofatsimiini, kapreomysiini ja amikasiini. Bakteerin lääkeherkkyysmäärittäminen aloitetaan aina ensimmäisen linjan lääkkeillä. Mikäli lääkeresistenssiä ilmenee yhdellekin ensimmäisen linjan lääkkeelle, tehdään herkkyysmäärittäminen toisen linjan lääkkeillä ja niin edelleen kolmannen linjan lääkkeillä, jos lääkeresistenssiä ilmenee toisen linjan lääkkeille. Herkkyysmäärittämisessä kestää pari päivää ja kaikille lääkkeille vastataan herkkyysmäärittäminen herkäksi (S) tai resistenssiksi (R). (Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos 2022b.)

Mikäli herkkyysmäärittäminen vastataan (S) kirjaimella ilmaisee se mikrobin olevan herkkä, jolloin sen tulisi olla hoidettavissa lääkkeen standardi annostuksella. Mikäli herkkyysmäärittäminen on resistenssi (R), niin on erittäin todennäköistä, että hoito epäonnistuu kyseisellä mikrobilääkkeellä. Menetelmässä voi tulla myös virheellisiä tuloksia, mikäli bakteerikasvustossa on erilaisia resistenssejä klooneja. Myös mahdollinen heteroresistenssi fenotyyppi voi aiheuttaa virheellisen tuloksen. Silloin bakteerissa on

toisten solujen alatyyppejä, joilla on lisääntynyt resistenssi antibiootteja kohtaan toisin kuin bakteerin pääpopulaatiolla, joka on herkkä antibioottien suhteen. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2022b.)

3.5 IGRA-testi

IGRA-testiä (interferon gamma releasing assay) voidaan käyttää latentin tuberkuloosi-infektion toteamiseen tapauksissa, joissa henkilöllä epäillään tuoretta tartuntaa tartunnanjäljityksen riskiarvion perusteella tai mikäli henkilöllä on perussairautensa tai siihen kuuluvan lääkityksen vuoksi riski latentin infektion reaktivaatioon sekä hänelle harkitaan latentin tuberkuloosi-infektion lääkkeitä. Tuberkuloosi-infektion ollessa kehossa, se käynnistää elimistön immuunipuolustuksen. Silloin elimistö alkaa tuottamaan herkistyneitä T-lymfosyyttien gammainterferoneja. IGRA-testin tuloksen ollessa positiivinen voidaan todeta henkilön olleen kontaktissa *Mycobacterium tuberculosis* bakteerin kanssa, mutta negatiivinen tulos ei poissulje tartuntaa. IGRA-testiä ei voida käyttää aktiivisen tuberkuloosin diagnosoimiseen, koska se ei pysty erottamaan aktiivista muotoa latentista. Testiä ei myöskään voida käyttää latentin tuberkuloosin seurantaan. (Filha & Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2023.)

IGRA-testi määritetään potilaan kokoverinäytteestä immunologisin menetelmin. Testillä halutaan löytää mahdollisesti *Mycobacterium tuberculosis* bakteerille herkistyneet T-lymfosyytit, jotka tuottavat gammainterferonia, mykobakteerien antigeenien avulla. Testissä käytettyjä mykobakteeriantigenejä ei ole käytetty BCG-rokotteessa eikä niitä ole suurimmassa osassa ympäristössä esiintyvistä mykobakteereista. Tämän vuoksi saatu BCG-rokote tai altistuminen ympäristön mykobakteerille ei vaikuta IGRA-testin tulokseen. (Carranza, Pedraza-Sanchez, Oyarzabal-Mendez & Torres 2020.)



KUVIO 1. Tuberkuloosi näytteen kulku klinisen mikrobiologian laboratoriossa.

4 E-OPETUSMATERIAALI

Internetissä on paljon saatavilla erilaisia sisältöjä, jotka ovat tarkoitettu opetusmateriaaliksi ja nämä kaikki luokitellaan Opetushallituksen vakiinnuttaman termistön mukaisesti E-opetusmateriaaliksi. E-opetusmateriaalista käytetään puhekielessä muitakin termejä, kuten verkko-opetusmateriaali ja digitaalinen opetusmateriaali. E-opetusmateriaali voi olla esimerkiksi itsenäisesti suoritettavia verkko-kursseja, kurssiin kuuluvaa oheisaineistoa tai simuloiva oppimisaihio. E-opetusmateriaali ei yksistään voi taata oppimisen ja opetuksen korkeaa laatua, vaan sen lisäksi tarvitaan muita tärkeitä pedagogisia taitoja opettajan tai kouluttajan puolelta. (Opetushallitus julkaisuaika tuntematon.)

Pedagogisesti laadukas E-opetusmateriaali tukee oppimista ja opetusta. Se tarjoaa opetuksellisesti opiskeluun lisäarvoa, kuten uudenlaisia tiedon käytön ja kehittämisen keinoja sekä monipuolisempia mahdollisuuksia tehtävien tekoon. Oppimistaitojen tukeminen onkin laadukkaan oppimisen yksi tärkeimmistä piirteistä, jonka avulla oppija pystyy esimerkiksi oppimaan tehtävien suunnittelua ja pohtimaan toteutusta sekä arvioimaan omaa osaamistaan opiskeltavan aiheen tiimoilta. Muita laadukkaan oppimisen tärkeimpiä piirteitä ovat oppijan aktiivisuuden tukeminen opiskeltavan aiheen suhteen, yhteisen työskentelyn ja oppimisen yhteisöllisyyden tukeminen. Lisäksi opiskeltavan materiaalin autenttisuus, avoimuus ja haasteellisuus, jotka tekevät tehtävistä oppijalle kiinnostavia sekä motivoivia. Näin saadaan oppija syventymään paremmin aiheeseen ja saadaan syntymään tuloksia. (Opetushallitus julkaisuaika tuntematon.)

Opetusmateriaalin tulee herättää ensimmäiseksi motivaatiota ja kiinnostusta sisältöä kohtaan. Tutkimuksissa on pystytty osoittamaan erilaisia opetusmateriaalin ominaisuuksia, joilla saadaan oppilaiden mielenkiinto heräämään. Näitä ominaisuuksia on esimerkiksi konkreettisuus, yllätyksellisyys, humoristisuus, intensiiviset ja uudet elementit. Verkossa olevan opetusmateriaalin muita mielenkiintoa herättäviä ominaisuuksia ovat pelimäiset piirteet, esteettisyys ja värit. Verkossa olevaan oppimateriaaliin onkin helppo lisätä erilaisia mielenkiintoa ja motivaatiota herättäviä elementtejä, kuten videoklippejä, animaatiota, kuvia sekä tekstejä. (Tapola & Veermans 2012, 75–76.) Moodlea käyttäessä on otettava huomioon tekijänoikeudet. Sisältöä tehdessä täytyy muille käydä ilmi tiedon lähde sekä lisenssi. Alkuperäisiä tietoja ei saa muokata tai poistaa. (Moodle, 2014.)

5 KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Kehittämistyön tarkoituksena on luoda opetusmateriaalia tuberkuloosista ja sen nykyaikaisesta mikrobiologisesta laboriodiagnostiikasta bioanalyttikko-opiskelijoille Moodle-oppimisympäristöön. Tavoitteena kehittämistyössä on tukea bioanalyttikko-opiskelijoiden tietoutta tuberkuloosista ja sen laboriodiagnostiikasta.

6 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyömme on tehty lineaarisella menetelmällä. Kehittämistyö koostuu monesta eri vaiheesta. Alla kuvio meidän oman kehittämistyömme etenemisestä (kuvio 2.) Ensimmäisenä täytyy tunnistaa kehittämistarve, sen jälkeen aihetta voidaan lähteä ideoimaan. Kehittämistarpeen tunnistamisessa on tärkeää rajata aihealuetta, ettei työstä tule liian laaja ja suuri. Kun kehittämistarve on päätetty, voidaan alkaa ideoimaan aihetta. Ideointivaiheessa mietitään mitä muutettavaa kehittämiskohteessa on ja miten päästään haluttuun tavoitteeseen. Ideointivaiheessa luodaan myös etenemissuunnitelma kehittämistoiminnalle sekä suurin piirteiset tavoitteet. Ideointivaiheesta siirrytään suunnitteluvaiheeseen, jossa konkretisoidaan ideointivaiheen ajatuksia ja tavoitteet. Suunnitteluvaiheessa perehdytään aiheeseen, tutustumalla erilaisiin tietolähteisiin kuten esimerkiksi tutkimustietoon. Kehittämisen kohde rajataan tarkemmin sekä laaditaan kehittämissuunnitelma. Kun suunnitteluvaihe on valmis ja hyväksytty, voidaan siirtyä toteutusvaiheeseen. Toteutusvaiheessakin suunnitteluvaiheen ideat, tavoitteet ja aikataulu voivat muuttua, mutta pyritään etenemään suunnitelman mukaisesti sekä kirjoitetaan mahdolliset muutokset ylös. Tulokset vaihe antaa tietoa kehittämistyön hyödyistä sekä muutoksista halutussa kohteessa. Arviointi vaihe on eritelty omaksi vaiheeksi, mutta sitä tehdään koko kehittämistyön ajan. Arvioinnissa tehdään loppuarviointi koko työlle. Siinä arvioidaan kriittisesti, kuinka aluksi asetetut tavoitteet ja suunnitelma on toiminut. Kun kehittämistyön tavoitteet, tulokset sekä loppuarviointi on tehty, on päästy päättämisvaiheeseen. Silloin mietitään, miten kehittämistyötä hyödynnetään ja kuinka sitä aiotaan levittää. (Salonen, Eloranta, Hautala & Kinos 2017.)



KUVIO 2. Kehittämistyömme etenemisprosessi.

6.1 Kehittämistyön suunnittelu

Kehittämistyömme aihe oli tarjolla työpajassa. Päätimme valita aiheen sen kiinnostavuuden ja ajan-kohtaisuuden vuoksi. Aiheessa oli myös kiinnostavaa, että pääsemme tekemään konkreettisen tuotoksen, joka tulee käyttöön Savonia ammattikorkeakoululle kliinisen mikrobiologian opintojaksolle. Alussa keskustelimme ohjaavan opettajamme kanssa kehittämistyömme sisällöstä, mitä kaikkea meidän tulisi sisällyttää kehittämistyön kirjalliseen osaan ja itse Moodleen tehtävään opetusmateriaaliin. Moodle-oppimisympäristöön rakennetaan opetusmateriaali kokonaisuus tuberkuloosista. Suunnitelmana oli, että opetusmateriaalissa kerrotaan yleistä tietoa tuberkuloosista, näytetyypeistä ja menetelmistä millä sitä tutkitaan kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Aluksi aiheesta tulee teoriaosuus ja sen jälkeen tulee joko monivalintainen kysymys tai oikein väärin väittämä.

Tämän jälkeen aloimme miettimään sopivia suomenkielisiä ja englanninkielisiä hakusanoja, joiden avulla aloimme hakemaan tietoa aiheestamme. Löytämiemme lähteiden avulla pääsimme syventämään tietoaamme valitsemastamme aiheesta.

Suunnitelmamme alkuvaiheessa aloimme etsimään luotettavista suomalaisista ja kansainvälisistä lähteistä ajanmukaista tietoa tuberkuloosista. Hyödynsimme lähteiden haussa paljon Savonian kirjaston tietokantoja, kuten PubMed ja Oppiportti, saadaksemme luotettavia lähteitä. Suomenkielisiä hakusanoja, joilla haimme lähteitä oli esimerkiksi tuberkuloosi, tuberkuloosin diagnosointi ja tuberkuloosin esiintyvyys. Kansainvälisiä lähteitä haimme englanninkielisillä hakusanoilla, joita oli esimerkiksi tuberculosis, tuberculosis treatment ja tuberculosis diagnosis. Lähteinä pyrimme käyttämään julkaisuja, jotka ovat korkeintaan kymmenen vuotta vanhoja.

Luotettavien lähteiden etsimisen ja lukemisen lisäksi keskustelimme HUS Diagnostiikkakeskus Etelä-Karjalan, Kliinisen mikrobiologian laboratorion mikrobiologin kanssa. Hän ehdotti meitä ottamaan yhteyttä Helsingin HUS laboratorion mikrobiologiin. Mikrobiologi vastasi mielellään sähköposteihin ja toivotti meidät tervetulleiksi tutustumaan HUS:in mykobakteriologian laboratorioon. Sovimme vierailu päivän, jolloin pääsimme tutustumaan tuberkuloosi näytteen kulkuun vaihevaiheelta ja saimme arvokasta tietoa mikrobiologilta sekä laboratorion vastuuhoidajalta. Käytännön tiedon valossa osasimme arvioida paremmin lähteiden luotettavuutta ja niissä esitettyjen menetelmien nykyaikaisuutta. Vierailu mykobakteriologian laboratoriossa auttoi meitä etenemään kehittämistyössä ja rajamaan sen sisältöä suppeammaksi. Keskusteluiden ja vierailun avulla saimme paljon arvokasta tietoa tuberkuloosin tutkimisesta kliinisessä mikrobiologian laboratoriossa.

Kehittämistyön tilaajana toimii Savonia ammattikorkeakoulu, joka on maamme suurimpiin lukeutuva ammattikorkeakoulu. Savonialla on monipuolinen koulutustarjonta yhteensä kuudella erilaisella koulutuslallalla. Savonian kampukset sijaitsevat Pohjois-Savossa Kuopiossa, Varkaudessa ja Iisalmissa. Opiskelijoita Savoniassa on kaikkiaan yli 7000 opiskelijaa ja työntekijöitä noin 530. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2023b.)

Suunnitelmissamme oli toteuttaa opetusmateriaali, joka on pedagogisesti laadukas. Mielestämme ennen kaikkea pedagogisesti laadukas opetusmateriaali tukee opiskelijan oppimista ja tuo opiskeleluun opetuksellista lisäarvoa. Myös opiskelijan oppimisen taitoja on tärkeä tukea ja samalla opiskelija oppii arvioimaan omaa osaamistaan opiskeltavan aiheen tiimoilta. Visuaalisesti opetusmateriaalin

tulee olla kiinnostava, motivoiva ja haasteellinen. Kiinnostavuudella ja motivoivalla opetusmateriaalilla saadaan opiskelija houkuteltua helpommin syventymään opiskeltavaan aiheeseen. Opetusmateriaalissamme pyrimme, että asiat ovat tiiviissä paketissa, jolloin opiskelijalla pysyy mielenkiinto yllä eikä opiskelu into lopahda kesken kaiken. Opetusmateriaalin teoria osioiden väliin laitoimme aiheeseen liittyviä kysymyksiä, joiden tiimoilta opiskelija pääsee arvioimaan omaa osaamistaan.

6.2 Kehittämistyön toteutus

Kun ohjaava opettajamme oli hyväksynyt meidän suunnitelmamme kehitystyötä varten, pääsimme toteuttamaan suunnitelmaamme. Toteutus vaiheessa aloimme keräämään lisää materiaalia aiheestamme. Näin pääsimme syventämään ja laajentamaan työtämme ja tietämystämme. Teoria osuutemme lisäksi aloimme tässä vaiheessa toteuttamaan myös opetusmateriaali tuotostamme Moodleen.

Kehittämistyössämme tuotimme opiskelijoille opetusmateriaalin Moodlen oppituntityökallulla. Moodlen oppituntityökalun käyttö valikoitui meille opettajamme ehdotuksesta. Oppituntityökalua olimme käyttämään opettajamme lyhyellä opastuksella ja käytännössä kokeilemalla erilaisia tyylejä. Opetusmateriaali käsittelee ensiksi suppeammasta näkökulmasta tuberkuloosia ja sen lisäksi on koottu useampi osio tuberkuloosin diagnostiikasta kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Kerroimme yleisesti millainen tuberkuloosi, on tautina, erilaisista näytemuodoista ja millä menetelmillä sitä tutkitaan kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Teorian kanssa rinnakkain kulkee pienimuotoinen tietotesti. Jokaisen teoria osuuden jälkeen tulee edeltävään aiheeseen liittyvä kysymys. Tietotestissä on viisi monivalintakysymystä ja kolme oikein väärin väittämää. Opetusmateriaalin hyväksytyyn suoritukseen vaadittiin 80 prosenttia oikeita vastauksia. Tarkoituksenamme oli tuottaa mahdollisimman innostava ja laadukas e-oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille.

6.3 Kehittämistyön arviointi

Moodlen opetusmateriaali tulee Savonia ammattikorkeakoulun bioanalyttikko-opiskelijoiden käyttöön kliinisen mikrobiologian opintojaksolle. Moodlen opetusmateriaalia pilotoitiin Savonia ammattikorkeakoulun TB20SP, TB20SPE, TB21SP ja TB21SPE ryhmän bioanalyttikko-opiskelijoilla. Pilotointia varten lähetimme pilottiin valikoiduille opetusryhmille sähköpostia aiheesta ja pyysimme heitä testaamaan tekemämme opetusmateriaalin. Sähköpostiin liitimme linkin, jonka kautta he pääsivät testaamaan tekemäämme oppituntia. Palautteen antoa varten teimme kyselyn Webropol-verkkokyselytyökalun avulla (liite 1). Kyselyn ansiosta saimme arvokasta tietoa pilottiin osallistuneilta siitä mitä mieltä he olivat tekemästämme oppitunnista ja opetusmateriaalista. Kyselyssämme oli neljä kysymystä, joissa kysyttiin, oliko oppitunti motivoiva ja kiinnostava, sen pituudesta, rakenteesta ja sisällön tukemisesta opintoihin liittyen. Loppuun lisättiin avoinkysymys, johon sai antaa palautetta ja kehittämisideoita oppituntia varten. Webropol kysely toteutettiin anonymisti ja vastauksia saimme yhdeksältä bioanalyttikko-opiskelijalta.

Palautteet olivat rakentavia ja niissä oli annettu meille kehitysideoita opetusmateriaaliamme varten. Muutaman palautteen perusteella toivottiin opetusmateriaaliin teoriaa havainnollistavia kuvia. Kuvat lisäisivät motivaatiota ja opetusmateriaalin visuaalisti ilmettä. Muutama vastaaja toivoi myös, että

kiinnitämme huomiota tekstin sujuvuuteen. Näiden palautteiden perusteella lisäsimme teoriaa tukevia kuvia ja panostimme vielä kirjoitusasuun ja tekstin rytmittämiseen. Kuvien avulla saimme myös lisää visuaalista ja motivoivaa ilmettä opetusmateriaaliimme. Yhden vastaajan mielestä opetusmateriaali oli liian pitkä. Tämän yksittäisen vastauksen pohjalta emme kuitenkaan lähteneet muuttamaan opetusmateriaalin pituutta. Olimme tiivistäneet teoria tiedon alkuperäiseen opetusmateriaali versioon jo mahdollisimman tiiviiksi, niin että siinä oli vain kaikista keskeisimmät asiat tuberkuloosista ja sen diagnosoinnista kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Muutoin palaute oli hyvää ja kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että oppivat uutta käsitelystä aiheesta ja se tuki omaa oppimistaan.

7 POHDINTA

Valitsimme opinnäytetyömme aiheen työpajassa, jossa opinnäytetyö projektia aloiteltiin valitsemalla aihe. Tuberkuloosi opetusmateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille oli heti meidän molempien mielestä kiinnostava ja meitä motivoiva aihe. Aiheen kiinnostavuuden lisäksi meitä motivoi lisäksi se, että opinnäytetyömme tulisi olemaan kehittämistyö. Kehittämistyö oli mielekäs muoto opinnäytetyöllemme, koska olemme käytännönläheisiä ja toiminnallisia ihmisiä. Teorettinen viitekehys vastaa mielestämme hyvin tuotostamme, mikä tässä tapauksessa on Moodlessa oleva opetusmateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille tuberkuloosin diagnostiikasta kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Teoreettisen osuuden tekemiseen meni huomattavasti enemmän aikaa, kuin itse opetusmateriaalin tekemiseen Moodleen. Teoreettiseen osuuteen jouduimme paljon enemmän etsimään lähteitä, kun taas opetusmateriaalia varten meillä oli jo runsaasti lähteitä ja teoreettista tietoa aiheestamme.

Haasteina kehittämistyömme teossa oli välillä hyvien lähteiden löytäminen ja aikataulutus. Asettamassamme aikataulussa jäimme hieman jälkeen eikä kehittämistyömme valmistunut aivan suunniteltuun aikaan. Haasteista selvisimme yhdessä toisiamme kannustamalla ja opettajien tuella, kun tuntui jonkin työvaiheen kanssa tulevan umpikuja vastaan. Kaikesta huolimatta olemme tyytyväisiä teoriatuotokseemme ja rakentamaamme opetusmateriaaliin.

7.1 Eettisyys ja luotettavuus

Kehittämistyössämme pyrimme noudattamaan hyvän tieteen käytäntöä. Eurooppalaisen tutkuseettisen ohjeistuksen mukaan hyvä tieteellinen käytäntö koostuu luotettavuudesta, rehellisyydestä, arvostuksesta ja vastuunkannosta. Hyvät tieteelliset menettelytavat kuuluvat myös tiede- ja tutkimusyhteisöjen organisaatioiden laatujärjestelmään. Mikäli hyviä tieteellisiä käytäntöjä ei noudata esimerkiksi kehittämistyössä, voi se johtaa hyvän tieteellisen käytännön loukkaus epäilyyn ja sen myötä asian käsittelyprosessiin. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 11.) Hyvien tieteellisten käytäntöjen noudattaminen on ollut koko kehittämistyömme aikana meidän vastuullamme ja olemme pyrkineet noudattamaan näitä koko kehittämistyömme prosessin aikana.

Hyvän tieteellisen käytännön eettisyyteen kuuluu huolehtia tarvittavista luvista ja suostumuksista sekä eettisestä ennakoarvioinnista ennen tutkimusmateriaalin keruun aloittamista. Eettisyyteen kuuluu myös arvostus tieteellisen toiminnan osapuolia ja kollegoita kohtaan sekä yhteiskuntaa, kulttuuriperintöä, ympäristöä ja ekosysteemiä kohtaan. Eettisyyteen kuuluu keskeisenä asiana vastuunkanto koko tieteellisen toiminnan elinkaaresta. Elinkaari alkaa tieteellisen toiminnan ideasta ja jatkuu aina julkaisemiseen ja toiminnan vaikutukseen asti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 12–13.) Kehittämistyötämme varten solmimme ohjaus- ja hankkeistamissopimuksen Savonia ammattikorkeakoulun kanssa. Kehittämistyöhömmemme emme tarvinneet tutkimuslupaa tai tietosuojaselostetta. Kehittämistyömme tuotos helpottaa bioanalyttikko opiskelijoiden opiskelua tuberkuloosi aiheen osalta ja sen analyysimenetelmistä mikrobiologian laboratoriossa. Kehittämistyössämme emme käytä potilastietoja. Kehittämistyöstämme on tilaajalle jatkossa hyötyä, kun sitä voidaan käyttää opintomateriaalina bioanalyttikko-opiskelijoille osana kliinisen mikrobiologian opintojaksoa. Hyödyt voivat kantautua koko ammattikunnallemme, kun opiskelijoilla on tietoutta nykypäivän tuberkuloosin labo-

ratorio diagnostiikan menetelmistä. Opinnäytetyöprosessin aikana opimme yhteistyötaitoja ja käyttämään erilaisia tietokantoja. Tietokantojen kautta opimme etsimään oikeanlaisia tietolähteitä ja hyödyntämään englanninkielisiä lähteitä. Lisäksi opimme tekemään Moodle-pohjaisen oppimisympäristön, jonne opimme kokoamaan tiivistettyjä tietopaketteja ja tekemään pienimuotoisia testi osioita.

Hyväntieteellisen käytännön vastaiseen toimintaan kuuluu vilppi, joka on jaettu kolmeen alaluokkaan Suomessa kansainvälisen käytännön mukaan. Näitä alaluokkia ovat vääristely, sepittäminen ja plagiointi. Vääristelyllä tarkoitetaan alkuperäisen havainnoinnin muokkaamista, niin että kyseisiin havaintoihin perustuva tulos vääristyy. Sepittämisellä tarkoitetaan keksittyjä havaintoja, tulosten esittämistä ja aineistoja. Plagiointin määritelmä on, kun käytetään toisen työtä ilman asiaa kuuluvaa viittoausta tai lupaa. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 15–17.) Kehittämistyössämme huomioimme lähdekritiikin hakemalla lähteitä vain luotettavista tietokannoista ja hakukoneista. Pyrkimyksenä oli käyttää korkeintaan kymmenen vuotta vanhoja lähteitä, mutta päädyimme käyttämään paria hieman vanhempaa lähdetä. Käytimme niitä, koska tiesimme tiedon olevan edelleen relevanttia nykyisessä tuberkuloosin diagnostiikka menetelmässä. Kehittämistyössämme emme myöskään plagiointeet käyttämiämme lähteitä vaan referoimme niitä. Saimme myös suullista tietoa sekä kuvia tuberkuloosin tutkimisesta Helsingin HUS Mykobakteriologian laboratoriosta.

7.2 Ammatillinen kasvu

Ammattikorkeakoulusta valmistuvalla bioanalyytikolla tulee olla vahva ja laaja-alainen kliinisen laboratoriotyön osaaminen. Koulutuksen tavoitteena on hallita koko laboratorioprosessi sekä osata perusteet eri kliinisten laboratoriodien osa-alueista. Sekä täytyy olla kyky soveltaa tietoa, kehittää ja arvioida omaa sekä työyhteisönsä tekemistä ja toimintaa. Kliininen laboratorio työ on jatkuvasti kehittyvää ja tämän vuoksi bioanalyytikolla täytyy olla valmius ja halu jatkuvaan oppimiseen sekä kansainväliseen toimintaan. Bioanalyytikkona täytyy toimia ammattieettisten periaatteiden mukaisesti sekä osata työskennellä moniammatillisessa työryhmässä. (Savonia-ammattikorkeakoulu 2023a.)

Kehittämistyön tekeminen ei ollut meille ennestään tuttu asia, joten opimme jo paljon siinä uutta, kun tutkimme, kuinka kehittämistyötä käydään rakentamaan. Opinnäytetyö prosessimme aikana olemme päässeet myös syventämään tietouttamme tuberkuloosista tautina ja sen diagnostiikka menetelmistä kliinisen mikrobiologian laboratoriossa. Opinnäytetyö projektin aikana piti aikatauluttaa paljon erilaisia osia, jotta työ saatiin etenemään aikataulullisesti. Prosessin aikana myös yhteistyötaidot ja moniammatillinen kasvu kehittyivät, kun olimme yhteydessä kehitystyöhömmme liittyen Etelä-Karjalan kliinisen mikrobiologian mikrobiologin ja HUS:n mykobakteriologian laboratorion mikrobiologin ja vastuuhoidajan kanssa. HUS:n mykobakteriologian laboratorion mikrobiologin kanssa olimme ensin yhteyksissä sähköpostitse, ja hän toivottikin meidät tervetulleeksi vierailulle mykobakteriologian laboratorioon Helsinkiin. Vierailun aikana pääsimme näkemään, koko tuberkuloosin laboratorio-prosessin vaihe vaiheelta. Pääsimme myös mikroskopoimaan vanhoja näytelaseja ja katsomaan millaisia löydöksiä tuberkuloosinäytteistä konkreettisesti löytyy. Vierailu toisen yksikön laboratoriossa oli arvokas kokemus kehittämistyömmme ja ammatillisen kasvumme kannalta.

Erialaisten hakukoneiden käyttö tuli hyvin tutuksi opinnäytetyötä tehdessä. Ennen tätä emme olleet paljoa käyttäneet tällaisia hakukoneita. Käyttämiämme hakukoneita on ollut esimerkiksi PubMed ja

tietokannoista Oppiportti. Alkuun oli hyvin hankalaa lähteä etsimään oikeilla sanoilla hyviä ja luotettavia lähteitä, mutta tässäkin asiassa harjaannuimme hyvin. Lähdekritiikin arviointi on kehittynyt, kun olemme joutuneet pohtimaan, onko haetut lähteet olleet luotettavia ja edelleen ajankohtaisia. Tekstin referointi taito prosessin aikana on kasvanut ja olemme oppineet kirjoittamaan paremmin sujuvasti luettavaa tekstiä. Haimme paljon tietoa englanninkielisistä lähteistä ja pääsimme samalla kehittämään englanninkielentaitoamme, mikä on tärkeä taito bioanalyttikolle huomioiden alan kansainvälisyyden. Alussa näiden lähteiden tulkitsemiseen ja olennaisen tiedon löytämiseen lähteestä meni paljon aikaa. Mitä enemmän englanninkielisiä lähteitä kävimme läpi, niin sitä enemmän luetun ymmärtäminen kehittyi ja sitä helpommin lähteistä osasi kerätä keskeiset tiedot kehittämistyöhömmä liittyy. Opinnäytetyötä tehdessä huomasin, että englanninkielisiä lähteitä oli helpompi löytää aiheeseen liittyy. Niistä löytyi kattavammin esimerkiksi erilaisia tutkimuksia. Opinnäytetyö prosessi oli pitkä ja haastava, mutta olemme oppineet, kuinka tärkeää on myös toisen kannustaminen sekä tukeminen. Tulevassa bioanalyttikon ammatissa työskennellään moniammatillisessa työryhmässä, joten sosiaaliset taidot ovat tärkeitä.

7.3 Tuotoksen hyödynnettävyys ja kehittämisideat

Tuotosta voidaan hyödyntää klinisen mikrobiologian opintojaksolla. Se tuo opiskelijoille lisätietoutta tuberkuloosista ja sen tutkimusmenetelmistä klinisen mikrobiologian laboratoriossa. Moodle-oppimisolustalle tehty oppitunti on opiskelijoille helppo käyttöinen ja tuo opiskelulle joustavuutta, koska sen avulla he voivat itsenäisesti lisätä tietoutta tuberkuloosista, ajasta ja paikasta riippumatta. Oppitunnin sisältöön kuuluu myös kysymyksiä, niitä ei ole lukittu, joten oppitunnin voi tehdä useampaan kertaan.

E-opetusmateriaali on hyvä, koska sitä pystyy muokkaamaan sekä päivittämään milloin vain. Mielestämme e-opetusmateriaali on käytännöllinen ja melko helppo käyttää. Jatkossa meidän tuotostamme toiset opiskelijat voivat muokata omien tarpeiden mukaiseksi tai käyttää pohjana mahdolliseen omaan tuotokseen.

Kehittämisideana Moodle-opetusmateriaalin sekä kyselyn olisi voinut myös osittain pilotoida opiskelijoilla, kenellä ei ole ennestään tietoa tuberkuloosista tai sen diagnostiikasta. Sen avulla olisi voinut vielä enemmän testata opetusmateriaalin tietosisältöä sekä kysymyksien rakennetta. Kehittämisenä meidän omaan tekemiseemme, kattavampi aikataulu ja sen noudattaminen.

LÄHTEET

- Campelo, Thales Alves, Cardoso de Sousa, Paulo Rafael, De Lima Nogueira, Lucas, Frota, Cristiane Cunha & Antas, Paulo Renato Zuquim 2021. Revisiting the methods for detecting Mycobacterium tuberculosis: what has the new millennium brought thus far? *Microbiology society* 3 (8). doi: <https://doi.org/10.1099/acmi.0.000245>. Viitattu 15.12.2023.
- Carranza, Claudia, Pedraza-Sanchez, Sigifredo, de Oyarzabal-Mendez, Eleane & Torres, Martha 2020. Diagnosis for Latent Tuberculosis Infection: New Alternatives. *Frontiers in Immunology* 11. doi: 10.3389/fimmu.2020.02006. Viitattu 10.5.2023.
- Carrol, Karen C., Pfaller, Michael A., Landry, Marie Louise, McAdam, Alexander J., Patel, Robin, Richter, Sandra S. & Warnock David W 2019a. Teoksessa Isabella Martin, Gaby E. Pfyffer & Nicole Parrish. *Manual of Clinical Microbiology* 12th edition. Washington DC, ASM Press, 558–572.
- Carrol, Karen C., Pfaller, Michael A., Landry, Marie Louise, McAdam, Alexander J., Patel, Robin, Richter, Sandra S. & Warnock, David W, 2019b. Teoksessa John D. Turnidge & James H. Jorgensen. *Manual of Clinical Microbiology* 12th edition. Washington DC, ASM Press, 1277–1282.
- Eklund, Kari julkaisuaika tuntematon. Biologiset reumalääkkeet. Verkkojulkaisu. <http://www.helsinginreumakeskus.fi/biologiset.html#:~:text=Itse%20pistett%C3%A4vi%C3%A4%20TNF-salpaajia%20ovat%20adalimumabi%20%28HumiraR%29%2C%20etanersepti%20%28EnbrelR%29%2C,verrannollisia%20kesken%C3%A4%C3%A4n.%20Ne%20eroavat%20toisistaan%20mm.%20vaikutusaikansa%20suhteen>. Viitattu 8.5.2023.
- Espinosa-Pereiro, Juan, Sánchez-Montalvá, Adrian, Aznar, Maria Luisa & Espiau, Maria 2022. MDR Tuberculosis Treatment. *Medicina* 2022, 58(2), 188. doi: 10.3390/medicina58020188. Viitattu 11.10.2023.
- European Centre for Disease Prevention and Control 2018. Facts about tuberculosis. Verkkojulkaisu. Päivitetty 14.2.2018. <https://www.ecdc.europa.eu/en/tuberculosis/facts?etrans=fi>. Viitattu 14.1.2023.
- Filha 2021. Historia. Verkkojulkaisu. Päivitetty 28.4.2021. <https://www.filha.fi/historia/>. Viitattu 10.12.2022.
- Filha ry julkaisuaika tuntematon a. MDR-tuberkuloosi. Verkkojulkaisu. <https://tuberkuloosi.fi/tuberkuloosista/mdr-tuberkuloosi/>. Viitattu 28.2.2023
- Filha ry julkaisuaika tuntematon b. Tuberkuloosin oireet. Verkkojulkaisu. <https://tuberkuloosi.fi/tuberkuloosista/tuberkuloosin-oireet/>. Viitattu 10.1.2023.
- Filha ry julkaisuaika tuntematon c. Tuberkuloosirokotus. Verkkojulkaisu. <https://tuberkuloosi.fi/tuberkuloosista/tuberkuloosirokotus/>. Viitattu 10.1.2023
- Filha ry 2022. Mitä teemme?. Verkkojulkaisu. <https://www.filha.fi/mita-teemme/>. Viitattu 8.5.2023.

Filha & Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023. Valtakunnallinen tuberkuloosiohjelma 2020. Päivitetty 9.5.2023. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/139887/OHJ2020_007_Valtakunnallinen%20tuberkuloosiohjelma%202020_p%c3%a4ivitetty%20versio%202023_s.pdf?sequence=7&isAllowed=y. Viitattu 28.12.2023.

Garcia, Synne S. 2007. *Clinical Microbiology Procedures Handbook*. 3. painos, 3.2.2. Washington DC, ASM Press. Viitattu 29.12.2023.

Hedman, Klaus, Heikkinen, Terho, Huovinen, Pentti, Järvinen, Asko, Meri, Seppo & Vaara, Martti 2013. BCG (*Bacille Calmette-Guérin rokote*). Teoksessa Irmeli Lautenschlager & Eeva Salo (toim.) *Infektiosairaudet 1 & 3*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 563, 809–811. Viitattu 28.12.2023.

Hedman, Klaus, Heikkinen, Terho, Huovinen, Pentti, Järvinen, Asko, Meri, Seppo & Vaara, Martti 2010. Mykobakteerit ja nokardiat. Teoksessa Hanna Soini, Kari Liippo & Tuula Vasankari (toim.) *Mikrobiologia. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet*. 1. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 145–147. Viitattu 28.12.2023.

HUS Mykobakteriologian laboratorio 2023a. Tuberkuloosi värjäys. Löwenstein-Jensenin kasvatusputket. Helsinki.

HUS Mykobakteriologian laboratorio 2023b. Tuberkuloosi värjäys. Mikroskooppikuva tuberkuloosibakteerista. Helsinki.

Kaarteenaho, Riitta, Halme, Maija, Koskela, Heikki & Saaresranta, Tarja 2021a. Tuberkuloosi ja ympäristöbakteerien aiheuttamat sairaudet. Teoksessa Iris Rajalahti, Hanna-Riikka Kreivi & Tuula Vasankari (toim.) *Keuhkosairaudet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 180–190. <https://www.oppiportti.fi/op/kes00105/do>. Viitattu 9.5.2023.

Kaarteenaho, Riitta, Halme, Maija, Koskela, Heikki & Saaresranta Tarja 2021b. Tuberkuloosin laboriodiagnostiikka. Teoksessa Iris Rajalahti, Hanna-Riikka Kreivi & Tuula Vasankari (toim.) *Keuhkosairaudet*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 182. <https://www.oppiportti.fi/op/kes00106/do>. Viitattu 30.11.2023.

Kuan, Rebecca, Muskat, Kaylin, Peters, Bjoern & Lindestam Arlehamn, Cecilia S. 2020. Is mapping the BCG vaccine-induced immune responses the key to improving the efficacy against tuberculosis?. *Journal of Internal Medicine* 288 (6), 651-660. <https://doi.org/10.1111/joim.13191>. Viitattu 16.12.2023.

Machado, Diana, Couto, Isabel, & Viveiros, Miguel 2019. Advances in the molecular diagnosis of tuberculosis: From probes to genomes, 94-95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.11.021>. Viitattu 8.10.2023.

Moodle 2014. Tietoja Moodlesta. https://docs.moodle.org/2x/fi/Tietoja_Moodlesta. Viitattu 15.5.2023.

NIH 2020. National human genome research institute. Polymerase Chain Reaction (PCR) Fact Sheet. Verkkojulkaisu. Päivitetty 17.8.2020. <https://www.genome.gov/about-genomics/fact-sheets/Polymerase-Chain-Reaction-Fact-Sheet>. Viitattu 17.12.2023.

Opetushallitus julkaisuaika tuntematon. E-oppimateriaalin laatukriteerit. Verkkojulkaisu.

<https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>. Viitattu 10.5.2023.

Pai, Madhukar, Behr, Marcel A., Dowdy, David, Dheda, Keertan, Divangahi, Maziar, Boehme, Catharina C., Ginsberg, Ann, Swaminathan, Soumya, Spigelman, Melvin, Getahun, Haileyesus, Menzies, Dick & Raviglione, Mario 2016. Tuberculosis. Nature reviews disease primers. <https://www.nature.com/articles/nrdp201676>. Viitattu 16.12.2023.

Rajalahti, Iris, Kreivi, Hanna-Riikka & Vasankari, Tuula 2023. Miten tuberkuloosipotilaiden videoalvottua lääkehoitoa toteutetaan?. Lääkärilehti 78, e34551. <https://www-laakarilehti-fi.ezproxy.savonia.fi/tieteessa/kaytannot/miten-tuberkuloosipotilaiden-videoalvottua-laakehoitoa-toteutetaan/>. Viitattu 11.5.2023.

Salonen, Kari, Eloranta, Sini, Hautala, Tiina & Kinos, Sirppa 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 108. Tampere: Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy. <https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522166494.pdf>. Viitattu 25.2.2023.

Savonia-ammattikorkeakoulu 2023a. Osaamistavoitteet. TB22SP Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma. Opetussuunnitelma. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja-hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KS&krtid=1530&tab=2>. Viitattu 18.12.2023.

Savonia-ammattikorkeakoulu 2023b. Tutustu Savoniaan. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/tutustu-savoniaan/>. Viitattu 30.1.2023.

Soini, Hanna, Järvinen, Asko & Vasankari, Tuula 2020. Mykobakteerien aiheuttamien infektioiden diagnostiikka. Teoksessa Terho Heikkinen, Asko Järvinen, Seppo Meri, Olli Vapalahti & Jaana Vuopio (toim.) Mikrobiologia. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet 1. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. https://www.oppiportti.fi/op/mbg00109/do?p_haku=tuberkuloosi#q=tuberkuloosi. Viitattu 13.2.2023.

Tapola, Anna & Veermans, Marjaana 2012. Herätä ja tue kiinnostusta ja motivaatiota. Teoksessa Liisa Ilomäki (toim.) Laatu e-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Oppaat ja käsikirjat. Tampere: Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy. 75–76. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatu_e-oppimateriaaleihin_2.pdf. Viitattu 15.10.2023.

Tartuntatautilaki 1227/2016. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161227#L4P28>. Viitattu 2.3.2023.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2019a. Infektiotaudit ja rokotukset. Latentti tuberkuloosi-infektio. Verkkojulkaisu. Päivitetty 5.12.2019. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/tuberkuloosi/latentti-tuberkuloosi-infektio>. Viitattu 14.2.2023.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2019b. Infektiotaudit ja rokotukset. Mykobakteerien lääkeresistenssin pikamääritykset. Verkkojulkaisu. Päivitetty 3.12.2019. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/mykobakteeri/mykobakteerien-laakeresistenssin-pikamaaritykset>. Viitattu 25.2.2023.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2019c. Infektiotaudit ja rokotukset. M. tuberculosis kompleksin genotyypitys. Verkkojulkaisu. Päivitetty 15.10.2019. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/mykobakteeri/m.-tuberculosi-kompleksin-genotyypitys>. Viitattu 12.2.2023.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2022a. Infektiotaudit ja rokotukset. BCG- eli tuberkuloosirokote. Verkkojulkaisu. Päivitetty 17.6.2022. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/rokotteet-a-o/bcg-eli-tuberkuloosirokote>. Viitattu 11.1.2023.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2022b. Infektiotaudit ja rokotukset. Mykobakteerien lääkeherkkyysien määrittäminen. Verkkojulkaisu. Päivitetty 20.5.2022. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/mykobakteeri/mykobakteerien-laakeherkkyysien-maaritys>. Viitattu 26.2.2023.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2022c. Infektiotaudit ja rokotukset. Tuberkuloosi. Verkkojulkaisu. Päivitetty 13.4.2022. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/tuberkuloosi>. Viitattu 10.12.2022.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2023. Tuberkuloosin esiintyvyys Suomessa. Verkkojulkaisu. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/taudit-ja-taudinaiheuttajat-a-o/tuberkuloosi/tuberkuloosin-esiintyvyys-suomessa>. Viitattu 14.5.2023

Terveyskylä.fi. Genotyyppi. Verkkojulkaisu. <https://www.terveyskyla.fi/genetiikkajaharvinaiset/opaat/albinismi-opas/albinismi-sanasto/genotyyppi>. Viitattu 14.12.2023.

Vuento, Risto 2022. Tuberkuloosi. Lääkärikirja Duodecim. Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00611>. Viitattu 10.12.2022.

WHO 2015. World Health Organization. The end TB strategy. Verkkojulkaisu. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/331326/WHO-HTM-TB-2015.19-eng.pdf?sequence=1>. Viitattu 17.12.2023.

WHO & ECDC 2023. Tuberculosis surveillance and monitoring in Europe 2023. European center for disease prevention and control, World health organization. PDF-tiedosto. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/tuberculosis-surveillance-monitoring-2023.pdf>. Viitattu 14.5.2023.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsittely Suomessa 2023. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 2/2023. 1. painos. Helsinki. https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf. Viitattu 22.12.2023.

LIITE 1: WEBROPOL KYSELY

Tuberkuloosi oppitunti

1. Oppitunti oli mielestäni

- Liian lyhyt
- Liian pitkä
- Sopiva

2. Oliko oppitunti motivoiva ja kiinnostava

- Kyllä
- Vähän
- Ei yhtään

3. Tukiko oppitunnin sisältö oppimista

- Ei, en oppinut mitään
- Kyllä, opin uutta
- Kyllä, mutta sisältöä olisi voinut olla enemmän
- Ei, tiesin kaiken jo ennestään

4. Oppitunnin rakenne

- Haasteellinen
- Selkeä
- Ihan ok
- Ihan hyvä
- Avoin vastaus:

5. Kerro avoimesti palautetta oppitunnista. Mikä oli mielestäsi hyvää ja missä olisi kehitettävää?
