

Opinnäytetyö (AMK)

Bioanalytikkokoulutus

2021

Essi Sulavuori

TURVALABORATORIO- TYÖSKENTELY

– opintomateriaali bioanalytikkokoulutukseen

Essi Sulavuori

TURVALABORATORIOTYÖSKENTELEY

- opintomateriaali bioanalytikkokoulutukseen

Tämän opinnäytetyön tehtävänä on tuottaa opintomateriaalia turvalaboratoriotyöskentelystä Turun ammattikorkeakoululle. Opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta, opinnäytetyön raportista, sekä erillisestä tuotoksesta.

Bioturvallisuudella tarkoitetaan kaikkia keinoja, joilla ehkäistään ihmisen, laboratorion tai luonnon altistuminen vaarallisille mikrobeille. Näitä keinoja ovat muun muassa laboratorion rakenteelliset ratkaisut, sekä työntekijöiden riittävä osaaminen ja kouluttaminen. Hyvällä bioturvallisuudella estetään vaarallisten biologisten tekijöiden luvaton käsittely, häviäminen, varastaminen ja leviäminen. Hyvää bioturvallisuutta ylläpidetään arvioimalla jatkuvasti bioriskejä ja tämän avulla luodaan yhä turvallisempia laboratorioprosesseja.

Turvalaboratoriot jaetaan ominaisuuksiensa ja toimintaperiaatteensa perusteella neljään tasoon. Tason 1-laboratorio (BSL-1) on matalimman turvatason laboratorio ja tason 4-laboratorio (BSL-4) on korkean turvatason laboratorio. Jokaiselle tasolle on määritelty työn suorittamiseen vaadittavat ominaisuudet esimerkiksi suojavarusteiden osalta ja korkeamman tason vaatimukset rakentuvat aina edellisen tason vaatimusten päälle. Bioturvallisuustaso valitaan aina sen mukaan, mitä mikrobia aiotaan käsitellä ja miten sitä käsitellään.

Tämän opinnäytetyön tuotoksen syntyä toimintakäsikirja BSL-3-laboratoriossa työskentelyn tueksi. Tuotos tarjoaa yleiskatsauksen turvalaboratorioiden erityisvaatimuksiin, sekä tarkempia ohjeita siitä, kuinka juuri BSL-3-laboratoriossa toimitaan.

ASIASANAT:

Bioturvallisuus, turvalaboratorio, bioriskien hallinta, bioturvallisuustaso 3

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Biomedical laboratory science

2021 | number of pages 25

Essi Sulavuori

BIOSAFETY LABORATORY WORK

- studying material for biomedical laboratory scientist students

The aim for the thesis was to produce studying material for biosafety laboratory work for Turku university of applied sciences. This thesis has two parts, thesis report and the actual throughput.

Biosafety means all the ways which are used to prevent people, laboratory or nature exposure to dangerous microbes. This includes the structural solutions of the laboratory and the sufficient expertise and training of workers. Good biosecurity prevents unauthorized handling, loss, stealing and spreading of hazardous biological agents. Good biosecurity is maintained by continuous biorisk assessment and that will create increasingly safer laboratory processes.

Biosafety laboratories are classified into four categories by their structural characteristics and operating principles. Level 1 biosafety laboratory (BSL-1) is the lowest security level laboratory and level 4 (BSL-4) is the highest level of security. For each biosafety level laboratory has its own standards which are required to perform work. Higher level requirements are always built on previous level of requirements. Biosafety level is always chosen based on which microbe is handled and how it is handled.

The outcome of this thesis is operations manual for biosafety level 3-laboratory. The manual provides an overview of the specific requirements of security laboratories, as well as more detailed instructions on how exactly to operate in a BSL-3-laboratory.

KEYWORDS:

Biosafety, biosafety laboratory, biorisk assessment, biosafety level 3

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	4
2 BIOTURVALLISUUS	5
2.1 Bioriskien arviointi ja hallinta	6
2.2 Biologisten tekijöiden luokittelu	7
2.3 Laboratorioiden turvaluokittelu	8
2.4 Hyvä opintomateriaali	10
2.5 Aikaisemmat tutkimukset	10
3 TURVALABORATORIOT	12
3.1 Bioturvatason 1 ja 2-laboratoriot	12
3.2 Bioturvatason 3-laboratoriot	13
3.3 Bioturvatason 4-laboratoriot	15
3.4 Hyvät mikrobiologiset työtavat	17
4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS	19
5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	20
5.1 Opinnäytetyön tuotoksen tarkastelu	20
5.2 Metodologiset lähtökohdat	21
5.3 Eettiset lähtökohdat	21
6 POHDINTA	23
LÄHTEET	24

KUVAT

Kuva 1. Bioturvalaboratorioiden luokittelu

9

1 JOHDANTO

Bioturvallisuudella tarkoitetaan kaikkia toimia, joilla estetään ihmisen, laboratorion tai luonnon altistuminen tautia aiheuttavalle materiaalille (THL 2019). Bioturvallisuudella pyritään estämään biologisten materiaalien luvaton käsittely, niiden häviäminen, varastaminen, väärinkäyttö ja leviäminen (WHO 2020). Näitä keinoja ovat muun muassa laboratorion rakenteelliset ratkaisut, mutta myös työntekijöiden osaaminen ja jatkuva kouluttaminen ovat osa bioturvallisuutta. (THL 2019.)

Jotta laboratorio kykenee ylläpitämään hyvää bioturvallisuustasoa vaaditaan siltä bioriskien oikeanlaista hallintaa. Bioriskien hallinta on monivaiheinen prosessi, jonka tarkoituksena on kerätä mahdollisimman monipuolista tietoa käsiteltävästä mikrobista, sekä sen käsittelystä laboratoriotiloissa. Kun tietoa on kerätty ja sitä on arvioitu, voidaan sen avulla luoda bioturvallisia laboratoriotilaprosesseja. (WHO 2020.)

Laboratoriot jaetaan bioturvallisuustason (biosafety level = BSL) mukaan neljään kategoriaan, joista taso yksi on alin ja neljä ylin turvallisuustaso (THL 2019). Jokainen turvallisuustaso rakentuu aina edellisen tason vaatimusten päälle. Bioturvallisuustaso valitaan aina mikrobin vaarallisuuden ja sen käsittelyn aiheuttaman terveystarpeen perusteella. Jokaisella bioturvallisuustason laboratoriollla on omat työn suorittamiseen tarvittavat turvallisuustasosuositukset, joihin kuuluvat esimerkiksi henkilökohtaiset suojaimet ja laboratorion rakenteelliset ominaisuudet. (Public Health Emergency 2019.)

Opinnäytetyön toiminnallisen osuuden tuotos on toimintakäsikirja BSL-3 tason laboratorioon. Tuotos tulee olemaan osa mikrobiologian opintoja bioanalyttikkokoulutuksessa. Opinnäytetyön tavoitteena on syventää osaamista ja helpottaa työelämässä toimimista. Toimintakäsikirja on suunnattu jo pidemmällä opinnoissaan oleville opiskelijoille.

2 BIOTURVALLISUUS

Bioturvallisuudella tarkoitetaan kaikkia keinoja, joilla pyritään estämään henkilöstön, laboratorion tai luonnon altistuminen tautia aiheuttaville biologisille tekijöille (THL 2019). Bioturvallisuudella tähdätään siihen, että biologisiin tekijöihin eivät pääse käsiksi asiantommat henkilöt, ne eivät häviä, niitä ei voida varastaa, käyttää väärin tai levittää (WHO 2020). Tähän pystytään vaikuttamaan laboratorion rakenteellisilla ominaisuuksilla, hyvillä työ- ja menettelytavoilla sekä oikeanlaisella suojainten käytöllä. Laboratorion turvallisuutta pystytään lisäämään rakenteellisin ominaisuuksin biosuojakaapeilla, laboratoriotilan ilmanvaihtojärjestelmällä, hyvällä jätteenkäsittelyjärjestelmällä, sekä erilaisilla kulunvalvonta- ja turvajärjestelmillä. (THL 2019.)

Hyvät työtavat ovat erittäin tärkeitä bioturvallisuuden kannalta (THL 2019). Uuden arvioinnin mukaan lähes kaikki laboratoriossa tapahtuneet biologisille tekijöille altistumiset aiheutuivat ihmisen toiminnasta, eivätkä laitteiden tai toimintojen vikailoista. Suurimmat syyt altistumisille olivat henkilökohtaisten suojavarusteiden puuttuminen tai väärinkäyttö, riskien arvioinnin puuttuminen tai väärät ja puutteelliset työtavat. (WHO 2020.) Henkilöstön koulutus ja perehdytys, sekä ajantasaiset työohjeet kuuluvat tärkeänä osana laboratorion turvallisuuden ylläpitoon (THL 2019). Työnantajan on tarjottava koulutusta mahdollisten altistumisen aiheuttamista terveyshaitoista, sekä toimenpiteistä ja työtavoista, joilla altistumisia ehkäistään (Valtioneuvoston asetus 933/2017). Myös henkilöstön rokotukset ja terveystarkastukset ovat osa bioturvallisuutta. Työnantajan on tarjottava työntekijälle tarvittavat suojaimet, sekä koulutusta niiden oikeanlaisesta käytöstä, jolloin vähennetään työntekijän riskiä altistua biologisille tekijöille. Myös työntekijän luotettavuutta voidaan arvioida esimerkiksi tekemällä turvallisuusselvitys ennen työskentelyn aloittamista. (THL 2019.)

Laboratorion bioturvallisuutta voidaan lisätä myös rakenteellisin ominaisuuksin lisäämällä kulunvalvontaa erityisesti tiloihin, joissa on infektiovaarallisia biologisia tekijöitä. Myös murtohälytysjärjestelmät ovat suositeltavia. Laboratorion toimintaa koskevat tiedot on käsiteltävä tietoturvaselästi. Tähän kuuluvat myös tiedot siitä, mitä biologisia tekijöitä laboratoriossa mahdollisesti käsitellään. Näytteiden ja materiaalien kuljetus on tapahduttava kontrolloidusti ja turvallisesti laboratorion sisällä, kuin myös laboratorioden välillä. Näytteiden ja materiaalien pakkaamisesta, lähetyksestä ja kuljetuksesta on aina oltava ohjeet, joita noudatetaan. (THL 2019.)

2.1 Bioriskien arviointi ja hallinta

Bioriskien arviointi on prosessi, jossa arvioidaan biologisen tekijän kanssa työskentelyn riskit ja miten riskejä voitaisiin pienentää. Riskitason arvioinnissa on tärkeää ottaa huomioon, että tutkimalla vain biologisen tekijän patogeeniset ominaisuudet, ei saada oikeaa kuvaa sen aiheuttamista riskeistä laboratoriossa. Prosessissa kerätään informaatiota ja arvioidaan sitä. Tämän avulla voidaan luoda turvallisia työtapoja ja prosesseja, joiden riskitaso on hyväksyttävä. Riskien hallinnassa kerättävän tiedon pohjalta laboratoriossa työskentelevät ymmärtävät paremmin mahdolliset työssä esiintyvät biologiset riskit ja miten jokainen voi vaikuttaa niiden syntymiseen. Bioriskien arviointi voidaan karkeasti jakaa viiteen vaiheeseen: Tiedon keruu, riskien arviointi, strategian kehittäminen riskien hallintaa varten, toimintatapojen valinta ja käyttöönotto ja viimeisenä arvioidaan vielä riskit ja ovatko käyttöön otetut hallintakeinot riittäviä. (WHO 2020.)

Tiedon keräämisen tulee olla monipuolista. Otetaan huomioon, mitä laboratoriotestejä biologiselle tekijälle tehdään. Riskit ovat erilaisia eri analyysimenetelmissä, esimerkiksi soluviljelyssä tai näytteen analysoinnissa pcr menetelmällä. Tulee selvittää käsiteltävän biologisen tekijän tartuntareitit ja mikä määrä näytettä on infektiivistä sille altistuttaessa ja kuinka vakavan taudin käsiteltävä patogeeni voi aiheuttaa. Huomioidaan myös, millä välineillä näytettä käsitellään. Selvitetään miten käsiteltävä patogeeni voisi kulkeutua ulos laboratoriosta ja levitä väestöön. (WHO 2020.)

Kun kaikki saatavilla oleva tieto on kerätty, arvioidaan riskien vakavuus ja niiden seuraukset tilanteessa, jossa altistuminen olisi tapahtunut ja kuinka todennäköistä altistuminen olisi. Todennäköisyyttä altistumiselle lisäävät kaikki materiaalin käsittely, jossa voi syntyä aerosoleja. Altistumisen todennäköisyyttä lisäävät myös työvaiheet, joissa käytetään teräviä tai viiltäviä työvälineitä, huonosti koulutettu tai perehdytetty työntekijä, joka ei noudata aseptisiä työtapoja sekä pinnoilla hyvin säilyvät biologiset tekijät. Seuraamusten vakavuutta lisäävä tekijä on muun muassa se, että patogeeni voi olla infektiivinen jo hyvin pienillä pitoisuuksilla. Muita vakavuutta lisääviä tekijöitä ovat ennaltaehkäisevien ja hoidollisten keinojen puuttuminen, patogeenin aiheuttama korkea kuolleisuus ja nopea leviäminen. Molempia, eli sekä todennäköisyyttä että seuraamusten vakavuutta nostavia tekijöitä ovat korkeat pitoisuudet käsiteltävää patogeeniä, sekä sen kyky säilyä aerosoleissa eli levitä ilman välityksellä. (WHO 2020.) Riskejä arvioidessa tulee ottaa myös huomioon mahdollisen altistumisen luonne, määrä ja kesto. On arvioitava myös

mahdollisille vaaroille erityisen herkäät työntekijät. (Valtioneuvoston asetus 933/2017.)
Kun riskejä on arvioitu, päätetään ovatko riskit hyväksyttävällä tasolla (WHO 2020).

Tämän jälkeen voidaan alkaa kehittää strategiaa, jolla saadaan madallettua riskien todennäköisyyttä ja vakavuutta. Riskejä voidaan eliminoida esimerkiksi inaktivoimalla patogeeni ennen sen käsittelyn aloittamista. Riskejä voidaan vähentää käyttämällä pienempää määrää infektoivaa materiaalia ja vaihtamalla diagnosoimismenetelmää esimerkiksi käyttämällä pcr menetelmää soluviljelmän sijasta. Patogeenin käsittely voidaan tehdä eristyksessä esimerkiksi biosuojakaapeissa tai korkeamman luokan eristyslaboratoriossa. Altistumisriskejä saadaan madallettua myös oikeanlaisten suojainten käytöllä ja rokotuksilla. Myös selkeät ja oikeaoppiset mikrobiologiset toimintatavat, sekä niihin sitoutunut henkilökunta madaltaa riskejä. (WHO 2020.)

Seuraavaksi valitaan, mitä riskejä alentavia tekijöitä aiotaan käyttää prosessissa. Päätösten tulee perustua maan ajantasaisiin sääntöihin ja suosituksiin. Tässä kohtaa tulee aina miettiä myös, vähentävätkö valitut toiminnot altistumisen mahdollisuutta ja millä tavoin. Arvioidaan myös toimintojen todelliset kustannukset, saatavuus, ylläpito ja turvallisuus. Kun toiminnot on valittu ja hyväksytyt tulee niiden tarkoituksesta informoida työntekijöitä, jotta riskien hallinta olisi tehokasta ja oikein suoritettua. (WHO 2020.)

Kun laboratorioprosessi on saatu käyntiin, käynnistyy myös samalla prosessin jatkuva riskien arviointi. Prosessia tulee arvioida uudelleen uuden tiedon pohjalta ja jos prosessiin tehdään muutoksia, on se aiheellista katselmoida uudelleen bioriskien osalta. Syitä uuteen katselmointiin voivat esimerkiksi olla uusi maailmanlaajuinen ohjeistus tai vaikka uusi analyysilaitte. Laboratorion bioturvallisuus riippuu siitä, miten bioriskejä arvioidaan ja hallitaan. (WHO 2020.)

2.2 Biologisten tekijöiden luokittelu

Biologiset tekijät ryhmitellään niiden aiheuttamien terveydellisten haittojen ja uhkien perusteella neljään ryhmään. Nämä ryhmät eivät kuitenkaan aina korreloi niiden käsittelyyn vaadittavan eristystason kanssa, sillä esimerkiksi leviämistapa vaikuttaa niiden käsittelyyn. Jokainen biologinen tekijä on luokiteltu työturvallisuuslaissa, mutta jos biologista tekijää ei ole luokiteltu, työnantajan tulee luokitella se mahdollisista ryhmistä korkeimpaan riskiluokkaan. (Valtioneuvoston asetus 933/2017.)

Ryhmään 1 kuuluvat biologiset tekijät

- eivät todennäköisesti aiheuta sairautta ihmiselle.

Ryhmään 2 kuuluvat biologiset tekijät

- Voivat aiheuttaa ihmisille sairauden, joten voi olla vaarallinen työntekijälle
- Sairauteen on käytössä tehokas ehkäisy- tai hoitokeino
- Eivät todennäköisesti leviä väestössä. (Valtioneuvoston asetus 933/2017.)
- Esimerkiksi norovirus, tuhkarokkovirus ja kampakobakteeri (Tyks kliininen mikrobiologia 2020).

Ryhmän 3 kuuluvat biologiset tekijät

- Voivat aiheuttaa vakavan sairauden ja siksi voivat aiheuttaa työntekijälle vakavan terveydellisen vaaran
- Yleensä käytettävissä ehkäisy- tai hoitokeino
- Saattavat levitä väestössä. (Valtioneuvoston asetus 933/2017)
- Esimerkiksi tuberkuloosibakteeri, pernaruttobakteeri ja Puumala-virus (Tyks kliininen mikrobiologia 2020).

Ryhmään 4 kuuluvat biologiset tekijät

- Aiheuttavat ihmiselle vakavan sairauden
- Ei ole olemassa tehokasta ehkäisy- tai hoitokeinoa
- Todennäköisyys leviämisestä väestössä on suuri. (Valtioneuvoston asetus 933/2017.)
- Esimerkiksi Ebola, Marburg-virus, Lassakuume, SARS ja MERS (Folkhälsomyndigheten 2015).

2.3 Laboratorioiden turvaluokittelu

Laboratoriot jaetaan bioturvallisuuden perusteella neljään tasoon (WHO 2004).

Eristystaso 1 = BSL-1 (Biosafety level 1)

- Käsitellään biologisia tekijöitä, jotka eivät aiheuta vaaraa ihmisille, eläimille tai luonnolle.

Eristystaso 2 = BSL-2 (Biosafety level 2)

- Käsitellään biologisia tekijöitä, joiden aiheuttama vaara on kohtuullinen
- Ryhmään 2 kuuluvat biologiset tekijät tulee käsitellä vähintään eristystasolla 2.

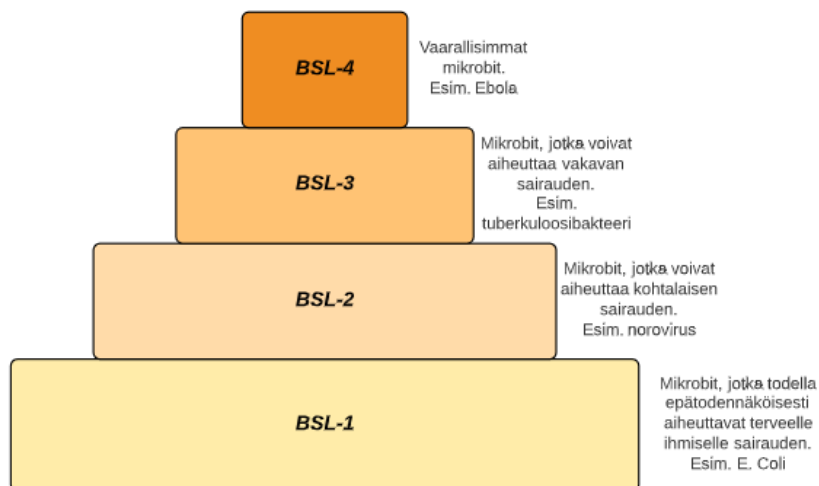
Eristystaso 3 = BSL-3 (Biosafety level 3)

- Käsitellään biologisia tekijöitä, jotka aiheuttavat suurta vaaraa ihmisille, eläimille, luonnolle ja yhteiskunnalle
- Laboratoriolla on erityisvaatimuksia rakenteellisella tasolla
- Laboratoriossa työskentely vaatii työntekijän lisäkouluttamista suojarusteiden ja työtapojen suhteen.

Eristystaso 4 = BSL-4 (Biosafety level 4)

- Käsitellään vaarallisimpia biologisia tekijöitä
- Laboratorion menettelytavat ja rakenteelliset vaatimukset ovat vielä eristystasoa 3 korkeammat.

(THL 2019.)



Kuva 1. Bioturvalaboratorioiden luokittelu

2.4 Hyvä opintomateriaali

Hyvä ohje etenee loogisessa järjestyksessä, eikä tarinassa ole hyppäyksiä. Pää- ja väliotsikoilla lisätään ohjeen selkeyttä, sillä niistä saa nopealla vilkaisulla kuvan siitä, mitä asioita tekstissä käsitellään. Tekstin tulee olla kirjoitettu yleiskielellä ja lauseiden tulisi olla rakenteeltaan helposti hahmotettavissa. Tekstin selkeyttämiseksi kappaleiden kannattaa olla melko lyhyitä. Oikeinkirjoitus on myös tärkeää ja ohjeen selkeä ulkoasu edistää ohjeen ymmärtämistä. Ohjetta tehdessä on tärkeää ottaa huomioon kenelle ohjetta kirjoittaa. (Hyvärinen 2005.)

2.5 Aikaisemmat tutkimukset

Wisconsin State Laboratory of Hygiene (2017) haastoi vuonna 2015 Wisconsin laboratoriot tutkimaan omaa bioturvallisuuttaan ja parantamaan omia käytäntöjä bioturvallisuuteen liittyen. 150:een laboratorioon/klinikkaan lähetettiin mikrobiologiaan keskittynyt bioturvallisuusriskiarviokysely. Kyselyyn vastasi 103 kliniikkaa ja terveydenhuollonlaboratoriota, joista 96% suorittivat näytteiden käsittelyä, tutkimista mikroskoopilla ja antigeenitestejä. 60% vastanneista suorittivat myös soluviljelyä. Tutkimuksessa pidettiin tärkeämpänä, sitä miten näytteitä käsitellään ja tutkitaan, kuin sitä mitä taudinaiheuttajaa näytteet saattoivat sisältää. Tutkimuksessa todettiin, että monet laboratoriot eivät toimineet tasolla, jolla laboratorion oli ilmoitettu toimivan. (Munson ym. 2017.)

Lacy J. Matthew, Brooks Erin G. ja Akers Joshuan (2020) julkaisemassa artikkelissa käsitellään esimerkkitapauksen avulla koronaviruspandemian (COVID-19) aiheuttamia bioturvallisuus haasteita ruumiinavauksissa. Koska koronavirus voi aiheuttaa myös varsin lieviä oireita, täytyy ruumiinavauksissa noudattaa tiettyä protokollaa kaikkien hengitystieinfektioista kärsineiden potilaiden kohdalla. Ruumiinavaus suoritettiin alipaineistetussa tilassa, johon oli kulku ilmalukon kautta. Tilassa oli oma ilmanvaihto ja avaus suoritettiin suojarusteissa. Suojarusteisiin kuuluivat ruumiinavauskengät, kengänsuojat, veden-pitävä suojatakki, pitkähihainen essu, kahdet hanskat, suojahattu ja moottoroitu maski (PAPR) tai FFP2 maski. Avauksessa oli mukana vain tarvittavat kaksi henkilöä. Ruumiinavauksen aikana otettiin potilaasta vielä korona- ja influenssavirus näytteet. (Lacy ym. 2020.)

Janosko ym. käsittelevät artikkelissaan bioturvallisuustason 4-laboratorioon (BSL-4) pukeutumiseen liittyviä erityispiirteitä. BSL-4-laboratorioon meneminen ja sieltä poistuminen on aikaa vievää ja vaatii oikeita toimintatapoja. Artikkeleihin on koottu asioita joita tulee huomioida pukeutumisessa, riisumisessa ja laboratorion toimintaan liittyvien järjestelmien tarkkailuun liittyen. (Janosko ym. 2016.)

3 TURVALABORATORIOT

3.1 Bioturvatasen 1 ja 2-laboratoriot

Bioturvatasen 1 ja 2 -laboratoriot (BSL-1 ja -2) ovat perustasoja. Kaikki terveydenhuollon piirissä toimivat laboratoriot tulee olla suunniteltu toimimaan bioturvallisuustasolla 2, koska laboratorioilla ei ole täyttä kontrollia siihen minkälaisia näytteitä sinne vastaanotetaan. (WHO 2004.)

Rakenteelliset ja toiminnalliset ominaisuudet

Tason 1 ja 2 -laboratorioiden ovissa tulee olla biohasardimerkki, jos tiloissa käsitellään ryhmän 2 tai korkeampia biologisia tekijöitä. Laboratorion ovet on pidettävä kiinni ja ovissa on oltava ikkuna. Kaikkien pintojen tulee olla nesteitä hylkiviä ja helposti puhdistettavia. Tavaroiden varastointi tulee suunnitella niin, että kulku laboratorion tiloissa on esteetöntä. Jokaisessa laboratoriohuoneessa tai sen läheisyydessä tulisi olla käsienpesupiste. Laboratorioissa tulee olla hätäsuihku ja silmien pesupaikka. Laboratorioissa tulee olla myös ensiapu- sekä alkusammutusvälineistöä. Sähkökatkon varalle on oltava varavirtalähde, joka turvaa muun muassa inkubaattorien, biosuojakaappien ja pakastimien toiminnan. (WHO 2004.)

Bioturvallisuustasoa saadaan ylläpidettyä hyvillä ja turvallisilla laboratoriovälineillä ja niiden oikealla käytöllä. Biosuojakaapit ovat yksi tärkeimpiä laboratoriovälineitä. Niitä käytetään infektiivisen materiaalin käsittelyssä ja varsinkin silloin, jos mikrobi saattaa levitä ilmateitse. Kierrekorkillisia putkia ja pulloja on suosittava, sillä vuotamisriski on pienempi. Lasisten työvälineiden tai säilytysastioiden käyttöä on vältettävä, sillä ne rikkoutuvat helposti. Kaikki välineet kuten biosuojakaapit ja autoklaavit on validoitava ennen käyttöönottoa ja niiden toimintaa tulee seurata valmistajan ohjeiden mukaisesti. (WHO 2004.)

Pukeutuminen ja työtavat

Tarvittavia henkilökohtaisia suojaimia näissä laboratorioissa ovat erilliset työvaatteet ja hanskat, kun käsitellään verta, ruumiinnesteitä tai muita mahdollisesti infektiivisiä materiaaleja. Suojalaseja tai muita roiskeilta suojaavia työvälineitä on käytettävä silmien ja naaman suojaamiseksi tarvittaessa. (WHO 2004.)

Vain koulutettu henkilökunta saa työskennellä näissä tiloissa. Työtavat tulee suunnitella niin, että minimoidaan aerosolien ja roiskeiden synty laboratoriotiloihin. Biosuojakaappeja tulee käyttää, kun aerosolien muodostuminen on mahdollista esimerkiksi, jos näytettä sekoitetaan tai sentrifugoidaan. Suulla pipetointi on ehdottomasti kielletty. Teräviä ja viiltäviä työvälineitä tulee käyttää harkiten ja vain kun ne ovat tarpeellisia. Työtilat ja pinnat tulee pitää siisteinä ja kaikki työpinnat on dekontaminoitava työpäivän päätteeksi. Mahdollisesti infektiiviset jätteet hävitetään erillään muista jätteistä ja teräville ja viiltäville jätteille tulee olla omat pistosuojatut kannelliset keräysastiansa. (WHO 2004.)

3.2 Bioturvatasen 3-laboratoriot

Tasolla 3 (BSL-3) toimivat laboratoriot on suunniteltu ryhmän 3 biologisten tekijöiden käsittelyyn tai suurien määrien ryhmään 2 kuuluvien biologisten tekijöiden käsittelyyn, jotka voivat levitä aerosolien välityksellä. Kaikki BSL-1 ja -2-tason toiminnot ja työtavat ovat käytössä myös BSL-3-tason laboratoriossa. (WHO 2004.)

Rakenteelliset ja toiminnalliset ominaisuudet

Laboratorion tulee olla erillään muusta laboratoriotoiminnasta. Tämä voidaan saavuttaa sijoittamalla laboratorio käytävän päähän ja erottamalla se eteistilalla muista laboratoriotiloista. Oivissa tulee olla kansainvälinen biohasardimerkki. Laboratorio tulee olla alipaineistettu, jolloin mikrobit eivät kulkeudu ilmateitse BSL-3-laboratorion ulkopuolelle. Kulku laboratorioon tapahtuu kahden sulun läpi, joiden tarkoitus on ylläpitää laboratorion paineistusta. Sulkujen ovet tulee olla itsestään sulkeutuvia sekä lukittu niin, että vain yksi ovi voi aueta kerrallaan. Suluissa tulee olla erilliset tilat puhtaille ja likaisille vaatteille sekä suihku. Laboratoriotilan on oltava tiivis kaasulla suoritettavaa dekontaminointia varten. (WHO 2004.)

Laboratorion ilmanvaihtojärjestelmän täytyy toimia erillään muiden tilojen ilmanvaihdon kanssa ja tilan ilmanvaihtoa varten on oltava seurantajärjestelmä. Poistoilman tulee kulkea HEPA-suodattimien (high efficiency particulate air filter) kautta ja se voidaan kierrättää takaisin laboratorioon tai ohjata ulos. Ulos ohjatessa täytyy huomioida, että ilmaa ei vapauteta rakennusten ilmanottokanavien lähelle. (WHO 2004.) Käytössä olevien HEPA-suodattimien minimi suodatustehokkuus ilmassa kulkeutuviin hiukkasiin tulee olla 99,99% (Baker).

Näytteet BSL-3-laboratorioon tuodaan läpiantoluukun kautta. Luukussa on lukitusjärjestelmä, joka estää käytävän puolen oven ja laboratorion puoleisen oven avaamisen yhtäaikaisesti. Läpiantoluukun ilmanpaine-eroja seurataan samalla tavalla, kuin muita sulkuja. (Tyks kliininen mikrobiologia 2020.)

Biosuojakaapit sijoitetaan laboratorioon niin, että ne eivät ole kävelyreittien varrella, ovien läheisyydessä ja niin ettei niihin osu ristituulta. BSL-3-laboratorioissa voidaan käyttää tason I, II tai III biosuojakaappeja. Ilman tulee kulkea HEPA-suodattimien läpi ennen sen poistamista tai osittaista kierrättämistä uudelleen biosuojakaappiin. Sentrifugeille ja muille laitteille, joissa käsitellään infektoituneita soluja tulee olla oma paikallinen ilmanpoisto järjestelmä, jossa on HEPA-suodatin. (WHO 2004.)

Kaikki BSL-3-tason laboratoriossa syntyvä jäte on käsiteltävä infektiivisenä jätteenä (Tyks kliininen mikrobiologia 2020). Autoklaavi tulee olla käytettävissä. Jos jätettä ei voida autoklavoida ennen laboratorion poistamista, se tulee kuljettaa ulos suljetuissa, hajoamattomissa ja vuotamattomissa astioissa suositusten mukaisesti. (WHO 2004.) Vasta-aiheena autoklavoinnille voi olla esimerkiksi nestemäisen jätteen sisältämät kemikaalit. (Tyks kliininen mikrobiologia 2020.)

Pukeutuminen ja työtavat

Ennen työskentelyn aloittamista BSL-3-laboratoriossa työntekijän on läpäistävä terveystarkastus, jossa arvioidaan, onko henkilö fyysisesti sovelias työskentelemään turvatason 3-laboratoriossa (WHO 2004). Työskentely BSL-3-laboratoriossa tapahtuu pääosin parityöskentelyinä. Työntekijä, joka ensimmäisenä menee laboratoriotiloihin ilmoittaa valvojalle töiden aloituksesta ja viimeinen työntekijä, joka poistuu tiloista ilmoittaa valvojalle työskentelyn päättymisestä. (Tyks kliininen mikrobiologia 2020.)

Tilassa tulee käyttää erillistä suojavaatetusta, joka puetaan työpaikan tarjoaman tilakohtaisen työasun päälle. Tarvittavia henkilökohtaisiasuojaimia ovat suojahaalari tai takkaa sidottava suojatakki, suojapäähine, hengityssuojain, hanskat, työtilakohtaiset kengät sekä kenkien suojaimet. (WHO 2020.) Biosuojakaapissa työskennellessä käytetään myös hihansuojaimia ja suojalaseja voidaan käyttää niitä tarvittaessa. Laboratorihanskojen tulee täyttää EN 374-2 ISO standardin vaatimukset ja niissä tulee olla biosuojamerkintä. BSL-3-laboratoriossa käytetään aina kaksia hanskoja päällekkäin, joiden on myös hyvä olla eri väriset, jotta rikkoutuminen on helpompi huomata. (Tyks kliininen mikrobiologia 2020.)

Suojahaalari, alemmat hanskat ja hengityssuojain puetaan ulommassa sulussa. Niiden pukemisen jälkeen edetään sisempään sulkutilaan, johon mentäessä astutaan tilakoh-taisiin kenkiin ja puetaan erillinen suojapäähine tai laitetaan haalarin huppu päähän. Pu-keutuminen tarkastetaan peilistä ja samalla tarkastetaan suojavaatteiden kunto. (Tyks kliininen mikrobiologia 2020)

Työskentely ja liikkuminen laboratoriossa tulee suorittaa rauhallisesti ja välttämättä äkillisiä liikkeitä (Tyks kliininen mikrobiologia 2020). Kaikkia mahdollisesti infektiivisiä materiaa-leja on käsiteltävä biosuojakaapeissa (WHO 2004). Työskentely tapahtuu kaapin kes-kellä ja välttämättä näytteen kaikkea ylimääräistä käsittelyä esimerkiksi näytteen avaamista, sekoittamista ja vorteksointia (Tyks mikrobiologia ja genetiikka 2017). Kaappi on hyvä jakaa niin sanottuun puhtaaseen ja likaiseen puoleen ja työskentely tapahtuu kohti li-kaista puolta. Biosuojakaapissa työskentelyyn käytetyt hanskat riisutaan kaapin sisällä olevaan roska-astiaan, jotta estetään infektiivisen materiaalin kulkeutuminen biosuoja-kaapin ulkopuolelle. Kaikki biosuojakaapin sisällä syntyvä jäte suljetaan jätepussiin kaa-pin sisällä ja pussi dekontaminoidaan ennen kuin se tuodaan ulos biosuojakaapista. (Tyks kliininen mikrobiologia 2020.)

Näytteitä sentrifugoidessa on varmistettava, että kohdepoistoilma on päällä, sillä senti-ruugointi tuottaa paljon aerosoleja. Ohjelman loputtua odotetaan vielä muutama minuutti ennen kannen avaamista. (Tyks kliininen mikrobiologia 2020.)

Poistuttaessa kaikki suojarusteet riisutaan sisemmässä sulussa. Ensin riisutaan suo-jahaalari tai -takki. Sen jälkeen vaihdetaan puhtaat hanskat ja riisutaan erillinen suoja-päähine, sekä kengät. Sisemmän sulun lattiaan ei saa koskea sukilla, joten kengistä as-tutaan esimerkiksi puhtaisiin kengänsuojaimiin. Vaihdetaan puhtaat hanskat ja riisutaan maski ottamalla kiinni maskin suodatinosasta ja vetämällä se pään yli. Tämän jälkeen vaihdetaan vielä puhtaat hanskat ja avataan ovi ulompaan sulkuun. Kengänsuojat riisu-taan niin, että astutaan sukkasillaan ulompaan sulkuun ja laitetaan vielä suojaimet ja hanskat sisemmän sulun roskeen. (Tyks kliininen mikrobiologia 2020.)

3.3 Bioturvaston 4-laboratoriot

Bioturvaston 4-laboratoriot (BSL-4) on suunniteltu tason 4 biologisten tekijöiden käsit-telyyn. Tason 4-turvastalon suunnittelussa ja käyttöönotossa tulee konsultoida

muita tasolla 4 toimivia laboratorioita ja WHO:ta. (WHO 2004.) Euroopassa toimii kahdeksan BSL-4-tason laboratoriota, joista Suomea lähin on Tukholmassa. (Niisi ym. 2013)

Rakenteelliset ja toiminnalliset ominaisuudet

Laboratorion tulee sijaita fyysisesti eri rakennuksessa tai sen täytyy olla selkeästi rajattu alue rakennuksessa. Tason 4-laboratorio voivat toimia kahdella eri periaatteella tai niiden yhdistelmällä. Nämä periaatteet ovat luokan III biosuojakaappi laboratorio tai pukulaboratorio. (WHO 2004.)

Biosuojakaappi menetelmää käytettäessä kulku laboratorioon on ilmalukon tai vähintään kahden sulun läpi. Laboratoriossa tulee vallita alipaine. Tason III biosuojakaappien poistoilman tulee kulkea vähintään kahden HEPA-suodattimen läpi ennen sen poistamista. Ilman uudelleen kierrätys ei ole sallittua. (WHO 2004, 26-27) Pukulaboratoriossa työntekijä pukeutuu suojapukuun, johon luodaan positiivinen paine ympäröivään tilaan nähden. Puvun sisään tuleva ilma tuodaan laboratorion ulkopuolelta. (Folkhälsomyndigheten 2015.) Puvun sisältä poistettava ilma kuljetetaan vähintään kahden HEPA-suodattimen läpi ennen poistoa. Puvun sisäistä painetta ja laboratorion ilmanpaineita on tarkkailtava ja käytössä on oltava hälytysjärjestelmä ongelmatilanteiden varalle. (WHO 2004.)

Pukeutuminen ja työtavat

Työntekijän on vaihdettava kaikki vaatteet mentäessä BSL-4-laboratorioon (WHO 2004). Ensimmäiseen sulkuun riisutaan kaikki vaatteet ja henkilökohtaiset tavarat. Tässä tilassa pukeudutaan tilakohtaisiin vaatteisiin, jonka jälkeen edetään seuraavaan sulkuun. Seuraavassa sulussa pukeudutaan yksiosaiseen haalariin. Saappaat ja hanskat teipataan tiiviisti haalariin. (Janosko ym. 2016.)

Poistuttaessa laboratoriosta puku dekontaminoidaan kemikaalisesti. Työntekijä poistuu BSL-4-laboratorion työtiloista kemikaalisuihkutilaan ja ottaa suihkun puku päällä. Tämän jälkeen puku voidaan riisua ja edetä seuraavaan sulkuun. Työntekijän on vielä pestävä hiukset ja vartalo saippualla ennen omien vaatteiden takaisin pukemista. (Janosko ym. 2016.)

3.4 Hyvät mikrobiologiset työtavat

Hyvillä mikrobiologisilla menetelmillä minimoidaan laboratoriossa tapahtuvat tapaturmat ja työhön liittyvät infektiot. Tähän kuuluvat näytteen kaikki vaiheet, aina sen ottamisesta, näytteen säilytykseen ja hävittämiseen. (WHO 2004.)

Aseptiset työtavat ovat tärkeä osa hyviä työtapoja. Ne ovat menettelytapoja, joiden avulla voidaan toimia ilman, että mikrobit leviävät. (Duodecim 2016.) Henkilökohtaisesta hygieniasta täytyy huolehtia esimerkiksi pesemällä käsiä ja pitämällä pitkät hiukset sidottuina työn suorittamisen ajan. Työalustojen siisteys on tärkeää kontaminaatioiden estämiseksi. Tasoja tulee rutiinomaisesti pyyhkiä 70% alkoholilla aina ennen työn aloittamista ja kun työ lopetetaan. Myös kaikki roiskeet tulee pyyhkiä heti alkoholilla. Työvälineiden siisteydestä tulee huolehtia. Käytetään aina steriilejä työvälineitä, kun työvaiheet niitä vaativat. Kaikki astiat pidetään suljettuina, kunnes niitä tarvitaan ja ne suljetaan heti, kun käyttö lopetetaan. Kannet ja korkit lasketaan tasolle aina puhtas päälipuoli alaspäin. Työskentely tulee aina suorittaa rauhallisesti ja harkitusti. (Thermo Fisher scientific, 2000.)

Näytteiden tulee mieluusti olla muovisissa astioissa, jotka ovat kestäviä ja eivät vuoda korkin ollessa oikein suljettu. Kaikki näytteet tulee olla oikein merkitty, jotta tiedetään mistä näytteestä on kyse. Näytteiden kuljettaminen laboratorion sisällä tehdään mieluiten niin, että näytteet ovat pystyasennossa, jotta vältetään näytteen vuotamiselta. Näytteitä vastaanottavat ja paketteja avaavat henkilöt tulee olla koulutettu mahdollisen bioriskin varalle, esimerkiksi tilanteita varten, jossa vastaanotetaan rikkinäinen tai vuotanut näyte. Kaikki tällaiset näytteet tulisi käsitellä biosuojakaapissa. (WHO 2004.)

Biosuojakaappeja käytettäessä käyttäjän tulee ymmärtää kaapin rajoitteet. Kaappeja ei tule käyttää, jos ne eivät toimi oikein. Biosuojakaapin puhaltimen tulee olla päällä vähintään viisi minuuttia ennen työskentelyn aloittamista ja samat viisi minuuttia työskentelyn lopettamisen jälkeen. Suojakaapin paneelia ei tule avata yli sallitun rajan käytön aikana. Kaikkea liikennettä kaapissa työskentelevän takana tulee välttää ja kaapissa työskennellessä vältetään käsien edestakaisin vieniä kaappiin ja kaapista ulos. Nämä voivat häiritä kaapin ilmapurkausta. Kaapissa pidetään vain välttämättömiä välineitä ja materiaaleja. Biosuojakaapin ilmaritilä tulee pitää kokoajan vapaina. Ilmavirran häiriintyminen voi aiheuttaa käsiteltävän materiaalin kontaminoinnin tai työntekijän altistumisen. Ohjeita ja muistiinpanovälineitä ei ikinä viedä biosuojakaapin sisään. (WHO 2004.) Kaappi

siivotaan käytön lopettamisen jälkeen ja kaikki välineet puhdistetaan. Kaapin lasi suljetaan ja suoritetaan vielä UV-valo dekontaminaatio. (Tyks mikrobiologia 2020.)

4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda opintomateriaalia osaksi Turun Ammatti-korkeakoulun bioanalytikkokoulutusta. Tämän opinnäytetyön avulla voidaan tutustua turvalaboratorioiden vaatimuksiin ja niissä työskentelyyn liittyviin erityispiirteisiin. Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntynyt toimintakäsikirja tarjoaa toimintaohjeita turvatasolla kolme toimiviin turvalaboratorioihin.

Opinnäyteyten tavoitteena on, että bioanalytikko-opiskelija pystyy perehtymään turvalaboratorioiden toimintaan ja niissä työskentelyyn. Tavoitteena on syventää osaamista ja helpottaa työelämässä toimimista. Aihe on ajankohtainen vuonna 2019 alkaneen koronaviruspandemian takia ja tämän myötä korkeamman tason turvalaboratoriotyöskentely kuuluu yhä useamman bioanalytikon työhön. Toimintakäsikirja on suunnattu jo pidemmällä opinnoissaan oleville bioanalytikko-opiskelijoille, joille laboratoriotyöskentely on jo osittain tuttua.

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tämän opinnäytetyön toimeksianto saatiin Turun ammattikorkeakoululta keväällä 2021. Opinnäytetyön tehtävänä oli tuottaa opintomateriaalia osaksi bioanalytikkokoulutuksen mikrobiologian opintoja. Opinnäytetyö on Työelämäyhteistyön ja opetuksen kehittäminen bioanalytikkokoulutuksessa (TurkuCRC T163/2017) osatutkimus.

Opinnäytetyön suunnittelu alkoi kesällä 2021, kun opinnäytetyön sisältöä oli käyty läpi toimeksiantajan kanssa. Luotettavaa lähdeaineistoa alettiin etsiä tieteellisistä hain internetistä sekä kirjallisten lähteiden avulla. Myös Tyksin kliininen mikrobiologian osasto tarjosi lähdeaineistoa opinnäytetyöhön. Opinnäytetyön raporttia kirjoitettiin kesällä ja syksyllä 2021. Samalla suunniteltiin kirjallisena tuotoksena syntyneen toimintakäsikirjan sisältöä ja rakennetta. Suunnitelma hyväksyttiin syyskuussa 2021 ja opinnäytetyön sopimus tehtiin Turun ammattikorkeakoulun kanssa. Tämän jälkeen kirjoitettiin loppuun opinnäytetyön raporttiosuus ja viimeisteltiin toimintaohjeen sisältö.

5.1 Opinnäytetyön tuotoksen tarkastelu

Opinnäytetyön tuotoksena syntyi toimintaohje BSL-3-laboratoriossa työskentelyn tueksi. Toimintaohje haluttiin pitää mahdollisimman tiiviinä pakettina, mutta niin että se sisältäisi mahdollisimman monipuolista tietoa BSL-3-laboratoriosta.

Ohje tehtiin Turun ammattikorkeakoulun raporttipohjaan sen selkeyden ja helppokäyttöisyyden vuoksi. Ohjeessa on yhteensä 13 sivua, jotka koostuvat tekstistä, kuvista ja taulukoista. Alussa on yleistä tietoa BSL-luokituksista ja mikrobien ryhmittelystä, jotta syntisi jonkinlainen kokonaiskuva aiheesta. Tämän jälkeen perehdytään paremmin BSL-3-laboratorion erityisvaatimuksiin rakenteiden ja pukeutumisen osalta. Lopuksi käydään läpi vielä hyvät työskentelytavat laboratoriossa, sekä miten toimitaan mahdollisissa vaaratilanteissa.

Väliotsikot valittiin niin, että niistä saa helposti kokonaiskuvan mitä ohje pitää sisällään. Kappaleet jaettiin niin, että vain yksi aihe käsitellään yhdessä kappaleessa, jotta tekstiä olisi helpompi lukea ja ymmärtää.

Oppimisen ja ymmärtämisen tueksi ohjeeseen lisättiin kuvia ja taulukoita. Kuvia otettiin Tyksin kliinisen mikrobiologian osastolla, internetistä Internetistä otetut kuvat ovat Creative commons -käyttöluvan kuvia. Taulukot tehtiin itse ilmaisella Lucidchart-ohjelmalla.

5.2 Metodologiset lähtökohdat

Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on käytännön toiminnan ohjeistamista ja järjeistämistä. Toiminnallinen opinnäytetyö on työelämälähtöinen ja käytännönläheinen sekä osoittaa alan tietojen ja taitojen hallintaa riittävällä tasolla. (Vilkka & Airaksinen 2003.) Sen tuloksena syntyy aina, jokin uusi tuotos, joka voi olla esimerkiksi uusi palvelu, tuote tai toimintatapa (Turun ammattikorkeakoulu 2016). Toiminnallisessa opinnäytetyössä syntyy itse tuotos ja sen lisäksi kirjoitetaan opinnäytetyöraportti, jonka liitteeksi tuotos sijoitetaan (Salonen 2013).

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen, koska sen avulla luodaan kirjallinen oppimateriaali. Oppimateriaali tulee käyttöön bioanalyttikko-opiskelijoille osaksi mikrobiologian opintoja. Tuotos lisää opiskelijan oppimista ja lisää valmiutta työskennellä turvalaboratorioissa. Opintomateriaalin teosta ja teoriapohjasta raportoidaan opinnäytetyöraportissa. Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Turun ammattikorkeakoulu.

5.3 Eettiset lähtökohdat

Hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen tutkimusta tehdessä on edellytys tutkimuksen eettisyydelle, luotettavuudelle ja uskottavuudelle. Hyviin tieteellisiin käytäntöihin kuuluvat rehellisyys, tarkkuus ja avoimuus. Hyvässä tieteellisessä käytännössä kunnioitetaan muita tutkijoita ja heidän työnsä annetaan arvostusta viittaamalla julkaisuihin asianmukaisella tavalla. Ennen varsinaisen tutkimuksen aloittamista, tutkimus suunnitellaan ja hankitaan tarvittavat luvat. Tutkimuksesta tulee myös raportoida ja se tulee säilyttää sovitulla tavalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

Tämä opinnäytetyö toteutetaan hyvien tieteellisten käytäntöjen mukaan rehellisesti ja avoimesti. Lähdeaineistona käytetään vain luotettavia lähteitä ja ne valitaan harkiten. Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä potilastietoja, eikä se aiheuta erillisiä kustannuksia. Muiden tutkijoiden sisältöihin viitataan asianmukaisesti ja opinnäytetyölle haetaan

tarvittavat luvat. Kuvien julkaisuun kysytään tarvittavat luvat. Tämän opinnäytetyön tulos on tärkeä ja ajankohtainen, koska sillä luodaan uutta opintomateriaalia bioanalyttikko-opiskelijoille.

6 POHDINTA

Aiheen valinta oli helppo, sillä aihe oli ajankohtainen ja kiinnostava opinnäytetyön tekijän työtaustan takia. Työtaustasta oli opinnäytetyötä tehdessä paljon hyötyä, mutta osittain myös haittaa. Aihe oli melko tuttua ja välillä täytyikin miettiä, miten lopputulos palvelisi parhaiten henkilöitä, joilla ei vielä ole kokemusta turvalaboratoriotyöskentelystä.

Oikeiden hakusanojen kanssa oli ensin ongelmia, mutta kun oikeita sanoja alkoi löytyä, löytyi myös paljon luotettavia lähteitä. Apua lähteiden etsimiseen kysyttiin myös Tyksin kliinisen mikrobiologian osastolta. Koska aihe oli ajankohtainen koronaviruspandemian takia, aiheesta löytyi myös paljon tuoreita artikkeleita. Aihe osoittautui erittäin laajaksi ja aiheen rajaamisen kanssa oli ongelmia. Alun perin tarkoitus oli keskittyä tarkemmin koronavirusnäytteiden käsittelyn vaatimuksiin ja lähestyä turvalaboratorioita sitä kautta. Tämä osoittautui kuitenkin haastavaksi, koska koronavirukseen liittyvä toiminta muuttuu ja kehittyy nopeasti. Aihetta oli loppujen lopuksi rajattava ja näkökulmaa muokattava, jotta opinnäytetyö pysyisi selkeänä kokonaisuutena.

Toimintakäsikirjan sisällön suunnittelu tuntui melko selkeältä. Tässä kohtaa aiheeseen oli perehdytty raporttiosuutta kirjoittaessa. Haasteeksi tässä kohtaa muodostui se, millaiseen pohjaan ja muotoon ohje kirjoitetaan. Toimintakäsikirjan pohjaksi valittiin Turun ammattikorkeakoulun raporttipohjaa sen selkeyden vuoksi.

Opinnäytetyö toteutettiin yksin ja siinä oli omat hyvät ja huonot puolensa. Aikataulujen sopimista ei tarvinnut miettiä, mutta opinnäytetyön tekeminen oli ajoittain kuormittavaa, jolloin toisen opiskelijan tuki olisi voinut auttaa. Opinnäytetyön tekeminen venyikin yli alkuperäisen suunnitelman. Kirjoittaminen sujui kuitenkin melko mutkattomasti. Jatkotutkimusaiheita voisivat olla muun muassa videomuodossa olevat ohjeet pukeutumisesta ja riisumisesta turvalaboratorioon tai biosuojakaapin käytöstä.

LÄHTEET

Baker Enviromets for Science. How HEPA filters work in clean benches and biosafety cabinets. Viitattu 9.10.2021. <https://bakerco.com/communication/latest/how-hepa-filters-work-in-clean-benches-and-biosafety-cabinets/>

Duodecim Terveyskirjasto 2016. Lääketieteen sanasto. Aseptiikka. Viitattu 8.10.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt00288/aseptiikka>

Folkhälsomyndigheten 2015. The BSL-4 Laboratory. <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/c0026d4b3dbd4ec7ba21d015eb5b1e8c/bsl-4-laboratory.pdf>

Hyvärinen R. 2005. Millainen on toimiva potilasohje? Hyvä kieliasu varmistaa sanoman perillemenon. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Viitattu 30.8.2021. <https://www.duodecim-lehti.fi/duo95167>

Janosko, K.; Holbrook, M.; Adams, R.; Barr, J.; Bollinger L.; Newton, J.; Ntiforo, C.; Coe, L.; Wada, J.; Pusl D.; Jahrling, P.; Kuhn, J.; Lackemeyer M. 2016. Safety Precautions and Operating Procedures in an (A)BSL-4 Laboratory: 1. Biosafety Level 4 Suit Laboratory Suite Entry and Exit Procedures. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5092084/>

Lacy, M.; Brooks, E.; Akers, J.; Armstrong, D.; Decker, L.; Gonzalez, A.; Humphrey, W.; Mayer, R.; Miller, M.; Perez, C.; Arango, J.; Sathyavagiswaran, L.; Stroh, W.; Utle, S. 2020. COVID-19 Postmortem diagnostic and biosafety considerations. Wolters Kluwer Health, Inc. Viitattu 20.6.2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7202125/>

Munson, E.; Bowles, E.J.; Dern, R.; Beck, E.; Podzorski, R.P.; Bateman, A.C.; Block, T.K.; Kropp, J.L.; Radke, T.; Siebers, K.; Simmons, B.; Smith, M.A.; Spray-Larson, F.; Warshauer, D.M. 2018. Laboratory focus on improving the culture of biosafety: statewide risk assessment of clinical laboratories that process specimens for microbiologic analysis. American society for microbiology. Viitattu 16.6.2021 <https://doi.org/10.1128/JCM.01569-17>.

Niisi, C.; Castilletti, C.; Raoul, H.; Hewson, R.; Brown, D.; Gopal, R.; Eickmann, M.; Gunther, S.; Mirazimi, A.; Koivula, T.; Feldmann, H.; Di Caro, A.; Capobianchi, M. & Ippolito, G 2013. Biosafety Level-4 Laboratories in Europe: Opportunities for Public Health, Diagnostics, and Research. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3547859/>

Public Health Emergency 2019. Biosafety Level Requirements. Viitattu 2.9.2021. <https://www.phe.gov/s3/BioriskManagement/biocontainment/Pages/BSL-Requirements.aspx>

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön: Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Thermo Fisher Scientific. Aseptic Techniques Checklist. Viitattu 9.10.2021. <https://www.thermo-fisher.com/fi/en/home/references/gibco-cell-culture-basics/aseptic-technique/aseptic-techniques-checklist.html/>

THL 2019. Bioturvan peruskäsitteet. Viitattu 2.6.2021. <https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/taudit-ja-torjunta/bioturva/bioturvan-peruskasitteet>

Turun ammattikorkeakoulu 2016. Messi; Opinnäytetyötyypit. Viitattu 16.6.2021. <https://messi.turkuamk.fi/opiskelu/9/Sivut/Hankkeistettu--ja-TKI-opinn%C3%A4ytety%C3%B6.aspx>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 16.6.2021. https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Tyks kliininen mikrobiologia 2020. BSL-3 turvalaboratorion toimintakäsikirja, versio 2.

Tyks mikrobiologia ja genetiikka 2017. Mykobakteerilaboratorion toimintakäsikirja.

Valtioneuvoston asetus 933/2017 työntekijöiden suojelemiseksi biologisista tekijöistä aiheutuville vaaroilta. Annettu Helsingissä 14.12.2017 . Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170933#Pidp445877184>

Vilka, H.; Airaksinen T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Kusatannusosakeyhtiö Tammi

WHO 2004. Laboratory biosafety manual, third edition. Geneva: World Health Organization Library Cataloguing in Publication Data

WHO 2020. Laboratory biosafety manual, fourth edition and associated monographs. Geneva: World Health Organization