



Essi Nurmi

# Verkkomateriaali diabeteksestä ja siihen liittyvistä laboratoriotutkimuksista itsenäiseen opiskeluun

Opinnäytetyön raportti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveysalan ammattikorkeakoulututkinto

Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

30.3.2025



**Metropolia**

# Tiivistelmä

Tekijä:	Essi Nurmi
Otsikko:	Verkkomateriaali diabeteksesta ja siihen liittyvistä laboratoriotutkimuksista itsenäiseen opiskeluun
Sivumäärä:	37 sivua
Aika:	15.4.2025
Tutkinto:	Sosiaali- ja terveystieteiden ammattikorkeakoulututkinto
Tutkinto-ohjelma:	Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma
Ohjaaja:	Tutkintovastaava Riitta Lumme

---

Diabetes mellitus on kansallisesti ja kansainvälisesti jo kauan tunnettu ja yleinen sairaus. Diabetes kuormittaa terveydenhuoltoa ja kansantaloutta yleisyytensä lisäksi useilla liitännäissairauksilla ja jatkuvaa seurantaa vaativana, erilaisilla tutkimuksilla ja sairaanhoidolla. Bioanalytikoilla on tärkeä rooli diabeteksen ennaltaehkäisemisessä, diagnosoinnissa ja seurannassa. Bioanalytiikon hyvä ymmärrys diabeteksestä, sen vaikutuksesta koko elimistöön ja niihin liittyvistä tutkimuksista on yksilön, terveydenhuollon ja koko kansantalouden etu.

Opinnäytetyö Diabeteksen laboratoriotutkimuksia- Moodle -työtilan innovointi on tehty sopimuksella Metropolian Ammattikorkeakoulun käyttöön ja kehitettäväksi. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa interaktiivista oppimateriaalia diabeteksesta ja siihen liittyvistä laboratoriotutkimuksista. Opinnäytetyön tuotos täydentää toisen vuoden bioanalytikko-opiskelijoiden koulutusta tuomalla uutta, erilaiset oppimistyylit huomioon ottavaa oppimateriaalia tukemaan opiskelijoiden itsenäistä opiskelua. Tämän opinnäytetyön tuotos on tarkoitettu Metropolian bioanalytiikan tutkinto-ohjelman opettajien sekä oppilaiden käyttöön, täydentämään Lääketieteen osa-alueet: Sisätaudit ja kirurgia- kurssia.

Opinnäytetyön tuotos sisältää luettavaa materiaalia, joka on lisätty oppimisolustalle verkkolinkkeinä. Linkit vievät sivustoille, joissa on suosituksia ja tutkimusohjeita koskien diabetesta ja siihen liittyviä laboratoriotutkimuksia, ja niitä on käytetty myös opinnäytetyön teoreettisessa osassa. Tuotoksessa olevat interaktiiviset tehtävät on rakennettu kuvitteellisten potilastapausten ympärille autenttisuuden vuoksi, ja ne hyödyntävät teoriassa opitun asian soveltamista käytäntöön. Interaktiivinen oppimateriaali on vuorovai-kutteista sisältöä, jossa opiskelija osallistuu aktiivisesti oppimisprosessiin ja saa tietoa omasta edistymisestään.

Itsenäinen oppiminen ja verkko-opiskelu ovat viime vuosina saaneet merkittävän roolin ammattikorkeakouluissa. Erityisesti koronapandemian aikana tapahtui nopea siirtyminen verkko-opetukseen, mikä lisäsi tarvetta muuntaa opetusmateriaali digitaaliseen muotoon. Laadukas verkko-oppimateriaali on hyvin suunniteltua, herättää kiinnostusta, on käyttäjäystävällistä, kannustaa oppimiseen ja on sovellettavissa käytäntöön. Tämän opinnäytetyön tuotos on tarkoitus olla diabeteksesta ja siihen liittyvistä laboratoriotutkimuksista motivoiva verkkomateriaali bioanalytiko-opiskelijoille itsenäisen oppimisen tueksi.

Avainsanat: diabetes, laboratoriotutkimukset, verkkomateriaali,  
Moodle, oppiminen, verkkopedagogiikka

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author(s):	Essi Nurmi
Title:	Diabetes
Number of Pages:	37 pages
Date:	16.4.2025
Degree:	Batchelor of Health Care
Degree Programme:	Biomedical Laboratory Science
Instructor(s):	Riitta Lumme

---

Diabetes mellitus has long been known as a common disease both nationally and internationally. Diabetes burdens healthcare and the national economy not only due to its prevalence but also through various comorbidities and the need for continuous monitoring, involving various studies and patient care.

Medical laboratory scientists play a crucial role in the prevention, diagnosing, and monitoring of diabetes. A good understanding of diabetes by medical laboratory scientists, its impact on the entire body, and related studies is therefore beneficial for individuals, healthcare, and the entire national economy.

The thesis on Laboratory Studies of Diabetes - Innovation in the Moodle Workspace has been created under an agreement for the use and development by Metropolia University of Applied Sciences. The thesis was carried out as a functional thesis. The purpose of the thesis was to produce interactive learning material about diabetes and related laboratory studies. The output of the thesis complements the education of second-year medical laboratory scientist students by providing new learning materials that take into account different learning styles to support students' independent studies. This thesis output is intended for the use of teachers and students in the bioanalytic degree program at Metropolia, complementing the Medical Science areas: Internal Medicine and Surgery- course.

The output of the thesis includes reading material that has been added to the learning platform in the form of web links. The links lead to sites with recommendations and research guidelines regarding diabetes and related laboratory studies, and they have also been used in establishing the knowledge base of the thesis. The interactive tasks included in the output are built around fictional patient cases for authenticity and utilize the application of theory learned in practice. The interactive learning material is reciprocal, where the student plays an active role in engaging with the content of the learning material and receives information about their progress.

Independent learning and online study have gained significant importance in universities of applied sciences in recent years. Especially during the coronavirus pandemic, there was a rapid shift to online learning, which increased the need to transfer teaching materials into digital format. Online learning materials are of high quality when they are appropriately targeted in content, spark interest, are user-friendly, encourage learning, and are applicable in practice. The output of this thesis is intended to be motivating online material about diabetes and related laboratory studies for medical laboratory scientist students to support independent learning.

Keywords: diabetes, laboratory tests, online material, Moodle, learning, online pedagogy

---

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	3
3	Diabetes	3
3.1	Diabeteksen historiaa	3
3.2	Diabeteksen muotoja	4
3.3	Diabeteksen liitännäissairauksia	7
3.4	Diabeteksen fysiologiaa	10
4.	Laboratoriotutkimukset diabeteksen diagnosoinnissa, erotusdiagnoosiikassa ja seurannassa	13
4.1	Diabeteksen diagnosointi	13
4.2.	Diabeteksen muotojen erotusdiagnoosiikka	14
4.3.	Diabeteksen seuranta laboratoriotutkimuksin	15
5.	Laadukkaan verkkomateriaalin perusta itsenäisen opiskelun tueksi	17
5.1.	Oppiminen verkkoympäristössä	17
5.2.	Itsenäinen opiskelu	18
5.3	Digitaaliset oppimisympäristöt	19
6.	Opinnäytetyön toteuttaminen	20
6.1.	Tiedonhaku	20
6.2.	Lähtötilanteen kartoitus	20
6.3.	Menetelmälliset lähtökohdat	21
6.4.	Opinnäytetyön eteneminen	21
7.	Tuotos	23
7.1	Verkkomateriaali	23
7.2	Palaute tuotoksesta	25
8.	Pohdinta	28
8.1	Tuotoksen tarkastelu	28
8.1	Luotettavuus ja eettisyys	29
8.2	Tuotoksen hyödyntäminen ja tulevaisuus	29
8.3	Ammatillinen kasvu	29
	Lähteet	31



# 1 Johdanto

Diabetes on kansallisesti ja kansainvälisesti jo kauan tunnettu ja yleinen sairaus. Who:n mukaan 422 miljoonaa ihmistä ympäri maailman sairastaa diabetesta ja tästä syystä maailmanlaajuisesti on sovittu tavoitteeksi pysäyttää diabetes mellituksen ja liikalihavuuden lisääntyminen vuoteen 2025 mennessä. Suomessa diabetesta sairastaa noin 500 000 ihmistä diabetesliiton mukaan ja se on luokiteltu kansantaudiksi. (Tarnanen & Niskanen & Komulainen 2024; Tyypin 2 diabetes.)

Diabetes kuormittaa terveydenhuoltoa ja kansantaloutta yleisyytensä lisäksi useilla liitännäissairauksilla ja jatkuvaa seurantaa vaativana, erilaisilla tutkimuksilla ja sairaanhoidolla. Diabetes mellituksen hoito maksoi jo vuonna 2011 ilman lisäsairauksia noin 1300 euroa diabetesta sairastavaa kohti vuodessa. Lisäsairaudet nostivat kustannukset henkilöä kohden 5700:an euroon vuodessa. (Diabeteksen kustannukset, THL.)

Bioanalytikoilla on tärkeä rooli diabeteksen ennaltaehkäisemisessä, diagnosoinnissa ja seurannassa. Diagnosointi ja erotusdiagnostiikka vaativat ymmärrystä anatomiasta ja fysiologiasta, kemiasta ja biokemiasta. Diabetes voi olla hengenvaarallinen, joten bioanalytikon tulisi ymmärtää hyper- ja hypoglykemian, sekä ketoasidoosin oireet ja niiden diagnosointi. Sairauden eri muodot voivat olla hankalia erottaa, tai olla potilaalla jopa limittäin. Ikä, potilaan kunto ja oireet on otettava huomioon laboratoriotulosten ohella, esimerkiksi diabetesoireisen lapsen tulisi ohjata jatkohoitoon heti. Monet laboratoriotutkimukset eivät liity diabetekseen suoranaisesti, mutta ovat silti yhtä tärkeitä kuin verensokeritutkimukset. Bioanalytikon hyvä ymmärrys diabeteksestä, sen vaikutuksesta koko elimistöön ja niihin liittyvistä tutkimuksista on siis yksilön, terveydenhuollon ja koko kansantalouden etu.

Metropolia ammattikorkeakoulun opintosuunnitelmassa diabeteksen opiskelu sisältyy Lääketieteen osa-alueet: Sisätaudit ja kirurgia- kurssin alle. Kyseisen kurssin laajuus on kaksi opintopistettä (Metropolia 2025). Työ tunteina yhden opintopisteen on laskettu olevan 27 tuntia (Opiskelijan työmäärän mitoitus ja opintopisteet), joten kyseisen kurssin laajuus tunteina olisi 52. Aiheita kurssille on annettu kahdeksan (Kuva 1.), joten teoreettisesti laskettuna diabeteksen opiskelulle olisi varattu aikaa kuusi tuntia ja 45 minuuttia. Tärkeälle ja laajalle aiheelle tuntimäärä ei ole kovin suuri ja painottuu itsenäiselle opiskelulle.

Nykyään opiskelu on siirtynyt yhä enemmän etä- ja itsenäiseen opiskeluun. Erilaisia tapoja oppia on kuitenkin paljon, eikä kaikille ole helppoa sisäistää asiaa vain lukemalla siitä. Opinnäytetyössä ideana on tukea opiskelijoita opiskelussaan tarjoamalla vaihtoehtoja, interaktiivista oppimateriaalia, minimoiden samalla myös opettajien kasvavaa kuormaa. Itsensä johtaminen on kuitenkin yksilöllistä, joten opettajilla on tärkeä rooli edelleen opiskelijoiden ohjaamisessa, seurannassa ja tarjoamalla pääsy materiaaleihin.

## ✓ Opintojakson kuvaustiedot

### Osaamistavoitteet

Opiskelija

- osaa tunnistaa yleisempiä sisätauteihin liittyviä sairauksia sekä osaa kuvailla keskeisten sisätautien oireet ja tietää niiden diagnostiikassa käytettäviä laboratoriotutkimuksia
- tiedostaa erilaisia kirurgisia sairauksia ja vammoja sekä tunnistaa keskeiset kirurgisen potilaan hoidossa ja hoidon seurannassa käytettävät laboratoriotutkimukset.

### Sisältö

- Erilaiset kirurgiset sairaudet
- Naistentaudit
- Sydän- ja verisuonisairaudet
- Gastroenterologiset sairaudet
- Diabetes
- Aivoverenkiertohäiriöt
- Keuhkosairaudet
- Muut sisätautiloihin liittyvät sairaudet

Kuva 1. kuvakaappaus Metropolian ammattikorkeakoulun bioanalytikko-opiskelijoiden opinto-suunnitelmasta lukukaudelle 2025-2026.

## 2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa Metropolia ammattikorkeakoululle verkkomateriaalia diabeteksestä ja siihen liittyvistä laboratoriotutkimuksista osaksi Lääketieteen osa-alueet: Sisätaudit ja kirurgia opintojaksoa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tukea toisen vuoden bioanalytiikan opiskelijoiden itsenäistä oppimista diabetekseen liittyvien laboratoriotutkimusten osalta.

Ohjaavat kysymykset:

-Miten tuottaa laadukasta verkkomateriaalia diabetekseen liittyvistä laboratoriotutkimuksista Metropolia ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoiden itsenäisen opiskelun tueksi?

-Mikä verkkomateriaalin sisältö on, jotta se tukee oppilaiden opiskelua opetussuunnitelman mukaisesti?

## 3 Diabetes

### 3.1 Diabeteksen historiaa

Diabetes on Kreikan kielinen sana ja tarkoittaa karkeasti käännettynä ”läpi menemistä”, jolla viitataan taudin aiheuttamaan suurten nestemäärien kulkuun ihmiskehon läpi. Sairaudesta on tunnettu jo antiikin aikaan ja ensimmäinen testausmenetelmä keksittiin 1700-luvulla, kun Matthew Dobson huomasi diabetesta sairastavien potilaiden virtsan maistuvan makealta. 1800-luvulla Paul Langerhans löysi haiman saarekesolut ja 40 vuotta myöhemmin Edward Sharpey-Schäfer ymmärsi näiden merkityksen insuliinin tuottajina. Syyksi sairauteen oli siis todettu insuliinin tuotannon heikkenevän haiman Langerhansin solusaarekkeiden viallisuuden seurauksena. (Lakhtakia, 2013. The History of Diabetes Mellitus.)

Läpimurto tapahtui vuonna 1921, kun Frederick Bantingin ja Charles Bestin onnistuivat uuttamaan insuliinia koiran haimasta ja näin insuliinihoito diabetekseen oli keksitty. Kolmekymmentä vuotta siitä eteenpäin keksittiin tablettimuotoinen hoito 2 tyypin diabetekseen ja kehitettiin pitkävaikutteinen insuliini. Samoihin aikoihin Frederick Sanger selvitti insuliinimolekyylin rakenteen, joka oli edellytys synteettisen insuliinin valmistamiselle, jota alettiin toteuttamaan 1960-luvulla. (Lakhtakia, 2013. The History of Diabetes Mellitus.)

10 vuotta myöhemmin onnistuttiin geenitekniikan avulla hiivasienistä ja bakteereista valmistamaan ihmisen tuottamaa insuliinia vastaava valmiste, jota ollaan kehitetty siitä eteenpäin. Insuliinin antomuodot ovat kehittyneet viime vuosikymmenien aikana teknologian avulla. (Lakhtakia, 2013. The History of Diabetes Mellitus.)

### 3.2 Diabeteksen muotoja

Diabetes on krooninen, metabolinen sairaus, joka jaetaan usein kahteen luokkaan, 1-tyypin ja 2 tyypin diabetekseksi. Luokkia on kuitenkin useita, niistä esimerkkinä raskausajandiabetes. Eri diabeteksen tyyppejä voi olla myös samanaikaisesti, tai luokittelun rajat voi olla vaikea määrittää. Yhteistä luokille on energia-aineenvaihdunnan häiriöstä johtuva veren liian korkea sokeri/(glukoosi)pitoisuus, tästä syystä diabetesta kutsuttiin ennen sokeritaudiksi. (Ilanne-Parikka, Pirjo, 2021. Diabetes ("sokeritauti").)

Plasman kohonnut glukoosipitoisuus johtuu joko insuliiniresistenssistä, eli insuliinin heikentyneestä vaikutuksesta elimistössä, insuliinihormonin puutteesta tai näistä molemmista. Insuliiniresistenssissä kehon solujen reagointi haiman erittämään insuliiniin heikenee. Alkuun keho pyrkii korjaamaan tilannetta tehostamalla insuliinin tuotantoa ja eritystä, mutta tilanteen jatkuessa ja pahentuessa haima ei enää kykene lisäämään insuliinin eritystä tarpeeksi ja veren sokeripitoisuus alkaa kasvaa. (Ilanne-Parikka, 2021. Diabetes ("sokeritauti").)

1 Tyypin diabetekseen sairastutaan yleensä alle 40-vuotiaana ja tätä kutsutaankin nuoruusiän diabetekseksi. Suomessa tämän tyypin diabetes on yleisin muihin maihin verrattuna ja tämän epäillään johtuvan suomalaisten geeniperimästä. Tällä hetkellä 1 tyypin diabetesta sairastaa Suomessa noin 50000 ihmistä Terveystieteiden tutkimuskeskuksen mukaan. Tässä sairaudessa plasman glukoositaso nousee, koska haiman saarekesolujen beetasolut tuhoutuvat autoimmuunitulehduksen seurauksena, eivätkä tuota elimistön sokerin käyttöä ja varastoitumista säätelevää insuliinihormonia. Syytä autoim-

muunitulehdukselle ei tiedetä, eikä sitä osata ennaltaehkäistä. Autoimmuunitulehdukseen liittyy perinnöllinen alttius ja ihmisen oman suolistoflooran sekä virusten yhteisvaikutus (Ilanne-Parikka 2021; Yleistä diabeteksestä; Diabeteksen yleisyys.)

Perinnöllisestä alttiudesta huolimatta, 1 tyypin diabeteksen periytyvyys on kovin vaihtelevaa, noin 2%-10%, ja onkin todettu perinnöllisyyden aiheuttavan alttiuden, mutta puhkeamiseen vaikuttaa ympäristötekijät (Ilonen 2004; Tyypin 1 diabetes ja geenit). Ihminen ei selviä ilman insuliinia, joten korvaushoito on välttämätön muiden hoitojen, kuten ruokavalion ja liikunnan rinnalla. On ollut myös joitakin harvinaisia tapauksia, joissa 1 tyypin diabetes on pystytty parantamaan haiman siirrolla, tai kantasoluhoidolla. (Ilanne-Parikka 2021; Tyypin 1 diabetes.)

Tyyppi 2 on huomattavasti periytyvämpi diabeteksen muoto kuin tyyppi 1, se periytyy 40 % todennäköisyydellä, kun toisella vanhemmista on tyypin 2 diabetes ja 70% todennäköisyydellä kun molemmilla vanhemmilla on. Suurimmat riskitekijät tähän ”aikuisiän” diabeteksen syntyyn ovatkin perinnöllinen alttius ja ylipaino. Se on yksi yleisimpiä eitärtuvia tauteja koko maailmassa ja selkeästi yleisin diabeteksen tyyppi. Suomessa tämän tyypin diabetesta on todettu sairastavan noin 400000 ja tietämättään sairastavia voi olla jopa 100000. Sairaus puhkeaa yli 40 vuoden iässä, mutta on todettu koko ajan enenemässä määrin yhä nuoremmilla. (Groop, Leif 1994. Aikuisiän diabeteksen geenitausta.)

Tyyppi 2 eroaa tyyppi 1:stä siten että haima kyllä tuottaa insuliinia, sitä vain ei erity tarpeeksi, tai se ei vaikuta riittävästi. Lisäksi tähän liittyy lihasten ja maksan alentunut herkkyys insuliinille. Sairaus voi olla jopa vuosia oireeton ja haima saattaa lakata ajan kuluessa tuottamasta insuliinia kokonaan, jos sairautta ei saada hoitotasapainoon Tärkein hoitomuoto on elämäntapamuutos. Ylipainolla on suuri merkitys 2 tyypin puhkeamisessa. Tärkeitä ennaltaehkäisemisen keinoja ovatkin tupakoimattomuus, painonhallinta, liikunta, ruokavalio ja vähäinen alkoholin käyttö. Hoitona lääkkeetön hoito on kaikista tärkeintä, mutta lisäksi voidaan käyttää myös tablettimuotoista lääkehoitoa. Kokonaisvaltainen hoito on tärkeää taudin hallitsemiseksi, mutta myös lisäsairauksien ehkäisemiseksi. Verensokerin lisäksi seurataan ja tarvittaessa hoidetaan myös verenpainetta, kolesterolia ja veren hyytymistekijöitä. (Tarnanen ym. 2024; Tyypin 2 diabetes.)

Kolmanneksi yleisin Diabetes mellituksen tyyppi on raskausajandiabetes. Sen puhkeamiseen liittyy haiman saarekesolujen beetasolujen heikentynyt insuliinin erityis, joka johtuu perinnöllisyydestä alttiudesta ja/tai ylipainosta sekä elintavoista, samoin kuin 2 tyypin diabeteksessä. Toinen tekijä on lisääntynyt insuliiniresistenssi, johon vaikuttaa

kehon lisääntynyt rasvamäärä ja raskausajan hormonien lisääntyminen. Maksan rasvoittumisen varsinkin ylipainoisilla on todettu pahentavan insuliiniresistenssiä. (Groop 1994; Raskausdiabetes.)

Raskausajan diabetekseen sairastuneilla noin neljällä viidestä on taustalla pitkäaikainen insuliiniresistenssi. Sairaudelle altistavia tekijöitä ovat myös yli 40 vuoden ikä, sokeri aamuvirtsassa, munasarjojen monirakkulaoireyhtymä, aiempi raskausdiabetes ja aiemmassa synnytyksessä saatu yli 4,5-kiloinen lapsi (Raskausdiabetes: diabetesliitto).

Ympäristötekijät ovat myös yksi puhkeamiseen vaikuttavista tekijöistä. Yleensä raskausajandiabetes puhkeaa jo ensimmäisen raskauden aikana ja loppuu synnytykseen, se saattaa johtaa myöhemmin tyypin 2 diabetekseen. 40-60 prosentilla se myös puhkeaa seuraavissa raskauksissa. Maailmanlaajuisesti raskausdiabetes todetaan noin 14 prosentilla synnyttäneistä, Suomessa luku on noin 20%. (Raskausdiabetes, 2024. Käypä hoito -suositus).

Raskausdiabeteksen hoidon keskeisin tavoite on ehkäistä sikiön liikakasvua ja liian suurta syntymäpainoa, joka voi johtaa komplikaatioihin synnytyksessä. Suurin osa sairastuneista saadaan hoidettua elintapamuutoksilla, erityisesti ravitsemussuositusten mukaisella ruokavaliolla. Liikunta ja verenglukoosin omaseuranta ovat myös keskeisessä asemassa. Painonlaskulla ja liikunnalla voidaan vaikuttaa insuliiniresistenssiin positiivisesti. Ruokavalioidon ollessa riittämätön, otetaan käyttöön lääkehoito, joka voi olla tablettimuotoinen metformiini, insuliini, tai näiden yhdistelmä. (Similä, Minna & Kivelä, Jemina & Flinkman, Jenni & Kinnunen, Tarja I. & Koivusalo, Saira & Meinilä, Jenna 2023. Raskausdiabetes ja ravitsemus - teemmekö oikeita asioita?)

LADA-diabetes on sairaus, jossa on piirteitä 1 ja 2 tyypin diabeteksista. Sitä tavataan noin 10-15 prosentilla diabetesta sairastavista. LADA-diabeteksessa insuliinin tuotanto heikkenee haiman Langerhansin soluissa hiljalleen autoimmunitulehduksen seurauksena, joten se näyttäytyy alkuun kuin 2 tyypin diabetes, mutta taudin kehittyessä potilasta hoidetaan insuliinilla kuten 1 tyypin diabeetikkoa. Se on hitaasti kehittyvä ja puhkeaa yli 35-vuotiailla, yleensä 40-60 vuoden iässä. Nimi LADA tulee englannin kielen sanoista latent autoimmune diabetes in adults. (Ilanne-Parikka 2021. Diabetes. THL.)

MODY-diabetes on voimakkaasti perinnöllinen sairaus, jota tavataan alle 5 %:lla diabetesta sairastavista. Sairaus periytyy vallitsevasti, joten jos toisella vanhemmista on sairaus, puolet lapsista perii sen. Tämän tyypin diabetes puhkeaa usein 20-30-vuotiaana, mutta voi alkaa jo alle 20-vuotiaana. MODY:ssa haima ei tuota tarpeeksi insuliinia,

mutta sairaus esiintyy hyvin yksilöllisesti ja hoitomuodot vaihtelevat sen mukaan elintapamuutoksista lääke ja insuliinihoitoon ja näiden erilaisiin yhdistelmiin. Nimi MODY tulee englannin kielen sanoista maturity-onset diabetes in the young. On olemassa myös muita perinnöllisiä diabeteksen tyyppisiä, mutta ne ovat hyvin harvinaisia. Diabetes voi puhjeta myös haimasairaudesta, kuten haimatulehduksen, kasvaimien, tai raudan kertymätaudin seurauksena. Haiman leikkaus voi aiheuttaa diabeteksen, samoin hormoni-toiminnan häiriöt. (Ilanne-Parikka 2021; Yleistä diabeteksestä.)

### 3.3 Diabeteksen liitännäissairauksia

Korkea glukoosipitoisuus veressä rasittaa elimistöä ja johtaa lisäsairauksien kehittymiseen. Mitä kauemmin henkilö on sairastanut diabetesta, sitä todennäköisemmin siihen liittyy lisäsairauksia. On kuitenkin todettu useammassa tutkimuksessa, että diabeteksen ensimmäisten vuosien hyvällä hoitotasapainolla on pitkäkestoisia positiivisia vaikutuksia riskiin saada lisäsairauksia. Diabetes vaikuttaa kaikkialla elimistössä. Sairauteen usein liittyvä lisäsairaus on retinopatia, eli silmän verkkokalvon sairaus on yleisin diabeteksen liitännäissairaus. Se todetaan noin yhdeksällä kymmenestä diabeetikoista, joiden sairaus on kestänyt ainakin 20 vuotta.: Diabetes onkin johtava syy aikuisten sokeutumiseen. (Diabetes ja silmät; Diabeettinen retinopatia 2024; Seppänen 2021; Tarnanen & Summanen & Komulainen 2024.)

Diabeetikon retinopatiaan sairastumisen suurin syy on veren liian suuri glukoosipitoisuus, koska se vaikuttaa verisuonten sisäpinnan solujen toimintaan negatiivisesti. Hiussuonten pullistumat, eli mikroaneuryrmat, ovat yleensä ensimmäinen merkki diabeetisesta silmän verkkokalvon sairaudesta. Silmän verisuonet alkavat tihkua läpi ja voivat mennä tukkoon. Tätä kutsutaan taustaretinopatiaksi ja se jaetaan eri vaikeusasteisiin vuotojen perusteella. (Diabetes ja silmät; Diabeettinen retinopatia 2024; Seppänen 2021; Tarnanen & Summanen & Komulainen 2024.)

Taustaretinopatia on usein oireeton, minkä takia diabeetikon säännölliset silmänpohjakuvaukset ovat tarpeen. Taustaretinopatia ei vaikuta suoraan näkökykyyn, elleivät muutokset sijaitse tarkan näön alueella, jolloin kyseessä on makulopatia. Makulopatia voi ilmetä missä vain retinopatian vaiheessa ja näkö heikkenee makulopatiassa yleensä verkkokalvon turvotuksen vuoksi. Hoitamattomassa sairaudessa verkkokalvo alkaa kärsiä hapenpuutteesta ja verisuonten tuotanto lisääntyy johtuen verisuonikasvutekijöiden liiallisesta tuotannosta. Nämä uudet verisuonet ovat hauraita ja mahdollisesti vuotavat verkkokalvon pinnalle tai silmän takaosan täyttävään lasiaiseen. Tätä kutsu-

taan Proliferatiiviseksi retinopatiaksi ja se on näkökyvyn riskeeraava tila, joka hoitamattomana johtaa suurimmalla osalla potilaista sokeutumiseen 5–10 vuoden sisällä. (Diabetes ja silmät; Diabeettinen retinopatia 2024; Seppänen 2021; Tarnanen & Summanen & Komulainen 2024.)

Nykyään sokeutuminen on estettävissä, sillä silmänpohjamuutoksia voidaan hoitaa tehokkaasti laserkäsittelyllä eli valopolttohoidolla ja lasiaisverenvuotoja lasiaisleikkauksella. Nämä hoidot vaativat hoitotasapainossa olevan diabeteksen. Lisäksi on olemassa silmän sisäisesti käytettäviä lääkehoitoja, kuten anti-VEGF injektiot silmään näköä heikentävän makulaturvotuksen hoitoon. Veren liiallinen glukoosipitoisuus vaurioittaa myös silmän hermoston rakenteita. Muita riskitekijöitä veren korkean sokeripitoisuuden lisäksi ovat korkea verenpaine, huono kolesterolitasapaino, keskivartalolihavuus ja diabeettinen munuaissairaus. (Diabetes ja silmät; Diabeettinen retinopatia 2024; Seppänen 2021; Tarnanen & Summanen & Komulainen 2024.)

Diabeettisen nefropatian, eli munuaissairauden syntymekanismia ei tunneta täysin, mutta yleisimpiä riskitekijöitä ovat pitkäaikainen veren korkea glukoosipitoisuus, kohonnut verenpaine, veren huono kolesterolitasapaino, tupakointi, miessukupuoli ja pitkään kestänyt diabeteksen sairastaminen. Ikä vaikuttaa taustalla myös, koska munuaisfunktion heikkenee ikääntyessä terveelläkin ihmisellä. Alttius diabeettiselle munuaissairaudelle on yksilöllistä ja sen onkin todettu olevan perinnöllistä. Yleisimmin nefropatia diagnosoidaan, kun diabetesta on sairastettu 15 - 20 vuotta. Taudin alussa virtsaan erittyy pieniä määriä valkuaisaineita, albumiinia. Tätä kutsutaan mikroalbuminureaksi ja sen aiheuttaa vauriot hiusverisuonissa ja munuaiskeräissä. Tila ei aiheuta oireita, mistä syystä seuranta laboratoriotutkimuksin on oleellista. Valkuaisaineen erittymisen määrä lisääntyy pikkuhiljaa, kunnes proteiinia menetetään suuria määriä. Tätä kutsutaan makroalbuminureaksi, joka voi johtaa munuaisen vajaatoimintaan. Diabetes onkin suurin syy munuaisen siirrolle ja dialyysille Suomen munuaistautirekisterin mukaan. Nefropatiaa ei voi hoitaa suoranaisesti, vaan hoito keskittyy hyvään perussairauden hoitoon, tehostettuun korkean verenpaineen hoitoon, tupakoimattomuuteen ja valtimotaudin ehkäisyyn tarvittaessa kolesterolilääkkeillä. (Diabetes ja munuaiset; Diabeteksen munuaistauti 2020; Forsblom & Harjutsalo & Groop 2014; Mustajoki 2021.)

Toteamisen ja hoidon kannalta hankalin diabeteksen lisäsairaus on polyneuropatia. Sana poly tarkoittaa ”moni” ja neuropatia tarkoittaa ääreishermoston toiminnan heikkenemistä. Hermosolut vaurioituvat veren liian suuren sokeripitoisuuden seurauksena, seurauksena tunnon ja lihaksien voiman heikkeneminen alkaen jaloista ja käsistä, tilaan liittyy usein myös kipuja. Jalkojen lihakset saattavat alkaa rappeutumaan. Tauti

heikentää elämänlaatua, aiheuttaa kipua ja tuottaa ongelmia tasapainossa, joka aiheuttaa kaatumisia. Suurin komplikaatio on jalkahaavat, jotka voivat johtaa amputaatioon. Diabetes onkin suurin syy alaraaja-amputaatioihin. (Niskanen ym. 2000; Diabeteksen lisäsairaudet: THL.)

Polyneuropatiaan liittyy usein myös autonomisen hermoston vaurioita, joka aiheuttaa mm. asentohuimausta, sykkeen vaihtelun puuttumista, suoliston sekä virtsarakon toimintahäiriöitä, impotenssia, lämpötasapainon muutoksia, hikoilua, vapinaa yläraajoissa ja karvoituksen kasvun puutteellisuutta. (Meretoja 1997.) Diabetes voi aiheuttaa myös mononeuropatiaa, eli yhden hermon vauriota esimerkiksi silmän liikehermossa aiheuttaen näkökentässä kaksoiskuvia. Ääreishermoston toiminnan heikkenemisen syntymechanismia ei tunneta tarkasti, mutta veren suuri sokeripitoisuus on sairauden tärkein riskitekijä. Diabeteksen aiheuttamaan neuropatiaan ei olekaan muuta hoitoa, kun hyperglykemian hallinta ja perussairauden hyvä hoitotasapaino. Kivunhallinta ja fysioterapia ovat usein tukena sairastavan henkilön hoidossa. (Niskanen ym. 2000; Diabeteksen lisäsairaudet: THL.)

Diabetes altistaa voimakkaasti sydän- ja verisuonisairauksille. Sepelvaltimotautia, aivohalvauksia ja perifeeristä valtimotautia todetaan diabeetikoilla vähintään kaksi kertaa enemmän kuin muilla. Sydämen vajaatoiminta on 2-4 kertaa yleisempää diabeetikoilla kuin muilla ja jopa kahdella kolmesta sydäninfarktin sairastaneista on kohonnut verensokeri. Alttius sydän- ja verisuonisairauksille johtuu ainakin osittain diabeteksen aiheuttamista sydänmuutoksista. Näitä muutoksia ovat sydänlihaksen muuttunut energia-aineenvaihdunta, muutokset sydänlihassolujen ja pienien verisuonten kudoksissa sekä muutos sydämen autonomisessa hermostossa. Näitä muutoksia sanotaan diabeetiseksi sydänsairaudeksi ja niiden pohjalta diabeetikolle voi kehittyä häiriöitä sydämen pumppaustoimintaan ja varsinkin vasemman kammion toimintaan. Sydämen heikentynyt toiminta aiheuttaa diabeetikon sairauksien ja niihin liittyvien hoitojen yhteydessä komplikaatioita ja sitä kautta vaikuttaa keskeisesti kuolleisuuden lisääntyneisyyteen. 75 % diabeetikoista kuolee sydän- ja verisuonitauteihin ((Niskanen ym. 2000; Diabeteksen lisäsairaudet: THL.).

Diabeetikot oireilevat sydän- ja verisuonisairauksia usein heikommin näkyvin oirein, minkä takia säännöllinen seuranta on tärkeää. Oleellista sairauksien ehkäisyssä on terveelliset elämäntavat, diabeteksen hyvä hoitotasapaino, hyvä verenpaine ja LDL-kolesterolin vähäisyys veressä. Edellä mainitut ovat myös sairauksien hoidon ohella tärkeät. Diabeetikoilla, erityisesti naisilla, on lisääntynyt riski eteisvärinä, flimmeriin ja siihen liittyvään komplikaatioon, aivoinfarktiin. Joten kun flimmeri todetaan, on veren

hyytymistä estävä lääkitys lähes poikkeuksetta välttämätön. (Hekkala, 2023. Diabetes ja sydän; Mustonen 2002. Diabetes ja sydän).

Eteisvärinä onkin yksi merkittävimmistä aivoverenkiertohäiriön riskitekijöistä ja on syynä muiden sydänperäisten sairauksien lisäksi lähes kolmasosaan aivoinfarkteista. Aivohalvaukset voidaan jakaa kahteen osaan: Aivoverenvuotoihin, jossa verisuoni aivoissa puhkeaa usein pitkään koholla olleen verenpaineen, runsaan alkoholin käytön, tai valtimon synnynnäisen pullistuman seurauksena ja aivoinfarkteihin. Aivoinfarkti voi tapahtua suuressa valtimossa, jolloin vaurio aivoissa on laaja, tai pienissä suonissa, jolloin aivovaurio jää pienemmäksi. Yleisin syy aivoinfarktille on valtimoiden kovettumataudin, ateroskleroosin vaikutuksesta syntynyt veritulppa aivovaltimossa. Ateroskleroosi aiheuttaa myös sepelvaltimotautia ja tästä syystä sydän- ja aivoinfarktilla on yhteiset riskitekijät. Ei olekaan siis ihme, että diabeetikolla on yhtä suuri riski sairastua sydämen vajaatoimintaan kuin saada aivohalvaus, eli 2-4-kertainen muihin verrattuna. Tyypin 2 diabetes lisää sairastumisriskiä aivoverenkiertohäiriöön noin kolminkertaisesti, kun taas aivoinfarktin riski tyypin 1 diabeteksessa on korkeimmillaan jopa 20-kertainen ei-diabeetikoihin verrattuna. (Hägg-Holmberg 2020; Näin ehkäiset aivoverenkiertohäiriön: Aivoliitto.)

Pitkään sairastettu diabetes lisää riskiä aivoinfarktiin ja 1 tyypin diabetekseen sairastutaan nuorempina kuin 2 tyypin diabetekseen- Tästä syystä 1 tyypin diabeetikolla on suurempi riski aivoinfarktiin kuin 2 tyypin diabeetikolla. Suurin osa aivoinfarkteista 1 tyypin diabeetikoilla tapahtuu aivojen pienissä suonissa, mutta ne uusivat helposti. The Finnish Diabetic Nephropathy Study eli FinnDiane-tutkimuksessa kävi ilmi, että 1 tyypin diabeetikoista yli puolet tutkittavista henkilöistä kuolivat aivohalvaukseen seuranta-aikana. Aivoverenvuotoon henkilöt kuolivat herkemmin, niin kuin terveetkin ihmiset. Diabeteksen aiheuttamat munuaisongelmat lisäsivät myös merkittävästi kuolleisuutta. Diabetes lisää myös riskiä sairastua vanhuusiän muistisairauteen. (Atula 2023; Diabeteksen lisäsairaudet: THL)

### 3.4 Diabeteksen fysiologiaa

Haima, latinaksi pancreas, on noin 15 cm pitkä elin, joka sijaitsee vatsaontelon yläosassa mahalaukun takana. Haima ulottuu pohjukkaissuolesta pernaan. Haimasta voidaan erottaa kolme osaa: Pää, häntä ja runko. Suurin osa haimasta on avoeritteistä,

eksokriinistä kudosta, joka erittää ruuansulatusnestettä ohutsuoleen. Tämä ruuansulatusentsyymintuotannon takia haima on avorauhanen eli rauhanen, jonka erite siirtyy tiehyttä pitkin ihon tai limakalvon pinnalle. Näiden avoeritteisten solujen välissä on hormoneja tuottavaa endokriinistä kudosta Langerhansin saarekkeina. (Haima, solunetti).

Terveellä henkilöllä insuliinia erittyy kahdella eri tavalla. Insuliinin peruserityksessä insuliinia erittyy muutaman minuutin välein pienin sykäyksin. Näin elimistö säätelee verensokeria ja aineenvaihduntaa aterioiden välillä ja yöllä. Aterian jälkeen insuliinia erittyy kahdella tavalla: Nopea ensivaihe, sitten hitaampi toinen vaihe, joka kestää noin 1–2 tuntia. Nopeaa ensivaihetta säätelevät suolistosta ruokailun yhteydessä erittyvät hormonit. (Haiman toiminnasta. Terveyskylä).

Hormonit kulkeutuvat verenkierron mukana kaikkialle elimistöön ja saavuttavat kohteensa kohdesoluissa olevien reseptoreiden avulla. Haima on siis tämän kykynsä vuoksi myös umpirauhanen. Langerhansin saarekkeet kattavat noin 1-2% haiman tilavuudesta ja sijaitsevat hajallaan haiman eksokriinisen osan sisällä. Saarekkeet koostuvat ryhmästä erittäviä soluja, joita kollageeniverkko kannattelee. Niiden koko vaihtelee muutaman solun ryppästä tuhansien erittävien solujen kimppuun. Nämä solut voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Pienin osuus näistä on delta-solut, jotka sijaitsevat saarekkeen laidoilla ja tuottavat somatostatiinia, eli kasvuhormonin estäjähormonia (Somatostatiini 2016). Toiseksi eniten on alfa-soluja, eli A-soluja, jotka erittävät verensokeria nostavaa glukagoni-nimistä hormonia. Verensokeri pienenee kun ateriasta on kulunut useampia tunteja. Esimerkiksi näissä tilanteissa A-solut alkavat erittää glukagonia, joka vaikuttaa maksan varastotäikkelykseen, glykogeeniin niin, että siitä pilkkoutuu glukosia verenkiertoon. (Nienstedt& Kallio, 1995. Luut ja ytimet. s.111. Haiman umpirauhasosa).

Glukagoni on siis insuliinin vastavaikuttajahormoni ja sitä käytetään ensiapuna hypoglykemian hoidossa. Suurin osa, eli noin 70% Langerhansin saarekesoluista on beeta-, eli B-soluja, jotka sijaitsevat saarekkeiden keskellä ja tuottavat insuliinia. Insuliini lisää glukoosin siirtymistä solukalvon läpi solujen mitokondrioille energiantuottoon, eli se lisää sokerin pääsyä lihassoluihin ja sokerin palamista energiaksi. Insuliinin vaikutuksesta siis verensokeri pienenee, varastoituu maksaan ja lihaksiin, ja se nopeuttaa myös glukoosin muuttumista rasvoiksi ja varastoitumista rasvakudokseen. Insuliini on ainoa verensokeria laskeva hormoni, minkä takia se on elintärkeä. (Koistinen 2018. Glukagoni - unohdettu haimahormoni. 134(21):2103-10).

Hyperglykemia on yleisin ja tunnetuin diabeteksen aiheuttama tila elimistössä. Insuliinin erittymisen vähäisyyden, tai olemattomuuden, tai/ja insuliiniresistessin takia glukoosi jää verenkiertoon, eikä mene soluihin energianpolttoon, eli glykolyysiin. Hyperglykemia aiheuttaa vaurioita solutasolla koko elimistössä, varsinkin pitkäkestoisena ja toistuvana, koska verensokeri kiinnittyy verisuonten seinämien rakenteisiin ja sidekudokseen vaurioittaen niitä sekä hermosoluja ja sidekudoksia. Aikojen kuluessa tästä aiheutuu lisäsairauksia. Oireiden kehittyessä pitkän ajan kuluessa tottuu henkilö niihin helpommin kuin äkillisemmin oireita kokeva. Yleisin oire veren korkeaan glukoosipitoisuuteen on väsymys ja hidastunut ajatuksenjuoksu. Sokerimäärän kohotessa plasmassa reilusti yli raja-arvojen alkaa sokeria erittyä virtsaan ja tätä myötä virtsa määrä lisääntyy. Diabeteksen yleisinä oireina pidetäänkin väsymyksen lisäksi janon tunnetta ja tihentynyttä virtsaamisen tarvetta. Hoitona on insuliinipistos. (Vilo 2019. Monta syytä pitää hyvää huolta aivoista.)

Ketoasidoosi, eli happomyrkytys on hengenvaarallinen tila. Ketoasidoosi aiheutuu insuliininpuutteesta ja samaan aikaan lisääntyneestä insuliinin vastavaikuttajahormonien erityksestä sekä insuliinin tehottomuudesta, jonka korkea verensokeri aiheuttaa. Insuliinin puutteessa veressä oleva sokeri ei pääse energiaksi käytettäväksi lihakseen, eikä varastoitumaan lihaksiin, maksaan tai rasvakudokseen. Tällöin solut saavat energiaa rasvakudoksesta vapautuvista rasvahapoista. Rasvahappojen runsas poltto aiheuttaa niiden hapettumistuotteiden, eli ketoaineiden, liiallisen kertymisen elimistöön. Ketoaineita ovat beetahydroksivoihappo, asetoasetatti ja asetoni. Ne ovat voimakkaita happoja ja elimistöön keräytyttyään aiheuttavat kuivumista, sykkeen kiihtymistä, verenpaineen laskua, hyperventilaatiota ja asetoniin hajua hengityksessä. Happo-emästasapainohäiriö todetaan veri- ja virtsanäytteillä. Syytä ketoasidoosiin voivat olla tuore diagno-soimaton diabetes, insuliinihoidon laiminlyönti, insuliinihoitoisen diabeetikon sairastama muu äkillinen sairaus, suuriannoksen kortisonihoidon aikaansaama insuliinitarpeen lisääntyminen, Insuliinivalmisteen tehon häviäminen, tai vika insuliinipumpussa. (Anttila ym. 2002; 160-161. Happomyrkytys, eli ketoasidoosi.)

Nesteiden happamuus ja emäksisyys määräytyvät niiden vetyionien ( $H^+$ ) pitoisuuden perusteella. Mitä enemmän vetyioneja on, sitä happamampi neste on. Happamuutta ilmaistaan pH-luvulla. Neutraali (ei hapan eikä emäksinen) pH-arvo on 7,0. Elimistön normaali pH on noin 7,4 eli lievästi emäksinen. (Valli, 2024. Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus).

Muista elimistä poiketen, aivot tarvitsevat välttämättä glukoosia, eli rypälesokeria. Kun verensokeri laskee liian alas, kehittyy hypoglykemia. Silloin aivot ja elimistö eivät pysty

enää toimimaan kunnolla. Kun verensokeri laskee alle tason 4,0 mmol/l, monet hormoneja valmistavat rauhaset aktivoituvat ja tuottavat verenkiertoon hormoneja, jotka eri tavoin pyrkivät nostamaan verensokeria. Hormoneista tärkeimmät ovat glukagoni, adrenaliini ja kortisoli. Hypoglykemiassa adrenaliini aiheuttaa eniten oireita ja ne alkavat verensokerin laskiessa alle 3,5 mmol/l ja siihen liittyviä tyypillisiä oireita ovat nälän tunne, hermostuneisuus, sydämentykytys ja hikoilu. Tilanne korjaantuu pian elimistön saadessa nopeasti imeytyvää hiilihydraattia, mutta jos tilaa ei korjata ja verensokeri laskee alle 3mmol/l, alkavat hermosto-oireet. Näitä ovat epätavallinen tai riitaisa käyttäytyminen, väsymys, keskittymisvaikeus, päänsärky, näön hämärtyminen, uneliaisuus, huimaus ja voi johtaa pahimmillaan kouristuksiin, tajuttomuuteen, koomaan ja mahdollisesti pysyvään aivovaurioon. Insuliinisokin aiheuttamaan tajuttomuuteen ensiapuna voidaan käyttää glukagonipistosta. (Mustajoki, 2021. Diabeteksen munuaissairaus; Vilo, 2019. Monta syytä pitää hyvää huolta aivoista.)

## **4. Laboratoriotutkimukset diabeteksen diagnosoinnissa, erotusdiagnoosissa ja seurannassa**

### **4.1 Diabeteksen diagnosointi**

Diabetes voidaan todeta toistuvalla kohonneella paastoverensokeripitoisuudella laskimonäytteestä (fP-gluk). Terveellä ihmisellä glukoosiarvo paastonäytteestä on 3,5- 6,0 mmol/l, suurentunut glukoosipitoisuus on 6,1-6,9 mmol/l ja diabeetikolla yli 7 mmol/l. Diabetes voidaan todeta myös tutkimalla virtsa kemiallisella seulonnalla, mutta diagnosoimiseen tarvitaan lisätutkimuksia. Tämä jo siksi, että virtsanäytteissä preanalyytisillä virheillä saadaan helposti vääriä tuloksia. Normaalisti virtsassa ei esiinny sokeria, mutta jos verensokeripitoisuus nousee normaalia suuremmaksi alkaa glukoosia erittyä virtsaankin. Tutkimus voidaan toteuttaa kotona tai esimerkiksi neuvolassa liuskatestinä ja tarkempi kemiallinen seulonta toteutetaan laboratorioissa (U-KemSeul). (Tyypin 2 diabetes: Käypä hoito -suositus.)

Diagnoosi voidaan tehdä myös käyttämällä B-HbA1c tutkimusta, josta kerrotaan kappaaleessa 5.2. tarkemmin. Luotettavin ja yleisin diabeteksen diagnosointi tapahtuu oraalisella glukoosikokeella, toisin kutsuttuna sokerirasituskokeella. Tästä on eri versioita ja potilaan tilasta riippuu, minkä tutkimuksen lääkäri valitsee. Lyhyt oraalinen koe (Pt-Gluk-R), joka on tyypillisin diagnostinen menetelmä 2 tyypin diabeteksessä, alkaa laskimosta otetulla paastoverikokeella, jonka jälkeen tutkittava juo viiden minuutin aikana

75g glukoosia sisältävää juomaa 250ml. Tästä kahden tunnin kuluttua otetaan uusi verikoe. Raskausaikana ja muutoin lääkärin pyynnöstä, verensokeri mitataan myös tunnin kuluttua liuoksen juonnista. Normaali verensokeri todetaan, kun glukoosin paastoarvo on alle 6.1 mmol/l ja kahden tunnin arvo alle 7.8 mmol/l. Paastoglukoosi todetaan suurentuneeksi, kun paastoarvo on 6.1–6.9 mmol/l. Heikentynyt glukoosinsietokyky todetaan, kun kahden tunnin arvo on välillä 7.8–11.0 mmol/l. Diabetes todetaan paastoarvon ollessa 7.0 mmol/l tai enemmän TAI kahden tunnin arvo 11.1 mmol/l tai enemmän. Raskausajan sokerirasituskokeessa tunnin kohdalla otettavan verikokeen arvon tulisi olla alle 10mmol/l ja raskausajan diabetes todetaan yhdenkin rasituskokeen aikana otettavan näytteen ylittäessä viitearvon. (Tunturi, 2024. Glukoosikoe, oraalinen, lyhyt, eli ”sokerirasituskoe”).

Glukoosirasitusta ei tarvita diabeteksen diagnoosia varten, jos kriteerit täyttyvät jo paastoarvojen tai HbA1c-tason perusteella. Suuren riskin potilaille suositellaan kuitenkin tehtäväksi 2 tunnin glukoosirasituskoe, koska plasman verensokeripitoisuuden paastoarvon mittauksen tai HbA1c-tason perusteella osa diabetestapauksista jää diagnosoimatta. Esimerkiksi HbA1c -tutkimuksessa pelkkä raudanpuuteanemia saattaa vääristää tulosta. (Tyypin 2 diabetes: Käypä hoito -suositus.) Miehillä hemoglobiinin viitearvot ovat 134–167 g/l, naisilla 117–155 g/l ja lapsien viitearvot tulkitaan aina iän mukaisesti (Tunturi 2024, Hemoglobiini (B-Hb)).

## 4.2. Diabeteksen muotojen erotusdiagnoosi

Yksiselitteisiä kriteerejä eri diabetesmuodoille ei diagnoosivaiheessa ole, vaan diagnoosiin alkuvaiheessa liittyy vahvasti esitiedot, nykytila ja kohonnut plasman glukosipitoisuus. Diabetes diagnoosin jälkeen tehdään usein tutkimuksia, joilla selvitetään taudin syytä ja tyyppiä. C-peptidi on haiman saarekesolujen tuottama esihormoni. Insuliinin erittyessä haiman saarekesoluista pilkkoutuu proinsuliinimolekyylit niin, että muodostuu insuliinimolekyylit ja C-peptidimolekyylit. Nämä ovat siis verrannollisia toisiinsa, eli insuliinin määrän veressä ollessa vähäinen on myös C-peptidin määrä veressä pienentynyt, jos insuliinin tuotanto on häiriintynyt. Veren C-peptidi-tutkimus (C-Pept) antaa siis tietoa Langerhansin solujen kyvystä tuottaa insuliinia. (Eerola 2022; Diabeteksen tutkimuksia Fimlab.) Insuliininpuutetta voidaan kuitenkin arvioida C-peptidipitoisuuden perusteella vain, jos plasman glukosipitoisuus on yli 7 mmol/l (Tyypin 2 diabetes: Käypä hoito -suositus).

Tyyppin 1 diabeteksessa haiman saarekesoluissa esiintyy autoimmuunitulehdus, joka johtaa insuliinia tuottavien solujen asteittaiseen tuhoutumiseen. Tässä autoimmuunitulehduksessa verestä voidaan löytää vasta-aineita, eli immunoglobuliineja. Tämän vuoksi diabeteksen tyyppin selvittämiseksi tehdään usein veren glutamaattidekarboksylaasi-vasta-aineiden (S-GadAb) ja muiden vasta-aineiden, kuten S-LangAb ja S-IA2Ab, määrittäminen. Suurentuneet GAD-vasta-ainepitoisuudet viittaavat autoimmuunidiabetekseen, mutta negatiivinen GAD-vasta-ainelöydös ei sulje pois insuliinipuutosta. Tyyppin 1 diabeetikoista noin 80 %:lla on diagnoosivaiheessa havaittavissa GAD-vasta-aineita. Lisäksi tyyppin 1 diabetekseen viittaavat verestä löytyvät ketoaineet ja alhainen C-peptiditaso. (Ilanne-Parikka 2021; Diabetes.)

Ketoaineet muuttavat kehon happoemästasapainoa ja tämä todetaan verikaasuanalyysillä, ”astrupilla”. Elimistön normaali pH on noin 7,4 eli lievästi emäksinen. Metabolisessa asidoosissa elimistön pH-arvo on alle 7,35, eli muuttunut happamaksi. Verikaasuanalyysi vaatii perehtyneisyyttä tutkimuksen tekijältä virheiden välttämisen vuoksi. Aineenvaihdunnan reaktiot alkavat kärsiä veren pH-arvon laskiessa alle 7,35:n. Lievä asidoosi ei vielä aiheuta oireita, mutta pH-arvon laskiessa alle 7,2:n, alkaa esiintyä erilaisia oireita ja hoitamattomana tila on hengenvaarallinen. (Valli, Juha 2024. Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus).)

### 4.3. Diabeteksen seuranta laboratoriotutkimuksin

Omaseuranta on suuressa roolissa diabeteksen hoitotasapainon seurannassa. Suurella osalla insuliinihoidossa olevista potilaista on nykyään käytössä ihon alle asennettu glukosisensori, joka mittaa säännöllisesti veren glukosipitoisuutta soluväliaineesta. 2 tyyppin ja raskausajan verensokerinmittaukseen käytetään kuitenkin vieritestilaitetta, jolla usein seurataan paastoverensokerin lisäksi myös aterioiden jälkeistä glukosipitoisuutta. Kapillaarinäytteessä verensokerin tavoitelukema ennen ateriaa on 4–6 (7) mmol/l ja noin 2 tuntia aterian jälkeen alle 8 (-10) mmol/l. Verensokerin keskiarvoksi on suositeltu tavoite alle 8,5 mmol/l, joten sitä olisi hyvä seurata myös. (Diabeteskäsikirja.)

Yleisen, pitkän aikavälin sokeritasapainon seurannassa käytetään B-HbA1c tutkimusta, jolla mitataan hemoglobiini-A1c:ä verestä. Tätä kutsutaan myös sokerihemoglobiiniksi, tai ”pitkäsokeriksi”, koska HbA1c on punasolujen hemoglobiinimolekyyleihin hiljalleen kiinnittynyttä glukosia. Mitä enemmän veressä on glukosia, sitä enemmän sitä hemoglobiiniin kiinnittyy, mutta ajan kanssa. Tutkimus kuvastaakin keskimääräistä veren glukosin määrää edeltävän 2–8 viikon aikana, eikä sovellu akuutin tilan selvittelyyn.

Huslabin mukaan B- HbA1c viitearvot terveille ovat 20–42 mmol/mol ja käypähoito suosituksen mukaan yleinen tavoitearvo diabeetikoille on alle 53 mmol/mol. (Tunturi 2024, Hemoglobiini-A1c, verestä (B-HbA1c.)) Kyseistä verikoetta käytetään yleisesti diabeteksen hoidon onnistumisen seurannassa ja potilaat ohjataan käymään otattamassa kyseinen verikoe puolen vuoden- vuoden välein (Insuliinipuutos 2022. Käypä hoito).

Diabeettinen nefropatia on yleinen lisäsairaus diabeetikoilla, joten diabetesta sairastavia neuvotaan viemään laboratorioon aamu- tai yövirtsanäyte kerran vuodessa. Näytteestä tutkitaan albumiinin ja kreatiinin suhde, jotta todettaisiin ajoissa mahdolliset munuaisvauriot. Tulos on normaali tai sen lähelle tuloksen ollessa alle 3,0 mg/mmol ja sen ylittävät arvot viittaavat albuminuriaan. Tutkimus on nimeltään U-Albkrea. (Eerola 2021.) Samasta syystä diabeetikoiden verestä tutkitaan vuosittain P-Krea, eli plasman kreatiinin pitoisuus. Normaalit viitearvot ovat miehillä: 60–100 µmol/l ja naisilla 50–90 µmol/l. (Tunturi 2024. Kreatiini, P-Krea.)

Voinnin seuraamiseksi ja varhaisen puuttumisen mallin ohjaamana perusverenkuva (B-PVK) seurataan myös vuosittain diabeetikoilta. Tämä tutkimus näyttää hemoglobiinitason, valkosoluarvon ja trombosyyttien määrän. Esimerkiksi raudanpuuteanemia ja tulehdukset näkyvät perusverenkuvasa. (Pirkanmaan hyvinvointialue. Insuliinihoitoinen diabetes: Seuranta ja lisäsairaudet.)

Harvempi seuranta kerran 1-3:ssa vuodessa on tarpeen maksa-arvojen (P-Alat) ja rasva-arvojen kontrollointiin. Insuliiniresistenssiin liittyvä ei-alkoholiperäinen rasvamaksa on yleisin rasvamaksatyypin, koska normaalitilassa insuliini estää glukoosin ja VLDL:n tuottoa maksassa. Rasvoittuneessa maksassa nämä vaikutukset ovat heikentyneet, mikä saattaa johtaa jopa maksakirroosiin. (Kotronen & Yki-järvinen 2008, Rasvamaksa metabolisessa oireyhtymässä ja tyypin 2 diabeteksessa.)

Alaniiniaminotransferaasi on entsyymi, jota pääsee verenkiertoon maksakudoksen soluvaurioissa. P-Alat arvo on normaali 17-vuotiaalla, tai vanhemmalla naisella ollessaan alle 35 U/l ja 17- vuotiaalla, tai vanhemmalla miehellä ollessaan alle 50 U/l (Fimlab laboratoriot Oy. Maksatutkimukset.) Veren rasvoja, kuten fP-Kol, fP-Kol-HDL, fP-Trigly ja fP-Kol-LDL seurataan, koska tyypin 1 diabetekseen liittyy suurentunut riski sydän- ja verisuonisairauksille. LDL-kolesterolin tulisi olla alhainen ja kokonaiskolesterolistä HDL-kolesterolin tulisi muodostaa suurin osuus. (Pirkanmaan hyvinvointialue. Insuliinihoitoinen diabetes: Seuranta ja lisäsairaudet.)

Diabeetikot sairastuvat huomattavasti terveitä henkilöitä herkemmin sydän- ja verisuonisairauksiin, kuten sepelvaltimotautiin. Elektrokardiogrammi on kivuton ja edullinen tutkimus sydämen sähköisestäjärjestelmästä, joten sitä suositellaan diabeetikoille taudin tilanteesta riippuen, yhden- kolmen vuoden välein. Näin voidaan esimerkiksi havaita huomaamatta jääneitä eteisvärinöitä, sepelvaltimotautia ja sydämen vajaatoimintaa. (Mustonen 2002. Diabeetikon sydän.)

## **5. Laadukkaan verkkomateriaalin perusta itsenäisen opiskelun tueksi**

### **5.1. Oppiminen verkkoympäristössä**

Teknologian jatkuva kehitys on edistänyt itsenäistä verkko-opiskelua ja muuttanut oppimisympäristöämme perinteisestä luokahuoneesta yhä enemmän teknologiapainotteiseksi älylaitteiden kehityksen myötä. On tärkeää, että tämä niin sanottu äly-ympäristö tukee monipuolisia oppimistyyliä ja taitojen kehittämistä. Verkko-opiskelun tulisi olla suunniteltu siten, että se herättää mielenkiintoa ja kannustaa itsenäiseen ja aktiiviseen oppimiseen. Oppilaitokset ja koulutusorganisaatiot käyttävät opetuksessa nykyään enenevässä määrin hybridimallia yhdistäen perinteisen lähiopetuksen itsenäiseen verkossa tapahtuvaan oppimiseen. Oppimateriaaleja sekä -ympäristöjä uudistetaan kehittyvän teknologian tahdissa. Verkko-oppiminen tuo mahdollisuuksia, mutta myös haasteita. Ilman suoraa ohjausta on opiskelijoiden itsensä opittava johtamaan omia toimintojaan ja ratkaisemaan ongelmia itsenäisesti. Digitalisaatio luo toisaalta erilaisia oppimisalustoja, joilla voidaan tukea erilaisia oppimismuotoja ja suurin etu on tekoälystä, jonka avulla säästetään yhä kuormittuvampien opettajien resursseja. (Auvinen, Tapio 2015. Educational Technologies for Supporting Self-Regulated Learning in Online Learning Environments; Gambo, Yusufu & Shakir, Muhammad Zeeshan 2023. Evaluating students' experiences in self-regulated smart learning environment.)

Kaikessa oppimisessa on keskeisiä periaatteita, kuten oman oppimisen arvioinnin merkitys, opittavan soveltaminen reaali maailman ilmiöihin ja yhteisöllisen tiedon tuottamisen tärkeys. Nämä kriteerit pätevät myös verkko-oppimiseen. E-oppimateriaalin kehittämisessä ei tulisi enää vain soveltaa vanhentuneita pedagogisia malleja, vaan sen on tuotava lisäarvoa uuden teknologian avulla. Opetushallitus on laatinut laatukriteerit e-oppimateriaalille, joiden avulla varmistetaan, että kaikki oppimateriaalit soveltuvat opetukseen ja opiskeluun sekä tukevat oppimisprosessia. Laadukkaan verkkomateriaalin tulee sisältää pedagoginen käyttöidea, joka hyödyntää verkon teknisiä mahdollisuuksia,

vuorovaikutteisuutta sekä jakamista ja linkityksiä. E-oppimateriaalin suunnittelussa on tärkeää huomioida, että sen käyttö on mahdollista tavallisissa opetus- ja opiskelutilanteissa ilman erityisiä teknisiä taitoja. (E-oppimateriaalin laatukriteerit.)

Verkko-oppiminen, eli e-learning, on lisääntynyt jatkuvasti muutaman viimeisen vuosikymmenen aikana teknologian kehittyessä, mutta erityisesti se lisääntyi Covid-19-pandemian aikana kaikkien oppilaitosten otettuaan etäluennot käyttöön. Monet opiskelijat kuitenkin kokivat tämän lisännen työmäärää ja etäopiskelun olleen huonosti järjestettyä, mistä syystä he halusivat takaisin lähiopetukseen sen tultua taas mahdolliseksi. Etäopiskelun väheneminen vaikutti opiskelun tehokkuuteen kielteisesti. Tämän seurauksena oppilaitokset siirsivät enemmän vastuuta opiskelijoille ja alkoivat vaatia erilaisten teknisten laitteiden omistamista ja hallintaa. (Mitra 2022.) Eurostudent VIII -tutkimuksen mukaan vuonna 2022 suuri osa opiskelijoista koki Covid-19-pandemian vaikutaneen negatiivisesti heidän opiskeluunsa, motivaatioonsa ja henkiseen hyvinvointiinsa. Pandemia johti myös siihen, että ohjattuun opiskeluun käytettiin keskimäärin 8,6 tuntia viikossa vuonna 2022, kun vuonna 2019 vastaava luku oli vielä 11,6 tuntia. (Opetus- ja kulttuuriministeriö.) Covid-19-pandemian aikana opettajien työolosuhteet muuttuivat merkittävästi. Opettajat kokivat erityisen haastavaksi yhteydenpidon oppilaisiin sekä jatkuvan ohjeistamisen ja varmistamisen tehtävänantojen ymmärtämiseksi. Erityisesti opiskelijat, joilla oli vaikeuksia itsenäisessä toiminnanohjauksessa, kaipasivat enemmän tukea. (Haverinen & Leppikangas 2022: 40.)

## 5.2. Itsenäinen opiskelu

Opiskelu on muuttunut teknologian kehityksen myötä yhä enemmän verkko-opiskelun suuntaan, ja monissa oppilaitoksissa opiskelu tapahtuu sekä fyysisesti että verkossa. Etäopiskelu tuo mukanaan haasteita opiskelijoille, sillä opettajan tuki, joka on läsnä perinteisissä opinnoissa, puuttuu. Tämä edellyttää opiskelijalta kykyä ohjata omaa oppimistaan itsenäisesti. Oppiminen tapahtuu usein yksin, eikä vertaistukea ole aina saatavilla. Opiskelijan on siis otettava vastuu opintojensa hallinnasta ja ajankäytöstään. Monilla opiskelijoilla voi olla puutteita itsensä ohjaamisessa ja itsenäisessä opiskelussa; he saattavat yliarvioida taitonsa ja siirtää tehtäviä myöhemmäksi. Toisaalta oppimisympäristön digitalisaatio tarjoaa mahdollisuuksia kehittää luovia oppimisympäristöjä ja automatisoida oppimisen ohjaamista. (Auvinen 2015: 11). Opiskelijat tarvitsevat tehokkaita oppimistaitoja verkkoympäristössä. Ne opiskelijat, joilla nämä taidot ovat heikot, eivät pysty hyödyntämään verkko-opetusta tehokkaasti. Mitä paremmin opiskelija hallitsee itsenäisen oppimisen, sitä paremmin hän menestyy akateemisessa ympäristössä.

Digitalisaation myötä opiskelijoiden käyttäytymisen analysointi on helpottunut, ja verkkoympäristössä opettajat voivat seurata opiskelijoiden kehitystä ja opintojen edistymistä entistä paremmin. (Auvinen 2015: 12–13.)

### 5.3 Digitaaliset oppimisympäristöt

Koulussa menestyminen on nyky-yhteiskunnassa vahvasti sidoksissa kykyyn opiskella ja oppia verkkoympäristössä. (Meepung & Pratsri & Nilsook 2021). On olennaista arvioida opiskelijoiden digitaalisten taitojen taso, kun oppiminen ja oppimateriaalit siirtyvät verkkoympäristöön ja pois perinteisistä luokkahuoneista. Vaikka opiskelijoilla saattaa olla perustason digitaalisia taitoja, heiltä voi silti puuttua digitaalinen lukutaito. Tämä tarkoittaa sitä, kuinka hyvin he osaavat hyödyntää teknologiaa opiskelussaan, etsiä tietoa ja käyttää sitä tehokkaasti. (Erwin & Mohammed 2022: 324–325). Ohjaajan rooli tässä vaiheessa on keskeinen, sillä opettajan on tärkeää ymmärtää, miten ja milloin oppiminen ja ohjaus voidaan siirtää verkkoympäristöön. Tämä tarjoaa opiskelijalle myös mahdollisuuden siirtyä kohti itseohjautuvaa opiskelua, jossa hänellä on aktiivinen rooli oman oppimisensa hallinnassa. (Honkanen & Nuutila 2016: 52.) Digitaaliset oppimisympäristöt tarjoavat mahdollisuuden innostavaan oppimiseen, ja niiden avulla voidaan kehittää oppimateriaaleja ja harjoituksia eri tasoille opiskelijoille. Oppimateriaalin joustava muokkaaminen nykyiseen opetukseen ja ohjaukseen sopivaksi huomioi opiskelijoiden osaamisen tason, voimavarat ja motivaation. Digitaalinen oppimisympäristö toimii työkaluna, joka tehostaa ja rikastaa oppimisprosessia. Uusien teknologisten ratkaisujen avulla voidaan lisätä opiskelijoiden aktiivisuutta ja itsenäistä ohjautumista. Kun opiskelijat saavat mahdollisuuden vaikuttaa opiskeluunsa, kuten aikaan ja paikkaan, se parantaa heidän onnistumisen kokemuksiaan ja ylläpitää motivaatiota. (Honkanen & Nuutila 2016: 50–51.) Verkkosivujen tekstin lukeminen ei juurikaan eroa tavallisen kirjan lukemisesta. Digitaalisen materiaalin tulisi kuitenkin sisältää vähintään kuvia, videoita ja animaatioita. Interaktiivisella sisällöllä viitataan materiaaliin, johon oppijalla on jonkinlainen hallinta. Esimerkkinä tällaisesta interaktiivisesta sisällöstä voidaan mainita monivalintatehtävä. (Rahkila 2006: 8.) Interaktiivisuus voidaan ymmärtää myös verkkosisältönä, johon käyttäjä voi vaikuttaa hiiren avulla. Tällöin sisältöä voi klikata, vetää tai kääntää. (Sundar & Xu 2016).

## 6. Opinnäytetyön toteuttaminen

### 6.1. Tiedonhaku

Opinnäytetyön tietoperusta perustuu aikaisempaan tutkimustietoon diabeteksestä, siihen liittyvistä laboratoriotutkimuksista sekä opiskelijoiden verkko-oppimisesta. Työn tavoitteena oli kehittää materiaalia opiskelijoille, joten tietoperustaan tuli kiinnittää erityistä huomiota. Haetun tiedon oli oltava ajankohtaista ja perustuttava tieteellisesti tutkittuun tietoon. Diabetes on yleinen, kauan tunnettu ja tutkittu sairaus, joten materiaalia aiheesta löytyy runsaasti. Opinnäytetyön tekemisessä käytettiin tietokantoja ja verkossa olevia aineistopalveluja, joista löytyi sosiaali- ja terveystieteen vertaisarvioituja artikkeleita, kirjallisuutta ja tutkimuksia. Hakukoneista Google Scholar ja Pubmed olivat yleisimmin käytettyjä ja diabeteksestä löytyy runsaasti tutkittua tietoa perinteisen Googlenkin kautta. Hakusanalista rajautui ja täydentyi opinnäytetyön suunnitelman edetessä. Koulukirjat ja niissä olevat lähteet, sekä solunetti hyödyttivät diabeteksen fysiologian lähteinä.

Laboratorioiden tutkimusohjekirjoista löytyy paljon bioanalyttikoiden opintoja hyödyttävää tietoa tiiviissä paketeissa, mutta ne eivät ole tieteellisesti vertaisarvioituja artikkeleita, joten opinnäytetyön teossa terveyskirjaston materiaalit toimivat hyvinä lähteinä. Duodecimin julkaisuja terveyskirjastossa päivitetään lisäksi säännöllisesti ja niissä olevia lähteitä on helppo tarkistaa.

Diabeteksen ja siihen liittyvien laboratoriotutkimuksien lisäksi opinnäytetyön tiedonhaussa keskityttiin verkko-oppimiseen, verkkoympäristöön ja laadukkaan verkkomateriaalin luomiseen, jotta tehty verkkomateriaali hyödyttäisi opiskelijoita mahdollisimman paljon ja antaisi heille valmiudet itsenäiseen opiskeluun. Itsensä johtaminen on tärkeää itsenäisessä opiskelussa.

### 6.2. Lähtötilanteen kartoitus

Opinnäytetyön idea hahmottui jo vuonna 2022 bioanalyttikon opintojen myötä. Tuolloin Metropolian ammattikorkeakoulun opintosuunnitelmassa diabetes kuului biokemia ja lääketieteen perusteet (5 op) kokonaisuuteen ja siinä lääketieteen perusteet (2 op) osion alle, jonka opiskelijat suorittivat Skhopen verkkokurssilla. Verkkokurssi oli suunnattu lääketieteiden, eikä bioanalytiikan opiskelijoille, joten verkkomateriaalin tarkoituksena oli tukea toisen vuoden bioanalytiikan opiskelijoiden opintoja. Opettajan tehtävänä

on ohjata opiskelijaa siten, että hänellä on pääsy oppimateriaaleihin. Opettajan tulee myös tarjota tukea, jotta opiskelijat voivat hyödyntää verkkomateriaalia mahdollisimman tehokkaasti.

Opintojakson tiedot	
<b>SX00EC98 Biokemia ja lääketieteen perusteet (5 op)</b>	
<b>Osaamistavoitteet</b>	Opiskelijana osaat selittää keskeisiä kehon aineenvaihduntaan liittyviä reaktioita sekä sairauksien taustalla olevia biokemiallisia mekanismeja. Osaat kuvailla biomolekyylien rakenteen ja selittää aminohappojen, hiilihydraattien ja lipidien aineenvaihdunnan keskeiset tapahtumat sekä näiden merkityksen solujen energia-aineenvaihdunnassa. Ymmärrät entsyymien toiminnan, ja pystyt kuvailemaan entsyymitoimintaan vaikuttavia tekijöitä. Tunnistat hemoglobiinin rakenteen ja osaat kertoa sen toiminnan säätelystä. Ymmärrät raudan merkityksen elimistössä ja osaat kertoa rauta-aineenvaihdunnan pääpiirteet. Osaat kertoa hormonien toimintatavoista sekä solunsisäisten signaalinvälitysreittien perusmekanismeista. Osaat kuvailla keskeisten sisätautien syntymekanismien, oireiden ja diagnostiikassa käytettävien laboratoriotutkimusten. Osaat nimetä keskeiset kirurgisen potilaan hoidossa ja hoidon seurannassa käytettävät laboratoriotutkimukset.

Kuva 1. Kuvakaappaus Metropolian ammattikorkeakoulun biokemia ja lääketieteen perusteet opintojakson tiedoista

### 6.3. Menetelmälliset lähtökohdat

Opinnäytetyössä käytettiin toiminnallista menetelmää tuottamalla verkkomateriaalia Moodle-oppimisalustalle Metropolian ammattikorkeakoulun käyttöön ja kehitettäväksi. Verkkomateriaalia diabeteksestä ja siihen liittyvistä laboratoriotutkimuksista ei opiskelijoiden oppimisen tukena vielä ollut.

Verkkomateriaali sisältönsä ja toteutuksensa puolesta perustui tietoperustan keräämiseen näyttöön perustuvasta tiedosta. Lähteinä käytettiin suosituksia, katsauksia, ohjeita ja tutkimuksia. Verkkomateriaalin onnistumista arvioitiin Metropolian opiskelijoiden avulla Google Formsin välityksellä.

### 6.4. Opinnäytetyön eteneminen

Opinnäytetyö alkoi suunnittelulla vuonna 2022 parin kanssa tarkoituksena tehdä kokonainen verkkokurssi sisätaudeista ja kirurgisista toimenpiteistä toisen vuoden bio-

analyytikko-opiskelijoita varten Metropolian ammattikorkeakoululle. Parin joutuessa jäämään opinnäytetyön tekemisestä pois, valmistui vuonna 2023 suunnitelma yhden henkilön toiminnallisesta opinnäytetyöstä ajatuksena kehittää verkkomateriaalia sisätaudeista. Valitettavasti suunnitelma osoittautui liian mahtipontiseksi yhdelle henkilölle, joten suunnitelma oli käyttökelvoton. Lopulta aihe rajautui diabetekseen ja siihen liittyviin laboratoriotutkimuksiin vuonna 2024. Moodle oli selvä valinta oppimisalustaksi, koska se oli jo Metropolian käytössä, opiskelijoille ilmainen ja helposti saatavilla.

Ilman käyttökelpoista suunnitelmaa eteni opinnäytetyön teoria osuus takkuisesti ja aiheen rajausta osoittautui haasteeksi. Lopulta vuonna 2025 valmistui tietopohjaan perustuva käsikirjoitus interaktiiviseen verkkomateriaaliin diabeteksestä ja siihen liittyvistä laboratoriotutkimuksista. Laillisesti käytettävien kuvien etsintään verkkomateriaalia varten kului enemmän aikaa kuin oli kuviteltu ja tästä syystä kuvat valittiin lopulta Creative commons sivustolta. Moodlen ja h5p-työkalun käytön opettelu tuntui alkuun hankalalta, mutta alkukankeuden jälkeen alkoi sujumaan mallikkaasti.

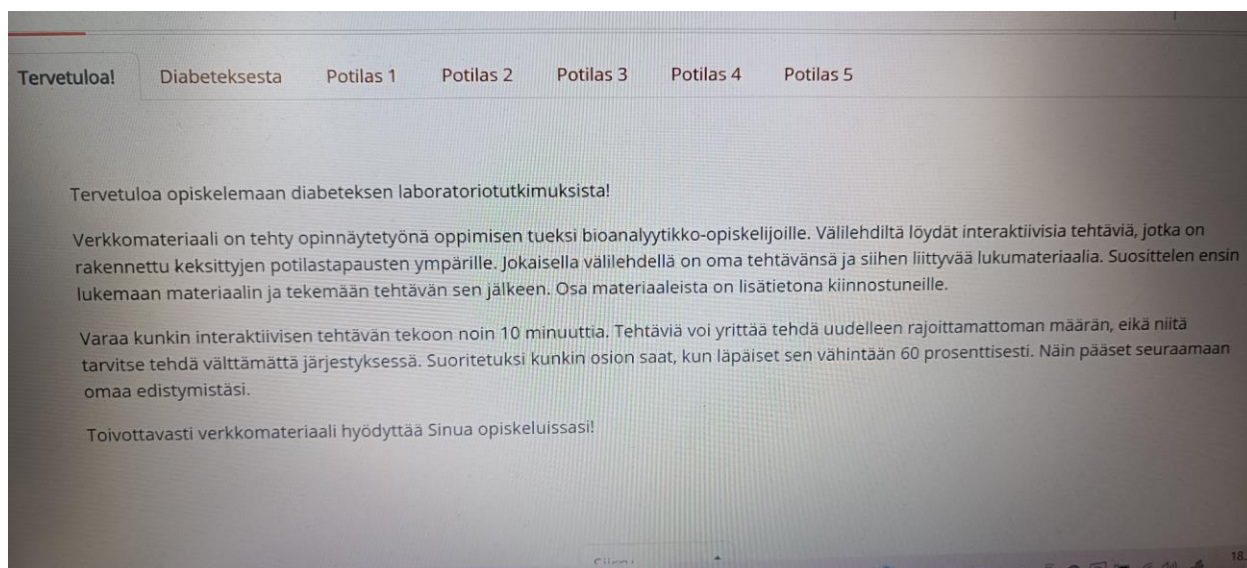
Keksityt potilastapaukset hahmottuivat nopeasti hyvin sisäistetyn tietopohjan perusteella. Pohjana potilastapauksille olivat diabeteksen diagnosointiin liittyvät laboratoriotutkimukset. Opiskelijoille oleellista tietoa ovat myös eri-ikäisten ja taustaisten potilaiden diagnosointiin liittyvät erityispiirteet, kuten diabetes lapsella ja raskaana olevalla, joten nämä tutkimukset haluttiin laittaa materiaaliin. Diabeteksen tyyppien erotusdiagnostiikka, hengenvaaralliset tilat, kuten ketoasidoosi ja virhelähteet tutkimuksissa ovat myös bioanalytikoille keskeistä tietoa. Verkkotyökalujen tultua tutuiksi ja keksittyjen potilastapausten käsikirjoituksen valmistuttua voitiin lähteä rakentamaan interaktiivisia tehtäviä. Tehtäviin saatava tieto lisättiin opinnäytetyön tietoperustassa osana käytettyjen lähteiden linkkeinä. Tässä ajatuksena tiedon päivittyvyys, mutta tekijä ei ollut huomionut linkkien mahdollista muuttuvuutta ajan saatossa, mikä saattaisi olla mahdollinen kehittämiskohde verkkomateriaalille tulevaisuudessa.

Opinnäytetyönä tuotettu verkkomateriaali lähetettiin 66:lle Metropolian ammattikorkeakoulun vähintään kolmannen vuoden bioanalytikko-opiskelijalle testattavaksi. Palaute annettiin Google Formsien kautta. Tehtäväksi jäi vielä tehdä koonti palautteista, mahdollisesti muokata tuotosta annetun palautteen avulla ja kirjoittaa raportti opinnäytetyöstä.

## 7.Tuotos

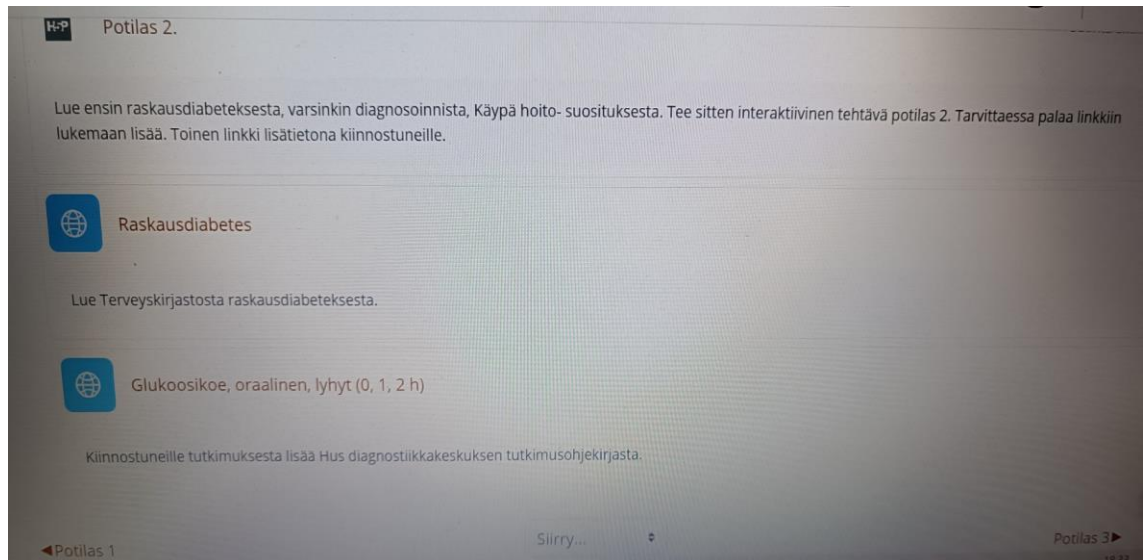
### 7.1 Verkkomateriaali

Verkkomateriaali tuotettiin Moodle alustalle Metropolian ammattikorkeakoulun käyttöön. Moodle on helppokäyttöinen ja valmiiksi Metropolian opiskelijoille tuttu. Näin verkkomateriaalin käyttö ei vaadi erityisiä teknisiä taitoja opiskelijoilta. Välilehtien avulla on helppo siirtyä osiosta toiseen ja opiskelijoiden aktiivisuutta ja motivaatiota kannustaa Moodleen liitetty oman edistymisen seuranta. (E-oppimateriaalin laatukriteerit.)



Kuva 2. Kuvakaappaus tuotetun verkkomateriaalin ensimmäiseltä sivulta.

E-oppimateriaalissa oleellista on se, että siinä hyödynnetään verkon teknisiä käyttöominaisuuksia ja se, että sillä tuetaan opiskelijan aktiivista osaamista. Lisäksi tehtävien tulisi olla riittävän haasteellisia ja autenttisia, innostavia toiminnallisuudeltaan ja sisällöltään. Opiskelijan oppimista tukee selkeästi rakennettu kokonaisuus, jotta hän ymmärtää mitkä asiat olisi oleellista oppia. (E-oppimateriaalin laatukriteerit.) Tästä syystä interaktiiviset oppimistehtävät tuntuivat osuvimmalta vaihtoehdolta, varsinkin rakennettuna autenttisen oloiseksi potilastapauksiksi. Luettava materiaali on linkitettyä jokaiselle tehtävälle omalle välisivulleen ja verkkomateriaalin luomiseksi valikoitui H5P työkalu. H5P on lyhenne HTML5-paketista ja se on työkalu, joka mahdollistaa interaktiivisen, joustavan ja monipuolisen sisällön luomisen verkkosivuille. Tämän työkalun avulla sisältöä on helppo tuottaa ilman erityistä teknistä osaamista, ja kuvat mukautuvat eri näyttölaitteiden kokoihin ja resoluutioihin, mikä takaa niiden selkeyden. (H5P.)



Kuva 3. Kuvakaappaus luodun verkkomateriaalin neljänneltä välilehdeltä: Potilastapaus 2. Linkit interaktiiviseen tehtävään ja luettavaan materiaaliin.



Kuva 4. Kuvakaappaus verkkomateriaalin potilastapauksen monivalintakysymyksestä.

Verkkomateriaali on opiskelijoiden itsenäisessä käytössä oppimisen tueksi. Tästä syystä on opiskelijoille erityisen tärkeää saada palautetta edistymisestään. Koko verkkomateriaalin edistymisen seurantaan on lisätty Moodle alustalle seurannan mittari. Lisäksi jokaisessa potilastapauksessa on jokaiselle kysymykselle oma palautteensa ja jokaisen potilastapauksen lopussa on koonti onnistumisesta. Tehtäviä saa tehdä rajattomat määrät, mutta vastaukset saa tarvittaessa myös näkyviin, ettei opiskelijan motivaatio kaatuisi kysymyksiin, joihin ei vastausta itsenäisesti löydä.



Kuva 5. Kuvakaappaus verkkomateriaalista. Palaute väärästä vastauksesta yhteen kysymykseen yhdessä potilastapauksessa.

Sivu	Pisteet / Yhteensä
Sivu 1: diabeteksen erotusdiagnostiikka	4/4
Sivu 2: Useita tehtäviä	2/2
Sivu 3: Untitled Single Choice Set	1/1
Sivu 4: Diabeetikon seuranta	5/11

Kokonaispisteet  12/18



Kuva 6. Kuvakaappaus verkkomateriaalista. Palaute kaikista vastauksista yhteen potilastapaukseen koontina.

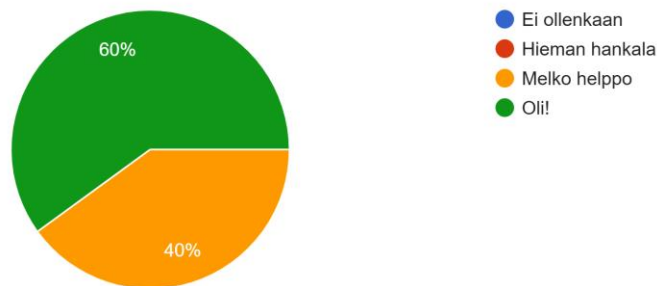
## 7.2 Palaute tuotoksesta

Linkki verkkomateriaaliin lähetettiin 66:lle bioanalytikko-opiskelijalle liitteenään linkki Google Formsiin luotuun kyselyyn. Palautekyselyn vastaamiseen oli opiskelijoilla aikaa

vain reilu viikko ja tarkoitus oli luoda kysely niin ytimekkääksi, että se motivoisi mahdollisimman montaa opiskelijaa palautetta antamaan. E-oppimateriaalin pedagoginen laatu koostuu mielekkäistä tehtävistä, oppimisen kannalta keskeisestä sisällöstä, visuaalisesti mielekkäästi ja hyvin toteutetusta, sekä teknisesti toimivasta kokonaisuudesta (E-oppimateriaalin laatuksiteerit). Näiden kriteerien pohjalta muodostuivat neljä kysymystä, joihin vastausvalintoina oli neljä monivalintavastausta. Kysymykset liittyivät verkkomateriaalin helppokäyttöisyyteen, visuaaliseen miellyttävyyteen, tehtävien mielekkyyteen ja oppimisen tukemiseen. Lisänä oli avoin kohta, jossa toivottiin palautetta verkkomateriaalista. Valitettavasti vain viisi opiskelijaa oli vastannut palautekyselyyn, joten otanta antaa vain osviittaa opiskelijoiden mielipiteestä verkkomateriaaliin. Alle koottuna vastaukset kyselyyn.

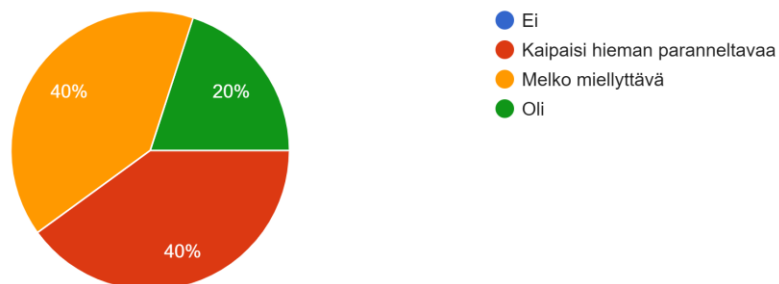
Oliko verkkomateriaali helppokäyttöinen?

5 vastausta



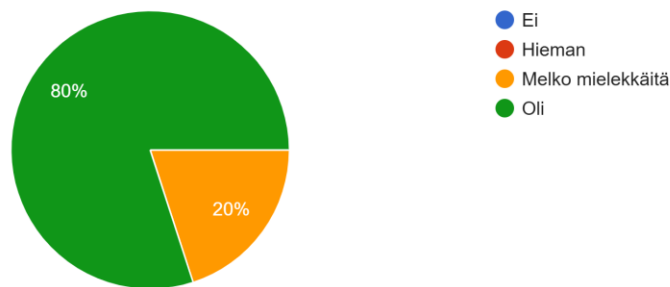
Oliko verkkomateriaali visuaalisesti miellyttävä?

5 vastausta



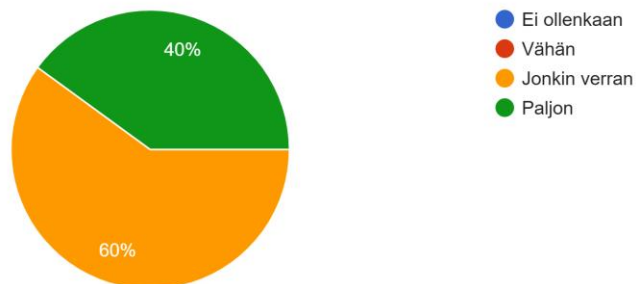
Olivatko tehtävät mielekkäitä (ei liian helppoja/vaikeita)?

5 vastausta



Olisiko verkkomateriaalista tukea oppimiseesi?

5 vastausta



Risuja ja ruusuja tekijälle:

5 vastausta

Olisiko Diabetes-kohtaa saanut tiivistettyä ja muutettua mielekkäämmäksi esim kuvien tai jäsentelyn avulla? Oli jonkin verran raskasta lukea alusta loppuun, enkä usko että kaikki jaksavat tehdä sitä. Tehtävät olivat hyviä!

Diabeteksesta-välilehdellä on aika paljon tekstiä, mikä voi tehdä lukemisesta hieman raskasta.

Ytimekäs, mukaanvievä oppimateriaali. Mukava määrä luettavaa, ei liikaa eikä liian vähän joten sisäsi helposti teoriaa. Potilastapaukset realistisia ja kiva tehdä. Erittäin miellyttävä kokonaisuus!

Ensimmäisen sivun tieto-osuus diabeteksestä oli hieman sekavan oloinen, kun kaikki oli allekain erivärisillä laatikoilla ja teksteillä. Kokonaisuus kiva, hieman muuttaisin sen diabetes tietotekstin värejä selkeämmiksi.

Käyttäminen tuntuisi loogisemmalta jos ylempää löytyisi materiaali ja vasta sen jälkeen tehtävä osio. Tsemppiä työn loppuunsaattamiseen :)

Kuva 7. Kuvakaappaus opiskelijoiden antamasta vapaasta palautteesta verkkomateriaalin tuottajalle.

## 8. Pohdinta

### 8.1 Tuotoksen tarkastelu

Opintopisteihin ja opiskelijoiden työmäärään suhteutettuna diabetes ja siihen liittyvät laboratoriotutkimukset ovat suhteellisen pieni määrä opintokokonaisuutta, joten oli haastavaa miettiä, kuinka suppeaksi saa oleellisen tiedon, niin että sen opiskelu pysyy kuitenkin mielekkäänä ja riittävän haastavana. Verkkomateriaali on kuitenkin lisänä jo opetussuunnitelmassa olevan materiaaliin. Interaktiiviset potilastapaukset on suunniteltu niin, että ne toimivat oppilaiden oppimisen tukena, eivätkä itsessään ole pakollisia. Verkkomateriaali kuitenkin auttaa opiskelijoita oppimaan ja arvioimaan omaa oppimistaan. Tehtävät voi tehdä mobiililaitteella, tai tietokoneella ja kukin omassa tahdissaan. Yhden keksityn potilastapauksen ratkaisemiseen menee lukunopeudesta ja opiskelijan tasosta riippuen noin kymmenestä viiteentoista minuuttia.

Luettavat osuudet opiskelijoille verkkomateriaalissa lisättiin linkkeinä muutamiin oppinäytetyössä käytettyihin lähteisiin sisältönsä vuoksi myös siksi, koska kyseisiä sivuja päivitetään säännöllisesti. Materiaali on siis todennäköisesti ajankohtaista opiskelijoille vuosienkin päästä. Tässä tosin riskinä, että verkko-osoitteet muuttuvat, eikä niitä päivitetä Moodleen ajantasaiseksi.

Verkkomateriaaliin valikoitui H5P-työkalu monipuolisuutensa vuoksi. Interaktiiviset tehtävät kannustavat itsenäiseen ja aktiiviseen oppimiseen, kuvat tehtävien taustalla stimuloivat aivoja ja herättävät mielenkiintoa. Nämä ovat tärkeitä verkko-oppimisessa niin kuin kappaleessa 5.1 todettiin. Samoin kuin se, että olisi oleellista niin sanotun äly-ympäristön tukevan monipuolisia oppimistyylejä ja taitojen kehitystä. Tästä syystä tehtäviin valikoitui erilaisia toteutusmuotoja, kyllä ja ei kysymyksistä -täytä tyhjät kohdat- tehtäviin. Oppilaita motivoi oman edistymisen seuranta, joka on opettajallekin hyvä työkalu, Tehtävät on suunniteltu niin, että palaute auttaa arvioimaan omaa tasoaan ja kannustaa opiskelemaan lisää.

Opiskelijoiden antama avoin palaute oli arvokasta ja sen pohjalta verkkomateriaalin diabetes- välilehteä on muokattu. Palautettu saatiin kuitenkin niin vähän, ettei sen perusteella voida sanoa verkkomateriaalin arvosta opiskelijoille luotettavasti mitään.

## 8.1 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyö on toiminnallinen, eikä siinä käytetty henkilötietoja, joten tutkimuslupaa ei tarvittu. Työ on toteutettu noudattaen hyvän tieteellisen käytännön ohjeita (Tutkimuseettinen neuvottelulautakunta). Opinnäytetyö toteutetaan sopimuksella Metropolian ammattikorkeakoulun käyttöön ja vapaasti kehitettäväksi. Opinnäytetyö perustuu tutkittuun ja toistettavaan tietoon ja käytettyjä lähteitä on tarkasteltu kriittisesti. Kuvat verkkomateriaaliin on kerätty Creative commons sivustolta ja niitä saa käyttää laillisesti.

Lähteitä on etsitty useammasta paikasta ja varmistettu tietojen yhdenmukaisuus tarkistamalla lähteiden lähteitä. Usein soveltuvien tietojen ei täyttänyt täysin tieteellisesti vertaisarvioitujen lähteen kriteereitä, mutta erilaiset suositukset ja tutkimusohjeet palvelivat toiminnallista opinnäytetyötä selvästi paremmin. Osa käytetyistä lähteistä, varsinkin konkreettiset oppikirjat, olivat yli kymmenen vuotta vanhoja. Käyttö oli perusteltua, koska tieto ihmisen anatomiasta ja fysiologiasta ei ole sillä aikaa muuttunut. Opinnäytetyön raportti käy läpi Turn it sovelluksen, mikä havaitsee mahdollisen plagioinnin.

## 8.2 Tuotoksen hyödyntäminen ja tulevaisuus

Diabeteksen aiheen laajuus ja tärkeys bioanalytikoilla verrattuna opintosuunnitelmaan luo merkityksellisuuden oppimista tukeviin materiaaleihin. Lisäksi se tarjoaa apukeinoja eri oppimistavoille. Oman oppimisen arvioinnilla on suuri merkitys, samoin opittavan soveltamisella todellisuudessa ja näihin verkkomateriaali antaa tukea. Ideaalia olisi, että Metropolian ammattikorkeakoulu ottaisi verkkomateriaalin todellisuudessa käyttöön ja kehittäisi sitä esimerkiksi opiskelijoiden toteuttamana hankkeena eteenpäin. Moodlealustalle voisi suunnitella opiskelijoiden käyttöön erilaisia pelejä, joita toteutettaisiin yhdessä opiskelijakollegoiden kanssa. Tällä hetkellä verkkomateriaali on yksilöllä suunnattua, mutta vuorovaikutusta lisäämällä saataisiin lisättyä opiskelijoiden oppimisen tukemista. (E-oppimateriaalin laatukriteerit.)

## 8.3 Ammatillinen kasvu

Opinnäytetyö eteni nurinkurisessa järjestyksessä alkuperäisen suunnitelman osoittautuessa käyttökelvottomaksi. Tämä opetti suunnitelmallisuuden tärkeyden. Opinnäytetyön eteneminen tuskastutti tekijää, jolloin tuli myös opittua itsensä johtamisen tärkeys.

Suunnitelmallisuus, aikataulut ja niistä kiinni pitäminen ovat projektissa kuin projektissa avainsanoja. Tekijää ei palvele se, että antaa ajatusten harhailta ja alkaa teemmään kaikkea muuta kuin sitä työtä, mikä olisi tarkoitus toteuttaa. Neuvoja ja apuja kannatta aina pyytää, jos tuntuu ettei itse osaa.

Tieteellinen kirjoittaminen ei luonnistunut niin helposti runoilijalle, kun kuvitelma oli. Aiheen rajaus tuotti ongelmia ja se olisi täytynyt tehdä tiukemmin jo alusta alkaen. Lähteiden hakeminen ja merkitseminen tuntui välillä kovin työläältä. Ammatillisesta kasvusta kertonee, että ymmärrys lähteisiin on kasvanut huomattavasti. Lähteet etsitään huolellisesti ja merkitään huolellisesti, jotta työ on mahdollisimman luotettava. Täytyy kunnioittaa alkuperäisiä lähdemateriaalin tekijöitä, mutta ehkä vielä sitäkin tärkeämpää on tiedon jäljitettävyyden. Alkuperäinen teksti voi olla jo todella muuttunut, jos sitä käyttää ensin joku, jonka työstä joku taas tekee itselleen lähteen jne. Ei voida silloin todeta, onko tieto enää paikkaansa pitävää. Varsinkin nykyisessä e-maailmassa tämä voisi olla katastrofaalista, kun väärää tietoa leviäisi tieteen nimissä.

Opinnäytetyötä tehdessä Wordin käyttö tuli paremmaksi, Moodle-opetusalausta tuli tuuksi ja H5P-työkalun käyttö opeteltua. Isoin ammatillinen kasvu tapahtui kuitenkin siinä, että havaitsi ammattikorkeakoulussa opittujen asioiden nivoutuvan yhteen. Tieteellisen kirjoittamisen, ATK:n hallinnan, lähteiden haun ja eri ammatillisten aineiden, kuten kemia, biokemia, anatomia ja fysiologia ja lääketieteen perusteet.

## Lähteet

Anttila, Kyllikki & Hirvelä, Meri & Jaatinen, Tiina & Polviander, Marjut & Puska, Eeva-Liisa 2002. Sairaanhoito ja huolenpito. Umpirauhasten sairaudet. Porvoo, Wsoy. Viitattu 19.10.2024.

Atula, Sari 2023. Aivohalvaus (aivoinfarkti ja aivoverenvuoto). Lääkärikirja Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00001>>. Viitattu 18.10.2024.

Auvinen, Tapio 2015. Educational Technologies for Supporting Self-Regulated Learning in Online Learning Environments. Thesis. Aalto University. Department of Computer Science. Helsinki: Unigrafia Oy. 11-13. <<https://aaltodoc.aalto.fi/items/1815b558-9146-4b6f-90e8-a0b1756966ff>>. Viitattu 20.10.2024.

Diabetes. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL). Päivitetty 7.12.2023. <<https://thl.fi/aiheet/kansantaudit/diabetes>>. Viitattu 16.10.2024.

Diabetes. World Health Organization. <[https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab_1)>. Viitattu 16.10.2024.

Diabeteksen historia. Diabetesliitto. Päivitetty 21.1.2022. <[https://www.diabetes.fi/diabetes/diabeteksen\\_historia?\\_gl=1\\*15jt1p\\*\\_up\\*MQ..&qclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9\\_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDgt66RoCRUsQAvD\\_BwE](https://www.diabetes.fi/diabetes/diabeteksen_historia?_gl=1*15jt1p*_up*MQ..&qclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDgt66RoCRUsQAvD_BwE)>. Viitattu 16.10.2024.

Diabeteksen kustannukset. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos (THL.) Päivitetty: 7.12.2023. <<https://thl.fi/aiheet/kansantaudit/diabetes/diabeteksen-kustannukset>>. Viitattu 16.10.2024

Diabetes ja munuaiset. Diabetesliitto. Päivitetty 31.10.2023. <[https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin\\_1\\_diabetes/diabetes\\_ja\\_munuaiset](https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin_1_diabetes/diabetes_ja_munuaiset)>. Viitattu 18.10.2024.

Diabetes ja silmät. Diabetesliitto. Päivitetty 10.2.2023. <[https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin\\_1\\_diabetes/diabetes\\_ja\\_silmat](https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin_1_diabetes/diabetes_ja_silmat)>. Viitattu 18.10.2024.

Diabeteksen lisäsairaudet. THL. Päivitetty 7.12.2023. <<https://thl.fi/aiheet/kansantaudit/diabetes/diabeteksen-lisasairaudet>>. Viitattu 17.10.2024.

Diabeteksen munuaistauti. 2020. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Nefrologiyhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <<https://www.kaypahoito.fi/hoi50060>>. Viitattu 18.10.2024.

Diabeettinen retinopatia 2024. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Silmälääkäriyhdistyksen ja Diabetesliiton lääkarineuvoston asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <<https://www.kaypahoito.fi/hoi50043#s13>>. Viitattu 18.10.2024.

Diabeteskäsikirja. Päivitetty 10.2.2022. Lastentautien poliklinikan diabetestyöryhmä: <<https://www.pirha.fi/documents/d/quest/diabeteskasikirja2022julkaistu>>. Viitattu 8.11.2024.

Eerola, Hannaleena 2022. Diabeteksen tutkimuksia: Laboratoriotutkimusten tulkinta. Kustannus Oy Duodecim. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03090>. Viitattu 6.11.2024.

E-oppimateriaalin laatukriteerit. Opetushallitus. Verkkosivusto. <<https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>>. Viitattu 20.10.2024.

Eurostudent VIII -katsausartikkeleissa selvitettiin korkeakouluopiskelijoiden ajankäyttöä ja kokemuksia opintojen sujuvuudesta. Opetus- ja kulttuuriministeriö 2023. <<https://okm.fi/-/eurostudent-viii-katsausartikkeleissa-selvitettiin-keuhkeakouluopiskelijoiden-ajankayttoa-ja-kokemuksia-opintojen-sujuvuudesta>>. Viitattu 20.10.2024.

Erwin, Kelli & Mohammed, Shereeza 2022: 324–325. Digital Literacy Skills Instruction and Increased Skills Proficiency. <[https://www.researchgate.net/publication/360879203\\_Digital\\_Literacy\\_Skills\\_Instruction\\_and\\_Increased\\_Skills\\_Proficiency](https://www.researchgate.net/publication/360879203_Digital_Literacy_Skills_Instruction_and_Increased_Skills_Proficiency)>. Viitattu 21.10.2024.

Fimlab laboratoriot Oy. Maksatutkimukset. Maksa-arvot. <<https://fimlab.fi/tutkimus/maksatutkimukset>>. Viitattu 10.1.2025.

Forsblom, Carol & Harjutsalo, Valma & Groop, Per-Henrik 2014. Kuka sairastuu diabeettiseen nefropatiaan? Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo11698>>.

Gambo, Yusufu & Shakir, Muhammad Zeeshan 2023. Evaluating students' experiences in self-regulated smart learning environment. *Education and Information Technologies* 28. 547–580. <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-022-11126-0#Sec5>>. Viitattu 20.10.2024.

Groop, Leif 1994. Aikuisiän diabeteksen geenitausta. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*. 10(7):709 <<https://www.duodecimlehti.fi/duo40148>>. Viitattu 16.10.2024.

Haima. *Solunetti* 2006. <[https://www.solunetti.fi/fi/histologia/haima\\_1/](https://www.solunetti.fi/fi/histologia/haima_1/)>. Viitattu 19.10.2024.

Haima. *Terveyskylä.fi*. Päivitetty 20.9.2019. <<https://www.terveyskyla.fi/elinsiirtotalo/ai-kuisten-elinsiirrot/haimansiirto/haima>>. Viitattu 19.10.2024.

Happomyrkytys eli ketoasidoosi. *Terveyskylä.fi*. <<https://www.terveyskyla.fi/diabetes-talo/diabetes/korkea-verensokeri-ja-happomyrkytys/happomyrkytys-eli-ketoasidoosi>>. Viitattu 19.10.2024.

Haverinen, Heikki & Leppikangas, Saku 2022. Luokanopettajien työkuormitus etäopetuksessa Covid-19-pandemian aikana. Pro gradu. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteellinen tutkinto-ohjelma. <<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/138440/HaverinenLeppikangas.pdf>>. Viitattu 20.10.2024.

Hekkala, Anna-Mari 2023. Diabetes ja sydän. *Sydänliitto*. <<https://sydan.fi/fakta/diabetes-ja-sydan/>>. Viitattu 18.10.2024.

Honkanen, Eija & Nuutila, Leena. Innostavat digitaaliset oppimisympäristöt – Löytökellällä osallistavaan oppimiseen ammatillisessa erityisopetuksessa. 2016.18:3. <<https://journal.fi/akakk/article/view/84881>>. Viitattu 18.10.2024.

Hägg-Holmberg, Stefanie 2020. Aivohalvaukset ovat yleisiä tyyppin 1 diabeteksessa. *Suomen akatemia* <<https://www.aka.fi/tietysti/tiesitko/aivohalvaukset-ovat-yleisia-tyypin-1-diabeteksessa/>>. Viitattu 18.10.2024.

Hyvä tieteellinen käytäntö. Tutkimuseettinen neuvottelulautakunta (TENK). <<https://tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>>. Viitattu 28.3.2025

H5P.< <https://h5p.org/>>. Viitattu 30.3.2025.

Ilanne-Parikka, Pirjo 2021. Diabetes ("sokeritauti"). Lääkärikirja Duodecim.  
<<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00011#s1>>. Viitattu 16.10.2024.

Ilonen, Jorma 2004. Tyypin 1 diabetes ja geenit. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo94268>>. Viitattu 16.10.2024.

Insuliininpuutosdiabetes. Käypä hoito -suositus 2022. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Sisätautilääkäreiden yhdistyksen ja Diabetesliiton Lääkärineuvoston asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim.  
<<https://www.kaypahoito.fi/hoi50116#s27>>. Viitattu 10.1.2025.

Koistinen, Heikki 2018. Glukagoni - unohdettu haimahormoni. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo14584>>. Viitattu 19.10.2024.

Kotronen, Anna & Yki-Järvinen, Hannele 2008. Rasvamaksa metabolisessa oireyhtymässä ja tyypin 2 diabeteksessa. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim.  
<https://www.duodecimlehti.fi/duo97384>. Viitattu 10.1.2025.

Lakhtakia, Ritu 2013. The History of Diabetes Mellitus. Sultan Qaboos University Medical Journal. <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3749019/>>. Viitattu 16.10.2024.

Meretoja, Päivi 1997. Polyneuropatiat. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim.  
<<https://www.duodecimlehti.fi/duo70413>>. Viitattu 17.10.2024.

Metropolia ammattikorkeakoulu 2025. Opinto-opas. <https://opinto-opas.metropolia.fi/88095/fi/108/70303>. Viitattu 31.3.

Mitra, Nilesh Kumar 2022. New Updates in Online Learning. United Kingdom.  
<[https://mts.intechopen.com/storage/books/11196/authors\\_book/authors\\_book.pdf](https://mts.intechopen.com/storage/books/11196/authors_book/authors_book.pdf)>. Viitattu 20.10.2024.

Mustajoki, Pertti 2022. Alhainen verensokeri (hypoglykemia) diabetesta sairastavalla. Lääkärikirja Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00757/alhainen-verensokeri-hypoglykemia-diabetesta-sairastavalla>>. Viitattu 19.10.2024.

Mustajoki, Pertti 2021. Diabeteksen munuaissairaus (diabeettinen nefropatia). Lääkärikirja Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00563/diabeteksen-munuaissairaus-diabeettinen-nefropatia>>. Viitattu 19.10.2024.

Mustonen, Juha 2022. Diabetes ja sydän. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo92848>>. Viitattu 18.10.2024.

Nienstedt, Walter& Kallio, Sinikka 1995. Luut ja ytimet. Haiman umpirauhasosa. Porvoo. Wsoy. Viitattu 19.10.2024.

Niskanen, Leo& Haanpää, Maija& Partanen, Juhani& Pikkarainen, Pekka& Rönnemaa, Tapani& Taari, Kimmo& Tulokas, Timo& Vähätalo, Markku 2000. Diabeettisen neuropatian diagnostiikka- ja hoitosuositus. Osa 1: Perifeerinen neuropatia. Suomen Lääkäri-lehti. <<https://www.kaypahoito.fi/sll00007>>. Viitattu 18.10.2024.

Näin ehkäiset aivoverenkiertohäiriön. Aivoliitto. <<https://www.aivoliitto.fi/aivoverenkiertohairio/ehkaise/#ad03175c>>. Viitattu 18.10.2024.

Opiskelijan työmäärän mitoitus ja opintopisteet. Opetustyön ohjeet. <<https://teaching.helsinki.fi/ohjeet/artikkeli/opiskelijan-tyomaaran-mitoitus-ja-opintopisteet>>. Viitattu 31.3.2025.

Pirkanmaan hyvinvointialue. Insuliinihoitoinen diabetes: Seuranta ja lisäsairaudet. Päivitetty 9.12.2024.<<https://www.pirha.fi/palvelut/terveyspalvelut/diabetes/insuliinihoitoisen-diabeteksen-omahoito/seuranta-ja-lisasairaudet>>. Viitattu 10.1.2025.

Rahkila, Martti. 2006. An Agent-Based Method for Self-Study Interactive Web-Based Education. <<https://wiki.aalto.fi/display/~mara@aalto.fi/Publications>>.

Raskausdiabetes. Diabetesliitto. Päivitetty 16.5.2024.< [https://www.diabetes.fi/diabetes/raskausdiabetes?\\_gl=1\\*1y0d6v4\\*\\_up\\*MQ..&gclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9\\_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDqt66RoCRUsQAvD\\_BwE](https://www.diabetes.fi/diabetes/raskausdiabetes?_gl=1*1y0d6v4*_up*MQ..&gclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDqt66RoCRUsQAvD_BwE)>. Viitattu 17.10.2024.

Raskausdiabetes. 2024. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecim, Suomen Diabetesliiton lääkäriineuvoston ja Suomen Gynekologiyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <https://www.kaypahoito.fi/khp00076#s12>. Viitattu 17.10.2024.

Seppänen, Matti 2021. Diabeteksen silmäsairaus (diabeettinen retinopatia). Lääkärikirja Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00826>>. Viitattu 18.10.2024.

Similä, Minna & Kivelä, Jemina & Flinkman, Jenni & Kinnunen, Tarja I. & Koivusalo, Salla & Meinilä, Jelena 2023. Raskausdiabetes ja ravitsemus - teemmekö oikeita asioita? Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. 139(23):1927-34. <<https://www.duodecim-lehti.fi/duo17995>>. Viitattu 17.10.2024.)

Somatostatiini. 2016. Lääketieteen sanasto. <<https://www.terveyskirjasto.fi/ltt03192/somatostatiini>>. Viitattu 19.10.2014.

Sundar, S. Shyam & Xu, Quian. 2016. Interactivity and memory: Information processing of interactive versus non-interactive content. <[https://www.researchgate.net/publication/303850203\\_Interactivity\\_and\\_memory\\_Information\\_processing\\_of\\_interactive\\_versus\\_non-interactive\\_content](https://www.researchgate.net/publication/303850203_Interactivity_and_memory_Information_processing_of_interactive_versus_non-interactive_content)>. Viitattu 17.10.2024.

Tarnanen, Kirsi; Niskanen, Leo & Komulainen, Jorma. 2024. Tyypin 2 diabetes. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <<https://www.kaypahoito.fi/khp00066>>. Viitattu 16.10.2024.

Tarnanen, Kirsi & Summanen, Paula & Komulainen, Jorma 2024. Diabeettinen retinopatia. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <<https://www.kaypahoito.fi/khp00059>>. Viitattu 18.10.2024.

Tunturi, Satu 2024. Hemoglobiini-A1c, verestä (B-HbA1c). Kustannus Oy Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/snk03092/hemoglobiini-a1c-veresta-b-hba1c>>. Viitattu 10.11.2024.

Tunturi, Satu 2024. Glukoosikoe, oraalinen, lyhyt, eli ”sokerirasituskoe” (Pt-Gluk-R). Laboratoriotutkimusten tulkinta. Kustannus Oy Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/snk03093/glukoosikoe-oraalinen-lyhyt-eli-sokerirasituskoe-pt-gluk-r>>. Viitattu 6.11.2024.

Tunturi, Satu 2024. Hemoglobiini (B-Hb). Laboratoriotutkimusten tulkinta. Kustannus Oy Duodecim. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03031> Viitattu 3.3.2025.

Tunturi, Satu 2024. Kreatiniini, P-Krea. Laboratoriotutkimusten tulkinta. Kustannus Oy Duodecim. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03121>. Viitattu 10.1.2025.

Tyypin 1 diabetes. Diabetesliitto. Päivitetty 2.9.2021.<[https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin\\_1\\_diabetes?\\_gl=1\\*b1s0be\\*\\_up\\*MQ..&qclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiAwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9\\_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDgt66RoCRUsQAvD\\_BwE](https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin_1_diabetes?_gl=1*b1s0be*_up*MQ..&qclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiAwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDgt66RoCRUsQAvD_BwE)>. Viitattu 16.10.2024.

Tyypin 2 diabetes. Diabetesliitto. Päivitetty 20.3.2024. <[https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin\\_2\\_diabetes?\\_gl=1\\*197ujxv\\*\\_up\\*MQ..&qclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiAwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9\\_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDgt66RoCRUsQAvD\\_BwE](https://www.diabetes.fi/diabetes/tyypin_2_diabetes?_gl=1*197ujxv*_up*MQ..&qclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiAwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDgt66RoCRUsQAvD_BwE)>. Viitattu 16.10.2024.

Valli, Juha 2024. Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus). Lääkärikirja Duodecim. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00656#s1>>. Viitattu 10.11.2024.

Veren glukoosipitoisuus eli verensokeri. Päivitetty 24.1.2024. Terveyskylä.fi. <<https://www.terveyskyla.fi/diabetestalo/diabetes/diabetes-sairautena/diabeteksen-tutkimukset/veren-glukoosipitoisuus-eli-verensokeri>>. Viitattu 5.11.2024.

Vilo, Hanna 2019. Monta syytä pitää hyvää huolta aivoista. Diabetes lehti. <<https://diabeteslehti.diabetes.fi/blog/2019/10/31/monta-syyta-pitaa-hyvaa-huolta-aivoista/>>. Viitattu 19.10.2024.

Yleistä diabeteksestä. Diabetesliitto. Päivitetty 23.4.2024. <[https://www.diabetes.fi/diabetes/yleista\\_diabeteksesta?\\_gl=1\\*zjaxi1\\*\\_up\\*MQ..&qclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiAwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9\\_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDgt66RoCRUsQAvD\\_BwE](https://www.diabetes.fi/diabetes/yleista_diabeteksesta?_gl=1*zjaxi1*_up*MQ..&qclid=CjwKCAjw1NK4BhAwEiAwA-VUHPUArAx3tAYsRiA6FLxip9_x1ht-5nzEhpW96d7zBuzrx2M3qsDgt66RoCRUsQAvD_BwE)>. Viitattu 16.10.2024.

