

Opinnäytetyö (AMK)

Bioanalytikkokoulutus

NBIOAS13

2016

Forsblom Sadie & Kosma Ella

KLIINISEN BIOKEMIAN VERKKOTOTEUTUS VAIHTO- OPISKELIJOILLE

Forsblom Sadie & Kosma Ella

KLIINISEN BIOKEMIAN VERKKOTOTEUTUS VAIHTO-OPISKELIJOILLE

Kansainvälisyys on kasvanut viimevuosina paljon, joka näkyy Turun ammattikorkeakouluun saapuvien vaihto-opiskelijoiden määrässä. Kansainvälisen toiminnan kasvun takia kliinisen biokemian opintojakson toteutusta tulee muokata vaihto-opiskelijoille sopivaksi. Vaihto-opiskelijoiden opinnot koostuvat käytännön laboraatiotunneista, oppimispäiväkirjan kirjoittamisesta ja itsenäisestä työskentelystä verkko-oppimisalustalla.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä englanninkielinen verkkototeutus kliinisen biokemian opintojaksolle sekä kääntää Konelab™ 20i ja 20XTi – analysaattorin toimintaohje englanninkielelle. Tavoitteena oli, että vaihto-opiskelijat saavat tuotoksien avulla kokonaisvaltaisen kuvan kliinisestä biokemiasta. Toimintaohjeen käännös tukee vaihto-opiskelijoiden käytännön työskentelyä laboraatiotunneilla. Verkkototeutuksen avulla vaihto-opiskelijat saavat hyvän tietopohjan kliinisestä biokemiasta. Tuotokset tehtiin Turun ammattikorkeakoulun kliinisen biokemian opintojakson käytettäväksi.

Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyi verkkototeutus ja käännös Konelab™ 20i ja 20XTi – analysaattorin toimintaohjeista. Tuotokset ovat englanninkielisiä, selkeitä ja toisiaan täydentäviä.

ASIASANAT:

Verkko-oppiminen ja – opetus ja kliininen biokemia.

Forsblom Sadie & Kosma Ella

THE VIRTUAL IMPLEMENTATION OF CLINICAL BIOCHEMISTRY FOR EXCHANGE STUDENTS

During the past years internationality has grown remarkably and that shows in the amount of exchange students that arrive to Turku University of Applied Science. Due to this growth in international activity the implication for the clinical biochemistry's study module should be modified so it is suitable for the exchange students. The exchange students studies consists of practical laboratory practice, writing a learning diary and independent study in a virtual learning environment.

The purpose of this bachelor was to produce a virtual implication for the clinical biochemistry study module in English and to translate Konelab™ 20i and 20XTi – analyzers work instruction into English. The aim was to give the exchange students a comprehensive look into clinical biochemistry with the products of this bachelor. The translated work instruction supports the exchange students practical laboratory practice. With the help of the virtual implication the exchange students will learn the fundamentals of clinical biochemistry. The products of this bachelor were made for the use of Turku University of Applied Sciences clinical biochemistry study module.

This bachelor produced a virtual implication and a translation of the Konelab™ 20i and 20XTi – analyzers work instruction. Both product are in English, well-articulated and they complement one another.

KEYWORDS:

Virtual learning and –teaching and clinical biochemistry

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KLIINISEN BIOKEMIAN VERKKOTOTEUTUS	7
2.1 Verkkototeutus	7
2.2 Kliininen biokemia	10
2.2.1 Konelab™ 20i ja 20XTi - analysaattorit	11
2.2.2 Cobas e 411 - analysaattori	14
3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TEHTÄVÄT	17
4 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS	18
4.1 Opinnäytetyön tuotoksen tekeminen	18
4.2 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat	21
4.3 Opinnäytetyön eettiset lähtökohdat	22
5 TUOTOS JA SEN TARKASTELU	24
6 POHDINTA	26
LÄHTEET	30

KAAVAT

Kaava 1. Lambert-Beerin – laki (Åkerman ym. 2014).	12
--	----

KUVAT

Kuva 1. Spektrofotometrin rakenne.	13
Kuva 2. Ioniselektiivisen elektrodin kenno (Suomela 2016).	14
Kuva 3. ECL-analysointiperiaatteet (Roche).	16

KUVIOT

Kuvio 1. Opinnäytetyön vaiheet.

18

1 JOHDANTO

Turun ammattikorkeakoulu vastaanottaa vuosittain noin 300 vaihto-opiskelijaa ja tarjoaa mahdollisuuden omille opiskelijoilleen lähteä ulkomaille suorittamaan opiskelu- tai harjoitteluvaihtoa. Turun ammattikorkeakoulun terveys- ja hyvinvointialojen kansainvälinen liikkuvuus vaihtelee vuosittain. Bioanalytikkokoulutukseen on saapunut 2010–2016 lukuvuosien aikana yhteensä 33 vaihto-opiskelijaa. Yhteistyökumppaneita Turun ammattikorkeakoululla on ympäri maailmaa. Opiskelija voi hakea sijoituspaikakseen haluamansa korkeakoulun, mikäli sitä ei koulun yhteistyökumppaneista löydy. (Turun ammattikorkeakoulu 2016a; Nordgren 2016.) Kansainvälistymisellä on ollut iso rooli viime vuosina koulutuksen kehittämisessä. Opetus- ja kulttuuriministeriön koulutuksen kehittämissuunnitelmassa 2012–2016 tavoitteena on lisätä opiskelijaliikkuvuutta 30 %. (Koramo 2012.)

Opiskelijoiden kansainvälisen liikkuvuuden merkitystä työllisyyden ja työelämän kannalta on selvitetty. Työnantajan näkökulmasta tehdyn tutkimuksen perusteella ulkomailta saadun kokemuksen merkitys riippuu haettavasta työpaikasta ja työtehtävästä. Kansainvälistä kokemusta ei lueta yksiselitteisesti hyväksi tai huonoksi asiaksi rekrytointitilanteissa. Kaikki tilanteet ovat kuitenkin tapauskohtaisia, koska eri toimialat vaativat eri osaamista. (Garam 2005.) Verkko-oppiminen on kasvanut viime vuosina kovaa vauhtia ja useat korkeakoulut tarjoavat nykyään verkkokursseja oppilailleen. Verkko-opinnot tarjoavat monia hyötyjä oppimisen kannalta, mutta lähiopetuksen tuomia etuja on vaikea korvata kokonaan. Verkko-oppimisen tulisi täydentää lähiopetusta, ei korvata sitä täysin. (Armstrong 2013.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä kliinisen biokemian verkkototeutus vaihto-opiskelijoille sekä englanninkielinen käännös Konelab™ 20i ja 20XTi – analysaattorien toimintaohjeista. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on, että vaihto-opiskelijat saavat verkkototeutuksen avulla hyvän pohjan kliinisen biokemian käsitteistä ja tutkimuksista. Vaihto-opiskelijat voivat hyödyntää vaihdossa luotua tietopohjaa myöhemmässä vaiheessa opintojaan ja työelämäänsä siirtyessään. Turun ammattikorkeakoulu voi hyödyntää kliinisen biokemian verkkototeutusta tulevana vuosina vaihto-opiskelijoiden opinnoissa.

2 KLIINISEN BIOKEMIAN VERKKOTOTEUTUS

2.1 Verkkototeutus

Verkko-oppimisessa tiedon kerääminen tapahtuu teknologian avulla verkossa normaalin luokkahuoneopetuksen sijaan. Verkko-oppimisessa esimerkiksi opintojakso tai – tutkinto suoritetaan kokonaan tai osittain verkossa. Verkko-opetus antaa opiskelijoille mahdollisuuden vuorovaikuttaa opettajien ja muiden oppilaiden kanssa esimerkiksi videoluentojen avulla. (Elearningnc 2016.)

Sana ”oppia” voidaan määritellä tietojen, tapojen ja taitojen omaksumiseksi opiskelemalla, harjoittelemalla tai kokemuksen avulla (Kielitoimiston sanakirja 2016). Konkreettista oppimista on pohdittu ja tutkittu niin tieteen kuin filosofiankin ammattilaisten kesken. Oppimisteorioita on kehitetty vuosien varrella monia ja niitä kehitetään vielä jatkuvasti. Behaviorismi on yksi merkittävä oppimisteorian kehityksenhaara, jossa oppiminen on ärsykkeen ja siitä seuraavan reaktion välinen suhde. Kognitiivinen oppimisteoria kehittyi behavioristisen oppimisteorian vastapuoleksi. Kognitiivisessa oppimisessa uusi tieto yhdistetään oppijan aikaisempiin kokemuksiin. (Lehtinen ym. 2007.)

John Watson kehitti 1910-luvulla klassisen ehdollistumisoppimisen eli Pavlovin oppimiseen pohjautuvan behaviorismin. Behaviorismin perusta on ärsyke-reaktio – tilanne, jossa oppija reagoi ulkoiseen ärsykkeeseen. Opettaja ohjaa ja määrää opetuksen tiedonsiirtymistä oppijaan, joka on tiedonsiirron kohde. Opetusta ohjataan palkintojen ja rangaistuksien avulla. Behaviorismissa korostetaan oppimisen mekaanisuutta ja sivutetaan oppimisen sisäiset mallit. (Vilkko-Riihelä 1999; Koppa 2010a.)

Kognitiivinen ja konstruktivistinen oppiminen perustuu oppijan aikaisempaan tietoon. Kognitiivisessa oppimisessa tärkeässä asemassa ovat oppijan aikaisemmat kokemukset ja motivaatio oppimista kohtaan. Oppijalta vaaditaan taitoa säädellä omaa oppimistaan, sillä oppija määrää itse oman oppimisen olosuhteet. Kyseisessä oppimismenetyksessä oppijan itsenäinen rooli sekä vuorovaikutussuhteet ovat suuressa merkityksessä. Opettaja toimii kognitiivisessa oppimisessa tiedon ohjaajana. (Vilkko-Riihelä 1999; Koppa 2010b.)

Konstruktivistinen oppiminen pohjautuu käsitykseen, että uusi opittu tieto yhdistetään aikaisemmin opittuihin tietoihin. Aikaisemmat tiedot ja kokemukset vaikuttavat oppijan havainnointiin, tiedonkäsittelyyn ja muokkaavat vanhoja tietorakenteita. Opettajan tehtävä

on luoda oppijalle mahdollisimman hyvä oppimisympäristö. Opettajan tulee ottaa huomioon oppijan aikaisemmat kokemukset ja käsitykset aiheesta. Oppimiseen vaikuttavat myös oppijan omat toiveet ja tavoitteet. (Koppa 2010b; Aducate.)

Oppimisteorioilla pyritään selittämään, miten eri ihmiset oppivat eri tavoilla asioita. Eri oppimisteoriat pohjautuvat erilaisiin ennako-oletuksiin oppimisesta. Näin ollen oppimisteoriat eivät selitä kokonaisvaltaisesti kaikkia oppimistilanteita. Nykykäsityksen mukaan opetuksen tarkoitus on kehittää opiskelijan itsenäistä ajattelua ja auttaa ymmärtämään opittavan asian keskeinen sisältö. (Shuell 2013.) Ohjatun opetuksen ja minimaalisen ohjauksen vaikutusta opettamiseen ja oppimiseen ovat olleet pitkään keskustelun aiheena. Minimaalisen ohjauksen kannattajat ovat sitä mieltä, että ihminen oppii parhaiten vähäisellä ohjauksella. Tällöin opiskelijan tulee itse selvittää oman opetuksensa kannalta oleelliset asiat. Ohjatun opetuksen edustajien mielestä opiskelijalle on annettavat kattavat valmiudet opetukseen ja opetettavaan aiheeseen. Nykytietämyksemme ihmisen kognitiivisesta ajattelusta ja sen yhteydestä sekä lyhyt- että pitkäaikaiseen muistiin ei tue minimaalisesti ohjattua konstruktivistista opetustyyliä. Ongelmalähtöinen, kyselyyn perustuva, kokemusperäinen ja konstruktivistinen oppiminen ovat minimaalisen ohjauksen muotoja. Ohjaavan opetuksen on tarkoitus tehdä muutos oppijan pitkäaikaiseen muistiin, jotta se olisi helposti sieltä haettavissa. Opiskelu ilman ohjausta työllistää vain lyhytaikaisia tekemättä mitään muutosta pitkäaikaiseen muistiin. (Kirschner ym. 2006.) Lähiopetuksen ja etäopetuksen vaikutusta opiskelijoiden oppimiseen on tutkittu. Tutkimukseen osallistuneet opiskelijat jaettiin kahteen eri opetusryhmään, joista toinen ryhmä suoritti opintojakson itsenäisesti verkossa ja toinen ryhmä kävi luennoilla. Tutkimuksen lopputuloksena todettiin, että opiskelijat kykenevät omaksumaan kummatkin oppimistavat. Yksilölliset oppimistavoitteet ja hyvät tieto- ja viestintäteknologian taidot edesauttoivat hyvän lopputuloksen saamisen. (Reime ym. 2008.)

Stahl ym. (2007) pohtivat tietokoneen integroitumista oppimisympäristöihin. Stahl ym. totesivat, että tietokoneiden käyttö muun muassa oppimisympäristöissä olisi tietotekniikan kehityksen myötä looginen seuraava askel. Tietokoneiden käyttö oppimisympäristöiden edistämiseen on ajankohtaista. Ilomäen (2012) mukaan opetuksessa on jo vuosia käytetty tukena verkko-oppimateriaalia. Internetissä on runsas valikoima materiaalia, jota voidaan hyödyntää opetuksessa. Ongelmana on käyttökelpoisen materiaalin löytäminen verkoston tarjoamasta suuresta määrästä. Verkko-oppimateriaalin pedagogia

vaihtelee, riippuen koulusta ja opettajasta. Opetustyyliin vaikuttaa suuresti opettajien tekninen osaaminen ja opettajien pedagoginen käsitys, siitä miten verkko-oppimateriaalia tulisi parhaiten käyttää.

Verkko-oppimisolustalla on iso rooli verkko-opetuksessa. Synonyymejä verkko-oppimisolustalle ovat esimerkiksi verkko-oppimisympäristö ja virtuaalinen oppimisympäristö. Verkko-oppimisolustoja ovat esimerkiksi Discendum Optima, WebCT ja Moodle. Hyvin kehitetty verkko-oppimisolusta on keskeisessä osassa verkko-opintojaksojen toteutumisesta. Verkkotehtävien toteutus, arvioinnit, palautteet, aineistot, tiedon hallinta sekä verkko-oppimisolustan ylläpito ovat esimerkkejä ominaisuuksista, joita ilmenee verkko-oppimisolustalla. Verkko-oppimisolusta toimii käyttäjätunnuksen avulla, jolloin opiskelijoilla ja opettajilla on käyttäjäkohtaiset näkymät toiminnoissa. Kaikki verkko-oppimisolustat ovat yksilöllisiä toimintojen tarpeellisuuden suhteen. (Keränen & Penttinen 2007.) Barker ja Gossman (2013) tutkivat virtuaalisen verkko-oppimisolustan käyttöä ja sen mahdollisia hyötyjä. Tutkimuksen kyselyssä selvitettiin muun muassa, onko verkko-oppimisolustan käytöllä ollut positiivinen vaikutus oppimiseen sekä onko verkko-oppimisolustan käyttäminen opiskelussa kehittänyt opiskelijan itsenäisen opiskelun taitoja. Kyselyn tuloksien perusteella todetaan, että verkko-oppimisolustan käyttöön ottamisella on ollut positiivinen vaikutus opiskelijoiden oppimiseen.

Verkko-oppimisolustasta saadaan rakennettua tarpeeksi kattava ja onnistunut kokonaisuus, kun suunnittelu- ja toteutusprosessi tehdään huolellisesti. Verkko-oppimisolustan rakennetta ja tyyliä tulee muokata opiskelijoiden tarpeiden mukaisesti. Verkko-oppimisolustan varsinaiseen toteutukseen vaikuttavat ensisijaisesti opiskelijoiden tarpeet oppimisen suhteen. Opiskelijoille tulee asettaa tarkat tavoitteet verkko-oppimiselle, jotta verkko-oppimisolustasta saadaan rakennettua tarpeeksi toimiva kokonaisuus. Tavoitteena voi olla esimerkiksi saada tehtyä verkko-oppimisolustasta mahdollisimman henkilökohtainen opiskelijoiden tavoitteisiin nähden. Niin opettajille kuin myös opiskelijoille tulee antaa verkko-oppimisolustan käyttöä varten riittävä käyttökoulutus ja tuki. Verkkotoeutusta hallinnoivan yksikön tulisi asettaa tavoitteet, joilla seurataan verkko-oppimisolustan laadukasta lopputulosta. Hallinnoivan yksikön tavoitteena voi olla opiskelijoiden työtehokkuuden -ja valmistuneiden tilastojen seuranta sekä arvosanojen välisen vaihtelueron minimointi. (Hanover Research 2014.)

2.2 Kliininen biokemia

Yksi laboratorioalan erikoisaloista on kliininen biokemia, joka on osa laboratoriolääketiedettä. Kliinisen biokemian merkittävimpiin toimialueisiin kuuluvat muun muassa näytteenotto, näytelogiikka ja perusanalytiikka. Erikoisalan kehittyessä ja laajentuessa, voidaan kliininen biokemia jakaa myös pienempiin osa-alueisiin. Näitä osa-alueita ovat esimerkiksi lääkeaine- ja myrkytysanalyysit sekä happoemästaseen tutkimukset. (Suomen Bioanalytiikkoliitto ry 2016.) Kliinisellä biokemialla ja laboratoriolääketieteellä on pitkä yhteinen historia. Laboratoriolääketieteellä tarkoitetaan potilaasta otetuiden näytteiden käyttämisestä potilaan terveyden tilan tutkimiseen ja diagnosointiin. Monet kliiniselle biokemialle kehitetyt laitteet ja menetelmät ovat nykyään käytössä laajalti muissakin laboratoriolääketieteen osa-alueissa. (Ashwood ym. 2011.)

Laboratoriotutkimuksia voidaan tehdä kokoverestä, plasmasta ja seerumista. Plasma saadaan sentrifugoimalla hyytymätöntä kokovertä. Sentrifugoinnin yhteydessä veren punasolut, valkosolut ja verihiutaleet painautuvat näyteputken pohjalle ja jäljelle jäänyttä supernatanttia kutsutaan plasmaksi. Toisin kuin seerumilla, plasma sisältää vielä veren hyytymistekijöitä. Seerumi saadaan sentrifugoimalla hyytynyt kokoverinäyte. (Thermo Fisher Scientific 2007; Eskelin 2016.)

Luotettavien tutkimustulosten saamiseksi on analysaattoreille asetettava tavoiterajat ja saatuja tuloksia on tarkkailtava. Kalibraation tarkoitus on asettaa analysaattorille tavoiterajat, joiden avulla varmistetaan luotettava tulostaso. Kalibroitaessa analysaattoriin laitetaan tutkittavien analyyttien pitoisuustiedot, jotka saadaan kalibraattorin kittiohjeista. Analysaattori analysoi sen jälkeen kalibraattorin ja muokkaa tulostasoa saatujen tulosten perusteella. (Randox Quality Control 2015.) Kontrollit ovat osa laboratorion laaduntarkkailujärjestelmää. Kontrollilla tarkistetaan analysaattoreiden luotettava tulostaso sekä näytteiden tulosten täsmävyys ja tarkkuus. (Eden 2015.)

Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikkokoulutuksen opintosuunnitelman kliinisen biokemian opetus sisältää teoriaopintoja ja käytännön harjoittelua sekä laboraatiotunneilla että työharjoitteluissa. Turun ammattikorkeakoulun kliinisen biokemian opintojakson tavoitteet ovat, että opiskelija ymmärtää kliinisen biokemian analyysimenetelmien periaatteet ja analyysimenetelmien periaatteiden teorian. Opiskelija ymmärtää tutkimusten fysiologiset taustat, kliiniset merkitykset sekä indikaatiot. Opiskelija tietää laadunhallinnan keinot ja validoinnit vaiheet. Opiskelija ymmärtää immunokemiallisten analyysi-

menetelmien periaatteet ja niiden käytön kliinisessä biokemiassa. (Turun Ammattikorkeakoulu 2016b.) Turun ammattikorkeakoululla on käytössä kolme Thermo Fisherin valmistamaa Konelab™ analysaattoria sekä yksi Cobas – analysaattori. Thermo Fisherin analysaattoreista kaksi on Konelab™ 20i ja yksi - 20XTi sekä Hitachin valmistama Cobas e 411.

2.2.1 Konelab™ 20i ja 20XTi - analysaattorit

Thermo Fisherin valmistamat Konelab™ 20i ja - 20XTi ovat selektiivisen kemian analysaattoreita, joita voidaan käyttää esimerkiksi klinisen biokemian perus- ja erikoisbiokemian tutkimuksissa. Konelab™ - analysaattoreiden mittauseriaatteen perustuvat fotometriin ja immunokemiallisiin menetelmiin. Konelab™ 20i ja 20XTi analysaattoreihin mahtuu 84 näytettä kerrallaan. Konelab™ 20i pystyy analysoimaan tunnin aikana 200 näytettä ja Konelab™ 20XTi 250 näytettä. Analysaattoreihin on sisäänrakennettu ISE-yksikkö ja spektrofotometri. Konelab™ 20i ja - 20XTi koostuvat segmentti- ja STAT- näytteiden syöttöluukusta, reagenssikiekosta, kyvettilaiturista, kiinteäjäteastiasta ja vesisäiliöstä. Konelab™ – analysaattorit ovat yhteydessä tietokonepäätteeseen, jossa on valmistajan oma käyttöliittymä. Käyttöliittymän avulla ohjataan analysaattorin toimintaa ja kerrotaan analysaattorin valmiustila. Käyttöliittymän päävalikkoon tulee ilmoitus vanhentuneista kalibroinneista, reagenssien riittävydestä, virheilmoituksista sekä puuttuuko Start Up -näyte. Konelab™ – analysaattori käyttää näytetyypinään plasmaa, mutta seeruminäytteitä voidaan myös analysoida. (Thermo Electron Corporation 2006a; Thermo Scientific 2008.)

Konelab™ analysaattoreilla suositellaan tutkimusten kalibrointia kerran kuukaudessa, reagenssierän lot. – numeron vaihtuessa, ISE Cal 1 – pussin vaihtuessa, elektrodin vaihton yhteydessä tai elektrodin tulostason vaihtuessa. Konelab™ – analysaattorilla käytetään kahden tason kontrolleja, joiden kanssa varmistetaan elektrodien koko mittauseria. Kontrollit ajetaan aina uusien kalibrointien yhteydessä ja ennen näytteiden analysointia. Konelab™ – analysaattoreissa on käytössä manuaali laadunhallinta (Manual QC) sekä rutiini laadunhallinta (rutiini QC). Kalibraattorit ja kontrollit esikäsitellään valmistajan ohjeiden mukaan. Kalibrointiliuokset ja kontrollit syötetään analysaattoriin tavallisina näytteinä joko segmentissä tai STAT- näytteenä. Kalibrointi ja kontrolli valitaan aina erikseen, koska analysaattori ei osaa itse suorittaa näitä toimenpiteitä automaattisesti. Potilasnäytteitä ei saa analysoida ennen kuin kalibroinnit ja kontrollit on suoritettu hyväksytysti. (Thermo Electron Corporation 2008.) Konelab™ 20i ja 20XTi- analysaattorit käyttävät

kahta fotometrasta menetelmää, spektrofotometriaa ja turbidometriä näytteiden analysoinnissa (Thermo Electron Corporation 2006b; Suomela 2016).

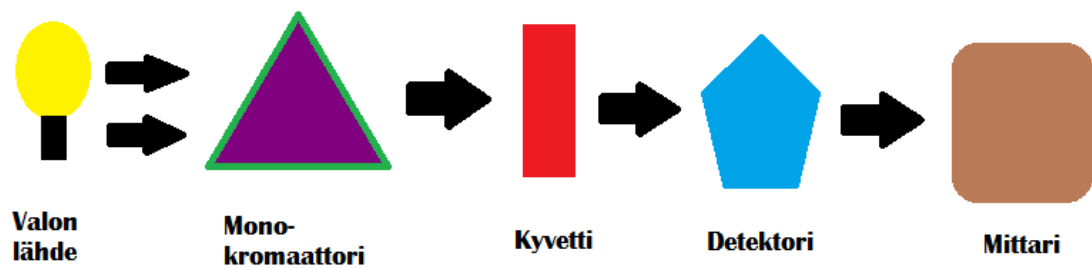
Fotometria on analysointiperiaate, jossa mitataan sähkömagneettista sähköenergiaa hyödyntäen eri aineiden kykyä absorboida valoa. Fotometriä hyödynnetään sekä spektrofotometriassa että turbidometriassa. Spektrofotometriassa mitataan tutkittavan näytteen läpi kulkeutuvan valon voimakkuutta ja sitä käytetään aineiden pitoisuuksien määrittämiseen. Mittaustoiminta perustuu aineiden vuorovaikutukseen sähkömagneettisen säteilyn kanssa. Spektrofotometri käyttää hyödykseen absorboituneen ja transmittoituneen valon suhdetta määritettävän aineen pitoisuuden toteamiseksi. Spektrofotometrinen menetelmä toimii Lambert-Beerin lain (Kaava 1.) mukaan eli mitä enemmän valoa imeytyy näytteeseen sitä korkeampi konsentraatio sillä on. (Holberg ym. 2002; Åkerman ym. 2014; Heiskanen 2016.)

$$A = abc$$

A= Absorbanssi
a= Näytteen ominaiskerroin
b=Valon kulkema matka kyvetissä
c=Aineen pitoisuus

Kaava 1. Lambert-Beerin – laki (Åkerman ym. 2014).

Spektrofotometri rakentuu valonlähteestä, monokromaattorista, kyvetistä, detektorista ja digitaalimittarista (Kuva 1.). Valonlähteen tarkoitus on lähettää samalla intensiteetillä ja aallonpitoisuusalueella valoa. Valo kulkeutuu monokromattooriin, joka päästää läpi vain tiettyä aallonpituutta. Monokromaattorin sisällä on peilejä ja linsskejä, jotka ohjaavat valoa sitä suodattavaan optiseen filteriin, prismaan tai hilaan. Koherentti valo ohjataan sen jälkeen näyteastiaan toimivaan kyvetiin. Kyveti on valmistettava materiaalista, joka ei häiritse valon kulkua. Tutkittava näyte absorboi osan valosta ja loput kulkeutuu tutkittavan näytteen lävitse. Läpi kulkeutunut valo eli transmittoitunut säteily osuu detektoriin, joka muuttaa säteilyn elektronivirraksi. Lambert – Beerin lakia hyödyntäen elektronivirta kvantitoidaan jännitteeksi tai virraksi. Detektori voi rakentua esimerkiksi elektroniputkesta tai fotodiodista. Digitaalimittarissa näkyy mittauksen tulos. (Holberg ym. 2002; Åkerman ym. 2014; Heiskanen 2016.)



Kuva 1. Spektrofotometrin rakenne.

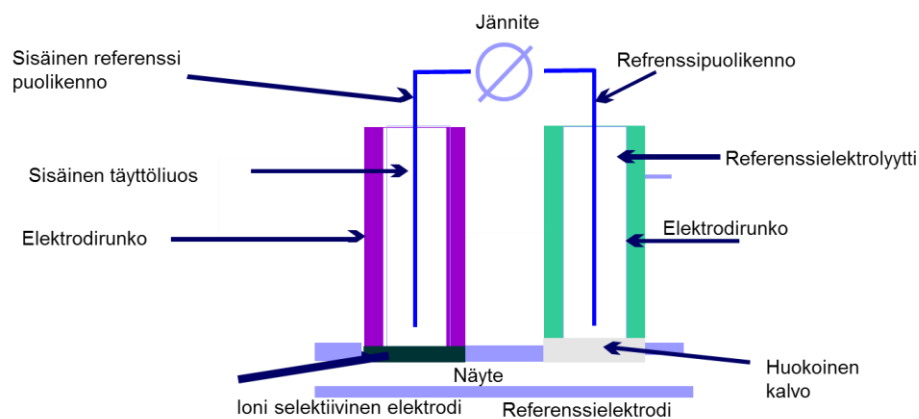
Spektrofotometrit ovat melko yksinkertaisia rakenteeltaan eivätkä tutkittavat näytteet vaadi paljon käsittelyä ennen analysointia. Epäpuhtaudet näytteessä näkyvät epätavallisina piikkeinä tuloksessa. Spektrofotometri ei kykene erottamaan epäpuhtauksia, jotka absorboivat saman aallonpituista valoa kun tutkittava näyte. Spektrofotometrin tarkkuus ei myöskään riitä pienille konsentraatioille. (Geisler 2015.)

Turbidometria hyödyntää siroutuneen, heijastuneen ja absorboituneen valon kokonaismäärää tutkittavan näytteen mittaamiseen. Turbidometri antaa numeerisen arvon näytteen sameudelle, joka lasketaan näytteen läpi kulkeutuneen valon vaimenneesta intensiteetistä. Kyseistä menetelmää käytetään esimerkiksi valkuaisaineiden ja muiden suurien partikkelien määrittämiseen. Turbidometriassa valolähde lähettää valoa monokromaattoriin, josta suodattuu läpi vain tietyn aallonpituista valoa. Koherentti valo ohjataan kyvetissä olevan tutkittavan näytteen läpi. Tämän jälkeen tutkittavasta näytteestä mitataan siroutuneen, heijastuneen sekä absorboituneen valon kokonaismäärän. Transmittoituneen valon voimakkuus mitataan ja kvantitoidaan detektorissa. (Worsfold ym. 2005; Åkerman ym. 2014.)

Konelab™ 20i ja 20XTi – analysaattorit käyttävät ioniselektiivistä elektrodia eli ISE- menetelmää, joka pohjautuu potentiometrian analysointiperiaatteeseen. Potentiometria on menetelmä, joka perustuu kahden elektrodin väliseen potentiaalieroon. Referenssielektrodina toimiva elektrodi ei reagoi ympäristön kanssa eli elektrodin potentiaali pysyy samana. Toinen elektrodi on varustettu spesifillä membraanilla, joka reagoi vain määrättyjen ionien kanssa. Selektiivisen elektrodin potentiaaliin vaikuttaa tutkittavan liuoksen ionipitoisuus. Referenssi elektrodin ja selektiivisen elektrodin välille syntyy jännite-ero, josta voidaan laskea mitattavan aineen pitoisuus. (Poteniometria; Suomela 2016.) Elektrodeja on erilaisia ja niiden rakenne vaihtelee mitattavan liuoksen mukaan. Rakenteeltaan nämä elektrodit jaetaan ioniselektiivinen kalvo-, hapetuspelkistys- ja PCO₂ kaasuntunnistuselektrodeihin. Ioniselektiivisillä elektrodeilla voidaan muodostaa ISE yksikkö,

jota voidaan käyttää muun muassa pH:n, kaliumin, natriumin ja kloridin pitoisuuden mittaamiseen. (Burtis & Burns 2015.)

ISE elektrodin mittaavaa kohtaa ympäröi ioneja spesifisti läpipäästävä kalvo. Elektrodi valmistetaan kristallista, lasista tai polymeeristä. Mittaavan elektrodin potentiaali muuttuu, kun kalvon läpi kulkee mitattavia ioneja. Muodostunut potentiaaliero on tietyssä suhteessa mitattavan ionin konsentraatioon. Mitattavien ionien pitoisuuden kasvu mittausliuoksessa näkyy potentiaalimuutoksena. Mitä suurempi potentiaaliero mittaavan elektrodin ja referenssielectrodin välillä on (Kuva 2.), sitä korkeampi mitattavan liuoksen konsentraatio on. (Burtis & Burns 2015.)



Kuva 2. Ioniselektiivisen elektrodin kenno (Suomela 2016).

2.2.2 Cobas e 411 - analysaattori

Hitachin valmistama ja Roehen maahantuoma Cobas e 411 – analysaattori on suunnattu etenkin pienien laboratorioiden käytettäväksi. Cobas e 411 – analysaattorin näyttekiekoon mahtuu 30 näytettä ja analysaattori pystyy analysoimaan tunnin aikana noin 88 näytettä. Näytteiden näytetyyppinä Cobas e 411 käyttää seerumia, plasmaa tai virtsaa. Cobas e 411 - analysaattoriin on yhdistetty käyttöjärjestelmä, jota ohjataan analysaattorin näytöltä. Käyttöjärjestelmä sisältää työtilan, reagenssi-, kalibrointi-, QC- ja käyttöosuuden. Cobas e 411 – analysaattori analysoi näytteitä käyttäen elektrokemiluminometristä immunoanalyysiä eli ECLIA. Cobas e 411-analysaattorilla voidaan tutkia esimerkiksi

erilaisia hormonipitoisuuksia, sydän- ja onkologisia merkkiaineita sekä vasta-aine ja antigeenejä. (Roche 2009; Roche 2013a.)

Cobas e 411 – analysaattorista löytyy näyte- ja reagenssiosuus, käyttötavaraosuus, mittausalueosuus ja käynnistyskatkaisin. Näyte- ja reagenssiosuudessa on erilliset kiekot näytteille ja reagensseille. Analysaattorilla on kolme viivakoodinlukijaa, joista kaksi näytekiekon vieressä ja kolmas reagenssiekikon vieressä. Kalibraattoreilla ja kontrolleilla on viivakoodeilla varustetut kortit, jotka skannataan erillisessä viivakoodinlukijassa, kun niiden eränumero vaihtuu. Kalibraattorit ja kontrollit esikäsitellään valmistajan ohjeiden mukaan. Kontrollin eränumeron vaihtuessa työjono tulee aktivoida uudelleen. Kalibraattorit ja kontrollit laitetaan näytekiekkoon ja kummatkin suoritetaan ja tulokset hyväksytään ennen potilasnäytteiden ajoa. Käyttötavaraosuuteen kuuluvat systeemivesi, liuosjäte sekä kupit ja kärjet. Mittausalueosuudessa on inkubaattori, S-R-neula, Sipper pipetti, pipetointiasema sekä ProCell ja Cleancell reagenssit. (Roche 2013a.)

Elecsys- immunokemialliset testit perustuvat elektrokemiluminesenssin toimintaperiaatteen. (Roche 2011; Roche 2013b). Elektrokemiluminometrin ECL-reaktiossa kaksi reaktiivista yhdistettä reagoi platinaelektrodin pinnalla keskenään, jonka seurauksena muodostuu valoa. ECL-reaktion valon emissio perustuu rutenium-trisbipyridyylikompleksin ja tripropylamiinin (TPA) väliseen reaktioon. Sähkökenttä aktivoi stabiilit yhdisteet reagoimaan keskenään, kun elektrodiin johdatetaan jännitettä. Rutenium-trisbipyridyylikompleksi hapettuu ruteniumkatoniksi luovutettuaan elektrodin. TPA luovuttaa myös elektrodin, jolloin TPA hapettuu tripropylamiiniradikaalikatoniksi. Tripropylamiiniradikaalikatonista muodostuu TPA-radikaali kun se luovuttaa vielä protonin. TPA-radikaali ja ruteniumkatonin reagoivat keskenään ECL- reaktiossa. (Roche.)

Elecsys käyttää kilpailu-, kaksoisvasta-aine- sekä sidepalkkiperiaate näytteiden analysointiin (Kuva 3.). Eri periaatteilla mitataan erikokoisia partikkeleita. Kilpailuperiaatetta käytetään pienten molekyylien määrittämiseen ja kaksoisvasta-aineperiaate määrittää suurempia molekyyliä. Sidepalkkiperiaate määrittää vasta-aineen tutkittavasta näytteestä. Kilpailuperiaatteen ensimmäisessä reaktiossa näytekuppiin pipetoitu antigeeni sitoutuu spesifisesti ruteniumilla (Ru) leimattuun vasta-aineeseen. Periaatteen toisessa reaktiossa biotinyloitu antigeeni ja streptavidinimikropartikkeli lisätään, jolloin muodostuu vasta-aine-hapteenikompleksi. Kompleksi muodostuu, kun biotinyloitu antigeeni sitoutuu Ru-leimattuun vasta-aineeseen. Streptavidinimikropartikkelit sitoutuvat tämän jälkeen kompleksiin. Reaktioseos siirretään mittauskammioon inkubaation jälkeen, jossa

immunokompleksit siirtyvät magneetin avulla elektrodin pinnalle. Loput seoksesta huuhdotaan pois puskurilla. Elektrokemiluminometrisessä reaktiossa (ECL) elektrodiin johdetaan jännite, jolloin reaktiosta syntynyt valo mitataan valomonistinputkella. Mitatun valon signaalit ovat kääntäen verrannollisia näytteen tutkittavan antigeenin määrään. (Roche.)

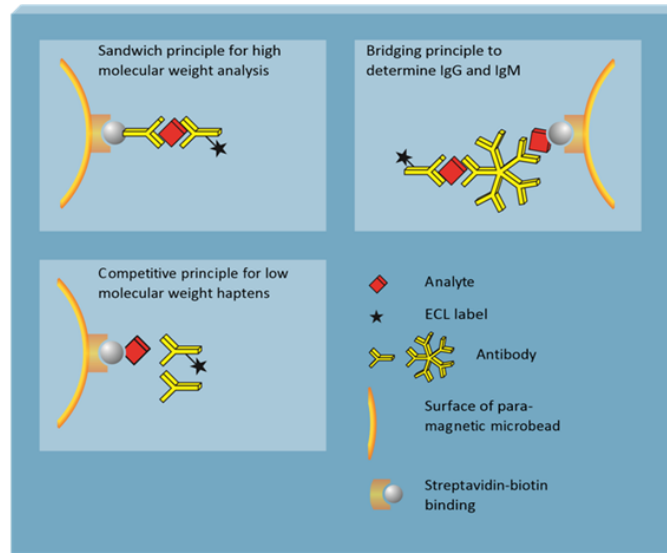


Figure C-1 ECL assay principles

Kuva 3. ECL-analysointiperiaatteet (Roche).

Kaksoisvasta-aineperiaate eli sandwich periaate vastaa osittain kilpailevaa periaatetta. Sandwich periaatteen ensimmäisen vaiheen inkubaation jälkeen tutkittavaan antigeeniin kiinnittyy Ru-leimattujen vasta-aineiden lisäksi biotinyloitu antigeeni. Reaktioseoksesta muodostuu immunokompleksi, johon toisen inkubaation jälkeen sitoutuu vielä mikropartikkelit. Mittaus tapahtuu edellä mainitun ECL-reaktion mukaisesti, mutta mitatun valon määrä on sandwich periaatteessa suoraan verrannollinen antigeenin määrään. Sidepalkkiperiaate vastaa sandwich periaatetta, mutta Ru-leimattujen – ja biotinyloitujen vasta-aineiden tilalla on antigeeni. Sidepalkkiperiaateissa tutkittava vasta-aine on suoraan verrannollinen emittoituneen valon määrään. (Roche.)

3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TEHTÄVÄT

Tämän opinnäytetyön aiheena on kliinisen biokemian verkkototeutus vaihto-opiskelijoille. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä kliinisen biokemian verkkototeutus ja englanninkielinen käännös Konelab™ 20i ja 20XTi – analysaattorin toimintaohjeesta. Tämän opinnäytetyön tuotokset tulevat Turun ammattikorkeakoulun kliinisen biokemian opintojakson opetuksen tueksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on, että vaihto-opiskelijat oppivat verkkototeutuksen avulla kliinisen biokemian keskeiset käsitteet, analysointimenetelmät ja tutkimukset, joita käsitellään opintojaksolla. Toisena tavoitteena on mahdollistaa opiskelijoille itsenäisempää työskentelyä laboraatiotunneilla Konelab™ 20i - ja 20XTi toimintaohjeen englanninkielisen käännöksen avulla. Toimintaohjeen käännös mahdollistaa myös sujuvampaa työskentelyä koko opintojaksoa suorittavalle ryhmälle. Vaihto-opiskelijat hyötyvät mahdollisimman paljon laboraatiotunneista ja voivat käyttää opittuja taitoja tulevaisuudessa. Verkkotehtävät antavat pohjan vaihto-opiskelijoiden ammatilliselle kehitykselle ja edesauttavat siirtymistä työelämään. Ammatillinen kehittyminen hyödyntää vaihto-opiskelijoiden lisäksi tulevaa työnantajaa ja työpaikkaa. Työelämässä vaihto-opiskelijat käyttävät opittuja tietoja hyödyksi ja uusilla kokemuksilla muokkaavat ja täydentävät tietojansa. Hyvä tietopohja kliinisestä biokemiasta ja laboraatiotunneilla saatu osaaminen kehittävät vaihto-opiskelijoiden ammattitaitoa. Tulevaisuudessa vaihto-opiskelijat tuottavat ammatillisesti luotettavia laboratoriotuloksia. Nämä laboratoriotulokset ovat merkittäviä potilaan hoitoprosessin kannalta. Bioanalytiikan sujuvampi työskentely laboratoriossa on etu työllistävälle sairaalalle.

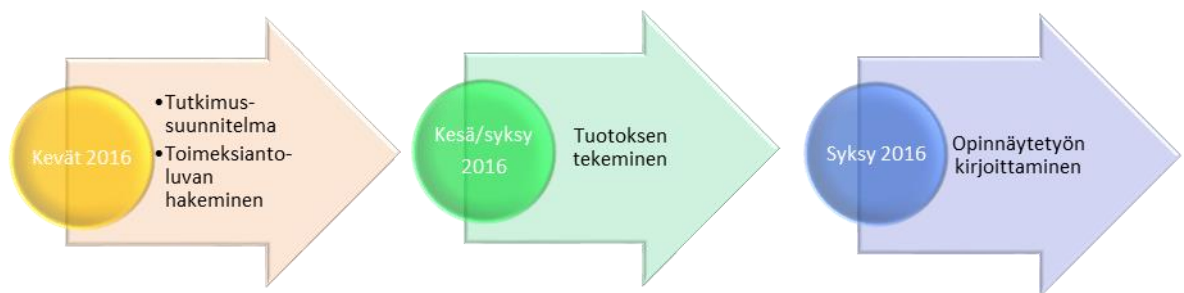
Tämän opinnäytetyön tutkimustehtävät ovat:

1. laatia englanninkielinen verkkototeutus Optima -verkko-oppimisalustalle
2. tehdä englanninkielinen käännös Konelab™ 20i ja 20XTi-analysaattorin toimintaohjeesta.

4 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

4.1 Opinnäytetyön tuotoksen tekeminen

Tämän opinnäytetyön tuotoksen tekeminen aloitettiin opinnäytetyön suunnitelman mukaisesti toimeksiantoluvan saamisen jälkeen. Toimeksiantolupa saatiin Turun ammatti- korkeakoulun koulutusvastaavalta keväällä 2016. Tämän opinnäytetyön tuotoksena tehtiin kansainvälisille vaihto-opiskelijoille klinisen biokemian verkkototeutus ja toimintaohjeen käännös Konelab™ 20i ja 20XTi – analysaattorille. Verkkototeutus koostui englanninkielisistä verkkotehtävistä. Englanninkielinen käännös Konelab™ 20i ja 20XTi toimintaohjeesta tehtiin kesän 2016 aikana. Verkkotehtävien toteuttaminen tapahtui syksyllä 2016. Opinnäytetyön tuotoksen eri vaiheet on kuvattu vuokaavion avulla (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Opinnäytetyön vaiheet.

Englanninkielinen Konelab™ 20i ja 20XTi – analysaattorin toimintaohje käännettiin kesän 2016 lopulla. Käännös tehtiin mahdollisimman suorana käännöksenä vuonna 2015 päivitetystä suomenkielisestä toimintaohjeesta. Konelab™ 20i ja 20XTi - toimintaohjeessa käytiin läpi analysaattorityöskentelyn koko toimintaprosessi. Käännös tehtiin Word-tiedostoon. Ulkonäköllisesti käännös tehtiin samannäköiseksi kuin vuonna 2015 päivitetty suomenkielinen toimintaohje. Fonttina käytettiin Times New Romania, fonttikoko oli 12 ja riviväli 1,0 cm. Toimintaohjeessa kansioden nimet värikoodattiin vastaamaan luokan 518 kansioden värejä. Englanninkieliseen käännökseen kirjoitettiin sulkujen sisään suomenkieliset käyttöliittymän käskyt, kansioden ja liitteiden nimet vastaavien termien perään. Suomenkieliset nimet kirjoitettiin, koska kansiot ja liitteet ovat ainoastaan suomenkielisiä. Käännökseen kirjoitettiin suomenkieliset käyttöliittymän käskyt helpottamaan vaihto-opiskelijoiden ja suomenkielisten opiskelijoiden ryhmätyöskentelyä. Tärkeät ja

huomioitavat asiat tuotiin esille lihavoimalla sanat ja lauseet. Kääntämisen apuna käytettiin Konelab Reference Manualia, oikeiden termien varmistamiseksi. Syksyn 2016 aikana käyttöliittymä käännettiin englanninkieliseksi. Käyttöliittymän kielenvaihtamisella haluttiin tarkistaa, että toimintaohjeen ja Konelabin käyttöliittymän termit täsmäsivät. Toimintaohjeen käännöksen kielioopin oikeaoppisuuden tarkisti englanninkielen opettaja.

Kliinisen biokemian verkkototeutuksen tehtävien aihealueet valittiin Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikkokoulutuksen kliinisen biokemian opintojakson laboraatiotunneilla läpikäytävien analysointimenetelmien, analysoitavien tutkimusten ja Konelab™ 20i ja 20XTi toimintaohjeen mukaan. Verkkototeutuksen rakenne suunniteltiin kesän 2016 aikana ja toteutettiin syksyllä 2016. Verkkotehtävät ovat mallivastaustehtäviä, jolloin vaihto-opiskelija saa oikean vastauksen kysymykseen vastattuaan itse ensin. Monivaihtolinta- ja sanaselitystehtävät valittiin tehtävämalleiksi verkkototeutukseen helpon tarkastettavuuden takia. Verkkototeutus koostui kliinisen biokemian keskeisistä käsitteistä, laboratoriotyöskentelyn perusteista sekä Cobas e 411- analysaattorin toimintaan perustuvista tehtävistä. Verkkototeutus kirjoitettiin osuus kerrallaan. Kliinisen biokemian opintojakson laajuus vaihto-opiskelijoille oli kolme opintopistettä, josta yksi opintopiste vastasi yhteensä 27 tunnin työskentelyä. Laboraatiotunneille varattiin vaihto-opiskelijoille aikaa 30 tuntia ja itsenäiseen työskentelyyn 51 tuntia. Itsenäisestä työskentelyn tuntimäärästä 30 tuntia varattiin verkkotehtävien tekemiseen ja 21 tuntia kliinisen biokemian oppimispäiväkirjan kirjoittamiseen. Verkkototeutuksen laajuus suunniteltiin vaihto-opiskelijoiden käytettävissä olevan ajan perusteella.

Kliinisen biokemian keskeisiksi käsitteiksi valittiin termit, jotka vaihto-opiskelijan tulisi tietää ja ymmärtää ennen laboraatiotunneille osallistumista. Kliinisen biokemian keskeiset käsitteet- osuuteen valittiin termipareja jotka menevät helposti keskenään sekaisin, analysointimenetelmiä sekä näytteen laatua käsitteleviä termejä. Termipareiksi valikoituivat plasma - seerumi, kontrolli - kalibrointi ja antigeeni - vasta-aine. Plasma ja seerumi valittiin, koska Konelab™ ja Cobas e 411- analysaattorit käyttävät plasmaa näytetyyppinä, mutta näytteet voidaan analysoida myös seerumista. Kalibrointi ja kontrolli ovat keskeisiä käsitteitä analysaattoreiden toiminnassa. Antigeeni ja vasta-aine ovat keskeisiä käsitteitä analysointimenetelmien ymmärtämisessä. Sanaselityksen analysointimenetelmien tehtävät perustuivat Turun ammattikorkeakoulun kliinisen biokemian laboraatiotunnilla käytettyihin analysointimenetelmiin. Kliinisen biokemian keskeiset käsitteet-osuuden analysointimenetelmiksi valikoituivat spektrofotometria, absorbanssi, turbidometria, poten-

tiometria ja ioniselektiivisen elektrodi. Näytteen laatua käsiteltäviksi termeiksi valittiin hemolyysi, ikteerisyys, tarkkuus ja laadunhallinta. Verkkototeutuksen käsitteet ovat laboratoriotyöskentelyn peruskäsitteitä ja opiskelijan tulisi ymmärtää ja osata soveltaa niitä käytännön työssä. Vaihto-opiskelijoiden tulisi osata selittää näiden analysointimenetelmien periaatteet, ymmärtääkseen miten Konelab™ ja Cobas analysoivat näytteet sekä näytteen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Verkkotehtävien avulla pyrittiin takaamaan, että kaikilla vaihto-opiskelijoilla olisi vähintään samat taustatiedot kliinisestä biokemiasta kuin Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikko-opiskelijoilla ennen käytännön laboratoriotunteja.

Kliinisen biokemian laboratoriotyöskentelyn perusteet- osuuden monivalintatehtävien pohjana käytettiin Konelab™ 20i- ja 20XTi toimintaohjetta, analysaattorien käyttöliittymiä sekä Cobas e 411 - Compendium of Background Information – manuaalia. Kliinisen biokemian laboratoriotyön perusteet- osuuden kysymysten selvittämiseksi opiskelijoilta vaaditaan yhteistyökykyä ryhmän muiden opiskelijoiden kanssa. Tarkoituksena on saada vaihto-opiskelija oppimaan käyttämään analysaattoreiden käyttöliittymiä ja lukemaan syvällisemmin toimintaohjetta.

Verkkotehtävien viimeinen osuus koostui Cobas e 411- analysaattorin toimintaan perustuvista tehtävistä. Cobas e 411- osuudessa käytiin läpi Cobas e 411 analysaattorin toimintaa. Toimintaan perustuvat tehtävät koostuivat Cobas e 411 analysaattorin ECLIA-analysointimenetelmästä ja toimintaperiaatteista. Toimintaperiaatteisiin lukeutuivat kilpailu-, kaksoisvasta-aine- sekä sidepalkkiperiaate. Laajemmassa sanaselitystehtävä perustui kaksoisvasta-aineen periaatteen vaiheisiin. Tehtävien pohjana käytettiin Cobas e 411 - Compendium of Background Information – manuaalia. Tehtävät tukevat Cobas e 411- analysaattorin toiminnan ymmärtämistä.

Tässä opinnäytetyön tuotoksessa käytettiin pelkästään englanninkielisiä lähteitä, koska tuotoksen kohderyhmä oli Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikkokoulutukseen tulevat vaihto-opiskelijat. Verkkototeutuksen lähteet hankittiin Turun ammattikorkeakoulun kirjastosta, Cobas e 411 – Compendium of Background Information - manuaalista, Thermo Konelab Reference Manual:sta, Konelab™ 20i ja 20XTi - työohjeista ja Konelab™ 20i ja 20XTi analysaattorien tietokonepäätteiltä. Verkkotehtävien keskeisten käsitteiden -osuuden lähteenä toimi Burtisin ja Brunsin (2015) teos Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. Sanaselitys- ja monivalintatehtävissä käytettiin vain yhtä lähdettä, vaihto-opiskelijoiden tiedonhaun ja tehtävien mahdollisen päivittämisen helpottamiseksi. Kliinisen biokemian laboraatiotunteihin liittyvät monivalintatehtävät

valittiin Konelab™20i ja 20XTi työohjeesta, analysaattorien tietokonepääteistä ja valmistajan Thermo Fisher Scientificin omasta Konelab Reference Manualista. Cobas e 411 liittyvät monivalintatehtävät ja selitystehtävä valittiin Cobas e 411 - Compendium of Background Information – manuaalista. Konelab™ 20i ja 20XTi – työohjeen englanninkielinen käännös käännettiin alkuperäisestä suomenkielisestä työohjeesta. Käännöksessä käytettiin apuna Konelab™ 20i ja 20XTi valmistajan Thermo Fisher Scientificin kehittämää Konelab Reference Manualia.

4.2 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat

Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa toimintaa ohjeistava, opastava tai järjestämistä edesauttava käytännön tuotos. Toiminnallisessa opinnäytetyössä analysoidaan ja käydään läpi jonkin prosessin vaiheita, ratkaistaan ongelma tai kehitetään jotain tuotosta. Tavoitteena on saada konkreettinen tuote lopputuloksena työstä. Lopullinen toiminnallinen tuotos voi olla esimerkiksi perehdytysohje, konferenssi, kirja, messuopas tai toimintaohje. Toiminnallisessa opinnäytetyössä käytännön toteutuksen ja raportin tulee olla yhtenäinen. Raportti eli tekstiosuus koostuu tiedoista mitä, miksi ja miten opinnäytetyötä on tehty sekä työprosessista ja tuloksista. Näiden lisäksi raportissa toiminnallisen opinnäytetyön tekijä arvioi omaa tuotosta ja oppimista. Raportin tulee olla yhtenäinen ja johdannonmukainen. Tyypillisiä tutkimusviestinnän ominaisuuksia ovat muun muassa lähteiden merkitseminen ja -käyttäminen, argumentointi, johdonmukaisuus, käsitteiden ja termistön määrittäminen sekä valintojen ja ratkaisujen perusteleminen. Raportissa pitää tulla esille lopulliseen tuotokseen vaikuttavat asiat eli tavoitteet, tarkoitus, mitä on tehty opinnäytetyön valmistumisen eteen ja miksi on toimittu kyseisillä tavoilla. (Vilka & Airaksinen 2003; Hakonen 2012; Liukko 2012.) Opinnäytetyön voi tehdä yksin tai ryhmätyönä. Opinnäytetyön tekijät voivat tehdä koko opinnäytetyön yhdessä tai vaihtoehtoisesti tekijät voivat yhteisen toiminnallisen osuuden jälkeen tehdä omat kirjalliset raportit opinnäytetyöstä. Ryhmätyössä on suunniteltava huolellisesti esimerkiksi aikataulu ja työnjako. (Hakonen 2012.)

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö, jossa tuotettiin toimintaa ohjeistava ja – järjestämistä edesauttava tuotos. Opinnäytetyön tuotoksena ovat englanninkieliset verkkotehtävät verkko-oppimisalustaan Optimaan sekä Konelab™ 20i ja 20XTi – analysaattorien toimintaohjeen englanninkielinen käännös. Opinnäytetyön tuotokset ovat tar-

koitettu vaihto-opiskelijoille, jotka suorittavat kliinisen biokemian opintoja Turun ammattikorkeakoulussa. Kliinisen biokemian laboraatiotunneilla, vaihto-opiskelijat käyttävät englanninkielistä Konelab™ 20i ja 20XTi – toimintaohjetta. Verkkotehtävien tavoite oli, että vaihto-opiskelijat oppivat kliinisen biokemian keskeiset käsitteet ja osaavat hyödyntää verkkotehtävissä käsiteltyjä asioita laboraatiotunneilla sekä myöhemmin työelämässä. Opinnäytetyön tuotokset tukevat toisiaan, koska kummatkin edesauttavat vaihto-opiskelijoiden oppimista käytännön työhön. Käytännön toteutuksen lisäksi opinnäytetyöstä on tehty kirjallinen raportti. Tämä opinnäytetyö tehtiin parityönä ja opinnäytetyön tekijät tekivät ja kirjoittivat yhdessä koko toiminnallisen tuotoksen ja raporttiosuuden.

4.3 Opinnäytetyön eettiset lähtökohdat

Etiikka sisältää ohjeet ja säännöt oikean ja väärän toiminnan suhteen, joita tulisi tutkimuksessa noudattaa. Oli kyseessä sitten yksilö- tai ryhmätyö, tiedon luotettavuus perustuu hyviin eettisiin normeihin, jolloin tutkimuksessa käytetty materiaali ei saa olla valheellista tai tekaistua. Ryhmätyössä nämä normit edistävät luotettavaa ja vastuullista työilmapiiriä. (Grand Canyon University.) Tutkimuseettinen neuvottelukunta on asettanut tutkimustoiminnalle toimintatavat, jotka pätevät tehtyihin tutkimuksiin ja tieteellisiin julkaisuihin kuten oppimateriaaleihin. Asetukset edellyttävät tutkijoilta rehellisyyttä, huolellisuutta ja avoimuutta tutkimuksen jokaisessa vaiheessa. Tiedonhankinta- ja arviointimenetelmät ovat kriteerien mukaiset ja niiden on sovittava kyseiseen tutkimukseen. Aikaisemmat tutkimukset ja julkaisut on otettava huomioon asianmukaisesti. Opinnäytetyötä varten on haettava tarvittavat tutkimusluvut. Ennen tutkimuksen aloittamista tulee tehdä eettiset ennakoarvioinnit. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012; Helsingin yliopisto 2016.)

Tätä opinnäytetyötä varten haettiin tarvittava toimeksiantolupa Turun ammattikorkeakoululta. Tässä opinnäytetyössä noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä eli opinnäytetyötä tehdessä toimittiin rehellisesti ja huolellisesti kaikissa opinnäytetyön osissa. Tämän opinnäytetyön luotettavuus ja asiantuntevuus varmistettiin lähdekritiikillä tuotoksen ja kirjallisen raportin lähteissä. Lähteitä opinnäytetyöhön haettiin suomenkielisistä ja englanninkielisistä kirjoista ja verkkolähteistä. Opinnäytetyössä noudatettiin Turun ammattikorkeakoulun opinnäytetyö ohjeistusta ja lähdeviitteet sekä lähdeluetteloon tehdyt merkinnät

kirjattiin ylös oikeaoppisesti. Opinnäytetyö eteni tutkimussuunnitelman mukaisesti. Opinnäytetyön tuotosta varten ei tarvittu henkilöiden henkilötietoja tai tutkimustuloksia, jolloin yksityisyysuojan aiheuttamat haasteet eivät olleet ongelma opinnäytetyössä.

5 TUOTOS JA SEN TARKASTELU

Tämän opinnäytetyön tuotoksena tehtiin kliinisen biokemian verkkototeutus ja englanninkielinen käännös Konelab™ 20i - ja 20XTi - analysaattoreiden toimintaohjeesta vaihto-opiskelijoille kliinisen biokemian opintojaksoa varten. Onnistunut verkkototeutus saatiin rakennettua huolellisen suunnittelun ja tarkkojen tavoitteiden avulla. Opiskelijoiden oppimistarpeet otettiin huomioon kattavilla kliinisen biokemian tehtävillä. Verkkototeutuksen tehtävät ovat monipuolisia ja valitut käsitteet antavat yleiskatsauksen kliinisestä biokemiasta. Verkkototeutuksesta tuli selkeä ja rakenteesta tuli yksinkertainen. Verkkototeutuksen rakenne pidettiin yksinkertaisena, jotta vaihto-opiskelijoiden kielitaito ei vaikuttaisi merkittävästi tehtävien tekemiseen.

Verkkototeutus koostui 35 tehtävästä ja siihen sisältyi kolme erillistä osuutta. Verkkototeutus sisälsi kliinisen biokemian keskeiset käsitteet-, kliinisen biokemian laboratoriotyöskentelyn perusteet- ja Cobas e 411- osuudet. Vaihto-opiskelijoille oli varattu verkkototeutuksen tekemiseen 30 tuntia ja tehtävien laajuus oli mitoitettu annetun tuntimäärän mukaisesti. Verkkototeutus tallennettiin Word-tiedostoon, josta se voidaan siirtää verkkooppimisalustalle Optimaan. Verkkotuotoksen lähteiden tiedot perustuivat Konelab™ ja Cobasin valmistajan kirjoittamiin tietoihin, joten tämän opinnäytetyön tekijät pitivät lähteitä luotettavina. Verkkototeutuksen tehtävät perustuivat Turun ammattikorkeakoulun lukuvuoden 2016 bioanalytikkokoulutuksen kliinisen biokemian opintojakson toteutussuunnitelman tavoitteisiin.

Kliinisen biokemian keskeiset käsitteet-osuus rakentui kahdeksasta sanaselitystehtävästä ja viidestä monivalintatehtävästä. Sanaselitystehtävien käsitteiksi valikoituivat 11 käsitettä, jotka olivat plasma, seerumi, antigeeni, vasta-aine, absorbanssi, kalibrointi, kontrolli, spektrofotometria, turbidometria, potentiometria ja ioniselektiivinen elektrodi. Monivalintatehtävässä käsiteltiin hemolyysiä, ikteerisyyttä, tarkkuutta ja laadunhallintaa. Verkkotehtävien kliinisen biokemian laboratoriotyöskentelyn perusteet- osuus sisälsi kymmenen kysymystä, jonka vastaukset perustuivat Konelab™ 20i ja 20XTi analysaattorin käyttöliittymään ja englanninkielisen Konelab™ 20i ja 20XTi toimintaohjeen käännökseen. Kliinisen biokemian laboratoriotyöskentelyn perusteet- osuus sisältää myös kuusi monivalintakysymystä Konelab™ 20i ja 20XTi sekä Cobas e 411 analysaattorin toiminnasta. Verkkototeutuksen viimeinen osuus koostui kuudesta Cobas e 411- analysaattorin toimintaan perustuvista tehtävistä. Tehtävät koostuivat viidestä Cobas e 411-

analysointitoimintaan liittyvistä mallivastaustehtävistä sekä yhdestä laajemmasta sanaselitystehtävästä. Toimintaan perustuvat tehtävät koostuivat Cobas e 411-analysointitoimintaperiaatteista ja toimintaperiaatteista. Toimintaperiaatteisiin luokiteltiin kilpailu-, kaksoisvasta-aine- sekä sidepalkkiperiaate. Laajempi sanaselitystehtävä perustui kaksoisvasta-aineen periaatteen vaiheisiin. Tehtävien pohjana käytettiin Cobas e 411 - Compendium of Background Information – manuaalia, joka olisi opiskelijoiden käytettävissä PDF-muodossa verkko-oppimisympäristössä-Optimassa.

Konelab™ 20i ja 20XTi toimintaohje käännöksestä saatiin tehtyä selkeä ja niin tarkka käännös kuin oli kieliopillisesti mahdollista. Lopullisen toimintaohjeen käännöksen sivumääräksi tuli kahdeksan sivua alkuperäisestä kuudesta sivusta. Kieliopillisista syistä pieniä muutoksia toimintaohjeen käännökseen tehtiin toimintaohjeen selkeyden ja ymmärtävyyden vuoksi. Englanninkielinen toimintaohje näyttää rakenteeltaan samalta kuin suomenkielinen vuonna 2015 päivitetty toimintaohje.

6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kliinisen biokemian verkkototeutus vaihto-opiskelijoille itsenäistä opiskelua varten sekä englanninkielinen käännös Konelab™ 20i ja -20XTi toimintaohjeesta kliinisen biokemian laboraatiotunneille. Tämän opinnäytetyön tuotos tehtiin Turun ammattikorkeakoulun bioanalytikkokoulutuksen kliinisen biokemian opintojaksoa varten. Tämä opinnäytetyö oli tarkoitettu vaihto-opiskelijoille, jotka hyötyivät tämän opinnäytetyön tuotoksesta kehittämällä ammattiosaamistaan opiskeluvaihtonsa aikana. Vaihto-opiskelijat voivat tulevaisuudessa hyödyntää vaihdossa opittuja asioita muissa opinnoissaan ja työelämässä. Garamin (2005) tekemän tutkimuksen mukaan opiskelijaliikkuvuuden vaikutus työelämään ja työllisyyteen ovat tapauskohtaisia. Erityisesti sosiaali- ja terveysalan toimialoissa työnantajat pitävät kykyä toimia erilaisista kulttuureista tulevien henkilöiden kanssa hyvänä asiana.

Tämän opinnäytetyön tekijät hyötyivät tästä opinnäytetyöstä, sillä tekijöiden täytyi kehittyä tieteellisen tekstin tuottajina ja sisällön käsittely vaati kehittymistä bioanalytikon ammattilaisina. Tieteellisen tekstin tuottaminen vaati tämän opinnäytetyön tekijöiltä lähdekritiikkiä ja tekstin jäsentelykykyä. Tämän opinnäytetyön tekijöiden ammatillinen taito kehittyi, koska tuotos vaati lisäperehtymistä kliiniseen biokemiaan. Tämän opinnäytetyön tuotokset tehtiin englanninkielisiksi, jolloin opinnäytetyön tekijöiden englanninkielen ammattisanasto kehittyi. Tämä opinnäytetyön haasteita olivat kliinisen biokemian verkkototeutuksen toimivuuden testaus ja vaihto-opiskelijoiden Konelab™ 20i ja 20XTi toimintaohjeen käännöksen sujuvuuden testaus laboraatiotunneilla. Syksyn 2016 aikana bioanalytikkokoulutukseen ei osallistunut vaihto-opiskelijoita. Tästä johtuen jäi epäselväksi, ovatko tämän opinnäytetyön verkkototeutuksen tehtävät tarpeeksi kattavia ja ymmärrettäviä. Epäselväksi jää myös toimintaohjeen käännöksen rakenteen selkeys ja käytännön toimivuus.

Tämä opinnäytetyö tehtiin tutkimussuunnitelman aikataulun mukaisesti ja tutkimustehtävät suoritettiin kesän ja syksyn 2016 aikana. Tutkimustehtävien verkkototeutus rakentuu kolmesta kokonaisuudesta, joissa käytiin läpi kliinisen biokemian keskeisiä käsitteitä, laboratoriotyöskentelyn perusteita sekä Cobas e 411 toimintamenetelmiä. Verkkototeutus koostui 35 sananselitys- ja monivalintatehtävästä. Tämän opinnäytetyön tuotoksesta saatiin tehtyä yhtenäinen lopputulos. Konelab™ 20i ja 20XTi- toimintaohjeen käännös ja verkkototeutus muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden, täydentäen toinen toistaan.

Verkkotuotoksen avulla opitut asiat edesauttavat laboraatiotunneilla työskentelemistä ja toimintaohjeen käännöstä tarvittiin verkkototeutuksen tehtävissä.

Tämän opinnäytetyön verkkototeutuksessa hyödynnetään kognitiivista ja konstruktivistista oppimismallia, jonka mukaan oppija käyttää aikaisempia tietojaan pohjana uuden tiedon sisäistämiseen. Verkkototeutuksen tekeminen vaatii vaihto-opiskelijalta ongelmanratkaisutaitoa ja kykyä työskennellä itsenäisesti. Tämän opinnäytetyön tekijät ovat ottaneet huomioon mahdollisuuden, että kaikki vaihto-opiskelijat eivät opi parhaiten itsenäisesti työskennellen. Kirchnerin ym. (2006) mukaan nykytietämyksemme ihmisen kognitiivisesta ajattelusta ja sen yhteydestä sekä lyhyt- että pitkäaikaiseen muistiin ei tue tällaista minimaalisesti ohjattua opetuksen teoriaa (Kirchner ym. 2006). Tästä johtuen itsenäinen työskentely verkkototeutuksen parissa on vain yksi osa kliinisen biokemian opintojakson kokonaisuutta. Opintojakso sisältää itsenäisen työskentelyn lisäksi, käytännön työskentelyä laboraatiotunneilla ja oman oppimisen pohdintaa oppimispäiväkirjassa. Tämän kokonaisuuden avulla vaihto-opiskelija saa kokonaisvaltaisen kuvan kliinisestä biokemiasta.

Vaihto-opiskelijat joille tämä opinnäytetyön tuotos on tarkoitettu, eivät välttämättä suorita verkkototeutusta omalla äidinkielellään, joka voi aiheuttaa opiskelijalle haasteita. Verkkototeutuksen tehtävät koostuvat 35 tehtävästä ja sen suorittamiseen on varattu 30 tuntia eli yhden tehtävän suorittamiseen jää noin 50 minuuttia aikaa. Itsenäinen työskentely mahdollistaa sen, että opiskelijat voivat omalla ajallaan miettiä ja vastata verkkototeutuksen tehtäviin. Verkossa tapahtuvalla opiskelulla on myös muita myönteisiä vaikutuksia opiskelijan oppimiseen. Barkerin ja Gossmanin (2013) tekemän kyselyn perusteella verkkototeutuksen käytöllä oli positiivisia vaikutuksia opiskelijan oppimiseen. Itsenäistä opiskelua oli edesauttanut virtuaalisen oppimisalustan joustavuus eli opiskelijan vapaus päättää milloin ja missä opiskelu tapahtuu.

Verkkototeutukseen valittiin kliinisen biokemian keskeisiä käsitteitä, jotka opiskelijoiden tulisi osata. Onnistunut verkkototeutus on suunniteltu huolellisesti ja siinä on otettu huomioon opiskelijoille asetetut tavoitteet (Hanover Research 2014). Tehtävien aiheisiin vaikutti Turun ammattikorkeakoulun kliinisen biokemian analysaattorit, joiden analysointimenetelmiä kysyttiin verkkototeutuksessa. Verkkototeutuksen termit ja käsitteet valikoituivat, koska opinnäytetyön tekijät ovat oman bioanalytikkokoulutuksensa aikana todenneet niiden olevan tärkeitä kliinisen biokemian opintojen kannalta. Verkkototeutuksen kliinisen biokemian laboratoriotyöskentelyn perusteet - osuus painottui Konelab™ 20i ja

20XTi analysointiperiaatteiden toimintaan, koska Cobas e 411-analysointiperiaatteita ei ollut vielä opiskelijoiden käytössä opinnäytetyötä tehdessä syksyllä 2016. Kliinisen biokemian laboratoriotyöskentelyn perusteet – osuuden tehtävien tavoitteena oli edesauttaa vaihto-opiskelijoiden käytännön työskentelyä laboraatiotunneilla. Verkkototeutuksessa kysytään Cobas e 411 analysointiperiaatteisiin liittyviä kysymyksiä, mutta käytännön toimenpiteisiin liittyviä kysymyksiä ei ole. Tämä johtuu siitä, että tutkimussuunnitelmaa tehdessä Cobas e 411 -analysointiperiaatteita ei oltu vielä täysin validoitu, eikä kyseinen analysointiperiaatteita ollut vielä käytössä laboraatiotunneilla. Cobas e 411 – osuuden tehtävien tavoite on perehdyttää vaihto-opiskelijat Cobas e 411 – analysointiperiaatteeseen.

Tämän opinnäytetyön viitekehyksen keskeiset käsitteet olivat verkkototeutus ja kliininen biokemia. Verkkototeutus kappaleessa käsiteltiin oppimista, oppimismenetelmiä, verkko-oppimista ja millainen on hyvä verkko-oppimisympäristö. Viitekehyksessä käsitteitä käytiin läpi tasapuolisesti, mutta pääpaino oli verkko-oppimisessä, sillä aihe on suuressa osassa tässä opinnäytetyössä. Verkkototeutuksen teoriassa käsiteltiin kliinistä biokemian yleisesti, verkkototeutuksen keskeisiä termejä, Konelab™ - ja Cobas – analysointiperiaatteiden toimintaa sekä keskeisiä analysointimenetelmiä. Verkkototeutuksen teoria - osuuden aihealueet käsiteltiin tasapuolisesti. Tämän opinnäytetyön viitekehyksen lähteiksi valikoituivat mahdollisimman uudet ja päivitetty versiot. Materiaalina käytettiin myös hieman vanhempia lähteitä, kuten vuodelta 1999 tai 2002. Nämä kyseiset lähteet olivat analysointimenetelmiin ja oppimisteorioihin perustuvia lähteitä. Analysointimenetelmien periaatteet ja oppimisteoriat eivät ole muuttuneet, jonka takia lähteinä voitiin käyttää vanhempia julkaisuja.

Tämän opinnäytetyön haasteita olivat toteutussuunnitelmien muutokset ja eroavaisuudet. Kliinisen biokemian verkkototeutuksen verkkotehtävät perustuivat Turun ammattikorkeakoulun kliinisen biokemian opintojakson tavoitteisiin. Verkkotehtävät perustuivat 2016 lukuvuoden kliinisen biokemian opintojaksojen toteutussuunnitelmaan. Muutokset opintojaksojen toteutussuunnitelmiin vaikeuttivat verkkototeutuksen sisällön rajaamista. Mahdollisten muutoksien seurauksena verkkototeutuksen sisältö ei välttämättä vastaa uuden opintojakson tavoitteita. Bioanalytikkokoulutuksen toteutussuunnitelma Turun ammattikorkeakoulussa ei välttämättä ole yhtenevä muiden maiden bioanalytikkokoulutuksen toteutussuunnitelmien kanssa. On otettava huomioon, että vaihto-opiskelijat, joille verkkotehtävät on tarkoitettu, eivät välttämättä kotimaassaan käytä samoja analysointiperiaatteita tai analysointimenetelmiä. Verkkototeutuksessa käsitellyt käsitteet ovat olennaisia asioita kliinisessä biokemiassa, riippumatta mitä analysointiperiaatteita käytetään.

Muita haasteita tässä opinnäytetyössä olivat opiskelijoiden englanninkielen taso ja tuotosten kieliopillinen oikeaoppisuus. Molemmat opinnäytetyön tekijät ovat äidinkieleltään suomenkielisiä, jolloin englanninkieli haluttiin tarkastaa kieliopillisista virheistä. Tämän opinnäytetyön verkkotuotoksen tehtävien ja toimintaohjeen käännös tarkastutettiin englanninkielen opettajalla, jolloin varmistettiin kieliopin oikeaoppisuus. Tämän opinnäytetyön tuotokset annettiin Turun ammattikorkeakoulun kliinisen biokemian opintojakson käyttöön ja muokkausoikeus myönnettiin. Tuotoksia ei lisätty opinnäytetyöhön liitteinä, koska tuotokset tulevat ainoastaan Turun ammattikorkeakoulun kliinisen biokemian opintojakson käyttöä varten. Jatkotutkimusaiheita ovat Cobas e 411 – analysaattorin englanninkielinen toimintaohje käännöksen tekeminen ja verkkototeutuksen Cobas e 411 – osuuden täydentäminen. Toinen jatkotutkimuksen aihe on kliinisen biokemian verkkototeutuksen ja englanninkielisen Konelab™ 20i ja 20XTi toimintaohjeen käännöksen toimivuuden testaaminen käytännössä.

LÄHTEET

Aducate, Avoin yliopisto. Oppimisteoriat ja – näkökulmat. Itä-Suomen Yliopisto. Viitattu 2.11.2016

<https://www.uef.fi/web/aducate/oppimisteoriat-ja-nakokulmat>.

Armstrong S. 2013. Online Learning Advantages and Disadvantage. E-learning Industry. Viitattu 26.4.2016

<http://elearningindustry.com/advantages-and-disadvantages-of-online-learning>.

Ashwood, E.R.; Burtis, C.A. & Bruns, D.E. 2011. Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. 5th edition. Elsevier. Saatavilla sähköisessä muodossa:

https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=BBLRUI4aHhkC&oi=fnd&pg=PT23&dq=clinical+biochemistry+in+laboratories&ots=C2oEIRllsS&sig=aEK-PUORMX3SY4dUx8Bq5LByEJT4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

Barker, J. & Gossman, P. 2013. The learning impact of a virtual learning environment: students' views. Teacher Education Advancement Network Journal. University of Cumbria. Vol. 5, No 2, 19-38. Saatavilla sähköisessä muodossa:

<http://194.81.189.19/ojs/index.php/TEAN/article/viewFile/146/261>.

Burtis, C.A. & Bruns, D.E. 2015. Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics. Seventh Edition. St.Louis: Elsevier.

Eden, P.R. 2015. Quality control in clinical laboratory samples. Medical Laboratory Observer. Viitattu 31.10.2016

<http://www.mlo-online.com/quality-control-in-clinical-laboratory-samples.php>.

Elearningnc. 2016. What is elearning? eLearningNC.gov. Viitattu 27.5.2016

http://www.elearningnc.gov/about_elearning/what_is_elearning/.

Eskelin, S. 2016. Veren aineosat. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 31.10.2016

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk02011&p_haku=plasma.

Garam, I. 2005. Opiskelijoiden kansainvälinen liikkuvuus ja työelämä -työnantajien näkemyksiä ulkomailla opiskelun ja harjoittelun merkityksestä. Kansainvälisen henkilövaihdonkeskus CIMO. 55-60. Saatavilla sähköisessä muodossa:

http://www.cimo.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/cimo/embeds/cimowwwstructure/15451_opiskelijoiden_liikkuvuus_tyoelama.pdf.

Geisler, J. 2015. Choosing the Best Detection Method: Absorbance vs. Fluorescence. Biocompare. Viitattu 13.10.2016

<http://www.biocompare.com/Bench-Tips/173963-Choosing-the-Best-Detection-Method-Absorbance-vs-Fluorescence/>.

Grand Canyon University. Ethical considerations. Center of innovation of research and teaching. Viitattu 15.10.2016

<https://cirt.gcu.edu/research/developmentresources/tutorials/ethics>.

Hakonen, P. 2012. Toiminnallisen opinnäytetyön erityispiirteitä. Metropolia. Viitattu 17.11.2016

<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=57182852>.

Hanover Research 2014. Strategies for Virtual Learning Implementation. District Administration Practice. 4-16. Saatavilla sähköisessä muodossa:

<http://www.hanoverresearch.com/media/Strategies-for-Virtual-Learning-Implementation.pdf>.

Heiskanen, N. 2016. Spektrofotometrin historiaa, toiminta ja sovelluksia – esimerkkinä klorofyllin määrittäminen. Kandidaatti tutkielma. Helsinki: Helsingin yliopisto. 2-18.

Saatavilla sähköisessä muodossa:

http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/ont/Heiskanen_N_2016_kandidaatintutkielma.pdf.

Helsingin yliopisto 2016. Tutkimusetiikka. Viitattu 17.11.2016

<https://www.helsinki.fi/fi/tutkimus/tutkimusetiikka>

Holberg, P.; Perkiö, J. & Hiltunen, E. 2002. Santorius – Biotieteiden fysiikka. 1.painos. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Ilomäki, L. 2012. E-oppimateriaalit oppimisen ja opettamisen tukena. Ilomäki, L. (toim.) Laatus e-oppimateriaaleihin – E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Opetushallitus. 7-11. Saatavilla sähköisessä muodossa:

http://www.oph.fi/download/144415_Laatus_e-oppimateriaaleihin_2.pdf.

Keränen, V. & Penttinen, J. 2007. Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas. 1. painos. Jyväskylä: WSOYpro/ Docendo-tuotteet.

Kielitoimiston sanakirja 2016. Oppia. Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy. Viitattu 26.4.2016

<http://www.kielitoimistonsanakirja.fi/netmot.exe?ListWord=oppia&SearchWord=oppia&dic=1&page=results&UI=fi80&Opt=1>.

Kirschner, P.A.; Sweller, J. & Clark, R.E. 2006. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*. Taylor and Francis Group. Vol. 41, No 2, 75-86. Saatavilla sähköisessä muodossa:

http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1.

Koppa 2010a. Empiristis-behavioristiset opetusmenetelmät. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 19.10.2016

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/mit/tietotekniikan-opetuksen-perusteet/oppimisen-tukeminen/oppimiskaesitysten-paaesuuntauksista-1/empiristis-behavioristiset-opetusmenetelmaet>.

Koppa 2010b. Kognitiivis-konstruktivistiset opetusmenetelmät. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 17.10.2016

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/mit/tietotekniikan-opetuksen-perusteet/oppimisen-tukeminen/oppimiskaesitysten-paaesuuntauksista-1/kognitiivis-konstruktivistiset-opetusmenetelmaet>.

Koramo, M. 2012. Ammattikoulutuksen kansainvälistyminen. Koramo, M. (toim.) Kansainvälistymisen kehittäminen ammatillisessa peruskoulutuksessa - koonti Opetushallituksen valtionavustusrahoituksella tuetuista ammattikoulutuksen kansainvälistymishankkeista. Opetushallitus. 5-7. Saatavilla sähköisessä muodossa:

http://www.oph.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/oph/embeds/ophwwwstructure/140184_Kansainvalistymisen_kehittaminen_ammattillisessa_peruskoulutuksessa.pdf.

Lehtinen, E.; Kuusinen, J. & Vauras, M. 2007. Kasvatus psykologia. 2. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.

Liukko, S. 2012. Opinnäytetyön raportointi. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 17.11.2016

<http://oppimateriaalit.jamk.fi/raportointiohje/tag/toiminnallinen-opinnaytetyo/>

Nordgren, T. 2016. Sähköpostihaastattelu 25.11.2016.

Potentiometria. Laboratorioanalyysit. 6.2. Opetushallitus. Viitattu 17.10.2016

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/analyysimenetelmat_6-2_potentiometria.html.

Randox Quality Control 2015. The Importance of Instrument Calibration in Clinical Lab Testing. Linked In. Viitattu 31.10.2016

<https://www.linkedin.com/pulse/importance-instrument-calibration-randox-quality-control>.

Reime, M.H.; Harris, A.; Aksnes, J. & Mikkelsen, J. 2008. The most successful method in teaching nursing students infection control – E-learning or lecture?. *Nurse Education Today*. Elsevier.

Vol. 28, No.7, 798–806. Saatavilla sähköisessä muodossa:

<http://www.sciencedirect.com.ezproxy.turkuamk.fi/science/article/pii/S0260691708000294>.

Roche 2009. Cobas e 411 analyzer. Roche Diagnostics GmbH. 2-11. Saatavilla sähköisessä muodossa:

https://www.aub.edu.lb/fm/cmop/downloads/cobas_e_411_EN.pdf.

Roche 2011. Elecsys® with ECL technology- Still light years ahead. Roche Diagnostics Ltd. 2-9. Saatavilla sähköisessä muodossa:

http://www.cobas.com/content/dam/cobas_com/pdf/product/Technology%20Elecsys%20ECL/Elecsys%20Technology%20Brochure%20I.pdf.

Roche 2013a. Cobas e 411 analyzer – Operation's Manual. Version 2.1. Roche Diagnostics GmbH.

Roche 2013b. Elecsys® Tacrolimus- Electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) for the in vitro quantitative determination of tacrolimus in human whole blood. Roche Diagnostics International Ltd. 1-2. Saatavilla sähköisessä muodossa:

http://www.cobas.be/content/dam/internet/dia/cobas/cobas_be/en_BE/cobas/pdf/product1/Elecsys%20Tacrolimus%20assay/Fact%20Sheet%20Elecsys%20Tacrolimus.pdf.

Roche. Cobas e 411 – Compendium of Background Informatio. Version 1.1. COBI-CD.

Shuell, T. 2013. Theories of Learning. The Gale Group, Inc. Viitattu 25.5.2016

<http://www.education.com/reference/article/theories-of-learning/>.

Stahl, G.; Rohde, M. & Wulf, V. 2007. Computer support for learning communities. *Behaviour & Information Technology*. Taylor and Francis Group. Vol. 26, No 1, 1-3. Saatavilla sähköisessä muodossa:

<http://dx.doi.org/10.1080/01449290600811495>.

Suomela, A. 2016. Konelab-koulutus, 19.1.2016 AMK Turku. Thermo Fisher Scientific.

Suomen Bioanalytikkoliitto ry 2016. Kliininen kemia. Viitattu 17.2.2016

http://www.bioanalytikkoliitto.fi/bioanalytikon_ammatti/erikoisalut/kliininen_kemia/.

Thermo Electron Corporation 2006b. Konelab Reference Manual. Vantaa: Thermo Electron Oy, Clinical Diagnostics, Clinical Chemistry & Automation Systems.

Thermo Electron Corporation 2008. Konelab Käyttöohjeet. Vantaa: Thermo Electron Oy, Clinical Diagnostics, Clinical Chemistry & Automation Systems.

Thermo Electron Corporation. 2006a. Diagnostiikkatiedote – elektrolyyttien mittaamisesta ja ioniselektiivisten elektrodien (ISE) käytöstä Konelab – analysointilaitteilla. Vantaa: Thermo Electron Oy, Clinical Diagnostics, Clinical Chemistry & Automation Systems.

Thermo Fisher Scientific 2007. Plasma and Serum Preparation. Viitattu 31.10.2016

<https://www.thermofisher.com/fi/en/home/references/protocols/cell-and-tissue-analysis/elisa-protocol/elisa-sample-preparation-protocols/plasma-and-serum-preparation.html#>.

Thermo Scientific 2008. Thermo Scientific Konelab 20 and 20XT Analyzers. 2-4. Saatavilla sähköisessä muodossa:

<http://photos.labwrench.com/equipmentManuals/11059-4412.pdf>.

Turun ammattikorkeakoulu 2016a. Opiskelu ammattikorkeakoulussa. Viitattu 29.2.2016.

<http://www.turkuamk.fi/fi/tutkinnot-ja-opiskelu/opiskelu-turun-amkssa/opiskelu-ammattikorkeakoulussa/>.

Turun ammattikorkeakoulu 2016b. Kliininen biokemia toteutus suunnitelma NBIOAS13. So-leOPS. Viitattu 5.3.2016

https://ops.turkuamk.fi/opsnet/disp/fi/ops_OpetTapTeks/tab/tab/sea?opettap_id=9080156&opettap_kohde=&soleid=61becbc0c337479de089603f74e3ab40&stack=push.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 6-10. Saatavilla sähköisessä muodossa:
http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf.

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Vilko-Riihelä, A. 1999. Psykye - Psykologian käsikirja. 1.painos. Porvoo: WSOY-kirjapainoyksikkö.

Worsfold, P.J.; Townshend, A. & Poole, C.F. 2005. Spectofotometry: Turbidimetry and nephelometry. *Encyclopedia of Analytical Science*. 2.painos. Elsevier. 343-351. Saatavilla sähköisessä muodossa:

https://www.researchgate.net/publication/244575279_Spectrophotometry_Turbidimetry_and_nephelometry.

Åkerman, K.; Jokela, H.; Savolainen, K.; Parviainen, M.; Savolainen, E-R. & Orpana, A. 2014. Laboratorion perusmenetelmät. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) *Laboratoriolääketiede – Kliininen kemia ja hematologia*. 3.-4 painos. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy.